

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

Simon KLAUŽER

**RAZVOJ SAJENEGA IN NARAVNEGA MLADJA NA
VETROLOMNIH POVRŠINAH ČRNIVCA IN
BOHORJA**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2015

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

Simon KLAUŽER

**RAZVOJ SAJENEGA IN NARAVNEGA MLADJA NA
VETROLOMNIH POVRŠINAH ČRNIVCA IN BOHORJA**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**DEVELOPMENT OF PLANTED AND NATURAL REGENERATION
ON WINDTHROW AREAS OF ČRNIVEC AND BOHOR**

M. Sc. Thesis
Master Study Programmes

Ljubljana, 2015

Magistrsko delo je zaključek 2. stopnje magistrskega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire v okviru Katedre za gojenje gozdov na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Terensko delo smo opravili leta 2014 na vetrolomnih površinah na Črničvu in širšem območju Bohorja.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete je dne 18. 2. 2014 za mentorja diplomske naloge imenovala prof. dr. Jurija Diacija, za somentorja asist. dr. Andreja Rozmana in za recenzenta red. prof. dr. Roberta Brusa.

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Simon KLAUŽER

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	GDK 23.4+4212(043.2)=163.6
KG	uspešnost obnove/saditev/gorski javor/vetrolom/Črničec/Bohor
KK	
AV	KLAUŽER, Simon
SA	DIACI, Jurij (mentor), ROZMAN, Andrej (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2015
IN	RAZVOJ SAJENEGA IN NARAVNEGA MLADJA NA VETROLOMNIH POVRŠINAH ČRNIČVA IN BOHORJA
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP	XII, 105 str., 38 pregl., 30 sl., 132 vir..
IJ	Sl
Jl	sl/en
AI	

Namen magistrskega dela je bil preučiti uspešnost sanacije in značilnosti obnove vetrolomnih površin. V raziskavo so bile vključene vetrolomne površine na Črničvu in Bohorju, nastale v poletnih neurjih leta 2008. Postavili smo enainvajset vzorčnih ploskev (10 m x 10 m) na naravno obnovljene površine in prav toliko na umetno obnovljene površine, ki so bile večinoma posajene z gorskim javorjem (*Acer pseudoplatanus* L.). V letih 2012 in 2014 smo izpeljali analize značilnosti sadik umetne obnove in dominantnih dreves naravne obnove. Izveden je bil tudi popis gostote in zastiranja naravnega mladja ter zastiranja zelišč in grmovnic. Zabeležili smo 17 različnih drevesnih vrst. Gostota naravnega mladja na naravno obnovljenih površinah je znašala 29.524 osebkov/ha in 7.460 osebkov/ha pri umetni obnovi. Gostota mladja se je med meritvama v povprečju povečala za 555 osebkov/ha na leto pri umetni obnovi in za 1746 osebkov/ha pri naravni obnovi. Klimaksnih drevesnih vrst je bilo glede na gostoto na naravno obnovljenih površinah 74 % in 31 % pri umetni obnovi. Zelišča in grmovnice so povprečno zastirale 99 % površine in so negativno vplivala na gostoto mladja. Od leta 2012 do 2014 je propadlo 15,9 % sadik in 9,6 % dominantnih dreves. Večjo verjetnost preživetja so imela drevesa, ki so v preteklosti imela večji premer koreninskega vratu in bolj sproščeno krošnjo. Sadike so bile v povprečju višje kot dominantna drevesa. Relativni višinski prirastki dominantnih dreves so bili večji kot pri sadikah. Šok po presaditvi je pri sadikah izzvenel po treh letih.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2
 DC FDC 23.4+4212(043.2)=163.6
 CX regeneration success/planting/sycamore maple/windthrow/Črničec/Bohor
 CC
 AU KLAUŽER, Simon
 AA DIACI, Jurij (supervisor), ROZMAN, Andrej (co-supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
 PY 2015
 TI DEVELOPMENT OF PLANTED AND NATURAL REGENERATION ON WINDTHROW AREAS OF ČRNIVEC AND BOHOR
 DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
 NO XII, 105 p., 38 tab., 30 fig., 132 ref..
 LA sl
 AL sl/en
 AB

The purpose of the masters these was to examine the effectiveness of the rehabiliton and remediation characteristics windthrow area. The study included wind breakage surface on Črnič and Bohor incurred during summer storms in 2008. We have twentyone sample plots (10 m x 10 m) on natural resurfacing and just as much an artificial resurfacing, wich were mostl planted with sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.). In 2012 and 2014 we analyzed the chararateristics of seedlings and dominant trees. It was carried out a census of density and coverage natural seedlings and coverage herbs and shrubs. We recorded seventeen (17) different tree spices. The density of natural seedlings in natural renovated areas was 29.524 specimens per ha and 7.460 specimens per ha in the artificial reconstructions. The density of seedlings during measurements an average increase of 555 specimens / ha per year, in the natural regeneration. Climax tree spices in view of the density of the naturally reconstructed areas was 74 % and 31 % or artificial reconstruction. Herbs and shrubs were obscured on average 99% surface and have negative impact on densityof seedlings. From 2012 to 2014 it collapsed 15,9 % seedlings and 9,6 % dominant trees. Greater likelihood of survival had trees, wich in the past had a larger root collar diameter and more relaxed crown. Seedlings were on average higher than the dominant trees. The relative height incerements dominant trees were larger that seedlings. Shock post- transplant seedlings resolved after three years.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK.....	VIII
 KAZALO PREGLEDNIC.....	 X
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 UMETNA OBNOVA	2
2.1.1 Uspešnost saditve	2
2.1.2 Karakteristike sadik	4
2.1.3 Starost sadik.....	5
2.1.4 Čas saditve.....	5
2.1.5 Gostota saditve	6
2.1.6 Stroški saditve	7
2.1.7 Puljenke	7
2.2 NARAVNA OBNOVA	8
2.2.1 Naravni pomladek po ujmah.....	8
2.2.2 Primerjava naravnega mladja na sajenih in naravno obnovljenih površinah ..	10
2.2.3 Mortaliteta	11
2.2.4 Bližina semenskih dreves	11
2.2.5 Gostota.....	11
2.3 PRIMERJAVA NARAVNO IN UMETNO OBNOVLJENIH POVRŠIN.....	12
2.3.1 Pionirske vrste	13
2.3.2 Primerjava višin.....	14
2.3.3 Primerjava višinskih prirastkov	14
2.4 PRITALNA VEGETACIJA	15
2.5 OBJEDANJE.....	16
2.6 MIKRORASTIŠČA	17
2.7 VELIKI DREVESNI OSTANKI	18
3 RAZISKOVALNI CILJI IN HIPOTEZE.....	20
4 OBJEKT RAZISKAVE.....	21
4.1 OBMOČJE BOHORJA	21
4.1.1 Lokacija Brest.....	22
4.1.2 Lokacija Globoko	22

4.1.3	Lokacija Armeško.....	23
4.1.4	Lokacija Frlekov breg.....	24
4.2	OBMOČJE ČRNIVCA	24
4.2.1	Severni del Črnivca	25
4.2.2	Južni del Črnivca	26
5	METODE DELA	28
5.1	IZBIRA PLOSKEV	28
5.2	MERITVE NA MANJŠIH PLOSKVAH	29
5.3	MERITVE NA VEČJI PLOSKVI	30
5.4	OBDELAVA PODATKOV	32
6	REZULTATI	33
6.1	ANALIZA SADIK IN DOMINANTNIH DREVES	33
6.1.1	Gostote sadik	33
6.1.2	Primerjava gostote dominantnih dreves na naravno obnovljenih površinah in sadik na umetno obnovljenih površinah	33
6.1.3	Analiza mortalitete	35
6.1.4	Analiza višin mladja	36
6.1.5	Analiza višin gorskega javorja	38
6.1.6	Analiza višinskih prirastkov	39
6.1.7	Analiza višinskih prirastkov gorskega javorja	40
6.1.8	Višinski prirastki sadik gorskega javorja po objektih	42
6.1.9	Primerjava naravne in umetne obnove gorskega javorja med objekti	43
6.1.10	Analiza premera koreninskega vratu vseh drevesnih vrst	46
6.1.11	Analiza konkurence	48
6.1.12	Analiza mikrorastišč	51
6.1.13	Analiza objedenosti	52
6.1.14	Analiza vitalnosti	53
6.2	ANALIZA VEGETACIJSKIH PLOSKEV	55
6.2.1	Drevesna sestava.....	55
6.2.2	Gostota mladja naravno nasemenenega mladja.....	55
6.2.2.1	Gostote naravnega mladja po objektih	56
6.2.2.2	Gostota naravnega mladja glede na reakcijo tal	57
6.2.2.3	Gostote klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst	58
6.2.3	Drevesna sestava naravnega mladja	60
6.2.4	Zastiranje	62
6.2.4.1	Ordinacija vegetacijskih popisov	62
6.2.4.2	Zatiranje zelišč, grmovnic in drevesnih vrst.....	63
6.2.4.3	Zastiranje zelišč in grmovnic glede na objekt	64
6.2.4.4	Zastiranje zelišč in grmovnic glede na pH tal	65
6.2.4.5	Zastiranje drevesnih vrst po objektih	66

6.2.4.6	Zastiranje pionirskih in klimaksnih drevesnih vrst.....	66
6.2.4.7	Zastiranje drevesnih vrst glede na pH tal	68
6.2.4.8	Zastiranje po drevesnih vrstah.....	69
6.2.4.9	Zastiranje skal in kamenja	70
6.2.4.10	Zastiranje velikih drevesnih ostankov	71
6.2.4.11	Zastiranje opada.....	73
6.2.4.12	Zastiranje organskih tal	75
7	RAZPRAVA.....	77
7.1	PRIMERJAVA SADIK IN DOMINANTNIH DREVES NARAVNEGA MLADJA.....	77
7.1.1	Gostote in drevesna sestava.....	77
7.1.2	Uspeh obnove	78
7.1.3	Višine in višinski prirastki.....	79
7.1.4	Premjer koreninskega vratu	81
7.1.5	Konkurenca (FTG)	81
7.1.6	Mikrorastišča, objedenost, vitalnost	82
7.2	VEGETACIJSKE PLOSKVE	83
7.2.1	Drevesna sestava, gostota in zastiranje.....	83
7.2.2	Zastiranje zelišč	85
7.2.3	Klimaksne in pionirske vrste	86
7.2.4	Vpliv pH tal	88
7.2.5	Zastiranje skal, kamenja, velikih drevesnih ostankov, opada in organskih tal	89
8	ZAKLJUČEK	91
9	LITERATURA.....	94
	ZAHVALA.....	106

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacije raziskovalnih ploskev na severnem delu Črničva (ortofoto: Atlas okolja, 2015).....	26
Slika 2: Raziskovalne ploskve na južnem delu Črničva (foto: Matej Jerele, 10. 9. 2012)..	27
Slika 3: Skica ploskev in ploskvic za popis pomlajevanja in vegetacije (Jerele, 2014).....	29
Slika 4: Umetno obnovljena raziskovalna ploskev (Jerele, 2014).....	30
Slika 5: Naravno obnovljena raziskovalna ploskev (Jerele, 2014).....	31
Slika 6: Dominantni osebek bukve označen z rdečo žico (foto: Simon Klaužer, 11. 8. 2014)	32
Slika 7: Gostota dominantnih dreves po objektih.....	34
Slika 8: Višina mladja vseh drevesnih vrst po objektih glede na način obnove in leto merjenja	37
Slika 9: Povprečni višinski prirastek dominantnih dreves in sadik po letih v (cm)	39
Slika 10: Višinski prirastki sadik po objektih.....	43
Slika 11: Relativni prirastki gorskega javorja	44
Slika 12: Absolutni prirastki gorskega javorja v (cm).....	44
Slika 13: Zastopanost mikrorastišč na naravno obnovljenih površinah v (%)	51
Slika 14: Zastopanost mikrorastišč na umetno obnovljenih površinah v (%)	52
Slika 15: Stopnje objedenosti dominantnih dreves	53
Slika 16: Stopnje objedenosti sadik.....	53
Slika 17: Vitalnost dominantnih dreves po stopnjah	54
Slika 18: Vitalnost sadik po stopnjah	54
Slika 19: Povprečna gostota naravno mladja po objektih.....	57
Slika 20: Gostota klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst po objektih.....	59
Slika 21: Deleži klimaksnih in pionirskih vrst po objektih	60
Slika 22: Ordinacija popisov na vegetacijskih ploskvah (Rozman, 2015).....	63

Slika 23: Povprečni delež zastiranja zelišč in grmovnic po objektih	65
Slika 24: Mediana zastiranja zelišč in grmovnic glede na pH tal.....	65
Slika 25: Povprečni delež zastiranja klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst po objektih .	66
Slika 26: Delež klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst od zastiranja vseh drevesnih vrst po objektih	68
Slika 27: Mediana zastiranja drevesnih vrst glede na pH tal.....	68
Slika 28: Povprečno zastiranje VDO glede na reakcijo tal	73
Slika 29: Povprečno zastiranje opada glede na reakcijo tal.....	74
Slika 30: Povprečno zastiranje organskih tal glede na reakcijo tal	76

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Gostota sadik po objektih (N = 21)	33
Preglednica 2: Delež zasedenih kvadrantov z dominantnimi drevesi in sadikami po objektih v (%)	34
Preglednica 3: Mortaliteta mladja v obdobju 2012–2014 v (%)	35
Preglednica 4: Spearmanov korelacijski koeficient rangov preživetja z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	35
Preglednica 5: Višina mladja glede na način obnove v obeh letih merjenja v (cm)	36
Preglednica 6: Kruskal-Wallisov test višine mladja v obeh letih merjenja glede na način obnove	37
Preglednica 7: Spearmanov korelacijski koeficient rangov višine v letu 2012 in v letu 2014 z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	38
Preglednica 8: Višina mladja gorskega javorja glede na način obnove v obeh letih merjenja v (cm)	39
Preglednica 9: Mediana absolutnih višinskih prirastkov in višin dominantnih dreves po drevesnih vrstah v (cm)	40
Preglednica 10: Kruskal-Wallisov test višinskih prirastkov gorskega javorja glede na način obnove	40
Preglednica 11: Absolutni prirastki gorskega javorja v (cm)	41
Preglednica 12: Relativni prirastki gorskega javorja v (cm)	42
Preglednica 13: Kruskal-Wallisov test višinskih prirastkov gorskega javorja glede na objekte	43
Preglednica 14: Spearmanov korelacijski koeficient rangov višinskih prirastkov gorskega javorja z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	45
Preglednica 15: Premeri koreninskega vratu po objektih in letih merjenja v (mm)	47
Preglednica 16: Spearmanov korelacijski koeficient rangov RCD v letu 2012 in v letu 2014 z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	48

Preglednica 17: FTG po objektih in načinu obnove v (%)	49
Preglednica 18: Spearmanov korelacijski koeficient rangov FTG v letu 2012 in v letu 2014 z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	50
Preglednica 19: Delež dreves po posameznih stopnjah FTG	50
Preglednica 20: Gostota naravnega mladja (ha^{-1}).....	56
Preglednica 21: Delež ploskev brez pomladka (%).....	56
Preglednica 22: Gostota naravnega mladja glede na reakcijo tal	58
Preglednica 23: Gostota pionirskih in klimaksnih drevesnih vrst glede na vrsto obnove v (%) od celote.....	59
Preglednica 24: Spearmanov korelacijski koeficient rangov gostote klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	60
Preglednica 25: Delež drevesnih vrst v letu 2012 po objektih glede na število v (%)	61
Preglednica 26: Delež drevesnih vrst v letu 2014 po objektih glede na število v (%)	62
Preglednica 27: Zastiranje dreves, grmovnic in zelišč v (%)	64
Preglednica 28: Spearmanov korelacijski koeficient rangov zastiranja zelišč in grmovnic z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	64
Preglednica 29: Zastiranje pionirskih in klimaksnih drevesnih vrst glede na vrsto obnove v (%)	67
Preglednica 30: Spearmanov korelacijski koeficient rangov zastiranja klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	67
Preglednica 31: Delež posamezne drevesne vrste pri zastiranju v letu 2012 glede na celotno površino v (%).....	69
Preglednica 32: Delež posamezne drevesne vrste pri zastiranju v letu 2014	70
Preglednica 33: Zastiranje kamenja in skal (%)	71
Preglednica 34: Zastiranje odmrle lesne mase v (%)	72

Preglednica 35: Spearmanov korelacijski koeficient rangov zastiranja grobih lesnih ostankov z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	72
Preglednica 36: Zastiranje opada v (%).....	74
Preglednica 37: Zastiranje organskih tal	75
Preglednica 38: Spearmanov korelacijski koeficient rangov zastiranja organskih tal z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)	76

1 UVOD

V zadnjem obdobju smo priča vse večjemu številu skrajnostnih vremenskih pojavov, ki bodo po izsledkih nekaterih avtorjev v prihodnje še pogostejši (Kajfež, 2007; Stanturf in sod., 2007). Ob teh skrajnostnih vremenskih pojavih se pogosto razvije tudi močan veter, ki je krivec za povprečno okrog 10 % sanitarnega poseka v slovenskih gozdovih. Veter je tretji najpogostejši dejavnik za sanitarno sečnjo (Poročilo ..., 2010). V letu 2008 je bil veter najpogostejši dejavnik za sanitarno sečnjo, saj je bilo zaradi poletnih neurij posekanega okoli 500.000 m³ lesa (Jakša in Kolšek, 2008; Poročilo ..., 2010; Pahovnik, 2011).

Na vetrolomnih površinah se predhodne mikroklimatske razmere močno spremenijo in pogosto pride do pojava evtrofikacije rastišča. Na teh površinah je naravna obnova pogosto močno otežena, še bolj pa se to izkaže na skrajnostnih rastiščih (Schönenberger, 2002a; Brang in sod., 2004). V večini primerov so vetrolomne površine ekološka niša za polsvetloljubne in svetloljubne drevesne vrste, med katerimi je precej pionirjev (Fischer in Fischer, 2010). Slednji so lahko zaradi svoje hitre rasti in kratkoživosti zelo dobrodošli, saj se pod njihovim zavetjem razvijejo klimaksne drevesne vrste (Kupferschmid in sod., 2002; Močlov in Lässig, 2002). V pomladku se nato na vetrolomnih površinah opaža večji delež listavcev kot iglavcev, še posebej tam, kjer so bili slednji umetno pospeševani (Močlov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002b; Jerele, 2014).

Zaradi zahtevnosti in dolgotrajnosti procesa naravne obnove se pogosto zatekamo k umetni obnovi (Wohlgemuth in sod., 2002). Slednja je na skrajnostnih rastiščih skorajda nujna, v kolikor želimo ohraniti gozdni pokrov in morebitno varovalno vlogo gozda. Stroški saditve in nadaljnja negovalna dela v zadnjem obdobju presegajo izkupiček od prodanega lesa na prizadetem območju. V Sloveniji se ob obnovi večjih ujm pogosto srečamo s težavo, ko primanjkuje ustreznega gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) (Jakša, 1997; Šelb, 2008). Veliki stroški pogosto privedejo do vprašanja, katero obnovo izbrati na prizadetih območjih. Pri vseh načinih obnove je potrebo stremeti k temu, da bomo oblikovali odpornejši in stabilnejši sestoj od prejšnjega, ki pa bo dajal tudi pozitivne ekonomske rezultate. Pri umetni obnovi imamo nekoliko večje možnosti glede nabora drevesnih vrst, saj nismo omejeni le na naravno mladje kot pri naravni obnovi. Pri saditvi je vsekakor potrebno paziti, da zopet ne osnujemo nestabilnih monokultur. Pri odločanju o načinu obnove po naravnih ujmah je potrebno upoštevati priporočila predhodnih sanacij in jih prilagoditi danim razmeram.

2 PREGLED OBJAV

Nevihte z močnimi sunki vetra so v zadnjem obdobju vse močnejše in pogostejše, kar je po besedah nekaterih avtorjev posledica podnebnih sprememb (Usbeck in sod., 2010). Prav tako za prihodnje napovedujejo povečevanje pogostosti teh pojavov. S tega stališča se je potrebno zavedati, da bodo imeli vetrolomi vedno večjo vlogo pri razvoju gozdov (Stanturf in sod., 2007).

2.1 UMETNA OBNOVA

Po priporočilih *Resolucije o nacionalnem gozdnem programu* moramo pri obnavljanju sestojev s saditvijo dajati prednost rastišču prilagojenim domačim drevesnim vrstam lokalnih provenienc. Pri izboru vrst moramo skrbeti za povečevanje deleža plodonosnih drevesnih vrst. Poleg tega se je potrebno z izborom vrst prilagajati okoljskim spremembam in skrbeti za biotsko pestrost ter stabilnost gozdov (Resolucija..., 2007). Podnebne spremembe predstavljajo za gozdarstvo nov izziv, za reševanje katerega nekateri avtorji predvidevajo ponovno povečanje uporabe saditve v gozdnem prostoru (Küchli, 2013).

2.1.1 Uspešnost saditve

Najpogostejši vzroki propada sadik so: šok po presaditvi, tekmovanje z ostalo vegetacijo, slaba kakovost sadilnega materiala ter slaba izvedba sajenja (Demchik in Sharpe, 2000; Ward in sod., 2000; Jacobs in sod., 2004; Wasem, 2006; Wilson in Jacobs, 2006; Pinto in sod., 2011; Jacobs in sod., 2012). V nekaterih virih zaznamo tudi težave zaradi objedanja po malih glodavcih ali večjih rastlinojedih, lomljenja in prevračanja sadik zaradi snega, napadov insektov, glivičnih obolenj, nepravilnega časa sajenja in površinske erozije (Demchik in Sharpe, 2000; Schönenberger, 2002a; Wasem, 2006; Palacios in sod., 2009). Po podatkih ZGS so ključni dejavniki za uspeh saditve: kakovost sadik, način ravnanja s sadikami od izkopa do saditve in vremenske razmere v spomladanskem obdobju (Poročilo ..., 2010).

Uspeh saditve se med različnimi študijami močno razlikuje. V sušnih predelih španske Almerije je bil uspeh saditve po sedmih letih, 79-odstoten za sadike, ki so jih gnojili in 42-odstoten za sadike, ki niso bile deležne gnojenja z mineralnimi gnojili (Oliet in sod., 2009). Druge raziskave niso dokazale boljšega uspeha saditve gnojenih sadik (Sloan in Jacobs, 2013), ampak so potrdile, da je uspeh saditve v sušnih področjih kljub kontejnerski saditvi lahko slab (Pausas in sod., 2004; Villar-Salvador in sod., 2004a; Tsakaldimi in sod., 2005; Wasem, 2006). Kljub temu so mnoge raziskave pokazale, da je kontejnerska saditev uspešnejša od saditve sadik z golimi koreninami, še zlasti na ekstremnejših rastiščih (Ward in sod., 2000; Oliet in sod., 2009; Tsakaldimi in sod., 2009). Poleg tega so sadike iz večjih kontejnerjev bolj konkurenčne in v enakem času dosežejo večjo višino kot sadike z golimi koreninami (Morrissey in sod., 2010). Do slabših uspehov saditve so prišli raziskovalci v švicarskih Alpah. Na ekstremnih rastiščih so sadili v povprečju 78 cm visoke in od 12 do

14 let stare sadike cemprina (*Pinus cembra* L.) s koreninsko grudo. Osem let po saditvi je bil uspeh na zgornji gozdni meji 9-odstoten, na osrednjem delu proženja snežnih plazov 33-odstoten in na robnem predelu proženja snežnih plazov 63-odstoten. Po 30 letih je na zadnjih dveh objektih preživelo le nekaj sadik, na zgornji gozdni meji so se vse posušile. Največji odstotek propada sadik so zabeležili štiri leta po saditvi (Wasem, 2006). V ZDA so šest let po saditvi trdih listavcev zabeležili povprečno 67 % preživelih sadik. Najbolje je umetna obnova uspela na površinah škropljenih s herbicidi pred in po saditvi. Dobre uspehe so dosegli tudi na strojno sajenih površinah. Največji uspeh ročne saditve so dosegli profesionalni gozdarski delavci (Jacobs, 2004). Tudi v švicarskih Alpah so na vetrolomnih površinah 10 let po saditvi zabeležili 70 % preživelih sadik (Schönenberger, 2002a). Mortaliteta sadik se z višanjem nadmorske višine veča (Brang in sod., 2004). V večini primerov so zaradi povečanega stresa zabeležili največji propad sadik v poletnem obdobju (Brang in sod., 2004; Cuesta in sod., 2010; Gajšek in sod., 2014).

V sklopu projekta Ekološka sanacija naravnih ujm v gozdovih je po Sloveniji potekalo več raziskav na površinah prizadetih od vetra. V jugovzhodni Sloveniji so na vetrolomnih območjih tri leta po sanaciji ugotovili 76-odstoten uspeh saditve predvsem gorskega javorja (Klaužer, 2012). Na območju Trnovskega gozda, kjer so pretežno sadili smreko in bukev, je bil uspeh saditve po treh letih 93-odstoten (Škvarč, 2014). Za razliko so na blejskem območju na nekaterih objektih v zadnjem obdobju beležili le 25-odstotno uspešnost saditve (Papler-Lampe in sod., 2011). V kolikor je sajenje opravljeno pravilno, bi moral biti uspeh saditve nekje od 80 % do 90 % za smreko in nekoliko manj za ostale drevesne vrste (Diaci, 2006; Schönenberger, 2002b).

Sušni stres je eden od poglavitnih vzrokov propada sadik (Demchik in Sharpe, 2000; Ward in sod., 2000; Jacobs in sod., 2004; Wasem, 2006; Wilson in Jacobs, 2006; Pinto in sod., 2011; Jacobs in sod., 2012). Najbolj negativne učinke ima pomanjkanje vode ravno v prvih rastnih mesecih po saditvi (Jacobs in sod., 2004; Palacios in sod., 2009). Nekateri raziskovalci so preverjali možnosti izboljšanja odpornosti sadik na sušni stres. Vilagrosa in sodelavci (2003) so sadike tršlje (*Pistacia lentiscus* L.), prnarja (*Quercus coccifera* L.) in rdečeplodnega brina (*Juniperus oxycedrus* L.) v drevesnicah izpostavljali sušnim razmeram. Po presaditvi v gozdove so preverjali uspeh preživetja v primerjavi s sadikami, ki niso bile izpostavljene tem postopkom v drevesnicah. Izkazalo se je, da je ta postopek nekoliko izboljšal odstotek preživetja sadik. Pri drugih raziskavah na hrastu črniki (*Quercus ilex*) tega pozitivnega učinka niso potrdili (Villar-Salvador in sod., 2004b). Pri izpostavljanju sadik sušnemu stresu se kaže, da so pozitivni učinki vidni pri drevesnih vrstah, ki so že tako bolj prilagojene na sušo (mediteranske vrste). Tako za sadike ni enotnega vzorca za izpostavljanje sušnemu stresu pred presaditvijo (Vilagrosa in sod., 2003).

Morrissey in sodelavci (2010) so ugotovili, da poleg velikosti vrzeli na preživetje sadike vpliva tudi ekspozicija. V velikih vrzelih je bil delež preživelih sadik bistveno višji kot v

srednje velikih in malih. Med različnimi ekspozicijami se je za najuspešnejšo izkazala severovzhodna ekspozicija. V kolikor so primerjali višinske prirastke se je izkazalo, da najhitreje rastejo sadike, ki so sajene na jugovzhodnih ekspozicijah, saj traja obdobje, primerno za rast, najdlje (Brang in sod., 2004).

Pri izbiri ustrezne sadike je poleg vrste zelo pomembno tudi poreklo (provenienca). V Sloveniji so v Zakonu o gozdnem reprodukcijskem materialu opredeljena provenienčna območja, v okviru katerih lahko pridobivamo in sadimo gozdni reprodukcijski material. Po tem zakonu bi naj bile zagotovljene zadostne količine GRM za potrebe v Sloveniji (Zakon..., 2011). Podobno lahko 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 se ob nastanku ujm pogosto zgodi, da so zaloge GRM iz ustreznih provenienc bistveno premajhne. V želji po čim hitrejšem ukrepanju, se pogosto zgodi, da se uporabi za tista rastišča manj primeren GRM. Poleg tega se v primeru ujm pogosto zgodi, da naročila sadik niso definirana po višinskih pasovih in talnih podlagah, ampak le po provenievcah in starosti, kar je pomanjkljivo (Papler-Lampe in sod., 2011).

2.1.2 Karakteristike sadik

Pri ocenjevanju primernosti sadik za saditev se pogosto opiramo na morfološke znake sadik (Kraigher, 2001; Diaci, 2006). Raziskava Jacobsa in sod. (2012) je pokazala, da so sadike z visokim razmerjem med svežo maso in volumnom koreninskega sistema bolj dovzetne za propad po presaditvi v gozd. Razlog za to je prevelika poraba vode in hranil za transpiracijo, ki jo premajhen koreninski sistem ne more zagotavljati. Dolgo časa je veljalo prepričanje, da so manjše sadike bolj prilagodljive (Diaci, 2006) ter posledično uspešnejše na sušnih predelih. Raziskave na sušnih sredozemskih področjih so dokazale ravno obratno, saj so večje sadike alepskega bora (*Pinus halepensis* Mill.) in črnike bolj prestale sušo od majhnih (Pue'rtolas in sod., 2003; Villar-Salvador in sod., 2004a; Cuesta in sod., 2010). Še bolj kot sama velikost sadike je pomembna njena založenost s hranili, ki se odraža v vitalnosti in volumnu rastline (Cuesta in sod., 2010; Morrissey in sod., 2010). Vitalne in s hranili dobro založene sadike odražajo povečano rast še tri leta po saditvi (Oliet in sod., 2009). V Sloveniji tako ZGS naroča sadike iglavcev od 25 cm do 70 cm višine in listavce od 50 cm do 140 cm višine, odvisno od drevesne vrste (Razpisna..., 2015).

Bolje kot velikost sadike se je za določanje kakovosti sadike izkazal premer koreninskega vratu (t.i. angl. *root collar diameter*, RCD) (Rosner in Rose, 2006; Morrissey in sod., 2010). Za alepski bor so priporočali premer koreninskega vratu večji od 5 mm, pri črniku, prnarju, rožičevcu (*Ceratonia silqua* L.) in tršlji je bil priporočen premer koreninskega vratu vsaj 7 mm (Tsakaldimi in sod., 2013).

Med hitro merljivimi parametri sadik drevesnih vrst, ki posledično vplivajo na uspeh saditve, so poleg premera koreninskega vratu tudi višina in razni odnosi med njima ter odnosi med maso nadzemnega dela sadike in maso podzemnega dela, število brstov ter število in dolžina stranskih vej (Rose in sod., 1997; Kraigher, 2001; Diaci, 2006; Wasem, 2006; Nörr in Stiegler, 2012). Kvocient med velikostjo sadike in premerom koreninskega vratu naj ne bi presegal vrednosti 80 pri gozdnih puljenkah (Nörr in Stiegler, 2012). Za uspeh saditve je zelo pomemben tudi koreninski sistem (dolžina korenin, prostornina koreninskega sistema, masa koreninskega sistema, število prvega reda stranske korenine in njihova dolžina, morfologija koreninskega sistema ...). Najpogosteje se koreninski sistem kar okularno oceni, saj so ostale metode določanja največkrat zamudne ali celo destruktivne za sadiko (Rose in sod., 1997; Davis in Jacobs, 2005; Tsakalidimi in sod., 2005; Grossnickle, 2012). Korenine listavcev se pri izkopavanju v drevesnicah pogosto močno poškodujejo, saj je tehnologija prilagojena predvsem smreki. Korenine se po izkopu namoči v raztopino, ki omejuje izhlapevanje in zadržuje vlago. Sploh je pri manipulaciji s sadikami potrebno paziti, da ne pride do izsušitve korenin (Diaci, 2006). Pri obrezovanju korenin je potrebno biti minimalističen, sploh kadar režemo glavno korenino, ki se zelo slabo obnavlja (Diaci, 2006; Nörr in Stiegler, 2012).

Noland in sod. (2001) so v Kanadi dokazali, da se ne moremo vedno zanašati na napovedovanje uspešnosti saditve glede na morfološke znake sadike. Za črno smreko (*Picea mariana* Mill.) so dokazali, da se na morfološke znake sadik ne moremo zanašati. Prav tako so Palacios in sodelavci (2009) ugotovili majhen vpliv kakovosti sadike na njeno preživetje. Tudi Grossnickle (2012) ugotavlja, da zaželene kakovostne lastnosti sadik ne zagotavljajo visokega uspeha preživetja, ampak ga le povečujejo.

2.1.3 Starost sadik

V Sloveniji se sadijo večinoma sadike stare tri leta, le pri smreki (*Picea abies* L.) ZGS priporoča starost štirih let. Pri smreki zahtevajo vzgojno obliko dve plus dve leti, pri ostalih vrstah je zahtevana oblika ena plus dve leti (Diaci, 2006; Razpisna..., 2015). Drugje je pogosto zaznati tudi saditev sadik starih le eno leto (Seifert, 2006; Palacios in sod., 2009). Včasih se zlasti pri kontejnerski saditvi uporabljajo bistveno starejše sadike (tudi 14 let) (Wasem, 2006).

2.1.4 Čas saditve

Čas saditve je odvisen od načina saditve (z golimi koreninami, kontejnerska saditev ...) in drevesne vrste. V splošnem velja pravilo, da se sadike z golimi koreninami presaja v obdobju mirovanja drevesa (Planting Hardwood Seedlings, 1992; Diaci, 2006). Saditev iglavcev je bolje opraviti v spomladanskem času, potem ko sneg skupni in do začetka odganjanja sadik. Saditev v tem času je uspešnejša od jesenske, saj iglavcem korenine čez zimo ne rastejo in zaradi transpiracije skozi listne reže lahko pride do izsušitve. Pri listavcih je uspešnejša jesenska saditev, saj v nezmrznenih tleh čez zimo njihove korenine

še vedno rastejo, kar pripomore k boljši ukoreninjenosti v začetku rastne sezone (Diaci, 2006). Večje korenine se izkažejo predvsem v prvem letu, saj pripomorejo k večjemu črpanju vode in hranil iz tal (McMillin in Wagner, 1995). V kolikor se poslužujemo kontejnerske saditve, lahko to opravljamo vse leto (Diaci, 2006).

Pri ameriški čremsi (*Prunus serotina* Ehrh.), črnem orehu (*Juglans nigra* L.) ter tulipanovcu (*Liriodendron tulipifera* L.) je Seifert (2006) navajal, da je datum sajenja (november–junij) vplival na preživetje in rast sadik, vendar je bil učinek relativno neizrazit. Ugotovil je tudi, da dolgotrajno skladiščenje sadik z golimi koreninami ne vpliva negativno na preživetje sadik, v kolikor je bilo pravilno izvedeno. Prav tako so v Španiji Palacios in sodelavci (2009) ugotovili, da ima čas sajenja vpliv na preživetje sadik. Presenetljivo so najboljši uspeh zabeležili pri sadikah, sajenih sredi sezone, in najslabši pri sadikah, sajenih pozno v sezoni.

2.1.5 Gostota saditve

Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) je bila gostota sajenja v Sloveniji leta 2013 v povprečju 2.074 sadik na hektar in v letu 2009 okrog 2.253 sadik na hektar (Poročilo ..., 2010; Poročilo ..., 2014). Pred tridesetimi leti so bile gostote saditve večje, saj so za smreko znašale okrog 4.000 sadik na hektar (Papler-Lampe in sod., 2011). Na vetrolomnih površinah nastalih v letu 2008 so zabeležili povprečno gostoto saditve 1.621 sadik na hektar na območju Bohorja in 2.765 sadik na hektar na območju Trnovskega gozda (Klaužer, 2012; Škvarč, 2014). Schönenberger (2002a) je v švicarskih Alpah po orkanu Vivian zabeležil podobne gostote saditve, nekje med 2.000 in 2.600 sadik na hektar. Na vetrolomnih površinah v gorskih gozdovih Urala so zabeležili gostoto sadik rdečega bora (*Pinus sylvestris* L.) in sibirske smreke (*Picea obovata* Ledeb.) med 2.500 in 3.300 na hektar (Močalov in Lässig, 2002). Gostota saditve je pogosto odvisna od prisotnosti naravnega mladja, drevesne vrste in založenosti tal s hranili. Na bogatih rastiščih je primernejše sajenje večjih in močnejših sadik v manjših gostotah, od saditve majhnih in manj kakovostnih sadik v večjih gostotah. Uspešnost sajenja na takšnih površinah je močno odvisna tudi od nadaljnjega odstranjevanja konkurenčne vegetacije (Sharma in sod., 2010).

Poraba GRM je po Evropi v zadnjem obdobju bistveno manjša kot v preteklosti. Razlogi so poleg opaznih stranskih učinkov snovanja velikih monokultur v preteklosti, tudi povečani stroški dela (Papler-Lampe in sod., 2011; Kühle, 2013). Poraba sadik gozdnega drevja je v Sloveniji močno odvisna od nastankov ujm, saj se sicer večina gozdov obnavlja po naravni poti brez saditve. Zaradi vetrolomov v letu 2008 je bila poraba sadik naslednjih nekaj let povečana. Tako so v letu 2009 posadili okrog 0,9 milijona sadik gozdnega drevja. V letu 2013 je bila poraba sadik okrog 0,5 milijona in od tega jih je bilo 70.000 namenjenih za ujme, kar odraža dejstvo, da v predhodnih letih ni bilo prisotnih večjih ujm (Poročilo ..., 2010; Poročilo ..., 2014). Med leti 2007 in 2011 je bilo za potrebe ujme posajenih 1.358.701 sadik 23 različnih drevesnih vrst in 5.900 puljenk štirih drevesnih vrst

(Papler-Lampe in sod., 2011). Za leto 2015 je predvidena poraba sadik skoraj izključno za obnovo gozdov, prizadetih po žledu. V tem letu namreč nameravajo s saditvijo obnoviti 175 ha gozdov s približno 350.000 sadikami (Načrt ..., 2014; Razpisna ..., 2015). Za primerjavo velja omeniti, da v ZDA letno porabijo več kot 1,5 milijarde sadik gozdnega drevja (Davis in Jacobs, 2005). V Švici so med leti 1900 in 1970 posadili letno med 25 in 20 milijonov sadik, v zadnjem obdobju so saditev prav tako zmanjšali na dober milijon sadik (Küchli, 2013). V nekaterih vzhodnih državah pri sajenju gozdnega drevja še vedno bistveno prevladujejo iglavci (Močalov in Lässig, 2002). Delež sadik iglavcev je leta 2009 v Sloveniji znašal 42 %, v letu 2013 že 55 % in v letu 2015 okrog 47 % od celotne količine sadik (Poročilo ..., 2010; Poročilo ..., 2014; Razpisna..., 2015).

2.1.6 Stroški saditve

Stroški saditve so eden od ključnih razlogov, da se za saditev po naravnih ujmah ne odločamo v velikem obsegu. V švicarskih Alpah so ugotovili, da znašajo stroški saditve večjih sadik (78 cm) cemprina skupaj s koreninsko grudo okrog 42 švicarskih frankov na sadiko. V to ceno je bila vključena vzgoja sadike v drevesnici, transport in saditev (Wasem, 2006). V Sloveniji je bil leta 2011 strošek ene sadike z golimi koreninami brez saditve okrog 0,42 € za smreko, 0,70 € za bukev (*Fagus sylvatica* L.) in 1,30 € za gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.) (Poročilo ..., 2012). V naših razmerah so bili stroški saditve brez zaščite in nadaljnjih negovalnih del, pri smreki z gostoto okrog 2.000 sadik na ha okrog 1.700 €/ha, za bukev in češnjo (*Prunus avium* L.) z enako gostoto je strošek znašal 2.900 €/ha. V kolikor so sadike zaščitili pred objedanjem (pri smreki premaz vršičkov s Kemakolom in tulci pri listavcih), so bili stroški za smreko 4.500 €/ha, za gorski javor 10.630 €/ha in za bukev 14.160 €/ha (Šelb, 2008).

2.1.7 Puljenke

Puljenke so sadike gozdnega drevja, ki jih dobimo (izpulimo) iz gostega naravnega pomladka. Območje, kjer smo puljenko pridobili, se mora po ekoloških in rastiščnih razmerah ujemati z mestom saditve, sicer lahko pride do prevelikega šoka in posledično velike mortalitete (Diaci, 2006). Nörr in Stiegler (2012) sta ugotovila, da se v Nemčiji v zadnjih časih ponovno v večjem obsegu uporabljajo gozdne puljenke za obnovo gozda, kjer naravna obnova ni zadovoljiva. Puljenke pridobivajo pod drevesi, ki kažejo kvalitetne znake in so starejša od 50 let. Sadike so pridobljene pod vsaj 20 gensko različnih dreves iste vrste. Naravna obnova na teh površinah mora biti tolikšna, da zagotavlja od 4 do 5 sadik na m², ne da bi slabili uspešnost naravne obnove. Kot puljenke so se najbolj obnesle bukev, jelka (*Abies alba* Mill.) in v splošnem listavci. Optimalen čas pridobivanja puljenk je bil za listavce konec oktobra ali začetek novembra po močnejši zmrzali. Hrastu (*Quercus* sp.) in bukvi je bolj ugajalo presajanje v sredini novembra po daljši zmrzali. Pri iglavcih je najugodnejše presajanje po sredini oktobra. Za spomladansko presajanje je najugodnejši čas za vse drevesne vrste pred nabrekanjem popkov. Premer koreninskega vratu (RCD) bi naj bil pri bukvi od 4 do 6 mm, smreki ter jelki med 3 in 5 mm ter ostalih

listavcih med 3 in 7 mm. Optimalna starost gozdnih puljenk bukve je od 3 do 5 let, jelke od 4 do 6 let, smreke od 4 do 5 let ter ostalih listavcev, ki so stari od 1 do 3 let. Nemški državni inštitut za gozdarstvo priporoča za bukev velikost gozdnih puljenk med 30 in 50 cm, za jelko in smreko med 20 in 40 cm ter za ostale listavce med 20 in 60 cm. Puljenke nad 60 cm višine se ne priporočajo zaradi prevelikih poškodb korenin, ki nastanejo pri izkopavanju sadik v sestojih. Puljenke manjše od 20 cm prav tako ne priporočajo zaradi slabe konkurenčnosti z zeliščno plastjo (Nörr in Stiegler, 2012). V nasprotju s tem v Švici priporočajo višino puljenk ravno med 15 in 20 cm (Wasem, 2005). Strošek pridobivanja bukovih sadik iz gozda do višine 50 cm je 0,12 € na sadiko in 0,17 € na sadiko pri višini od 50 do 70 cm. Ključna prednost puljenk pred sadikami pridobljenimi v drevesnicah je njihova nižja cena in prilagojenost rastišču (Diaci, 2006). V Sloveniji so v letu 2013 za obnovo gozdov uporabili 8.275 puljenk, v letu 2009 pa okrog 21.100, prevladovala so bukove puljenke (Poročilo ..., 2010; Poročilo ..., 2014). Poleg bukve se v zadnjem času v Sloveniji poskuša še s puljenkami smreke in evropskega macesna (*Larix decidua* Mill.). V blejski območni enoti ZGS je uspeh saditve puljenk okrog 90-odstoten (Papler-Lampe in sod., 2011).

