

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

Jernej ŠKVARČ

**SANACIJE V UJMAH POŠKODOVANIH GOZDNIH
SESTOJEV V OBMOČNI ENOTI TOLMIN**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2014

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

Jernej ŠKVARČ

**SANACIJE V UJMAH POŠKODOVANIH GOZDNIH SESTOJEV V
OBMOČNI ENOTI TOLMIN**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja

**REHABILITATION OF STANDS AFTER THE STORM IN THE
TOLMIN AREA**

M. Sc. THESIS
Master study programme

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študija gozdarstva in upravljanja gozdnih ekosistemov. Izdelano je bilo na Univerzi v Ljubljani, Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Terenski del pa je bil opravljen v Gozdnogospodarskem območju Tolmin, Gozdnogospodarski enoti Predmeja.

Komisija za dodiplomski študij 1. in 2. stopnje Oddelka za gozdarstvo in obnovljive vire je za mentorja magistrskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija, za recenzenta pa prof. dr. Majo Juroc.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Robert BRUS

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire

Član: prof. dr. Jurij DIACI

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire

Članica: prof. dr. Maja JURČ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega magistrskega dela v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki identično tiskani verziji.

Jernej ŠKVARČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Du2
DK GDK 231+421(497.4Pokljuka)(043.2)=163.6
KG vetrolomi/sanacije/naravna obnova/primerjava
AV ŠKVARČ, Jernej
SA DIACI, Jurij (mentor)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI 2014
IN SANACIJE V UJMAH POŠKODOVANIH GOZDNIH SESTOJEV V OBMOČNI ENOTI TOLMIN
TD Magistrsko delo (magistrski študij - 2. stopnja)
OP IX, 68 str., 22 pregl., 21 sl., 1 pril., 54 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI

Namen magistrskega dela je bil presoditi uspešnost sanacije na izbranih objektih in pripraviti usmeritve za podporo pri odločanju v prihodnje, saj pričakujemo večjo pogostost in jakost izjemnih vremenskih dogodkov. Na vetrolomni površini, ki je nastala julija 2008 je bilo postavljenih petnajst vzorčnih ploskev (10 m x 10 m) na naravno obnovljenih površinah in petnajst ploskev na umetno obnovljenih površinah, ki so bile posajene s navadno smreko in navadno bukvijo. Na ploskvah so bila izmerjena vsa dominantna drevesca in vse posajene sadike. Opravljen je bil tudi popis gostote in zastiranje naravnega pomladka ter zastiranje grmovne in zeliščne plasti. Gostota naravnega pomladka pri naravni obnovi je bila 8.000 drevesc/ha pri umetni obnovi pa 4.556 drevesc/ha. Zabeleženih je bilo 8 različnih drevesnih vrst, med katerimi so prevladovale iva, navadna bukev, gorski javor in navadna jelka. Zeliščne in grmovne vrste so v povprečju zastirale 64 %, največje zastiranje je bilo zabeleženo pri malinjaku. Gostota sadnje je znašala 2.765 sadik/ha. Uspeh sadnje je bil zelo dober, saj je bila mortaliteta tri leta po njej le 7 %. Zastiranje grmovne in zeliščne plasti ter malinjaka je negativno vplivalo na gostoto naravnega mladja. Rezultati raziskave so nakazali, da je bila umetna obnova uspešnejša od naravne obnove, ker pa je bistveno dražja se za umetno obnovo odločamo na najbolj rodovitnih rastiščih, erozijsko ogroženih površinah in tistih z bujno razvito pritalno vegetacijo in na površinah z majhnim številom semenskih dreves.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2
DC GDK 231+421(497.4Pokljuka)(043.2)=163.6
CX windthrow/planting/natural regeneration/afforestation/planting
AU ŠKVARČ, Jernej
AA DIACI, Jurij (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY 2014
TI REHABILITATION OF STANDS AFTER THE STORM IN THE TOLMIN AREA
DT M.Sc. thesis (Master study programme)
NO IX, 68 p., 22 tab., 21 fig., 1 ann., 54 ref.
LA sl
AL sl/en
AB

The aim of this thesis was to assess the effectiveness of forest regeneration after the storm on the selected sites in Tolmin region and to offer management guidelines for future decision - making on the matter, considering that a frequency and intensity of extreme weather conditions are expected. In the windthrown areas formed in July 2008 we established 15 sample plots (10 m x 10 m) on the naturally regenerated sites and 15 on the artificially regenerated, which were planted with spruces and beeches. Secondly, we measured all the dominant naturally regenerated seedlings and planted seedlings. In addition, an evaluation of the coverage and density of natural regeneration, shrub and herb layers was carried out. In the naturally regenerated stands the density of young trees accounted for 8.000 trees/ha, where as on the artificially regenerated sites we recorded 4.556 trees/ha. Eight different tree species were identified, the goat willow, common beech, sycamore and fir being the dominant ones. On average herbs and shrubs spread over 64 % of the surface, with in which the raspberry bush represented the highest percentage. The density of planted seedlings accounted for 2.765 specimens/ha. The outcome of planting was highly satisfying, since mortality reached solely 7 % three years after the plantation. Shrub and herb layers along with the raspberry cover had a negative impact on the density of the regeneration. The results of the study indicated that the artificial regeneration was more successful than the natural. Nevertheless, due to its significantly high costs the former is more applicable to the most fertile sites and areas exposed to erosion hazard as well as to those with a luxuriant ground vegetation or a small number of seed trees.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	IX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 MOTNJE	3
2.2 VETROLOM.....	5
2.3 NARAVNA OBNOVA.....	10
2.4 UMETNA OBNOVA	14
3 RAZISKOVALNI CILJI IN HIPOTEZE	19
4 MATERIALI IN METODE DE LA	20
4.1 OBJEKT RAZISKAVE	20
4.1.1 Gozdnogospodarska enota Predmeja	20
4.1.2 Opis dogodka.....	20
4.1.3 Opis območja poškodovanih gozdov	21
4.1.4 Sanacija vetroloma Predmeja 2008	21
4.1.5 Objekt Fuzbal	23
4.1.6 Objekt Ruske barake	23
4.1.7 Objekt Cingolca.....	24
4.1.8 Objekt Pod vratci	24
4.2 METODA DE LA.....	25
4.2.1 Popis na ploskvah	25
4.3 ANALIZA PODATKOV	31
5 REZULTATI.....	32
5.1 ANALIZA ZELIŠČNE IN GRMOVNE PLASTI, KI NAKAZUJE RASTIŠČNE RAZMERE NA OBJEKTIH	32
5.2 ZASTIRANJE DREVESNIH, ZELIŠČNIH IN GRMOVNIH VRST SKUPAJ ..	33
5.3 ZASTIRANJE GLAVNIH GRMOVNIH IN ZELIŠČNIH VRST	33
5.4 ZASTIRANJE DREVESNIH VRST	36
5.5 ZASTIRANJE SKAL IN KAMENJA, ODMRLE LESNE MASE, OPADA IN ORGANSKIH TAL	38
5.6 GOSTOTA NARAVNO NASEMENJENIH DREVESNIH VRST	39
5.7 GOSTOTA DREVESNIH VRST	40

5.8	GOSTOTA DOMINANTNIH DREVES NA NARAVNO OBNOVLJENIH POVRŠINAH	45
5.9	GOSTOTA IN USPEH SADNJE	47
5.10	ANALIZA PREMERA KORENINSKEGA VRATU	47
5.11	ANALIZA VIŠINE DREVES	48
5.12	ANALIZA VIŠINSKI PRIRASTKOV	48
5.13	ANALIZA KONKURENCE	50
5.14	ANALIZA MIKRORASTIŠČ	51
5.15	ANALIZA VITALNOSTI	52
5.16	ANALIZA POŠKODOVANOSTI	53
5.17	RAZDALJA DO SEMENSKIH DREVES	57
6	RAZPRAVA	58
6.1	EKOLOŠKE RAZMERE	58
6.2	ZELIŠČNA PLAST	59
6.3	GOSTOTA NARAVNO NASEMENJENIH DREVESNIH VRST	61
6.4	GOSTOTA DOMINANTNIH DREVES IN SADNJE TER PREŽIVETJE SADIK	64
6.5	PRIMERJAVA MED NARAVNO IN UMETNO OBNOVLJENIMI POVRŠINAMI	65
7	ZAKLJUČEK	67
8	VIRI	69
ZAHVALA		
PRILOGE		

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Zastiranje drevesnih vrst in zelišč ter grmovnic skupaj na ploskvicah v % (N = 60).	33
Preglednica 2: Povprečne vrednosti zastiranja glavnih zeliščnih in grmovnih vrst na ploskvicah v % (N = 60)	34
Preglednica 3: Povprečne vrednosti zastiranja drevesnih vrst za oba načina obnove na ploskvicah.....	36
Preglednica 4: Zastiranje skal in kamenja, odmrlih dreves, opada, organskih tal (povprečje za naravno in umetno obnovo v (%)).....	38
Preglednica 5: Gostote drevesnih vrst na ploskvicah za naravno in umetno obnovo (N = 60).	39
Preglednica 6: Gostota drevesnih vrst na ploskvicah glede na način obnove (N = 60)	40
Preglednica 7: Kruskal- Wallisov test za ugotavljanje razlik med naravno in umetno obnovo (označene vrednosti so statistično značilne ($p < 0,0500$)).....	43
Preglednica 8: Spearmanova korelacija rangov (označene vrednosti v preglednici so statistično značilne ($p < 0,0500$))	44
Preglednica 9: Premer koreninskega vratu v mm za oba načina obnove po drevesnih vrstah	47
Preglednica 10: Višina drevesc v cm za oba načina obnove po drevesnih vrstah	48
Preglednica 11: Višinski prirastek navadne smreke na umetno obnovljenih površinah v cm (N = 315)	49
Preglednica 12: Višinski prirastki navadne bukve v cm	49
Preglednica 13: Proste sadike za rast (FTG) v % za oba načina obnove	50
Preglednica 14: Kruskal Wallisov test vpliva FTG na druge parametre za vse vrste skupaj	50
Preglednica 15: Deleži stopenj po vitalnosti za oba načina obnove v %	52
Preglednica 16: Deleži stopenj vitalnosti za oba načina obnove po drevesnih vrstah.....	53
Preglednica 17: Kruskal Wallisov test vpliva vitalnosti na druge parametre	53

Preglednica 18: Deleži poškodovanosti po stopnjah vseh drevesnih vrst za oba načina obnove v %	54
Preglednica 19: Deleži stopenj po poškodovanosti za oba načina obnove in po drevesnih vrstah	55
Preglednica 20: Kruskal Wallisov test vpliva poškodovanosti na druge parametre.....	55
Preglednica 21: Spearmanova korelacija rangov - označene vrednosti v preglednici so statistično značilne ($p < 0,0500$).....	56
Preglednica 22: Povprečna razdalja semenskih dreves do popisnih ploskev in število semenskih dreves	57

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacije vetrolomov (Google maps, 2013).	26
Slika 2: Jugozahodni kot ploskve na umetno obnovljeni površini (foto: Škvarč, oktober, 2012).	27
Slika 3: Skica ploskev in ploskvic za popis pomlajevanja in vegetacije (Fidej, 2012).	27
Slika 4: Vrstni red popisa sadik in naravnega mladja (Fidej, 2012).	30
Slika 5: Ordinacija zeliščne in grmovne plasti.	32
Slika 6: Skupno zastiranje pritalne vegetacije na ploskvicah po objektih	35
Slika 7: Zastiranje malinjaka na ploskvicah po objektih	35
Slika 8: Zastiranje klimaksnih vrst na ploskvicah po objektih.....	36
Slika 9: Zastiranje pionirskih vrst po objektih	37
Slika 10: Gostote drevesnih po objektih za oba načina obnove	39
Slika 11: Gostota klimaksnih drevesnih vrst za umetno obnovo.....	41
Slika 12: Gostota klimaksnih drevesnih vrst za naravno obnovo	41
Slika 13: Gostota pionirskih vrst za naravno obnovo	42
Slika 14: Gostota dominantnih drevesc in največja možna gostota na naravno obnovljenih površinah po objektih.....	45
Slika 15: Drevesna sestava dominantnih drevesc v odstotkih.....	46
Slika 16: Število praznih kvadrantov po objektih na hektar	46
Slika 17: Gostota in uspeh sadnje po objektih.....	47
Slika 18: Deleži posameznih mikro-rastišč na naravno obnovljenih površinah.....	51
Slika 19: Deleži posameznih mikro-rastišč na umetno obnovljenih površinah	51
Slika 20: Deleži stopenj po vitalnosti po objektih	52
Slika 21: Deleži stopenj po poškodovanosti zaradi objedanja po objektih	54

1 UVOD

V gorskih predelih Slovenije beležimo naraščanje sanitarnih sečenj, ki ponekod presegajo že 50 % poseka. Poleg tega je sanitarnih sečenj glede na sonaravno gospodarjenje veliko. Zakon o gozdovih opredeljuje sanitarne sečnje kot sečnje okuženega, z žuželkami napadenega, močno poškodovanega ali podrtega drevja. V okviru sanitarnih sečenj po vzrokih ločujemo sečnjo zaradi žuželk, bolezni in gliv, divjadi, vetra, snega, žleda, plazov in usadov, požarov, emisij, poškodb zaradi dela v gozdu in drugih vzrokov (Jakša in Kolšek, 2008).

Od skupnega poseka je bilo v Sloveniji med letoma 1994 in 2009 sanitarnega poseka od 19 do 45 %, v povprečju pa 33 % (Poročilo ..., 2010). Največ sanitarnega poseka je nastalo zaradi napadov žuželk. Med ujmami je bilo 10 % sanitarnega poseka zaradi vetra, 11 % poseka zaradi snega, 11 % poseka zaradi žleda ter manj kot 1 % zaradi plazov. Od leta 2002 do leta 2008 je bilo več poseka zaradi vetra, nato pa se je posek zaradi vetra zmanjšal. Vendar je bil kljub temu veter tretji najpogostejši vzrok za sanitarno sečnjo. Vetrolomi se pojavljajo večinoma razpršeno po vsej Sloveniji. Največ škode je veter v slovenskih gozdovih naredil leta 2008, ko je bilo treba samo zaradi neurji poleti posekati približno 500.000 m³ poškodovane lesne mase gozdnega drevja. Istega leta je bil veter tudi najpogostejši vzrok za sanitarno sečnjo (Jakša, 2010 in Poročilo ..., 2010). V Sloveniji posek zaradi vetroloma variira. Pogostost velikih neurij in viharov vetrov se v zadnjih letih povečuje (Poljanec in sod., 2008).

Poškodovane sestoje navadno posekamo, les pospravimo, nato pa površino posadimo. Posek in spravilo je potrebno opraviti čim prej, saj je lastnik zainteresiran za čim večji finančni donos, preprečuje pa tudi namnožitve podlubnikov (Papler-Lampe, 2009). Ko les pospravimo je potrebno prizadete površine obnoviti. Proces obnove je zahteven in dolgotrajen, saj lahko traja nekaj let ali celo desetletij. V zadnjem času cena saditve in spremljevalnih del vse bolj narašča, zato so stroški veliki in običajno presegajo neposredne ekonomske koristi prodanega posekanega lesa na prizadeti površini (Jakša, 1997). Velikih površin pa tudi logistično ni mogoče posaditi v kratkem času. Zaradi navedenih razlogov je pri obnovi prizadete površine pogosta dilema katero obnovo izbrati: naravno, umetno ali

kombinacijo obeh. Na isti prizadeti površini lahko uporabimo različne načine obnove. Mnogi menijo, da je umetna obnova nujno potrebna samo na zahtevnih in na skrajnostnih rastiščih ali na površini, kjer ni semenskih dreves ciljnih drevesnih vrst. Specifičen problem pri obnovi prizadetih površin lahko predstavlja zatavljenost oziroma razvoj bujne zeliščne vegetacije v grmovni plasti (Papler-Lampe, 2009). Pri umetni obnovi je pomembna odločitev o izbiri drevesnih vrst, saj želimo oblikovati odpornejši sestoj od prejšnjega. To lahko dosežemo z izbiro avtohtonih vrst ter s sadnjo različnih drevesnih vrst. Zaradi ekonomskih razlogov in tudi ekoloških, ima naravna obnova prizadetih površin prednost pred umetno. Sadnja je zelo primerna tam, kjer moramo hitro in učinkovito obnoviti gozd, saj za določeno gostoto in višino dreves potrebujemo pri naravni obnovi v splošnem deset let več kot sadike. Prednost umetne obnove je tudi, da imamo pri sadnji na voljo več drevesni vrst. Uporaba različnih vrst izboljša mikro-rastišče in preprečuje nastanek homogenih sestojev, kar pomeni, da bo sestoj bolj odporen (Schönenberger, 2002).

Sanacija velikih ogolelih površin je področje, ki je v Sloveniji pomanjkljivo raziskano (Papler-Lampe, 2009). Veliko več raziskav najdemo v srednjeevropskih državah, saj so predvsem obsežni vetrolomi v zadnjih desetletjih spodbudili raziskave te problematike. Večina tujih raziskav obravnava ranljivost in sanacijo iglastih sestojev. Nekaj raziskav na to tematiko je bilo narejenih tudi pri nas (Ogris in Jurc, 2004; Ogris in sod., 2004). Zelo malo raziskav je bilo v Evropi izpeljanih v gorskih listnatih in mešanih gozdovih, kjer prevladuje navadna bukev. Ti tipi gozdov so razširjeni po celotni srednji Evropi, tudi v Sloveniji. Malo je znanega o obnovi gozdov po sanitarnih sečnjah in spravi v teh gozdovih. Poleg tega pa primanjkuje orodij za podporo pri odločanju o načinu sanacije (Prijavna vloga, 2010). Raziskave in rezultati sanacij vetrolomov so zelo različne (Jakša in Kolšek, 2008; Schelhaas in sod., 2003). V prihodnosti pričakujemo večjo pogostost in jakost izjemnih vremenskih dogodkov, zato je potrebno presoditi uspešnost preteklih sanacij in pripraviti usmeritve za podporo odločanju v prihodnje.

2 PREGLED OBJAV

2.1 MOTNJE

Naravne ujme so eden od najpomembnejših dejavnikov sprememb drevesne sestave in zgradbe gozdov. Motnje so različnih jakosti, pogostosti, prizadenejo lahko različno veliko površino, lahko so kratkotrajne ali pa trajajo daljše obdobje. Skupna lastnost motenj je, da moteče vplivajo na zgradbo gozdov ter na tokove snovi in energije v gozdovih (Anko, 1993). Isti avtor motnje deli, na primer;

- po intenzivnosti (akutne in kronične);
- po časovnem trajanju na kratkotrajne in dolgotrajne;
- po predvidljivosti na predvidljive in nepredvidljive;
- po poreklu na naravne, antropogene in kombinirane;
- po prostorskem obsegu (globalne, regionalne, krajinske, ekosistemske).

Z vidika upravljanja z gozdovi so problematične predvsem ujme večjih jakosti (Poljanec in sod., 2008). Motnje lahko povzročijo veliko ekonomsko škodo, včasih celo ogrožajo človeška življenja. Podnebne spremembe tudi pomembno vplivajo na režimu motenj v gozdovih, tako, da so te pogostnejše in praviloma večjih jakosti (Papler-Lampe, 2008). Motnje so sestavni del naravnih procesov in jih ni mogoče preprečiti. Pogosto pa želimo s strokovnimi ukrepi preprečiti ali omiliti njihove škodljive posledice (Poljanec in sod., 2008).

Za abiotske naravne motnje (npr. veter, sneg, žled) in biotske (npr. gradacija podlubnikov), ki prizadenejo večje površine, uporabljamo tudi izraz ujme (Jakša, 2007; Poljanec in sod., 2008). Njihov pomen je v različnih delih Slovenije različen. Vetrolomi gozdove največkrat prizadenejo v alpskem svetu, sneg in žled ogrožata predvsem tanjše sestoje na nadmorskih višinah med 600 in 1000 m, požari so značilni na Krasu, podlubniki se večinoma pojavljajo kot sekundarne motnje, ki sledijo drugim škodljivim dejavnikom žive ali nežive narave, in ogrožajo predvsem smrekove gozdove v osrednji in vzhodni Sloveniji (Jurc in sod., 2004; 2006; Poljanec in sod., 2008; Ogris in Jurc, 2010). Jurc in sodelavci (2004; 2006) so analizirali fenologijo smrekovih podlubnikov (*Ips typographus* in *Pityogenes chalcographus*) v dinarskih gorskih gozdovih jugozahodne Slovenije. Evidentiranje

gostote populacij omenjenih podlubnikov je potekalo na območju kjer je stičišče mediteranske in alpske klime, kar privede do ponavljajočih se katastrofalnih vremenskih razmer. Obe vrsti sta na tem območju imeli relativno visoko številčnost in sta imeli dva glavni generaciji ter dve sestrski generaciji na leto. Razlog za relativno visoko gostoto obeh vrst so bile pogoste katastrofalne vremenske razmere, kar privede do poškodb ter mehanske destabilizacije dreves in s tem do zelo primerne trofičnega materiala. Poleg tega navadna smreka na raziskovalnem območju ni avtohtona in je bila zato manj odporna.

Tudi med celinami se pomen motenj različnih jakosti in razsežnosti razlikuje. V Evropi so najpogostejši dejavniki motenj predvsem abiotski (veter, sneg) in biotski dejavniki (gradacije žuželk), ponekod tudi ogenj (Schelhaas in sod., 2003). Za Evropo, kjer je delež gozda manjši, že srednje velike motnje lahko pomenijo regionalno katastrofo. Nasprotno v Severni Ameriki, kjer so prostranstva gozdov obširna, motnje srednje jakosti ostajajo večinoma neevidentirane, pomembne so le nekaj tisoč hektarske katastrofalne motnje (Schelhaas in sod., 2010).

V Sloveniji in Evropi že več kot tretjino poseka predstavljajo sanitarne sečnje, pretežno na račun naravnih ujm. Da bi preprečili naraščanje ekološke in gospodarske škode v gozdovih je potrebno ukrepanje na področjih: (1) preprečevanja ujm, na primer zaznavanje območij gozdov z velikim tveganjem za nastanek ujm in izvajanje preventivne nege; (2) izboljšanja načinov sanacij gozdov po ujmah (3) učinkovitega odločanja o ukrepanju po ujmah (Prijavna vloga, 2010) ter (4) večjo pozornosti posvetiti zdravju gozda - poznavanju škodljivih dejavnikov žive narave. Če se napovedi o povečani pogostosti in jakosti naravnih motenj zaradi podnebnih sprememb uresničijo, se bodo sanitarne sečnje še povečale. Poleg klimatskih sprememb obstaja več pomembnih dejavnikov, ki kažejo na povečanje sanitarnih v prihodnje (Ogris in Jurc, 2010). V Evropi se površina gozdov povečuje, gozdovi se starajo, izvajanje nege gozdov v Evropi se zmanjšuje (Schelhaas in sod., 2010). Sedanje stanje gozdov v Sloveniji je primerljivo z evropskim, vendar so negativni trendi še izrazitejši. Dolgoročno povečevanje površine gozdov in lesne zaloge, kot tudi zmanjševanje izvajanja nege gozdov je nad evropskim povprečjem (Poročilo ..., 2010).

Negativnih vplivov sanitarnih sečenj in spravila je veliko:

- 1) zmanjševanje bioloških zapuščin kot so veliki drevesni ostanki,
- 2) zmanjševanje specifičnih habitatov pomembnih za biotsko raznovrstnost,
- 3) zaviranje naravne obnove in poškodbe že prisotnega mladja,
- 4) pospeševanje invazivnih vrst,
- 5) spreminjanje pomembnih funkcij gozda kot so uravnavanje vodnega režima, kroženja hranil, zaščita pred erozijo,
- 6) povečevanje poškodb tal (Prijavna vloga, 2010).

2.2 VETROLOM

Vetrolomi sodijo med najpomembnejše naravne ujme tako v Evropi kot v svetu (Schelhaas in sod., 2003; Poljanec in sod., 2008). V Evropi se zaradi najrazličnejših naravnih ujm na leto poseka povprečno 35 milijonov m³ lesne mase. Katastrofalni vetrolomi velikih razsežnosti v Evropi, so redki, vendar naj bi se njihova pogostost povečala s klimatskimi spremembami (Schelhaas in sod., 2003). Leta 1990 je ciklon Vivian v srednji Evropi podrl okoli 100 milijonov m³ lesne mase. Lohtar in Martin sta leta 1999 podrla približno 180 milijonov m³ lesne mase (Wald ..., 2011).