2.2 NARAVNA OBNOVA

Ključni dejavniki naravne obnove po vetrolomu so: velikost vetrolomne površine, naklon, ekspozicija, nadmorska višina, lastnosti tal, značilnosti predhodnega sestoja, prisotnost pomladka pred ujmo, prisotnost semenskih dreves, sposobnost generativnega in vegetativnega razmnoževanja in način sanacije (Fischer, 1996; Leder in Krumnacker, 1998; Clinton in Baker, 2000; Ščap, 2010).

2.2.1 Naravni pomladek po ujmah

Ujme s spremembo ekoloških razmer pripomorejo pri ohranjanju pionirskih in svetloljubnih drevesnih vrst (Tajnikar, 2007; Bottero in sod., 2013). Večja prisotnost zgodnejših sukcesijskih stadijev na saniranih vetrolomnih površinah je tudi posledica manjše konkurence klimaksnih drevesnih vrst, ki so pogosto poškodovana pri spravilu poškodovanega lesa (Fischer, 1996). Evtrofikacija in druge spremembe v rastiščnih razmerah vplivajo na oteženo naravno pomlajevanje (Schönenberger, 2002a; Brang in sod., 2004). Tla z višjo pH vrednostjo in višjim deležem organskih snovi v organskem horizontu omogočajo boljšo in hitrejšo regeneracijo (Diaci in sod., 2000; Kramer in sod., 2014). Za najpomembnejša dejavnika naravne obnove gozda po vetrolomu sta se izkazala pritalna vegetacija in pH tal (Kramer in sod., 2014).

Pri spravilu lesa iz prizadetih območij dodatno poškodujemo tla, mladje in okoliški sestoj (Fischer, 1996; Fischer in sod., 2002; Schönenberger, 2002a; Ilisson in sod., 2007). Po ujmi sta Fischer in Fischer (2012) na 25 % površine nespravljenih območij zabeležila spremembe na površju tal v primerjavi s spravljenim delom, kjer je bila prvotna oblika

talnega površja skoraj povsod spremenjena. Prerahljana zgornja plast tal in premešan opad izboljšata razmere za kaljenje, kar je ena od pozitivnih lastnosti spravila poškodovanega lesa (Davis in sod., 2000; Wohlgemuth in sod., 2002; Ilisson in sod., 2007; Kramer in sod., 2014). Raziskave potrjujejo pozitiven vpliv spravila poškodovanega lesa na gostoto mladja po ujmi (Schönenberger, 2002a; Ilisson in sod., 2007; Kramer in sod., 2014). Nekatere raziskave nakazujejo, da so za uspešnost obnove pomembnejše ekološke razmere na vetrolomu kot način sanacije (Kramer in sod., 2014).

Pomladek, ki je bil pred ujmo prisoten v sestoji, je nekoliko zmanjšal zmožnosti za razvoj pionirskih drevesnih vrst. Sestoji, ki so imeli pred ujmo dovolj razrahljan sklep krošenj, so omogočili nasemenitev in razvoj sencovzdržnih in polsvetloljubnih drevesnih vrst. Ob povečanem dotoku svetlobe po ujmi in nekaj časa zmanjšani konkurenci so se te vrste odzvale s povečano višinsko rastjo. Najhitreje rastoči osebki so prevzeli vodilno vlogo pri tvorbi novega sestoja (Marinšek in Diaci, 2004; Ramming in sod., 2005; Nagel in sod., 2006; Metslaid in sod., 2007; Nagel in sod., 2010; Vodde, 2013). Predrastki so tako ugodno vplivali na hitrost obnove po ujmi (Diaci in sod., 2000; Wohlgemuth in sod., 2002; Ramming in sod., 2005). Zaščitna funkcija gozda se je v alpskih predelih naravno vzpostavila okrog 50 let po ujmi (Ramming in sod., 2005). Ker je bila takšna doba na teh predelih pogosto predolga, so se posluževali predvsem umetne obnove s saditvijo (Schönenberger, 2002a).

Na Jelovici so dve leti po vetrolomu v pomladku zabeležili največ smreke (76 %), sledila je bukev, najmanjši delež je imel gorski javor (Ščap, 2010). Tudi Wohlgemuth in sodelavci (2002) ter Schönenberger (2002a) so po vetrolomu v Alpah zasledili poleg pomladka smreke, gorskega javorja še jerebiko (*Sorbus aucuparia* L.) in nekatere vrste vrb (*Salix* sp.). Tudi v borealnih gozdovih Finske je v pomladku po vetrolomu prevladovala smreka s kar 87 % (Kuuluvainen in Kalmari, 2003). Diaci in Marinšek (2004) sta skoraj 30 let po vetrolomu v pragozdnem ostanku na Ravni gori ugotovila velik delež klimaksnih drevesnih vrst. Skupno sta zabeležila le tri drevesne vrste. Od pionirjev je bila prisotna le iva (*Salix caprea* L.). Prevladoval je gorski javor, ki je bil v sestoji prisoten že pred ujmo in je izrabil ugodne svetlobne pogoje po njej. Bukev se je v sestoj dodatno primešala tudi po ujmi in bo najverjetneje v prihodnje tudi prevladala. Po vetrolomu je bukev prevladala v pragozdu Pečka (Nagel in sod., 2006) in v gospodarskih gozdovih v bližini Bohinjskega jezera (Medja, 2014).

V primeru pomanjkanja pomladka pred ujmo ima velik vpliv na obnovo sestojev količina in kaljivost semena drevesnih vrst po ujmi, kar se kaže še posebej pri smrekovih sestojih (Ramming in sod., 2005). Ti učinki se pokažejo nekje po 10 letih (Ott in sod., 1991; Brang, 1998).

V večini raziskav, ki so primerjale naravno in umetno obnovljene sanirane površine po vetrolomu, so zabeležili povečevanje deleža listavcev v pomladku (Močalov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002b; Jerele, 2014). Trend večanja deleža listavcev se je pokazal

tudi na vetrolomnih površinah v rezervatu Smrečje (Vidic, 2009) in gospodarskih gozdovih na Krašici (Diaci, 2000). Ravno nasprotno je Medja (2014) zaznal povečevanje deleža iglavcev okrog 20 let po vetrolomu v okolici Bohinja. Močalov in Lässig (2002) utemeljujeta enega od razlogov za povečanje deleža listavcev v primerjavi z iglavci z veliko sposobnostjo vegetativnega odganjanja listavcev. Vegetativni odganjki bistveno prevladajo nad drevesci, ki zrastejo iz semena, še zlasti na saniranih površinah. Lipovec (*Tilia cordata* Mill.), breza (*Betula pendula* Roth.) in trepetlika (*Populus tremula* L.) so se tako kot drugod tudi v gozdovih Urala izkazali z zelo veliko sposobnostjo vegetativnega odganjanja. En genotip trepetlike lahko namreč poraste celo 0,1 ha površine (Konovolov in sod., 1981). Bistveno hitrejša rast vegetativnih odganjkov traja le prvih nekaj let, nato pogosto nastopi gniloba na koreninskem vratu in koreninah, kar privede do propada drevesa (Lugansky in sod., 1996).

2.2.2 Primerjava naravnega mladja na sajenih in naravno obnovljenih površinah

V gorskih gozdovih Urala so po vetrolomu na sanirani površini zabeležili nekoliko večjo pestrost drevesnih vrst od saniranih površin, zasajenih z rdečim borom (*Pinus sylvestris* L.) in sibirsko smreko. Prav tako so v Sloveniji štiri leta po vetrolomu na območju Bohorja zabeležili podobne rezultate. Klaužer (2012) je na umetno obnovljenih površinah evidentiral devet različnih drevesnih vrst in 13 drevesnih vrst na naravno obnovljenih površinah. Ravno nasprotno je v Trnovskem gozdu na umetno obnovljenih površinah Škvarč (2014) zabeležil osem različnih drevesnih vrst in sedem na naravno obnovljenih površinah. Na območju Črničva so prav tako zabeležili po sedem različnih drevesnih vrst tako na naravno kot tudi na umetno obnovljenih površinah (Jerele, 2014). Tudi v Alpah so bile razlike med načini obnove neopazne, saj je bilo v povprečju prisotnih 14 različnih drevesnih vrst, ne glede na način obnove (Schönenberger, 2002a; Medja, 2014). Vse to kaže na majhen vpliv načina obnove, na drevesno pestrost (Močalov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002a; Klaužer, 2012; Jerele, 2014; Medja, 2014; Škvarč, 2014).

Večje razlike med načini obnove so raziskovalci opazili pri deležih posameznih drevesnih vrst. Na umetno obnovljenih površinah Urala je bil delež iglavcev prvo leto po vetrolomu 54-odstoten, na naravno obnovljenih pa 29-odstoten. Takšna razlika je bila posledica sajenih iglavcev, ki so jih obravnavali enako kot naravno razvita drevesca. Ta razlika se je med različno obravnavanimi površinami sedem let po vetrolomu skoraj popolnoma zbrisala, saj je bil delež iglavcev na umetno obnovljenih 15-odstoten in na naravno obnovljenih površinah 19-odstoten. Sedem let po saditvi so sadike predstavljale 12-odstotni delež v skupnem številu mladja (Močalov in Lässig, 2002). Do precej podobnih rezultatov so prišli raziskovalci montanskih gozdov v Sloveniji. Štiri leta po vetrolomu na Črničvu so na naravno obnovljenih saniranih površinah zabeležili 17-odstotni delež iglavcev in 23-odstotni delež iglavcev na umetno obnovljenih saniranih površinah, kjer sadik niso upoštevali (Jerele, 2014). Prav tako so ob neupoštevanju sadik v Trnovskem

gozdu zabeležili 14-odstoni delež iglavcev pri naravni obnovi in 5-odstoni delež iglavcev pri umetni obnovi vetroloma (Škvarč, 2014).

2.2.3 Mortaliteta

Mortaliteta je del naravnega procesa razvoja gozda. Po vetrolomu Vivian je Schönenberger (2002a) pri naravnem mladju zabeležil 7-odstotno mortaliteto v 10 letih po motnji. Med drevesnimi vrstami je imel macesen najvišjo smrtnost (13 %). Ostale vrste so imele mortaliteto pod 10 % v 10 letih. Fischer in Fischer (2012) sta 25 let po vetrolomu pri smreki zabeležila zelo majhno mortaliteto in zelo veliko pri brezi. Smrtnost v začetnih razvojnih fazah je odvisna od višinske rasti drevesc. Hitrejša kot je rast dreves v višino, hitreje se večja konkurenca med njimi in posledično je tudi mortaliteta večja. Bolj kot so rastišča produktivna, večja je mortaliteta (Bachofen, 2009). Z višanjem mladja se delež propadanja manjša (Ramming in sod., 2005; Bachofen, 2009). V prebiralnih gozdovih je mortaliteta drevesc večjih od 8 cm prsnega premera med 0 in 3 % na leto. Pri mladju, ki je nižje od 20 cm, je lahko število propadlih drevesc tekom leta višje, kot je število tako velikih drevesc v začetku rastne sezone (Bachofen, 2009).

Vzroki propada naravnega mladja so zelo različni in so zaradi sinergijskega delovanja pogosto težko določljivi. Schönenberger (2002a) za kar 22 % drevesc naravnega mladja ni ugotovil vzroka smrtnosti. V gorskih gozdovih so bila labilna tla kar v 44 % vzrok za propad drevesc naravnega mladja. Ostali vzroki propada so: objedenost skorje od miši (5 %), zastor konkurenčne vegetacije (4 %), objedanje po divjadi (2 %) (Schönenberger, 2002a).

2.2.4 Bližina semenskih dreves

Uspešnost naravne obnove je odvisna od razdalje do semenskih dreves ali gozdnega roba (Bončina, 1996; Diaci, 2000; Schönenberger, 2002a; Wohlgemuth in sod., 2002; Klemen, 2012; Ščap, 2010; Ramming in sod., 2006; Medja, 2014). Klaužer (2012) pri analizi pomlajevanja po vetrolomu ni zaznal te odvisnosti. Bližina semenskih dreves vpliva na povečano količino semen in posledično na večjo gostoto pomladka in višjo hitrost obnove (Ramming in sod., 2006). Na razdalji večji od 30 m od semenskega drevesa ali gozdnega roba je že zaznavno zmanjševanje gostot nasemenitve (Ramming in sod., 2006; Klemen, 2012). V primerih, ko je razdalja večja od 250 metrov, je nasemenitev ekonomsko zanimivih drevesnih vrst skoraj nična, zato je potrebno naravno obnovo dopolniti s saditvijo (Ramming in sod., 2006).

2.2.5 Gostota

Gostota naravnega mladja je eden od pomembnih meril določanja uspešnosti obnove. Pri naravni obnovi pogosto pride do neenakih gostot znotraj objekta. Zato lahko najdemo predele brez mladja in tiste z več kot 30.000 drevesci (Wohlgemuth in sod., 2002; Rugani in sod., 2008; Bachofen, 2009; Ščap, 2010; Klaužer, 2012). Te neenakosti so ena od

pomanjkljivosti naravne obnove. Na Jelovici so namreč po vetrolomu zabeležili kar 30 % raziskovalnih ploskev brez pomladka (Ščap, 2009). Brang (2005) je našel takšnih objektov 20 %. Schönenberger (2002a) jih je zabeležil 14 % in 13 % z le enim osebkom. Vse tri raziskave so bile narejene v Alpah, kar potrjuje tezo, da se gostota dreves z večanjem nadmorske višine manjša (van Mantgem, 2006; Wohlgemuth in sod., 2008; Bachofen, 2009). Manjša kot so drevesa, bolj je ta povezava izražena (Bachofen, 2009).

Od naravnih dejavnikov je pH tal eden vplivnejših dejavnikov, ki vpliva na gostoto mladja. Nižji kot je pH tal, nižje so gostote mladja, ki poraščajo te površine (Kramer, 2014). Poleg tega višji pH tal pozitivno vpliva tudi na vrstno pestrost ostalih rastlin (Gough in sod., 2000; Van Couwenberghe in sod., 2010). Tudi velik delež skalovitosti terena in plitka tla neugodno vplivata na gostoto pomladka (Ščap, 2010).

Izvajanje nege prav tako vpliva na gostoto mladja, saj se pri tem odstranjuje osebke, ki so konkurenčni izbrancem. V Bohinju so tako na vetrolomnih površinah, kjer je bila izvedena nega, zabeležili 9.248 dreves/ha in 12.976 dreves/ha na nenegovanih površinah. Nega ima največji vpliv na gostoto dreves v najnižjem višinskem razredu (do 2 m) (Medja, 2014).

Tudi v negospodarskih gozdovih so gostote mladja po motnjah precej različne. Marinšek in Diaci (2004) sta našla v pragozdnem ostanku Ravna gora med 7.000 dreves/ha in 9.000 dreves/ha pomladka, odvisno od položaja ploskev v vrzeli. Nagel in sodelavci (2006) so v pragozdu Pečka po vetrolomu zabeležili 13.099 dreves/ha pomladka. Bistveno manjše gostote (okrog 4.000 dreves/ha) je Vidic (2009) našel v gozdnem rezervatu Smrečje.

2.3 PRIMERJAVA NARAVNO IN UMETNO OBNOVLJENIH POVRŠIN

Na vetrolomnih površinah v Sloveniji so bile gostote naravnega mladja štiri leta po ujmi večje na naravno obnovljenih površinah v primerjavi z umetno obnovljenimi. Raziskovalci navajajo, da je to lahko posledica izbora objektov z manjšo gostoto mladja, ki so bili prioritetenjši za umetno obnovo (Klaužer, 2012; Fidej in sod., 2013; Jerele, 2014; Škvarč, 2014). Ravno nasprotno so ugotovili v švicarskih Alpah, saj so zabeležili nekoliko večje gostote naravnega mladja na površinah, ki so jih nato umetno obnovili (Wohlgemuth, 2002). Gostote naravnega mladja se med različnimi območji močno razlikujejo. Najnižje gostote so zabeležili v Trnovskem gozdu (naravna obnova: 8.000 dreves/ha, umetna obnova: 4.556 dreves/ha) (Škvarč, 2014), nekoliko višje na Črničvu (naravna obnova: 19.333 dreves/ha, umetna obnova 13.667 dreves/ha) (Jerele, 2014) in največ na območju Bohorja (naravna obnova: 23.899 dreves/ha, umetna obnova 8.093 dreves/ha) (Klaužer, 2012).

Gostota mladja, višjega od 20 cm, je bila kljub upoštevanju sadik na umetno obnovljenih površinah le za 430 dreves na hektar večja od tiste z naravno obnovo, ki je znašala 12.976 dreves na hektar (Medja, 2014). Tudi Močalov in Lässig (2002) sta na Uralu ugotovila, da se razlike v gostotah mladja, višjega od 20 cm (> 20 cm), glede na način obnove z leti

zmanjšujejo in so po petih letih že zelo minimalne. Sedem let po vetrolomu sta zabeležila gostote okrog 7.000 dreves na hektar. V švicarskih Alpah so bile gostote 10 let po ujmi bistveno nižje in so znašale 1.700 dreves na hektar, ki so višja od 20 cm. Prav tako glede na način obnove ni bilo zaznati statistično značilnih razlik med gostotami mladja (Schönenberger, 2002a). V kolikor so upoštevali tudi drevesca pod 20 cm, so bile gostote na enem objektu 4.700 dreves na ha pri naravni obnovi in 3.900 dreves na hektar pri umetni obnovi ter na drugem objektu 10.000 dreves na ha pri naravni obnovi in 13.400 dreves na hektar pri umetni obnovi. Pri obeh načinih obnove je mladje, nastalo pred vetrolomom, predstavljalo na enem objektu okrog 50 % in na drugem objektu okrog 30 % celotnega mladja po 10 letih (Wohlgemuth, 2002). Povprečno večanje gostote pomladka v prvih letih po vetrolomu v Alpah je okrog 500 dreves/ha/leto (Brang, 2005). Veliko raziskav po Evropi potrjuje tezo, da je mladje, nastalo pred ujmo, zelo pomemben gradnik prihodnjega sestoja. Poleg tega ugotavljajo tudi, da so gostote mladja znotraj objektov lahko zelo različne (Poulson in Platt, 1996; Diaci in sod., 2000; Močlov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002a; Wohlgemuth in sod., 2002; Diaci in Marinšek, 2004; Ramming in sod., 2005; Nagel in sod., 2006; Metslaid in sod., 2007; Nagel in sod., 2010; Klaužer, 2012; Vodde, 2013; Jerele, 2014; Medja, 2014; Škvarč, 2014).

2.3.1 Pionirske vrste

Na vetrolomnih površinah se zaradi izobilja svetlobe in zmanjšane konkurence pogosto pojavijo pionirske drevesne vrste (Močlov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002a; Schönenberger, 2002b; Diaci, 2006). Pionirji so pomemben člen pri razvoju gozdov po motnjah. S svojo bujno rastjo lahko pionirji po vetrolomu kljub manjšim gostotam zastirajo večjo površino kot klimaksne vrste. Tako lahko že 4 leta po vetrolomu pionirske drevesne vrste zastrejo 3,8 % površine in pozno sukcesijske vrste 2,1 % (Jerele, 2014). Pod njihovim zastorom se zmanjša pokrovnost pritalne vegetacije, kar omogoči ugodnejše pogoje za nasenitev klimaksnih drevesnih vrst (Kupferschmid in sod., 2002; Močlov in Lässig, 2002).

Na območju Bohorja je bil delež pionirskih drevesnih vrst na umetno obnovljenih površinah okrog 59 % in 61 % na naravno obnovljenih površinah. Poleg deleža pionirskih vrst je zelo pomembna tudi njihova razmestitev (Fidej in sod., 2013). V Bohinju so prišli do večje razlike v deležu pionirskih drevesnih vrst med različnima načini obnove. Enajst let po vetrolomu je Medja (2014) ugotovil, da je delež pionirskih drevesnih vrst na naravno obnovljenih 25-odstoten in na umetno obnovljenih površinah 41-odstoten. Razlike v gostoti pionirjev med naravno in umetno obnovo so bile statistično različne ($p = 0,000$), medtem ko gostote klimaksnih drevesnih vrst niso bile statistično značilno različne ($p = 0,283$).

2.3.2 Primerjava višin

Poleg gostote je tudi višina mladja pomemben dejavnik pri ocenjevanju uspešnosti obnove gozda po ujmah. Pri preverjanju tega parametra so v švicarskih Alpah ugotovili, da je večina naravnega mladja 10 let po ujmi še vedno manjša od enega metra, kljub temu da je bila večina že takoj po ujmi večja od 0,5 m. Sadike so bile v povprečju višje od naravnega mladja. Večja višina sadik je posledica večje starosti (> 10 let), saj so pri naravnem mladju po desetih letih upoštevali vsa drevesca (> 20 cm), tudi tista, ki so vrasla po sajenju (Schönenberger, 2002b). Rezultati so bolj primerljivi pri študijah, ki so med naravnim mladjem obravnavale le višino dominantnih dreves, na katere je imela konkurenca najmanjši vpliv. Štiri leta po vetrolomu so ugotovili višjo povprečno velikost sadik od dominantnih drevesc naravnega mladja. Največje razlike v višini so znašale okrog 65 cm v prid sadik na Črničvu in okrog 8 cm v Trnovskem gozdu (Klaužer, 2012; Jerele, 2014; Škvarč, 2014).

Na Jelovici je bilo 2 leti po vetrolomu kar 55 % dreves manjših od 19 cm. Najmanj so jih našli v višinskem razredu med 90 in 129 cm (Ščap, 2010). Tudi Wohlgemuth in sodelavci (2002) ter Medja (2014) so prišli do podobnih ugotovitev, saj je bila večina pomladka še vedno v najnižjih višinskih razredih, vendar se je ta pomladek hitro razvijal. Višina mladja na vetrolomnih površinah je odvisna od časa, ki je pretekel od motnje. V kolikor je potrebna hitra vzpostavitev varovalne in zaščitne funkcije gozda, je bolje izbrati umetno obnovo, saj z določeno gostoto in višino sadik pridobimo deset let prednosti v razvoju pred naravno obnovo (Schönenberger, 2002b).

2.3.3 Primerjava višinskih prirastkov

Večina raziskav kaže na večji relativni višinski prirastek dominantnih naravno nasemenjenih dreves v primerjavi s sadikam v prvih letih po saditvi (Klaužer, 2012; Jerele, 2014; Škvarč, 2014). Klaužer (2012) je ugotovil, da so imele sadike gorskega javorja drugo vegetacijsko dobo po saditvi najmanjši prirastek (8 cm). V tej vegetacijski dobi so sadike doživele največji šok, saj so prvo leto porabliale zaloge, ki so si jih pridobile v drevesnici. V tretjem letu po saditvi so se sadike privadile na novo rastišče in se je prirastek (11 cm) zopet povečal. Pri dominantnih drevescih je bil nakazan trend rahlega zmanjševanja višinskih prirastkov, kar se je izkazalo tudi pri sadikah gorskega javorja na Črničvu. Nasprotno se je trend povečevanja prirastkov izkazal v Trnovskem gozdu pri sadikah in dominantnih drevescih, na Črničvu pa le na dominantnih drevescih (Jerele, 2014; Škvarč, 2014).

Premier koreninskega vratu je eden od pomembnih kazalnikov konkurenčnosti mladih drevesc. Pri raziskavah v Sloveniji so štiri leta po vetrolomu zabeležili v povprečju večje premere pri sadikah kot pri dominantnih drevesih istih vrst. Kljub temu so bile sadike slabše vitalne od dominantnih osebkov na naravno obnovljenih površinah (Klaužer, 2012; Jerele, 2014; Škvarč, 2014).

2.4 PRITALNA VEGETACIJA

Po vetrolomu se količina sončnega obsevanja, ki prispe do pritalne plasti, močno poveča (Wohlgemuth, 2002; Vodde in sod., 2011). Pomembna ekološka sprememba povzroči ugodnejše razmere za razvoj pritalne vegetacije in grmovnic (Brang, 2004). Pogostejše so svetloлюбne vrste. Zelo pogosto se močno razvijejo vrste iz rodu robid (*Rubus* spp.) in razne vrste trav, šašev in mahov (Wohlgemuth, 2002; Kuuluvainen in Kalmari, 2003; Bonfils in sod., 2010; Fischer, 2010; Klaužer, 2012; Škvarč, 2014). V večini primerov so te površine vrstno zelo pestre. V Trnovskem gozdu so namreč zabeležili 42 različnih zeliščnih in grmovnih vrst (Škvarč, 2014), na Črničvu 46 (Jerele, 2014) in na območju Bohorja kar 80 (Klaužer, 2012).

Površina, pokrita s pritalno vegetacijo, je na vetrolomnih površinah zelo različna. Kuuluvainen in Kalmari (2003) sta zabeležila v povprečju 60-odstotno pokritost. Do zelo podobnega rezultata je prišel tudi Škvarč (2014) v Trnovskem gozdu. V rezervatu Smrečje je bil delež pritalne vegetacije 74-odstoten (Vidic, 2009). Klaužer (2012) je štiri leta po vetrolomu zabeležil bistveno večjo prisotnost zeliščne in grmovne plasti (skupno okrog 104 %). Razlike v pokrovnosti pritalne vegetacije med naravno in umetno obnovljenimi površinami niso statistično značilno različne (Klaužer, 2012; Jerele, 2014; Škvarč, 2014).

V mladosti hitrorastoče vrste, kot so gorski javor, jerebika, breza, siva jelša (*Alnus incana* L.), evropski macesen in vrba, so se izkazale za primerne konkuriranju visoki zeliščni plasti na vetrolomnih površinah (Wohlgemuth, 2002). V večini primerov ima bujna pritalna vegetacija negativen vpliv na rast in razvoj mladja (Diaci, 2000; Jacobs in sod., 2004; Ramming in sod., 2005; Vidic, 2009; Bonfils in sod., 2010; Klemen, 2012; Kramer in sod., 2014). V kolikor je pritalna vegetacija zmerno razvita, ima lahko ugoden vpliv na mladice (Diaci, 2002), saj jih čez poletje ščiti pred direktnim sončnim obsevanjem. Vidic (2009) je v rezervatu Smrečje zaznal negativen vpliv pritalne vegetacije na pomlajevanje smreke in bukve. Sharma in sodelavci (2010) so presenetljivo ugotovili, da je pritalna vegetacija zmanjševala rast sadik kanadskega bora (*Pinus banksiana* Lamb.) in črne smreke le v prvih šestih letih, pozneje (7–12 let) je pozitivno vplivala na pospešeno rast. Pozitiven učinek na številčnost mladja in lokacijo pojavljanja je na vetrolomnih površinah Jelovice ugotovila Ščapova (2010).

Zaradi velikega vpliva vegetacije na uspešnost obnove so mnoge raziskave po svetu preverjale sproščenost dreves za rast (ang. FTG, Free to Grow). Največjo sproščenost (FTG) sadik so dosegli z uporabo herbicidov pred in po saditvi. Dobro sproščenost drevesc so dosegli tudi s strojnim sajenjem, kjer je bilo mogoče, in s prisotnostjo strokovno usposobljenega sadilca (Jacobs in sod., 2004). Sharma in sod. (2010) so dokazali, da je poleg višine dober pokazatelj sproščenosti tudi volumen drevesca. Volumen se je prav tako izkazal za boljšega napovedovalca rasti drevesca v prihodnje, kot sta njegova višina in zadnji višinski prirastek. Z večanjem nezastrtega rastnega prostora drevesca se večja tudi

njegov volumski prirastek (Rosner in Rose, 2006). Poleg tega je konkurenčna sposobnost sadik odvisna tudi od vrste konkurenta (Morrissey in sod., 2010).

Zeliščno in grmovno plast odstranjujemo s koso, srpom ali z vejnikom, predvsem v jeseni (Bonfils in sod., 2010). Pri obžetvi se lahko zaradi nestrokovnosti odstranijo številne ciljne drevesne vrste, zaradi tega je potrebno o tem izobraževati delavce in lastnike gozdov (Fidej in sod., 2013).

V slovenskih raziskavah se je delež sproščenosti (FTG) sadik izkazala kot statistično značilen pozitiven dejavnik za višino drevesca, višinski prirastek v zadnjem letu ter ponekod tudi na premer koreninskega vratu. Pri dominantnih drevesih na naravno obnovljenih ploskvah je bil ta trend bistveno redkeje izražen (Klaužer, 2012; Jerele, 2014; Škvarč, 2014).

2.5 OBJEDANJE

Prehranska zmožnost gozdov je velikokrat premajhna za potrebe rastlinojede parkljaste divjadi, kar se odraža s poškodbami in posledično škodo v gozdovih. V Švici je za 2 % propadlega mladja bilo krivo objedanje divjadi (Schönenberger, 2002a). Objedanju so bolj kot naravno mladje podvržene sadike (Jacobs in sod., 2004; Rozman in Diaci, 2008; Jakša, 2008; Jerele, 2014). Nekatere drevesne vrste so med rastlinojedo parkljasto divjadjo bolj priljubljene za objedanje (Jacobs in sod., 2004; Diaci, 2006; Jakša, 2008; Medja, 2014). Med najbolj priljubljene drevesne vrste spadajo gorski javor, jelka in razne plodonosne vrste (Bončina, 1996; Jerele, 2014; Medja, 2014). Jacobs in sodelavci (2004) so ugotovili, da so bile bolj sproščene sadike bolj podvržene objedanju terminalnih poganjkov. Zabeležili so tudi manj prostora za rast pri sadikah, ki so bile zaščitene pred objedanjem. Pogosto se je zgodilo, da je zmrzal povzročila propad terminalnega brsta, kar poveča verjetnost večvrhatosti, podobno kot je pri objedanju. Čampa (1984) je potrdil, da ima dolgo zadrževanje snega pozitiven učinek na zaščito podmladka pred objedanjem divjadi.

Zaščita pred objedanjem mora biti skrbno načrtovana, sicer ne dosežemo zelenih učinkov. Lahko se odločamo za posamično zaščito (premazi vršičkov iglavcev s fitofarmaceutskimi sredstvi npr. Kemakol, polni tulci, finomrežasti tulci, grobomrežasti tulci, aluminijaste folije in folije PVC za zaščito debel, premazovanje debel, čepki, količenje z dvema ali več količki) ali skupinsko (kovinske mreže okrog večje površine, repelenti) (Jakša, 2008). Skupinska zaščita je primernejša na površinah večjih od 0,3 ha in za gostejšo saditev (Jakša, 2008; Bonfils in sod., 2010). Pri sadikah so zaščitni ukrepi potrebni do velikosti sadike 1,2 m, v kolikor mladje ogroža srnjad (Bonfils in sod., 2010). Stopnja objedenosti sadik smreke je negativno, povezana z njihovo višino (Jerele, 2012). Najpogosteje se pri sadikah listavcev uporabljajo najrazličnejši tulci, pri katerih je pomembno, da so količki dobro pričvrščeni v tla, sicer pride čez zimo do poganja. V primeru bujne pritalne vegetacije so primernejši fino mrežasti ali celo polni tulci (Jakša, 2008). Medja (2014) je

pri jerebiki (*Sorbus aucuparia* L.) potrdil učinkovitost uporabe tulcev, saj je bila poškodovanost ob njihovi uporabi za okrog 30 % manjša, podobno je zabeležil Klaužer (2012) pri gorskem javorju. Zaščite evropskega macesna s tremi količki se je izkazala za manj primerno, saj so se pod težo snega nagibali in povzročali sabljasto rast drevesa.

2.6 MIKRORASTIŠČA

Veter zaradi prevračanja dreves povzroči nastanek posebnih oblik na terenu, kot so uleknine in koreninski krožniki, ki predstavljajo posebna mikrorastišča (Ulanova, 2000). Uleknina (ang. pit) predstavlja lokacijo, kjer je raslo izruvano drevo. Koreninski krožnik (ang. mound) predstavlja prevrtnjen koreninski sistem vključno z zemljo. Čez leta, ko se koreninski sistem razgradi, se za ta mesta uporablja izraz izboklina, kup (Beatty in Stone, 1986; Vodde in sod., 2011). Uleknine se od koreninskih krožnikov ločijo po sestavi tal, temperaturi, vsebnosti vode in hranil. Vetrolom povzroči, da so razlike v talni pedogenezi zaznavne tudi do 300 let (Beatty in Stone, 1986; Ulanova, 2000).

Povečanje pestrosti talnih razmer pripomore pri naselitvi vrst, ki pred ujmo niso bile prisotne. S tem se povečuje vrstna pestrost teh območji. Zaradi pogostega vegetativnega odganjanja se povečuje tudi znotrajvrstna pestrost. Topografija mikrorastišč vpliva tudi na horizontalno razmestitev dreves (Lässig in Mocalov, 2000; Ulanova, 2000; Vodde, 2013). Nakashizuka (1989) je ugotovil, da imajo posledice vetrolomov, kot so kupi, uleknine, premeščanje horizontov, večji pomen na ohranjanje vrstne pestrosti, kot ga ima nastanek vrzeli. Poleg tega imajo mikrorastišča in sečnja po vetrolomu ugoden vpliv na kalitev semena (Wohlgemuth, 2002). Tudi Kuuluvainen in sodelavci (1998) so potrdili pomembnost mikrorastišč za klitje semena, saj so na njih našli 60 % vseh klic borov (*Pinus* spp.) in 91 % vseh klic brez (*Betula* spp.). Mikrorastišča pozitivno vplivajo tudi na preživetje sadike, predvsem iglavcev (Brang in sod., 2004). Ravno nasprotno Tajnikar (2007) v pragozdu Perućica ni potrdil mikrorastišč kot pomemben dejavnik boljšega pomlajevanja, ampak je potrdil, da mikrorastišča pripomorejo k povečanemu deležu svetloljubnih vrst zgodnjih sukcesijskih stadijev, kar navaja tudi Ulanova (2000).

V splošnem velja, da so prednosti koreninskih krožnikov predvsem v višji legi nad ostalim terenom, kar poveča dotok svetlobe in zmanjša konkurenčnost z okoliško vegetacijo (Močalo, 2002; Noguchi in Yoshida, 2004). Regeneracija na teh mikrorastiščih predstavlja težavo, saj je zaradi izpiranja stalno prisotna erozija. Tako lahko traja celo desetletje, da so tla dovolj stabilna za kalitev semena (Wohlgemuth in sod., 2002; Nakagawa et al., 2003; Ilisson in sod., 2007). V ulekninah se v večini primerov nabira več humusa, stalno se kopičijo snovi in zastaja več vlage. V kolikor so te uleknine prisotne na bolj sušnih območjih, je to pozitivno, v nasprotnem primeru prihaja do slabše obnove, predvsem zaradi povečanega razvoja gliv in mikroorganizmov (Beatty in Stone, 1986; Nakashizuka, 1989; Ulanova, 2000; Močalo, 2002; Wohlgemuth in sod., 2002; Ilisson in sod., 2007).

Šebková in sodelavci (2012) so v naravnih jelovo bukovih gozdovih zabeležili okrog 8,5 % površine pokrite z izboklinami in 3,7 % z ulekninami, pri čemer so bila ta mikrorastišča v povprečju velika okrog 10 m². Kljub temu da proučevani gozdovi mnogo let niso bili prizadeti v ujmah, je Schönenberger (2002a) 10 let po vetrolomu Vivian zabeležil zelo podobne deleže mikrorastišč. Deleži posameznih mikrorastišč se med posameznimi objekti močno razlikujejo. Bukev, jelka, jerebika, gorski javor in gorski brest (*Ulmus glabra* Huds.) so bistveno pogostejše rasli na izboklinah (Šebková in sod., 2012). Tudi za smreko druge raziskave navajajo povečano prisotnost na koreninskih krožnikih, poleg tega se pojavlja tudi na odmrlem lesu ter manj na ulekninah (Ulanova, 2000; Močarov, 2002; Wohlgemuth in sod., 2002; Kuuluvainen in Kalmari, 2003; Vodde, 2013). Prvih nekaj let po ujmi so se za območja nekoliko uspešnejše obnove drevesnih in zeliščnih vrst izkazale uleknine (Wohlgemuth in sod., 2002; Ilisson in sod., 2007). V ulekninah so se najboljše izkazale drevesne vrste brez (*Betula* spp.), jelš (*Alnus* spp.) in vrb (*Salix* spp.) (Ilisson in sod., 2007; Vodde, 2013). V splošnem so gostote podmladka prvih nekaj let po ujmah na ulekninah in koreninskih krožnikih manjše od površin brez posebnosti (Ilisson in sod., 2007; Vodde, 2013; Jerele, 2014).

2.7 VELIKI DREVESNI OSTANKI

Veliki lesni ostanki ali veliki drevesni ostanki (ang. Coarse Woody Debris – VDO) so pomemben del gozdnega habitata sploh po nastanku vetroloma. VDO imajo najrazličnejše vplive na dinamiko razvoja gozda. V prvih fazah razkroja zmanjšujejo erozijo, daje oporo in senči okoliško vegetacijo (Schönenberger, 2002a; Zielonka, 2006; Papler-Lampe, 2009). Pri nadaljnjem razkroju se prične sproščati hranila, poveča se zmožnost za zadrževanje vode, ustvari se mehkejša tekstura, ki izboljša prodiranje korenin (Eriksson in Eriksson, 1997; Takahashi in sod., 2000; Papler-Lampe, 2009). Hranila so tekom razkroja v omejeni količini in za nekatere vrste bolj primerna (smreka) (Szewczyk in Szewagrzyk, 1996; Ulanova, 2000; Močarov, 2002; Wohlgemuth in sod., 2002; Kuuluvainen in Kalmari, 2003; Narukawa in Yamamoto, 2003; Vidic, 2009; Zielonka, 2006; Bottero in sod., 2013; Vodde, 2013). Pogosto traja več desetletji, preden odmrli les postane vir hranil (Krankina in sod., 1999; Laiho in Prescott, 2004).

Schönenberger (2002a) je deset let po vetrolomu Vivian zabeležil v povprečju 13 % zastrtost površine z VDO, 9 % jih ni bil v stiku s tlemi in 4 % jih je ležalo na tleh. Na saniranih območjih so drevesni ostanki zastirali od 0 do 7 % površine. Na območjih, ki niso bila sanirana, je bilo teh ostankov med 22 in 42 %.

Veliko raziskav potrjuje pomembnost grobih drevesnih ostankov za nadaljnjo obnovo sestoja (Fischer, 1996; Szewczyk in Szewagrzyk, 1996; Schönenberger, 2002a; Wohlgemuth in sod. 2002; Diaci in Marinšek, 2004; Zielonka, 2006; Rozman in Diaci, 2008; Vidic, 2009; Ščap, 2010; Bottero in sod., 2013). Rezultati so si pogosto kontradiktorni, saj nekateri potrjujejo pozitivne učinke na gostoto mladja (Szewczyk in

Szewagrzyk, 1996; Wohlgemunt in sod., 2002; Rozman in Diaci, 2008; Vidic, 2009; Bottero in sod., 2013). Spet druge so ugotovile negativen učinek VDO na številčnost mladja (Fischer, 1996; Diaci in Marinšek, 2004; Ščap, 2010; Medja, 2014). Razlogi za negativen učinek so predvsem zmanjšan dotok svetlobe, zapolnjevanje talnega in zračnega rastnega prostora (Eriksson in Eriksson, 1997; Takahashi in sod., 2000; Kuuluvainen in Kalmari, 2003; Zielonka, 2006; Papler-Lampe, 2009). Bottero in sodelavci (2013) so ugotovili, da v kolikor so veliki drevesni ostanki na kupih, negativno vplivajo na številčno in vrstno sestavo pomladka. Če so ti ostanki razporejeni po površini, pozitivno vplivajo na lažjo rast mladja, saj zavirajo zeliščno in grmovno plast. Poleg tega zmanjšajo objedanje (Peterson in sod., 1995; de Chantal in Granström, 2007; Moser in sod., 2008) in povečajo absorpcijo vlage. Vodde (2013) ni povsem potrdil pozitivnega vpliva na zmanjšanje objedanja. Prav tako so Krueger in sodelavci (2009) ter Pellerin in sodelavci (2010) potrdili, da VDO nimajo odločilnega vpliva na objedanje.