V Sloveniji so vetrovi že od nekdaj povzročali škodo. Največje probleme povzročajo rušilni vetrovi na Pokljuki (Ogris in Jurc, 2004). Leta 1951 je veter tam izruval 36.000 m³, leta 1963 pa še 51.000 m³ lesne mase. Tudi na Notranjskem in Kočevskem je vihar leta 1965 podrl 118.500 m³ lesne mase (Zupančič, 1969). Isti avtor omenja tudi vetrolom, ki se je zgodil leta 1965 v postojnskih gozdovih, kjer je bilo podrtih 263.045 m³ lesne mase. Na Gozdnogospodarskem območju Nazarje je bilo do leta 1966 več majhnih vetrolomov. Največjo škodo je veter napravil leta 1954, ko je bilo podrtih 21.637 m³ lesne mase (Zupančič, 1969). Bleiweis (1983) poroča, da je bilo v Sloveniji od leta 1966 in do leta 1982 uničene ali polomljene 2.471.740 m³ lesne mase, povprečno na letni ravni 154.484 m³. Od tega je bilo največ 47 % poškodovanega zaradi žleda, 24 % pa zaradi vetra, ostalo škodo je povzročil sneg (Bleiweis, 1983).

Jakša in Kolšek (2008) navajata, da je v obdobju od leta 1995 do 2008 v Slovenskih gozdovih sanitarna sečnja predstavljala 32 % (približno 896.000 m³) celotnega poseka - v

razponu od 19 % (2001) do 46 % (1996). Od tega je bilo 34 % poseka posledica naravnih ujm, 34 % zaradi napada žuželk, 14 % zaradi bolezni in gliv ter 18 % zaradi drugih vzrokov. V drevesni strukturi zaradi ujm prevladujejo iglavci z 59 % lesne mase. V tem obdobju je leta 2006 na Jelovici viharni veter podrl 85.000 m³ lesne mase večinoma debeljake navadne smreke. V Sloveniji je istega leta veter podrl skupaj 180.280 m³ lesne mase (Jakša in Kolšek, 2008). Dve leti pozneje leta 2008 je viharni veter na Tolminskem, Kamniškem in Gornje - grajskem območju na površini 20.000 ha poškodoval več kot 500.000 m³ lesne mase. Popolnoma uničenih je bilo 700 ha gozda (Jakša in Kolšek, 2008).

Za preprečevanje ali vsaj omejevanje posledic viharne vetra je potrebno poznati zakonitosti pojavljanja vetrolomov. Poznati pa je potrebno tudi glavne dejavnike, ki vplivajo na pojavnost ujm, njihovega obsega, in možnosti sanacije. Dejavniki tveganja so: spremenjena drevesna sestava gozdov, zmanjšana mehanska ali biološka stabilnost gozdnih sestojev ter neustrezna sestojna zgradba (Poljanec in sod., 2008).

Tveganje za vetrolom lahko pri gospodarjenju z gozdovi zmanjšamo predvsem z ustreznim usmerjanjem razvoja gozdov (Poljanec in sod., 2008). Gozdarji lahko vplivamo na sestavo in strukturo gozdnih sestojev in tako pripomoremo, da so sestoji bolj odporni na motnje. Že gozdarja Zupančič, (1969) in Bleiweis, (1983) sta spoznala, da veter povzroča poškodbe v neredčenih, premalo negovanih sestojih ali spremenjenih sestojih. Po njunem mnenju naj bi bili zasebni kmečki gozdovi znatno bolj odporni.

Dejavnike, ki vplivajo na pojav vetroloma delimo na sestojne in rastiščne. Sestojni dejavniki imajo v primerjavi z rastiščnimi dejavniki večji vpliv na pojav vetroloma (Schütz in sod., 2006; Klopčič in sod., 2009). Pahovnik (2011) je v svoji diplomski nalogi ugotovil nasprotno. Avtor meni, da je prišlo do razlik zaradi velike intenzitete vetra, ki je bil usmerjen na določeno območje ter tudi zaradi lastnosti orkanskega vetra, ki je nepredvidljiv in kaotičen (Pahovnik, 2011; Schütz in sod., 2006).

Med rastiščnimi dejavniki na pojav vetroloma najbolj vpliva matična podlaga (Pahovnik, 2011). Mayer in sodelavci (2005) so raziskovali dva vetroloma »Lothar« in »Martin«. Dokazali so, da so bili sestoji na kislih tleh bolj dovzetni za vetrolom kot sestoji na manj

kislih tleh. Opozarjajo, da je bila kislost tal velik dejavnik tveganja za pojav vetroлома (Mayer in sod., 2005).

Pomemben rastiščni dejavnik, ki je znatno vplival na pojav vetroлома, je bila lega. Na privetrni strani je bila verjetnost pojava vetroлома za 1,5-krat višja kot na zavetrni (Pahovnik, 2011). Sestoji, ki so uspevali na zavetrni strani, so bili manj poškodovani kot sestoji na privetrni strani (Pahovnik, 2011). Poškodbe gozdov so bile večje tudi na pobočjih, ki so ležale poševno na smer vetra (Jakša in Kolšek, 2008). Podobno so ugotovili tudi Schütz in sodelavci (2006), ki so raziskovali ranljivost smrekovih in bukovih sestojev po viharju Lothar 1999 v Švici. Dokazali so, da je bila na privetrni strani pobočja poškodovanost dvakrat večja kot na zavetrni strani. Ogris in Jurc (2004) sta na vetrołomu na Pokljuki zabeležila več podrtih dreves na izpostavljenih mestih (vrhovi, gozdni robovi, privetrne strani pobočij).

Tudi naklon vpliva na pojav vetroлома. Strmejša pobočja (naklon večji od 50 %), so bila šestkrat manj dovzetna za vetrołom kot blaga pobočja (naklon pod 20 %). Sestoji, ki so uspevali na manjši naklonih so bili bolj poškodovani kot sestoji na strmejših predelih (Schütz in sod., 2006; Pahovnik, 2011). Poleg naklona je pomemben dejavnik tudi nadmorska višina (Mayer in sod., 2005). Možnost pojava vetrołoma se z nadmorsko višino povečuje (Pahovnik, 2011).

Raziskava vetrołoma na Pokljuki je pokazala, da so bili za nastanek vetrołoma verjetno najpomembnejši naslednji dejavniki: močan veter, vlažna plitva tla in rob vrzeli. Druga pomembna dejavnika sta bila prsni premer in prisotnost trohnobe. Širina in višina krošnje v tem primeru nista bila odločujoča dejavnika vetrołoma. Tudi število in debelina korenin v tem primeru zaradi plitke zakoreninjenosti navadne smreke in razmočenosti tal nista bila pomembna (Ogris in Jurc, 2004; Ogris in sod., 2004).

Na splošno so bili sestoji z višjo lesno zalogo znatno bolj poškodovani kot pa sestoji z manjšo zalogo (Schelhaas in sod., 2003; Pahovnik, 2011). Prsni premer in višina drevja ter čas, ki je minil od zadnjega redčenja za pojasnjevanje vetrołoma niso bili statistično značilni (Schütz in sod., 2006; Pahovnik, 2011).

Veter je manj nevaren za listavce (Jakša, 2007). Primes navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.) in navadne jelke (*Abies alba* Mill.) negativno vplivata na pojav vetroloma, medtem ko navadna smreka na pojav vpliva pozitivno (Pahovnik, 2011; Schütz in sod., 2006). Schütz in sodelavci (2006) so tudi dokazali, da je mešanost z listavci do 20 % v sestojih navadne smreke značilno zmanjšala možnost pojava vetroloma. Dokazali so tudi, da so bili čisti sestoji navadne smreke 2,7-3,8 krat bolj ranljivi za vetrolom kot čisti sestoji navadne bukve. Na veter so bolj odporni tudi prebiralni sestoji (Jakša, 2007).

Analiza po razvojnih fazah, v študiji Pahovnik (2011) je pokazala, da so bili najbolj prizadeti sestoji debeljakov, saj je bilo 23,4 % sestojev poškodovanih, kar 6 % debeljakov je bilo povsem uničenih. V isti študiji so ugotovili, da je bilo v raznomernih sestojih poškodb v primerjavi z debeljaki občutno manj. Delno je bilo poškodovanih le 7,7 % raznomernih sestojev. Mladje in drogovnjaki pa niso bili poškodovani.

Škodo in pojavnost ujm lahko zmanjšamo z izbiro najustrežnejših avtohtonih vrst pri umetni obnovi, s pravočasnim izvajanjem gojitvenih in varstvenih ter z upoštevanjem sodobnih načel gojenja gozdov. Poleg tega je pomembna tudi stalna spremljava razvoja gozdnih sestojev, ki omogoča izboljševanje gospodarjenja z gozdovi (Papler-Lampe, 2008). Ujme v gozdnem prostoru zahtevajo posebno obravnavo pri načrtovanju in gospodarjenju (Poljanec in sod., 2008).

Vpliv vetra na gozd je zelo raznovrsten. Zelo močni vetrovi lahko povzročajo mehanske poškodbe drevja. Stalni zmerni vetrovi vplivajo na morfološke značilnosti drevja, pospešujejo evapotranspiracijo in izsušujejo tako tla kot rastline, zmanjšujejo organsko produkcijo, odnašajo in nanašajo fine talne delce, raznašajo pelodni prah. Vrste poškodb, ki jih veter povzroča na posameznem drevesu so:

- 1) izruvanje, kjer je drevo podrto skupaj s koreninami;
- 2) odlom drevesa v višini panja oz. do višine 2 m od tal;
- 3) prelom debla nad višino 2 m nad tlemi (Jakša in Kolšek, 2008).

Jakša in Kolšek (2008) sta ugotovila, da je bila vrsta poškodb odvisna od hitrosti vetra, reliefa, vrste in stanja tal, predvsem v povezavi z vodo, drevesnih vrst, razvojne faze,

oblike krošnje in sestoja. Z vidika varstva gozdov in obsega poškodb sta najpomembnejši poškodbi ruvanje in lomljenje drevja. Izruvanje drevesa je poleg drevesne vrste odvisno tudi od ukoreninjenosti in stanja zemljišča. Možnost izruvanja narašča z razmočenostjo zemljine, v kateri je drevo zakoreninjeno. Če je zemljišče suho ali zmrznjeno, narašča verjetnost, da bo prišlo do preloma drevesa. Na tveganje preloma vpliva tudi okuženost drevja s patogenimi glivami (Ogris in Jurc, 2004; Ogris in sod., 2004; Jakša in Kolšek, 2008). Na veter so občutljive drevesne vrste s plitvim koreninskim sistemom (navadna smreka, navadna ameriška duglazija in zeleni bor) ali z veliko krošnjo (navadna bukev) ter enomerni sestoji (Jakša in Kolšek, 2008).

Papež in Černigoj (2007a) sta v prispevku predstavila 120-letno zgodovino gospodarjenja z gozdovi. Predstavila sta tudi problematiko naravnih motenj, ki so od nekdaj v Trnovskem gozdu povzročale gospodarsko škodo. Od abiotskih dejavnikov ima največji vpliv na gozd veter, od biotskih dejavnikov pa precejšno težavo predstavlja parkljasta divjad.

Odziv nekaterih živalskih vrst na spremembe okolja v gozdnogospodarski enoti Predmeja sta ugotavljala Papež in Černigoj (2007b). Z pomočjo analize gospodarjenja z gozdovi v zadnjih 120 letih in indikatorskih vrst sta ugotovila, da režimi naravnih in antropogenih motenj spreminja okolje v času in prostoru, kar povzroča naraščanje in upadanje številčnosti populacij različnih rastlinskih in živalskih vrst.

Po vsaki ujmi se izdelata sanacijski načrt, ki ga pripravi Zavod za gozdove Slovenije, v katerem je ujma natančno dokumentirana. Sanacija posledic ujm v gozdovih so zaradi dolgih razvojnih ciklov ekosistema, pogosto težkih terenskih razmer in omejenih virov v primerjavi z ujmi na ostalih površinah specifične in pogosto za sanacijo zahtevajo veliko časa. Ne glede na razlike pa lahko potek sanacije razdelimo na značilne upravljaljske stopnje: 1) inventura, 2) odločanje in načrtovanje, 3) izvedba in 4) kontrola (Poljanec in sod., 2008). V sanacijskem načrtu opredelimo lokacije posameznih načinov obnove, določimo lahko tudi prioritete izvedbe obnove glede na ekstremnost rastišč, velikost, njihovo proizvodno sposobnost in stopnjo poškodovanosti sestojev na prizadeti površini (Papler-Lampe, 2009).

Običajno vetrolom saniramo tako, da les posekamo in pospravimo, nato pa prizadeto površino posadimo. Nasprotje načinov obnove, kot so sečnja in spravilo ter saditev, je bolj ekološki pristop, ko prepustimo del ali celotno prizadeto površino v naravni ujmi naravni obnovi (ne ukrepamo) (Schönenberger in sod., 2002). Novi raziskovalni izsledki nakazujejo, da je potrebno preučiti tudi drugačne načine ukrepanja po naravnih ujmah, kot so:

- (1) razvoj v celoti prepustiti naravi (kontrola),
- (2) izvedemo samo sanitarne sečnje (na delu ali celotni površini) ter prepustimo razvoj gozda sekundarni sukcesiji,
- (3) različne kombinacije ukrepov (Schönenberger in sod., 2002).

2.3 NARAVNA OBNOVA

Pri obnovi vetrolomnih površin se odločamo med naravno in umetno obnovo. V zdajšnjih razmerah se naravna obnova znova spodbuja. Do tega je na eni strani pripeljal razvoj gozdarske stroke z raziskovanjem, po drugi strani rast stroškov dela in nelikvidno stanje gozdnih obratov, veliko pa je pripomogel tudi pritisk naravovarstvenikov in druge javnosti (Diaci, 2006).

Naravna obnova ima naslednje prednosti:

- ohranjanje naravnih ali tujerodnih, rastiščem prilagojenih populacij gozdnega drevja,
- trajna poraščenost,
- dobra prilagojenost mladja mikro-rastiščnim posebnostim,
- enakomerna rast mladja in neoviran razvoj koreninskega sistema,
- odlične možnosti za izbiro pri negi mladovja zaradi velikih gostot,
- nizki stroški obnove.

Ima pa tudi nekatere pomanjkljivosti:

- odvisna je od semenskih let,
- neenakomerna gostota,
- večji in trajnejši vpliv glodalcev, pritalne vegetacije, žuželk, gliv in rastlinojedov.
- na splošno traja dlje kot umetna obnova (Diaci, 2006).

Splošne pomladitvene razmere in glavne dejavnike pomlajevanja drugotnih visokogorskih smrekovih gozdov v Jelendolu sta raziskovala Rozmanova in Diaci (2008). Rezultati so pokazali, da na 1500 m n.v. svetlobne razmere niso edini dejavnik, ki vplivajo na uspešnost pomlajevanja. Velik pomen imajo še zlasti lesni ostanki, medtem ko je vpliv zeliščne plasti in globine tal negativen. Največja ovira je bilo še vedno objedanje (Rozman in Diaci, 2008).

Diaci in Marinšek (2004) sta pri proučevanju pragozdnega ostanka na Ravni gori ugotovila, da je bil pomladek v odraslih sestojih, ključnega pomena ob nastanku ujme. Ti predrastki so lahko naenkrat nosilci prihodnjega razvoja. To se je pokazalo pri gorskem javorju (*Acer pseudoplatanus* L.), ki je bil pred vetrolomom razvit v spodnji plasti. Ugotovila sta tudi, da je bil pomladek najbolj številčen tam, kjer je najmanj velikih lesnih ostankov. V istem pragozdnem ostanku sta Diaci in Marinšek (2004) v sredini 5,17 ha velike vrzeli, ki jo je napravil veter ugotovila, da so se tu pojavile najbolj ugodne razmere za pomlajevanje gorskega javorja. Na celotni vrzeli so bile prisotne le tri drevesne vrste, in sicer gorski javor, navadna bukev in iva (*Salix caprea* L.). Gorski javor je bil v celotni vrzeli v večini nadrasel. Navadna bukev v mladovju ni prevladovala, čeprav je bil v okolici vrzeli skoraj čisti sestoj navadne bukve. Gorski javor je izkoristil ugodne svetlobne razmere takoj po vetrolomu. Opazila sta, da se je v pomladku večinoma pojavljala navadna bukev, zato bo v prihodnje najverjetneje prevladala navadna bukev pred gorskem javorjem, kljub temu, da je bil njen delež v času raziskave manjši kot 50%.

Ščap (2010) je v svoji diplomski nalogi raziskovala uspešnost naravne obnove na vetrolomni površini na Jelovici. Ugotovila je, da je bilo v pomladku največ navadne smreke (*Picea abies* (L.) Karst), sledila je naravna bukev, najmanj pa je bilo gorskega javorja. Delež brez pomladka je bil visok in sicer 30 % površine. Največ, 55 % mladice je bilo visokih do 19 cm, najmanj pa v razredu od 90 do 129 cm. Največji vpliv na število pomladka je imelo zastiranje grmovnih vrst. Ugotovila je, da so imele na skupno število pomladka negativen vpliv spremenljivke skalovitost, lesni ostanki, razdalja od najbližje gozdne zaplate in delež listavcev pred vetrolomom. Pozitiven vpliv pa globina tal, zastiranje grmovne in zeliščne plasti, razvojna faza pomlajenec in raznodobni gozd pred vetrolomom. Raziskava je še pokazala, da je bilo število pomladka na konkavnih terenih

manjše. Naravna obnova je bila uspešnejša tam, kjer so bila tla porasla z mahovno, zeliščno, grmovno ali drevesno plastjo ter listnim opadom. Na skalnatih tleh je bila naravna obnova nezadostna. Na uspešnost naravne obnove in sanacije prizadete površine je vplivalo tudi stanje sestojev pred vetrolomom (Ščap, 2010).

Vidic (2009) je v svojem diplomskem delu proučeval razvoj mladja v gozdnem rezervatu Smrečje po naravnih motnjah. Skupna gostota mladja je znašala približno 4.000 sadik/ha. V pomladku je bilo daleč največ navadne smreke, pojavljala sta se tudi navadna bukev in gorski javor. Ugotovil je ugoden vpliv odmrlega lesa na pomlajevanje navadne smreke. Pomemben dejavnik pri pomlajevanju je bila svetloba. Rezultati so pokazali negativen vpliv pritalne vegetacije na pomlajevanje navadne smreke in navadne bukve. Pritalna vegetacija je v povprečju pokrivala kar 74 %, zato je imelo seme malo možnosti, da se uveljavi v tako veliki konkurenci pritalne vegetacije (Vidic, 2009). Negativen vpliv pritalne vegetacije na pomlajevanje je v svoji diplomski nalogi potrdil tudi Klemen (2012).

Klaužer (2012) je primerjal uspešnost naravne in umetne obnove vetrolomnih površin na širšem območju Bohorja. Ugotovil je, da se je zastiranje z drevesnimi vrstami močno razlikovalo med obema načinoma obnove. Zastrtost z zelišči in grmovnicami je bila na obeh površinah okrog 104 %. Našli so 80 različnih vrst zelišč in grmovnic, kar kaže na veliko vrstno pestrost na vetrolomnih površinah. Največjo zastrtost so imeli mali zimzelen, robida in navadni srobot. Robida je onemogočala naravno pomlajevanje na mestih, kjer se je po vetrolomu močno razvila, saj niso opazili nobene klice. Med drevesnimi vrstami je pri naravni obnovi prevladovala navadna bukev. Razdalja od popisnih ploskev do semenskih dreves ni imela statističnega vpliva na gostoto naravno nasemenjenih sadik (Klaužer, 2012). Nasprotno pa je ugotovil Klemen (2012) negativen vpliv oddaljenosti od semenskih dreves na nasemenitev, saj se gostota nasemenitve pri razdaljah večjih od 30 metrov od semenskih dreves značilno zmanjšuje.

Rammig in sodelavci (2006) so ugotovili, da je bila količina semena odločilnega pomena za pomladitev smrekovih gozdov po vetrolomu. Od količine semena je bila odvisna tudi hitrost pomlajevanja, ta je bila večja tam, kjer je bila vetrolomna površina bližje gozdnega roba. Na manjših vetrolomnih površinah in tam, kjer je bila razdalja do roba gozda manj

kot 30 metrov je bila naravna obnova uspešna. Na velikih vetrolomnih površinah in tam, kjer je razdalja do roba gozda 250 metrov in več, je bilo potrebno naravno obnovo dopolniti s sadnjo.

Schönenberger (2002) je napisal prispevek o sanaciji vetroloma v Švicarskih gorskih gozdovih. Predstavil je rezultate v prvih desetih letih po neurju Vivian leta 1990. Prizadeto površino so sanirali na tri različne načine in primerjali dobljene rezultate. Gostota sadik pri naravni obnovi je znašala 1.700 dreves na hektar in se je močno razlikovala med raziskovalnimi območji. Manjša gostota je bila posledica slabšega pomlajevanja pred vetrolomom. Gostota je bila najnižja tam, kjer lesa niso pospravili. Na teh površinah je podrti drevje pokrivalo od 16 do 42 % površine, kar v prvih letih omejuje naravno obnovo. Na območju vetroloma je bilo ugotovljenih 14 drevesnih vrst. Najpogostejše vrste so bile gorski javor, navadna smreka, jerebika in iva. Vrstna sestava se je razlikovala glede na raziskovalno mesto in način sanacije (Schönenberger, 2002).

Vodde in sodelavci (2009) so na vetrolomu, ki je prizadel vzhodno Estonijo ugotovili, da je bila obnova po vetrolomu otežena zaradi poškodovanih tal, ki so jih povzročili stroji za spravilo in sečnjo lesa. Posek in spravilo sestojev, ki jih je poškodoval vetrolom je spremenil drevesno sestavo za nekaj desetletij. Rezultati obnove po vetrolomu so pokazali, da je bila navadna smreka ena izmed redkih avtohtonih drevesnih vrst, ki se je na prizadeti površini lahko uveljavila pod zastorom. Starost sadike in leto kalitve sta bili pomembni za naravno obnovo. Največjo številnost navadne breze in jerebice so zabeležili na najhuje poškodovanih območjih. Navadna smreka se je najraje pojavljala na zmerno poškodovanih območjih.

Z višanjem nadmorske višine se upočasnjuje naravna obnova in poveča mortaliteta sadik. Obnova gozda je zapleten proces in je sestavljen iz številnih podprocesov, kot so obrod semena, raznos semena, kaljenje, rast drevesa, konkurenca in propadanje. Skrajnosti, ki se pojavljajo na visokih nadmorskih višinah imajo lahko, kljub kratkotrajnemu delovanju, zelo velik vpliv na obnovo (Brang in sod., 2004).

Kuuluvainen in Kalmari (2003) sta raziskovala naravno obnovo na vetrolomni površini, kjer je bila dominantna navadna smreka na južnem borealnem območju Finske. Po vetrolomu je v pomladku prevladovala navadna smreka (87 %). Ugotovila sta, da so se na splošno sadike, še posebej sadike navadne smreke pojavljale na mikro-rastiščih, ki jih je ustvaril vetrolom. Pojavljale so se zlasti na odmrlem lesu, na koreninskem krožniku in v ulekninah. Pokrovnost pritalne vegetacije je znašala okrog 60 odstotkov, prevladovale so malina, brusnica, borovnica ter mahovi. Rezultati so pokazali pomen mikro-rastišč, ki jih je ustvaril vetrolom za naravno pomlajevanje po vetrolomu. Zato moramo pri gospodarjenju z gozdovi, ustvariti podobne mikro-rastiščne razmere, kot so v ulekninah, koreninskih krožniki in na odmrlem lesu.

Rastlinsko sukcesijo in obnovo gozdov na nesaniranih in saniranih vetrolomnih površinah v gorskih gozdovih so opazovali Wohlgemuth in sodelavci (2002). Opazili so povečanje pritalne vegetacije na vseh površinah. Povečalo se je število malinjaka in trav, zelo pogoste so bile tudi mahovne vrste. Med drevesnimi vrstami so se najbolj pomlajevale navadna smreka, jerebika in gorski javor. Vse tri vrste so bile sposobne konkurirati visoki zeliščni plasti. Obnova je bila največja na mikro-rastiščih, ki jih je ustvaril vetrolom. Ta mikro-rastišča in poškodbe zaradi spravila lesa so pozitivno vplivale na kalitev semena po vetrolomu. Ugotovili so tudi veliko razliko v gostoti sadik, saj se je gostota gibala med 2.000 in 45.000 sadik/ha.