3 RAZISKOVALNI CILJI IN HIPOTEZE

Raziskava je bila usmerjena v preučevanje razlik pri pomlajevanju in sprememb v stanju pomlajevanja po dveh vegetacijskih sezonah na podlagah z različno reakcijo tal. Raziskali smo, kateri dejavniki vplivajo na uspešnost naravne in umetne obnove. Pri tem smo preverjali sproščenost krošnje, premer koreninskega vratu, rastišče, relief in negovalna dela, zaščito ter velikost ogolele površine. Ključni namen naloge je bil v podajanju usmeritev za nadaljnje odločanje o sanacijah po ujmah. Torej odgovoriti želimo na vprašanje, kdaj je primernejša naravna in kdaj umetna obnova.

Pri raziskavi smo si zastavili naslednje hipoteze:

- Na bazični podlagi se v mladju razvije večje število drevesnih vrst, kot na kisli podlagi.
- Hitrost obnove (gostote in zastiranje mladja) je večja na površinah z bazično reakcijo tal, kot na površinah s kislo reakcijo tal.
- Na vseh površinah je več pomladka, kot ga je bilo pred dvema letoma.
- Večji premer koreninskega vratu v preteklosti je pozitivno vplival na preživetje drevesca.
- Drevesa z manj zastrto krošnjo so imela večjo stopnjo preživetja.

4 OBJEKT RAZISKAVE

Objekt raziskave je sestavljen iz dveh prostorsko precej ločenih območij, ki sta bili prizadeti v poletnih vetrolomih leta 2008. Znotraj teh območij smo izvedli raziskavo na večjem številu objektov.

4.1 OBMOČJE BOHORJA

Območje Bohorja se nahaja v jugovzhodnem delu Slovenije. Masiv se severno od senovške kotline počasi dviguje do najvišjega vrha Javornik (1023 m). Na severno stran se spusti proti Zagorskemu potoku in potoku Bistrica. Relief je s posameznimi jarki močno razgiban in prvenstveno usmerjen V – Z. To območje leži v severovzhodnem delu gozdnogospodarskega območja Brežice. Celotno območje pokriva Krajevna enota Senovo (Gozdnogospodarski ..., 1998).

Na tem območju smo izbrali štiri objekte, ki se nahajajo na višinah od 250 m do 850 m. Ti objekti ležijo v kolinskem, submontanskem in montanskem pasu. Matična podlaga je zelo raznolika, večino sicer predstavljata dolomit in apnenec, primešani so tudi glinasti skrilavci in werfenske plasti. Tla so prav tako zelo pestra, saj so močno odvisna od predhodne matične kamnine. Na karbonatni matični podlagi so se razvila rjava pokarbonatna tla in na določenih delih tudi malo globlje rendzine. Na glinastih skrilavcih so se razvila distrična rjava tla, ki na določenih delih vsebujejo večjo količino skeleta (Gozdnogospodarski ..., 1998; Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015).

Ti objekti ležijo na robu predpanonskega fitogeografskega območja in meji na predalpsko in preddinarsko fitogeografsko območje. Povprečna letna količina padavin je 1.200 mm, izmerjena na padavinski postaji Ložice. Povprečna letna temperatura je okrog 10,5 °C. Ti podatki so pridobljeni iz bližnjih meteoroloških postaj Celje in Brežice, saj se (razen padavinske postaje Ložica) nobena ne nahaja na tem območju (Klaužer, 2012; Meteo ..., 2015).

To območje je 15. 8. 2008 zvečer prizadela nevihta z močnimi sunki vetra. Veter je podrl drevesa na številnih manjših objektih (< 10 ha). Takrat je bilo na območju Kozjanskega in Bohorja poškodovanih 5.440 ha gozdov. Poškodovanega je bilo 94.000 m³ lesa. Povzročena škoda je bila ocenjena na okrog 570.000 €. V gozdnogospodarski enoti Senovo in Bohor je bilo poškodovanih nekaj več kot 700 ha gozdov. Od tega je bila na 140 ha poškodovanost sestoja večja od 50 %. Na 58 ha je poškodovanost presegla 90 % (Kolšek, 2008; Načrt, 2008a). Objekt Bohor sestavljajo štiri med seboj ločene lokacije, na katerih so bile izvedene meritve.

4.1.1 Lokacija Brest

Ta objekt se nahaja v gozdnogospodarski enoti Bohor in je v celoti v državni lasti. Leži v oddelkih 12020b in 12085 na nadmorski višini okrog 830 m. Del objekta, kjer smo analizirali umetno obnovo, leži okrog 100 m jugovzhodno od tromeje občin Kozje, Krško in Šentjur pri Celju ter nad cesto Oslica – Flančula. Ta umetno obnovljen del objekta je del večje vetrolomne vrzeli, ki se razprostira še pod cesto in je prizadela nekdanji semenski sestoj smreke. Drugi del objekta, kjer smo analizirali naravno obnovo, leži okrog 200 m severozahodno od tromeje občin Kozje, Krško in Šentjur pri Celju ter nad cesto Netopir – Brest. Matična podlaga na objektu je apnenec z roženci, ki se mu na vzhodnem delu mestoma primešajo še glinasti skrilavci. Tla so v večji meri evtrična rjava in imajo ob prisotnosti večje količine surovega humusa nekoliko kislo reakcijo. Ta predel gozda spada v gorske bukove gozdove, ki so jih pred okrog sto leti posadili s smreko. Združba, ki prevladuje na objektu, je *Cardamni savensi-Fagetum*.

Del lokacije, na kateri smo preučevali umetno obnovo, ima površino okrog 0,10 ha. Ta površina je del večje vetrolomne vrzeli, ki je bila po sajenju ograjena in je za našo raziskavo neprimerna. Polomljeno in izruvano drevje so sanirali do pomladi 2009. Poškodovan les je bil večinoma smrekov. Spomladi leta 2009 so izvedli saditev, ki je bila zgolj 10-odstotno uspešna. Vzrok za neuspeh je Zavod za gozdove Slovenije pripisal slabemu saditvenemu materialu, predvsem bukve. Zaradi neuspešnega spomladanskega sajenja so v jeseni saditev ponovili. Na tem delu objekta je bilo posajenih cca. 30 nekoliko večjih sadik gorskega javorja in češnje. Nobena od sadik ni bila zaščitena pred objedanjem. Na tej lokaciji je bila izvedena vsakoletna obžetev sadik. Vetrolomna vrzel, na kateri smo preučevali naravno obnovo, meri okrog 0,2 ha in se zaradi labilnosti robnih dreves iz leta v leto povečuje. Obe ploskvi (naravno in umetno) na jugu in zahodu obdajajo okrog sto let stari, umetno osnovani starejši debeljaki smreke. Na severno stran sestoji počasi prehajajo v starejše bukove debeljake. Na tej strani ploskve je sestoj sestavljen iz 15 % bukve, 50 % smreke, 20 % gorskega javorja ter po 5 % jelke, gorskega bresta in ostrolistnega javorja (Klaužer, 2012; Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015).

4.1.2 Lokacija Globoko

Objekt Globoko se nahaja v gozdnogospodarski enoti Senovo in je v celoti v zasebni lasti enega lastnika. Leži v oddelku 13068 na nadmorski višini od 340 m do 420 m. Vrzel se od ceste Senovo – Globoko in od Dovškega potoka proti zahodu dviga proti grebenu Zakov. Karbonatno matično podlago v večini sestavlja dolomitiziran apnenec, ki prehaja v dolomit. Tla so rjava pokarbonatna, na zgornjem delu vrzeli prehajajo v rendzino. Gozdove na tem objektu uvrščamo v podgorsko bukovje na karbonatih. Združba, ki prevladuje, je *Hacquetio-Fagetum*; na zgornjem delu vrzeli zaradi revnejših tal prehaja v bolj toploljubno združbo *Ostryo-Fagetum*.

Površina, ki jo je prizadel veter, znaša okrog 3 ha. Na tem objektu je bilo poškodovanega 530 m³ lesa. Zaradi slabe odprtosti predela, ki ga je prizadel veter, so po ujmi leta 2008 zgradili vlako v osrednji del vrzeli. V letu 2009 so poškodovan les pospravili. V osrednjem delu vrzeli še stoji nekaj odraslih bukovih dreves, ki so močno poškodovana. Na pobočju pod vlako je prisotnega veliko kamenja, ki je posledica gradnje vlake. Kljub načrtovani večinski umetni obnovi s saditvijo 3.025 drevesc se je lastnik odločil za saditev dobrih 500 drevesc. 350 sadik so posadili spomladi leta 2010 na osrednjem in severnem delu vrzeli. Naslednje leto so posadili še preostalih 150 sadik. Sadili so predvsem gorski javor, črni bor in nekaj macesna. Več kot polovica sadik gorskega javorja je bila zaščitena s finomrežastimi tulci. Ob izvedbi meritev so bile sadike obžete le na raziskovalnih ploskvah. Večji del vrzeli je bil prepuščen naravnemu razvoju. V naravnem mladju nega ni bila izvedena. Sestoji, ki obdajajo vrzel, spadajo v fazo mlajšega debeljaka. V teh sestojih je 90 % bukve, 3 % češnje, 3 % gorskega javorja in nekaj belega gabra, ki ga nad zgornjim delom vrzeli zamenja črni gaber, v spodnji plasti je prisotnega tudi nekaj malega jesena (Klaužer, 2012; Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015).

4.1.3 Lokacija Armeško

Objekt Armeško se nahaja v gozdnogospodarski enoti Senovo in je v celoti v zasebni lasti dveh lastnikov. Leži v oddelku 13083 na nadmorski višini od 260 m do 320 m. Vrzeli se ob cesti Armeško – Lokve in od Lokvanskega potoka dviga severno proti griču Kladje. Matična podlaga je apnenec. Tla so evtrična rjava, na večjih strminah prehajajo v rendzino. Gozdovi na tem območju spadajo v podgorsko bukovje na karbonatih. Združba je *Hacquetio-Fagetum* (Klaužer, 2012; Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015).

Površina, ki jo je prizadel veter, je velika okrog 1,3 ha. Na tej vrzeli je bilo poškodovanega okrog 300 m³ lesa. Poškodovan les je bil v večini spravljen do jeseni 2009. Osrednji del vrzeli je bil umetno obnovljen. Sajenje so izvedli spomladi leta 2010. Posadili so okrog 1.000 sadik, in sicer smreko, gorski javor, rdeči bor, evropski macesen in češnjo. Pred objedanjem so sadike listavcev zaščitili z grobo mrežastimi tulci, iglavecem pa so premazali terminalne poganjke. Sadike so bile na celotni površini obžete v prvih treh vegetacijskih dobah. V peti vegetacijski dobi so bile obžete le sadike na raziskovalnih ploskvah. Skrajni vzhodni del vrzeli so prepustili naravni obnovi, saj je bilo po spravilu poškodovanega lesa prisotnih še dovolj mladih drevesc, ki bi v bodoče lahko prevzela glavno vlogo pri tvorbi novega sestoja. Nega v tem delu sestoja ni bila izvedena. V okoliških sestojih je bukve okrog 95 %, primešano je še 3 % belega gabra, nekaj češnje, gorskega javorja, gorskega bresta in v spodnjem delu tudi nekaj doba (Klaužer, 2012; Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015).

4.1.4 Lokacija Frlekov breg

Objekt Frlekov breg spada v gozdnogospodarsko enoto Bohor in je v celoti v zasebni lasti več lastnikov. Leži v oddelku 12184 na nadmorski višini okrog 475 m. Vrzeli leži vzhodno od gozdne ceste Log – Zagorje in nad domačijo Zupan na Frlekovem bregu. Matična podlaga so v večini glinasti skrilavci in laporovci. Tla so distrična rjava. Gozdovi na tem območju spadajo med podgorske bukove gozdove na kisli podlagi. Združba je *Blechno-Fagetum*.

Površina vrzeli, nastale po vetrolomu leta 2008, meri okrog 1,5 ha. Na tej vrzeli je bilo poškodovanega cca. 300 m³ lesa. Iz severovzhodnega dela vrzeli je bil poškodovan les odstranjen jeseni leta 2008. Na tem delu so izvedli tudi saditev, zasadili so okrog sto sadik gorskega javorja in smreke. Vse sadike javorja so zaščitili pred objedanjem z grobo mrežastimi tulci, smrekam so premazali terminalni poganjek. Sadike so bile ob izvedbi meritev obžete le na raziskovalnih ploskvah. Iz jugovzhodnega dela vrzeli je bil poškodovan les odstranjen v letu 2009. Ta del vrzeli je bil prepuščen naravnemu razvoju. Nega v naravnem mladju ni bila izvedena. Sestoji, ki obdajajo vrzel, spadajo v razvojno fazo mlajšega debeljaka, ki prehajajo v starejši debeljak. V zgornji plasti prevladuje bukev z 98 %, ki ji je primešan še kostanj, graden, češnja in breza (Klaužer, 2012; Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015).

4.2 OBMOČJE ČRNIČCA

Črničec se nahaja v Kamniško-Savinjskih Alpah. Gre za območje gozdov v neposredni okolici prelaza Črničec (902 m), ki se nahaja na cesti Gornji Grad – Kamnik. V vetrolomu prizadeto območje se v večini nahaja na južni strani Plešivca (1330 m). Drugi del tega območja predstavlja severozahodno pobočje Tomanove planine, ki je del masiva Menina planina. To območje leži v gozdnogospodarskem območju Nazarje in Ljubljana, v gozdnogospodarski enoti Gornji Grad in Kamnik (Atlas ..., 2015).

Na tem območju smo za raziskavo izbrali dva objekta, ki se nahajata na višini med 840 m do 1300 m. Ta objekta ležita v montanskem in altimontanskem višinskem pasu. Matična podlaga je pestra, saj večino predstavljajo bogatejši glinasti skrilavci, ki imajo mestoma primešan večji delež kremenca. Na določenih mestih se pojavijo še tufi, kremenovi keratofirji in celo apnenčasti bloki. Na glinastih skrilavcih so se razvila distrična rjava tla, ki v strmejših in višjih predelih prehajajo v rankerje. Na predelih, kjer se kot matična podlaga nekoliko več pojavlja apnenec, se pojavljajo rendzine, ki na uravnanih delih lahko mejijo že na evtrična rjava tla (Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015).

Območje Črničca leži v alpskem fitogeografskem območju, v katerem se že močno čuti vplive predalpskega fitogeografskega območja. Ta predel ima v večini prehodno podnebje, kjer se prepletajo celinsko, oceansko in v največji meri alpsko podnebje (Velkavrh, 1990). Povprečna letna količina padavin, izmerjena na padavinski postaji Črničec, znaša 1.700

mm. V zadnjih treh vegetacijskih letih je bila količina padavin nad povprečjem (Meteo ..., 2015). Največ padavin pade v jesenskih mesecih. Povprečna letna temperatura je najverjetneje nekoliko pod 9 °C, saj toliko znaša v Gornjem Gradu in Kamniku. V zadnjem obdobju povprečna letna temperatura nekoliko narašča. Za kotline ob Črnivcu je značilno, da pogosto nastane temperaturna inverzija. Za to območje je značilen tudi pojav fena (Gozdnogospodarski načrt enote ..., 2012).

To območje je 13. 7. 2008 okrog poldneva prizadela nevihta, ki je trajala dobrih 10 minut. Sunki vetra so ob najmočnejšem »nevihtnem pišu« presegali hitrost 120 km/h. Največja škoda je nastala na območjih, kjer se je veter zaradi konfiguracije terena še dodatno okreпил in na nekaterih delih tudi zavrtinčil (Poročilo o vremenskem ..., 2008; Pahovnik, 2011). V takratnem neurju je bilo poškodovanih 3.300 ha gozdov, od tega kar 800 ha v občini Gornji Grad in 2.500 ha v občini Kamnik (Gerl in Beguš, 2011; Golob in sod., 2012). Neurje tistega dne je v Sloveniji poškodovalo 350.000 m³ (Kolšek, 2008). V gozdnogospodarski enoti Gornji Grad je bilo 380 ha gozdov poškodovanih več kot 50-odstotno, od tega 180 ha z več kot 90-odstotno stopnjo poškodovanostjo. Skupen volumen poškodovanega drevja je bil 150.000 m³. V večji meri je bila poškodovana predvsem smreka (Gerl in Beguš, 2011). V revirju Tirosek je količina poškodovanega drevja dosegla 13-letni povprečni posek (Kolšek, 2008). V gozdnogospodarski enoti Kamnik je na 450 ha gozdov poškodovanost presegala 50 %. Kar 290 ha gozdov je bilo v tej enoti ogolelih (poškodovanost nad 90 %). V večini primerov so bili najbolj poškodovani umetno osnovani smrekovi debeljaki (Kolšek, 2008). Škoda na gozdovih in gozdnih cestah je v občini Kamnik znašala 4.3 milijone evrov. Stroški sanacije gozdov na območju Črnivca so znašali okrog 5 milijonov evrov. Pri tem je država za sanacijo gozdov prizadetih v julijskem neurju prispevala 915.000 € (Kolšek, 2008; Golob in sod., 2012). Večina sredstev (61 %) je bilo namenjenih za obnovo gozda, gojitvena in varstvena dela. 25 % sredstev so prispevali za sofinanciranje povečanih stroškov poseka in 14 % za popravilo gozdnih prometnic (Kolšek, 2008). Na najbolj poškodovanih delih so spravilo lesa izvedli s pomočjo strojne sečnje. Posek so s to tehnologijo izvedli na 22 % površine in pri tem spravili 42 % vsega poškodovanega lesa. Na preostali površini so spravilo izvedli s traktorji in ročno sečnjo. Le na zelo majhnem območju so uporabili žično spravilo (Gerl in Beguš, 2011). V okviru sanacije so večino površine prepustili naravni obnovi. S saditvijo so predvideli obnoviti 30 ha gozdov z 141.000 sadikami. V letu 2009 je bilo posajenih 56.000 sadik, od tega tretjina listavcev. Na 44 ha ogolelih površin so izvedli setev (Golob in sod., 2012).

4.2.1 Severni del Črnivca

Severni del Črnivca se nahaja v gozdnogospodarski enoti Gornji Grad in je v celoti v zasebni lasti. Velik del je v lasti enega veleposestnika, ostalo pa prevladujejo lastniki z 10 do 25 ha veliko posestjo. Ta objekt leži v oddelkih 07195, 07196, 07197, 07256 in 07257 na nadmorski višini od 900 m do 1300 m. Vetrolomna površina se od prelaza Črnivec proti severu dviguje proti Plešivcu (1330 m) (Slika 1). Matično podlago v osrednjem delu

predstavljajo bogatejši glinasti skrilavci, ki imajo mestoma primešan večji delež kremenca. Na robnem delu se mestoma pojavijo tudi tufi, na zgorjnem delu pa kremenovi keratofirji. Na tej matični kamnini so se razvila distrična rjava tla, ki proti vrhu prehajajo v rankerje. (Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015). Gozdovi na tem področju so zaradi golosečnega gospodarjenja in saditve smreke spadali v rastiščno gojitveni razred sekundarnih smrekovih gozdov.

Površina, ki jo je prizadel veter, je velika cca 100 ha. Poškodovan les je bil v večini spravljeno do pomladi 2009. Na vrzeli so pustili malo poškodovana odrasla drevesa listavcev in manjše skupine smrek. Dobršen del površine je bil prepuščen naravni obnovi. Umetno obnovo so izvedli na najbolj prizadetih lokacijah. Do marca 2009 je bilo posajenih več kot 50.000 sadik, med katerimi je prevladovala smreka. Med sadikami listavcev je prevladoval gorski javor. Pred objedanjem so sadike listavcev zaščitili z finomrežastimi tulci, iglavcem pa so premazali terminalne poganjke. Okoliške sestoje v glavnini sestavljajo smrekovi debeljaki, ki se jim mestoma primeša še bukev, gorski javor in v podstojni plasti jerebika (Gerl in Beguš, 2011; Golob in sod., 2012; Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015).



Slika 1: Lokacije raziskovalnih ploskev na severnem delu Črnivca (ortofoto: Atlas okolja, 2015)

4.2.2 Južni del Črnivca

Objekt južni del Črnivca se nahaja v gozdnogospodarski enoti Gornji Grad in je v celoti v zasebni lasti enega veleposestnika. Objekt leži v odseku 07225A na nadmorski višini od

900 m do 950 m. Vetrolomna površina se od prelaza Črnivec proti jugu dviguje proti Tomanovi planini (Slika 2). Kot matično podlaga prevladujejo glinasti skrilavci, ki se jim na spodnjem delu vrzeli primešajo tufi, na zgornjem pa posamezni bloki apnenca. Tla so distrična rjava, ki na mestih z apnenčasto matično podlago prehajajo v rendzino. Ti gozdovi so bili v preteklosti gospodarjeni golosečno in posajeni s smreko. Zaradi tega so ti gozdovi pred vetrolomom spadali v rastiščno gojitveni razred sekundarnih smrekovih gozdov.

Celotna površina, ki jo je prizadel veter, je velika cca. 30 ha. Sečnja poškodovanega lesa je bila izvedena strojno. V lesni masi je z 90 % prevladovala smreka, sledila je bukev s 7,7 %, jelka z 1,4 % in gorski javor z 0,2 % (Register poseka za odsek ..., 2014). Osrednji del prizadete površine je bil umetno obnovljen s saditvijo. Saditev je bila v tem odseku izvedena v letih 2009, 2011 in 2012. V letu 2009 so posadili 1.800 sadik smreke, 1.000 sadik češnje in 250 sadik gorskega javorja. V letu 2011 so posadili 1000 sadik smreke in 400 sadik gorskega javorja. Tudi v letu 2012 so zasadili še 200 sadik gorskega javorja in 50 sadik češnje. Del sajene površine, ki je nismo obravnavali v raziskavi, je bil kolektivno zaščiteno, preostale sadike so bile posamično zaščitene. Listavce so zaščitili s finomrežastimi tulci, smrekam so premazali terminalne vršičke. Vsa leta po saditvi je bila izvedena obžetev sadik (Register gojitvenih del ..., 2014). Za namen naravne obnove so na vrzeli po sečnji pustili malo poškodovana drevesa, predvsem bukve. Ta drevesa je v letu 2014 močno poškodoval žled. Okoliški sestoj tvori predvsem smreka z več kot 90 %, primešana je še bukev in nekaj plemenitih listavcev (Jerele, 2014; Atlas ..., 2015; Pregledovalnik ..., 2015).



Slika 2: Raziskovalne ploskve na južnem delu Črnivca (foto: Matej Jerele, 10. 9. 2012)

5 METODE DELA

5.1 IZBIRA PLOSKEV

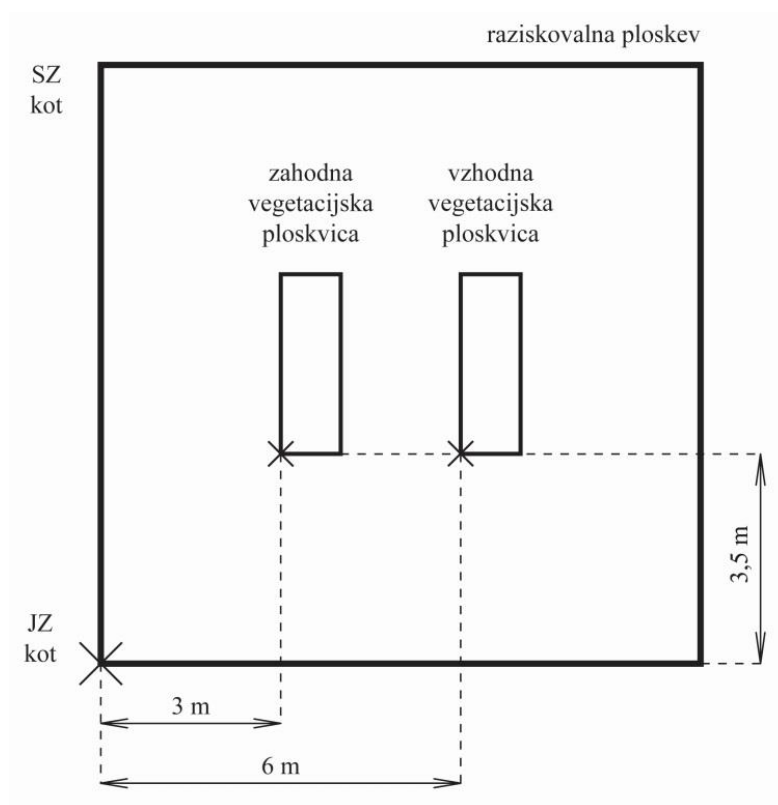
V magistrskem delu smo želeli preveriti odziv naravne in umetne obnove v prvih letih po vetrolomu. Osredotočili smo se predvsem na odziv obnove v petem in šestem letu po vetrolomu. V ta namen smo izbrali objekte, ki jih je v letu 2008 prizadel veter in so bili deloma umetno in deloma naravno obnovljeni. V okviru projekta Ekološka sanacija naravnih ujm v gozdovih so bile na teh objektih v letu 2012 postavljene raziskovalne ploskve. Meritve so bile izvedene v drugi polovici leta 2012 in ponovitev v drugi polovici leta 2014.

Zaradi primerjave uspešnosti naravne in umetne obnove je bilo na posameznem objektu postavljenih polovica ploskev na naravno obnovljenih in polovica na umetno obnovljenih površinah, ki so posajene z gorskim javorjem. Na objektu Bohor je bilo postavljenih 7 ploskev na naravni in 7 na umetno obnovljenih površinah (Brest 1 par, Globoko 2 para, Armeško 3 pari in Frlekov breg 1 par). Na južnem delu Črničva smo izbrali 5 naravno obnovljenih in prav toliko umetno obnovljenih ploskev. Na severnem delu Črničva smo izbrali po 9 ploskev na vsakem načinu obnov.

Ploskve so bile postavljene tako, da so bile pod čim manjšim vplivom okoliškega sestoja in niso ležale na vlaki. Na območju Bohorja so zato na lokacijah Brest in Frlekov breg postavili ploskve čim bolj v središče vrzeli in v stran od vlak. Na lokacijah Globoko in Armeško so zaradi večjih razsežnosti vetroloma ploskve postavljene naključno. Prav tako so na južnem delu Črničva ploskve postavljene naključno z metom palice čez ramo. Na severnem delu Črničva je bila zaradi velikih razsežnosti vetroloma osnovana koordinatna mreža 100 m x 100 m, ki je bila orientirana sever – jug in vzhod – zahod. V naravi so s pomočjo koordinat GPS poiskali presečišča te navidezne mreže in tam zakoličili raziskovalno ploskev. V večini primerov je bila na teh presečiščih zakoličena po ena ploskev. V primeru, da je bila površina v neposredni bližini naravno in umetno obnovljena, sta bili postavljeni dve ploskvi, ena na naravno obnovljeni in druga na umetno obnovljeni površini.

Ploskev je bila kvadratno orientirana po padnici, kar je v večini primerov bilo vzporedno z linijo sadik na umetno obnovljenih površinah. Jugozahodni vogal je bil izbran naključno s pomočjo meta palice čez ramo. Na tem mestu je bil poleg lesenega ali bambusovega količka zabit še železni količek, ki je služil za lažjo detekcijo ploskve pri ponavljanju meritev. Ploskev je velika 10 m x 10 m. Dolžina stranice, ki poteka po padnici, je korigirana glede na naklon terena po formuli: $\cos(\alpha) = \text{horizontalna razdalja} / \text{razdalja na naklonu}$. Znotraj te večje ploskve sta postavljeni tudi dve manjši ploskvi v velikosti 1 m x 3 m, daljša stranica je usmerjena po padnici. Tudi na teh ploskvicah je v JZ-vogalu poleg lesenega količka zabit še krajši kovinski količek (Slika 3). Pri ponovitvi meritev v letu

2014 smo si pri iskanju ploskev pomagali z busolo, GPS-om in skicami ploskev iz leta 2012.



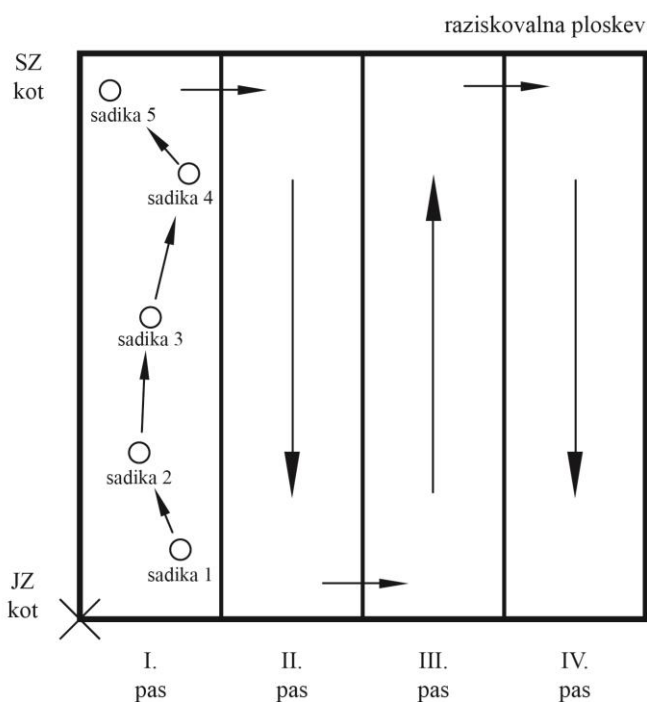
Slika 3: Skica ploskev in ploskvic za popis pomlajevanja in vegetacije (Jerele, 2014)

5.2 MERITVE NA MANJŠIH PLOSKVAH

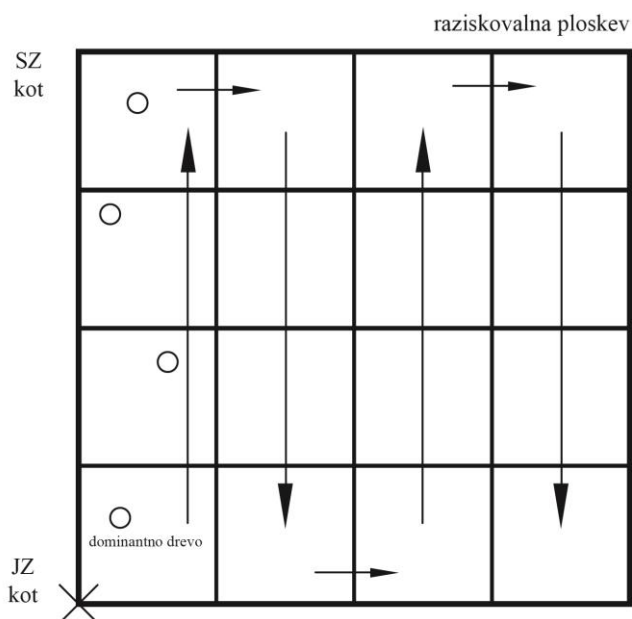
Popis smo izvedli najprej na manjših ploskvicah. Podatke smo pridobivali ločeno za zahodno in vzhodno ploskvico. Okularno smo ocenjevali pokritost površine s skalami in kamni, velikimi drevesnimi ostanki (VDO), opadom ter organskimi tlemi. Opad je predstavljala vsa neolesenela odmrta rastlinska masa. Za organska tla smo šteli površine, ki niso bile zastrte z nobenim od ocenjevanih parametrov. Razen sadik smo vse drevesne vrste od velikosti klice naprej prešteli in ocenili, kolikšen del površine zastirajo. Poleg tega smo v letu 2014 ocenili še skupno zastrtost površine ploskvice z zeliščno (do višine 0,5 m) in grmovno plastjo (nad višino 0,5 m). V letu 2012 je bil izveden tudi podroben vegetacijski popis. Za vsako vrsto je bilo na 1 % natančno ocenjeno, kolikšen del površine zastira. V primeru, da je bila neka vrsta prisotna na ploskvi, je bila njena najnižja ocenjena vrednost zastiranja 1 %.

5.3 MERITVE NA VEČJI PLOSKVI

Na teh ploskvah smo izvedli popis različno glede na vrsto obnove (Klaužer, 2012; Jerele, 2014). Na umetno obnovljenih ploskvah smo meritve izvedli na sadikah. Potek prehoda po ploskvi je prikazan na sliki 4. Ploskve obnovljene po naravni poti so na območju Črničva razdeljene na 16 enako velikih kvadrantov (2,5 m x 2,5 m) (Slika 5). Na območju Bohorja so zaradi gostejše saditve in posledično primerljivejših rezultatov z naravno obnovo te ploskve razdelili na 25 enako velikih kvadrantov (2 m x 2 m). V vsakem izmed teh kvadrantov je bilo izbrano morebitno dominantno drevo, na katerem so bili izmerjeni enaki parametri kot na sadikah. Potek prehoda po raziskovalni ploskvi je prikazan na sliki 5. Leta 2012 je bilo vsako dominantno drevo pri tleh označeno z rdečo žico. V kolikor je bila žica v letu 2014 tesno objeta ali vraščena v deblo, smo jo razrahljali in namestili novo na višje okrog debla (Slika 6) . Za vsako ploskev smo izrisali skico ploskve z raznimi posebnostmi (prevrnjeni panji, še stoječa drevesa, jarki, vlake, kupi vejevja ...) in lokacijami dreves, ki so bila del raziskave. Za lokacijo drevesa je bila obravnavana točka priraščanja drevesa v tla. Vsakemu drevesu je bila pripisana tudi zaporedna številka na ploskvi.



Slika 4: Umetno obnovljena raziskovalna ploskev (Jerele, 2014)



Slika 5: Naravno obnovljena raziskovalna ploskev (Jerele, 2014)

Leta 2012 in leta 2014 je bila sadikam umetne obnove in dominantnim drevesom naravne obnove določena drevesna vrsta, njihova višina, višinski prirastki, premer koreninskega vratu, ocena sproščenosti, lastnosti mikrorastišča in stopnja objedenosti in vitalnosti. Splošni podatki: ekspozicija, relief, naklon v stopinjah, oblika terena ter koordinate lokacije JZ-vogala, so bili določeni le leta 2012. Za vsako sadiko umetne obnove in dominantno drevo naravne obnove je bila najprej določena njegova drevesna vrsta. S pomočjo merilnega traku je bila izmerjena višina in prirastki drevesa na pol centimetra natančno. Leta 2012 so bili izmerjeni prirastki zadnjih treh let, leta 2014 pa prirastki zadnjih dveh let. V primeru, da je bil poganjek v nekem letu poškodovan zaradi objedanja ali pozebe, njegove dolžine nismo upoštevali pri obdelavi podatkov. S pomočjo kljunastega merila je bil izmerjen tudi premer koreninskega vratu (RCD) na mm natančno.

Ocena sproščenosti ali FTG (ang. free to grow) posredno označuje najmanjšo višino drevesca, ki omogoča njegovo nemoteno rast pred konkurenco (Jacobs, 2004). FTG smo za drevesca ocenjevali okularno. Rastni prostor je okularno razdeljen na štiri kvadrante tako, da je drevesce umeščeno v središče. Stranica enega kvadranta je dolga toliko, kot je visoko drevesce v središču. Kvadrant je prost takrat, ko konkurirajoča vegetacija v njem ne presega dveh tretjin višine preučevanega drevesca. Ocene FTG pomenijo: 0 (brez prostega kvadranta), 1 (drevesce ima prost en kvadrant), 2 (drevesce ima prosta dva kvadranta), 3 (drevesce ima proste tri kvadrante), 4 (drevesce ima proste vse štiri kvadrante).

Mikrorastišča, kjer so rasla drevesca smo ločili na kategorije: 0 – brez posebnosti, 1 – koreninski krožnik (mound), 2 – uleknina (pit), 3 – sečna pot, 4 – odmrla lesna masa, 5 – ob panju.

Objedenost smo ocenjevali le na poganjkih tekočega leta, saj je na starejših poganjkih vzrok poškodbe zelo težko določiti. Stopnjo objedenosti smo ločili na tri ravni po metodi NAT-MAN (Roženberger, 2012). Z 1 smo ocenili osebke, ki so bili neobjedeni ali so imeli objedenih manj kot 10 % stranskih poganjkov in niso imeli objedenega terminalnega poganjka. Z 2 smo ocenili osebke z objedenim terminalnim poganjkom ali/in do 50 % objedenih lateralnih poganjkov. S 3 smo ocenili osebke z objedenim terminalnim poganjkom in z večino lateralnih poganjkov.

Vitalnost drevesc smo ocenili po tristopenjski lestvici. Z 1 smo ocenili osebke, ki so zelo vitalni, se bohotijo v rasti in bodo v prihodnje najverjetneje vodilna drevesa. Z 2 smo ocenili osebke, ki še dokaj dobro rastejo in bodo v prihodnje preživeli. S 3 smo ocenili osebke, ki so v slabi kondiciji in v prihodnje ne bodo preživeli (Klaužer, 2012).



Slika 6: Dominantni osebek bukve označen z rdečo žico (foto: Simon Klaužer, 11. 8. 2014)

5.4 OBDELAVA PODATKOV

Analizo podatkov smo izvedli s pomočjo programskega orodja Microsoft Excel, IBM SPSS 20, Statistica 8. 0 in R 3. 2. 2. Ker se podatki v večini primerov niso porazdeljevali normalno, smo za analizo uporabljali neparametrične teste (Kruskal-Wallisov test). S pomočjo Kruskal-Wallisovega testa smo ugotavljali odnose rangiranih parametrov. Povezave rastnih spremenljivk smo zaradi nelinearnih odvisnosti izvedli s pomočjo Spearmanove metode.

6 REZULTATI

6.1 ANALIZA SADIK IN DOMINANTNIH DREVES

6.1.1 Gostote sadik

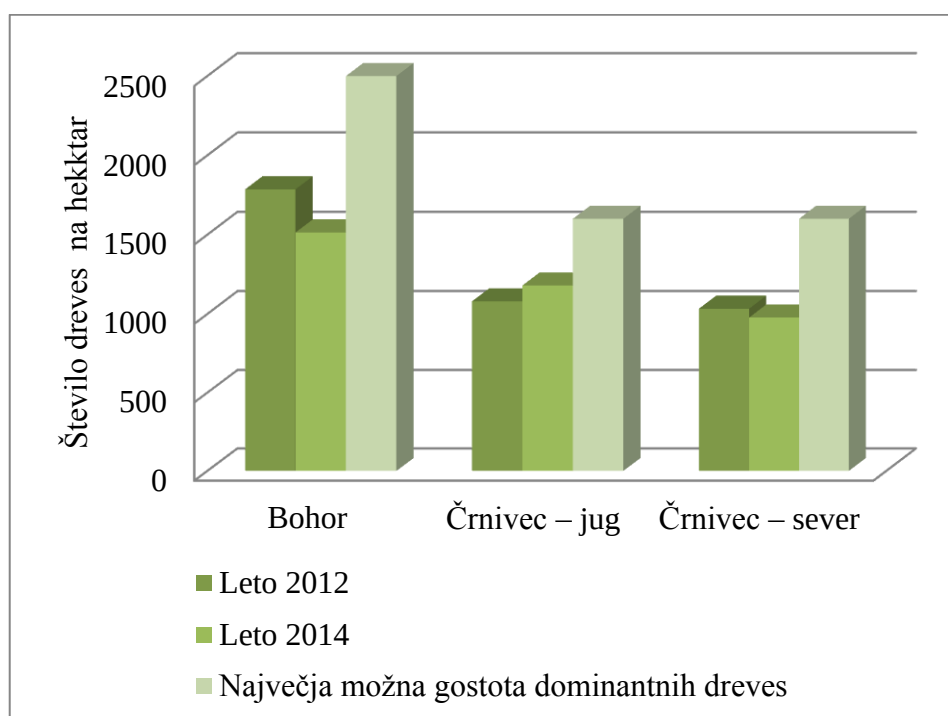
Gostota sadik šest let po vetrolomu se je gibala od 633 do 1.029 sadik na hektar. Povprečna gostota sadik v letu 2014 je znašala 857 sadik na hektar. Dve rastni sezoni pred tem je znašala 1.019 sadik na hektar. Na objektu Bohor so bile sadike najgostejše v obeh letih merjenja. Najredkeje so bile sadike zastopane na objektu severni Črnivec (Preglednica 1). V letu 2014 je med sadikami v povprečju prevladoval gorski javor (95 %). Na izbranih ploskvah na objektih severnega in južnega Črničva je bil prisoten samo gorski javor (100 %). Na objektu Bohor je bilo med sadikami 88 % gorskega javorja, 8 % smreke, 3 % češnje in 1 % rdečega bora.

Preglednica 1: Gostota sadik po objektih (N = 21)

	Gostota leta 2012 (št /ha)	Gostota leta 2014 (št /ha)
Bohor (N = 7)	1257	1029
Črnivec – jug (N = 5)	1120	1020
Črnivec – sever (N = 9)	778	633
Povprečje	1019	857

6.1.2 Primerjava gostote dominantnih dreves na naravno obnovljenih površinah in sadik na umetno obnovljenih površinah

Gostota dominantnih dreves na naravno obnovljenih površinah je v letu 2014 znašala od 978 dreves na hektar do 1.514 dreves na hektar. Dve leti pred tem je gostota znašala med 1.033 do 1786 dreves na hektar (Slika 7). Največji delež zasedenih kvadrantov z dominantnimi drevesi je bil v letu 2012 na Bohorju (71,4 %) in najmanj na severnem delu Črničva (64,6 %). V letu 2014 so dominantna drevesa zasedala največji delež kvadrantov na južnem Črničvu (73,8 %) in najmanj na Bohorju (60,8 %). Na južnem delu Črničva se je v zadnjih dveh letih delež zasedenih kvadrantov z dominantnimi drevesi povečal, na preostalih objektih pa zmanjšal. Sadike so v večini primerov zasedale manjši delež kvadrantov kot dominantna drevesa, izjema je bil le južni del Črničva v letu 2012 (Preglednica 2).



Slika 7: Gostota dominantnih dreves po objektih

Preglednica 2: Delež zasedenih kvadrantov z dominantnimi drevesi in sadikami po objektih v (%)

	Naravna obnova (%)		Umetna obnova (%)	
	Leto 2012	Leto 2014	Leto 2012	Leto 2014
Bohor	71,4 (N = 125)	60,6 (N = 106)	50 (N = 88)	41 (N = 72)
Črnivec – jug	67,5 (N = 54)	73,8 (N = 58)	70 (N = 56)	64 (N = 51)
Črnivec – sever	64,6 (N = 93)	61,1 (N = 88)	49 (N = 71)	40 (N = 57)

Med dominantnimi drevesi je na severnem delu Črničva prevladovala smreka (91 %). Na južnem delu sta bila med najbolj zastopanimi gorski javor (41 %) in bukev (38 %). Poleg teh so med dominantnimi drevesi bili zastopani še jelka, breza, graden in iva. Na objektu Bohor je bilo med dominantnimi drevesi petnajst različnih drevesnih vrst. Med najbolj zastopanimi so bili mali jesen (32 %), bukev (18 %), breza (13 %) in gorski javor (12 %). Prisotni so bili še beli gaber, brek, češnja, črni gaber, drobnica, gorski brest, graden, kostanj, maklen, mokovec in navadni oreh.

V povprečju je bilo na naravno obnovljenih površinah 76 % dominantnih dreves, ki so spadala med klimaksne drevesne vrste. Na umetno obnovljenih površinah so vse sadike spadale med klimaksne vrste.

6.1.3 Analiza mortalitete

Povprečna mortaliteta naravnega in umetnega mladja v zadnjih dveh rastnih sezonah je bila 12,3 %. Razlike v mortaliteti naravnega in sajenega mladja niso bile statistično značilne ($p = 0,158$). Na naravno obnovljenih površinah je bila povprečna mortaliteta dominantnih drevesc 9,6 %. Na umetno obnovljenih površinah je propadlo 15,9 % sadik. Med objekti so obstajale statistično značilne razlike v mortaliteti ($\chi^2 = 8,978$, $df = 2$, $p = 0,011$). Največja mortaliteta med dominantnimi drevesci je bila na objektu Bohor (15,2 %) in najmanjša na južnem delu Črničva (1,9 %). Na umetno obnovljenih površinah je največ sadik propadlo na severnem delu Črničva (18,6 %) in najmanj na južnem delu Črničva (8,9 %). Največji delež preživelega mladja med obema načinoma obnove je bil na južnem delu Črničva (Preglednica 3). Preživetje dominantnih dreves v zadnjih dveh vegetacijskih dobah je bilo ob 5-odstotnem tveganju v negativni povezavi z vitalnostjo drevesa ob prvi meritvi ter v pozitivni povezavi z FTG in RCD v letu 2012. Preživetje sadik je bilo pozitivno povezano z FTG in RCD v letu 2012 ter z višinskim prirastkom v letu 2011 in višino v letu 2012. (Preglednica 4). Vplive na preživetje dreves smo poskušali namesto predhodnih univariatnih statističnih analiz ugotoviti še z multivariatno analizo. Logistične regresijske enačbe, ki bi pojasnila vplive posameznih merjenih in ocenjevanih faktorjev na preživetje, nismo napisali, ker ni bila statistično značilna ($p > 0,9$).

Preglednica 3: Mortalitet mladja v obdobju 2012–2014 v (%)

	Bohor (%) (N = 213)	Črničec – jug (%) (N = 110)	Črničec – sever (%) (N = 163)	Povprečje (%) (N = 485)
Naravna obnova	15,2	1,9	6,5	9,6
Umetna obnova	18,2	8,9	18,6	15,9
Poprečje	16,4	5,5	11,7	12,3

Preglednica 4: Spearmanov korelacijski koeficient rangov preživetja z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

	Višina 2012	Višinski prirastek 2011	RCD 2012	FTG 2012	Vitalnost 2012
Naravna obnova	0,015	0,049	0,128*	0,138*	– 0,250**
Umetna obnova	0,200**	0,179	0,176**	0,136*	– 0,129

6.1.4 Analiza višin mladja

Višina mladja se statistično značilno razlikuje glede na način obnove v obeh letih merjenja (leto 2012 $\chi^2 = 121,542$, $df = 1$, $p = 0,000$; leto 2014 ... $\chi^2 = 21,665$, $df = 1$, $p = 0,000$). Povprečne višine in mediane sadik so bile višje od dominantnih dreves v obeh letih opravljanja meritev. Pri mediani so razlike med načinom obnove še bolj očitne. Razlika v višini med naravnim in umetnim mladjem se je v letu 2014 zmanjšala v primerjavi z letom 2012. Razlike v višinah znotraj enake vrste mladja so velike, na kar kaže velik standardni odklon in razlika med najmanjšo ter najvišjo vrednostjo. Variranje višin je pri zadnji meritvi večje, kot je bilo pri prejšnji meritvi. Pri naravnem mladju so te razlike večje kot pri sadikah (Preglednica 5). Mediana višin dominantnih dreves je bila največja pri gorskem brestu in najmanjša pri ivi (Preglednica 9).

Preglednica 5: Višina mladja glede na način obnove v obeh letih merjenja v (cm)

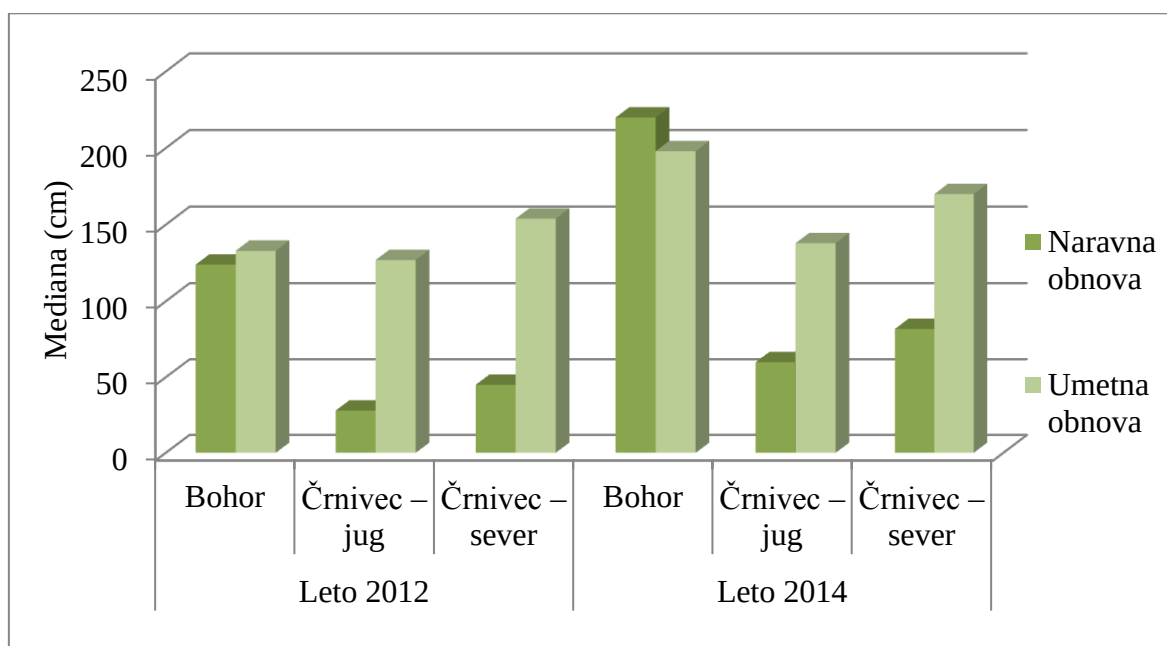
	Leto 2012		Leto 2014	
	Naravna obnova (N = 272)	Umetna obnova (N = 215)	Naravna obnova (N = 253)	Umetna obnova (N = 180)
Aritmetična sredina	85	143	144	173
Mediana	67	138,5	116	164
Standardni odklon	61	49	100	75
Najmanjša vrednost	5	11	9	10
Največja vrednost	306	312	520	412

Višine mladja se med objekti statistično značilno razlikujejo (Preglednica 6). Največje razlike med objekti so bile v višinah dominantnih dreves na naravno obnovljenih površinah. Višinska razlika med naravnim in umetnim mladjem se je z leti zmanjšala. Na objektu Bohor je naravno mladje pri zadnji meritvi že preraslo sadike. Pri obeh meritvah je bilo naravno mladje največje na Bohorju in najmanjše na južnem delu Črničva, kjer so tudi sadike najmanjše. Leta 2012 so bile sadike največje na severnem delu Črničva, po dveh letih pa na Bohorju (Slika 8).

Preglednica 6: Kruskal-Wallisov test višine mladja v obeh letih merjenja glede na način obnove

	Višina leta 2012	Višina leta 2014
χ^2	63,067	148,844
Df	2	2
Stopnja značilnosti (p)	0,000	0,000

Iz preglednice 7 je razvidno, da sta višini v obeh letih merjenja v pozitivni povezavi. Ne glede na način obnove in leto merjenja so višine dreves v pozitivni povezavi z premerom koreninskega vratu v obeh letih merjenja, s FTG v letu 2012, z vitalnostjo v letu 2012 in z vsemi višinskimi prirastki razen zadnjega. Vsi ti parametri so tesneje povezani pri dominantnih drevesih naravne obnove kot pa pri sadikah. Zmanjševanje vitalnosti v letu 2012 je negativno povezano z višino sadik in presenetljivo pozitivno z dominantnimi drevesi pri naravni obnovi. Prav tako so bile prisotne povezave z različnimi predznaki tudi pri naklonu, le da povezava v letu 2014 na sadikah ni bila več statistično značilna. Izkazalo se je tudi, da so bile manjše sadike bolj obzrte.



Slika 8: Višina mladja vseh drevesnih vrst po objektih glede na način obnove in leto merjenja

Preglednica 7: Spearmanov korelacijski koeficient rangov višine v letu 2012 in v letu 2014 z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

	Naravna obnova		Umetna obnova (95 % gorski javor)		Naravna obnova gorski javor	
	Višina 2012	Višina 2014	Višina 2012	Višina 2014	Višina 2012	Višina 2014
Višina 2014	0,915**	1	0,726**	1	0,94**	1
Višina 2012	1	0,915**	1	0,726**	1	0,94**
Višinski prirastek 2014	0,648**	0,795**	0,143	0,581**	0,755**	0,865**
Višinski prirastek 2013	0,663**	0,781**	0,201*	0,647**	0,875*	0,922**
Višinski prirastek 2012	0,675**	0,674**	0,264**	0,389**	0,829**	0,838**
Višinski prirastek 2011	0,709**	0,665**	0,408**	0,364**	0,821**	0,809**
Višinski prirastek 2010	0,694**	0,641**	0,333**	0,272*	0,77**	0,701**
RCD 2014	0,798**	0,832**	0,553**	0,735**	0,922**	0,943**
RCD 2012	0,839**	0,774**	0,561**	0,487**	0,949**	0,877**
FTG 2014	0,093	0,14*	0,241**	0,162*	0,535**	0,603**
FTG 2012	0,454**	0,429**	0,222**	0,212**	0,754**	0,762**
Objedanje 2014	- 0,075	- 0,092	- 0,188*	- 0,305**	0,024	- 0,03
Objedanje 2012	0,053	0,049	- 0,08	- 0,203**	- 0,074	- 0,16
Vitalnost 2014	- 0,121	- 0,238**	- 0,325**	- 0,657**	- 0,196	- 0,2
Vitalnost 2012	0,172**	0,165**	- 0,459**	- 0,454**	- 0,196	- 0,43**
Naklon	0,229**	0,172**	- 0,262**	- 0,092	0,486**	0,592**
Mikrorastišče	0,021	0,036	0,033	0,171*		
Preživetje	0,015	- 0,015	0,2**		0,008	- 0,11

6.1.5 Analiza višin gorskega javorja

V obeh letih merjenja so sadike gorskega javorja dosegle statistično značilno večjo povprečno višino kot dominantna drevesa gorskega javorja (leto 2012 ... $\chi^2 = 32,817$, df = 1, p = 0,000; leto 2014 ... $\chi^2 = 14,882$, df = 1, p = 0,000). Razlika se je v dveh letih nekoliko zmanjšala. Višine dominantnih dreves so bolj variirale kot višine sadik, kar je razvidno iz standardnih odklonov. Poleg tega so bile tudi bolj asimetrično razporejene, kar se kaže v večjih razlikah med aritmetično sredino in mediano (Preglednica 8). Razlike v višini gorskega javorja so statistično značilne tudi med objekti (leto 2012 ... $\chi^2 = 34,364$, df = 2, p = 0,000; leto 2014 ... $\chi^2 = 59,990$, df = 2, p = 0,000).

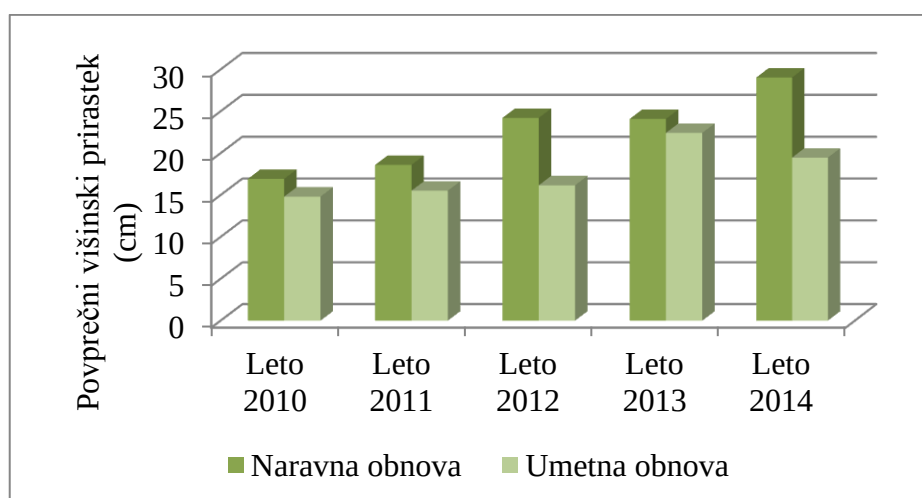
Ne glede na način obnove in leto merjenja so bile višine dreves gorskega javorja v obeh letih merjenja v pozitivni povezavi z premerom koreninskega vratu in FTG ter z vsemi višinskimi prirastki razen zadnjega. Povezave s temi parametri so bile pri dominantnih drevesih močnejše kot pri sadikah gorskega javorja. Povezava je bila pri dominantnih drevesih najmočnejše izražena med višino in premerom koreninskega vratu v istem letu merjenja (Preglednica 7).

Preglednica 8: Višina mladja gorskega javorja glede na način obnove v obeh letih merjenja v (cm)

	Leto 2012		Leto 2014	
	Naravna obnova (N = 42)	Umetna obnova (N = 199)	Naravna obnova (N = 39)	Umetna obnova (N = 171)
Aritmetična sredina	81	145	127	174
Mediana	46	141	77	164
Standardni odklon	87	47	131	75
Najmanjša vrednost	5	11	9	10
Največja vrednost	306	312	520	412

6.1.6 Analiza višinskih prirastkov

Iz slike 9 je razvidno, da so bili povprečni višinski prirastki dominantnih dreves iz leta v leto večji. Dve vegetacijski dobi po vetrolomu je bil povprečni prirastek skoraj 17 cm, sedmo leto po vetrolomu je bil 29 cm. Na naravno obnovljenih površinah smo zabeležili 18 različnih drevesnih vrst. Največje mediane višinskih prirastkov sta imela breza in kostanj, najmanjše pa smreka in gorski javor (Preglednica 9). Povprečni višinski prirastki sadik so bili vsa leta manjši od višinskih prirastkov dominantnih dreves. Višinski prirastek sadik se je do leta 2013 povečeval in v letu 2014 ponovno zmanjšal (Slika 9).



Slika 9: Povprečni višinski prirastek dominantnih dreves in sadik po letih v (cm)

Preglednica 9: Mediana absolutnih višinskih prirastkov in višin dominantnih dreves po drevesnih vrstah v (cm)

Leto	Višinski prirastek					Višina	
	2014	2013	2012	2011	2010	2012	2014
beli gaber (N = 10)	42	26	34	30		122	190
brek (N = 1)	26	35	59	52		139	197
breza (N = 16)			48	106		126	310
bukev (N = 47)	28	27	19	14	12	79	140
češnja (N = 1)	18	30	36			103	158
črni gaber (N = 2)	88	35	8			65	211
drobnica (N = 1)	72	3	10	13		84	159
gorski brest (N = 2)	43	55	37	46	29	221	320
gorski javor (N = 44)	13	17	11	6	7	46	77
graden (N = 4)	16	36	13	6	6	126	295
iva (N = 2)			59			59	40
jelka (N = 3)	18	18	21	14	6	65	85
kostanj (N = 1)	64	100	38			137	300
maklen (N = 8)	65	52	26	30		111	287
mali jesen (N = 36)	41	30	29	30	36	132	194
mokovec (N = 2)	22	10	32	41	12	217	248
oreh (N = 2)	71	50	26	57	79	149	270
smreka (N = 97)	20	14	17	9	6	43	77

6.1.7 Analiza višinskih prirastkov gorskega javorja

Višinski prirastki gorskega javorja med različnima načinoma obnove niso statistično značilno različni (Preglednica 10). Znotraj istega leta velikost prirastkov močno variira, kar se kaže z velikimi standardnimi odkloni ter velikimi razlikami med najmanjšim in največjim prirastkom. Najmanjši prirastek je bil izmerjen na sadiki (0,5 cm), največji pa na dominantnem drevesu naravne obnove (120 cm) (Preglednica 11).

Preglednica 10: Kruskal-Wallisov test višinskih prirastkov gorskega javorja glede na način obnove

	Višinski prirastek 2014	Višinski prirastek 2013	Višinski prirastek 2012	Višinski prirastek 2011	Višinski prirastek 2010
X ²	0,408	0,039	0,063	1,494	0,227
Df	1	1	1	1	1
Stopnja značilnosti (p)	0,523	0,843	0,803	0,222	0,634

Zaznan je bil rahel trend povečevanja absolutnih vrednosti višinskih prirastkov. Pri obeh načinih obnove je bila najvišja mediana višinskih prirastkov v letu 2013. Mediana višinskih prirastkov se giblje med 7 cm in 17 cm pri dominantnih drevescih ter med 11 cm in 15 cm pri sadikah. Mediane višinskih prirastkov pri umetni obnovi so bile prva tri leta enake, in sicer 11 cm. V letu 2013 se je mediana višinskih prirastkov sadik nekoliko povečala in naslednje leto zopet znižala na 13 cm (Preglednica 11). Mediana relativnih prirastkov se je pri sadikah gorskega javorja zmanjševala od leta 2010 do leta 2012. V letu 2013 se je mediana povečala in v naslednjem letu zmanjšala na raven iz leta 2012. Pri naravni obnovi je zaznati trend zmanjševanja mediane relativnih prirastkov, kar se kaže tudi na absolutnih vrednostih. Pri sadiki je bil zabeležen v letu 2012 najvišji relativni prirastek. V povprečju so sadike v prvih letih po saditvi priraščale letno eno desetino višine. Dominantna drevesa naravnega mladja so prva leta po vetrolomu priraščala v višino med dvema in štirimi desetimi lastne višine na leto (Preglednica 12).

Preglednica 11: Absolutni prirastki gorskega javorja v (cm)

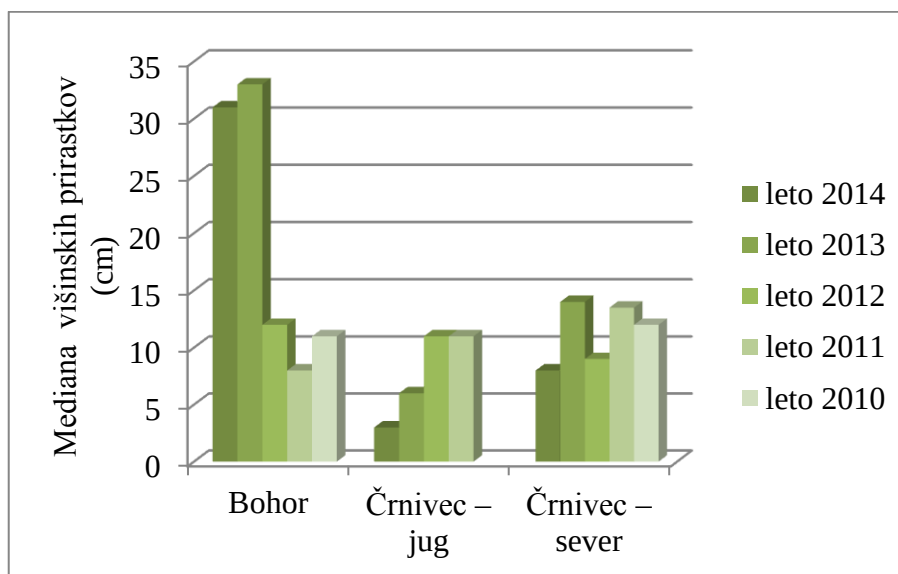
		Višinski prirastek 2014	Višinski prirastek 2013	Višinski prirastek 2012	Višinski prirastek 2011	Višinski Prirastek 2010
		N = 33	N = 31	N = 39	N = 34	N = 24
Naravna obnova	Aritmetična sredina	21,4	22,2	21,5	16,9	17,3
	Mediana	13	17	11	6	7
	Standardni odklon	24,27	20,05	22,93	19,93	19,11
	Najmanjša vrednost	1	1	1	1	1
	Največja vrednost	120	76	77	63	69
		N = 157	N = 133	N = 183	N = 142	N = 57
Umetna obnova	Aritmetična sredina	18,7	22,2	15,8	16,0	14,7
	Mediana	13	15	11	11	11
	Standardni odklon	18,07	21,23	17,40	15,53	12,16
	Najmanjša vrednost	1	1	0,5	0,5	1
	Največja vrednost	70	100	101	101	50

Preglednica 12: Relativni prirastki gorskega javorja v (cm)

		Relativni višinski prirastek 2014 N = 33	Relativni višinski prirastek 2013 N = 31	Relativni višinski prirastek 2012 N = 39	Relativni višinski prirastek 2011 N = 34	Relativni višinski prirastek 2010 N = 24
Naravna obnova	Aritmetična sredina	0,18	0,24	0,29	0,39	0,55
	Mediana	0,21	0,23	0,33	0,35	0,43
	Standardni odklon	0,09	0,12	0,16	0,27	0,34
	Najmanjša vrednost	0,01	0,07	0,01	0,04	0,07
	Največja vrednost	0,42	0,53	0,69	1,00	1,00
		N = 157	N = 133	N = 183	N = 142	N = 57
Umetna obnova	Aritmetična sredina	0,10	0,13	0,11	0,14	0,13
	Mediana	0,08	0,11	0,08	0,09	0,12
	Standardni odklon	0,09	0,15	0,10	0,17	0,14
	Najmanjša vrednost	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Največja vrednost	0,50	1,38	0,83	1,68	0,88

6.1.8 Višinski prirastki sadik gorskega javorja po objektih

Višinski prirastki sadik gorskega javorja so se v zadnjih dveh letih med lokacijami statistično značilno razlikovali (Preglednica 13). Mediana višinskih prirastkov je bila v zadnjih dveh letih najvišja na Bohorju. Na južnem delu Črničva so bili prirastki najmanjši. V zadnjih dveh letih so se na tem objektu mediane prirastkov bistveno zmanjšale. Na južnem delu Črničva so bili prirastki na skorji sadik gorskega javorja v letu 2010 slabo izraženi, zato niso obravnavani v raziskavi. V prvih letih po saditvi so bile mediane prirastkov sadik med objekti dokaj enaki (okrog 10 cm), v zadnjih dveh letih je prišlo do bistveno večjih razlik. Na Bohorju je mediana prirastkov v drugi vegetacijski dobi po saditvi rahlo upadla in se nato zopet povečala. Na Črničvu tega trenda nismo mogli zabeležiti zaradi razlik v času sajenja. V letu 2014 so bile mediane prirastkov na vseh objektih manjše od tistih iz predhodnega leta (Slika 10).



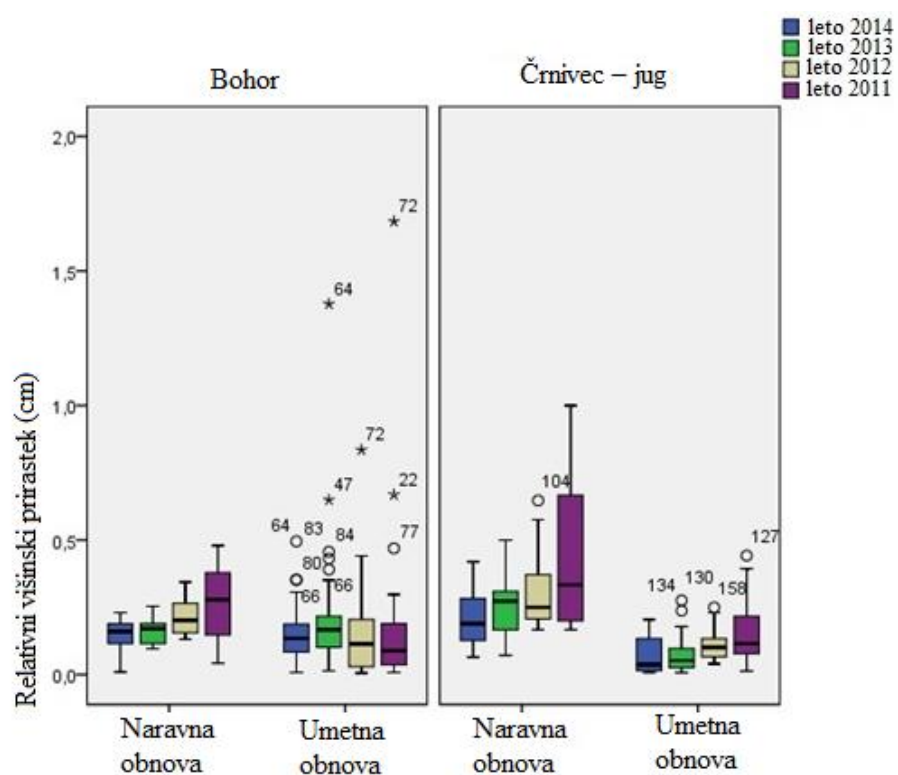
Slika 10: Višinski prirastki sadik po objektih

Preglednica 13: Kruskal-Wallisov test višinskih prirastkov gorskega javorja glede na objekte

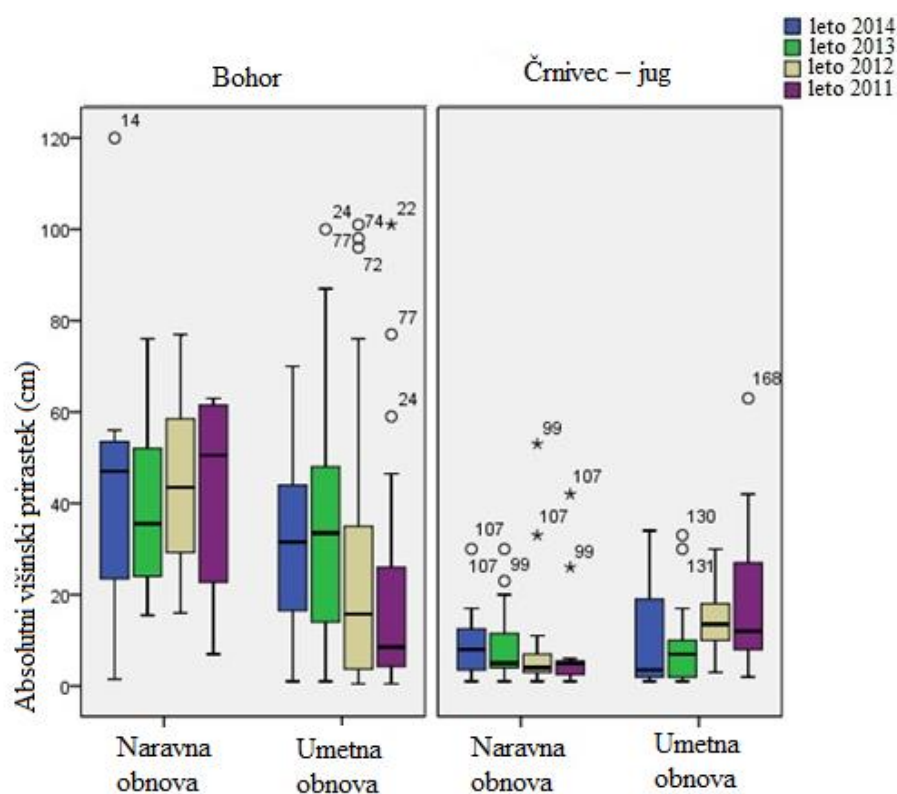
	Višinski prirastek 2014	Višinski prirastek 2013	Višinski prirastek 2012	Višinski prirastek 2011	Višinski prirastek 2010
X^2	43,866	37,396	3,336	1,477	0,355
Df	2	2	2	2	1
Stopnja značilnosti (p)	0,000	0,000	0,189	0,478	0,551

6.1.9 Primerjava naravne in umetne obnove gorskega javorja med objekti

Analizo relativnih prirastkov gorskega javorja med različnimi načini obnove smo izvedli le na objektih Bohor in južni Črnivec. Podatke iz severnega dela Črničva nismo vključili zaradi premajhnega vzorca dominantnih dreves gorskega javorja na naravno obnovljenih površinah. Na obeh analiziranih objektih so mediane relativnih prirastkov dominantnih dreves višje kot pri sadikah. Razlike v medianah relativnih prirastkov med naravno obnovljenim in umetno obnovljenim mladjem so manjše na Bohorju. Trend zmanjševanja relativnih prirastkov je prisoten pri dominantnih drevesih na obeh objektih in pri sadikah na južnem delu Črničva. Prav tako je na dominantnih drevesih zaznati trend zmanjševanja relativnih prirastkov (Slika11). Po absolutnih vrednostih so mediane višinskih prirastkov bistveno višje na Bohorju. Višinski prirastki dominantnih dreves so višji od sadik na Bohorju in nižji na južnem delu Črničva (Slika 12).



Slika 11: Relativni prirastki gorskega javorja



Slika 12: Absolutni prirastki gorskega javorja v (cm)

Preglednica 14: Spearmanov korelacijski koeficient rangov višinskih prirastkov gorskega javorja z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

Leto	Naravna obnova					Umetna obnova				
	2014	2013	2012	2011	2010	2014	2013	2012	2011	2010
Višina 2012	0,8**	0,9**	0,8**	0,8**	0,8**	0,2*	0,2**	0,3**	0,4**	0,4**
Višina 2014	0,9**	0,9**	0,8**	0,8**	0,7**	0,6**	0,7**	0,4**	0,3**	0,3*
Višinski prirastek 2014	1,0	0,9**	0,7**	0,6**	0,8**	1,0	0,8**	0,3**	0,2*	0,1
Višinski prirastek 2013	0,9**	1,0	0,8**	0,8**	0,8**	0,8**	1,0	0,3**	0,2*	0,3
Višinski prirastek 2012	0,7**	0,8**	1,0	0,8**	0,8**	0,3**	0,3**	1,0	0,5**	0,4**
Višinski prirastek 2011	0,6**	0,8**	0,8**	1,0	0,6**	0,2*	0,2*	0,5**	1,0	0,3*
Višinski prirastek 2010	0,8**	0,8**	0,8**	0,6**	1,0	0,1	0,3	0,4**	0,3*	1,0
RCD 2014	0,8**	0,9**	0,8**	0,8**	0,7**	0,6**	0,6**	0,3**	0,2*	0,2
RCD 2012	0,8**	0,8**	0,7**	0,8**	0,7**	0,2*	0,2**	0,2**	0,2**	0,4**
FTG 2014	0,4*	0,6**	0,5**	0,7**	0,0	-0,2*	-0,1	0,0	0,1	0,4**
FTG 2012	0,5**	0,7**	0,7**	0,7**	0,4*	0,1	0,2*	0,2**	0,3**	0,2
Vitalnost 2014	-0,3	-0,3	0,0	-0,2	0,1	-0,7**	-0,7**	-0,2**	-0,2	-0,1
Vitalnost 2012	-0,5**	-0,5**	-0,2	0,0	-0,2	-0,3**	-0,3**	-0,3**	-0,2**	-0,3**
Naklon	0,5**	0,5**	0,6**	0,5**	0,6**	0,2*	0,1	0,0	-0,2	-0,2
Objedanje 2014	-0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,2**	-0,3**	0,0	-0,1	0,0

Iz preglednice 14 je razvidno, da so višinski prirastki gorskega javorja med sabo močno povezani ne glede na način obnove. Povezava višinskih prirastkov z višinama v letu 2012 in 2014 je bila bolj tesna na naravno obnovljenih površinah. Prav tako je bila povezava višinskih prirastkov s premerom koreninskega vratu (RCD) pri dominantnih drevesih večja kot pri sadikah. Višinski prirastki predvsem dominantnih dreves so bili v pozitivni povezavi s stopnjo sproščenosti (FTG). Zmanjševanje vitalnosti drevesa je bilo statistično značilno negativno povezano z višinskimi prirastki predvsem pri sadikah.

6.1.10 Analiza premera koreninskega vratu vseh drevesnih vrst

Dominantni osebki na naravno obnovljenih površinah vseh objektov so imeli v letu 2012 premere koreninskega vratu med 1 in 55 mm. V tem letu je mediana premerov znašala 10 mm in je bila za 2 mm manjša od aritmetične sredine. V letu 2014 se je mediana premerov koreninskega vratu dominantnih dreves povečala na 20 mm. Prav tako so bile opazne tudi večje razlike med premeri, kar se kaže na najmanjših in največjih vrednostih ter na standardnem odklonu (Preglednica 15). Med objekti so obstajale statistično značilne razlike v premerih koreninskega vratu (leto 2012 ... $\chi^2 = 41,954$, $df = 2$, $p = 0,000$; leto 2014 ... $\chi^2 = 130,623$, $df = 2$, $p = 0,000$). Največje mediane premerov koreninskega vratu so bile izmerjene na Bohorju in najmanjše na južnem delu Črničca. Na Bohorju se je mediana premerov koreninskega vratu iz 13 mm v letu 2012 zvišala na 27 mm v letu 2014. Največji premer se je v teh dveh letih zvišal za 23 mm, najmanjši premer pa za 8 mm. Na tem objektu, kot tudi na ostalih dveh, je bilo opaziti povečanje standardnega odklona v letu 2014 v primerjavi z letom 2012. Na južnem delu Črničca je bila mediana (RCD) v letu 2012 5 mm in se je po dveh letih zvišala na 11 mm. Na severnem delu Črničca je bila mediana (RCD) nekoliko višja in je ob prvem merjenju znašala 9 mm ob drugem pa 19 mm (Preglednica 15).

Med načinoma obnove so obstajale statistično značilne razlike v premerih koreninskega vratu le v letu 2012 (leto 2012 ... $\chi^2 = 26,320$, $df = 1$, $p = 0,000$; leto 2014 ... $\chi^2 = 3,786$, $df = 1$, $p = 0,052$). Sadike na umetno obnovljenih površinah vseh objektov so imele v letu 2012 premere koreninskega vratu med 5 in 50 mm. V tem letu je mediana premerov znašala 13 mm in je bila za 1 mm manjša od aritmetične sredine. V letu 2014 se je mediana premerov koreninskega vratu dominantnih dreves povečala na 17 mm. Prav tako so bile opazne tudi večje razlike med premeri, kar se kaže na najmanjših in največjih vrednostih ter na standardnem odklonu. Večje variiranje premerov koreninskega vratu v letu 2014 v primerjavi z letom 2012 je bilo opaziti na vseh objektih. V letu 2012 je bila mediana premerov koreninskega vratu sadik na vseh objektih enaka (13 mm). Ob naslednji meritvi je bila mediana najmanjša na južnem delu Črničca (15 mm) in največja na Bohorju (22 mm). Premeri so najbolj variirali na Bohorju (Preglednica 15).

Preglednica 15: Premeri koreninskega vratu po objektih in letih merjenja v (mm)

		Bohor		Črnivec – jug		Črnivec – sever		Povprečje	
Leto		2012	2014	2012	2014	2012	2014	2012	2014
		(N = 125)	(N = 106)	(N = 54)	(N = 59)	(N = 93)	(N = 87)	(N = 272)	(N = 252)
Naravna obnova	Aritmetična sredina	15	28	6	12	10	21	12	22
	Mediana	13	27	5	11	9	19	10	20
	Standardni odklon	8,34	11,95	3,23	5,24	6,59	9,54	7,84	11,81
	Najmanjša vrednost	2	10	2	3	1	4	1	3
	Največja vrednost	55	78	16	23	34	45	55	78
		(N = 88)	(N = 72)	(N = 56)	(N = 51)	(N = 70)	(N = 56)	(N = 214)	(N = 179)
Umetna obnova	Aritmetična sredina	14	25	13	15	13	17	14	20
	Mediana	13	22	13	15	13	17	13	17
	Standardni odklon	5,35	11,87	3,69	4,02	3,05	7,19	4,27	9,73
	Najmanjša vrednost	5	6	8	9	8	3	5	3
	Največja vrednost	27	58	30	26	21	33	30	58

Sadike so imele ob prvi meritvi za 3 mm večjo mediano premerov koreninskega vratu kot dominantna drevesa. Ob naslednji meritvi se je stanje ravno obrnilo in so imele sadike za 3 mm manjši premer kot dominantna drevesa. Variacija premerov je pri dominantnih drevesih večja kot pri sadikah. Na Bohorju so bili leta 2012 premeri koreninskih vratov na obeh načinih obnove enaki (13 mm). Pri ponovni meritvi na tem objektu so bili premeri dominantnih dreves za 5 mm večji od sadik. Na južnem delu Črničca imajo sadike v obeh letih merjenja večji premer kot dominantna drevesa. Na severnem delu Črničca so bili premeri sadik pri prvi meritvi večji od dominantnih dreves in pri drugi meritvi manjši (Preglednica 15). Premeri koreninskega vratu so bili v obeh letih izvedbe meritev v

pozitivnem razmerju z višinami in FTG v obeh letih merjenja ter z vsemi višinskimi prirastki. Poleg tega so bili premeri koreninskega vratu pri obeh zaporednih meritvah močno pozitivno povezani tudi med sabo (Preglednica 16). Premeri koreninskega vratu v letu 2012 so bili pozitivno povezani še s tem, ali je drevo med meritvama preživel. Premeri koreninskega vratu so v letu 2014 v negativni povezavi z objedanjem in manjšanjem vitalnosti v obeh letih merjenja.

Preglednica 16: Spearmanov korelacijski koeficient rangov RCD v letu 2012 in v letu 2014 z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

	RCD 2012	RCD 2014
Višina 2014	0,675**	0,735**
Višina 2012	0,731**	0,521**
Višinski prirastek 2014	0,275**	0,613**
Višinski prirastek 2013	0,374**	0,638**
Višinski prirastek 2012	0,315**	0,534**
Višinski prirastek 2011	0,389**	0,432**
Višinski prirastek 2010	0,433**	0,394**
RCD 2014	0,720**	1,000
RCD 2012	1,000	0,720**
FTG 2014	0,216**	0,111*
FTG 2012	0,404**	0,289**
Objedanje 2014	-0,032	-0,204**
Objedanje 2012	0,073	-0,091
Vitalnost 2014	-0,066	-0,440**
Vitalnost 2012	-0,038	-0,216**
Naklon	0,021	0,069
Mikrorastišče	0,008	0,041
Preživetje	0,119**	0,010

6.1.11 Analiza konkurence

Na naravno obnovljenih površinah so pri obeh meritvah prevladovala dominantna drevesa, ki so imela FTG 2 ali manj. Na umetno obnovljenih površinah so ravno nasprotno prevladovali sadiki s FTG večjim od 2. To pomeni, da so sadiki bistveno bolj sproščeni v rasti (Preglednica 17). Med načinoma obnove obstajajo statistično značilne razlike med stopnjami FTG v obeh letih merjenja (letu 2012 ... $\chi^2 = 71,111$, $df = 1$, $p = 0,000$; letu 2014 ... $\chi^2 = 68,018$, $df = 1$, $p = 0,000$). Poleg tega obstajajo tudi statistično značilne razlike v stopnji FTG med objekti. Ta razlika je bila v letu 2012 nekoliko manj značilna kot v letu 2014 (letu 2012 ... $\chi^2 = 6,918$, $df = 2$, $p = 0,031$; letu 2014 ... $\chi^2 = 34,112$, $df = 2$, $p = 0,000$). V letu 2012 so bili dominantni osebki najmanj sproščeni na južnem delu Črnavca in

najbolj na Bohorju. V letu 2014 so se razmere obrnile, saj je bil delež dominantnih dreves s FTG manjšim ali enakim 2 največji na Bohorju in najmanjši na južnem delu Črničva. Sadike so bile na vseh objektih bistveno bolj sproščene kot dominantna drevesa. V obeh letih merjenja so bile sadike najmanj sproščene na Bohorju in najbolj na južnem delu Črničva (Preglednica 17).

Preglednica 17: FTG po objektih in načinu obnove v (%)

		Bohor		Črničec – jug		Črničec – sever		Povprečje	
Leto		2012	2014	2012	2014	2012	2014	2012	2014
FTG		N = 125	N = 106	N = 54	N = 52	N = 93	N = 87	N = 272	N = 245
Naravna obnova	0	17	34	74	27	24	20	31	27
	1	17	23	19	29	25	37	20	29
	2	30	27	2	12	34	20	26	21
	3	22	15	4	13	16	18	17	16
	4	14	1	2	19	1	6	7	7
		N = 88	N = 72	N = 56	N = 50	N = 70	N = 57	N = 214	N = 179
Umetna obnova	0	11	31	4	8	17	9	11	17
	1	10	18	4	2	13	5	9	9
	2	32	14	18	2	19	11	24	9
	3	18	13	25	12	17	12	20	12
	4	28	25	50	76	34	63	36	51

Stopnji sproščenosti sta bili med sabo povezani z 0,389 pri enoodstotnem tveganju. FTG je v obeh letih v pozitivnem razmerju z višino in premerom koreninskega vratu. Poleg tega je bil FTG v letu 2012 v pozitivnem razmerju še z višinskim prirastkom v letu 2013, 2012, 2011 in 2010, z večanjem objedenosti v letu 2012 ter s tem, ali je drevo preživel med obema meritvama. Negativno je bil FTG v letu 2012 povezan z objedanjem v letu 2014. FTG v letu 2014 je bil v negativnem razmerju še z večanjem naklona (Preglednica 18).