2.4 UMETNA OBNOVA

Za obnovo s sadnjo ali setvijo se je uveljavil izraz umetna obnova. Zanj se odločamo pri spremenjenih sestojih in težavah z naravnim pomlajevanjem, pri degradiranih sestojih in kadar na negozdni površini snujemo gozd: umetna obnova zajema številne postopke in naloge (Diaci, 2006).

Odločitve pri umetni obnovi vplivajo na oblikovanje dednih zasnov bodočega sestoja, drevesno sestavo sestoja, sortimentno sestavo, odpornost na motnje, stabilnost v kasnejših fazah ter na obseg negovalnih del v fazah mladja, gošče, drogovnjaka in debeljaka. Zaradi vseh naštetih razlogov morajo biti ukrepi pri umetni obnovi skrbno premišljeni in

načrtovani (Brang, 2004; Kraigher, 2011). Naravnemu pomlajevanju če je le mogoče dajemo prednost pred sadnjo oziroma umetno obnovo. Sadnja je nujna v primerih (Greco, 2000; Bonfils in sod., 2010):

- kjer delno ali popolnoma manjkajo semenska drevesa,
- kadar je konkurenčna vegetacija (robida, ostala zelišča, robinija, ...) zelo izrazito razvita,
- kadar se semenska leta pojavljajo v velikem časovnem intervalu,
- nezadostne kakovosti ali neprimernih semenskih dreves,
- kadar glede na strukturne in druge lastnosti sestoja naravna obnova ne more uspeti,
- sanacije gozdov, poškodovanih v ujmah ali premeni spremenjenih gozdov,
- pogozdovanja za vzpostavitev varovalne vloge gozdov,
- pospešitve vračanja naravno prisotnih drevesnih vrst, ki nimajo invazijskih sposobnosti pri osvajanju prostora,
- napak pri gospodarjenju z gozdovi.

Najprej izberemo primerne drevesne vrste, nato pripravimo površino, sledijo tehnični in organizacijski postopki saditve in varstvo nasadov ter nadzor in nega nasadov (Diaci, 2006). Čas od izkopa v drevesnici do saditve mora biti čim krajši, saj obstaja nevarnost izsušitve korenin. Korenine morajo ostati namočene med prevozom in sortiranjem, temperatura zraka pa mora biti nizka, še posebej je to pomembno v sušnih pomladanskih mesecih. Že krajši čas izpostavljanja korenin povzroči inhibicijo rasti in lahko zelo vpliva na preživetje sadike. Zelo pomembna je tudi zaloga v koreninah. Presaditveni šok, čas da se rastlina vraste na svoje novo mesto, lahko traja tudi več let. Po saditvi v naravi korenine v začetku rastejo prepočasi, da bi sledile izgubam zaradi transpiracije in so še vedno izpostavljene nevarnosti izsušitve (Kraigher, 2001).

Pri izbiri sadik je najpomembnejše poreklo. Najprimernejše so sadike ali seme iz regionalnega semenskega sestoja. V Švici, Nemčiji in Avstriji lastniki gozdov v katastru semenskih dreves, najdejo ustrezen semenski sestoj, od koder dobijo saditveni material, ki ga potrebujejo (Bonfils in sod., 2010). V Sloveniji je zagotavljanje zadostne količine semen in sadik iz ustreznega provenienčnega območja določeno z Zakonom o gozdnem reprodukcijskem materialu iz leta 2002, dopolnjen v letu 2004. Vendar so potrebe

velikokrat večje kot zaloge, to velja še posebej ob ujmah. Takrat se uporabi tudi material, ki na določenem območju ni najbolj ustrezen (Papler-Lampe in sod., 2011).

Pred sadnjo je potrebno odstraniti sadike z znaki napada škodljivcev, oslabiljene ali poškodovane. Pri določanju kakovosti so pomembni znaki višina sadike, obseg na koreninskem vratu in razmerje med koreninami in nadzemnim delom, kjer je ugoden velik delež korenin (Kraigher, 2001).

Pomlajevanje ovirajo številni dejavniki. Objedanje je poleg robide pogosto najbolj problematičen dejavnik. Ukrepi proti objedanju so v splošnem potrebni za sadike nižje od 120 cm. Mladje lahko zaščitimo skupinsko ali posamično. Način zaščite določimo glede na poškodovanost sestojev v območju. Zaščita s kemičnimi sredstvi je le malo učinkovita. Ograditev stroške znatno poveča, smiselna je pri saditvi z nižjo gostoto (Bonfils in sod., 2010). Velike težave pri pomlajevanju predstavlja tudi razvoj pritalne vegetacije. Pri razvitem mladju razvito zeliščno plast in robido odstranjujemo s koso, srpom ali z vejnikom, predvsem v jeseni. (Bonfils in sod., 2010).

Sharma in sodelavci (2010) so proučevali vpliv zeliščne in grmovne plasti na rast sadik. Ugotovili so, da se so sadike različnih velikosti razlikovale v višinski rasti in premeru pri boru (*Pinus banksiana* Lamb.) in črni smreki (*Pinus banksiana* Mill.). Pritalna vegetacija in grmovne vrste so vplivale na bistvene razlike v rasti sadik. Največji vpliv na volumensko in višinsko rast je imela na bor in črno smreko. V začetni fazi nasada (2-6 let) je pritalna vegetacija na splošno zmanjševala rast iglavcev, pozneje (7-12 let) pa je povečevala rast sadik. Učinek konkurentov je odvisen od drevesne vrste sadik, njegovih lastnosti (premer in višina) in od območja.

Jacobs in sodelavci (2004) so v Indiani raziskovali uspeh in kakovost sadik trdih listavcev v povezavi z gozdnogojitvenimi oblikami. Ugotovili so, da sta bila kakovost in preživetje sadik odvisna od konkurenčnosti sadik in objedanja divjadi. Zabeležili so 33 % propad sadik v petih letih merjenja. Preživetje sadik je bilo višje tam, kjer so pritalno vegetacijo kemično zatirali in so opravili strojno sadnjo. Preživetje sadik je bilo v negativni korelaciji z višino in pokrovnostjo pritalne vegetacije. Na površinah, kjer so sadike sadili poklicni

gozdarji in tam, kjer so po sadnji škropili s herbicidi je bil delež sproščenih sadik (FTG) višji. Povprečno je bilo sproščenih (FTG) 49 % sadik. Več vrhatost je bila v glavnem posledica nizkih temperatur in objedanja divjadi.

V švicarskih gorskih gozdovih je Schönenberger (2002) poleg naravne obnove raziskoval tudi umetno obnovo po vetrolomu. Gostota sajenja je znašala 2.000 do 2.600 sadik/ha. Nekoliko manjšo gostoto in sicer 1.621 sadik/ha je zabeležil Klaužer (2012). Slednji je opazili še zmanjšanje višinskih prirastkov v letu po sadnji in leto po tem ponovno povečanje rasti. Ugotovili so, da je bila obnova na vseh raziskovalnih območjih še nezadostna za zaščito pred naravnimi nesrečami. Sadnja je zato zelo primerna tam, kjer moramo hitro in učinkovito obnoviti gozd, saj za določeno gostoto in višino sadik, ki jo dobimo z sajenjem potrebujemo pri naravni obnovi deset let več (Schönenberger, 2002).

Palacios in sodelavci (2009) so v Španiji raziskovali, kako način sadnje, kakovost sadik in čas sajenja vplivajo na rast in preživetje sadik hrasta črnike (*Quercus ilex* L.). Ugotovili so, da sta imela čas sajenja in način sajenja velik vpliv na preživetje sadik. Najboljši rezultati preživetja so bili zabeleženi pri sadikah, ki so jih posadili sredi sezone, najslabši pa za tiste, ki so jih posadili pozno v sezoni. Kakovost sadik je imela majhen vpliv na preživetje sadik. Poudarili so tudi, da je bila razpoložljivost vode v prvih mesecih po sajenju ključnega pomena za preživetje sadik.

Seifert (2006) navaja, da je datum sajenja vplival na preživetje in rast sadik pri treh vrstah in sicer na: ameriško čremso (*Prunus serotina* Ehrh.), črni oreh (*Juglans nigra* L.) ter tulipanovec (*Liriodendron tulipifera* L.) vendar rezultati niso pokazali izrazitega negativnega učinka časa sajenja na uspeh saditve. Ugotovil je tudi, da dolgo skladiščenje nima bistvenega negativnega vpliva na preživetje sadik. Avtor meni, da je imela nizka količina padavin verjetno bolj negativen vpliv na rast sadik kot čas sajenja. Pravilna izbira časa sadnje lahko bistveno pripomore k boljšemu preživetju sadik.

Morrissey in sodelavci (2010) so v Indiani ugotavljali uspešnost obnove rdečega hrasta (*Quercus rubra* L.) na produktivnih zemljiščih. Proučevali so preživetje, rast in konkurenčnost posajenih sadik v različno velikih vrzelih. Ugotovili so, da so velikost

vrzeli, premer v prvem letu in tip sadike pomembne spremenljivke za preživetje sadik. Tulipanovec je bil pri pogoždovanju največji konkurent sadikam. Konkurenčnost sadik se je razlikovala glede na tip sadike. Sadike v večjih kontejnerjih so bile bolj konkurenčne in so imele večjo višino in premere kot sadike z golimi koreninami. Za konkurenčno sposobnost sadik sta bila pomembna tudi premer v prvem letu in vrsta konkurenta. V velikih vrzelih je bilo število preživetih sadik precej večje kot v srednjih in majhnih vrzelih. Primerjava različnih tipov sadik v vrzelih je pokazala, da je bilo preživetje sadik večje na severovzhodu, slabše pa v jugozahodni ekspoziciji.

3 RAZISKOVALNI CILJI IN HIPOTEZE

Namen naloge je bil presoditi uspešnost sanacije na izbranih objektih in predlagati usmeritve za podporo odločanju pri biološki sanaciji v prihodnje. Cilj naloge je tudi analizirati potek sekundarne gozdne sukcesije in imigracije drevesnih vrst.

Zastavili smo si naslednje hipoteze:

- kakovostno izpeljana umetna obnova je v splošnem uspešnejša od naravne obnove,
- med lokacijami na vetrolomni površini obstajajo znatne razlike v gostoti in sestavi pomladka, ki so posledica predvsem oddaljenosti od gozdnega roba (semenjakov) in mikro-rastiščnih razmer,
- naravno mladje je manj gosto kot umetno,
- v naravnem mladju prevladujejo pionirske drevesne vrste.

4 MATERIALI IN METODE DELA

4.1 OBJEKT RAZISKAVE

4.1.1 Gozdnogospodarska enota Predmeja

Gozdno gospodarska enota Predmeja spada v Območno enoto Tolmin. Celotna površina enote znaša 4.769 ha, od tega je 4.722 ha državnih gozdov. Ker gre za sklenjen gozdni kompleks s posameznimi gozdnimi jasami, predstavlja enota tipično gozdno krajino. Najnižja točka se nahaja pri gozdarski hiši na Predmeji (880 m), najvišjo pa predstavlja vrh Malega Golaka (1.495 m). Tukaj prevladujejo karbonatne kamnine, zato ni površinskih voda. Za Trnovsko planoto so značilne obilne padavine (med 2.000 in 3.000 mm na leto), ki so ugodno razporejene preko celega leta. Srednja letna temperatura se v Trnovskem gozdu giblje pod 5°C. Zaradi velike razgibanosti zemljišča prihaja do velikih lokalnih razlik. Veter pogosto načenja stojnost sestojev, zato so v GGE Predmeja vetrolomi stalen pojav (Papež in Černigoj, 2007).

Dinarski jelovo-bukov gozd (*Abieti-Fagetum dinaricum* oz. *Omphalodo-Fagetum*) je površinsko najbolj zastopana gozdna združba, ki s svojimi sedemnajstimi subasociacijami zavzema več kot 60 % površine enote. Površina gozdnih rezervatov, naravnih znamenitosti ekstremnih rastišč znaša 589 ha. V enoti prevladujejo debeljaki (42 %), sledijo drogovnjaki (28 %) nato sestoji v obnovi (15 %), mladovja (6 %) ter raznomerni sestoji (6 %). Povprečna lesna zaloga znaša 316 m³/ha, od tega predstavljajo 40 % iglavci in 60 % listavci. Med drevesnimi vrstami je najmočnejše zastopana navadna bukev (54 %), sledi navadna smreka (28 %), navadna jelka (12 %) in plemeniti listavci (5 %). Najbolj poudarjena je lesnoproizvodna funkcija, saj gre za državne gozdove z bogato tradicijo gospodarjenja in znatnimi vloženimi sredstvi (Papež in Černigoj, 2007).

4.1.2 Opis dogodka

Vetrolom je nastal na večer 7. julija 2008. V samo nekaj minutah je orkanski jugozahodni veter porušil obsežen pas sestojev na južnem delu Trnovskega gozda na nadmorski višini od 900 do 1.200 m. Vplivno območje vetroloma je zajelo okoli 180 ha državnih gozdov v ozkem pasu širokem od 150 do 500 m, 6 km dolgem koridorju od Prevala do Predmeje. Od

tega je bilo približno polovica sestojev popolnoma porušениh, deset odstotkov sestojev ima še nekaj ostankov matičnega sestoja, ostali sestoji so bili manj poškodovani. Količina poškodovane lesne mase je znašala okoli bruto 50.000 m³, od tega je bilo 35 % iglavcev in 65 % listavcev. Med iglavci je prevladovala navadna jelka. V osrednjem delu koridorja so bila drevesa po večini izravana in položena v isti smeri, medtem ko so bila na robu drevesa razmetana na vse strani, večji je bil delež polomljenih dreves. Med katerimi so prevladovali iglavci. Glede na razvojne faze je bila dobra polovica debeljakov, nekoliko manj je bilo drogovnjakov, delež ostalih razvojnih faz pa je bil zanemarljiv (Robek in Černigoj, 2011).

4.1.3 Opis območja poškodovanih gozdov

Vsi poškodovani gozdovi so bili v gozdnogospodarski enoti Predmeja in v lasti Republike Slovenije. Glede na rastišča prevladujejo jelova bukovja (*Abieti-Fagetum prealpino dinaricum* ter *Abieti-Fagetum dinaricum*) ter dinarski visokogorski bukov gozd (*Adenostylo-Fagetum*). Gre za dobra rastišča. Poškodovana površina je bila dobro preprejena z gozdnimi cestami. Velika večina poškodovanih gozdov je bilo večnamenskih, le manjši del (2,5 ha) je sodil med varovalne gozdove (Robek in Černigoj, 2011).

4.1.4 Sanacija vetroloma Predmeja 2008

Prvo fazo sanacije je predstavljal posek, odvoz podrtega drevja in prodaja lesa. Najprej so izvajalci začeli s sanacijo v najmlajših smrekovih sestojih, kjer je največja nevarnost gradacije podlubnikov. Sledila je sečnja v starejših smrekovih sestojih. Nato so začeli čistiti starejše sestoje navadne bukve, saj bi jim v primeru daljšega ležanja v gozdu hitro padala kvaliteta sortimentov. Nazadnje so sanirali mlajše bukove sestoje, kjer je kot sortiment prevladoval les za kurjavo. Za sanacijo so uporabili tehnologijo traktorskega spravila, žičnega spravila s procesorsko glavo in strojno sečnjo. Na terenu je delalo 18 skupin, večinoma z uporabo organizacijske oblike 2+I. Skupno je bilo izdelanih za 32.500 m³ sortimentov. Dela na 1. fazi sanacije so bila končana maja 2009 (Robek in Černigoj, 2011).

Druga faza sanacije je vključevala obnovo in nego poškodovanih sestojev z glavno usmeritvijo v naravno obnovo. Poškodovane površine so razdelili na tri skupine. V prvo skupino so sodili sestoji, kjer obnova ni potrebna - sem spadajo drogovnjaki in debeljaki, kjer so bila poškodovana posamezna drevesa ali manjše skupine dreves. Drugo skupino so predstavljali sestoji, kjer je bila potrebna naravna ali umetna obnova na vsaj 30 % površine. Tu je prevladovala naravna obnova in sadnja z navadno smreko, ki je bila predvidena le v posameznih mraziščih. V tretjo skupino so sodile gole površine. Te površine so morali obnoviti in sicer ob starem sestoji z naravno obnovo, v sredini večjih golih površin pa z umetno obnovo. Z vidika varstva pred divjadjo je bila predvidena kolektivna zaščita na dveh površinah, velikih po 1 hektar, kjer se pričakuje intenzivnejša naravna obnova, in individualna zaščita na manjših površinah, posajenih z navadno smreko. Na boljših rastiščih so redno izvajali obžetev sadik (Robek in Černigoj, 2011).

Stanje na območju sanacije leta 2010

Dve leti po ujmi je Gozdarski inštitut Slovenije opravil okularno oceno stanja vegetacije nasaniranih površinah in robni coni ter kvantitativni pregled stanja gozdnih prometnic in tal. Na celotnem območju in robni coni vetroloma niso našli ne polomljenih ali poleglih dreves niti neizdelanih sortimentov. Gozdni red je bil v veliki večini narejen v skladu s predpisi. Večjih površin spranih tal niso zaznali (Robek in Černigoj, 2011).

Spoznanja

Vetrolom Predmeja je zaradi strokovnih potez primer dobre sanacije vetroloma. Na dobre rezultate so vplivale tudi številne ugodne okoliščine. Med njimi velja izpostaviti danosti kot so enovito lastništvo prizadetih gozdov, ugodna lega sestojev in tudi ugodne vremenske razmere v 1. fazi sanacije. Na sanacijo je ugodno vplivala tudi dobra odprtost in prisotnost kompetentnega izvajalca del. Strokovne odločitve in dejanja, ki so bistveno pripomogle k uspehu opisane sanacije so (Robek in Černigoj, 2011):

- hitra in kakovostna ocena stanja razmer po dogodku,
- visoka strokovnost v fazi triaže in strukturiranja potrebnih nalog,
- visoka raven zaupanja med javno gozdarsko službo in izvajalcem del,

- ustrezna tehnično - tehnološka opremljenost in usposobljenost izvajalca del,
- usklajen in odprt tok informacij med subjekti, vključenimi v sanacijo,
- jasna in enovita pravila za evidentiranje in obračun del,
- fleksibilnost izvedbe del glede na sanacijski načrt in formalne omejitve,
- kakovosten in sproten nadzor del neposredno na terenu.

4.1.5 Objekt Fuzbal

Leži v oddelku 16016, na nadmorski višini od 920 do 1.070 m. Matična podlaga je dolomit. Naklon v oddelku znaša 15°, relief je valovit. Skalovitost je majhna, saj znaša 5 %, kamnitost je 10 %. Oddelek je bil uvrščen v rastiščnogojitveni razred jelova bukovja dobrih rastišč mešana z iglavci. V oddelku je prevladovala združba *Abieti–Fagetum dinaricum cardamine oxalidetosum*. Pred vetrolomom je prevladoval drogovnjak navadne bukve z nadstojno navadno jelko, ki je prehajala v debeljak navadne jelke in navadne smreke s podstojno navadno bukvijo. Glede na lesno zalogo je bilo med drevesnimi vrstami največ navadne bukve (46 %), sledila je navadna jelka (42 %), najmanj pa je bilo navadne smreke (12 %). Skupna lesna zaloga je znašala 446 m³/ha. Po vetrolomu so del objekta posadili s navadno smreko, del objekta so prepustili naravni obnovi. Površino tistega dela, kjer je potekala naravna obnova so kolektivno zaščitili z ograjo. S spremljanjem pomlajevanja v ograjenih površinah so želeli opazovati delež navadne jelke, ki jo pričakujejo na površinah, kjer je bila izločena problematika objedanja divjadi. Leta 2010 so posajenim navadnim smrekam premazali vršičke z zaščitnim premazom. Leto kasneje so opravili obžetev in ponovili premaz vršičkov. Leta 2012 pa je spet sledila obžetev sadik. (Gozdnogospodarski načrt ..., 2012).

4.1.6 Objekt Ruske barake

Drugi objekt leži v odseku 16012b, ki je velik 6,33 ha. Objekt se nahaja na nadmorski višini od 1.030 do 1.065 m. Relief je vrtačast. Naklon je v primerjavi s prejšnjim oddelkom manjši, saj znaša 5°. Skalovitosti ni, kamnitost zavzema 10 %. Matična podlaga je dolomit. Oddelek spada v rastiščnogojitveni razred zabukovljena jelova bukovja dobrih rastišč. Z 80 % je med združbami bilo največ *Abieti–Fagetum dinaricum cardamine oxalidetosum*. Pred

vetrolomom je prevladoval kvaliteten bukov starejši drogovnjak s posamezno nadstojno navadno jelko. Največ lesne zaloge je predstavljala navadna bukev z 79 %, navadne jelke je bilo 17 %, gorskega javorja 4 % in navadne smreke 1 % medtem ko je skupna lesna zaloga znašala 322 m³/ha. Objekt so sanirali z umetno in naravno obnovo. Leta 2011 so na dveh hektarjih premazali vršičke sadikam navadne smreke, leto pozneje pa so vse sadike še obželi (Gozdnogospodarski načrt..., 2012).

4.1.7 Objekt Cingolca

Objekt Cingolca leži v odseku 16010a. Objekt se nahaja na pobočju na nadmorski višini od 1.230 do 1.290 m. Relief je kotanjast, naklon pa znaša 20°. Skalovitost ni, kamnitost znaša 20 %. Matična podlaga je apnenec. Oddelek je bil uvrščen v rastiščnogojitveni razred visokogorska bukovja. Med združbami prevladujeta združbi *Adenostylo–Fagetum asperuletosum* in *Adenostylo–Fagetum calamagrostidetosum variae*, ki pokrivata 40 % površine oddelka. Pred vetrolomom se je na oddelku prepletal debeljak navadne bukve in starejši drogovnjak s primesjo gorskega javorja in posamezne nadstojne navadne jelke. V vrtačah je uspeval vrzelast debeljak navadne smreke. Najpogostejša drevesna vrsta je bila navadna bukev (68 %), precej manj je bilo gorskega javorja (13 %) in navadne smreke (17 %). Skupna lesna zaloga je znašala 417 m³/ha. Po spravi lesa so leta 2010 na objektu posadili sadike navadne smreke, premazali vršičke z zaščitnim premazom in opravili žetev. Leto pozneje so opravili obžetev in premaz vršičkov na enem hektarju. Leta 2012 so obžetev in premaz vršičkov na enem hektarju ponovili (Gozdnogospodarski načrt..., 2012).

4.1.8 Objekt Pod vratci

Objekt se nahaja v odseku 16085a na nadmorski višini od 1.095 do 1.225 m. Relief je grebenast z naklonom 20°. Skalovitost je majhna in znaša 5 %, kamnitost pa 15 %. Matična podlaga je apnenec. Gozd so uvrstili v rastiščni razred jelova bukovja dobrih rastišč mešana z iglavci. Združbi, ki prevladujeta v tem oddelku sta bili *Abieti–Fagetum dinaricum festucetosum* (55 %) in *Abieti–Fagetum dinaricum cardamine oxalidetosum* (35 %). Pred vetrolomom je tu rasel debeljak navadne bukve s primesjo navadne jelke in

navadne smreke. Mestoma so se pojavljala manjša pomladitvena jedra naravnega mladja. Med drevesnimi vrstami je prevladovala navadna bukev z 60 %, manj je bilo navadne jelke (28 %), najmanj pa navadne smreke, in sicer 12 %. Skupna lesna zaloga pred vetrolomom je znašala 477 m³/ha. Po spravi lesa so v tem oddelku posadili 7.000 sadik navadne bukve na območju velikem dva hektarja (Gozdnogospodarski načrt..., 2012).

4.2 METODA DELA

4.2.1 Popis na ploskvah

V diplomskem delu smo želeli primerjati uspešnost naravne in umetne obnove na vetrolomnih površinah, zato smo iskali take vetrolomne površine, ki so bila ali obnovljene z sadnjo ali pa delno prepuščena naravnemu razvoju. Ploskve smo izbirali tako, da so bile pod čim manjšim vplivom okoliških sestojev in niso ležale na vlaki. Postavili smo jih na štirih različnih lokacijah vetroloma, ki so bile medseboj ločeni, a so imeli podobne ekološke razmere. Ploskve smo smiselno prostorsko razporedili po celotni površini (glede na lego, ekspozicijo ali uspešnost pomlajevanja). Skupno smo po celotni prizadeti gozdni površini zakoličili 30 ploskev, in sicer 15 ploskev za naravno obnovo ter 15 ploskev za umetno obnovo. Ploskve so se nahajale v različni oddelkih. V oddelku 16016 (objekt Fuzbal) smo zakoličili 8 ploskev za naravno obnovo in 4 ploskve za umetno obnovo. Štiri ploskve umetno obnovo smo zakoličili tudi v odseku 16012a (objekt Ruske barake), v odseku 16085a (objekt Pod vratci) pa 3 ploskve za naravno in prav tako 3 za umetno obnovo. V odseku 16010a (objekt Cingolca) so se nahajale 4 ploskve za naravno in 4 ploskve za umetno obnovo (slika 1).