Preglednica 18: Spearmanov korelacijski koeficient rangov FTG v letu 2012 in v letu 2014 z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

	FTG 2012	FTG 2014
Višina 2014	0,368**	0,227**
Višina 2012	0,445**	0,309**
Višinski prirastek 2014	0,003	-0,158**
Višinski prirastek 2013	0,133*	-0,034
Višinski prirastek 2012	0,150**	-0,060
Višinski prirastek 2011	0,241**	0,084
Višinski prirastek 2010	0,275**	0,103
RCD 2014	0,289**	0,111*
RCD 2012	0,404**	0,216**
FTG 2014	0,389**	1,000
FTG 2012	1,000	0,389**
Objedanje 2014	-0,100*	0,014
Objedanje 2012	0,125**	0,087
Vitalnost 2014	0,082	0,039
Vitalnost 2012	0,084	-0,039
Naklon	-0,062	-0,182**
Mikrorastišče	-0,032	-0,030
Preživetje	0,094*	0,070

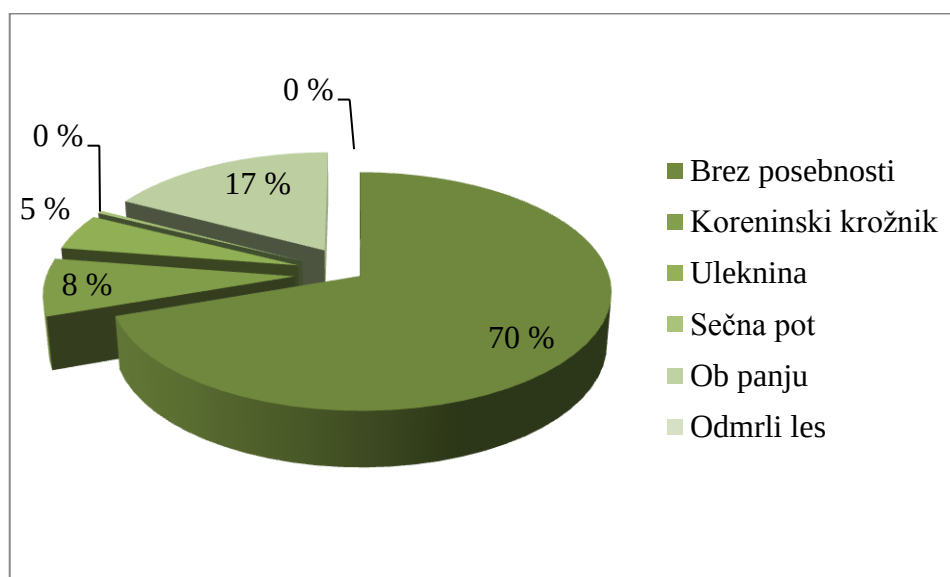
Preglednica 19: Delež dreves po posameznih stopnjah FTG

		FTG v letu 2014				
	FTG v letu 2012	0 N = 67	1 N = 71	2 N = 52	3 N = 39	4 N = 16
Naravna obnova	0	49	26	12	10	3
	1	21	31	23	13	12
	2	22	36	20	17	5
	3	16	26	35	16	7
	4	11	17	22	39	11
Umetna obnova		N = 31	N = 17	N = 17	N = 22	N = 92
	0	24	12	6	6	53
	1	31	19	6	0	44
	2	32	12	20	15	22
	3	6	6	11	28	50
	4	10	7	4	7	71

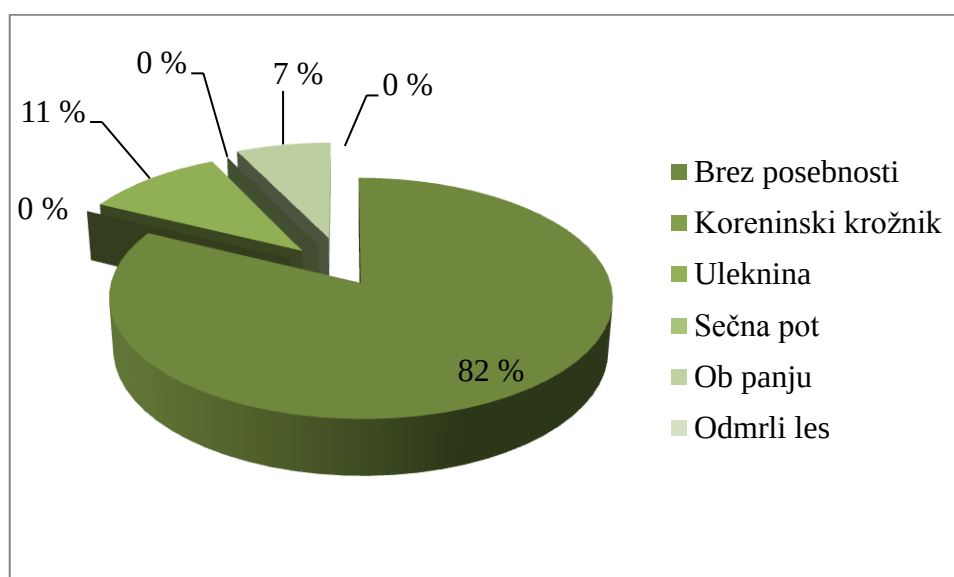
Od dominantnih dreves, ki so imela FTG 0 v letu 2012, jih je bilo 49 % z enakim FTG tudi v letu 2014. Delež dominantnih dreves z enakim FTG se je z večanjem FTG zmanjševal. Tega trenda pri sadikah ni opaziti. Največ sadik s FTG 4 v letu 2012 je pri drugi meritvi ohranilo enak FTG. Od vseh stopenj sproščenosti pri sadikah se je pri stopnji FTG 1 v letu 2012 pri naslednji meritvi sproščenost najbolj spremenila (Preglednica 19)

6.1.12 Analiza mikrorastišč

Med načinoma obnove je obstajala statistično značilna razlika glede prisotnosti mikrorastišč ($\chi^2 = 4,495$, $df = 1$, $p = 0,034$). Obstajale so tudi statistično značilne razlike med objekti ($\chi^2 = 12,256$, $df = 2$, $p = 0,002$). Dominantna drevesa na naravno obnovljenih površinah so najpogosteje rasla na lokaciji, kjer ni bilo posebnosti na terenu. Nobeno dominantno drevo ni raslo na drevesnih ostankih in na sečni poti (Slika 13). Med sadikami je bil delež tistih, ki so rasle na mikrorastiščih brez posebnosti, še večji kot pri dominantnih drevesih in sicer 82-odstoten. Nobena sadika ni bila posajena na koreninski krožnik, sečno pot in na odmrli drevesa (Slika 14).



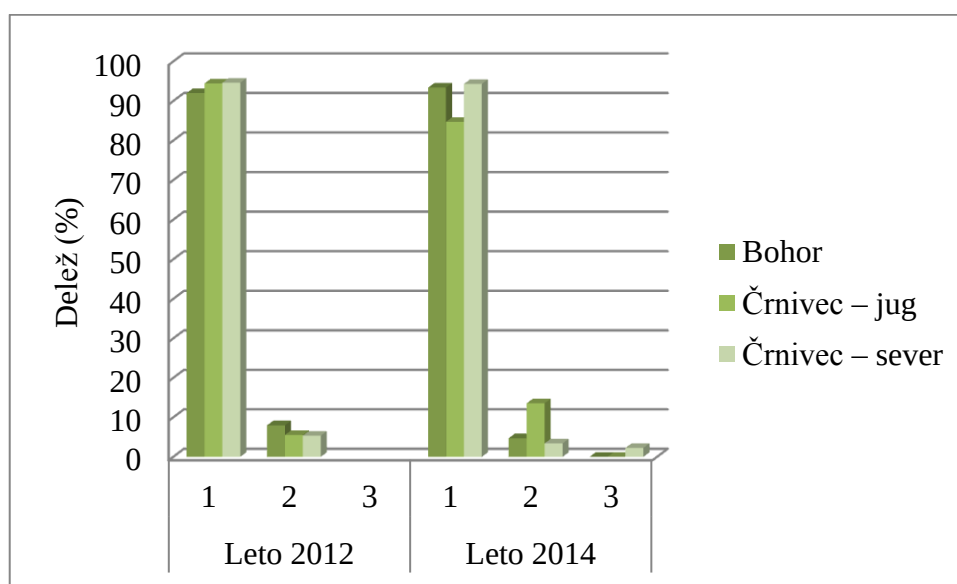
Slika 13: Zastopanost mikrorastišč na naravno obnovljenih površinah v (%)



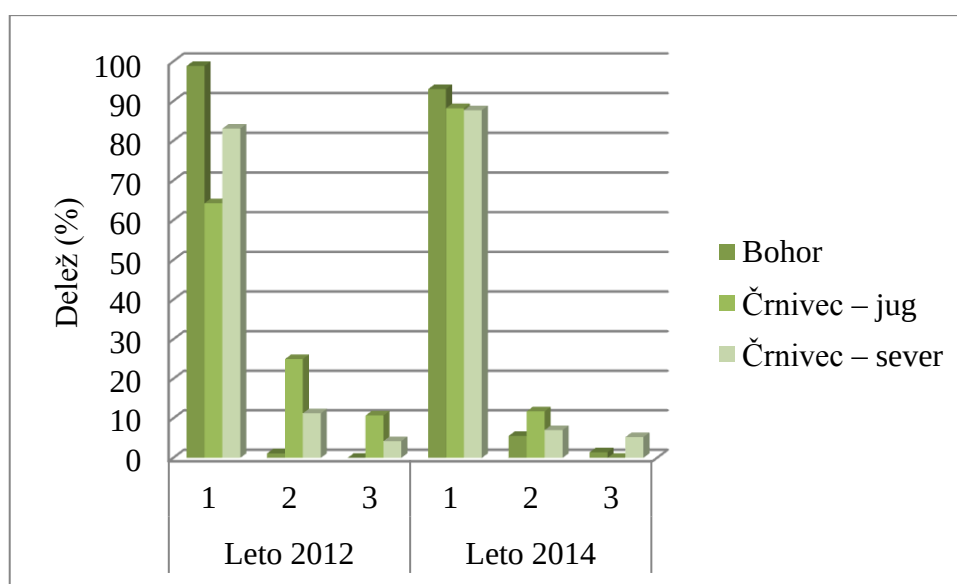
Slika 14: Zastopnost mikrorastišč na umetno obnovljenih površinah v (%)

6.1.13 Analiza objedenosti

Dominantna drevesa na naravno obnovljenih površinah so bila na večini objektov zelo malo objedena, saj jih je velika večina spadala v prvo stopnjo objedenosti. Najmanj dominantnih dreves je bilo v obeh letih merjenja v tretji, najbolj objedeni stopnji. Leta 2012 v tretjo stopnjo objedenosti ni spadalo nobeno drevo. Naravno obnovljeno mladje je bilo najbolj objedeno na južnem delu Črnavca in najmanj na severnem delu Črnavca (Slika 15). Med sadikami so prevladovalle tiste z najmanjšo stopnjo objedenosti, najmanj pa je bilo tistih v tretji stopnji. Najmanj sadik je bilo leta 2012 v prvi stopnji objedenosti na južnem delu Črnavca in največ na Bohorju. Ob naslednji meritvi v letu 2014 so bile razlike med objekti bistveno manjše (Slika 16). Sadike so bile ob prvi meritvi nekoliko bolj objedene kot dominantna drevesa, ampak se je ta razlika v letu 2014 že bistveno zmanjšala. Z leti se je objedenost pri sadikah nekoliko zmanjšala, pri dominantnih drevesih pa je ostala nekako na isti ravni (Slika 15 in Slika 16). Razlike v objedenosti med načini obnove so statistično značilne le v letu 2012 (leto 2012 ... $\chi^2 = 9,592$, $df = 1$, $p = 0,002$; leto 2014 ... $p = 0,228$). Med objekti so obstajale statistično značilne razlike v objedenju le v letu 2012 na umetno obnovljenih površinah (leto 2012 ... $\chi^2 = 32,172$, $df = 2$, $p = 0,000$; leto 2014 ... $p = 0,527$), na naravno obnovljenih površinah razlike niso bile značilne (2012 ... $p = 0,700$; leto 2014 ... $p = 0,098$). Objedenost sadik je bila pri prvi meritvi pozitivno povezana z vitalnostjo v letu 2012, višino v letu 2014 in objedenostjo v letu 2014. Pri drugi meritvi je bila objedenost sadik v pozitivnem razmerju z vitalnostjo in objedanem v letu 2012 ter v negativnem z višino, s stopnjo sproščenosti v rasti v obeh letih ter s prirastkom v letu 2013 in letu 2014. Objedenost dominantnih dreves je bila pri obeh meritvah pozitivno povezana z vitalnostjo, poleg tega sta bili objedenosti pozitivno povezani tudi med sabo.



Slika 15: Stopnje objedenosti dominantnih dreves

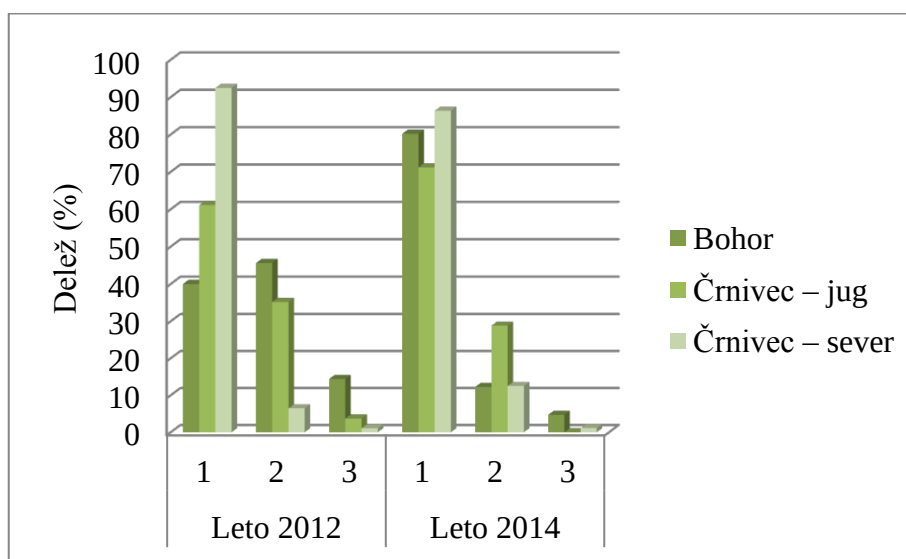


Slika 16: Stopnje objedenosti sadik

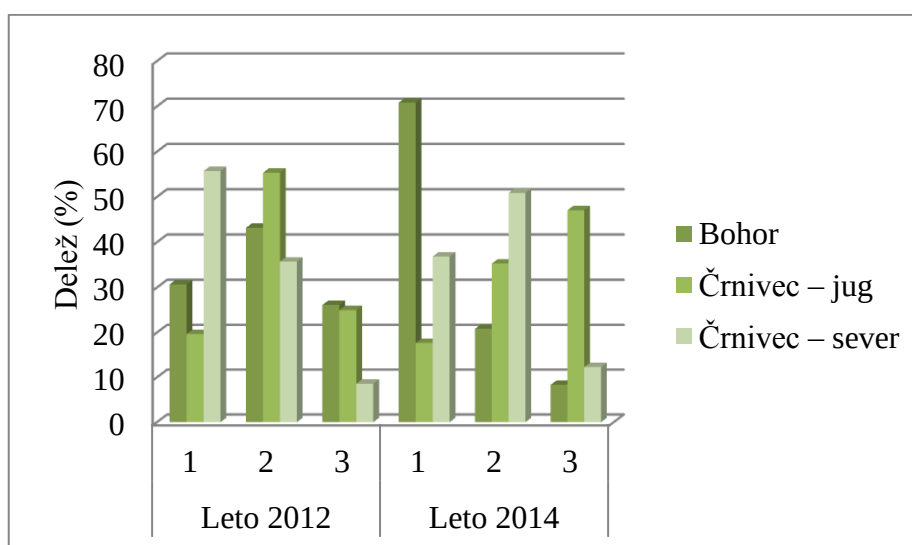
6.1.14 Analiza vitalnosti

Med dominantnimi drevesi je bil največji delež najbolj vitalnih in najmanjši delež najmanj vitalnih. Vitalnost naravnega mladja je bila pri zadnji meritvi boljša kot pri prvi meritvi, saj se je povečal delež najvitalnejših osebkov. V obeh letih izvajanja meritev so bila najbolj vitalna dominantna drevesa na severnem delu Črničva. V letu 2012 je bila vitalnost naravnega mladja najslabša na Bohorju in se je čez dve leti bistveno izboljšala. Prav tako se je vitalnost dominantnih dreves v zadnjih dveh letih izboljšala na južnem delu Črničva. Na severnem delu Črničva se je vitalnost v zadnjih dveh letih nekoliko poslabšala (Slika 17). Sadike so bile v letu 2012 najbolj vitalne na severnem delu Črničva in najmanj na

Bohorju. Pri naslednji meritvi se je stanje spremenilo, saj so bile sadike najvitalnejše na Bohorju in najmanj vitalne na južnem delu Črnavca. Na Bohorju se je vitalnost sadik v zadnjih dveh letih izboljšala. Na obeh objektih na Črnavcu se je vitalnost sadik zmanjšala. Leta 2014 je bila večina sadik na severnem delu Črnavca v drugi stopnji vitalnosti. Na južnem delu Črnavca je bilo največ sadik najslabše vitalnih (Slika 18). Glede na stopnjo vitalnosti je obstajala statistično značilna razlika med načinoma obnove (leto 2012 ... $\chi^2 = 36,290$, $df = 1$, $p = 0,000$; leto 2014 ... $\chi^2 = 67,444$, $df = 1$, $p = 0,000$). Tudi objekti se med sabo statistično značilno razlikujejo glede na stopnjo vitalnosti (leto 2012 ... $\chi^2 = 66,176$, $df = 2$, $p = 0,000$; leto 2014 ... $\chi^2 = 33,014$, $df = 2$, $p = 0,000$).



Slika 17: Vitalnost dominantnih dreves po stopnjah



Slika 18: Vitalnost sadik po stopnjah

Povečevanje vitalnosti sadik je bilo pri prvi meritvi statistično značilno pozitivno povezano z večjo višino pri obeh meritvah, večjimi vsemi prirastki, večjim premeroma koreninskega vratu v obeh letih, večjo stopnjo sproščenosti pri drugi meritvi, z večjo vitalnostjo pri drugi meritvi in negativno z večjim objedanjem v obeh letih merjenja. Povečevanje vitalnosti sadik je bilo pri drugi meritvi statistično značilno pozitivno povezano z večjo višino pri obeh meritvah, večjim višinskim prirastkom v letih 2012, 2013, 2014 ter z večjim premerom koreninskega vratu pri obeh meritvah in večjo vitalnostjo pri prvi meritvi. Poleg tega je bilo v negativnem razmerju z večjim objedanjem v tekočem letu. Povečevanje vitalnosti dominantnih dreves je bilo pri prvi meritvi statistično značilno pozitivno povezano z večjim prirastkom v tekočem letu, večjo verjetnostjo preživetja v naslednjih dveh letih, večjo stopnjo sproščenosti pri drugi meritvi, večjo vitalnostjo pri drugi meritvi in negativno z večjo višino pri obeh meritvah ter večjim objedanjem v tekočem letu. Vitalnost dominantnih dreves je pri drugi meritvi v statistično značilni pozitivni povezavi z višino v tekočem letu, prirastkom v letih 2012, 2013, 2014, premerom koreninskega vratu pri obeh meritvah, verjetnostjo preživetja, stopnjo sproščenosti pri obeh meritvah, vitalnostjo pri prvi meritvi in v negativni povezavi z objedanjem v tekočem letu.

6.2 ANALIZA VEGETACIJSKIH PLOSKEV

6.2.1 Drevesna sestava

V letu 2012 je bilo na vegetacijskih ploskvah 14 različnih drevesnih vrst, čez dve leti pa 17, in sicer: bela vrba, beli gaber, breza, gorski javor, gorski brest, bukev, brek, češnja, črni gaber, graden, iva, jelka, jerebika, maklen, mali jesen, smreka, trepetlika. Na površinah s kislo reakcijo tal smo zabeležili 10 različnih drevesnih vrst ter 11 različnih drevesnih vrst na površinah z bazično reakcijo tal. Na Bohorju je raslo 12 različnih drevesnih vrst v letu 2014 in 11 različnih v letu 2012. Na južnem delu Črnavca je bilo ob prvi meritvi 7 drevesnih vrst in 8 ob drugi. Na severnem delu Črnavca je bilo različnih 9 drevesnih vrst v letu 2014 in 8 v letu 2012. Opazne so bile velike razlike v drevesni sestavi med Bohorjem in objektoma na Črnavcu. Na vseh treh objektih so bile prisotne breza, bukev in iva (Preglednica 26).

6.2.2 Gostota mladja naravno nasemenenega mladja

Gostote naravnega mladja so se med načinoma obnove statistično značilno razlikovale v obeh letih merjenja (2012 ... $\chi^2 = 12,054$, $df = 1$, $p = 0,001$; leto 2014 ... $\chi^2 = 12,550$, $df = 1$, $p = 0,000$). Povprečna gostota naravno nasemenenega mladja je bila na naravno obnovljenih površinah večja kot na umetno obnovljenih površinah. V letu 2014 je bila povprečna gostota mladja na naravno obnovljenih površinah 29.524 osebkov na hektar, na umetno obnovljenih površinah pa 7.460 osebkov na hektar. Pri obeh vrstah obnove se je povprečna gostota mladja med meritvama povečala, medtem ko je mediana ostala enaka. Med meritvama se je povečala tudi variabilnost v gostoti mladja glede na način obnove, saj

se je standardni odklon povečal. V obeh letih merjenja so bile pri obeh načinih obnove prisotne ploskve brez pomladka (Preglednica 20). Na umetno obnovljenih površinah smo pri obeh meritvah zabeležili 35,7-odstotno ploskev brez pomladka. Na naravno obnovljenih površinah je bil delež ploskev brez mladja v letu 2014 nekoliko nižji in je znašal 19 % (Preglednica 21). Največja gostota naravno nasemenenega mladja je bila 186.667 osebkov na hektar pri naravni obnovi v letu 2014 (Preglednica 20). Gostota naravnega mladja v letu 2014 je bila v negativni povezavi z zastiranjem zelišč in grmovnic v letu 2014, saj je Spearmanov korelacijski koeficient znašal 0,361 pri 0,1-odstotnem tveganju. Prav tako je bila gostota naravnega mladja v letu 2012 v negativni povezavi z zastiranjem zelišč in grmovnic v letu 2012, saj je bil Spearmanov korelacijski koeficient – 0,232 pri 3,4-odstotnem tveganju. Poleg tega je bila gostota naravnega mladja v letu 2012 v pozitivnem razmerju še z opadom leta 2012 (Spearmanov korelacijski koeficient je bil 0,225 pri 3,9-odstotnem tveganju).

Preglednica 20: Gostota naravnega mladja (ha^{-1})

	Leto 2012		Leto 2014	
	Naravna obnova	Umetna obnova	Naravna obnova	Umetna obnova
	(N = 328)	(N = 80)	(N = 372)	(N = 94)
Aritmetična sredina	26032	6349	29524	7460
Mediana	20000	3333	20000	3333
Standardni odklon	32495	7318	36925	10170
Najmanjša vrednost	0	0	0	0
Največja vrednost	153333	26667	186667	43333

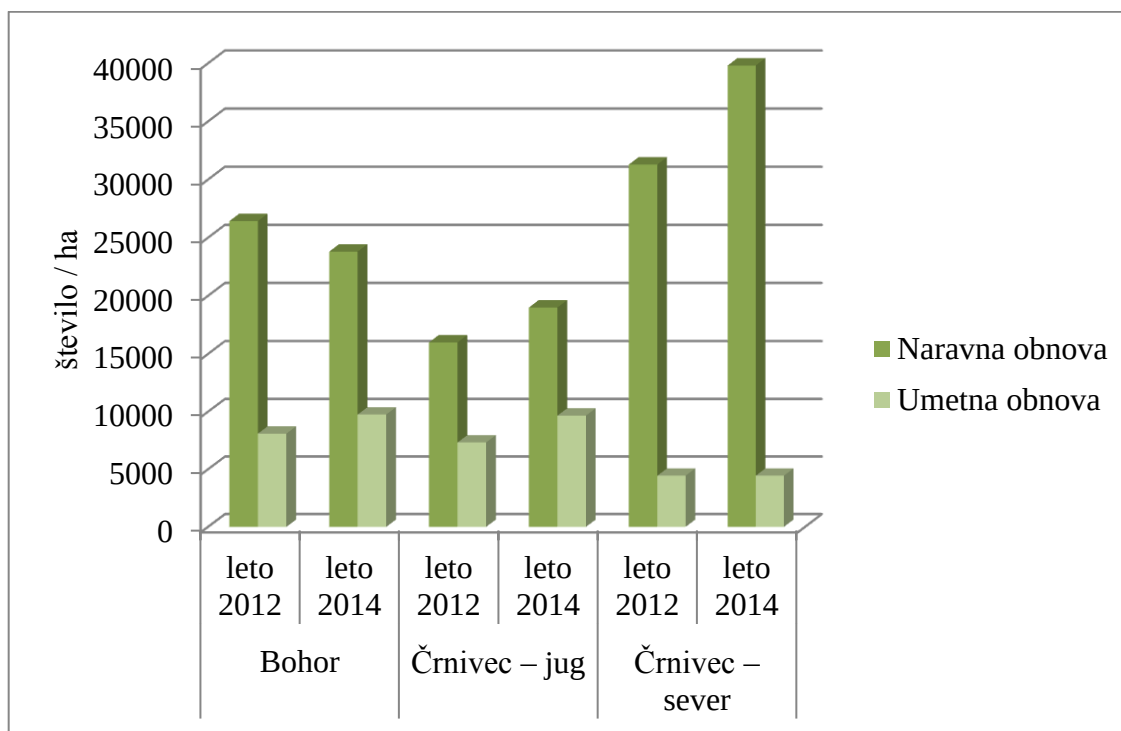
Preglednica 21: Delež ploskev brez pomladka (%)

	Leto 2012	Leto 2014
Naravna obnova (N = 42)	16,7	19,0
Umetna obnova (N = 42)	35,7	35,7

6.2.2.1 Gostote naravnega mladja po objektih

Gostota naravnega mladja se med objekti statistično značilno ne razlikuje (leto 2012 ... $p = 0,551$; leto 2014 ... $p = 0,615$). Na vseh objektih je gostota naravnega mladja na naravno obnovljenih površinah večja kot na umetno obnovljenih površinah. Na naravno obnovljenih površinah je mladje najbolj gosto na severnem delu Črničva in najmanj na južnem delu Črničva. Na teh objektih se je gostota naravnega mladja na naravno obnovljenih površinah med meritvama povečala, če primerjamo z Bohorjem, kjer se je

nekoliko zmanjšala. Na umetno obnovljenih površinah je bila največja gostota naravnega mladja na Bohorju in najmanjša na severnem delu Črnivca. Med meritvama je gostota naravnega mladja ostala enaka na severnem delu Črnivca, na Bohorju in južnem delu Črnivca pa se je povečala (Slika 19).



Slika 19: Povprečna gostota naravno mladja po objektih

6.2.2.2 Gostota naravnega mladja glede na reakcijo tal

Med površinami s kislo in bazično reakcijo tal ni bilo statistično značilnih razlik v gostoti naravnega mladja (leto 2012.... $p = 0,616$; leto 2014.... $p = 0,750$). Na naravno obnovljenih površinah z bazično reakcijo tal so bile mediane gostot naravnega mladja manjše kot na površinah s kislo reakcijo tal. Ravno obratno pa smo zabeležili na umetno obnovljenih površinah. Na umetno obnovljenih površinah so bile gostote naravnega mladja nižje kot na naravno obnovljenih ne glede na reakcijo tal (Preglednica 22).

Preglednica 22: Gostota naravnega mladja glede na reakcijo tal

Leto		Bazična tla		Kisla tla	
		2012	2014	2012	2014
		(N = 12)	(N = 12)	(N = 30)	(N = 30)
Naravna obnova	Aritmetična sredina	19722	18889	25833	32381
	Mediana	13333	8333	16667	20000
	Standardni odklon	21389	22217	35167	41424
	Najmanjša vrednost	0	0	0	0
	Največja vrednost	70000	70000	153333	186667
		(N = 12)	(N = 12)	(N = 30)	(N = 30)
Umetna obnova	Aritmetična sredina	8095	9762	5476	6310
	Mediana	5000	5000	3333	3333
	Standardni odklon	8239	13554	6802	8030
	Najmanjša vrednost	0	0	0	0
	Največja vrednost	26667	43333	23333	26667

6.2.2.3 Gostote klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst

Pri obdelavi podatkov smo ločili drevesne vrste na klimaksne (ciljne): beli gaber, gorski javor, gorski brest, bukev, brek, češnja, graden, jelka, smreka in pionirske: bela vrba, breza, črni gaber, iva, jerebika, maklen, mali jesen, trepetlika.

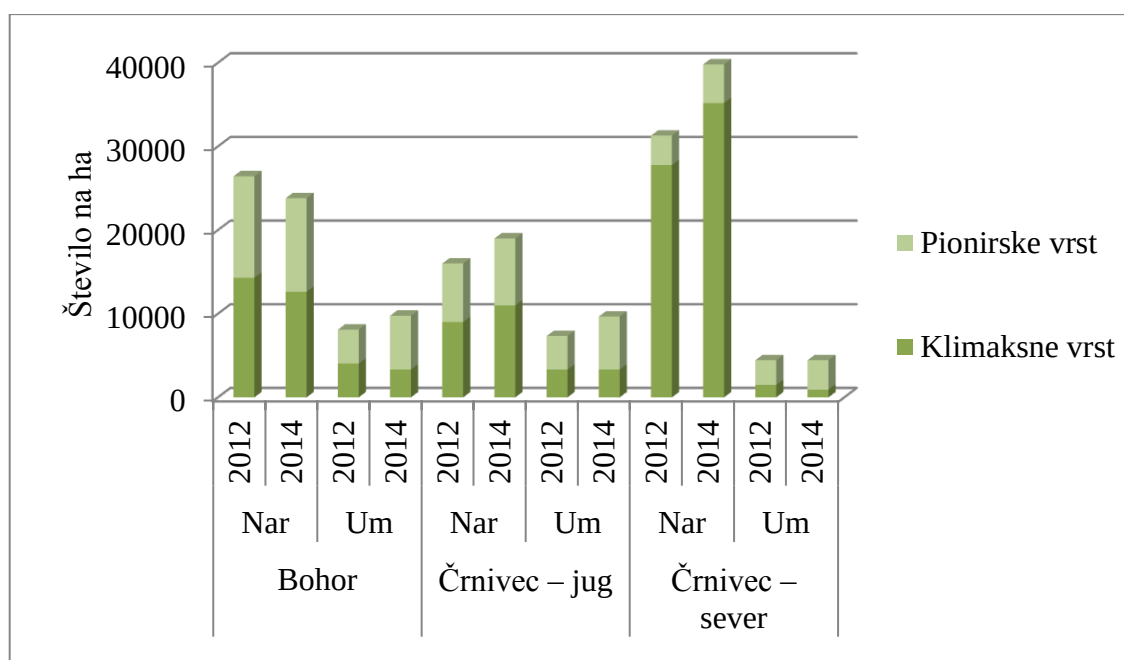
Gostota klimaksnih drevesnih vrst se je med načinoma obnove statistično razlikovala v obeh letih merjenja (2012.... $\chi^2 = 13,148$, $df = 1$, $p = 0,000$; leto 2014.... $\chi^2 = 14,612$, $df = 1$, $p = 0,000$). Pri pionirskih drevesnih vrstah te razlike ni bilo zaznati (2012.... $p = 0,265$ leto 2014.... $p = 0,160$). Na naravno obnovljenih površinah v pomladku prevladujejo klimaksne drevesne vrste. Na teh površinah se je delež klimaksnih vrst pri drugi meritvi povečal za nekaj manj kot 2 %. Na umetno obnovljenih površinah v mladju prevladujejo pionirske drevesne vrste, katerih delež se je pri drugi meritvi povečal za nekaj manj kot 13 % (Preglednica 23). Glede gostote klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst so med objekti obstajale statistično značilne razlike le pri gostoti pionirskih drevesnih vrst v letu 2012 (2012.... $\chi^2 = 9,119$, $df = 2$, $p = 0,001$). Iz slike 20 je razvidno, da se je v zadnjih dveh letih med meritvama, delež pionirskih vrst povečal povsod, razen na naravno obnovljenih površinah južnega dela Črničva. Na umetno obnovljenih površinah je delež klimaksnih drevesnih vrst manjši kot na naravno obnovljenih površinah, saj na nobenem objektu ne presega 50 %. Največji delež klimaksnih drevesnih vrst je bil 88 % na naravno obnovljenih površinah severnega dela Črničva v letu 2012. Najmanjši delež klimaksnih drevesnih vrst pod 20 % je bil zabeležen prav tako na tem istem objektu, le da na umetno obnovljenih površinah v letu 2014 (Slika 21). Gostota klimaksnih kot tudi pionirskih drevesnih vrst se

med površinami z različno reakcijo tal ni statistično značilno ($p > 0,05$) razlikovala v nobenem letu izvajanja meritev.

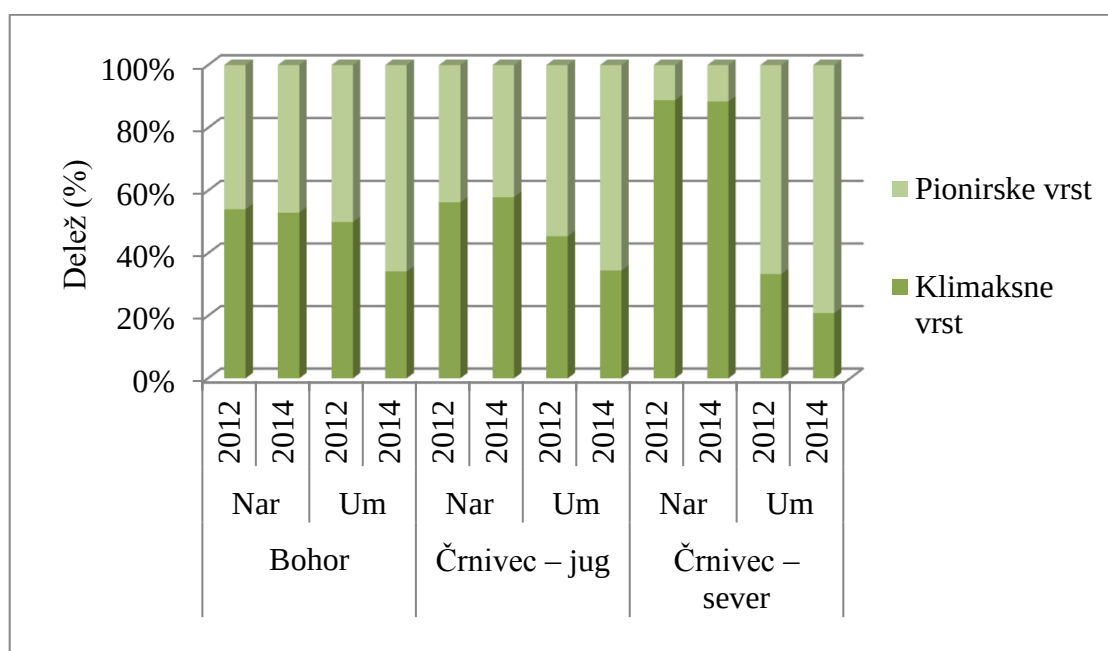
Iz preglednice 24 je razvidno, da so bile klimaksne drevesne vrste v obeh letih merjenja negativno povezane z zastiranjem zelišč in grmovnic ob zadnji meritvi ter pozitivno z količino organskih tal ob zadnji meritvi. Pionirske drevesne vrste so bile v pozitivnem razmerju z zastiranjem opada v letu 2012 (Preglednica 24).

Preglednica 23: Gostota pionirskih in klimaksnih drevesnih vrst glede na vrsto obnove v (%) od celote.

	Leto 2012		Leto 2014	
	Pionirske vrste	Klimaksne vrste	Pionirske vrste	Klimaksne vrste
Naravna obnova	27,7	72,3	25,8	74,2
Umetna obnova	56,3	43,8	69,1	30,9
Skupaj	33,3	66,7	34,5	65,5



Slika 20: Gostota klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst po objektih



Slika 21: Deleži klimaksnih in pionirskih vrst po objektih

Preglednica 24: Spearmanov korelacijski koeficient rangov gostote klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

Leto	Klimaksne drevesne vrste		Pionirske drevesne vrste	
	2012	2014	2012	2014
VDO leto 2012	−0,097	−0,067	−0,205	−0,215*
VDO leto 2014	−0,039	−0,033	−0,239*	−0,193
Opad leto 2012	0,164	0,125	0,408**	0,377**
Zastiranje zelišč in grmovnic v letu 2014	−0,307**	−0,377**	0,042	−0,1
Organska tla leto 2014	0,215*	0,277*	0,016	0,05

6.2.3 Drevesna sestava naravnega mladja

Med objekti in načini obnove obstajajo razlike v zastopanosti drevesnih vrst. Deleži posameznih drevesnih vrst so se med meritvama močno spremenili. Gostota buke in smreke v obeh letih merjenja se je med načinoma obnove statistično značilno razlikovala (bukev: 2012 ... $\chi^2 = 5,566$, $df = 1$, $p = 0,018$; leto 2014 ... $\chi^2 = 5,66$, $df = 1$, $p = 0,017$; smreka: 2012 ... $\chi^2 = 6,614$, $df = 1$, $p = 0,001$; leto 2014 ... $\chi^2 = 7,256$, $df = 1$, $p = 0,007$). Bukev je bila med najpogostejše prisotnimi na naravnih in umetno obnovljenih površinah Bohorja in na naravno obnovljenih površinah na južnem delu Črničva pri obeh letih merjenja. Gorski javor je bil med najpogostejše prisotnimi na južnem delu Črničva v obeh

letih merjenja in na umetno obnovljenih površinah na Bohorju v letu 2012. Smreka je bila v naravnem mladju prisotna le na obeh delih Črničva. Na naravno obnovljenih površinah severnega dela Črničva je smreka v pomladku močno prevladovala. Na vseh objektih so med najpogostejšimi drevesnimi vrstami tudi pionirji (Preglednica 25 in Preglednica 26). Med objekti so obstajale statistično značilne razlike ($p < 0,050$) glede na gostoto bukve, belega gabra, smreke, gorskega javorja, jerebika, češnje, malega jesena in maklena v obeh letih merjenja. Prav tako so med površinami s kislo in bazično reakcijo tal obstajale statistično značilne razlike ($p < 0,050$) glede na gostoto bukve, belega gabra, smreke, jerebika, češnje, malega jesena in maklena v obeh letih merjenja.