Slika 1: Lokacije vetrolomov (Google maps, 2013).

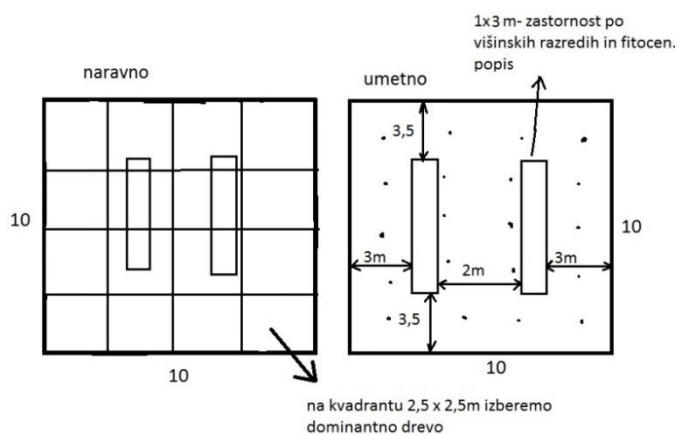
Najprej smo zakoliči jugozahodni kot ploskve s kovinsko in bambusovo palico. Začetek transekta smo postavili naključno, z metom palice. Količek smo pobarvali in nanj zavezali plastični trak, na katerega smo napisali številko ploskve (slika 2). Vse ostale kote smo označili z lesenimi pobarvanimi količki. Smer orientacije ploskve je potekala po pobočju—vzporedno z linijo sadik. Zabeležili smo azimut smeri drugega vogala ploskev.

Pri postavljanju ploskve po pobočju smo izvedli korekcijo dolžin zaradi naklona po naslednji formuli: $\cos(\alpha) = \text{horizontalna razdalja} / \text{razdalja na naklonu}$. Korekcija stranice prečno na pobočje (po plastnici) ni potrebna.



Slika 2: Jugozahodni kot ploskve na umetno obnovljeni površini (foto: Škvarč, oktober, 2012).

Na zadnjo stran popisnega lista smo narisali skico ploskve, na kateri smo označili vse posebnosti na in v bližini ploskve (večji panj, vlaka, velika prisotnost vegetacije, sečnih ostankov...). Najprej smo na ploskvi opravili popis ploskvic vegetacije (1 x 3 m) šele nato popis sadik oz. naravnega mladja na ploskvah (10 x 10 m). Velikost ploskve za popis sadik in dominantnih drevesc je znašala 10 x 10 m (slika 3).



Slika 3: Skica ploskev in ploskvic za popis pomlajevanja in vegetacije (Fidej, 2012).

Umetna obnova

Dve pravokotni ploskvici za popis vegetacije velikosti 1 x 3 m smo postavili med vrstami sadik. Z daljšo stranico so bile usmerjene po padnici. Jugozahodni kot smo prav tako označili s količkom in nanj navezali trak.

Najprej smo naredili popoln popis vegetacije na dveh ploskvicah. Za obe ploskvi smo najprej v odstotkih ocenili kamnitost in skalovitost in pokrovnost odmrlih dreves, opada in organskega dela tal. Sledil je popis zastrtosti in gostote naravnega pomlajevanja. Na koncu pa smo popisali še zastrtost ostalih grmovnih in zeliščnih vrst. Tudi, če je bil na ploskvi samo en osebek in je zastiral manj kot 1 %, smo mu pripisali 1 % zastiranja.

Preden smo začeli s popisom sadik smo vsaki ploskvi določili ekspozicijo, relief, naklon v stopinjah ter x in y koordinato. Pri reliefu smo se odločali med tremi možnostmi in sicer: konkavno, konveksno in ravno. Za vsako sadiko smo najprej določili drevesno vrsto. Nato smo z žepnim metrom izmerili višino sadike ter prirastke v zadnjih treh letih. V primeru, da za kakšno sadiko nismo mogli točno določiti kateregakoli prirastka (npr. vpliv objedanja, pozebe), smo podatek o tem prirastku izpustili. Vsaki sadiki smo s kljunastim merilom izmerili tudi premer koreninskega vratu (RCD). Sadikam smo določili tudi FTG (free-to-grow) – to je minimalna višina, ki omogoča nemoten razvoj pred konkurenti (beg pred konkurenco). Drevesce štejemo kot FTG, če pri določeni višini drevesca, sosednja vegetacija ne preraste 2/3 te višine v 3 kvadrantih radija, ki je enak višini obravnavanega drevesca. Mi smo uporabili nekoliko prilagojeno oceno FTG in sicer:

- 0- brez prostega kvadranta,
- 1- drevesce ima prost en kvadrat,
- 2- drevesce ima prosto dva kvadrata,
- 3- drevesce ima proste tri kvadrante,
- 4- drevesce ima proste štiri kvadrante.

Ker pa je bila pred popisom izvedena obžetev sadik, smo FTG določili samo tistim sadikam, ki niso bile obžete. Popisali smo tudi mikro-rastiščne razmere, kjer ločimo 7 kategorij: 0-brez posebnosti, 1-koreninski krožnik, 2-uleknina, 3-sečna pot, 4-odmrta lesna masa, 5-ob panju, 6-kamnito. Nazadnje pa smo določili še objedenost in vitalnost sadike.

Slednjo smo ocenili kot dobro srednjo ali slabo. Pri objedanju smo ugotavljali sveže poškodbe po naslednjih stopnjah (NAT-MAN, 2000):

- 1- nepoškodovani osebki ali osebki z nepoškodovanim glavnim poganjkom in do 10 % poškodovanih stranskih poganjkov;
- 2- osebki s poškodovanim terminalnim poganjkom ali/in do 50 % poškodovanih stranskih poganjkov;
- 3- močno poškodovani osebki s poškodovanim terminalnim poganjkom in večino stranskih poganjkov.

Naravna obnova

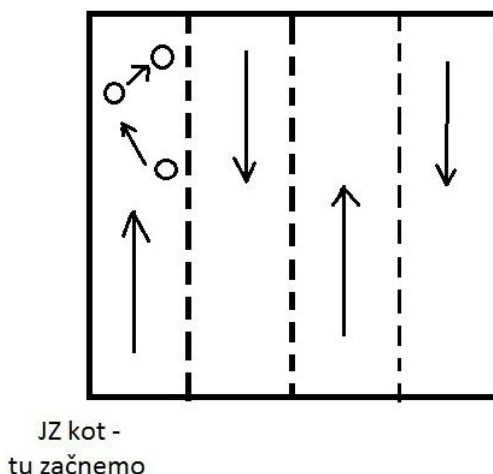
Velikost ploskev je bila enaka kot pri umetni obnovi in sicer 10 x 10 m. Tudi pri naravni obnovi smo znotraj te ploskve zakoličili dve pravokotni ploskvi (1 x 3 m), na katerih smo popisali celotno vegetacijo, po enakem postopku kot pri umetni obnovi. Za obe ploskvi smo v odstotkih ocenili pokrovnost kamenja, odmrlih dreves ter opada in organskega dela tal. Popisali smo zastrtost in gostoto naravnega pomlajevanja ter zastrtost ostalih grmovnih in zeliščnih vrst.

Sledil je popis naravnega mladja. Najprej smo vsaki ploskvi določili ekspozicijo, relief, naklon v stopinjah ter x in y koordinati. Nato smo ploskev razdelili na kvadrante 2,5 x 2,5 m in na vsakem izmed njih izmerili dominantna drevesca, ki smo jih trajno označili z žico. Vsakemu dominantnemu drevescu smo izmerili višino, višinski prirastek, obseg koreninskega vratu ter ocenili FTG, objedanje in vitalnost po enakemu postopku kot pri umetni obnovi.

Potrebna oprema za terensko delo:

- kompas,
- žepni meter (za merjenje sadik/naravnega mladja),
- daljši meter (10 + m),
- kljunasto merilo (RCD),
- žica za označevanje naravnega mladja,
- plastični trak za označevanje,
- popisni obrazec.

Popis sadik pri umetni obnovi in popis naravnega mladja pri naravni obnovi smo začeli v jugozahodnem kotu in nadaljevali navzgor (če je JZ kot ploskve na pobočju spodaj) ali navzdol po pobočju (če je JZ kot po pobočju zgoraj)(slika 4).



Slika 4: Vrstni red popisa sadik in naravnega mladja (Fidej, 2012).

Transektov nismo postavljali prečno na pobočje.

4.3 ANALIZA PODATKOV

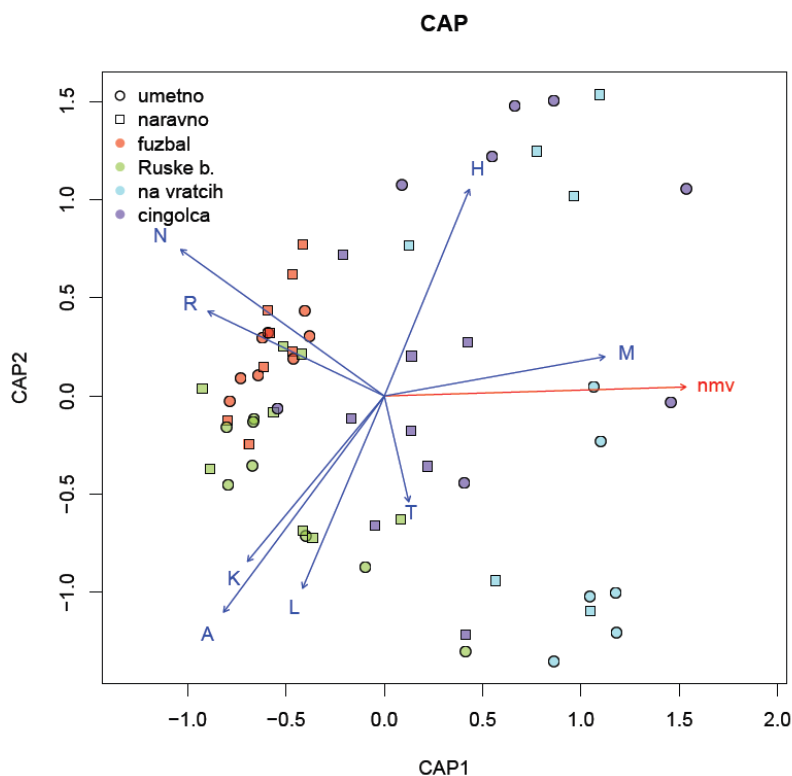
Ordinacijo zeliščne plasti z določitvijo Ellenbergovih fitoindikacijskih vrednosti je izvedel dr. Andrej Rozman. Vrednosti so bile določene s šestimi numeričnimi znaki (1-9 ali 1-12) za vsako najpogostejšo vrsto posebej. Na prvem mestu najdemo znak svetlobnih razmer. Znak 1 pomeni, da je vrsta evskiofit, znak 9 pa predstavlja evheliofit. Na drugem mestu je kazalnik toplotnih razmer, kjer znak 1 pove, da je vrsta kazatelj mrzlih razmer, kakršne so v alpskem svetu. Znak 9 pa pomeni, da vrsta nakazuje skrajno tople razmere. Na tretjem mestu je kazalnik kontinentalnosti podnebja. Znak 1 določa, da je vrsta evoceanska, znak 9 pa nakazuje kontinentalno vrsto. Na četrtem mestu se nahaja kazalnik vlažnostnih razmer. Pod znakom 1 je kazalnik skrajno sušnih razmer, pod znakom 12 pa so vodne rastline, ki so trajno potopljene v vodi. Na petem mestu je kazalnik kemične reakcije tal. Znak 1 pomeni, da vrsta raste na zelo kislih tleh, znak 9 pa predstavlja vrsto zelo karbonatnih tal. Na zadnjem mestu je kazalnik preskrbljenostjo z dušikom. Pod znakom 1 so rastline na tleh z najmanjšo preskrbljenostjo tal z dušikom, pod znakom 9 pa rastline z največjo preskrbljenostjo tal z dušikom. Znak x označuje indiferentnost kazalnika, kar pomeni da imajo te rastline zelo široko avtekološko amplitudo ali pa v različnih delih areala ne reagirajo na dani dejavnik na enak način (Ellenberg, 1996).

Pri obdelavi podatkov smo uporabili programe Excel, SPSS 20 in Statistica 8.0. Za analizo podatkov smo v večini primerov uporabili Kruskal-Wallisov test s katerim smo obdelali različne skupine, npr. po objektih, način obnove. Kruskal-Wallisov test je neparametrični test. Uporabili smo ga, kjer se podatki v večini primerov niso porazdeljevali normalno. Za korelacije med posameznimi parametri smo uporabili Spearmanov korelacijski koeficient.

5 REZULTATI

5.1 ANALIZA ZELIŠČNE IN GRMOVNE PLASTI, KI NAKAZUJERASTIŠČNE RAZMERE NA OBJEKTIH

Analiza zeliščne in grmovne plasti je nakazala značilne razlike med posameznimi objekti. Vrednosti kazalnikov so izdale, da so rastiščne razmere podobne med objektoma Fuzbal in Ruske barake (slika 5). Rastiščne razmere na objektih Pod vratci in Cingolca so se nekoliko razlikovale od prvih dveh objektov. Tudi variabilnost glede na osi ordinacije je bila večja. Na objektih Fuzbal in Ruske barake smo našli rastline, ki nakazujejo večjo količino dušika v tleh. Na teh dveh objektih smo zabeležili več bazofilnih vrst. Rastline nakazujejo eukontinentalne razmere z veliko svetlobe in precejšno zračnostjo v tleh. Na objektu Pod vratci in Cingolca pa smo zabeležili rastline, ki rastejo na tleh z več humusa in vlage ter uspevajo v alpskem podnebju (slika 5).



Slika 5: Ordinacija zeliščne in grmovne plasti.

Ordinacija popisov ni nakazala večjih razlik v vegetacijski sestavi ploskvic na naravno in umetno obnovljenih površinah.

5.2 ZASTIRANJE DREVESNIH, ZELIŠČNIH IN GRMOVNIH VRST SKUPAJ

Iz preglednice 1 lahko razberemo, da je bila v povprečju na umetno obnovljenih površinah zastrtost z drevesnimi vrstami večja kot na naravno obnovljenih površinah. Pri zastiranju z drevesnimi vrstami nismo ugotovili statistično značilnih razlik ($p = 0,3940$) med naravno in umetno obnovo. Pri obeh načinih obnove je površino zastiralo več klimaksnih drevesnih vrst kot pionirskih drevesnih vrst (preglednica 1).

Preglednica 1: Zastiranje drevesnih vrst in zelišč ter grmovnic skupaj na ploskvah v % (N = 60).

		drevesne vrste	pionirske vrste	klimaksne vrste	zelišča in grmovnice
NARAVNA OBNOVA (N = 30)	aritmetična sredina	1,30	0,53	0,77	67,10
	standardni odklon	1,94	1,85	0,97	31,08
	minimum	0,00	0,00	0,00	11,00
	maksimum	10,00	10,00	3,00	115,00
UMETNA OBNOVA (N = 30)	aritmetična sredina	1,90	0,67	1,23	60,53
	standardni odklon	3,06	1,47	2,50	21,31
	minimum	0,00	0,00	0,00	27,00
	maksimum	14,00	7,00	13,00	128,00

Ugotovili smo, da je bila zastrtost z zeliščnimi in grmovnimi vrstami večja na naravno obnovljenih površinah, saj je zastrtost znašala 67 %, na umetno obnovljenih površinah pa 61 %. Na naravno obnovljenih površinah smo dobili večjo raznolikost v zastrtosti med ploskvami kot na umetno obnovljenih površinah, saj je bil standardni odklon večji na naravno obnovljenih površinah (preglednica 1).

5.3 ZASTIRANJE GLAVNIH GRMOVNIH IN ZELIŠČNIH VRST

Pri popisu ploskev smo na prizadeti površini našli skupaj 42 različnih rastlinskih vrst. Veliko število vrst je zastiralo manjši delež površine, le malinjak (*Rubus idaeus* L.) je bil prisoten na vseh ploskvah. V preglednici 2 so predstavljene povprečne vrednosti glavnih zeliščnih in grmovnih vrst s povprečnim zastiranjem več kot 1 %. Na naravno obnovljenih je glede na zastiranje prevladoval malinjak. Zastiranje le-tega se je med ploskvami zelo razlikovalo, saj je na posameznih ploskvah zastiral od 1 % do 90 % ploskve. Precej manj

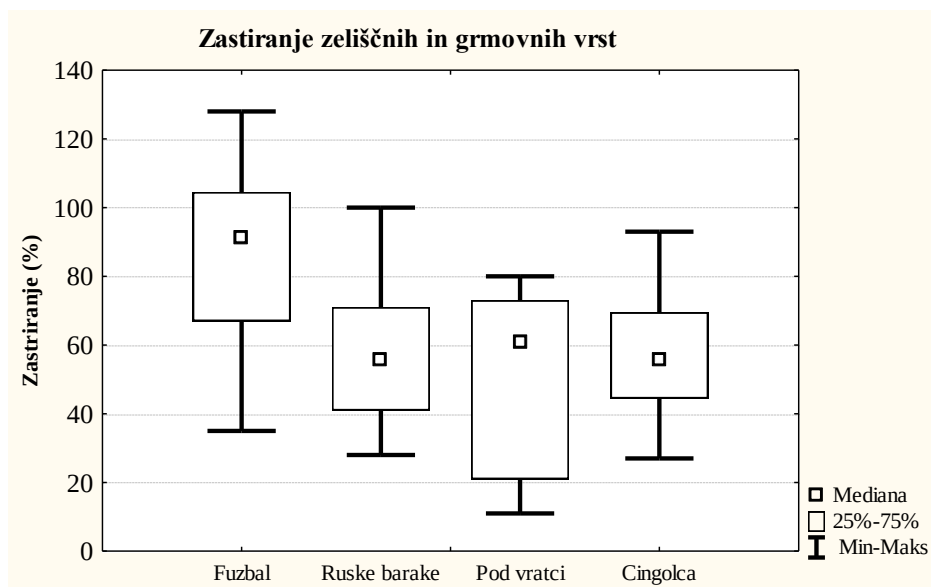
so zastirale gozdna šašulica (*Calamagrostis arundinacea* L.) in divji bezeg (*Sambus racemosa* L.). Na umetno obnovljenih površinah so imele največje zastiranje malinjak, gozdna šašulica in gozdna jagoda (*Fragaria vesca* L.). Na umetno obnovljenih površinah je bil delež zastiranja malinjaka manjši, kar je bila lahko posledica vsakoletne obžetve sadik.

Preglednica 2: Povprečne vrednosti zastiranj glavnih zeliščnih in grmovnih vrst na ploskvicah v % (N = 60)

NARAVNA OBNOVA (N = 30)		UMETNA OBNOVA (N = 30)	
<i>Rubus idaeus</i>	62,5	<i>Rubus idaeus</i>	55,0
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	9,2	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	18,5
<i>Sambucus racemosa</i>	8,2	<i>Fragaria vesca</i>	3,8
<i>Cirsium arvense</i>	4,0	<i>Veronica officinalis</i>	2,6
<i>Luzula luzuloides</i>	3,5	<i>Luzula luzuloides</i>	2,0
<i>Eupatorium cannabinum</i>	1,8	<i>Eupatorium cannabinum</i>	2,0
<i>Veronica officinalis</i>	1,7	<i>Sambucus racemosa</i>	1,4
<i>Oxalis acetosella</i>	1,6	<i>Petasites officinalis</i>	1,3
<i>Fragaria vesca</i>	1,3	<i>Athyrium filix-femina</i>	1,2
<i>Athyrium filix-femina</i>	1,1	<i>Urtica dioica</i>	1,2
<i>Scrophularia nodosa</i>	1,1	<i>Stellaria montana</i>	1,1
		<i>Oxalis acetosella</i>	1,0

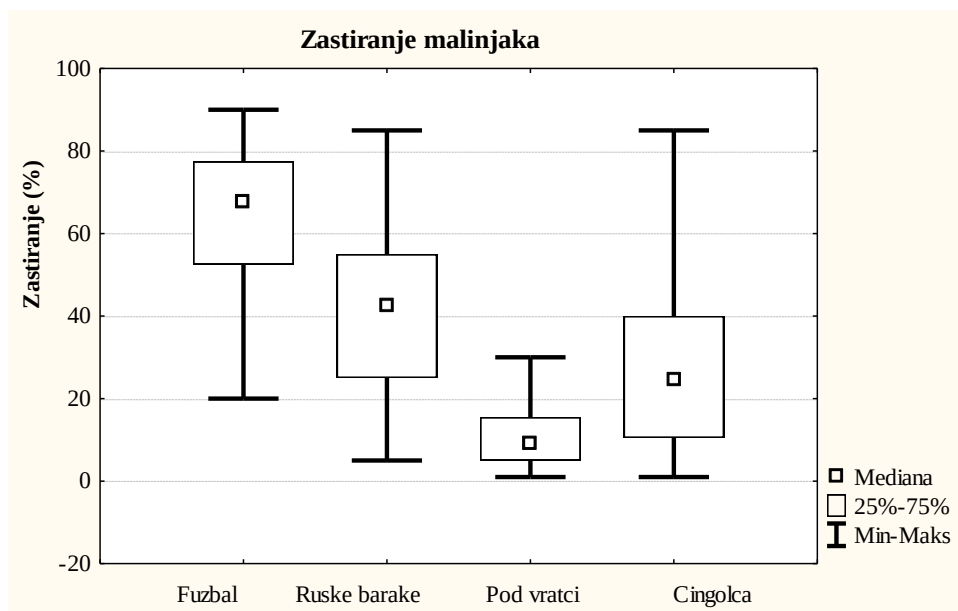
Pri statistični primerjavi skupnega zastiranja zeliščne in grmovne plasti smo ugotovili, da ni bilo statistično značilnih razlik ($p = 0,3482$) med naravno in umetno obnovljenimi površinami. Tudi pri malinjaku nismo dokazali ter razlik ($p = 0,2177$) med naravno in umetno obnovljenimi površinami.

S primerjavo zastiranja zelišč med objekti smo ugotovili, da je na objektu Fuzbal v povprečju največje zastiranje, saj je mediana zastrtosti znašala 91 %. Najnižja mediana je bila izračunana na objektih Ruske barake in Cingolca (56 %)(slika 6).



Slika 6: Skupno zastiranje pritalne vegetacije na ploskvicah po objektih

Pri malinjaku smo najvišjo mediano izračunali na objektu Fuzbal (92 %), najnižjo pa smo ugotovili na objektu Pod vratci (8 %). Na tem objektu smo zabeležili daleč najmanjše zastiranje malinjaka, kar lahko pripišemo drugačnim rastiščnim razmeram in večji zatravljenosti (slika 7).



Slika 7: Zastiranje malinjaka na ploskvicah po objektih

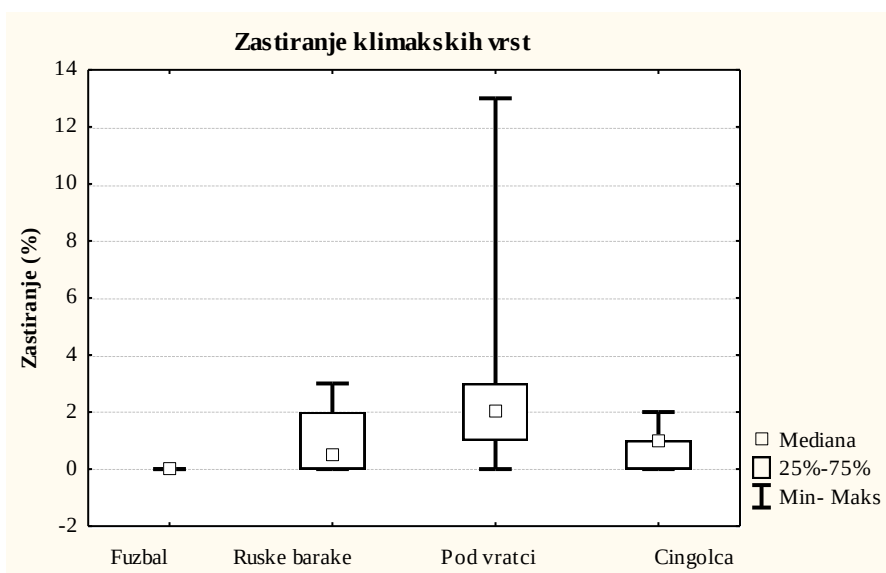
5.4 ZASTIRANJE DREVESNIH VRST

Pri obeh načinih obnove so na ploskvicah prevladovali gorski javor, iva in navadna bukev. Na naravno obnovljenih površinah smo zabeležili največ gorskega javorja, sledita iva in navadna bukev. Na umetno obnovljenih površinah je bilo največ ive, sledita gorski javor in navadna bukev (preglednica 3). Pri gorskem javorju smo med popisom opazili, da je bilo veliko osebkov, ki so se nasemenili že pred vetrolomom.

Preglednica 3: Povprečne vrednosti zastiranja drevesnih vrst za oba načina obnove na ploskvicah

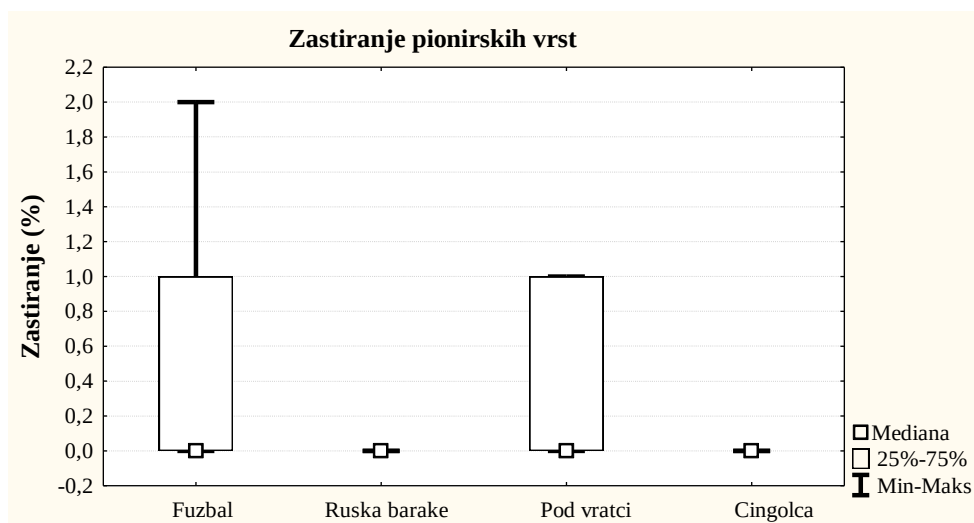
NARAVNA OBNOVA (N = 30)		UMETNA OBNOVA (N = 30)	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	38,6	<i>Salix caprea</i>	37,5
<i>Salix caprea</i>	21,1	<i>Acer pseudoplatanus</i>	30,0
<i>Fagus sylvatica</i>	14,0	<i>Fagus sylvatica</i>	15,0
<i>Sorbus aucuparia</i>	12,3	<i>Abies alba</i>	7,5
<i>Abies alba</i>	7,0	<i>Sorbus aucuparia</i>	2,5
<i>Picea abies</i>	5,3	<i>Fraxinus excelsior</i>	2,5
<i>Sorbus aria</i>	1,8	<i>Ulmus glabra</i>	2,5
		<i>Populus nigra</i>	2,5

Iz slike 8 lahko sklepamo, da na objektu Fuzbal ni bilo nobene klimaksne drevesne vrste. Največji delež zastiranja teh vrst je bil zabeležen na objektu Pod vratci.



Slika 8: Zastiranje klimakskih vrst na ploskvicah po objektih

Pionirske drevesne vrste so zastirale manjši delež tal kot klimaksne drevesne vrste. Na objektu Cingolca in Ruske barake nismo našli nobene pionirske drevesne vrste, največ pa smo jih zabeležili na objektu Fuzbal (2 %). Na slikah 8 in 9 lahko opazimo povezavo med zastrtostjo grmovnih in zeliščnih vrst ter zastrtostjo klimaksnih drevesnih vrst. Na objektu Fuzbal ni bilo zastrtosti z drevesnimi vrstami, zastrtost z grmovnimi in zeliščnimi vrstami pa je na tem objektu največja. Nasprotno smo na objektu Pod vratci zabeležili najvišji delež zastrtosti s klimaksnimi drevesnimi vrstami, zastrtost z grmovnimi in drevesnimi vrstami pa je bila tam najnižja.



Slika 9: Zastiranje pionirskih vrst po objektih

5.5 ZASTIRANJE SKAL IN KAMENJA, ODMRLE LESNE MASE, OPADA IN ORGANSKIH TAL

Iz preglednice 4 je razvidno, da smo zabeležili večji delež kamenja in skal ter organskega dela tal in opada na naravno obnovljenih površinah kot na umetno obnovljenih.

Preglednica 4: Zastiranje skal in kamenja, odmrlih dreves, opada, organskih tal (povprečje za naravno in umetno obnovo v (%))

	NARAVNA OBNOVA (N = 30)				UMETNA OBNOVA (N = 30)			
	Fuzbal	Ruske barake	Pod vratci	Cingolca	Fuzbal	Ruske barake	Pod vratci	Cingolca
KAMNITOST IN SKALOVITOSTI								
arit. sredina	4,1	20,9	10,5	8,8	7,6	16,5	2,8	2,4
mediana	4,0	9,0	9,0	8,0	2,5	13,5	2,5	1,5
st. odklon	2,4	23,9	11,2	4,0	13,4	17,3	3,0	2,0
max	7,0	70,0	30,0	17,0	40,0	55,0	8,0	5,0
ODMRLA DREVESA								
arit. sredina	29,1	7,5	7,0	2,6	25,3	14,9	4,3	14,4
mediana	12,0	5,5	7,5	2,0	16,0	14,0	3,0	3,5
st. odklon	34,1	5,8	4,5	1,8	21,6	11,9	2,5	26,9
max	30,0	18,0	12,0	5,0	40,0	40,0	8,0	80,0
OPAD								
arit. sredina	1,6	1,6	1,2	1,0	0,9	1,3	3,0	0,9
mediana	2,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	2,5	0,0
st. odklon	1,3	1,8	1,5	0,8	0,6	1,3	2,1	1,2
max	4,0	6,0	3,0	2,0	2,0	3,0	7,0	1,0
ORGANSKA TLA								
arit. sredina	1,3	1,8	1,2	1,6	1,4	0,8	0,8	0,5
mediana	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5
st. odklon	1,8	1,5	0,8	1,1	0,7	0,7	1,2	0,5
max	3,0	4,0	2,0	4,0	5,0	2,0	3,0	1,0

Delež odmrlih dreves je bil na umetno obnovljenih površinah večji kot na naravno obnovljenih (preglednica 4).

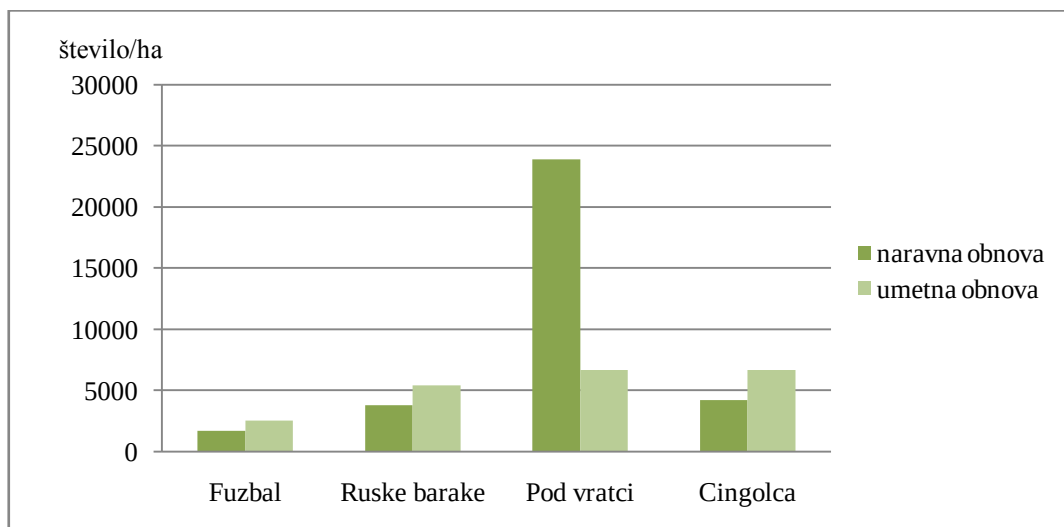
5.6 GOSTOTA NARAVNO NASEMENJENIH DREVESNIH VRST

Na naravno obnovljenih površinah smo dobili večjo gostoto kot na umetno obnovljenih površinah, saj je aritmetična sredina pri prvi znašala 8.000 osebkov na hektar, pri drugi pa 4.556 osebkov na hektar (preglednica 5).

Preglednica 5: Gostote drevesnih vrst na ploskvicah za naravno in umetno obnovo (N = 60).

	NARAVNA OBNOVA (N = 30)	UMETNA OBNOVA (N = 30)
aritmetična sredina (ha-1)	8000	4556
standardni odklon (ha-1)	14077	4672
minimum	0	0
maksimum	70000	20000

Gostota se je na naravno obnovljenih površinah gibala od 1.667 do 23.889 osebkov na hektar. Na umetno obnovljenih površinah je gostota znašala od 2.500 do 6.667 osebkov na hektar. Pri obeh načinih obnove smo največjo gostoto zabeležili na objektu Pod vratci, najmanjša pa na objektu Fuzbal (slika 10).



Slika 10: Gostote drevesnih po objektih za oba načina obnove

Na naravno obnovljenih površinah je bila raznolikost med ploskvami večja kot na umetno obnovljenih, saj je standardni odklon večji pri naravno obnovljenih površinah. S statistično primerjavo smo ugotovili, da v gostoti ni statistično značilnih razlik med naravno in umetno obnovljenimi površinami ($p = 0,9698$).

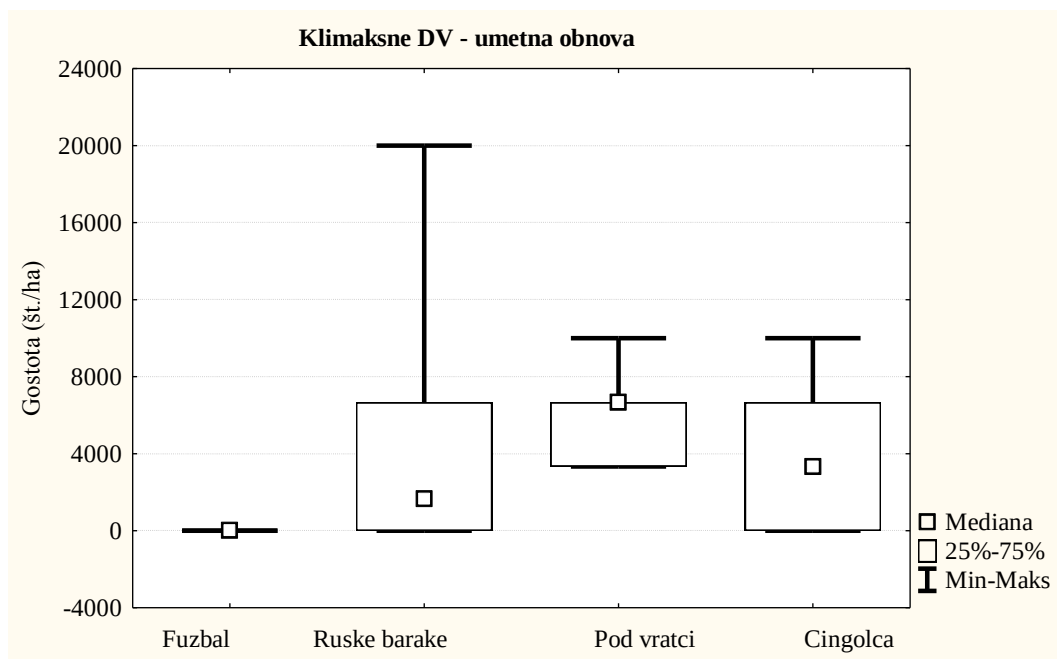
5.7 GOSTOTA DREVESNIH VRST

Iz preglednice 6 lahko razberemo, da smo na naravno obnovljenih površinah zabeležili večje število posameznih drevesnih vrst.

Preglednica 6: Gostota drevesnih vrst na ploskvicah glede na način obnove (N = 60)

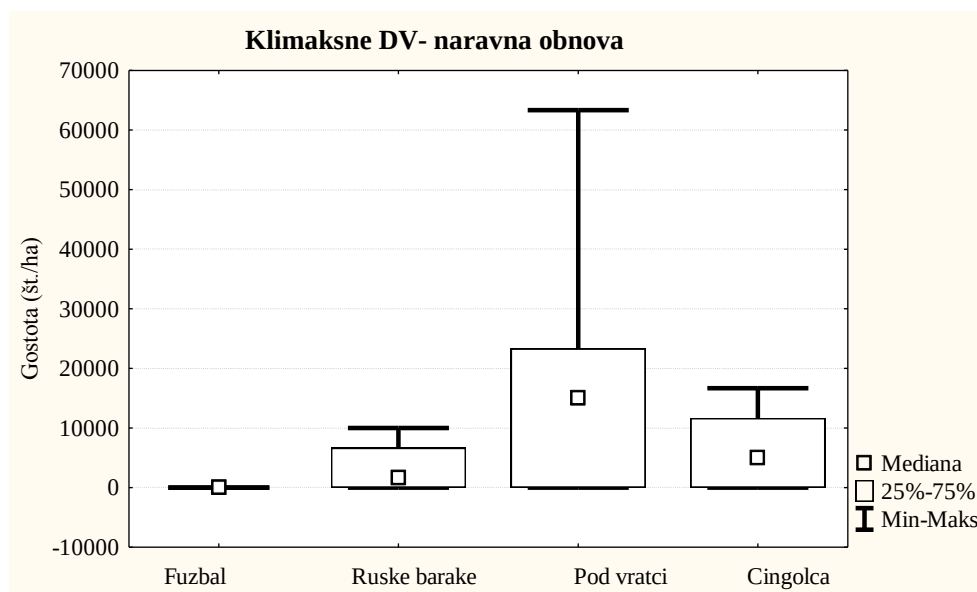
drevesne vrste	NARAVNA OBNOVA(N = 30)		UMETNA OBNOVA(N = 30)	
	delež (%)	št. /ha	delež (%)	št. /ha
gorski javor	54	4333	51	2333
navadna bukev	13	1000	15	667
iva	8	667	20	889
navadna jelka	8	667	5	222
jerebika	10	778	2	111
navadna smreka	6	444	0	0
črni topol	0	0	2	111
veliki jesen	0	0	2	111
gorski brest	0	0	2	111
mokovec	1	111	0	0

Največjo gostoto smo pri obeh načinih obnove izračunali pri gorskem javorju, ki mu sledita navadna bukev in iva. Pri obeh obnovah je bila gostota klimaksnih drevesnih vrst večja kot gostota pionirskih drevesnih vrst. Sicer pa se je gostota klimaksnih drevesnih vrst med objekti zelo razlikovala. Na objektu Fuzbal na umetno obnovljenih površinah nismo zasledili nobene klimaksne drevesne vrste, najvišjo gostoto pa smo ugotovili na objektu Pod vratci (6.667 osebkov na hektar) (slika 11).



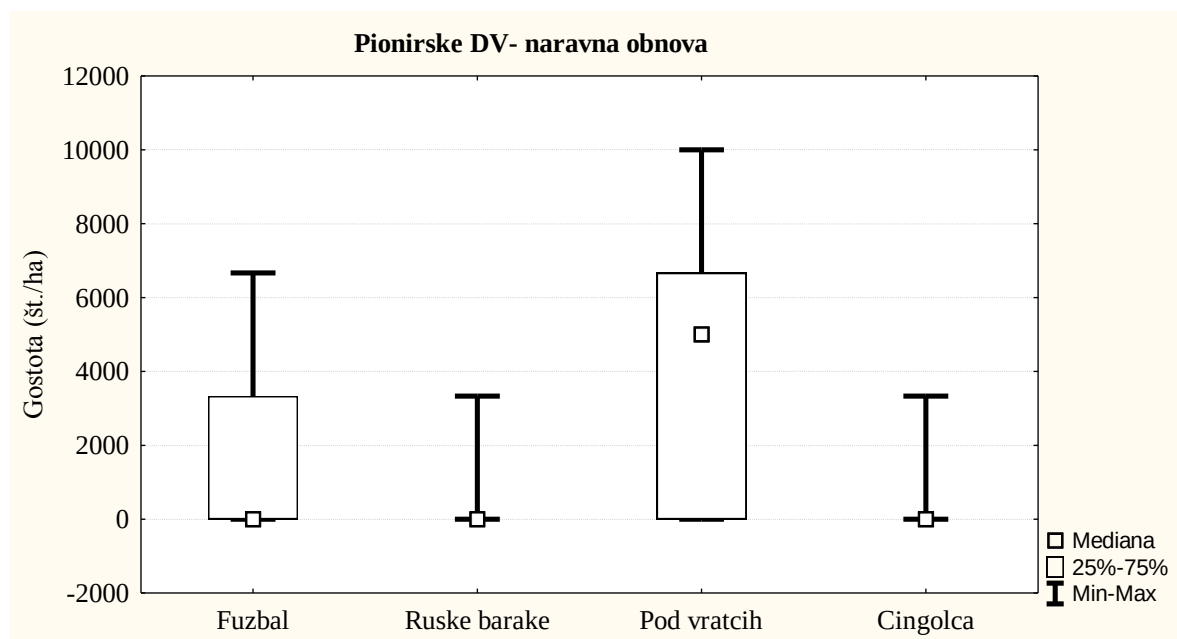
Slika 11: Gostota klimaksnih drevesnih vrst za umetno obnovo

Podobno je bilo z gostoto na naravno obnovljenih površinah (slika 12).



Slika 12: Gostota klimaksnih drevesnih vrst za naravno obnovo

Med pionirskimi drevesnimi vrstami je pri obeh načinih obnove prevladovala iva. Pri umetni obnovi je najvišja gostota pionirskih drevesnih vrst na objektu Fuzbal (mediana znaša 1.667 osebkov na ha), na ostalih objektih pa nismo zabeležili nobene pionirske vrste. Pri naravni obnovi je njihova gostota največja na objektu Pod vratci (mediana 4.445 osebkov na ha) (slika 13).



Slika 13: Gostota pionirskih vrst za naravno obnovo

Pri statistični primerjavi smo ugotavljali statistično značilne razlike med naravno in umetno obnovljenimi površinami skupaj. Analizirali smo razlike med naravno in umetno obnovljeni površinah na objektih, kjer so posadili smreko (Fuzbal, Ruske barake in Cingolca) in razlike med umetno in naravno obnovljenimi površinami na objektih, kjer so sadili navadno bukev (Pod vratci). Primerjali smo tudi razlike med naravno in umetno obnovljenimi površinami na objektih, posajenih s smreko (Fuzbal, Ruske barake in Cingolca) in tistih z navadno bukvijo (Pod vratci). Nazadnje smo primerjali še razlike med naravno in umetno obnovljeni površinami med objektih Fuzbal in Ruske barake ter Cingolca in Pod vratci.

Iz preglednice 7 lahko razberemo razlike v zastrtosti in gostoti med naravno in umetno obnovljenimi površinami. Razlike so obstajale le pri zastiranju organskih tal.

Preglednica 7: Kruskal- Wallisov test za ugotavljanje razlik med naravno in umetno obnovo (označene vrednosti so statistično značilne ($p < 0,0500$))

	SM objekti	Skupaj	BU objekti	SM vs BU objekti	1,2 vs 3,4 objekti
Zastiranje DV	0,877	0,394	0,418	0,110	0,636
Zastiranje klimaksnih DV	0,928	0,345	0,342	0,647	<u>0,020</u>
Zastiranje pionirskih DV	0,748	0,818	0,071	0,108	0,631
Zastiranje zeliščne in grmovne plasti	0,140	0,348	0,470	0,220	<u>0,047</u>
Zastiranje malinjaka	0,174	0,215	0,631	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
Zastiranje organska tla	<u>0,050</u>	<u>0,040</u>	0,570	0,196	0,156
Zastiranje skal in kamenja	0,564	0,320	0,136	0,587	<u>0,009</u>
Zastiranje odmrlih dreves	0,420	0,492	1,624	0,354	<u>0,002</u>
Zastiranje opada	0,241	0,929	0,110	<u>0,018</u>	0,392
Gostota naravno nasemenjenih DV	1,000	0,969	0,133	0,082	0,104
Gostota klimaksnih DV	0,771	0,809	0,196	<u>0,021</u>	<u>0,005</u>
Gostota pionirskih DV	0,105	0,096	0,153	<u>0,010</u>	<u>0,012</u>

Več razlik med naravno in umetno obnovljenimi površinami smo ugotovili pri primerjavi med smrekovimi in bukovimi objekti. Še večje razlike pa smo opazili pri primerjavi med prvim (Fuzbal) in drugim (Ruske barake) ter tretjim (Cingolca) in četrtim (Pod vratci) objektom. Zaznali smo razlike v zastiranju malinjaka in drugih zeliščnih in grmovnih vrst ter v gostoti klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst (preglednica 7).

V preglednici 8 so prikazane vse povezave, vendar so nas najbolj zanimali vplivi pritalne vegetacije na pomlajevanje.

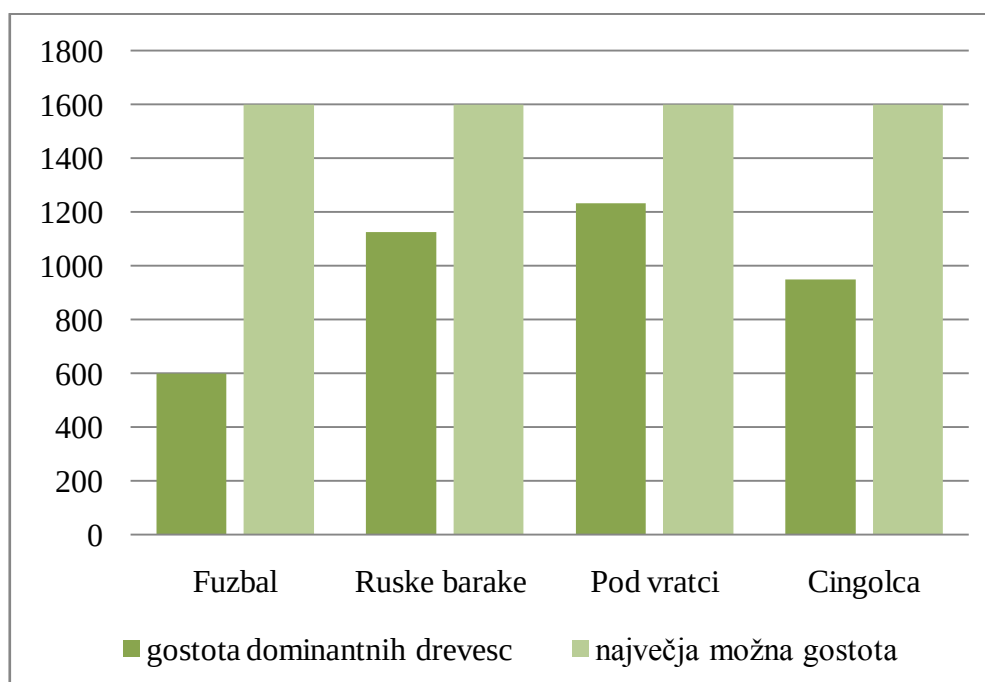
Preglednica 8: Spearmanova korelacija rangov (označene vrednosti v preglednici so statistično značilne ($p < 0,0500$))

	Zast. DV	Zast. KDV	Zast. PDV	Zast. G&Z plasti	Zast. MAL	Zast. org.tla	Zast. skal	Zast. CWD	Zast. O	Št.DV	Št. KDV	Št. PDV	Št.dom.DV	Uspeh sadnje
Zast. drevesnih vrst	1	0,077	-0,008	0,016	-0,146	0,162	0,155	0,039	0,157	<u>0,929</u>	<u>0,710</u>	<u>0,315</u>	<u>0,539</u>	-0,204
Zast. klimaksnih DV	0,077	1	0,064	<u>-0,315</u>	<u>-0,342</u>	0,034	0,071	<u>-0,263</u>	0,170	0,156	<u>0,345</u>	<u>0,597</u>	<u>0,365</u>	-0,331
Zast. pionirskih DV	-0,008	0,064	1	-0,015	-0,013	0,084	0,375	0,053	-0,004	-0,058	-0,185	0,208	-0,346	-0,187
Zast. zel. in grm. plasti	0,016	<u>-0,315</u>	-0,015	1	0,651	0,051	-0,176	0,191	-0,050	0,004	-0,066	-0,083	-0,186	-0,331
Zast. malinjaka	-0,146	<u>-0,342</u>	-0,013	0,651	1	<u>0,254</u>	0,075	<u>0,270</u>	-0,011	-0,241	<u>-0,354</u>	-0,204	<u>-0,458</u>	0,230
Zast.organskih tal	0,162	0,034	0,084	0,051	<u>0,254</u>	1	<u>0,372</u>	0,048	0,149	0,098	0,037	0,120	-0,037	-0,113
Zast. skalovitost	0,155	0,071	-0,237	-0,176	0,075	<u>0,372</u>	1	-0,077	0,191	0,176	<u>0,231</u>	-0,015	<u>0,494</u>	0,056
Zast. CWD	0,039	<u>-0,263</u>	0,053	0,191	<u>0,270</u>	0,048	-0,077	1	0,146	-0,033	-0,186	-0,009	0,022	0,333
Zast. opada	0,157	0,170	-0,004	-0,050	-0,011	0,149	0,191	0,146	1	0,104	0,184	<u>0,267</u>	0,140	<u>-0,447</u>
Št. drevesnih vrst	<u>0,929</u>	0,156	-0,058	0,004	-0,241	0,098	0,176	-0,033	0,104	1	<u>0,865</u>	<u>0,306</u>	<u>0,672</u>	-0,153
Št. klimaksnih DV	<u>0,710</u>	<u>0,345</u>	-0,185	-0,066	<u>-0,354</u>	0,037	<u>0,231</u>	-0,186	0,184	<u>0,865</u>	1	<u>0,318</u>	<u>0,783</u>	-0,358
Št. pionirskih DV	<u>0,315</u>	<u>0,597</u>	0,208	-0,083	-0,204	0,120	-0,015	-0,009	<u>0,267</u>	<u>0,306</u>	<u>0,318</u>	1	<u>0,229</u>	-0,254
Št. dominantnih drevesc	<u>0,539</u>	<u>0,365</u>	-0,346	-0,186	<u>-0,458</u>	-0,037	<u>0,494</u>	0,022	0,140	<u>0,672</u>	<u>0,783</u>	<u>0,229</u>	1	-0,029
Uspeh sadnje	-0,204	-0,331	-0,187	-0,331	0,230	-0,113	0,056	0,333	<u>-0,447</u>	-0,153	-0,358	-0,254	-0,029	1

Iz tabele lahko razberemo, da je bilo zastiranje zeliščnih in grmovnih vrst v negativni odvisnosti z zastiranjem klimaksnih drevesnih vrst. Število in zastrtost klimaksnih drevesnih vrst ter število dominantnih drevesc so bili v negativni odvisnosti z zastiranjem malinjaka. Iz preglednice 8 je še razvidno tudi, da je bilo zastiranje skal in kamenja v pozitivni odvisnosti z številom dominantnih drevesc in številom klimaksnih drevesnih vrst. V pozitivni odvisnosti je bilo tudi zastiranje opada in število pionirskih drevesnih vrst.