Preglednica 25: Delež drevesnih vrst v letu 2012 po objektih glede na število v (%)

	Bohor		Črnivec jug		Črnivec sever	
	Naravna obnova (N = 14)	Umetna obnova (N = 14)	Naravna obnova (N = 10)	Umetna obnova (N = 10)	Naravna obnova (N = 18)	Umetna obnova (N = 18)
beli gaber	9	9	0	0	0	0
brek	1	0	0	0	0	0
breza	11	6	8	13	5	22
bukev	29	15	16	0	5	0
češnja	7	6	0	0	0	0
gorski brest	6	0	0	0	5	0
gorski javor	1	15	21	25	0	11
graden	1	6	0	0	5	0
iva	8	3	12	25	5	28
jelka	0	0	8	0	0	11
jerebika	0	0	21	13	17	11
maklen	11	12	0	0	0	0
mali jesen	16	29	0	0	0	0
smreka	0	0	13	25	60	18

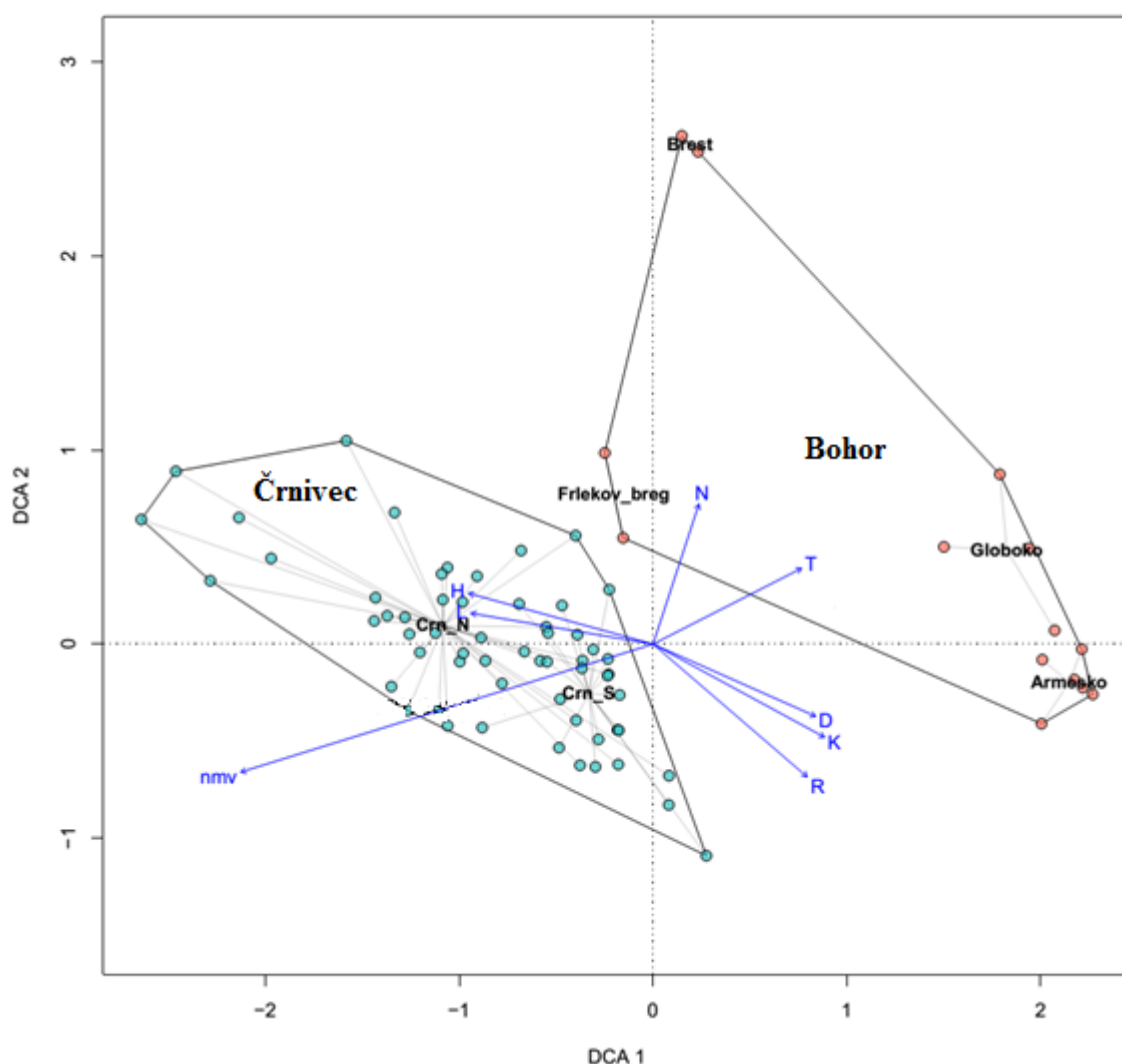
Preglednica 26: Delež drevesnih vrst v letu 2014 po objektih glede na število v (%)

	Bohor		Črničec – jug		Črničec – sever	
	Naravna obnova (N = 14)	Umetna obnova (N = 14)	Naravna obnova (N = 10)	Umetna obnova (N = 10)	Naravna obnova (N = 18)	Umetna obnova (N = 18)
bela vrba	0	0	0	0	2	0
beli gaber	18	9	0	0	0	0
brek	4	0	0	0	0	0
breza	18	0	9	14	4	11
bukev	15	15	19	0	2	0
češnja	3	9	0	0	0	0
črni gaber	2	0	0	0	0	0
gorski brest	14	0	0	0	0	0
gorski javor	2	9	19	16	0	0
graden	0	9	0	0	2	0
iva	8	9	14	19	5	27
jelka	0	0	9	10	0	0
jerebika	0	0	19	16	7	37
maklen	6	16	0	0	0	0
mali jesen	10	25	0	0	0	0
smreka	0	0	12	16	69	25
trepetlika	0	0	0	10	9	0

6.2.4 Zastiranje

6.2.4.1 Ordinacija vegetacijskih popisov

Iz ordinacije vegetacijskih popisov (Slika 22) je razvidno, da se popisi združujejo najprej glede na geografsko lokacijo, medtem ko so vegetacijske razlike med vegetacijskimi ploskvami na naravni in umetni obnovi sorazmerno majhne (slika ni prikazana; Rozman, 2015). Po ordinacijskih oseh naraščajo fitoindikacijske vrednosti po Landoltu: os H ... humoznost tal, os L ... svetlobne razmere, os D ... zračnost tal, os T ... toplotne razmere, os N ... količina dušika v tleh, K ... kontinentalnost podnebja, os R ... reakcija tal, os nmv ... nadmorska višina.



Slika 22: Ordinacija popisov na vegetacijskih ploskvah (Rozman, 2015)

6.2.4.2 Zatiranje zelišč, grmovnic in drevesnih vrst

Zastiranje zelišč in grmovnic se je glede na način obnove statistično značilno razlikovalo le v letu 2012 (2012 ... $\chi^2 = 5,329$, $df = 1$, $p = 0,021$; leto 2014 ... $p = 0,306$). Iz preglednice 27 je razvidno, da so zeliščne in grmovne vrste na umetno obnovljenih površinah povprečno zastirale več površine kot na naravno obnovljenih površinah. Drevesne vrste so ravno obratno kot zelišča in grmovnice v povprečju zastirale več površine na naravno obnovljenih površinah kot na umetno obnovljenih. Zastiranje drevesnih vrst se je glede na način obnove statistično značilno razlikovalo le v letu 2012 (2012 ... $\chi^2 = 8,016$, $df = 1$, $p = 0,005$; leto 2014 ... $p = 0,063$). Delež zastrte površine z zelišči in grmovnicami ter z drevesnimi vrstami se je od leta 2012 do leta 2014 povečal. Med meritvama se je povečala tudi raznolikost v zastrtosti površine med ploskvami, saj se je povečal standardni odklon (Preglednica 27).

Zastiranje drevesnih vrst v letu 2014 je bilo negativno povezano z zastiranjem zelišč in grmovnic istega leta (Spearmanov korelacijski koeficient je bil $-0,458$ pri 0,0-odstotnem tveganju) ter pozitivno z opadom iz leta 2012 (Spearmanov korelacijski koeficient je bil $0,268$ pri 1,4-odstotnem tveganju). Iz preglednice 28 je razvidno, da je bilo zastiranje zelišč in grmovnic v negativnem razmerju z zastiranjem velikih drevesnih ostankov in opadom v letu 2014.

Preglednica 27: Zastiranje dreves, grmovnic in zelišč v (%)

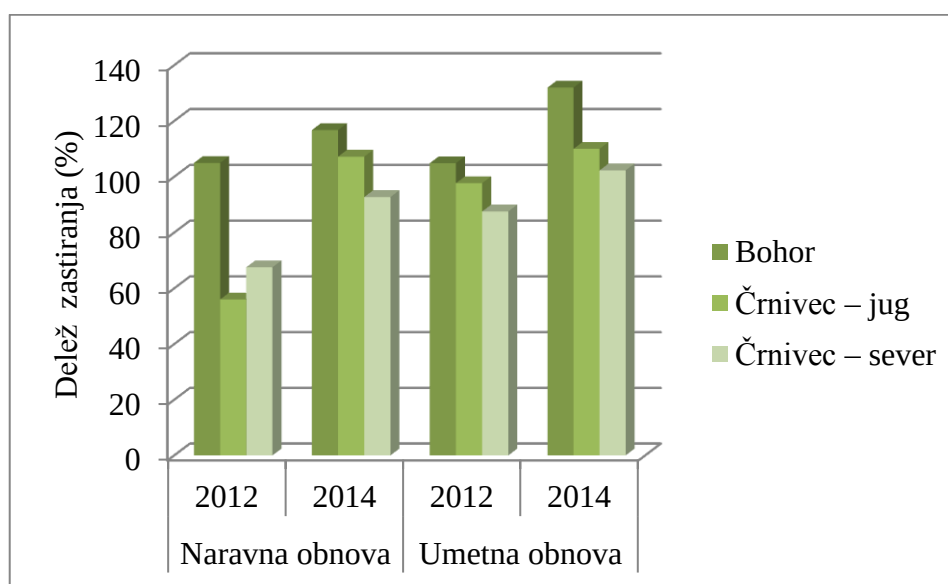
		Zelišča in grmovnice 2012	Zelišča in grmovnice 2014	Drevesne vrste 2012	Drevesne vrste 2014
Naravna obnova (N = 42)	Aritmetična sredina	77,3	104,0	9,9	21,4
	Mediana	69,5	99,5	4,0	12,5
	Standardni odklon	38,8	48,2	13,2	25,8
	Najmanjša vrednost	23	0	0	0
	Največja vrednost	157	200	59	100
Umetna obnova (N = 42)	Aritmetična sredina	95,7	114,0	3,1	13,3
	Mediana	94,5	115,0	2,0	5,5
	Standardni odklon	30,0	30,5	3,8	20,0
	Najmanjša vrednost	39	40	0	0
	Največja vrednost	183	180	14	90

Preglednica 28: Spearmanov korelacijski koeficient rangov zastiranja zelišč in grmovnic z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

	Leto 2012	Leto 2014
VDO leto 2012	$-0,308^{**}$	$-0,247^{*}$
VDO leto 2014	$-0,276^{*}$	$-0,326^{**}$
Opad leto 2014	$0,238^{*}$	$0,274^{*}$
Organska tla leto 2012	$-0,164$	$-0,267^{*}$
Organska tla leto 2014	$-0,201$	$-0,311^{**}$

6.2.4.3 Zastiranje zelišč in grmovnic glede na objekt

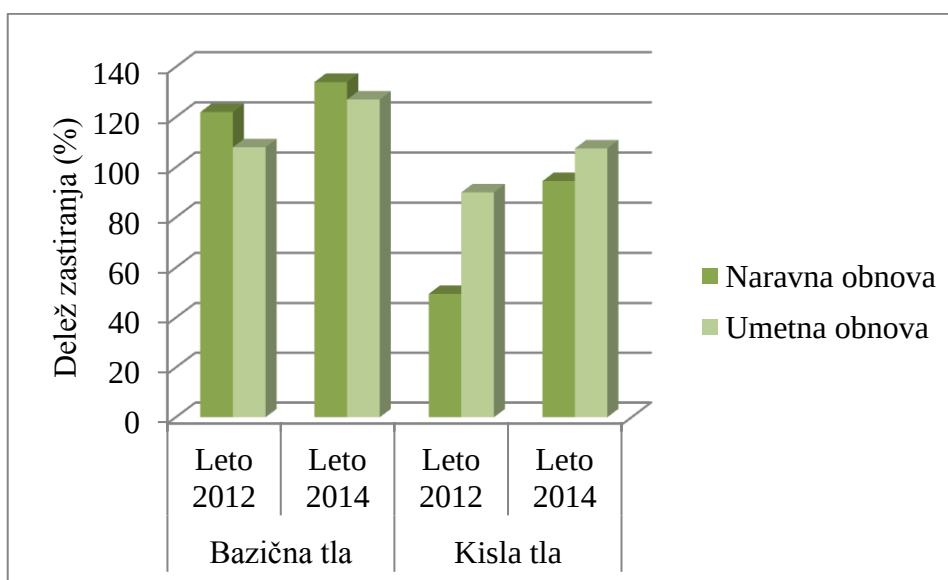
Zastiranje zelišč in grmovnic se je med objekti statistično značilno razlikovalo (2012 ... $\chi^2 = 13,500$, df = 2, p = 0,001; leto 2014 ... $\chi^2 = 11,669$, df = 2, p = 0,003). Razlike v zastiranju zelišč in grmovnic med objekti so na naravno obnovljenih površinah večje kot na umetno obnovljenih površinah. Največja zastrtost z zelišči in grmovnicami je bila na Bohorju. Na vseh objekti se je delež zastrte površine povečal. Povprečna pokrovnost zelišč in grmovnic se je v letu 2014 na vseh objekti že približala 100 % (Slika 23).



Slika 23: Povprečni delež zastiranja zelišč in grmovnic po objektih

6.2.4.4 Zastiranje zelišč in grmovnic glede na pH tal

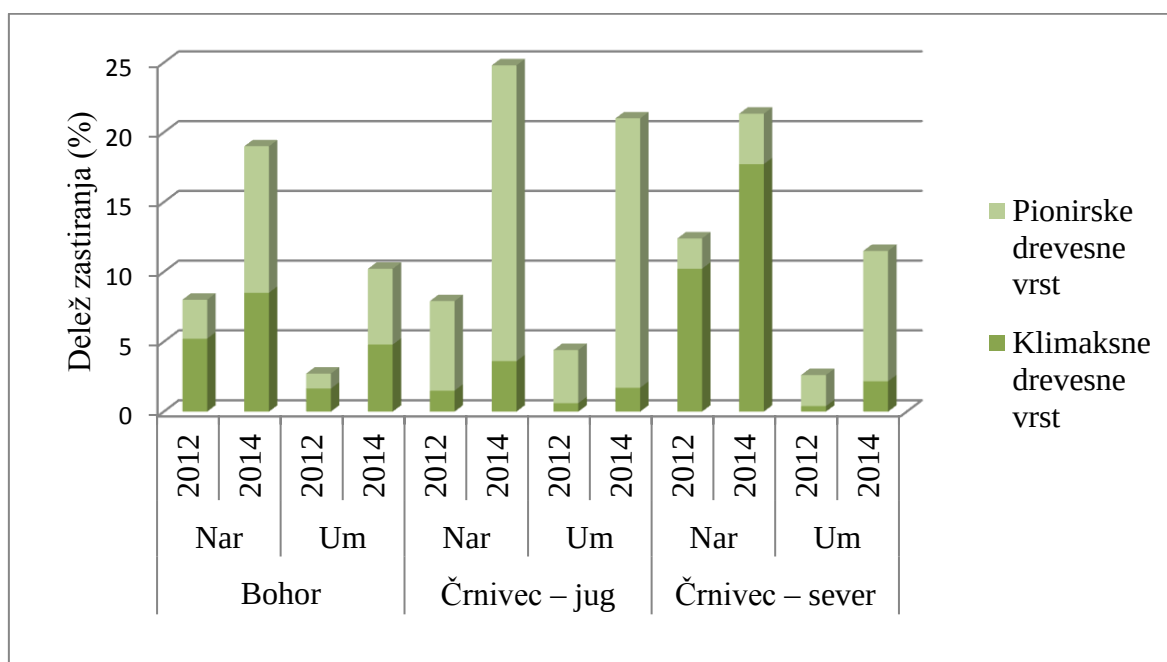
Zastiranje zelišč in grmovnic se statistično značilno razlikuje glede na reakcijo tal (2012 ... $\chi^2 = 16,819$, $df = 1$, $p = 0,000$; leto 2014 ... $\chi^2 = 13,311$, $df = 1$, $p = 0,000$). Na bazični podlagi je zastiranje zelišč in grmovnic večje kot na kisli podlagi. Na vseh površinah se je zastrtost površine med meritvama povečalo. Na kisli podlagi je bilo zastiranje na umetno obnovljenih površinah večje kot na naravno obnovljenih. Ravno obratno pa smo zabeležili na površinah z bazično reakcijo tal (Slika 24).



Slika 24: Mediana zastiranja zelišč in grmovnic glede na pH tal

6.2.4.5 Zastiranje drevesnih vrst po objekti

Zastiranje drevesnih vrst se med objekti ni statistično značilno razlikovalo (2012 ... $p = 0,857$; leto 2014 ... $p = 0,092$). Iz slike 25 je razvidno da se je povprečno zastiranje drevesnih vrst med objekti močno razlikovalo. Na vseh objekti se je delež zastrte površine z drevesnimi vrstami povečal. Poleg tega je bila zastrtost z drevesnimi vrstami na vseh objekti na naravno obnovljenih površinah večja kot na umetno obnovljenih površinah. Največje povečanje zastrtosti drevesnih vrst med meritvama je bilo zabeleženo na južnem delu Črničva (Slika 25).



Slika 25: Povprečni delež zastiranja klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst po objekti

6.2.4.6 Zastiranje pionirskih in klimaksnih drevesnih vrst

Zastiranje klimaksnih drevesnih vrst se je glede na način obnove statistično značilno razlikovalo (2012 ... $\chi^2 = 13,043$, $df = 1$, $p = 0,000$; leto 2014 ... $\chi^2 = 7,697$, $df = 1$, $p = 0,006$). Pri zastiranju klimaksnih vrst glede na objekte teh statističnih razlik ni bilo zaznati. Pri zastiranju pionirskih drevesnih vrst glede na način obnove statistično značilnih razlik ni bilo, ampak so bile le med objekti v letu 2014 (2012 ... $p = 143$; leto 2014 ... $\chi^2 = 15,049$, $df = 2$, $p = 0,001$). Iz preglednice 29 je razvidno, da so na umetno obnovljenih površinah pionirske drevesne vrste zastirale več površine kot klimaksne vrste in ravno obratno na naravno obnovljenih površinah. Povprečno zastiranje pionirskih kot tudi klimaksnih drevesnih vrst se je med objekti in načinom obnove močno razlikovalo (Slika 25). Znotraj objektov je bilo opaziti, da je bil delež klimaksnih drevesnih vrst na naravno obnovljenih površinah večji kot na umetno obnovljenih površinah. Klimaksne drevesne vrste so v zastiranju prevladovali le na naravno obnovljenih površinah severnega dela Črničva in na

Bohorju v letu 2012. Pionirske vrste so pri obeh meritvah močno prevladovali na južnem delu Črničva (Slika 26). Glede na pH tal se je zastiranje statistično značilno razlikovalo zgolj pri klimaksnih vrstah v letu 2012 ($\chi^2 = 4,300$, $df = 1$, $p = 0,038$).

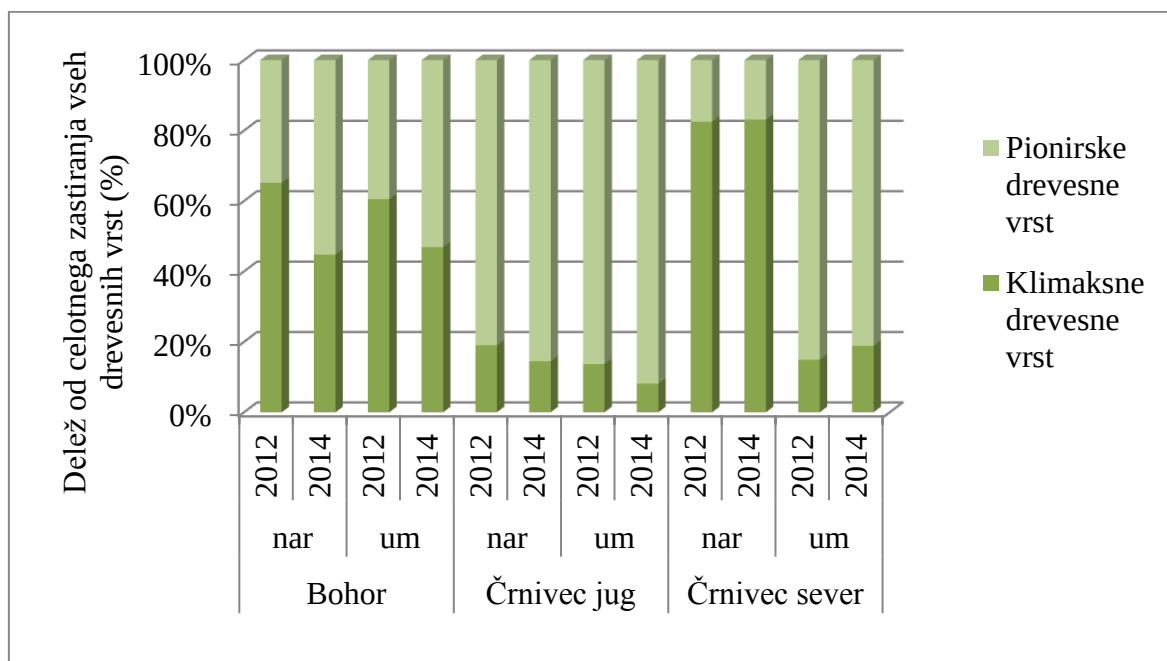
Iz preglednice 30 je razvidno, da je bilo zastiranje klimaksnih drevesnih vrst v obeh letih merjenja v negativni povezavi z zastiranjem zelišč in grmovnic v letu 2014. Pionirske drevesne vrste so bile pozitivno povezane s površino opada v letu 2012 (Preglednica 30).

Preglednica 29: Zastiranje pionirskih in klimaksnih drevesnih vrst glede na vrsto obnove v (%)

	Leto 2012				Leto 2014			
	Pionirske vrste		Klimaksne vrste		Pionirske vrste		Klimaksne vrste	
	(%)		(%)		(%)		(%)	
	od		od		od		od	
	zastiranje	celote	zastiranje	celote	zastiranje	celote	zastiranje	celote
Naravna obnova	3,4	34,3	6,5	65,7	10,1	47,2	11,3	52,8
Umetna obnova	2,2	72,1	0,9	27,9	10,4	78,0	2,9	22,0
Povprečje	2,8	43,3	3,7	56,7	10,3	59,1	7,1	40,9

Preglednica 30: Spearmanov korelacijski koeficient rangov zastiranja klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

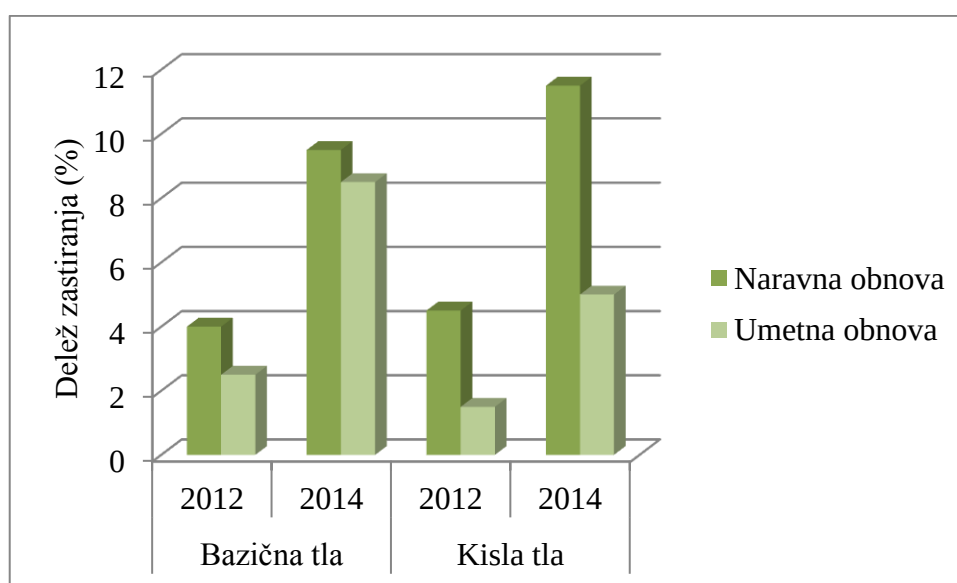
	Klimaksne drevesne vrste		Pionirske drevesne vrste	
	Leto 2012	Leto 2014	Leto 2012	Leto 2014
VDO leto 2012	-0,08	-0,153	-0,223*	-0,156
Opad leto 2012	0,179	0,152	0,308**	0,389**
Zastiranje zelišč in grmovnic leto 2014	-0,261*	-0,331**	-0,059	-0,238*
Organska tla leto 2014	0,214	0,23*	0,074	0,101



Slika 26: Delež klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst od zastiranja vseh drevesnih vrst po objektih

6.2.4.7 Zastiranje drevesnih vrst glede na pH tal

Skupno zastiranje drevesnih vrst ni bilo statistično značilno različno glede na reakcijo tal (2012 ... $p = 0,809$; leto 2014 ... $p = 0,744$). Na površinah z bazično reakcijo tal je bila mediana zastiranja drevesnih vrst nekoliko nižja kot na površinah s kislno reakcijo tal. Na vseh površinah se je zastiranje drevesnih vrst med meritvama povečalo. Ne glede na reakcijo tal je bilo zastiranje na umetno obnovljenih površinah manjše kot na naravno obnovljenih (Slika 27).



Slika 27: Mediana zastiranja drevesnih vrst glede na pH tal

6.2.4.8 Zastiranje po drevesnih vrstah

Ploskve na Bohorju so bile bolj vrstno pestre kot na obeh delih Črničva. Med vsemi drevesnimi vrstami se je le zastiranje smreke in bukke statistično značilno razlikovalo glede na način obnove (smreka: 2012 ... $\chi^2 = 7,740$, $df = 1$, $p = 0,005$; 2014 ... $\chi^2 = 5,427$, $df = 1$, $p = 0,002$; bukev: leto 2012 ... $\chi^2 = 5,430$, $df = 1$, $p = 0,002$; 2014 ... $\chi^2 = 6,865$, $df = 1$, $p = 0,009$). Na južnem delu Črničva so največ površine zastirale pionirske vrste (breza, iva, jerebika, trepetlika). Na Bohorju so pri prvi meritvi največ površine zastirale pionirske vrste, po dveh letih pa so začele svoj delež povečevati klimaksne drevesne vrste (češnja, gorski brest, gorski javor). Na tem objektu se je med meritvama delež v zastiranju najbolj povečal brezi. V letu 2014 je breza prevladovala na vseh objektih (Preglednica 31 in 31). Med objekti so obstajale statistično značilne razlike ($p < 0,050$) glede na zastiranje bukke, belega gabra, smreke, gorskega javorja, ive, jerebika, češnje, malega jesena in maklena v obeh letih merjenja. Prav tako so med površinami s kisló in bazično reakcijo tal obstajale statistično značilne razlike ($p < 0,050$) glede na zastiranje smreke, ive, jerebika, češnje, malega jesena in maklena v obeh letih merjenja.

Preglednica 31: Delež posamezne drevesne vrste pri zastiranju v letu 2012 glede na celotno površino v (%)

	Bohor		Črničec – jug		Črničec – sever	
	Naravna obnova (N = 14)	Umetna obnova (N = 14)	Naravna obnova (N = 10)	Umetna obnova (N = 10)	Naravna obnova (N = 18)	Umetna obnova (N = 18)
bela vrba	0	0	0	0	6	0
beli gaber	6	13	0	0	0	0
brek	0	0	0	0	0	0
breza	13	8	59	53	10	51
bukev	28	18	5	0	20	0
češnja	9	13	0	0	0	0
črni gaber	0	0	0	0	0	0
gorski brest	11	0	0	0	0	0
gorski javor	1	13	4	8	0	4
graden	7	3	0	0	6	0
iva	2	3	11	25	5	21
jerebika	0	0	14	9	13	13
jelka	0	0	4	0	0	4
maklen	12	8	0	0	0	0
mali jesen	8	21	0	0	0	0
oreh	3	0	0	0	0	0
smreka	1	0	4	6	42	6
trepetlika	0	0	0	0	0	0

Preglednica 32: Delež posamezne drevesne vrste pri zastiranju v letu 2014

	Bohor		Črnivec – jug		Črnivec – sever	
	Naravna obnova (N = 14)	Umetna obnova (N = 14)	Naravna obnova (N = 10)	Umetna obnova (N = 10)	Naravna obnova (N = 18)	Umetna obnova (N = 18)
bela vrba	0	0	0	0	0	0
beli gaber	5	8	0	0	0	0
brek	1	0	0	0	0	0
breza	49	18	41	51	19	49
bukev	12	8	6	0	9	0
češnja	1	17	0	0	0	0
črni gaber	2	11	0	0	0	0
gorski brest	12	0	0	0	0	0
gorski javor	2	14	3	3	0	0
graden	4	3	0	0	1	0
iva	1	6	30	19	3	13
jerebika	0	0	2	2	0	0
jelka	0	0	16	5	5	19
maklen	4	8	0	0	0	0
mali jesen	5	8	0	0	0	0
oreh	2	0	0	0	0	0
smreka	0	0	3	6	60	19
trepetlika	0	0	0	14	2	0

6.2.4.9 Zastiranje skal in kamenja

Zastiranje kamenja in skal se med načinoma obnove kot tudi med objekti statistično značilno ne razlikuje. Prav tako med površinami s kislo in bazično reakcijo tal ni statistično značilnih razlik v zastiranju kamenja in skal. So se pa razlikovale povprečne vrednosti zastiranja kamenja in skal med objekti. Pri drugi meritvi se je zastrtost s kamenjem in skalami v večini primerov nekoliko zmanjšala v primerjavi s prvo meritvijo. Najvišja povprečna vrednost zastiranja kamenja in skal je bila na naravno obnovljenih površinah na Bohorju in najnižja na naravno obnovljenih površinah južnega dela Črničva (Preglednica 33).

Preglednica 33: Zastiranje kamenja in skal (%)

	Naravna obnova			Umetna obnova		
	Bohor (N = 14)	Črničec – jug (N = 10)	Črničec – sever (N = 18)	Bohor (N = 14)	Črničec – jug (N = 10)	Črničec – sever (N = 18)
Leto 2012						
Aritmetična sredina	3,00	0,20	1,06	0,93	1,60	1,72
Mediana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Standardni odklon	6,70	0,63	2,86	2,20	3,34	3,71
Najmanjša vrednost	0	0	0	0	0	0
Največja vrednost	25	2	12	7	10	14
Leto 2014						
Aritmetična sredina	2,64	0,10	0,67	0,64	1,90	0,83
Mediana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Standardni odklon	6,69	0,32	2,38	1,65	4,77	1,58
Najmanjša vrednost	0	0	0	0	0	0
Največja vrednost	25	1	10	5	15	5

6.2.4.10 Zastiranje velikih drevesnih ostankov

Zastiranje grobih drevesnih ostankov se je med načinoma obnove statistično značilno razlikovalo le v letu 2014 (2012 ... $p = 0,334$; leto 2014 ... $\chi^2 = 3,859$, $df = 1$, $p = 0,049$). Na naravno obnovljenih površinah je bilo v letu 2012 povprečno zastiranje VDO 9,0-odstotno in v letu 2014 7,4-odstotno. Na umetno obnovljenih površinah je bilo v letu 2012 povprečno zastiranje VDO 7,5-odstotno in v letu 2014 6,9-odstotno. Pri zastiranju VDO so med objekti obstajale statistično značilne razlike v obeh letih merjenja (2012 ... $\chi^2 = 8,444$, $df = 2$, $p = 0,015$; leto 2014 ... $\chi^2 = 6,276$, $df = 2$, $p = 0,015$). Razlike v povprečnih vrednostih zastiranja grobih lesnih ostankov med objekti so večje kot razlike median zastiranja. Povprečni delež kot tudi mediana odmrle lesne mase na ploskvicah se je pri drugi meritvi zmanjšala. Na naravno obnovljenih površinah Bohorja in južnega dela Črničva je bilo prisotnih več grobih lesnih ostankov kot na umetno obnovljenih površinah (Preglednica 34). Med površinama s kislo in bazično reakcijo tal so obstajale statistično značilne razlike v zastiranju grobih lesnih ostankov (2012 ... $\chi^2 = 8,329$, $df = 1$, $p = 0,004$; leto 2014 ... $\chi^2 = 4,813$, $df = 1$, $p = 0,028$). Na površinah z bazično reakcijo tal je bila

zastrtost z VDO manjša kot na površinah s kislo reakcijo tal. Umetno obnovljene površine na kisli reakciji tal so bile bolj zastrte s VDO kot naravno obnovljene površine z isto reakcijo tal. Ravno obratno je bilo na površinah z bazično reakcijo tal več grobih lesnih ostankov na naravno obnovljenih površinah (Slika 28).

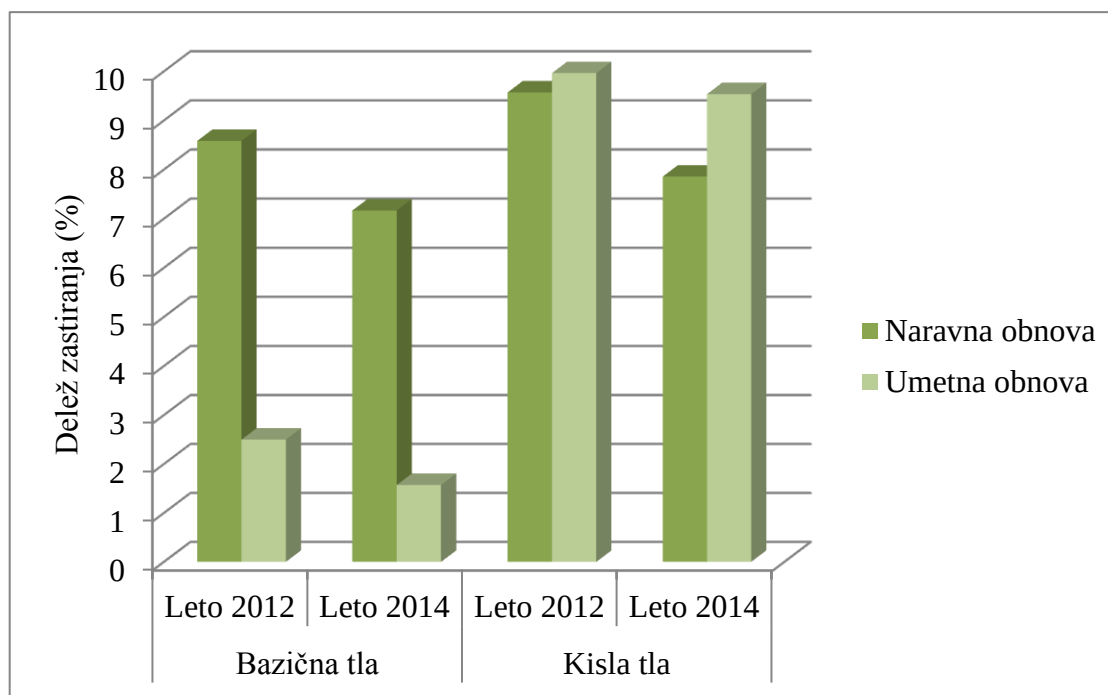
Preglednica 34: Zastiranje odmrle lesne mase v (%)

	Naravna obnova			Umetna obnova		
	Bohor (N = 14)	Črničec – jug (N = 10)	Črničec – sever (N = 18)	Bohor (N = 14)	Črničec – jug (N = 10)	Črničec – sever (N = 18)
Leto 2012						
Aritmetična sredina	7,79	8,70	10,06	2,50	7,50	11,33
Mediana	4,50	5,00	6,50	2,50	5,00	9,00
Standardni odklon	9,47	8,03	11,91	2,31	7,06	10,49
Najmanjša vrednost	0	2	0	0	1	1
Največja vrednost	35	30	50	7	20	40
Leto 2014						
Aritmetična sredina	6,43	7,10	8,28	1,57	2,10	13,67
Mediana	3,00	5,00	3,50	1,00	2,00	5,00
Standardni odklon	8,70	7,02	12,89	1,91	2,42	21,39
Najmanjša vrednost	0	1	0	0	0	0
Največja vrednost	30	25	55	5	8	80

Preglednica 35: Spearmanov korelacijski koeficient rangov zastiranja grobih lesnih ostankov z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

	Leto 2012	Leto 2014
Zastiranje zelišč in grmovnic leto 2012	–0,308**	–0,276*
Zastiranje zelišč in grmovnic leto 2014	–0,247*	–0,326**
Opad leto 2012	–0,209	–0,286**
Opad leto 2014	– 0,303**	–0,368**
Kamnitost 2014	0,165	0,228*

Iz preglednice 35 je razvidno, da je bilo zastiranje velikih lesnih ostankov v negativni povezavi z zastiranjem zelišč in grmovnic in opadom v obeh letih merjenja.



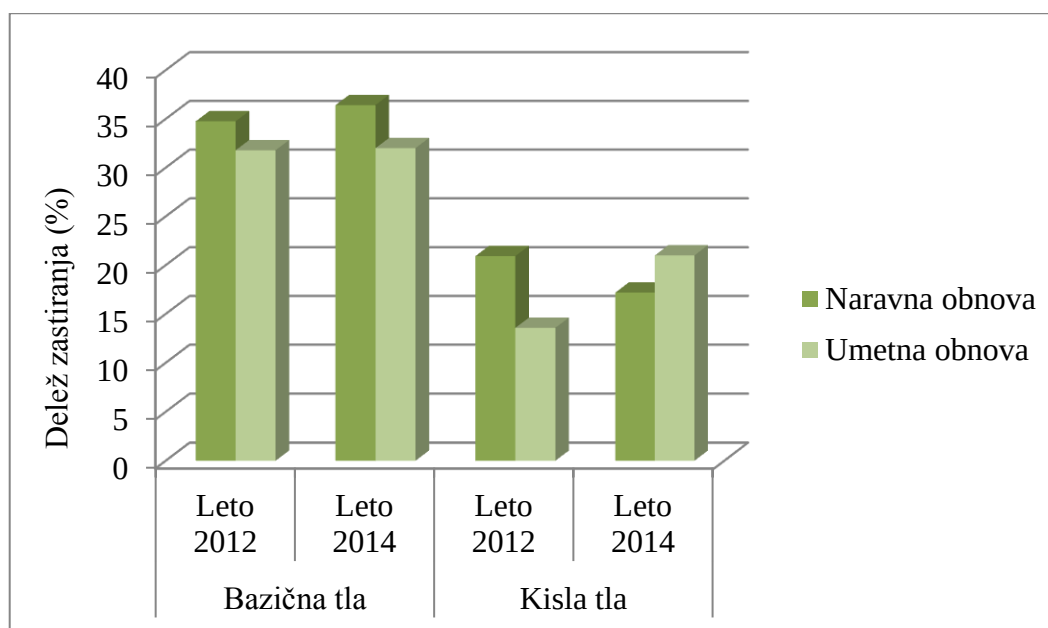
Slika 28: Povprečno zastiranje VDO glede na reakcijo tal

6.2.4.11 Zastiranje opada

Iz preglednice 36 je razvidno, da so mediane zastiranja opada v večini primerov manjše od aritmetičnih sredin. Mediana zastiranja opada se je leta 2014 v primerjavi z letom 2012 zmanjšala na vseh objektih. Delež opada je bil na Bohorju in južnem delu Črničva bistveno višji kot na severnem delu Črničva (Preglednica 36). Zastiranje opada se med načinoma obnove ni statistično značilno razlikovalo, razlike so bile prisotne med objekti (2012 ... $\chi^2 = 40,454$, $df = 2$, $p = 0,000$; leto 2014 ... $\chi^2 = 21,634$, $df = 2$, $p = 0,000$). Prav tako so med površinama s kislo in bazično reakcijo tal obstajale statistično značilne razlike v zastiranju opada (2012 ... $\chi^2 = 11,625$, $df = 1$, $p = 0,001$; leto 2014 ... $\chi^2 = 7,610$, $df = 1$, $p = 0,006$). Na površinah z bazično reakcijo tal je bilo prisotnega več upada kot na površinah s kislo reakcijo tal (Slika 29).

Preglednica 36: Zastiranje opada v (%)

	Naravna obnova			Umetna obnova		
	Bohor (N = 14)	Črnivec – jug (N = 10)	Črnivec – sever (N = 18)	Bohor (N = 14)	Črnivec – jug (N = 10)	Črnivec – sever (N = 18)
Leto 2012						
Aritmetična sredina	32,64	42,00	9,22	31,79	31,50	3,61
Mediana	22,50	45,00	3,00	35,00	35,00	2,50
Standardni odklon	24,67	26,69	17,92	19,77	19,44	4,02
Najmanjša vrednost	2	5	0	0	5	0
Največja vrednost	70	80	65	70	60	15
Leto 2014						
Aritmetična sredina	31,93	33,00	8,39	32,00	22,30	20,28
Mediana	17,50	25,00	0,50	30,00	20,00	1,00
Standardni odklon	30,98	21,11	19,28	22,06	15,41	37,55
Najmanjša vrednost	0	10	0	0	3	0
Največja vrednost	80	65	70	70	50	100



Slika 29: Povprečno zastiranje opada glede na reakcijo tal

6.2.4.12 Zastiranje organskih tal

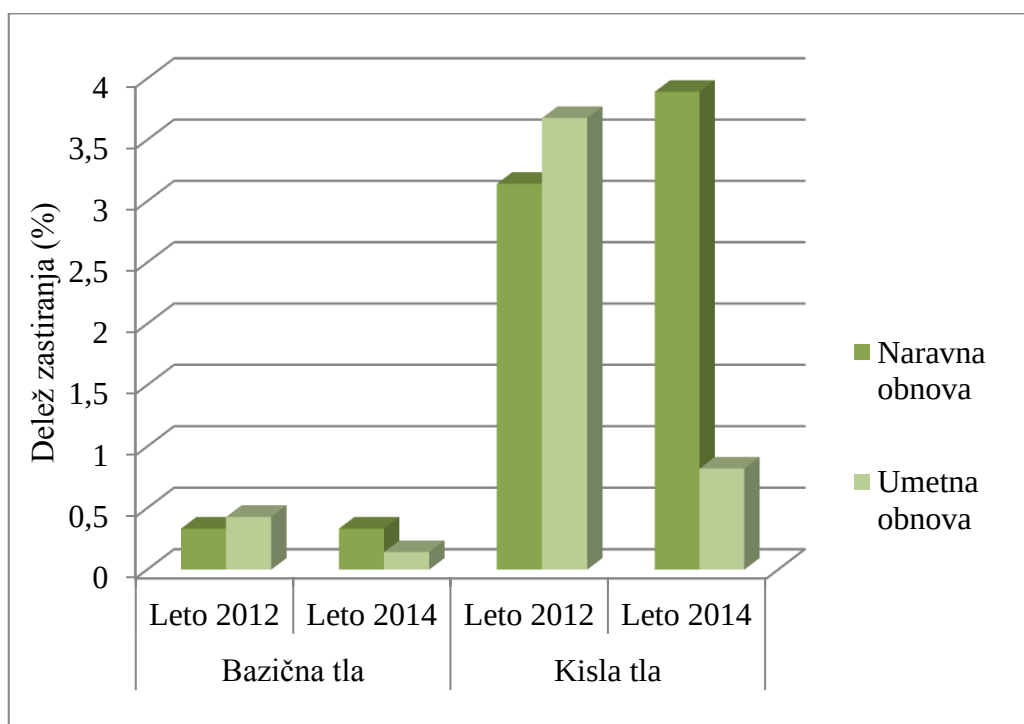
Povprečne vrednosti zastiranja organskih tal so se med objekti in načini obnove razlikovale. Na večini objektov se je povprečna vrednost pokritosti ploskvic z organskimi tlemi med meritvama zmanjšala. Najmanj neporaslih organskih tal je bilo prisotnih na Bohorju (Preglednica 37). Zastiranje organskih tal se med načinoma obnove ni statistično značilno razlikovalo, statistične razlike so bile med objekti prisotne le v letu 2012 (2012 ... $\chi^2 = 10,424$, $df = 2$, $p = 0,005$; leto 2014 ... $p = 0,252$). Tudi med površinama s kislo in bazično reakcijo tal so obstajale statistično značilne razlike v zastiranju organskih tal v letu 2012 (2012 ... $\chi^2 = 8,613$, $df = 1$, $p = 0,003$; leto 2014 ... $p = 0,100$). Na površinah z bazično reakcijo tal je bilo v povprečju prisotnih manj organskih tal kot na površinah s kislo reakcijo tal. Na kisli podlagi se je delež organskih tal med meritvama na umetno obnovljenih površinah povečal, na naravno obnovljenih površinah pa se je bistveno zmanjšal (Slika 30). Zastiranje organskih tal je bilo negativno povezano z zastiranjem zelišč in grmovnic v letu 2014. Poleg tega je bilo zastiranje organskih tal v letu 2012 v negativnem odnosu z zastiranjem opada v obeh letih merjenja (Preglednica 38).