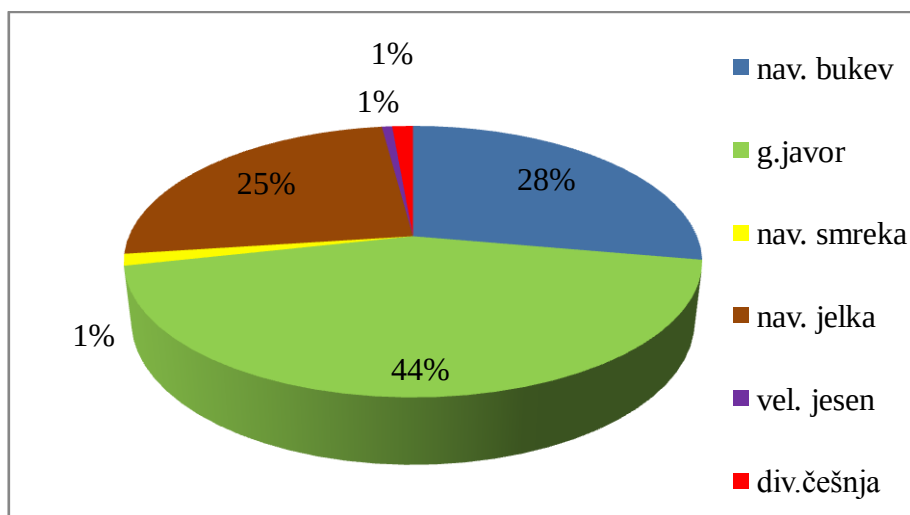
5.8 GOSTOTA DOMINANTNIH DREVESEC NA NARAVNO OBNOVLJENIH POVRŠINAH

Povprečna gostota dominantnih drevesc na naravno obnovljenih površinah je znašala 977 drevesc na hektar, sicer pa se je gibala od 600 do 1.233 drevesc na hektar. Od tega je bilo 28 % predrastkov, drevesc, ki so bila nasemenjena na prizadeti površini pred vetrolomom. Najmanjšo gostoto smo ugotovili na objektu Fuzbal, največjo pa na objektu Pod vratci (slika 14).

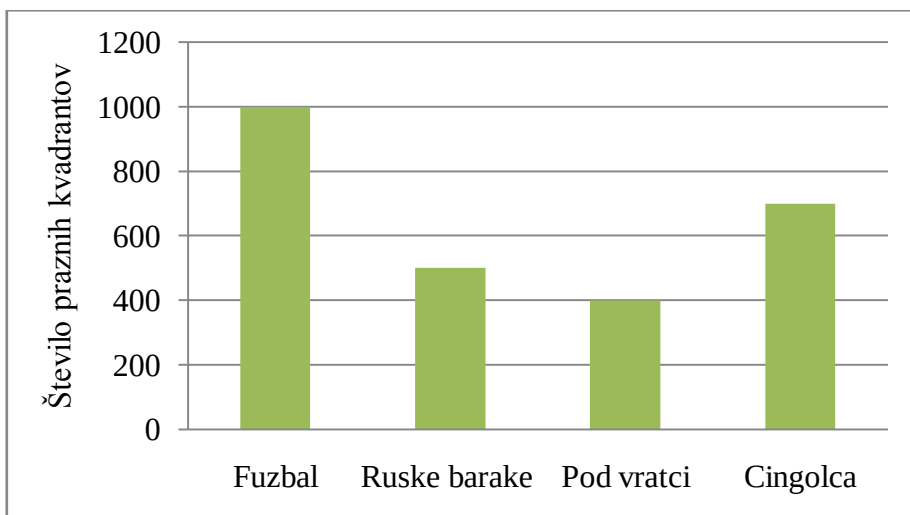


Slika 14: Gostota dominantnih drevesc in največja možna gostota na naravno obnovljenih površinah po objektih

Med drevesnimi vrstami je prevladoval gorski javor z 44 %, sledila sta navadna bukev 28 % in navadna jelka z 25 % (slika 15). Med predrastki je prevladoval gorski javor (35 %), najmanj je bilo navadne jelke (26 %). Število praznih kvadrantov je bilo povezano z gostoto, saj je bilo največ praznih kvadrantov na objektu Fuzbal, kjer je bila gostota najmanjša. Najmanj praznih kvadrantov je bilo na objektu Pod vratci (slika 16)



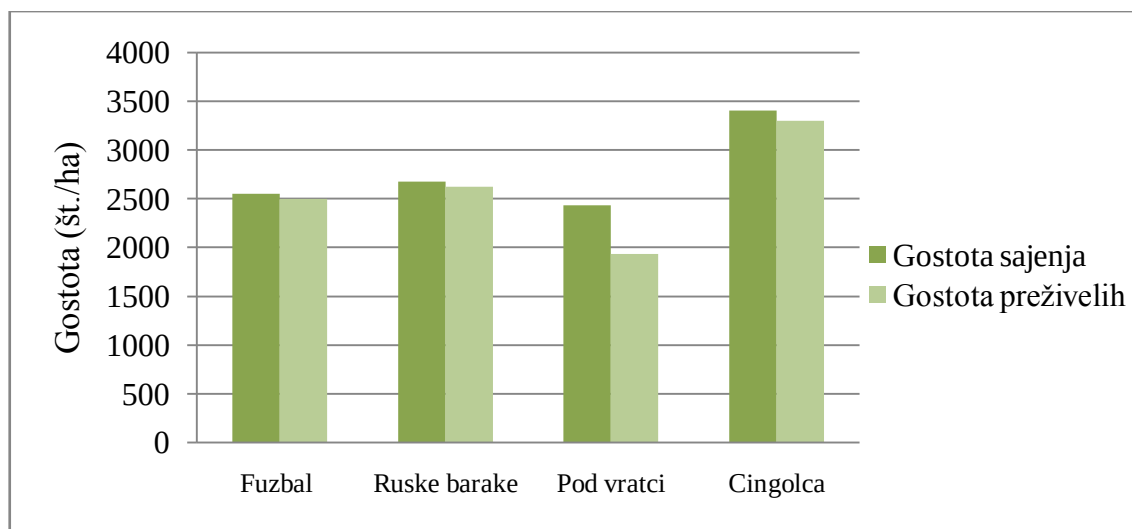
Slika 15: Drevesna sestava dominantnih drevesc v odstotkih



Slika 16: Število praznih kvadrantov po objektih na hektar

5.9 GOSTOTA IN USPEH SADNJE

Povprečna gostota sadnje je znašala 2.765 sadik na hektar in se je gibala od 2.433 do 3.400 sadik na hektar. Najmanjša gostota sadnje je bila zabeležena na objektu Pod vratci, največja pa na objektu Cingolca. Povprečna gostota preživelih sadik po treh rastnih dobah je znašala 2.590 sadik na hektar. Najslabši rezultat sadnje smo zabeležili na objektu Pod vratci, in sicer 79 %, najboljši pa na objektu Ruske barake, kjer je preživel kar 98 % sadik. Povprečno je bil uspeh sadnje 93 % (slika 17).



Slika 17: Gostota in uspeh sadnje po objektih

5.10 ANALIZA PREMIERA KORENINSKEGA VRATU

Premer koreninskega vratu navadne bukve je bil večji na umetno obnovljenih površinah (mediana 9 mm), kot na naravno obnovljenih (mediana 7 mm). Največji premer smo sicer izmerili pri dominantnem drevescu iz naravno obnove, ki je znašal 24 mm (preglednica 9).

Preglednica 9: Premer koreninskega vratu v mm za oba načina obnove po drevesnih vrstah

		navadna smreka	navadna bukev
NARAVNA OBNOVA N(sm = 2, bu = 42)	mediana. (mm)	/	7
	minimum (mm)	/	2
	maksimum (mm)		24
UMETNA OBNOVA N(sm = 346, bu = 58)	med. (mm)	14	9
	minimum (mm)	6/	3
	maksimum (mm)	30	18

Na umetno obnovljenih površinah so imele sadike navadne smreke višji povprečni premer kot sadike navadne bukve. Primerjave med naravno in umetno obnovljenimi površinami pri navadni smreki nismo mogli narediti zaradi premajhnega števila podatkov na naravno obnovljenih površinah. Ravno tako nismo mogli primerjati podatkov višin in višinskih prirastkov.

5.11 ANALIZA VIŠINE DREVESEC

Pri navadni bukvi smo ugotovili, da so višine drevesc dosegale višje vrednosti pri sadikah (mediana 43 cm) kot pa pri dominantnih drevescih (35 cm). Najvišjo in najmanjšo višino smo zabeležili na naravno obnovljenih površinah, in sicer 15 cm in 138 cm (preglednica 10).

Preglednica 10: Višina drevesc v cm za oba načina obnove po drevesnih vrstah

	navadna smreka		navadna bukev
NARAVNA OBNOVA N(sm = 2, bu = 42)	mediana. (cm)	/	35
	minimum (cm)	/	15
	maksimum (cm)		138
UMETNA OBNOVA N(sm = 346, bu = 58)	med. (cm)	55	43
	minimum (cm)	19	20
	maksimum (cm)	113	78

Podobno kot pri premeru koreninskega vratu so imele sadike navadne smreke večjo povprečno višino kot sadike navadne bukve.

5.12 ANALIZA VIŠINSKI PRIRASTKOV

Višinski prirastki so se pri posajeni navadni smreki v povprečju gibali od 8 do 18 cm letno. Najvišje višinske prirastke smo izmerili v letu 2012, saj je bila mediana višja kot pri prirastkih v letih 2010 in 2011. Najnižjo mediano smo zabeležili pri višinskih prirastki v letu 2010. Enako stanje je bilo pri relativnih prirastkih. Raznolikost višinskih prirastkov je bila največja v letu 2012 (preglednica 11).

Preglednica 11: Višinski prirastek navadne smreke na umetno obnovljenih površinah v cm (N = 315)

	višinski prirastek 2012 (cm)	relativni višinski prirastek 2012	višinski prirastek 2011(cm)	relativni višinski prirastek 2011	višinski prirastek 2010 (cm)	relativni višinski prirastek 2010
arit. sredina	17,9	0,30	9,4	0,16	8,1	0,14
st.odklon	8,4	0,09	3,3	0,05	3,4	0,05
minimum	2,0	0,05	3,0	0,04	2,0	0,04
maksimun	46,0	0,56	22,0	0,31	30,0	0,43
mediana	17,0	0,3	9,0	0,2	8,0	0,1

Navadna bukev je v prvih treh letih po sadnji imela malo manjše višinske prirastke kot dominantna drevesca navadne bukve na naravno obnovljenih površinah. Pri sadikah navadne bukve smo izračunali višjo mediano višinskih prirastkov v letu 2012 kot v letu 2011. Dominantna drevesca pa so v obeh letih v višino priraščala približno enako. Višinskega prirastka v letu 2010 nismo vključili v obdelavo zaradi premajhnega števila podatkov. Variacija višinskih prirastkov je bila večja na naravno obnovljenih površinah kot na umetno obnovljenih. Mediana relativni višinskih prirastkov se je gibala od 0,31 do 0,19. Pri sadikah so bili relativni višinski prirastki nižji kot pri dominantnih drevescih. Relativni višinski prirastki pri dominantnih drevescih in pri sadikah so bili večji v letu 2012 kot v letu 2011 (preglednica 12).

Preglednica 12: Višinski prirastki navadne bukve v cm

		višinski prirastek 2012 (cm)	relativni višinski prirastek 2012	višinski prirastek 2011 (cm)	relativni višinski prirastek 2011
NARAVNA OBNOVA (N = 26)	arit. sredina	12,0	0,30	12,2	0,29
	st.odklon	6,9	0,11	7,1	0,06
	minimum	1,0	0,03	4,0	0,20
	maksimun	33,0	0,46	31,0	0,42
	mediana	9,0	0,31	9,0	0,28
UMETNA OBNOVA (N = 24)	arit. sredina	11,0	0,24	10,2	0,21
	st.odklon	5,6	0,09	5,8	0,09
	minimum	6,0	0,12	3,0	0,08
	maksimun	34,0	0,44	22,0	0,43
	mediana	10,5	0,22	8,0	0,19

5.13 ANALIZA KONKURENCE

Na naravno obnovljenih površinah je prevladoval delež dominantnih drevesc s FTG 0 (67 %); kar pomeni, da so bile sadike v rasti ovirane z vseh strani. Na umetno obnovljenih površinah so bile sadike obžete pred popisom, zato nismo določevali FTG. Pri sadikah, ki jih niso obželi, gre za sadike navadne bukve-so največji delež predstavljale sadike s FTG 1; se pravi, da so bile v rasti ovirane s treh strani (preglednica 13).

Preglednica 13: Proste sadike za rast (FTG) v % za oba načina obnove

FTG	NARAVNA OBNOVA	UMETNA OBNOVA	
	ne obžeto (N = 144)	obžeto (N = 346)	neobžeto (N = 58)
0	67	9	17
1	13	0	34
2	8	1	14
3	8	1	19
4	3	0	16
obžete		89	0

Na umetno obnovljenih površinah je bilo 35 % (FTG 3 in 4) sadik povsem neoviranih v rasti. Na naravno obnovljenih površinah je ta delež znašal le 11 %.

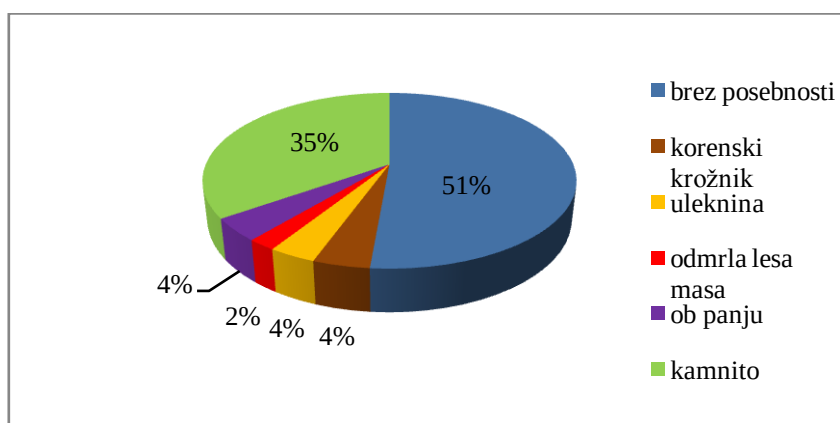
S statistično analizo smo ugotovili, da so med stopnjami FTG obstajale statistično značilne razlike na umetno obnovljenih površinah v višini sadik, v višinskem prirastku leta 2012 ter v premeru koreninskega vratu. Na naravno obnovljenih površinah teh statistično značilnih razlik nismo zaznali. Teh statističnih razlikovanj prav tako nismo zabeležili na naravno in umetno obnovljenih površinah pri navadni bukvi (preglednica 14).

Preglednica 14: Kruskal Wallisov test vpliva FTG na druge parametre za vse vrste skupaj

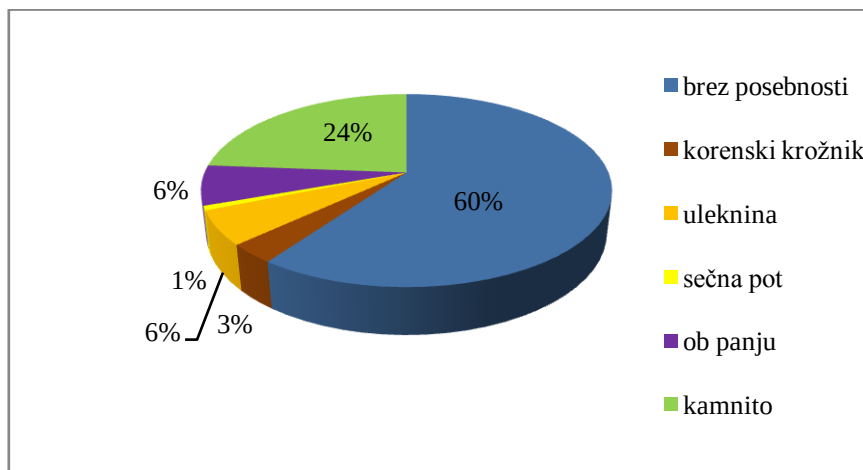
UMETNO	Višina	Prirastek 2012	Prirastek 2011	Prirastek 2010	RDC
χ^2	15,119	25,800	5,842	1,860	72,571
df	1	4	4	3	4
(p)	0,000	0,000	0,211	0,602	0,000
NARAVNO	Višina	Prirastek 2012	Prirastek 2011	Prirastek 2010	RDC
χ^2	2,651	3,854	2,633	5,735	4,639
df	4	4	4	3	4
(p)	0,618	0,426	0,621	0,125	0,326

5.14 ANALIZA MIKRORASTIŠČ

Pri obeh načinih obnove je bilo največ mikro-rastišč, ki ni imelo posebnosti. Na naravno obnovljenih površinah je bilo takšnih 51 %, na umetno obnovljenih pa 60 %. Opazili smo tudi veliko kamnitih mikro-rastišč, ki so bila številčnejša na naravno obnovljenih površinah kot pa na umetno obnovljenih površinah. Ostala mikro-rastišča so bila zastopana z manj kot 6 % (slika 18 in 19).



Slika 18: Deleži posameznih mikro-rastišč na naravno obnovljenih površinah



Slika 19: Deleži posameznih mikro-rastišč na umetno obnovljenih površinah

Podobne deleže mikro-rastišč smo zabeležili tudi za posamezne drevesne vrste, in sicer za navadno bukev, navadno smreko, navadno jelko in gorski javor.

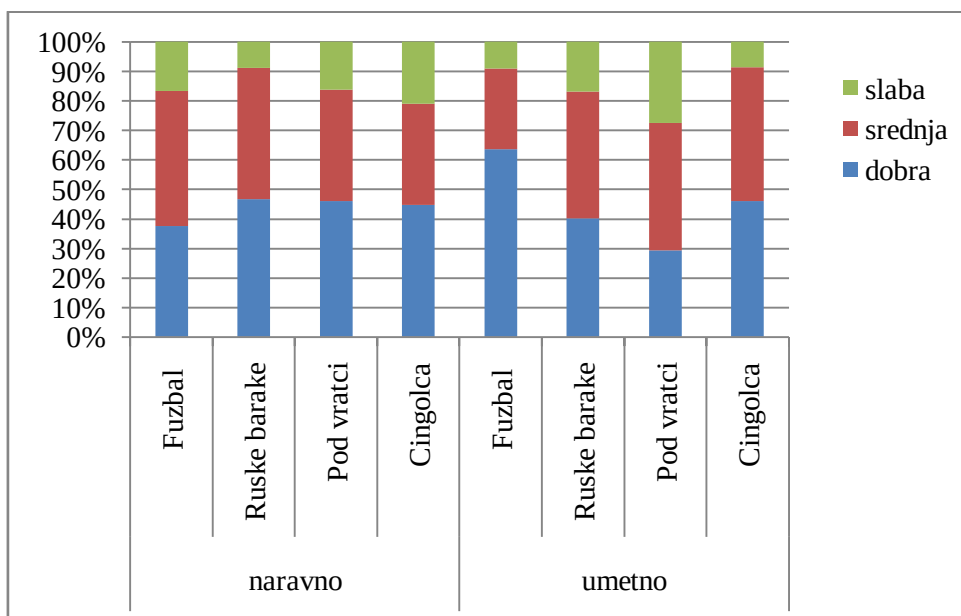
5.15 ANALIZA VITALNOSTI

Iz preglednice 15 lahko razberemo, da je bilo pri obeh načinih obnove največ dobro vitalnih drevesc. Na naravno obnovljenih površinah je delež teh znašal 44 %, pri umetno obnovljenih pa 45 %. Slabo vitalnih je bilo pri obeh načinih obnove najmanj (16 %).

Preglednica 15: Deleži stopenj po vitalnosti za oba načina obnove v %

	NARAVNA OBNOVA (N = 144)	UMETNA OBNOVA (N = 404)
dobra	44	45
srednja	41	40
slaba	16	16

Drevesca so bila na naravno obnovljenih površinah najbolj vitalna na objektu Ruske barake, najmanj pa na objektu Fuzbal. Pri umetni obnovi je bila najboljša vitalnost na objektu Fuzbal, najslabša pa je bila na objektu Pod vratci (slika 20). Na tem objektu so prizadeto površino posadili z navadno bukvijo, ki je imela najslabši rezultat preživetja, zato ni presenetljivo, da je bila vitalnost sadik nižja kot na objektih, kjer so sadili navadno smreko.



Slika 20: Deleži stopenj po vitalnosti po objektih

Preglednica 16 prikazuje, da je bila vitalnost bukve na naravno obnovljenih površinah boljša kot na umetno obnovljenih površinah.

Preglednica 16: Deleži stopenj vitalnosti za oba načina obnove po drevesnih vrstah

	NARAVNA OBNOVA (N = 404)			UMETNA OBNOVA (N = 139)		
	dobra	srednja	slaba	dobra	srednja	slaba
nav.smreka	/	/	/	49	39	12
nav.bukev	43	45	12	29	45	26
gor. javor	48	35	17	/	/	/
nav.jelka	47	41	12	/	/	/

Na umetno obnovljenih površinah smo ugotovili, da je bila navadna smreka bolj vitalna od navadne bukve, saj je bil delež dobro vitalnih sadik večji. Na naravno obnovljenih površinah se je z najboljšo vitalnostjo ponašala navadna bukev, ker je dosegala večji delež dobro vitalnih drevesc v primerjavi z navadno jelko in gorskim javorjem, ki je bil celo manj vitalen (preglednica 16).

Med stopnjami vitalnosti so obstajale značilne razlike v višini drevesc, v višinskih prirastkih v letih 2010, 2011 in 2012 ter v premeru drevesc na koreninskem vratu (Preglednica 17).