Preglednica 37: Zastiranje organskih tal

	Naravna obnova			Umetna obnova		
	Bohor (N = 14)	Črnivec – jug (N = 10)	Črnivec – sever (N = 18)	Bohor (N = 14)	Črnivec – jug (N = 10)	Črnivec – sever (N = 18)
Leto 2012						
Aritmetična sredina	0,29	1,00	4,33	0,43	5,50	2,67
Mediana	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	1,00
Standardni odklon	0,47	2,49	7,23	0,94	9,78	3,20
Najmanjša vrednost	0	0	0	0	0	0
Največja vrednost	1	8	30	3	30	8
Leto 2014						
Aritmetična sredina	0,29	0,80	5,61	0,14	0,80	0,83
Mediana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Standardni odklon	0,61	1,62	16,73	0,36	1,32	2,83
Najmanjša vrednost	0	0	0	0	0	0
Največja vrednost	2	5	70	1	4	12

Preglednica 38: Spearmanov korelacijski koeficient rangov zastiranja organskih tal z ostalimi parametri (tveganje pod 5 % označeno z eno zvezdico in tveganje pod 1 % označeno z dvema zvezdicama)

	Leto 2012	Leto 2014
Zastiranje zelišč in grmovnic v letu 2014	−0,267*	−0,311**
Opad leto 2012	−0,244*	−0,016
Opad leto 2014	−0,392**	−0,004



Slika 30: Povprečno zastiranje organskih tal glede na reakcijo tal

7 RAZPRAVA

7.1 PRIMERJAVA SADIK IN DOMINANTNIH DREVES NARAVNEGA MLADJA

7.1.1 Gostote in drevesna sestava

Na preučevanih območjih je pet let po saditvi med sadikami bilo 95 % gorskega javorja, 3 % smreke, 1,5 % češnje in 0,5 % črnega bora. Povprečna gostota sadik tri leta po saditvi je znašala 1019 sadik na hektar in je po dveh letih padla na 857 sadik na hektar. V drugih raziskavah vetrolomnih površin so v Trnovskem gozdu tri rastne sezone po saditvi zabeležili 2.590 sadik na hektar (Škvarč, 2014). Tako velika razlika je bila predvsem posledica gostejše začetne saditve. Prav tako so na Bohorju tri rastne sezone po saditvi zabeležili nekaj več kot 1250 sadik na hektar (Klaužer, 2012) in 1120 sedik na hektar na Črničvu (Jerele, 2014). Ocenjevanje uspešnosti umetne obnove glede na gostoto sadik je bilo nezanesljivo, saj so bile te gostote močno pogojene z gostoto začetne saditve, ki se lahko močno razlikuje. Na vetrolomnih površinah Bohorja je znašala gostota saditve 1.621 sadik na hektar in 2.765 sadik na hektar na Trnovskem gozdu (Klaužer, 2012; Škvarč, 2014). Povprečna gostota saditve je v Sloveniji v letu 2009 znašala okrog 2.250 sadik na hektar (Poročilo ..., 2010). Za primerjavo velja omeniti, da se je tudi v švicarskih Alpah po vetrolomu Vivivan gostota saditve gibala med 2.000 in 2.600 sadik na hektar (Schönenberger, 2002a).

Višja gostota saditve na Bohorju v primerjavi z objektoma na Črničvu je vplivala na to, da smo zaradi primerljivosti podatkov naravne in umetne obnove na naravno obnovljenih raziskovalnih ploskvah izbrali različno število kvadrantov, znotraj katerih smo ocenjevali dominantna drevesa. Na Bohorju smo raziskovalno ploskev razdelili na 25 kvadrantov in na Črničvu na 16. Gostota dominantnih dreves je v letu 2014 znašala od 978 do 1.514 dreves na hektar. Zaradi različnega števila izločenih kvadrantov so namesto teh vrednosti za oceno uspešnosti naravne obnove boljše primerjave med zasedenostjo teh kvadrantov z dominantnimi drevesi. Tako je bilo v letu 2012 največ kvadrantov zasedenih na Bohorju (71,4 %) in najmanj na severnem delu Črničva (61,1 %). Dve leti kasneje je bilo na Bohorju zasedenih najmanj kvadrantov (60,6 %) in največ na južnem delu Črničva (73,8 %). Do dokaj podobnih rezultatov je prišel Škvarč (2014) v Trnovskem gozdu, saj je na najboljši lokaciji zabeležil okrog 75-odstotno zasedenost kvadrantov z dominantnimi drevesi, v povprečju okrog 60-odstotno. Do zelo podobnih rezultatov je prišel tudi Jerele (2014) štiri leta po vetrolomu na Črničvu.

Drevesna sestava dominantnih drevesnih vrst se je med objekti močno razlikovala. Na severnem delu Črničva je prevladovala smreka, ki se je pojavljala v skupinah. Na južnem delu Črničva je bilo največ gorskega javorja in bukve, kar je bila najverjetneje posledica večjega deleža semenskih dreves teh drevesnih vrst v predhodnem in sedanjem okoliškem sestoju. Starejših jader smreke na južnem delu Črničva ni bilo. Na Bohorju je bila zaradi

nižje lege vrstna pestrost bistveno večja. Med 15 različnimi vrstami so prevladovali mali jesen, bukev, breza in gorski javor. Manjši del dominantnih osebkov je bil v sestoji prisoten že pred nastankom ujme, saj je bil po okularnih ocenah starejši kot 6 let. To kaže na to, kar so potrdile že mnoge raziskave, da je pomladek, ki je v sestoji razvit že pred ujmo, zelo pomemben pri tvorbi novega sestoja (Diaci in sod., 2000; Wohlgemuth in sod., 2002; Marinšek in Diaci, 2004; Ramming in sod., 2005; Nagel in sod., 2006; Metslaid in sod., 2007; Nagel in sod., 2010; Vodde, 2013). Pri drugi meritvi smo opazili, da so nekatera drevesa, ki so bila pri prvi meritvi znotraj kvadranta dominantna, izgubila svojo dominantno vlogo.

7.1.2 Uspeh obnove

V zadnjih dveh vegetacijskih dobach je v povprečju propadlo 15,9 % sadik in 9,6 % dominantnih dreves. Te razlike med načinoma obnove niso bile statistično značilne, so pa bile med posameznimi objekti. Največ sadik je propadlo na severnem delu Črničva (18,6 %) in najmanj na južnem delu (8,9 %). Prav tako je na južnem delu Črničva propadlo najmanj dominantnih dreves (1,9 %) in največ na Bohorju (15,2 %). V petih vegetacijskih letih po saditvi je na Bohorju propadlo 35,5 % sadik. Za preostala objekta celotnega deleža propadlih sadik nismo mogli izračunati, saj ob prvi meritvi ni bilo več mogoče natančno določiti, koliko sadik je bilo posajenih na ploskvi. Da so razlike v mortaliteti med objekti lahko velike, je v Trnovskem gozdu ugotovil že Škvarč (2014). Isti avtor je tri leta po saditvi zabeležil 7-odstotni propad sadik. Na Bohorju so prav tako tri leta po saditvi zabeležili 26 % propadlih sadik (Klaužer, 2012). Do podobnega odstotka so prišli šest let po saditvi trdih listavcev tudi v ZDA, in sicer 33 % (Jacobs, 2004). Tudi v švicarskih Alpah so 10 let po saditvi zabeležili okrog 30 % propadlih sadik (Schönenberger, 2002a). Da je lahko uspeh saditve bistveno slabši, so potrdili na blejskem območju, saj jim je ponekod propadlo tudi po 75 % sadik (Papler-Lampe in sod., 2011). Do slabih uspehov saditve so prišli tudi na sušnih rastiščih Španije, kjer je po sedmih letih propadlo 58 % sadik (Oliet in sod., 2009). Še večji propad sadik cemprina so zabeležili na ekstremnih rastiščih v švicarskih Alpah, saj so jim po tridesetih letih propadle skoraj vse sadike. Največji odstotek sadik se je pri njih posušil v četrtem letu po saditvi (Wasem, 2006). Mi smo na Bohorju v prvih treh letih zabeležili višji povprečni letni propad sadik kot v četrtem in petem letu po saditvi. V primerjavi z Brangom in sodelavci (2004) smo zabeležili večji propad sadik na nižjih nadmorskih višinah. Morrissey in sodelavci (2010) so ugotovili, da je bil delež preživelih sadik v velikih vrzelih bistveno višji, kot v srednje velikih in malih. Tudi v naši raziskavi se je nakazal podoben trend. Vendar je potrebno upoštevati, da na preživetje drevesca, poleg velikosti vrzeli, vpliva še ogromno drugih dejavnikov.

Pri naravnem mladju so v švicarskih Alpah deset let po vetrolomu Vivian zabeležili 7-odstotni propad (Schönenberger, 2002a), kar je manj, kot smo mi zabeležili v dveh letih pri dominantnih osebkih. Bachofen (2009) je v prebiralnih gozdovih ugotovil bolj primerljivo mortaliteto kot pri nas, saj je letno propadlo od 0 do 3 % drevesc s prsnim premerom nad 8

cm. Schönenberger (2002a) je pri večini dreves, razen pri macesnu, ugotovil manj kot 10-odstotni propad naravnega mladja v desetih letih. Smrtnost v začetnih razvojnih fazah je odvisna od višinske rasti drevesc. Hitrejša kot je rast dreves v višino, hitreje se večja konkurenca med njimi in posledično je tudi mortaliteta večja. Torej bolj kot so rastišča produktivna, večja je mortaliteta (Bachofen, 2009). Z višanjem mladja se delež propadanja manjša (Ramming in sod., 2005; Bachofen, 2009). Vzrok propada naravnega mladja je v večini primerov zaradi sinergijskega delovanja več dejavnikov težko določljiv, kar smo ugotovili tudi v naši raziskavi, saj smo v večini primerov lahko le domnevali, zakaj se je določeno drevo posušilo. Tudi Schönenberger (2002a) za kar 22 % drevesc naravnega mladja ni ugotovil vzroka smrti. V gorskih gozdovih so bila labilna tla, kar v 44 % vzrok za propad drevesc naravnega mladja. Ostali vzroki propada so bili objedenost skorje od miši (5 %), zastor konkurenčne vegetacije (4 %) in objedanje divjadi (2 %) (Schönenberger, 2002a).

Dejavnikov, ki vplivajo na preživetje sadik je ogromno (čas saditve, priprava tal, kakovost GRM, način skladiščenja, način saditve, ekološke razmere sajenega mesta ...). V začetnem obdobju po saditvi je eden poglavitnih vzrokov propada sadik sušni stres (Demchik in Sharpe, 2000; Ward in sod., 2000; Jacobs in sod., 2004; Wasem, 2006; Wilson in Jacobs, 2006; Pinto in sod., 2011; Jacobs in sod., 2012). V kasnejšem obdobju na preživetje močno vplivajo ekološke razmere na mestu saditve. Jacobs (2004) je ugotovil, da je imela zastrtost pritalne vegetacije ključno vlogo pri preživetju sadik. V naši raziskavi je bilo preživetje dominantnih dreves v zadnjih dveh vegetacijskih dobah v pozitivni povezavi z vitalnostjo drevesa ob prvi meritvi ter večanjem FTG in RCD v letu 2012. Preživetje sadik je bilo prav tako pozitivno povezano z večanjem FTG in RCD v letu 2012 ter z večanjem višinskega prirastka v letu 2011 in višine v letu 2012. Tako lahko potrdimo hipotezo, da je večji premer koreninskega vratu v preteklosti pozitivno vplival na preživetje drevesca. Poleg te hipoteze lahko potrdimo tudi hipotezo, da so drevesa z manj zastrto krošnjo v preteklosti imela večjo stopnjo preživetja. S tem smo potrdili izhodišče, da je obžetev sadik ter dominantnih dreves na območjih z bujno pritalno vegetacijo zelo priporočljiva, v kolikor želimo, da bo obnova po ujmi čim bolj uspešna.

7.1.3 Višine in višinski prirastki

V letu 2014 je bila mediana višin sadik 164 cm v primerjavi z mediano pri dominantnih drevesih, ki je znašala 116 cm. Višine sadik so bile v obeh letih izvajanja meritev večje od dominantnih dreves na naravno obnovljenih ploskvah. Prednost v višini sadik pred naravnim mladjem sta v Alpah ugotovila že Schönenberger (2002b) in Brang s sod., (2004). Te razlike so se v zadnjih dveh letih iz 71 cm zmanjšale na 48 cm. Večje višine sadik v primerjavi z dominantnimi osebki naravnega mladja so štiri leta po vetrolomu potrdili tudi na Črničvu, na Bohorju in v Trnovskem gozdu (Klaužer, 2012; Jerele, 2014; Škvarč, 2014). To kaže na dejstvo, ki ga je Schönenberger (2002b) ugotovil v švicarskih Alpah, da lahko s saditvijo pridobimo deset let prednosti v razvoju pred naravnim

mladjem. To se je pri nas izkazalo predvsem na območju Črnavca, ki leži na višji nadmorski višini kot Bohor. Poleg tega v podstojni plasti pred nastankom ujme ni bilo toliko pomladka. Na Bohorju so bili dominantni osebki naravnega mladja tri leta po saditvi še manjši od sadik, a so jih po naslednjih dveh letih že prerasli. Razlike v višini mladja so se med objekti značilno razlikovale. Višja drevesa so bolje priraščala v višino in so imela tudi večji RCD in bolj sproščeno krošnjo.

Mediana višinskih prirastkov dominantnih dreves je bila po vetrolomu iz leta v leto večja in sicer od 17 cm do 29 cm. Za razliko od Škvarča (2014), ki je pri dominantnih drevesih bukve zabeležil konstanten višinski prirastek. Na Črnavcu je Jerele (2014) prav tako zabeležil trend povečevanja prirastkov pri dominantnih drevesih. Med posameznimi drevesnimi vrstami smo zabeležili velike razlike v višinskih prirastkih, saj sta najbolje priraščala breza in kostanj, najslabše pa smreka in gorski javor. Pri gorskem javorju se je izkazalo, da absolutni višinski prirastki sadik niso bili statistično značilno različni od višinskih prirastkov dominantnih dreves. Tako je bila pri dominantnih drevesih mediana višinskih prirastkov med 7 cm in 17 cm. Pri sadikah je bila mediana višinskih prirastkov v prvih treh letih 11 cm, podobno kot v Trnovskem gozdu (Škvarč, 2014). Ta je v letu 2013 narasla, v naslednjem letu pa zopet padla. V primerjavi z raziskavami na Bohorju, kjer so ugotovili, da je bil najmanjši prirastek sadik gorskega javorja drugo vegetacijsko leto po saditvi (Klaužer, 2012). Bistveno večje razlike kot pri absolutnih prirastkih so bile pri relativnih prirastkih gorskega javorja. Dominantna drevesa so imela relativni prirastek od dva do štiri krat večji kot sadike. Pri dominantnih drevesih se je relativni prirastek od 0,43 v letu 2010 iz leta v leto zmanjševal do 0,21 v letu 2014. Ta trend zmanjševanja se bo v prihodnje najverjetneje nadaljeval. Pri analizi relativnih prirastkov sadik gorskega javorja smo ugotovili trend upadanja prirastkov v prvih treh letih po saditvi in nato rahlo povečanje ter v petem letu zopet zmanjšanje. To kaže na dejstvo, da sadike po presaditvi doživijo šok, ki je v našem primeru izzvenel po treh letih. Zmanjšanje relativnih in absolutnih prirastkov v letu 2014 je najverjetneje posledica drugih ekoloških razmer, morda celo nekoliko nižjih povprečnih temperatur v dobi višinske rasti dreves, kar se je izkazalo tudi pri dominantnih drevesih naravne obnove. Iz teh podatkov lahko sklepamo, da so dominantna drevesa bistveno bolj prilagojena na rastišče kot sadike, saj so kljub manjšim višinam dosegala podobne višinske prirastke, kar se je odrazilo v bistveno višjih relativnih prirastkih. Med objekti smo v prvih treh letih po saditvi opazili dokaj podobne mediane višinskih prirastkov sadik, ki pa so se v naslednjih dveh letih pričele močno razlikovati. V teh dveh letih so bile mediane na Bohorju višje za trikrat in več od median višinskih prirastkov gorskega javorja na Črnavcu. Razlog za bistveno povečanje je mogoče iskati v bolj bogatih tleh, izzvenelem "šoku" po presaditvi, nepravilni provenienci sadik na Črnavcu ...

7.1.4 Premer koreninskega vratu

Mediana premerov koreninskega vratu dominantnih dreves je v letu 2012 znašala 10 mm in se je po dveh letih povečala za 100 %. Prav tako štiri leta po ujmi je Škvarč (2014) v Trnovskem gozdu ugotovil nekoliko manjše premere koreninskega vratu dominantnih dreves. Razlike v premerih so bile statistično značilne tako med objekti kot tudi med načinoma obnove. Mediana RCD sadik je bila v letu 2012 za 3 mm večja kot RCD pri dominantnih drevesih. V letu 2014 se je to stanje spremenilo, saj so sadike imele za 3 mm manjšo mediano RCD kot dominantna drevesa. Tudi Klaužer (2012), Jerele (2014) in Škvarč (2014) so ugotovili, da so imele sadike tri leta po saditvi večji premer kot dominantna drevesa naravne obnove. Na Bohorju in severnem delu Črničva so dominantna drevesca pri drugi meritvi že imela večji RCD kot sadike. Ugotovili smo tudi, da so drevesa z večjo višino, večjimi višinskimi prirastki in bolj sproščeno krošnjo ter večjo vitalnostjo imeli tudi večji premer koreninskega vratu.

7.1.5 Konkurenca (FTG)

Sadik so bile bistveno bolj sproščene v rasti kot dominantna drevesa naravne obnove. To kaže na pomanjkanje nege mladja in gošče na naravno obnovljenih površinah. Najbolj zastrti v rasti (FTG = 0) je bilo v naši raziskavi 27 % dominantnih dreves in 17 % sadik, v primerjavi s Škvarčem (2014), ki je ugotovil kar 67 % tako zastrti dominantnih dreves. Med objekti so bile razlike v sproščenosti dreves. Sadik so bile pri obeh meritvah najbolj sproščene na južnem delu Črničva in najmanj na Bohorju. Podobna situacija je bila tudi z dominantnimi drevesi pri drugi meritvi. To je posledica bujnejše pritalne vegetacije na Bohorju in pomanjkanja obžetve ter nadaljnje nege mladega gozda. Pri prvi meritvi so bila v rasti bolj sproščena drevesa v tistem letu višja, prav tako tudi čez dve leti. Poleg tega so bolj priraščala in so imela večji premer koreninskega vratu ter so v naslednjih dveh letih imela večjo verjetnost preživetja. Prostih za rast (FTG = 3, FTG = 4) jih je bilo med dominantnimi drevesi pri prvi meritvi 24 %, pri drugi 23 % in pri sadikah pri prvi meritvi 56 % in pri drugi 63 %. Tudi Klaužer (2012) je pri obžetih sadikah odkril 63 % prostih za rast, pri dominantnih drevesih pa 36 %. Navedeno je dokaj primerljivo z našo raziskavo. V primerjavi s tem velja omeniti, da so Jacobs in sod. (2004) v Indiani, na s herbicidi škropljenih površinah, zabeležili 49 % sadik prostih za rast. Iz naše raziskave lahko sklepamo, da je konkurenca v naravnem mladju velika in bo ob pomanjkanju nege v najmlajših fazah zeliščna plast lahko precej zaustavila razvoj. Pri odlašanju v kasnejših fazah bodo vodilno vlogo pri tvorbi novega sestoja prevzeli najmočnejši osebki, ki pogosto niso ekonomsko zanimivi. Pri sadikah se stanje izboljšuje, a še vedno je ob tako velikem denarnem vložku, kot je saditev, potrebno stremeti k še večjemu deležu teh dreves, ki bodo sproščena v rasti in bodo posledično lažje preživel.

7.1.6 Mikrorastišča, objedenost, vitalnost

Sadike kot tudi dominantna drevesa naravne obnove so najpogostejše rasla na mikrorastiščih brez posebnosti, kar je ugotovil tudi Ilisson in sod. (2007). Kljub temu da mnogi avtorji ugotavljajo veliko pozitivnih lastnosti mikrorastišč pri obnovi gozda po motnji (Ulanova, 2000; Močalo, 2002; Wohlgemuth, 2002; Brang in sod., 2004; Noguchi in Yoshida, 2004; Vodde, 2013), se v našem primeru na dominantnih drevesih to ni pokazalo. Verjetno predvsem zato, ker je večina teh dreves vzklila že pred ujmo ali tik po njej. Sadike so bile zaradi lažje saditve v večini primerov sajene na predele, kjer ni bilo mikrorastiščnih posebnosti. Prav tako kot Šebková in sod. (2012) smo ugotovili, da se delež posameznih mikrorastišč med objekti močno razlikuje.

Objedenost se v naši raziskavi ni pokazala za velik problem, saj velika večina dreves ni bila objedena ali pa so bile poškodbe minimalne. Kljub temu da je bila večina sadik pred objedanjem zaščiteni s tulci, so bile še vedno nekoliko bolj objedene kot dominantna drevesa naravne obnove. Večjo priljubljenost sadik pri objedanju divjadi so ugotovili tudi v številnih drugih raziskavah (Jacobs in sod., 2004; Rozman in Diaci, 2008; Jakša, 2008; Jerele, 2014). Sadike so bile ob prvi meritvi bolj obžrte kot pri drugi. Poleg tega se je izkazalo, da so bile pri drugi meritvi večje sadike manj obžrte. To skupaj nakazuje na dejstvo, da je veliko sadik pri drugi meritvi že preraslo višino, kjer divjad najlažje objeda. Ugotovili smo, da so bila bolj objedena drevesa tudi manj vitalna, kar pri največji stopnji objedenosti pogosto pripelje do propada drevesa. Schönenberger (2002a) je tako v Švici ugotovil 2-odstotni propad mladja zaradi objedanja. Če bi sklepali, da so to drevesa, ki so bila najbolj obžrta, je tudi v naši raziskavi ta delež pri dominantnih drevesih dokaj podoben, pri sadikah še nekoliko večji. Za zanimivo se je izkazalo, da so drevesa, ki so bila bolj obžrta pri prvi meritvi, bolj obžrta tudi pri drugi. Pri dominantnih drevesih bi to lahko pojasnili z dejstvom, da so določene drevesne vrste bolj priljubljene v prehrani divjadi kot druge (Bončina, 1996; Jasobs in sod., 2004; Diaci, 2006; Jakša, 2008; Medja, 2014; Jerele, 2014). Podobno kot pri Jasobsu in sod. (2004) se je v naši študiji izkazalo, da so bile sadike, ki so bile bolj sproščene v rasti, tudi bolj obžrte.

Vitalnost dominantnih dreves je bila pri obeh meritvah boljša od vitalnosti sadik. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi ostali avtorji (Klaužer, 2012; Jerele, 2014; Škvarč, 2014). V naši raziskavi je bilo približno 5 % dominantnih dreves najslabše vitalnih, kar je za 11 % manj, kot je ugotovil Škvarč (2014) v Trnovskem gozdu in za 21 % manj, kot je ugotovil Jerele (2014) pri gorskem javorju na južnem delu Črničva. Vitalnost dominantnih dreves se je med prvo in drugo meritvijo izboljšala, saj je bilo v letu 2014 okrog 75 % dreves v najvišji stopnji vitalnosti. Med objekti so obstajale statistično značilne razlike glede vitalnosti pri obeh načinih obnove. Vitalnost sadik se je pri drugi meritvi na Bohorju izboljšala, na severnem delu Črničva nekoliko poslabšala in na južnem delu Črničva bistveno poslabšala. Zmanjšanje vitalnosti na obeh delih Črničva se je odrazilo tudi v zmanjšanih višinskih prirastkih. Delež najslabše vitalnih sadik gorskega javorja je na

južnem delu Črničva znašal kar 45 %. Eden od razlogov tako velikega deleža najslabše vitalnih sadik je lahko slaba stabilizacija zaščitnih tulcev s količki, ki so se skupaj z sadiko nagnili proti tlom. Na to je opozarjal že Jerele (2014), saj je to bila posledica tega, da so sadike v večini primerov bile še žive, ampak zelo slabo vitalne. Drug razlog bi lahko bila nepravilna provenienca sadik, saj jih je bilo nekaj takšnih z vijolično obarvanimi listi, za katere je že Klaužer (2012) ugotavljal, da niso ravno značilni za višje nadmorske višine. Še eden od razlogov bi lahko bil tudi povečan pojav katranaste pegavosti (*Rhytisma acerinum*), ki jo je tudi pri prvi meritvi opazil Jerele (2014). Večja vitalnost sadik je bila prisotna pri drevesih z večjo višino, z večjimi prirastki in manj obžrtimi od divjadi. Tudi vitalnost dominantnih dreves je naraščala z naraščanjem višinskih prirastkov in upadanjem objedenosti od divjadi. Ta povezava je bila trdno izražena predvsem zaradi načina ocenjevanja vitalnosti, saj je bila bujnost v rasti eden ključnih elementov za oceno vitalnosti. Do enake ugotovitve je prišel tudi Klaužer (2012).

7.2 VEGETACIJSKE PLOSKVE

7.2.1 Drevesna sestava, gostota in zastiranje

Drevesna vrstna pestrost se je med meritvama povečala iz 14 na 17 različnih drevesnih vrst, kar kaže na dejstvo, kako velika vrstna pestrost lahko nastane po ujmah. Na predelih s kislo reakcijo tal je raslo 10 različnih drevesnih vrst, na površinah z bazično reakcijo tal pa 11 različnih drevesnih vrst. Ta rezultat je skladen z opažanjem, da je na bazični podlagi prisotno večje število različnih drevesnih vrst, kot jih je na kisli podlagi. Med objekti so se pokazale velike razlike v vrstni sestavi, saj smo na vseh treh objektih zabeležili le brezo, bukev in ivo.

Gostota naravnega mladja na naravno obnovljenih površinah je bila statistično značilno večja kot na umetno obnovljenih. Prav tako je bilo zastiranje drevesnih vrst na naravno obnovljenih površinah večje kot na umetno obnovljenih. Na naravno obnovljenih površinah smo pri drugi meritvi zabeležili v povprečju 29.524 osebkov na hektar, ki so zastirali 12,5 % površine. Na umetno obnovljenih površinah je bilo poleg sadik prav tako pri drugi meritvi v povprečju prisotnih še 7.460 osebkov na hektar, ki so zastirali 5,5 % površine. Enega od razlogov za to razliko v večini slovenskih raziskav navajajo kot posledico izbora predelov z manjšo gostoto mladja, ki so imeli prednost za umetno obnovo (Klaužer, 2012; Fidej in sod., 2013; Jerele, 2014; Škvarč, 2014). V naši raziskavi so bile nižje gostote naravnega mladja na umetno obnovljenih površinah tudi posledica priprave površine za saditev in same saditve. Pri obeh opravilih se je del mladih naravno nasemenjenih drevesc poškodoval in odstranil. Največji vpliv na manjšo gostoto mladja na umetno obnovljenih površinah je najverjetneje imela izvedba obžetve sadik. Zaradi ekonomskih in ergonomskih učinkov se je večina obžetve v zadnjem obdobju izvajala strojno s pomočjo motorne kose in motorne žage. V kolikor je bil delavec pri obžetvi nepazljiv, je lahko hitro odstranil tudi drevesne vrste, ki niso bile neposredni konkurenti

sadikam ter s tem močno vplival na gostoto naravnega mladja. Ravno nasprotno z našo raziskavo je Wohlgemuth (2002) v švicarskih Alpah zabeležil več mladja na sajenih površinah. Štiri leta po ujmi je v Trnovskem gozdu Škvarč (2014) zabeležil 8.000 dreves na hektar pri naravni in 4.556 dreves na hektar pri umetni obnovi. Prav toliko let po ujmi je Jerele (2014) na naravno obnovljenih površinah Črničva našel 19.333 dreves na hektar in 13.667 dreves na hektar pri umetni obnovi. Še večjo gostoto mladja na naravno obnovljenih površinah (23.899 dreves na hektar) je zabeležil Klaužer (2014) na Bohorju. Malo več kot polovico te vrednosti je zabeležil tudi Medja (2014) na naravno obnovljenih površinah, le da je upošteval le mladje nad 20 cm. Poleg tega je isti avtor ugotovil, da so bile razlike med načinoma obnove minimalne. Da se razlike v gostoti mladja (> 20 cm) med načinoma obnove zmanjšujejo in so pet let po ujmi zelo majhne, sta ugotovila tudi Močlov in Lässig (2002), kar pa v naši raziskavi kljub šestim letom po ujmi še vedno ne drži. Za primerjavo velja omeniti, da je Schönenberger (2002a) v švicarskih Alpah deset let po ujmi zabeležil le 1.700 dreves na hektar, ki so bila višja od 20 cm. Razlog za to je bil v nasemenitvi šele po ujmi. Tudi mi smo ugotovili, da je večji del mladja vzkli v krajšem časovnem obdobju in sicer leto do dve pred in po vetrolomu. Ravno nasprotno je Wohlgemuth (2002) deset let po ujmi ugotovil, da je od 30 % do 50 % takratnega mladja vzkli že pred vetrolomom. Veliko raziskav po Evropi potrjuje tezo, da je mladje, ki je nastalo pred ujmo, zelo pomemben gradnik prihodnjega sestoja. Poleg tega ugotavljajo tudi, da so gostote mladja znotraj objektov lahko zelo različne (Poulson in Platt, 1996; Diaci in sod., 2000; Močlov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002a; Wohlgemuth in sod., 2002; Diaci in Marinšek, 2004; Ramming in sod., 2005; Nagel in sod., 2006; Metslaid in sod., 2007; Nagel in sod., 2010; Klaužer, 2012; Vodde, 2013; Jerele, 2014; Medja, 2014; Škvarč, 2014), kar se je izkazalo tudi pri nas. Po vseh teh podatkih lahko sklepamo, da je v naši raziskavi gostota mladja na naravno obnovljenih površinah v povprečju zadovoljiva. Na delu umetno obnovljenih površin je bila saditev smotrna, saj so bile gostote naravnega mladja za kvalitetno nadaljnjo obnovo pomanjkljive.

V Alpah so ugotovili, da je povprečno večanje gostote pomladka v prvih letih po ujmi okrog 500 dreves/ha/leto (Brang, 2005). V naši raziskavi je med četrtem in šestim letom po ujmi na umetno obnovljenih površinah to povečanje 555 dreves/ha/leto in na naravno obnovljenih površinah 1746 dreves/ha/leto. Pri umetni obnovi se je povprečna gostota naravnega mladja med meritvama povečala za 17 % in pri naravni obnovi za 13 %, pri čemur je mediana pri obeh ostala enaka. Poleg tega je na nekaterih raziskovalnih površinah bilo pri drugi meritvi manj mladja kot pri prvi. Zaradi tega hipotezo, ki trdi, da je na vseh površinah več pomladka kot pred dvema letoma, zavrnamo.

Gostota mladja se je med objekti statistično značilno razlikovala. Velike razlike v gostoti mladja med objekti in znotraj njih potrjujejo tudi druge raziskave (Poulson in Platt, 1996; Diaci in sod., 2000; Močlov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002a; Wohlgemuth in sod., 2002; Diaci in Marinšek, 2004; Ramming in sod., 2005; Nagel in sod., 2006; Metslaid in sod., 2007; Nagel in sod., 2010; Klaužer, 2012; Vodde, 2013; Jerele, 2014; Medja, 2014;

Škvarč; 2014). V primerjavi z raziskavami v Alpah (van Mantgem, 2006; Wohlgemuth in sod., 2008; Bachofen, 2009) nismo ugotovili, da bi se gostota dreves z večanjem nadmorske višine manjšala.

Ena od pomanjkljivosti naravne obnove je neenakomerna gostota (Wohlgemuth in sod., 2002; Rugani in sod., 2008; Bachofen, 2009; Ščap, 2010; Klaužer, 2012). Na umetno obnovljenih površinah je bilo pri obeh meritvah dobrih 35 % raziskovalnih površin brez pomladka. Na naravno obnovljenih predelih je bilo ob prvi meritvi teh površin okrog 17 % in ob drugi 19 %. Razlog za povečanje neporaslih površin na naravno obnovljenih površinah je mogoče iskati v močnem preraščanju zeliščnih vrst pretežno iz rodu robid, ki so predvsem na Bohorju na določenih ploskvah tvorile cele preproge in posledično »zadušile« vso mladje pod sabo. Naši rezultati na naravnih površinah so dokaj primerljivi z ugotovitvijo Ščapove (2009) iz Jelovice, kjer je bilo 30 % raziskovalnih ploskev brez pomladka. V švicarskih Alpah je Brang (2005) zabeležil 20 % neporaslih površin in 14 % Schönenberger (2002a).

Gostota naravnega mladja je bila pri obeh meritvah statistično značilno povezana z zastiranjem zelišč in grmovnic. Ta povezava je v letu 2014 znašala $-0,361$ in $-0,232$ v letu 2012. Še nekoliko tesneje je bilo zastiranje drevesnih vrst negativno povezano z zastiranjem zeliščnih in grmovnih vrst. Tudi drugi raziskovalci po Evropi npr. Brang in sod. (2004), Jacobs, 2004, Diaci in Rozman (2008), Vidic (2009), Ščap (2010), Klaužer (2012), Škvarč (2014) so potrdili negativen vpliv pritalne vegetacije na gostoto mladja. V švicarskih Alpah je Schönenberger (2002a) ugotovil, da je za propad 4 % naravnega mladja kriva konkurenčna vegetacija. V kolikor je pritalna vegetacija zmerno razvita, je lahko njen vpliv senčenja tal pozitiven za preživetje mladice (Diaci, 2002; Ščap, 2010).

7.2.2 Zastiranje zelišč

Pomembne ekološke spremembe, ki nastanejo po vetrolomu, povzročijo ugodnejše razmere za razvoj pritalne vegetacije in grmovnic (Brang, 2004). Na teh površinah se poveča delež svetloljubnih vrst. Zelo pogosto se močno razvijejo vrste iz rodu robid in razne vrste trav, šašev in mahov (Wohlgemuth, 2002; Kuuluvainen in Kalmari, 2003; Bonfils in sod., 2010; Fischer, 2010; Klaužer, 2012; Škvarč, 2014). Zastiranje zelišč in grmovnic je bilo med raziskovalnimi ploskvami precej raznoliko, kar so ugotovili tudi raziskovalci (Kuuluvainen in Kalmari, 2003; Jerele, 2014). Mediana vsote zastiranja zelišč in grmovnic šest let po vetrolomu na naravno obnovljenih površinah je bila 99-odstotna, kar je bilo za 20 % več kot dve leti pred tem. Na umetno obnovljenih površinah je bil ta delež večji, saj je ob drugi meritvi znašal 115 %, kar je bilo prav tako za 20 % več kot pri prvi meritvi. Razlike v zastiranju med načinoma obnove so bile statistično značilne le pri prvi meritvi v primerjavi z drugimi raziskavami, kjer teh razlik niso zaznali (Klaužer, 2012; Jerele, 2014; Škvarč, 2014). Za primerjavo velja omeniti, da sta Kuuluvainen in Kalmari (2003) po ujmi zabeležila 60 % površine pokrite s pritalno vegetacijo, kar je bilo dokaj podobno, kot je ugotovil Škvarč (2014). Vidic (2009) je v rezervatu Smrečje

zabeležil 74 % zastrtosti zelišč in grmovnic. Do rezultata, ki je veliko bolj primerljiv z našimi ugotovitvami, je prišel Klaužer (2012), saj so takrat na Bohorju zelišča in grmovnice skupaj zastirale 104 % površine. Tako veliki zastrtosti površine z zelišči in grmovnicami so sposobne konkurirati le v mladosti hitrorastoče vrste, kot so gorski javor, jerebika, breza, siva jelša, macesen in vrbe (Wohlgemuth, 2002). Velike razlike v zastiranju zelišč in grmovnic so se pokazale tudi med objekti. Največ površine je bilo v obeh letih merjenja zastrte na Bohorju, najmanj na severnem delu Črničva. Te razlike so bile na naravno obnovljenih površinah bolj izražene kot na umetno obnovljenih površinah. Razlog za te razlike je posledica razlik v rastiščnih razmerah med objekti. Na vseh objektih je bilo zastiranje zelišč in grmovnic na naravno obnovljenih površinah manjše kot na umetno obnovljenih površinah. Razlog za večje zastiranje zelišč in grmovnic na naravno kot na umetno obnovljenih površinah je Klaužer (2012) pripisoval razlikam v rastiščnih razmerah med naravno in umetno obnovljenimi površinami in le v majhni meri načinu obnove. Mi smo predvidevali nekoliko večji vpliv načina obnove, saj je bilo na sajenih površinah manj naravnega pomladka, kar je posredno vplivalo na to, da so imela zelišča in grmovnice na teh površinah manj konkurence s strani drevesnih vrst, kot so je bila deležna na naravno obnovljenih površinah, kjer so bile gostote in zastiranje drevesnih vrst večje. Razlog za povečanje zastrtosti površine z zelišči in grmovnicami med meritvama sta najverjetneje posledica poraščanja še prej neporaslih površin in dovolj šibka konkurenca, ki je še omogočala dovolj velik dotok svetlobe in posledično omogočala rast zeliščem in grmovnicam. Poleg tega je imel pozitiven vpliv tudi razkroj grobih lesnih ostankov in opada, ki so povečali založenost tal s hranili.

7.2.3 Klimaksne in pionirske vrste

V mnogo raziskavah so pri obdelavi podatkov ločili drevesne vrste na klimaksne in pionirske (Močlov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002a; Schönenberger, 2002b; Diaci, 2006; Klaužer, 2012; Fidej in sod., 2013; Kramerja in sod., 2014). Zaradi tega smo tudi mi glede na ekonomske vidike ločili na klimaksne (ciljne), ko so beli gaber, gorski javor, gorski brest, bukev, brek, češnja, graden, jelka, smreka, in pionirske, kot so bela vrba, breza, črni gaber, iva, jerebika, maklen, mali jesen, trepetlika. Na vetrolomnih površinah se zaradi izobilja svetlobe in zmanjšane konkurence pogosto pojavijo pionirske drevesne vrste (Močlov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002a; Schönenberger, 2002b; Diaci, 2006). Med načinoma obnove je bila statistično značilna razlika v gostotah in zastiranju le pri klimaksnih drevesnih vrstah. Za primerjavo je Medja (2014) ugotovil ravno obratno, da so bile statistično značilne razlike le pri pionirjih in ne pri klimaksnih drevesnih vrstah. Na naravno obnovljenih površinah je bil delež klimaksnih drevesnih vrst v letu 2014 okrog 74 % in se je v primerjavi s prejšnjo meritvijo nekoliko povečal. Ravno obratno je bilo na umetno obnovljenih površinah, saj je bilo pri drugi meritvi 31 % klimaksnih vrst in je bil njihov delež v primerjavi s prvo meritvijo za 13 % manjši. Razlog za takšno stanje je mogoče iskati v dejstvu, da se prednost pomlajevanja pionirskih drevesnih vrst po ujmi zmanjša, v kolikor je pomladek klimaksnih drevesnih vrst v sestoji prisoten že pred ujmo.

Sestoji, ki imajo pred ujmo dovolj razrahljan sklep krošenj, omogočijo nasemenitev in razvoj sencozažnih in polsvetloljubnih drevesnih vrst. Te vrste se po ujmi ob povečanem dotoku svetlobe in nekaj časa zmanjšani konkurenci odzovejo s povečano višinsko rastjo in posledično prevzamejo vodilno vlogo pri tvorbi novega sestoja (Marinšek in Diaci, 2004; Ramming in sod., 2005; Nagel in sod., 2006; Metslaid in sod., 2007; Nagel in sod., 2010; Vodde, 2013). Ob tem dejstvu in bistveno večji konkurenci med drevesnimi vrstami na naravno obnovljenih površinah je posledično prišlo do tega, da je bilo bistveno več klimaksnih vrst na naravno obnovljenih površinah. Prav tako kot mi, je Medja (2014) ugotovil večji delež klimaksnih vrst na naravno obnovljenih površinah kot umetno obnovljenih površinah. Za razliko od naše raziskave je bilo v Bohinju 11 let po ujmi 75 % klimaksnih vrst na naravno obnovljenih površinah in 59 % na umetno obnovljenih površinah (Medja, 2014). Prav tako kot pri nas je več klimaksnih vrst na naravno obnovljenih površinah kot na umetno obnovljenih. Štiri leta po vetrolomu je bila na Bohorju razlika v deležu klimaksnih vrst med obnovama minimalna, saj so jih na obeh površinah zabeležili okrog 40 % (Klaužer, 2012). Tudi Škvarč (2014) razlik med obnovama ni zaznal.

Na vseh površinah so šest let po vetrolomu pionirske vrste zastirale 10,3 % površine in klimaksne drevesne vrste 7,1 %. Jerele (2014) je štiri leta po vetrolomu zabeležil 3,8 % zastrte površine s pionirji in 2,1 % s klimaksnimi vrstami. S svojo bujno rastjo lahko pionirji po vetrolomu, kljub manjšim gostotam, zastirajo večjo površino kot klimaksne vrste. V našem primeru se je to izkazalo predvsem na naravno obnovljenih površinah, saj so pionirske vrste kljub rahlemu zmanjšanju deleža v številčnosti pri drugi meritvi, svoj delež v zastiranju bistveno povečale. Na umetno obnovljenih površinah se kljub večjemu povečanju gostote pionirjev v primerjavi s klimaksnimi vrstami njihov delež v zastiranju ni bistveno spremenil. Vzrok za takšno stanje je bil najverjetneje v obžetvi pionirjev na sajenih površinah, ki pri tem pogosto vegetativno odženejo in posledično pogosto nastane večje število osebkov, ki zastirajo manj površine kot predhodni osebki. Pri meritvah smo osebkove, katerih vegetativni izvor smo lahko okularno določili, šteli kot en osebki.

Poleg samega deleža pionirskih vrst je zelo pomembna tudi njihova razmestitev (Fidej in sod., 2013). Na gostoto in zastiranje klimaksne drevesne vrste je v obeh letih merjenja negativno vplival zastor zelišč in grmovnic ob zadnji meritvi, pozitivno pa večji delež zastrte površine z organskimi tlemi. Na gostoto in zastiranje pionirskih drevesnih vrst je pozitivno vplivalo večje zastiranje opada v letu 2012.

Zastopanost posameznih drevesnih vrst se je med meritvama močno spremenila. Med objekti so obstajale statistično značilne razlike glede na gostoto bukve, belega gabra, smreke, gorskega javorja, jerebike, češnje, malega jesen in maklena v obeh letih merjenja. Med objekti se je pokazala velika razlika v prisotnosti drevesnih vrst. Zaradi nižje nadmorske višine in vpliva predpanonskega fitogeografskega območja so bili na Bohorju prisotni tudi beli gaber, brek, češnja, maklen in mali jesen, ki jih na objektih na Črnivcu ni

bilo. Gostota bukve in smreke se je tudi med načinoma obnove značilno razlikovala. Na Bohorju so bili med najpogostejše prisotnimi vrstami beli gaber, breza, bukev, gorski javor, maklen in mali jesen. Na Črničvu so v številu prevladovali breza, bukev, gorski javor, iva, jerebika, smreka in trepetlika. Na severnem delu Črničva je smreka močno prevladovala na naravno obnovljenih površinah in nekoliko manj na umetno obnovljenih. Na južnem delu Črničva je bila smreka sicer prisotna, ampak so bili listavci (gorski javor, bukev, iva, jerebika) bistveno bolj pogosti.

Med objekti so bile velike razlike v deležu iglavcev in listavcev v mladju. Na Bohorju pri nobeni meritvi v mladju nismo zabeležili iglavcev. Na južnem delu Črničva in na umetno obnovljenih površinah severnega dela Črničva je bil delež iglavcev v mladju okrog 25 % in kar 69 % na naravno obnovljenih površinah severnega dela Črničva. Eden od razlogov za takšno stanje je bil predvsem pred ujmo večja presvetljenost enomernih smrekovih sestojev na severnem delu Črničva, zaradi česar je bilo na tem delu že prisotnega nekaj smrekovega pomladka. Tudi Jerele (2014) je ugotovil, da je bilo na južnem delu Črničva pred ujmo pod odraslimi sestoji malo pomladka. Drug morebiten razlog takšnega stanja je bil tudi izbor površin z manj pomladka, ki so bile prioritetejše za umetno obnovo. Kljub temu da mnoge raziskave po ujmah ugotavljajo povečevanje deleža listavcev (Močlov in Lässig, 2002; Schönenberger, 2002b; Vidic, 2009; Jerele, 2014), se je njihov delež med meritvama na severnem delu Črničva še nekoliko zmanjšal, na preostalih delih pa ostal dokaj enak. To je predvsem posledica velike vrzeli, ki je onemogočala raznos semena na tolikšni razdalji in malo semenskih dreves listavcev, ki so preživela ujmo. To nakazuje na veliko večjo verjetnost, da bo delež listavcev tudi v odraslem sestoji na južnem delu Črničva bistveno večji kot na naravno obnovljenih površinah severnega dela Črničva.

7.2.4 Vpliv pH tal

Med površinami s kislo in bazično reakcijo tal ni bilo statistično značilnih razlik v gostoti in zastiranju naravnega mladja. Hipotezo, da je hitrost obnove (gostote in zastiranje mladja) večja na tleh z bazično reakcijo tal zavrnilo. V primerjavi s Kramerjem in sod. (2014), ki so ugotovili, da nižji kot je bil pH tal, nižje so bile tudi gostote naravnega mladja. Tako so pH tal uvrstili med najpomembnejše dejavnike pri regeneraciji površin po vetrolomih. Razlog za takšno stanje v naši raziskavi je iskati v dejstvu, da je večina mladja vzklilo tik pred in tik po ujmi na večini površin ne glede na reakcijo tal. Med površinami z različno reakcijo tal so obstajale statistično značilne razlike le v gostotah bukve, belega gabra, smreke, jerebice, češnje, malega jesena in maklena v obeh letih merjenja. Na površinah z bazično reakcijo tal je zastiranje zelišč in grmovnic večje kot na površinah s kislo reakcijo tal. Višji pH tal pozitivno vpliva tudi na vrstno pestrost rastlin (Gough in sod., 2000; Van Couwenberghe in sod., 2010). Večina raziskav ugotavlja, da tla z višjo pH vrednostjo in višjim deležem organskih snovi v organskem horizontu omogočajo boljšo in hitrejšo regeneracijo po ujmah (Diaci in sod., 2000; Kramer in sod., 2014).

7.2.5 Zastiranje skal, kamenja, velikih drevesnih ostankov, opada in organskih tal

Zastiranje skal in kamenja se med načini obnove, med objekti kot tudi med tlemi z različno reakcijo tal ni značilno razlikovalo. V povprečju je bilo med objekti pri prvi meritvi od 0,2 do 3 % površine pokrite s kamenjem. Ta delež je bil po dveh letih nekoliko manjši. Zastiranje kamenja in skal z nobeno od merjenih spremenljivk ni bilo v povezavi. Za razliko od Škvarča (2014), ki je presenetljivo ugotovil pozitiven vpliv kamenja in skal na številčnost klimaksnih drevesnih vrst. Negativen vpliv skalovitosti na gostoto mladja je pred tem ugotovila Ščapova (2010) na vetrolomu na Jelovici.

Veliki drevesni ostanki (VDO) po ujmah so pomembni pri nadaljnji regeneraciji sestoj (Fischer, 1996; Szewczyk in Szewagrzyk, 1996; Schönenberger, 2002a; Wohlgemunt in sod. 2002; Diaci in Marinšek, 2004; Zielonka, 2006; Rozman in Diaci, 2008; Vidic, 2009; Ščap, 2010; Bottero in sod., 2013). V prvih fazah razkroja zmanjšuje erozijo, daje oporo in senči okoliško vegetacijo (Schönenberger, 2002a; Zielonka, 2006; Papler-Lampe, 2009). Pri nadaljnjem razkroju se prične sproščati hranila, poveča se zmožnost za zadrževanje vode, ustvari se mehkejša tekstura, ki izboljša prodiranje korenin (Eriksson in Eriksson, 1997; Takahashi in sod., 2000; Papler-Lampe, 2009). Preden odmrli les postane vir hranil v večini primerov traja več desetletij (Krankina in sod., 1999; Laiho in Prescott, 2004). Zastiranje VDO je bilo na naravno obnovljenih površinah večje kot na umetno obnovljenih. To je bila predvsem posledica odstranitve VDO pri pripravi površin za izvedbo saditve. Na umetno obnovljenih površinah je bilo pri drugi meritvi v povprečju slabe 7 % površine pokrite z VDO in 9 % na naravno obnovljenih površinah. Schönenberger (2002a) je deset let po vetrolomu Vivian zabeležil v povprečju 13-odstotno zastrtost površine z VDO. Tudi med objekti so obstajale značilne razlike v zastornosti VDO. Zaradi sanacije vetroloma s pomočjo strojne sečnje je bil na objektih na Črničvu tudi delež VDO nekoliko višji kot na Bohorju, kjer so izvajali le ročno strojno sečnjo. Deloma je za to razliko kriva hitrost razkroja najdrobnejših lesnih ostankov, saj so na Bohorju prevladovali ostanki listavcev, predvsem bukve, ki se bistveno hitreje razkroja kot iglavci, ki so prevladovali na Črničvu. Poleg tega je zaradi nižje lege na Bohorju razkroj tudi hitrejši. Najbolj opazna razlika je bila ta, da je bilo na severnem delu Črničva več VDO na umetno obnovljenih površinah kot na naravno obnovljenih. Ena od možnih posledic je kombinacija bolj vlažnega terena in uporabe strojne sečnje za sanacijo vetroloma predvsem na delih, ki so jih kasneje zasadili. Posledica tega so bili povečani sečni ostanki, ki se jih pri pripravi površine za saditev ni dalo odstraniti. Na vseh objektih se je delež zastrte površine z VDO med meritvama zmanjšal, kar je posledica razkroja. Značilna razlika v VDO med površinami z različno reakcijo najverjetneje ni bila posledica kislosti tal, ampak dejstva, da so se vse površine z bazično reakcijo tal le na Bohorju, kjer pa zaradi ročno-strojne sečnje in traktorskega spravila pri sanaciji vetroloma ni nastalo toliko VDO. Zastiranje VDO je bilo v negativni povezavi z zastiranjem zelišč in grmovnic ter zastiranjem opada. To je najverjetneje posledica razporejenosti VDO po celotni površini, saj so Bottero in sod. (2013) ugotovili, da grobi drevesni ostanki, v kolikor so

razporejeni po površini, pozitivno vplivajo na lažjo rast mladja, saj zavirajo zeliščno in grmovno plast. Poleg tega zmanjšajo objedanje (Peterson in sod., 1995; de Chantal in Granström, 2007; Moser in sod., 2008) in povečajo adsorpcijo vlage (Krankina in sod., 1999; Laiho in Prescott, 2004).

Delež zastiranja opada se med načini obnove bistveno ne razlikuje, veliko večja je razlika med objekti. Na Bohorju in južnem delu Črnavca je bilo povprečno zastiranje dokaj podobno med 17 % in 45 %, v primerjavi z severnim delom Črnavca, kjer zastiranje opada v povprečju ni preseglo 3 %. Najverjetneje je bila to posledica različnih kriterijev merilcev pri izvedbi meritev. Med meritvama se je zastrtost površine z opadom zmanjšala. Količina opada je bila v negativni povezavi z zastiranjem VDO in zastiranjem organskih tal ter v pozitivni z zastiranjem in gostoto pionirskih drevesnih vrst in zastiranjem zelišč in grmovnic. Prav tako kot mi, je Škvarč (2014) ugotovil pozitivno povezavo med zastiranjem opada in številom pionirskih vrst. Podobno je tudi Ščapova (2010) potrdila pozitivno povezavo med opadom in številčnostjo pomladka.

Zastiranje organskih tal je bilo med objekti značilno različno. V povprečju je bilo najmanj organskih tal prisotnih na Bohorju. Med meritvama se je na večini objektov zastrtost organskih tal zmanjšala. Povprečne vrednosti zastiranja na nobenem objektu niso presegale 6 %. Še nižje vrednosti je zabeležil Škvarč (2014), saj vrednosti niso presegle 2 %. Zastiranje organskih tal je bilo v negativni povezavi z zastiranjem zelišč in grmovnic ter opadom.

8 ZAKLJUČEK

Na vseh vetrolomnih površinah ne glede na način obnove smo zabeležili veliko drevesno vrstno pestrost, ki se je med meritvama še povečala in sicer na 17 različnih drevesnih vrst. Po pričakovanjih so bile površine z bazično reakcijo tal vrstno nekoliko pestrejše.

Površine, ki so bile prepuščene naravnemu razvoju, je poraščalo gostejše naravno nasemenjeno mladje kot pa umetno obnovljene površine. Najverjetnejši razlogi za to razliko so priprava površine za saditev, saditev in vsakoletna obžetev, pri katerih se je odstranilo del naravno nasemenjenega mladja. Na umetno obnovljenih površinah so bile gostote naravno nasemenjenega mladja premajhne za nadaljnjo tvorbo kvalitetnega sestoja, saj so znašale le 7.460 osebkov na hektar. Poleg tega je bil na umetno obnovljenih površinah delež raziskovalnih ploskev brez pomladka večji kot na naravno obnovljenih površinah. Zaradi tega je bila saditev na nekaterih od teh površin smotrna. Na letni ravni se je povprečna gostota mladja na umetno obnovljenih površinah povečala za 555 dreves/ha, podobno je ugotovil Brang (2005), in za 1746 dreves/ha na naravno obnovljenih površinah. Podobno kot v drugih raziskavah npr. Brang in sodelavci (2004), Jacobs, 2004, Diaci in Rozman (2008), Vidic (2009), Ščap (2010), Klaužer (2012), Škvarč (2014) so v obeh letih merjenja zelišča in grmovnice negativno vplivale na gostoto in posledično tudi zastiranje naravnega mladja. Ugotovili smo tudi, da so bile gostote mladja med objekti zelo različne.

Poleg gostote je za uspešnost obnove zelo pomembna tudi drevesna vrstna sestava. Statistično značilne razlike so bile med načinoma obnove prisotne le pri klimaksnih drevesnih vrstah in ne pri pionirjih, kot je ugotovil Medja (2014). V letu 2014 je bil delež klimaksnih vrst na naravno obnovljenih površinah v povprečju 74-odstoten in na umetno obnovljenih le 31-odstoten. Tudi Medja (2014) je ugotovil večji delež klimaksnih drevesnih vrst na naravno obnovljenih površinah. To je najverjetnejša posledica dejstva, da so bili pionirji na naravno obnovljenih površinah zaradi večjih gostot mladja tekmovalno šibkejši od klimaksnih drevesnih vrst. Med klimaksnimi vrstami so prevladovale bukev, gorski javor in smreka. Kljub manjšim gostotam pa lahko pionirji zaradi bujnejše rasti zastirajo več površine kot klimaksne drevesne vrste. Delež iglavcev in listavcev se je v mladju med objekti močno razlikoval.

Zastiranje zelišč in grmovnic se je peto in šesto leto po vetrolomu povečalo za 20 % in je znašalo v povprečju 99 %. V drugih raziskavah so ugotovili nekoliko manjše zastiranje (Kuuluvainen in Kalmari, 2003; Vidic, 2009). Na naravno obnovljenih površinah je bil delež zastrte površine z zelišči in grmovnicami manjši kot na umetno obnovljenih površinah. Razlike v zastiranju zelišč in grmovnic med objekti so bile predvsem posledica rastiščnih razlik.

Zastiranje kamenja, skal, velikih drevesnih ostankov, opada in organskih tal ni bistveno vplivalo na obnovo sestoja po ujmi.

Kljub temu da večina raziskav ugotavlja, da tla z višjo pH vrednostjo omogočajo boljšo in hitrejšo regeneracijo po ujmah (Diaci in sod., 2000; Kramer in sod., 2014), mi tega dejstva nismo zaznali.

Na raziskovalnih površinah je bil v večini sajen gorski javor, nekaj je bilo še smreke, češnje in črnega bora. Pet let po saditvi je bila povprečna gostota sadik 857 dreves/ha, kar je manj, kot ugotavljajo v drugih raziskavah (Schönenberger, 2002a; Poročilo ..., 2010; Škvarč, 2014). V obdobju od 2013 do 2014 je propadlo 15,9 % sadik in 9,6 % dominantnih dreves. Vzrok propada drevesc je v večini primerov zaradi sinergijskega delovanja več dejavnikov težko določljiv. Na preživetje dreves pri drugi meritvi je pozitivno vplival premer koreninskega vratu (RCD) drevesca pri prvi meritvi in stopnja sproščenosti (FTG) drevesca pri prvi meritvi.

Višine sadik so bile v obeh letih izvajanja meritev večje od dominantnih dreves na naravno obnovljenih ploskvah. Ta razlika se je pri drugi meritvi v relativnem pogledu zmanjšala. To kaže na dejstvo, ki ga je Schönenberger (2002b) ugotovil v švicarskih Alpah, da lahko s saditvijo pridobimo deset let prednosti v razvoju pred naravnim mladjem.

Višinski prirastki dominantnih dreves so se iz leta v leto povečevali in so šest let po vetrolomu v povprečju znašali 29 cm. Prirastki sadik so bili manjši kot prirastki dominantnih dreves. Mediana višinskih prirastkov sadik je bila prva tri leta po saditvi enaka in se je nato v letu 2013 nekoliko povečala ter v naslednjem letu zopet znižala. Dominantna drevesa gorskega javorja so imela bistveno večji relativni prirastek kot sadike. S tega lahko sklepamo, da bodo dominantna drevesa sadike v višini kmalu dohitela in izničila njihovo višinsko prednost. Tudi pri relativnih prirastkih se je pokazal trend zmanjševanja prirastkov v prvih treh letih po saditvi, temu je sledilo povečanje in nato zopet zmanjšanje. Iz tega lahko sklepamo, da so sadike po saditvi doživele šok, ki je izzvenel po treh letih.

Dominantna drevesa so imela pri prvi meritvi manjši premer koreninskega vratu (RCD) kot sadike, a se je stanje pri drugi meritvi že obrnilo v korist dominantnih dreves. Večja ter bolj vitalna drevesa z večjimi prirastki in bolj sproščeno krošnjo so imela večji RCD. Sadike so bile bistveno bolj sproščene v rasti kot dominantna drevesa naravne obnove. To kaže na pomanjkanje nege mladja in gošče na naravno obnovljenih površinah. Pri sadikah se je stanje med meritvama izboljšalo, a še vedno je ob tako velikem denarnem vložku kot je saditev potrebno stremeti k še večjemu deležu sproščenih dreves, ki jih lahko dosežemo le z obžetvijo.

Objedenost se ni pokazala za velik problem, saj velika večina dreves ni bila objedena ali pa so poškodbe bile minimalne. Kljub temu da je bila večina sadik pred objedanjem zaščiteni s tulci, so bile še vedno nekoliko bolj objedene kot dominantna drevesa naravne obnove. Vitalnost dominantnih dreves je bila pri obeh meritvah boljša od vitalnosti sadik, kar so

ugotovili tudi Klaužer (2012), Jerele (2014) in Škvarč (2014). Vitalnost dreves je bila boljša, če so ta bolje priraščala in v kolikor so bila manj obžrta.

9 LITERATURA

Atlas okolja. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje

http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (2. feb. 2015)

Bachofen H. 2009. Nachhaltige Verjüngung in ungleichformigen Beständen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 160: 2–10

Beatty S.W., Stone E.L. 1986. The variety of microsites created by treefalls. Canadian Journal of Forest Research, 16: 539–548

Bottero A., Garbarino M., Long J. N., Motta R. 2013. The interacting ecological effects of large-scale disturbances and salvage logging on montane spruce forest regeneration in the western European Alps. Forest Ecology and Management, 292: 19–28

Brang P. 1998. Early seedling establishment of *Picea abies* in small forest gaps in Swiss Alps. Canadian Journal of Forest Research, 28: 626–639

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

Brang P. 2005. Räumliche Verteilung der Naturverjüngung auf grossen Lotharturmflächen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 156/12: 467–476

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.

Bončina A. 1996. Vpliv jelenjadi in srnjadi na potek gozdne sukcesije v gozdnem rezervatu Pugled-Žiben. Gozdarski vestnik, 54, 1: 57–65

Clinton B.D., Baker C.R. 2000. Catastrophic windthrow in the southern Appalachians: characteristics of pits and mounds and initial vegetation responses. Forest Ecology and Management, 126: 51–60

Cuesta B., Villar-Salvador P., Pue'rtolas J., Jacobs F.D., Rey Benayas M.J. 2010. Why do large, nitrogen rich seedlings better resist stressful transplanting conditions? A physiological analysis in two functionally contrasting Mediterranean forest species. Forest Ecology and Management, 260: 71–78

Čampa L. 1984. Gozdne združbe in rastiščnogojitveni tipi v gozdnogospodarski enoti Notranji Bohinj. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 61 str.

- Davis M.A., Grime J.P., Thompson K. 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 2000, 88: 528–534
- Davis S. A., Jacobs F. D. 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forest*, 30: 295–311
- de Chantal, M., Granström, A. 2007. Aggregations of dead wood after wildfire act as browsing refugia for seedlings of *Populus tremula* and *Salix caprea*. *Forest Ecology and Management*, 250: 3–8
- Demchik C.M., Sharpe E.W. 2000. The effect of soil nutrition, soil acidity and drought on northern red oak (*Quercus rubra* L.) growth and nutrition on Pennsylvania sites with high and low red oak mortality. *Forest Ecology and Management*, 136: 199–207
- Diaci J. 2000. Naravno pomlajevanje v nasadih smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na Krašici. V: Nova znanja v gozdarstvu - prispevek visokega šolstva: zbornik referatov študijskih dni, Kranjska Gora, 11.-12. maj. 2000. Potočnik I. (ur.). Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 89–104
- Diaci J., Kutnar L., Rupel M., Smolej I., Urbančič M., Kraigher H. 2000. Interactions of Ecological Factors and Natural Regeneration in an Altimontane Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Stand. *Phyton*, 40, 4: 17–26
- 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: 384 str.
- Diaci J., Marinšek A. 2004. Razvoj inicialne faze na vetrolomni površini v pragozdnem ostanku Ravna gora. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 73: 31–50
- Diaci J., Rozman E. 2008. Pomladitvena ekologija drugotnih visokogorskih smrekovih gozdov v Jelendolu. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 85: 27–37
- Eriksson A., Eriksson O. 1997. Seedling recruitment in semi-natural pastures: the effects of disturbance, seed size, phenology and seed bank. *Nordic Journal of Botany*, 17: 469–482
- Fidej G. 2012. »Metodologija meritev na raziskovalnih ploskvah za primerjavo naravne in umetne obnove«. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (osebni vir, avgust 2012)
- Fidej G., Klaužer S., Klemen K., Rozman A., Diaci J. 2013. Primerjava naravne in umetne obnove gozdov, prizadetih v naravnih ujmah. *Gozdarski vestnik*, 71: 19–25
- Fischer A. 1996. Forschung auf Dauerbeobachtungsflächen im Weld. Naturschutz-Landschaft, 35: 87–106

- Fischer A., Lindner M., Abs C., Lasch P. 2002. Vegetation Dynamics in Central European Forest Ecosystems (Near-Natural as Well as Managed) after Storm Events. *Folia Geobotanica*, 37: 17–32
- Fischer A., Fischer H. 2010. Sturmwurf – und was dann? *LWF aktuell*, 77: 46–49
- Fischer A., Fischer H. 2012. Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after wind throw. *European Journal of Forest Research*, 131: 493–501
- Gajšek D., Jarni K., Lumbar A., Brus R. 2014. Premena odraslih borovih nasadov na Krasu s saditvijo avtohtonih listavcev = Conversion of the mature black pine plantations in the Slovenian Karst by planting native broadleaf tree species. *Gozdarski vestnik*, 72: 355–364
- Gerl T., Beguš J. 2011. Sanacija vetroloma–individualen pristop v primeru majhne gozdne posesti. V: Odzivi gozdne tehnike in gozdarstva na spremenjene razmere gospodarjenja: zbornik razširjenih izvlečkov študijskih dni, Ljubljana, 13. –14. april. 2011. Krč J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 59–60
- Golob S., Pevec P., Vozlič M. 2012. Vetrolom Črnivec in njegova sanacija. Kamnik, Šolski center Rudolfa Maistra.
- <http://www.space.si/wp-content/uploads/m/Analiza%20vetroloma%20Crnivec.pdf>
(5. feb. 2015)
- Gough L., Shaver G.R., Carroll J., Royer D.L., Laundre J.A. 2000. Vascular plant species richness in Alaskan arctic tundra: the importance of soil pH. *Journal of Ecology*, 88: 54–66
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Bohor 1998–2007. 1998. Brežice, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Brežice
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Nazarje 2011–2020. 2012. Nazarje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Nazarje
- Grossnickle C.S. 2012. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forest*, 43: 5–6
- Ilisson T., Köster K., Vodde F., Jögiste K. 2007. Regeneration development 4–5 years after a storm in Norway spruce dominated forests, Estonia. *Forest Ecology and Management*, 250: 17–24
- Jacobs F. D., Goodman C.R., Gardiner S. E., Salifu F. K., Overton P. R., Hernandez G. 2012. Nursery stock quality as an indicator of bottomland hardwood forest restoration

success in the Lower Mississippi River Alluvial Valley. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 255–269

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 od 1991 do 1996 ter vloga gozdarstva v varstvu pred požari v gozdu. *Gozdarski vestnik*, 65, 4: 177–186

Jakša J. 2008. Zaščita naravnega mladovja in sadik gozdnega drevja pred rastlinojedo parkljasto divjadjo. *Gozdarski vestnik*, 66, 9: 305–317

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. jul. 2015)

Kajfež - Bogataj L. 2007. Spreminjanje podnebja – zdaj in v prihodnje. V: Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo. Jurc M. (ur.). (*Studia forestalia Slovenica*, 130). Ljubljana: 13–26

Kolšek M. 2008. Poškodovanost gozdov v poletnih neurjih 2008 in potek sanacije. *Gozdarski vestnik*, 66: 7–8

Konovolov N.A., Schavrovsky V.A., Scharugova V.A. 1981. Osnovy gornogo lesovodstva Basics of mountain silviculture in Russian. *Lesovedeniye*, Sverdlovsk: 78 str.

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.

Kramer K., Brang P., Bachofen H., Bugmann H., Wohlgemuth T. 2014. Site factors are more important than salvage logging for tree regeneration after wind disturbance in Central European forests. *Forest Ecology and Management*, 331: 116–128

Krankina O.N., Harmon M.E., Giazkin A.V. 1999. Nutrient stores and dynamics of woody detritus in boreal forest: modeling potential implications at the stand level. *Canadian Journal of Forest Research*, 29: 20–32

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

- Krueger L.M., Peterson C.J. 2009. Effects of woody debris and ferns on herb-layer vegetation and deer herbivory in a Pennsylvania forest blowdown. *Ecoscience*, 16: 461–469
- Küchli C. 2013. Pflanzung oder Naturverjüngung – eine Frage so alt wie der Forstberuf. *Züricher Wald*, 3/2013: 4–7
- Kupferschmid A. D., Schönenberger W., Wasem U. 2002. Tree regeneration in a Norway spruce snag stand after tree die-back caused by *Ips typographus*. *Forest Snow and Landscape Research*, 77, 1/2: 149–160
- Kuuluvainen T., Juntunen P. 1998. Seedling establishment in relation to microhabitat variation in a windthrow gap in a boreal *Pinus sylvestris* forest. *Journal of Vegetation Science*, 9: 551–562
- 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
- Lässig R., Mocalov S.A. 2000. Frequency and characteristics of severe storms in the Urals and their influence on the development, structure and management of the boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 135: 179–194
- Laiho R., Prescott C.E. 2004. Decay and nutrient dynamics of coarse woody debris in northern coniferous forests: a synthesis. *Canadian Journal of Forest Research*, 34: 763–777
- Leder B., Krumnacker J. 1998. Zur Vegetations – und Gehölzentwicklung auf Sukzessionsflächen nach Fichtenwindwurf. *Landesanstalt für Ökologie Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen Mitteilungen*, 1: 64–72
- Lugansky N.A., Zalesov S.V., Schavrovsky V.A. 1996. Lesovedeniye Silviculture, in Russian. Ekaterinburg, Ural State Forest Engineering Academy: 311 str.
- McMillin J.D., Wagner M.R. 1995. Effects of water stress on biomass partitioning of ponderosa pine seedlings during primary root growth and shoot growth periods. *Forest Science*, 41, 594–610.
- Medja U. 2014. Naravna in umetna obnova v ujmah poškodovanih gozdnih sestojev v Območni enoti Bled: II magistrsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 62 str.
- Meteo.si, arhiv meritev. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija republike Slovenije za okolje, Državna meteorološka služba.

<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf>; (5. feb. 2015)

- Metslaid M., Jogiste K., Nikinmaa E., Moser W.K., Porcar-Castell A. 2007. Tree variables indicating the growth response and acclimation of advance regeneration of Norway spruce and other coniferous species after the release. *Forest Ecology and Management*, 250: 56–63
- Močalov S. A., Lassig R. 2002. Development of two boreal forests after large-scale windthrow in the Central Urals. *Forest snow and landscapes research*, 77, 1/2: 171–186
- Morrissey R. C., Jacobs 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
- Moser B., Schutz M., Hindenlang K.E., 2008. Resource selection by roe deer: are windthrow gaps attractive feeding places? *Forest Ecology and Management*, 255: 1179–1185
- Načrt sanacije gozdov poškodovanih v vetrolomih avgusta 2008. 2008b. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije.
- Načrt sanacije gozdov poškodovanih v žledolomu od 30. januarja do 10. februarja 2014. 2014. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 51 str.
- Nagel T.A., Svoboda M., Diaci J. 2006. Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth *Fagus-Abies* forest in southeastern Slovenia. *Forest Ecology and Management*, 226: 268–278
- Nagel T.A., Svoboda M., Rugani T., Diaci J. 2010. Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth *Fagus-Abies* forest of Bosnia-Herzegovina. *Plant Ecology*, 208: 307–318
- Nakagawa M., Kurahashi A., Hogetsu T. 2003. The regeneration characteristics of *Picea jezoensis* and *Abies sachalinensis* on cut stumps in the sub-boreal forests of Hokkaido Tokyo University Forest. *Forest Ecology and Management*, 180: 353–359
- Nakashizuka T. 1989. Role of uprooting in composition and dynamics of an old-growth forest in Japan. *Ecology*, 70, 5: 1273–1278

- Narukawa Y., Yamamoto S. 2003 Development of conifer seedlings roots on soil and fallen logs in boreal and subalpine coniferous forests of Japan. *Forest Ecology and Management*, 175: 131–139
- Noguchi M., Yoshida T. 2004. Tree regeneration in partially cut coniferhardwood mixed forests in northern Japan: roles of establishment substrate and dwarf bamboo. *Forest Ecology and Management*, 190: 335–344
- Nörr R., Stiegler J. 2012. Wildlinge – richtig eingesetzt. Freising, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
- <http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/mb-8-wildlinge-1.pdf> (13. jan. 2015)
- Oliet J.A., Planelles Z.R., Artero Z.F., Valverde Z.R., Jacobs D.F., Segura Z.M.L. 2009. Field performance of *Pinus halepensis* planted in Mediterranean arid conditions: relative influence of seedling morphology and mineral nutrition. *New Forest*, 37: 313–331
- Ott E., Lüscher P., Frehner M., Brang P. 1991. Verjüngungsoökologische Besonderheiten im Gebirgsfichtenwald im Vergleich zur Bergwaldstufe. *Schweizerische Zeitschrift Forstwesen*, 142: 879–904
- Pahovnik A. 2011. Analiza vetroloma na območju Črničva: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 33 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
- 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
- Pellerin M., Said S., Richard E., Hamann J.L., Dubois-Coli C., Hum P., 2010. Impact of deer on temperate forest vegetation and woody debris as protection of forest regeneration against browsing. *Forest Ecology and Management*, 260: 429–437
- Peterson C.J., Pickett S.T.A., 1995. Forest reorganization: a case-study in an oldgrowth forest catastrophic blowdown. *Ecology*, 76: 763–774

- Pinto R.J., Marshall D.J., Dumroese K.R., Davis S.A., Douglas R., Cobos R.D. 2011. Establishment and growth of container seedlings for reforestation: A function of stocktype and edaphic conditions. *Forest Ecology and Management*, 261: 1876–1884
- Planting Hardwood Seedlings, FNR 134. U.S.D.A. Forest Service, Purdue University, Northeast Area State Foresters.
- www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-134.pdf (17. jan. 2015)
- Poročilo o delu in poročilo o gozdovih za leto 2011, osnutek. 2012. Nazarje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Nazarje: 58 str.
- Poročilo o gozdovih za leto 2009. 2010. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 85 str.
- Poročilo o gozdovih za leto 2013. 2014. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 85 str.
- Poročilo o vremenskem dogajanju ob nevihtnih neurjih v nedeljo in ponedeljek, 13. in 14. 7. 2008. 2008. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Državna meteorološka služba Ljubljana: 16 str.
- Poulson T. L., Platt W. J. 1996. Replacement patterns of beech and sugar mapels in Warren Woods. *Ecology*, 77: 1234–1253
- Pregledovalnik podatkov o gozdovih. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
- <http://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/> (2. feb. 2015)
- Razpisna dokumentacija. 2015. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 58 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
- Register poseka za odsek 07255A. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Nazarje (izpis iz baze podatkov, september 2014)
- Register gojitvenih del za odsek 07255A. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Nazarje (izpis iz baze podatkov, september 2014)
- Resolucija o nacionalnem gozdnem programu. 2007. Ur. l. RS, št. 111/07
- Rosner L.S., Rose R. 2006. Synergistic stem volume response to combinations of vegetation control and seedling size in conifer plantations in Oregon. *Canadian Journal of Forest Research*, 36: 930–944

- Rozman A. 2015. »Ordinacija, klasifikacija in fitoindikacija vegetacijskih popisov na območjih Bohor, Črnivec in Trnovski gozd«. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (osebni vir, avgust 2015)
- Rozman E., Diaci J. 2008. Pomladitvena ekologija drugotnih visokogorskih smrekovih gozdov v Jelendolu. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 85: 27–37
- Roženberger D. 2012. Razvoj, rast in razrast bukve (*Fagus sylvatica* L.) v starejši inicialni fazi v raznomernih dinarskih jelovo-bukovih gozdovih: doktorska disertacija. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 159 str
- Rugani T., Nagel T. A., Roženberger D., Firm D., Diaci J. 2008. Zgradba in razvoj pragozdov in ohranjenih bukovih gozdov v Evropi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87: 33–44
- Sharma M., Bell F. W., White R. G., Morneau A., Towill W. D. 2010. Seedling size and woody competition most important predictors of growth following free-to-grow assessments in four boreal forest plantations. The Forestry Chronicle, 86, 2: 213–224
- Schönenberger W. 2002a. Post wihthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: the first ten year after the 1990 storm Vivian. Forest, snow and landscape research, 77: 61–80
- Schönenberger W. 2002b. 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
- Sloan J. L., Jacobs F. D. 2013. Fertilization at planting influences seedling growth and vegetative competition on a post-mining boreal reclamation site. New Forest, 44: 687–701
- Stanturf J.A., Goodrick S.L., Outcalt K.W. 2007. Disturbance in coastal forests: a strategic approach to forest management in hurricane impact zones. Forest Ecology and Management 250: 119–135
- Šelb M. 2008. Analiza uspešnosti zaščite mladja s tulci in mrežami. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kranj: 55 str.

- Ščap Š. 2010. Sanacija vetrolomne površine na Jelovici: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 40 str.
- Škvarč J. 2014. Sanacije v ujmah poškodovanih gozdnih sestojev v Območni enoti Tolmin: II magistrsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 69 str.
- Tajnikar M. 2007. Razvoj sestojev po vetrolomih v pragozdu Perućica: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 51 str.
- Takahashi M., Sakai Y., Ootomo R., Shiozaki M. 2000. Establishment of tree seedlings and water-soluble nutrients in coarse woody debris in an old-growth *Picea-Abies* forest in okkaido, northern Japan. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 1148–1155
- Tsakalimi M., Zagas T., Tsitsoni T., Ganatsas P. 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container types. *Plant Soil*, 278: 85–93
- Tsakalimi M., Tsitsoni T., Ganatsas G., Zagas T. 2009. A comparison of root architecture and shoot morphology between natural regenerated and container seedlings of *Quercus ilex* L. *Plant Soil*, 324: 103–113
- Tsakalimi M., Ganatsas P., Jacobs F. D. 2013. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forest*, 44: 327–339
- Ulanova N. G. 2000. The effects of windthrow on forests at different spatial scales: a review. *Forest Ecology and Management*, 135: 155–167
- Usbeck T., Wohlgemuth T., Dobbertin M., Pfister C., Burgi A., Rebetez M. 2010. Increasing storm damage to forests in Switzerland from 1857 to 2007. *Agricultural and Forest Meteorology* 150: 47–55
- Van Couwenberghe R., Collet C., Lacombe E., Pierrat J.C., Gegout J.C., 2010. Gap partitioning among temperate tree species across a regional soil gradient in windstorm-disturbed forests. *Forest Ecology and Management*, 260: 146–154
- Van Mantgem P.J., Stephenson N.L., Keeley J.E. 2006. Forest reproduction along a climatic gradient in the Sierra Nevada, California. *Forest Ecology and Management*, 225: 391–399
- Velkavrh A. 1990. Podnebje. V: Zgornja Savinjska dolina. Trbovlje, Založba EPSI: 29–34

- 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.
- Vilagrosa A., Cortina J., Gil-Pelegri E., Bellot J. 2003. Suitability of drought-preconditioning techniques in Mediterranean climate. *Restoration Ecology*, 11: 208–216
- Villar-Salvador P., Planelles R., Enriquez E., Pen˜uelas-Rubira J. 2004a. Nursery cultivation regimes, plant functional attributes and field performance relationships in the Mediterranean oak *Quercus ilex* L. *Forest Ecology and Management*, 196: 257–266
- Villar-Salvador P., Planelles R., Olie, J., Pen˜uelas-Rubira J.L., Jacobs D.F., Gonz´lez M. 2004b. Drought tolerance and transplanting performance of holm oak (*Quercus ilex*) seedling after drought hardening in the nursery. *Tree Physiology*, 24: 1147–1155
- Vodde F., Jõgiste K., Kubota Y., Kuuluvainen T., Köster K., Lukjanova A., Metslaid M., Yoshida T. 2011. The influence of storm-induced microsites to tree regeneration patterns in boreal and hemiboreal forest. *Journal of Forest Research*, 16: 155–167
- Vodde F. 2013. Microsites and tree regeneration dynamics: prolonged storm effects in hemiboreal mixed forest. Tartu, Institute of Forestry and Rural Engineering, Estonian University of Life Sciences: 154 str.
- Ward S. J., Gent N. M.P., Stephens R.G. 2000. Effects of planting stock quality and browse protection-type on height growth of northern red oak and eastern white pine. *Forest Ecology and Management*, 127: 205–216
- Wasem U. 2005. Sämlings und Wildlingsverpflanzung. Birmensdorf, Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
- http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/zucht/wsl_saemlingsverpflanzung/index_DE (30. jan. 2015)
- Wasem U. 2006. Aufforsten mit Grossballenpflanzen – ein Feldexperiment im Schweizer Gebirge. Birmensdorf, Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
- http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/zucht/wsl_grossballenpflanzen/index_DE (13. jan. 2015)
- Wilson C. B., Jacobs F.D. 2006. Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings. *New Forests*, 31: 417–433

- Wohlgemuth T., Kull P., Wuthrich 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 landscape research*, 77, 1/2: 17–47
- Wohlgemuth T., Conedera M., Kupferschmid A., Mose, B., Usbeck, T., Brang P., Dobbertin M. 2008. Effekte des Klimawandels auf Windwurf, Waldbrand und Walddynamik im Schweizer Wald. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 159: 326–334
- Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (ZGRM). 2011. Ur. l. RS, št. 77/11
- Zielonka T. 2006. When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement? *Journal of Vegetation Science* 17: 739–746

ZAHVALA

Zahvaljujem se prof. dr. Juriju Diaciju in somentorju asist. dr. Andreju Rozmanu za strokovno pomoč in podane predloge pri izdelavi magistrskega dela. Red. prof. dr. Robertu Brusu se zahvaljujem za opravljeno recenzijo.

Galu Fideju se zahvaljujem za strokovno pomoč in podane predloge pri izdelavi magistrskega dela in pomoč pri meritvah.

Tomažu Adamiču in svojemu dekletu Mateji se zahvaljujem za pomoč pri postavitvi ploskev in pri meritvah.

Za pomoč pri določanju rastlin in izvedenju fitocenoloških podatkov se zahvaljujem asist. dr. Andreju Rozmanu.

Hvala zaposlenim na Krajevni enoti Senovo Zavoda za gozdove Slovenije in ZGS Brežice za pomoč pri iskanju primernih objektov in posredovanju podatkov, ki sem jih potreboval pri izdelavi magistrske naloge.

Za enoletno štipendijo v času magistrskega študija se zahvaljujem Pahernikovi ustanovi.

Aniti Leskovšek se zahvaljujem za slovnični pregled magistrskega dela.

Anji Videnšek se zahvaljujem za prevod izvlečka v angleški jezik.

Hvala staršem in bratu, ki so mi pomagali in me vzpodbujali pri študiju.