Preglednica 17: Kruskal Wallisov test vpliva vitalnosti na druge parametre

SKUPAJ	Višina	Prirastek 2012	Prirastek 2011	Prirastek 2010	RDC
χ^2	49,420	68,329	25,253	20,402	34,829
df	3	3	3	3	3
(p)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

5.16 ANALIZA POŠKODOVANOSTI

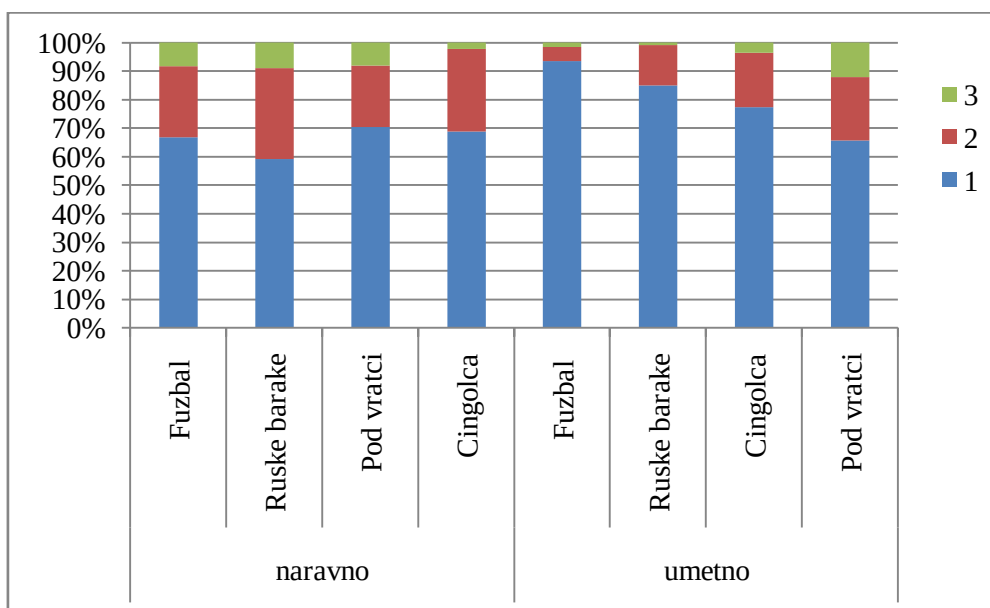
Na umetno obnovljenih površinah so bile sadike navadne smreke zaščitene s premazom za vršičke, sadike navadne bukve pa te zaščite niso imele. Izkazalo se je, da je bila stopnja poškodovanost pri zaščitениh sadikah manjša kot pri nezaščitenih. Med zaščitениmi sadikami je bilo 85 % nepoškodovanih ali pa so imele poškodovanih manj kot 10 % stranskih poganjkov; pri nezaščitenih sadikah je ta delež znašal 66 % (preglednica 18).

Preglednica 18: Deleži poškodovanosti po stopnjah vseh drevesnih vrst za oba načina obnove v %

	NARAVNA OBNOVA (N = 144)	UMETNA OBNOVA (N = 404)	
	nezaščiten (N=144)	zaščiten (N=346)	nezaščiten (N=58)
1	66	85	66
2	27	13	22
3	7	2	12

Pri naravni obnovi je bil delež najmanj poškodovanih dominantnih dreves 66 %. Daleč najmanjši je bil pri obeh načinih obnov delež najbolj poškodovanih sadik (preglednica 18).

Dominantna drevesca so bila najmanj poškodovana na objektu Cingolca, največ poškodovanih pa smo našli na objektu Ruske barake. Na umetno obnovljenih površinah je bilo najmanj poškodovanih sadik na objektu Fuzbal, medtem ko so bile sadike najbolj poškodovane na objektu Pod vratci (slika 21).



Slika 21: Deleži stopenj po poškodovanosti zaradi objedanja po objektih

Iz preglednice 19 razberemo, da je bila navadna bukev manj poškodovana na naravno obnovljenih površinah, kot na umetno obnovljenih.

Preglednica 19: Deleži stopenj po poškodovanosti za oba načina obnove in po drevesnih vrstah

	NARAVNA OBNOVA (N=404)			UMETNA OBNOVA (N=139)		
	1	2	3	1	2	3
nav.smreka	/	/	/	84	12	3
nav.bukev	83	12	5	66	22	12
gor. javor	59	33	8	/	/	/
nav.jelka	59	29	12	/	/	/

Na umetno obnovljenih je bila navadna smreka manj poškodovana kot navadna bukev. Na naravno obnovljenih površinah je bila najmanj poškodovana navadna bukev, najbolj pa je bila poškodovana navadna jelka, saj je bil delež najbolj poškodovanih drevesc pri njej največji.

Med stopnjami poškodovanosti so obstajale značilne razlike v višini drevesc, v višinskih prirastkih v letu 2012, v vitalnosti ter v premeru drevesc na koreninskem vratu (preglednica 20). Značilne razlike so se pokazale tudi v stopnji poškodovanosti med zaščitnimi, nezaščitnimi in naravno obnovljenimi površinami ($p = 0,000$).

Preglednica 20: Kruskal Wallisov test vpliva poškodovanosti na druge parametre

SKUPAJ	višina	prirastek 2012	prirastek 2011	prirastek 2010	vitalnost	RDS
χ^2	36,014	28,767	2,999	1,404	68,554	15,926
df	2	2	2	2	2	2
(p)	0,000	0,000	0,223	0,496	0,000	0,000

Iz preglednice 21 je razvidno, da so bile skoraj vse vrednosti statistično značilne. Višina in višinski prirastki dominantnih drevesc in sadik so bili v negativni odvisnosti z vitalnostjo in poškodovanostjo. Tudi premer koreninskega vratu (RDC) je bil v negativni odvisnosti z vitalnostjo in poškodovanostjo.

Preglednica 21: Spearmanova korelacija rangov - označene vrednosti v preglednici so statistično značilne ($p < 0,0500$)

	višina	R2012	R2011	R 2010	FTG	RDC	vitalnost	poškodovanost
višina	1	<u>0,805</u>	<u>0,542</u>	<u>0,404</u>	<u>0,607</u>	<u>0,823</u>	<u>-0,296</u>	<u>-0,256</u>
R 2012	<u>0,805</u>	1	<u>0,506</u>	<u>0,258</u>	<u>0,525</u>	<u>0,710</u>	<u>-0,361</u>	<u>-0,259</u>
R 2011	<u>0,542</u>	<u>0,506</u>	1	<u>0,350</u>	<u>0,243</u>	<u>0,415</u>	<u>-0,236</u>	<u>-0,109</u>
R 2010	<u>0,404</u>	<u>0,258</u>	<u>0,350</u>	1	<u>0,146</u>	<u>0,250</u>	<u>-0,295</u>	-0,018
FTG	<u>0,607</u>	<u>0,525</u>	<u>0,243</u>	<u>0,146</u>	1	<u>0,660</u>	<u>-0,148</u>	<u>-0,173</u>
RDC	<u>0,823</u>	<u>0,710</u>	<u>0,415</u>	<u>0,250</u>	<u>0,660</u>	1	<u>-0,249</u>	<u>-0,170</u>
vitalnost	<u>-0,296</u>	<u>-0,361</u>	<u>-0,236</u>	<u>-0,295</u>	<u>-0,148</u>	<u>-0,249</u>	1	<u>0,353</u>
poškodovanost	<u>-0,256</u>	<u>-0,259</u>	<u>-0,109</u>	-0,018	<u>-0,173</u>	<u>-0,170</u>	<u>0,353</u>	1

Med parametri pa smo opazili tudi pozitivne odvisnosti, kot naprimer med premerom koreninskega vratu ter višino in višinski prirastki, kar pomeni, da so imele sadike v velikim premerom višjo višino in višinske prirastke. Tudi FTG je bil v pozitivni odvisnosti z višino, višinski prirastki in premerom koreninskega vratu. Ti podatki kažejo, so sadike, ki so imele več prostih kvadrantov, višjo višino in višinske prirastke ter večji premer koreninskega vratu (preglednica 21).

5.17 RAZDALJA DO SEMENSKIH DREVES

Na vseh ploskvah smo skupno zabeležili 154 semenskih dreves, od tega je bilo 56 % semenskih dreves gorskega javorja, 31 % navadne smreke in 14 % navadne jelke. Največje število semenskih dreves smo popisali na objektu Cingolca, najmanjše pa na objektu Fuzbal. V povprečju so bila semenska drevesa najmanj oddaljena na objektu Cingolca (105 m), najbolj pa na objektu Fuzbal (193 m) (preglednica 22).

Preglednica 22: Povprečna razdalja semenskih dreves do popisnih ploskev in število semenskih dreves

objekt	povprečna razdalja do semenskih dreves (m)			št. semenskih dreves
	skupaj	naravno	umetno	
Fuzbal	193	160	219	21
Ruske barake	145	157	133	41
Cingolca	105	106	103	62
Pod vratci	171	147	196	31

Iz preglednice 22 lahko razberemo še, da je bila razdalja do semenskih dreves pri naravni obnovi krajša. Statistična analiza je pokazala, da razdalja proučevanih semenskih dreves (navadna jelka, gorski javor in navadna smreka) do ploskev ni imela statistično značilnega vpliva na gostoto naravno nasemenjenih drevesc (Spearmanov korelacijski koeficient je znašal $-0,220$).

6 RAZPRAVA

6.1 EKOLOŠKE RAZMERE

Z analizo Ellenbergovih fitoindikacijskih vrednosti smo ugotovili, da so med objekti obstajale rastiščne razlike. Vrednosti kazalnikov so pokazale, da so bile rastiščne razmere podobne med objektom Fuzbal in Ruske barake (slika 3). Pogoji za rast na objektih Pod vratci in Cingolca pa so se nekoliko razlikovali od prvih dveh objektov. Tako smo na objektih Fuzbal in Ruske barake ugotovili bolj sušne in toplejše ekološke razmere zaradi nižje nadmorske višine in južnejše ekspozicije (okoli 1065 metrov). Poleg tega smo na teh dveh objektih našli rastline, ki nakazujejo eukontinentalne razmere z veliko svetlobe in zračnostjo v tleh. Nasprotno smo na objektih Pod vratci in Cingolca ugotovili bolj vlažne in hladnejše rastiščne razmere, saj smo zabeležili rastline, ki rastejo na tleh z več humusa in vlage. K temu sta najverjetneje prispevala nekoliko višja lega (okrog 1.200 metrov) in alpsko podnebje, saj smo na ploskvah zabeležili rastline, ki uspevajo v alpskem podnebju. Na vseh objektih smo zabeležili več bazofilnih vrst, kar ni presenetljivo, saj je matična podlaga karbonatna (apnenec in dolomit). Na objektih Fuzbal in Ruske barake smo našli rastline, ki nakazujejo večjo količino dušika v tleh. Bogato založenost tal z dušikom so nakazovale zaplate malinjaka, divji in črni bezeg ter velika kopriva. Klaužer (2012) je ugotovil nasprotno, namreč, da so bila tla na višje ležečih objektih zelo bogata z dušikom. Isti avtor navaja, da je za takšno izobilje dušika v tleh več vzrokov. Eden se, denimo, skriva v dejstvu, da je vetrolom odprl večjo površino krošenj in omogočil dostop večje količine direktne sončne svetlobe in padavin do tal in na ta način pospešil razkroj nakopičenih snovi. Količina dušika v tleh je bila navadno največja od tri do pet let po nastanku vrzeli. Glavni vzrok za velike količine tega elementa v tleh je bila predhodna sestava sestoja. Kot na primer na območju, kjer so pred sto leti posadili navadno smreko, (ki je s svojim opadom in slabim prepuščanjem svetlobe do tal upočasnila kroženje dušika). Tako se je dušik iz leta v leto kopičil v tleh.

6.2 ZELIŠČNA PLAST

Pri popisu ploskev smo na prizadeti površini našli skupaj 42 različnih rastlinskih vrst. Precej več vrst so zabeležili na vetrolomu na širšem območju Bohorja in sicer 80 različnih grmovnih in zeliščnih vrst (Klaužer, 2012). Manjše število vrst v naši raziskavi je najverjetneje posledica precej višje nadmorske višine in večjega zastiranja kamenja in skal.

Povprečno zastiranje grmovnih in zeliščnih vrst na naravno obnovljenih površinah je znašalo 67 % zastrte površine, na umetno obnovljenih pa 61 % zastrte površine. Podobno povprečno zastrtost zeliščne in grmovne plasti (okrog 60 %) so zabeležili v gozdovih na južnem borealnem območju Finske (Kuuluvainen in Kalmari, 2003). Nekoliko višjo zastrtost (74 %) so ugotovili v gozdnem rezervatu Smrečje v Trnovskem gozdu (Vidic, 2009) ter za 11 let stare nasade doba v Ginjevcu (Viher, 2011). Še višjo povprečno zastrtost (104 %) so navajali za širše območje Bohorja (Klaužer, 2012). Avtor še dodaja, da je bil najverjetnejši vzrok za veliko zastiranje zeliščnih in grmovnih vrst na vetrolomni površini povečan dotok direktne svetlobe in manjša konkurenca s strani drevesnih vrst (Klaužer, 2012). Sami smo pri obeh načinih obnove največjo zastrtost zabeležili pri malinjaku: njegovo zastiranje se je med ploskvami zelo razlikovalo, saj je na posameznih ploskvah zastiral od 1 % do 90 % površine ploskve. Malinjak je na določenih objektih tvoril cele preproge, saj je to svetloljubna vrsta, zato se je na prizadeti površini močno razvil. Zaradi močne zastrtosti je malinjak za nekaj časa onemogočil naravno pomlajevanje na prizadeti površini, kajti našli nismo nobene klice. Med objekti smo opazili precejšne razlike v zastiranju grmovnih in zeliščnih vrst. Na objektu Fuzbal smo ocenili največje povprečno zastiranje teh vrst (91 %), najmanjše pa na objektu Ruske barake in Cingolca (56 %). Razlog za manjše zastiranje na objektu Cingolca in Pod vratci so bile najverjetneje drugačne rastiščne razmere (bolj kislja matična podlaga, višja nadmorska višina in hladnejše rastišče).

Med naravno in umetno obnovljenimi površinami nismo ugotovili razlikovanj v zastrtosti in vrstni pestrosti. Statistično značilne razlike so obstajale le pri zastiranju organskih tal. Največ statistično značilnih razlik med naravno in umetno obnovljenimi površinami smo opazili pri primerjavi med prvim in drugim ter tretjim in četrtem objektom, in sicer v

zastiranju malinjaka in drugih zeliščnih in grmovnih vrst ter zastiranju klimaksnih drevesnih vrst. Do teh razlik je prišlo večinoma zaradi različnih rastiščnih razmer. Nekoliko nižji odstotek zastiranja malinjaka na umetno obnovljenimi površinami je bila najverjetneje posledica vsakoletne obžetve posajenih sadik. Tudi Klaužer (2012) poroča, da je potrebno statistično značilne razlike v zeliščni sestavi med naravno in umetno obnovljenimi površinami pripisati večinoma rastiščnim razmeram in le v manjši meri načinu obnove.

V raziskavi smo ugotovili, da je bilo zastiranje zeliščnih in grmovnih vrst v negativni odvisnosti z zastiranjem klimaksnih drevesnih vrst. Število in zastrtost klimaksnih drevesnih vrst ter število dominantnih drevesc so bili prav tako v negativni odvisnosti z zastiranjem malinjaka. Tudi Vidic (2009) je v gozdnem rezervatu Smrečje potrdil negativno povezavo med pritalno vegetacijo in gostoto mladja. Podobne ugotovitve navaja tudi Brang (2003). Diaci in Rozman (2008) sta v visokogorski smrekovih gozdovih prišla do zaključka, da konkurenca zeliščne plasti statistično značilno vpliva na gostoto mladja, vendar je bila ta povezava šibka. Na vetrolomu na Jelovici je imelo največji vpliv na število pomladka zastiranje grmovnih in drevesnih vrst (Ščap, 2010). Bujna pritalna vegetacija in razrasla trava sta vsekakor vplivala na uspeh nasemenitve, saj preprečujeta stik semena z gozdnimi tlemi in s tem onemogočata kalitev (Wohlgemuth in sod., 2002; Rozman in Diaci, 2008; Klemen, 2012; Vidic, 2009).

Zanimivo ugotovitev navaja Sharma (2010), ki trdi, da v nasadih smreke in bora v začetni fazi nasada (2-6 let), prisotnost konkurentov (pritalne vegetacije) na splošno zmanjšuje rast iglavcev. V nasadih starih od 7 do 12 let pa prisotnost konkurence povečuje rast sadik. Učinek zeliščnih in grmovnih vrst je odvisen od drevesne vrste sadike in njenih lastnosti (obsega in višine), konkurenčne sposobnosti ter od območja (Sharma, 2010). Sadike gorskega javorja, jerebike, navadne breze, sive jelše, macesna in vrb so bile sposobne konkurirati visokim zeliščem (Wohlgemuth in sod., 2002). Za uspešno pomlajevanje niso ključni le odstotki zastiranja grmovne in zeliščne plasti ampak tudi njegova višinska struktura (Bončina, 2011).

Zastiranje skal in kamenja je bilo na naravno obnovljenih površinah večje (11 %) kot na umetno obnovljenih (8 %). Razlog zato razliko tiči v dejstvu, da so bila bolj kamnita in skalovita območja prepuščena naravni obnovi, medtem ko so manj skalovita in kamnita posadili z navadno smreko in navadno bukvijo. Zastiranje se je med objekti precej razlikovalo. Zastiranje z odmrlim drevjem je bilo večje na umetno obnovljenih površinah (15 %) kot na naravno obnovljenih (12 %). Tudi pri odmrlem drevju je bilo zaznati razliko v zastiranju med objekti. Zastiranje organskega dela tal in opada je bilo malenkostno večje na naravno obnovljenih površinah. Sicer pa je bilo zastiranje majhno, saj sta opad in organski del tal zastirala v povprečju manj kot 2 %.

6.3 GOSTOTA NARAVNO NASEMENJENIH DREVESNIH VRST

Na naravno obnovljenih površinah se je v povprečju na ploskvicah nahajalo 8.000 naravno nasemenjenih drevesc na hektar. Na umetno obnovljenih površinah pa smo poleg sadik zabeležili še povprečno 4.556 drevesc na hektar. Na podlagi te ugotovitve lahko zavrnamo hipotezo, da je naravno mladje na umetno obnovljenih površinah bolj gosto. Različni avtorji navajajo različne gostote mladja. Podobno gostoto na naravno obnovljenih površinah - in sicer 7.955 osebkov na hektar - so zabeležili na vetrolomu na Jelovici. Vidic (2009) je v gozdnem rezervatu Smrečje izračunal gostoto 4.000 drevesc na hektar. Klaužer (2012) za umetno obnovljene površine navaja gostoto 8.095 drevesc na hektar, za naravno obnovljene pa 25.000 drevesc na hektar. Schönenberger (2002) poroča, da še deset let po vetrolomu Vivian v švicarskih Alpah ni bilo zabeleženih gostot večjih od 1.700 drevesc na hektar. Razlog za nizko gostoto tiči v tem, da so se vsa drevesca nasemenila po vetrolomu. Vse te gostote težko primerjamo med seboj, saj je gostota odvisna od starosti mladja in posameznih vrst v mladju in je zato ocena o zadostni gostoti zahtevna. Zato smo dobljene rezultate primerjali z gostoto pomladka, ki ga uporabljamo pri sadnji za posamezne drevesne vrste: primerna gostota za gorski javor znaša od 2.500 do 7.000 sadik/ha, za navadno bukev od 5.000 do 10.000 sadik/ha, za navadno smreko od 2.000 do 4.000 sadik/ha in za navadno jelko od 2.500 do 3.000 sadik/ha (Diaci, 2006). Na naravno obnovljenih površinah je gostota za gorski javor znašala 4.333 drevesc/ha, za navadno bukev 1.000 drevesc/ha, za navadno smreko 444 drevesc/ha ter za navadno jelko 667 drevesc/ha. Na umetno obnovljenih površinah je gostota za gorski javor znašala 2.333 drevesc/ha, za navadno bukev 667 drevesc/ha ter za navadno jelko 222 drevesc/ha.

Drevesna sestava mladja se je med načinoma obnove razlikovala. Pri obeh načinih obnove je prevladoval gorski javor, sledili sta navadna bukev in navadna jelka, najmanj pa je bilo navadne smreke. Gostote pri obeh načinih obnove so dosegale nizke vrednosti, samo pri gorskemu javorju je bila gostota drevesc zadovoljiva. Delež navadne bukve in navadne jelke je bil manjši kot smo pričakovali, saj je pred vetrolomom na tem območju prevladoval debeljak navadne bukve in drogovnjak z nadstojno navadno jelko. Diaci (2002) navaja, da je za uspešno obnovo navadne jelke in navadne bukve potrebno zadostno število semenjakov. Pri proučevanju pragozdnega ostanka na Ravni gori navadna bukev ni prevladovala, čeprav je bil v okolici vrzeli skoraj čisti sestoj navadne bukve (Diaci in Marinšek, 2004). Na naravno obnovljenih površinah je bil tudi delež navadne smreke majhen, na umetno obnovljenih površinah pa nismo zabeležili niti ene same navadne smreke. Navadna smreka se lahko kot deloma pionirska vrsta uspešno uveljavi na огоlelih površinah ter v večjih vrzelih (Diaci, 2006). Razlog za majhno gostoto navadne smreke sta bila najverjetneje pomanjkanje semenjakov in majhen delež navadne smreke v sestoji pred vetrolomom. Delež gorskega javorja je bil velik, ker je to svetloljubna drevesna vrsta, je izkoristila ugodne svetlobne razmere takoj po vetrolomu (Diaci in Marinšek, 2004).

Pri obeh načinih obnove smo zabeležili večje število klimaksnih drevesnih vrst, čeprav takšne poškodovane površine omogočijo razvoj pionirskim vrstam, ki se naselijo na najbolj poškodovane predele (Marinšek in Diaci, 2004; Vodde in sod., 2009). Zato lahko hipotezo, da je na naravno obnovljenih površinah večje število pionirskih vrst zavrremo. K večji zastopanosti klimaksnih vrst pa so lahko botrovale dobre rastiščne razmere.

S statistično analizo smo ugotovili, da je zastiranje kamenja pozitivno povezano s številom klimaksnih drevesnih vrst in dominantnih drevesc. Ta rezultat je presenetljiv, saj bi prej pričakovali pozitivno povezavo s pionirskimi vrstami, saj poškodovane površine omogočajo razvoj pionirjem, ki naselijo najbolj poškodovana in najbolj ekstremna rastišča (Marinšek in Diaci, 2004; Vodde in sod., 2009). V Švici so raziskovalci odkrili, da na skalovitih terenih pomladek raste počasneje (Bachmann in sod., 2005). Negativen vpliv skalovitosti na število pomladka so ugotovili tudi na vetrolomni površini na Jelovici (Ščap, 2010). Eden od razlogov, da smo dobili takšen rezultat je bilo lahko premajhno število ploskev. Pozitivno povezavo smo zaznali tudi med zastiranjem opada in številom

pionirskih drevesnih vrst. Podoben zaključek navaja tudi Ščap (2010), saj je ugotovila, da prisotnost opada listja in zeliščne plasti - podobno kot mahovna plast - ugodno vpliva na skupno število pomladka.

Ugotovili smo negativno povezavo med površinskim deležem odmrlega drevja in številom klimaksnih drevesnih vrst. Podobno so ugotovili tudi nekateri drugi avtorji (npr. Marinšek in Diaci, 2004; Bachmann in sod., 2005; Ščap, 2010) in sicer, da količina lesnih ostankov negativno vpliva na gostoto pomladka. Nekateri drugi avtorji (npr. Wohlgemunt in sod., 2002; Kuuluvainem in Kalmari, 2003; Rozman in Diaci, 2008; Vidic, 2009) pa navajajo nasprotno, da lesni ostanki pozitivno vplivajo na količino smrekovega pomladka, saj ohranjajo toploto tal in ščitijo pomladek pred zmrzaljo. Schönenberger (2002) trdi, da odmrta lesna masa ovira razvoj pomladka v prvem desetletju, vendar pa potem, ko se ta razgradi nastane dobra podlaga za nasemenitev. Tako padla drevesa zagotavljajo uspešno obnovo navadne smreke šele 7 let po neurju (Wohlgemunt in sod., 2002). Negativno povezavo smo opazili še med zastiranjem malinjaka in številom klimaksnih drevesnih vrst ter številom dominantnih drevesc.

Proti našim pričakovanjem povprečna razdalja semenskih dreves do ploskev ni imela statističnega vpliva na gostoto naravno nasemenjenih drevesc. Zato lahko na podlagi te ugotovitve zavrnilo hipotezo, da med lokacijami obstajajo znatne razlike v gostoti in sestavi pomladka, ki so posledica predvsem oddaljenosti od gozdnega roba. Klaužer (2010) v svojem diplomskem delu navaja podobno ugotovitev in sicer, da povprečna razdalja od popisnih ploskev do semenskih dreves ni imela statističnega vpliva na gostoto naravno nasemenjenih sadik. Nekateri drugi avtorji so v svojih raziskavah ugotovili, da je imela oddaljenost semenskih dreves negativen vpliv na gostoto naravno nasemenjenih drevesc (Ščap, 2010; Klemen, 2012). Naravna obnova je bila uspešna tam, kjer je bila razdalja do roba gozda manj kot 30 metrov. Kjer je bila razdalja do roba gozda 250 metrov in več je bilo potrebno naravno obnovo dopolniti s sadnjo (Ramming in sod., 2006)

6.4 GOSTOTA DOMINANTNIH DREVESEC IN SADNJE TER PREŽIVETJE SADIK

Povprečna gostota dominantnih drevesc na naravno obnovljenih površinah je znašala 977 drevesc na hektar, drugače pa se je gibala od 600 (Fuzbal) do 1.233 (Pod vratci) drevesc na hektar. Povprečna gostota sadnje je bila 2.765 sadik na hektar. Najmanjša je znašala 2.433 sadik/ha (Pod vratci), največja pa 3.400 sadik/ha (Cingolca). Za primerjavo lahko navedemo podatek, da so na območju Bohorja sadili s povprečno gostoto 1.621 sadik/ha (Klaužer, 2012), v švicarski Alpah pa z gostoto od 2.000 do 2.600 sadik/ha (Schönenberger, 2002). Pri dominantnih drevescih je med drevesnimi vrstami prevladoval gorski javor s 44 %, sledita navadna bukev z 28 % in navadna jelka s 25 %. Med njimi smo našli 28 % predrastkov, drevesc, ki so bila nasemenjena na prizadeti površini pred vetrolomom. Ti imajo pri obnovi prizadetih površin pomembno vlogo. Mladje v spodnjem sloju pred vetrolomom je ključnega pomena za hitro obnovo gozdov na visokih nadmorskih višinah (Schönenberger, 2002). Predhodna obnova je imela bistven vpliv na gostoto in stopnjo obnove na obsežnih prizadetih površinah, kjer je bila možnost za obnovo po vetrolomu majhna (Wohlgemuth in sod., 2002).

Ugotovili smo 93 % uspeh sadnje, kar pomeni, da je povprečna gostota preživelih sadik po treh rastnih sezonah znašala 2.590 sadik na hektar. Najslabši rezultat sadnje smo zabeležili na objektu Pod vratci (79 %), najboljši pa na objektu Fuzbal in Ruske barake, kjer je preživelo kar 98 % sadik. Uspeh sadnje je bil zelo dober, saj nekateri raziskovalci poročajo o precej slabšem uspehu. Tako je bilo, denimo, v švicarskih Alpah preživetje sadik v desetih letih po sadnji 70 % (Schönenberger, 2002); podoben odstotek preživelih sadik je ugotovil Klaužer (2012), in sicer 76 %. V Indiani so Douglass in sodelavci (2003) pet let po sadnji zabeležili 33 % propad sadik. Na preživetje sadik vpliva več dejavnikov. Douglass (2004) navaja, da je bil večji uspeh sadnje posledica odstranjevanja zeliščne plasti. Ugotovil je tudi, da je bilo preživetje sadik v negativni statistični povezavi z višino in zastrtostjo zeliščne plasti. Brang (2004) pa je ugotovil, da sta se preživetje in rast sadik zniževala z nadmorsko višino. Pomembna dejavnika, ki vplivata na preživetje sadik sta bila tudi čas sadnje in priprava tal. Nekateri raziskovalci tudi navajajo, da je precej pomemben dejavnik razpoložljivost vode v prvem letu (Seifert, 2006; Palacios in sod., 2009).

6.5 PRIMERJAVA MED NARAVNO IN UMETNO OBNOVLJENIMI POVRŠINAMI

Na naravno obnovljenih površinah smo ugotovili večjo povprečno skupno gostoto 8.997 drevesc/ha (povprečna gostota dominantnih drevesc in naravno nasemenjenega mladja), kot na umetno obnovljenih površinah, kjer je znašala 7.146 drevesc/ha. (povprečna gostota sadik in naravno nasemenjenega mladja). Tudi gostota naravno nasemenjenih drevesc, ki smo jo ugotavljali na ploskvicah je bila večja na naravno obnovljenih površinah (8.000 drevesc/ha) kot na umetno obnovljenih površinah (4.556 drevesc/ha). Odkrili smo tudi, da je bila gostota preživelih sadik (2.590 sadik/ha) večja kot gostota dominantnih drevesc (997 drevesc/ha).

S primerjavo premerov koreninskih vratov pri navadni bukvi smo prišli do ugotovitve, da so bili premeri večji pri sadikah (mediana 9 mm), kot pri dominantnih drevescih (mediana 7 mm). Klaužer (2012) navaja nekoliko večje premere koreninskega vratu, in sicer 13 mm za oba načina obnove. Do podobnih ugotovitev smo prišli tudi pri višini, saj je bila povprečna višina višja pri sadikah (mediana 43 cm), kot pri dominantnih drevescih (mediana 35 cm). Tudi Schönenberger (2002) poroča, da so bila drevesca iz naravne obnove v povprečju veliko manjša od zasajenih sadik. Poleg tega avtor še navaja, da je deset let po vetrolomu večina sadik še vedno manjša od enega metra.

Višinski prirastki so se pri posajeni navadni smreki v povprečju gibali od 8 do 18 cm letno. Najvišje višinske prirastke smo izmerili v letu 2012 (18 cm), najnižje pa v letu 2010 (8 cm). Raznolikost višinskih prirastkov je bila največja v letu 2012. Za posajeno navadno bukev smo ugotovili, da je v prvih treh letih po sadnji imela malo manjše povprečne letne višinske prirastke kot dominantna drevesca navadne bukve na naravno obnovljenih površinah. Pri sadikah smo izračunali višjo mediano višinskih prirastkov v letu 2012, kot v letu 2011. Dominantna drevesca pa so v obeh letih v višino priraščala približno enako. Variacija višinskih prirastkov je bila večja na naravno obnovljenih površinah kot na umetno obnovljenih. Podobne ugotovitve smo dobili tudi pri relativnih prirastkih. V prvem letu sadnje je bil prirastek najnižji, zaradi presaditvenega šoka, saj so se morale sadike prilagoditi na nove rastiščne razmere. V letu 2011 in 2012 se je višinski prirastek povečeval, zato lahko pričakujemo, da se bo tudi v prihodnje.

Z analizo vitalnosti smo ugotovili, da ni bilo razlik med naravno in umetno obnovljenimi površinami. Pri obeh načinih je bilo največ dobro vitalnih drevesc. Najmanj pa slabo vitalnih drevesc (16 %). Vitalnost navadne bukve pa je bila na naravno obnovljenih površinah boljša kot na umetno obnovljenih. Statistična analiza je pokazala, da so med stopnjami vitalnosti obstajale statistično značilne razlike v višini drevesc, v višinskih prirastkih v letih 2010, 2011 in 2012 ter v premeru drevesc na koreninskem vratu. Klaužer (2012) je na širšem območju Bohorja ugotovil podobne statistično značilne razlike.

Poškodovanost je bila na umetno obnovljenih površinah precej manjša, saj so posajene sadike zaščitili s premazom. Pri zaščitilih sadikah smo zabeležili manjšo poškodovanost kot pri nezaščitilih. Največ sadik in drevesc je bilo nepoškodovanih ali pa so imele manj kot 10 % poškodovanih stranskih poganjkov. Najbolj poškodovanih sadik je bilo pri obeh načinih obnove najmanj. Pri beleženju poškodb smo težko ugotovili razliko med objedanjem in drugimi poškodbami. Na naravno obnovljenih površinah sta bila najbolj poškodovana navadna jelka in gorski javor, kar je pričakovano, saj sta bolj priljubljena v prehrani divjadi. Bončina (2011) navaja selektiven vpliv na razvoj pomladka ter veliko poškodovanost gorskega javorja v pragozdnem rezervatu Krokar. Med stopnjami poškodovanosti smo ugotovili značilne razlike v višini drevesc, v višinskih prirastkih v letu 2012, v vitalnosti in v premeru drevesc na koreninskem vratu.

Analiza konkurence je pokazala, da je bil na naravno obnovljenih površinah največji delež dominantnih drevesc s FTG 0 (67 %); kar pomeni, da so bila drevesca v rasti ovirana z vseh strani. Pri sadikah, ki jih niso obželi, je bil največji delež sadik s FTG 1; se pravi, da so bile v rasti ovirane s treh strani. Na umetno obnovljenih površinah so bile sadike manj ovirane v rasti, kot na naravno obnovljenih, saj je bilo 35 % sadik povsem neoviranih v rasti, medtem, ko je bilo na naravno obnovljenih takih 11 %. Klaužer (2012) je prišel do sklepa, da je obžetev na sajenih vetrolomnih površinah z bujno zeliščno in grmovno zelo priporočljiva, če želimo, da se bodo tako sadike normalno razvile.

7 ZAKLJUČEK

Grmovne in zeliščne vrste so bile na vetrolomni površini močno zastopane, saj smo na naravno obnovljenih površinah zabeležili 67 % zastrte površine, na umetno obnovljenih pa 61 % zastrte površine. Tudi v drugih raziskavah so poročali o velikem zastiranju zeliščne in grmovne plasti. Pri obeh načinih obnove smo zabeležili največje zastiranje pri malinjaku. Med objekti smo opazili precejšnje razlike v zastiranju grmovnih in zeliščnih vrst, kar je bila najverjetneje posledica ekstremnejših rastiščnih razmer. Med naravno in umetno obnovo nismo ugotovili razlik v zastrtosti in pestrosti grmovne in zeliščne plasti. Zastiranje zeliščnih in grmovnih vrst je bilo v značilni negativni odvisnosti s številom drevesnih vrst. Takšne ugotovitve navajajo tudi drugi avtorji (Brang, 2003; Diaci in Rozman 2008; Vidic, 2009; Ščap, 2010). Poleg tega je grmovna in zeliščna plast vpliva tudi na rast in preživetje sadik (Sharma, 2010) ter na uspeh nasemenitve, saj preprečuje stik semena z gozdnimi tlemi in onemogoči kalitev (Wohlgemuth in sod., 2002; Rozman in Diaci, 2008; Vidic, 2009; Klemen, 2012). Zato je bila na površinah, kjer se je malinjak bujno razrastle naravno obnova močno otežena. Na umetno obnovljenih površinah pa je za boljšo rast in preživetje sadik potrebna vsakoletna obžetev, kar pa povzroča precejšnje stroške.

Na naravno obnovljenih površinah smo na ploskvicah v povprečju zabeležili 8.000 naravno nasemenjenih drevesc na hektar, na umetno obnovljenih pa povprečno 4.556 drevesc na hektar. Ker so nekateri avtorji zabeležili precej nižje gostote, drugi avtorji pa precej višje, smo zato gostote primerjali z gostoto pomladka, ki jo uporabljamo pri sadnji. Ugotovili smo, da so bile gostote pri obeh načinih prenizke za dokaj normalen razvoj sestoja v prihodnosti. Če upoštevamo samo gostoto bi bila naravno obnova boljša izbira za obnovo vetrolomnih površin, vendar gostota ni edini dejavnik uspešnosti obnove. Pomembna je tudi sestava drevesnih vrst, saj si v gozdu želimo čim več ekonomsko bolj zanimivih drevesnih vrst. Vrsta sestava je bila pri obeh načinih obnove podobna in spodbudna, saj je prevladoval gorski javor, ki je ekonomsko bolj zanimiv. Število klimaksnih drevesnih vrste je bilo večje kot število pionirskih drevesnih vrst. Pri obeh načinih obnove je primanjkovalo iglavcev, zato bi bilo v prihodnje smiselno z gojitvenimi ukrepi pomagati navadni jelki in navadni smreki. S statistično analizo smo nakazali, da je bilo zastiranje kamenja in skal pozitivno povezano s številom klimaksnih drevesnih vrst in dominantnih drevesc, enaka

povezava pa obstaja med zastiranjem opada in številom pionirskih drevesnih vrst. Negativno povezavo smo ugotovili tudi med zastiranjem odmrlega drevja in številom klimaksnih drevesnih vrst. Povprečna razdalja od ploskev do semenskih dreves pa ni imela statističnega vpliva na gostoto naravnega mladja.

Povprečna gostota dominantnih drevesc na naravno obnovljenih površinah je znašala 977 drevesc/ha in je bila manjša od povprečne gostote sadnje, ki je dosegala vrednost 2.765 sadik/ha. Ugotovili smo 93 % uspeh sadnje, kar je zelo dober rezultat. Vzrokov za tako visoko stopnjo preživetja je več: vsakoletna obžetev zeliščne plasti, hitra in strokovna sadnja, kakovostne sadike in dobre vremenske razmere v času sadnje in po njej. Na objektu Pod vratci smo zabeležili precej slabši uspeh sajenja, kar je bila najverjetneje posledica napačnega načina sadnje navadne bukve.

Posajene sadike so imele tri leta po sadnji večji premer koreninskega vratu in večje višine ter so bile manj poškodovane. Višinski prirastki so bili višji pri dominantnih drevescih, vendar je bila razlika majhna. V vitalnosti pa nismo zaznali bistvenih razlik med naravno in umetno obnovljenimi površinami. Iz vsega povedanega lahko sklepamo, da je umetna obnova uspešnejša od naravne obnove. Umetna obnova je zaradi visokih stroškov sadnje in spremljevalnih del bistveno dražja od naravne obnove, zato je sadnja prioriteta samo na določenih vetrolomnih površinah. Za umetno obnovo se odločimo na površinah, kjer so najbolj rodovitna rastišča z zelo malo mladja ali pa je mladje sestavljeno iz ekonomsko nezanemljivih vrst. Posadimo lahko tudi površine, ki bi zaradi erozijskih procesov lahko ogrozile premoženje in varnost ljudi. Sadnja je upravičena tudi na površinah, ki so brez mladja z močno razvito zeliščno in grmovno plastjo.

8 VIRI

Anko B. 1993. Vpliv motenj na gozdni ekosistem in na gospodarjenje z njim. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42, 6: 85-109

Bleiweis S. 1983. Pogostost in obseg škod zaradi ujm v slovenskih gozdovih. Gozdarski vestnik, 41, 6: 234-249

Brang P., Schönenberger W., Fischer A. 2004. Reforestation in Central Europa: lessons from multi-disciplinary field experiments. Forest Snow and Landscape Research, 78: 53-69

Bonfils P., Brang P., Dietiker F., Fürst E., Horisberger D., Junod P., Meier S., Monnin M., Pittet P., Schneider P., Walther H. 2010. Die Kunstverjüngung der Trauben- und Stieleiche. 2. überarbeitete Aufl. Merkblatt: 10 str.

Google maps

<https://maps.google.si/maps?hl=sl>(28. 9. 2013)

Grečs Z. 2000. Obnova gozdov s sadnjo/setvijo – strokovna izhodišča. V: Gozdno semenarstvo in drevesničarstvo: od sestoja do sadike: IV. delavnica javne gozdarske službe, Rogla, 26-27. september 2000. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 1-6

Diaci J. 2002. Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. Forest Ecology and Management, 161: 27-38

Diaci J. 2006. Gojenje gozdov:pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja: učbenik za študente univerzitetnega študija gozdarstva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Ljubljana: 384 str.

Ellenberg H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht: 170 Tabellen. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.

Fidej G. 2012. »Metodologija meritev na raziskovalnih ploskvah za primerjavo naravne in umetne obnove«. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (osebni vir, avgust 2012)

Jacobs F. D., Ross-Davis L.A., Davis S. A., 2004. Establishment success of conservation tree plantations in relation to silvicultural practices in Indiana, USA. New Forests, 28: 23-36

Jakša J. 1997. Obseg in posledice gozdnih požarov v Sloveniji v Letih 1991 do 1996 ter vloga gozdarstva v varstvu pred požari v gozdu. Gozdarski vestnik, 65, 4: 177-186

Jakša J. 2007. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 65, 3: 161-168

Jakša J., Kolšek M. 2008. Naravne ujme v slovenskih gozdovih. Ujma, 23: 72-81

<http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2009/072.pdf> (22. 3. 2013)

Jurc M., Perko M., Džeroski S., Demšar D., Hrašovec B. 2004. Modeling two spruce bark beetle populations (Scolytidae: *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*) in Southwestern Slovenia: a tool in the management of economically important species. V: The Fourth European Conference on Ecological Modelling - ECEM 2004. Bled, Jožef Stefan Institute: 69-70

Jurc M., Perko M., Džeroski S., Demšar D., Hrašovec B. 2006. Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia : monitoring and modeling. Ecological modelling, 1/3: 219-226

Klaužer S. 2012. Uspešnost umetne in naravne obnove vetrolomnih površin na širšem območju Bohorja: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 34 str.

Klemen K. 2012. Uspešnost sanacije vetrolomnih površin s setvijo na primeru GGE Kamnik: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 36 str.

Kraigher H. 2001. Semenarski praktikum: strokovni seminar o gozdnem semenarstvu. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 72 str.

Kuuluvainen T., Kalmari R. 2003. Regeneration microsites of *Picea abies* seedlings in a windthrow area of a boreal old-growth forest in south Finland. Annales botanici Fennici, 40: 401-413

Marinšek A., Diaci J. 2004. Razvoj inicialne faze na vetrolomni površini v pragozdnem ostanku Ravna gora. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 73: 31-50

Mayer P., Brang P., Dobbertin M., Hallenbarter D., Renaud J., Walthert L., Zimmermann S. 2005. Forest storm damage is more frequent on acidic soils. Annals of Forest Science, 62: 303-311

Morrissey C. R., Jabobs D. F., Davis A. S., Rathfon R. A. 2010. Survival and competitiveness of *Quercus rubra* regeneration associated with planting stocktype and harvest opening intensity. New Forests, 40: 273-287

Ogris N., Jurc, M. 2004. Posledice viharnega vetra na Pokljuki v letu 2002. Gozdarski vestnik 62, 7/8: 316-325

Ogris N., Džeroski S., Jurc M. 2004. Windthrow factors - a case study on Pokljuka. Zbornik gozdarstva in lesarstva. 74: 59-76

Ogris N., Jurc, M. 2010. Sanitary felling of Norway spruce due to spruce bark beetles in Slovenia : a model and projections for various climate change scenarios. Ecological modelling, 2: 290-302

Pahovnik A. 2011. Analiza vetroloma na območju Črničca leta 2008: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 47 str.

Palacios G., Navarro Cerrilo R. M., Campo A., Toral M. 2009. Site preparation, stock quality and planting date effect on early establishment of Holm oak (*Quercus ilex*) seedlings. *Ecological engineering*, 35: 38-46

Papež J., Černigoj V. 2007. Zgodovina gospodarjenja z gozdovi v GGE Predmeja. *Gozdarski vestnik*, 65, 1: 46-59

Papež J., Černigoj V. 2007. Odziv nekaterih živalskih vrst na spremembe okolja v GGE Predmeja. *Gozdarski vestnik*, 65, 1: 143-148, 165-172

Papler-Lampe V. 2008. Snegolom, ki je januarja 2007 prizadel blejske gozdove. *Gozdarski vestnik*, 66, 5/6: 309-319

Papler- Lampe V. 2009. Presoja ukrepov pri sanaciji ujm 2006-2008. *Gozdarski vestnik*, 67, 5/6: 365-376

Papler-Lampe V., Westergren M., Kraigher H. 2011. Zagotavljanje obnove s sadnjo in setvijo ob naravnih ujmah velikega obsega. V: Odzivi gozdne tehnike in gozdarstva na spremenjene razmere gospodarjenja: XXVIII. gozdarski študijski dnevi 13.-14. april. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 49-51

Poljanec A., Gartner A., Papler-Lampe V., Bončina A. 2008. Sanacija v ujmah poškodovanih gozdov. V: Naravne nesreče v Sloveniji 2008: zbornik posvetovanja. Ljubljana, ZRC: 76 str.

Poročilo o gozdovih za leto 2006. 2007. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 118 str.

Poročilo o gozdovih za leto 2009. 2010. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 118 str.

Prijavna vloga 2010. Ljubljana, Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS: 48 str.

Rammig A., Fahse L., Bugmann H., Bebi P. 2006. Forest regeneration after disturbance: a modelling study for the Swiss Alps. *Forest Ecology and Management*, 222: 123-136

Robek R., Černigoj V., Peljhan S., Krč J. 2011. Sanacija vetroloma Predmeja 2008 – primer dobre prakse.

<http://web.bf.uni-lj.si/go/gsd2011/povzetki/4.blok/%C4%8Cernigoj,%20Kr%C4%8D,%20Peljhan,%20Robek.pdf> (22. 3. 2013)

Rozman E., Diaci J. 2008. Pomladitvena ekologija drugotnih visokogorskih smrekovih gozdov v Jelendolu. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 85: 27-37

Schelhaas M.J., Hengeveld G., Moriondo M., Reinds G. J., Kundzewicz Z. W., Maat H., Bindi M. 2010. Assessing risk and adaptation options to fires and windstorms in European forestry. *Mitigation Adaptation Strategies Global Change*, 15, 681-701

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

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

Schönenberger W. 2002. Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: the first ten years after the 1990 storm Vivian. *Forest, snow and landscape research*, 77: 61-80

Schönenberger W. 2002. Windthrow research after the 1990 storm Vivian in Switzerland: objectives, study sites, and projects. *Forest Snow and Landscape Research*, 77: 9-16

Seifert J. R., Jacobs D. F., Selig M. F. 2006. Influence of seasonal planting date on field performance of six temperate deciduous forest tree species. *Forest Ecology and Management*, 223: 317-378

Sharma M., Bell. W. F., White R.G., Morneau A., Towill W. D. 2010. Seedling size and woody competition most important predictors of growth following free-to-grow assessment in four boreal forest plantations. *The forestry chronicle*, 86, 2: 213-224

Ščap Š. 2010. Sanacija vetrolomne površine na Jelovici: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 40 str.

Vidic D. 2009. Razvoj mladja v gozdnem rezervatu Smrečje po naravnih motnjah: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 49 str.

Vodde F., Jögiste K., Gruson L., Ilisson T., Köster K., Stanturf J. 2009. Regeneration in windthrow areas in hemiboreal forests: the influence of microsites on the height growths of different tree species. *Journal of forest research*, 15: 55-64

Wald, Forstpraxis, Waldwirtschaft.

http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/index_DE (20. 5. 2013)

Wohlgemuth T., Kull P., Wüthrich H. 2002. Disturbance of microsites and early tree regeneration after windthrow in Swiss mountain forests due to the winter storm Vivian 1990. *Forest snow and landscapes research*, 77, 1/2: 17-47

Zupančič M. 1969. Vetrolomi in snegolomi v Sloveniji v povojni dobi. *Gozdarski vestnik*, 8/9: 199-208

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojim staršem, ki so mi omogočili študij in mi stali ob strani.

Posebna zahvala gre mojemu dekletu Sari za vso podporo tekom študija, za slovnični pregled magistrskega dela in za prevod povzetka v angleški jezik.

Najlepše se zahvaljujem mentorju prof. dr. Juriju Diaciju, za strokovno pomoč in podane nasvete pri pisanju magistrskega dela.

Zahvaljujem se Galu Fideju za pomoč pri izbiri in postavitvi ploskev ter pri meritvah in obdelavi podatkov. Za pomoč pri določanju rastlin in za izdelavo analize zeliščne in grmovne plasti se zahvaljujem dr. Andreju Rozmanu.

Zahvaljujem se Vojku Černigoju in Dušanu Premu iz Krajevne enote Predmeja Zavoda za gozdove Slovenije za pomoč pri iskanju primerni objektov in za podatke, ki sem jih potreboval pri pisanju magistrskega dela.

Hvala tudi prof. dr. Maji Jurc za recenzijo in mag. Maji Božič za tehnični pregled magistrskega dela.

PRILOGE

Priloga A

Snemalni list za popis sadik in dominantnih drevesc

ploskev:	umetno/naravno		ekspozicija:		naklon:		GPS X:	
kraj:	datum:		relief:		popisal:		Y:	
št. osebka	DV	višina	viš. prirastek(3)	RCD	FTG	mikrora.	objed.	vitalnost
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								