

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

Simon KLAUŽER

**USPEŠNOST UMETNE IN NARAVNE OBNOVE
VETROLOMNIH POVRŠIN NA ŠIRŠEM OBMOČJU
BOHORJA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2012

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

Simon KLAUŽER

**USPEŠNOST UMETNE IN NARAVNE OBNOVE VETROLOMNIH
POVRŠIN NA ŠIRŠEM OBMOČJU BOHORJA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij – 1. stopnja

**SUCCESS ARTIFICIAL AND NATURAL REGENERATION
WINDTHROWS SURFACES ON A WIDE AREA BOHOR**

B. Sc. Thesis
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek 1. stopnje univerzitetnega 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 2012 na vetrolomnih površinah na širšem območju Bohorja.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete je dne 1. 6. 2012 za mentorja diplomske naloge imenovala prof. dr. Jurija Diacija.

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko 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	Dn
DK	GDK 232:176.1Acer pseudoplatanus(497.4Bohor)(043.2)=163.6
KG	uspešnost obnove/sadnja/gorski javor/vetrolom/Bohor
KK	
AV	KLAUŽER, Simon
SA	DIACI, Jurij (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2012
IN	USPEŠNOST NARAVNE IN UMETNE OBNOVE VETROLOMNIH POVRŠIN NA ŠIRŠEM OBMOČJU BOHORJA
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij – 1. stopnja)
OP	VIII, 34 str., 15 pregl., 7 sl., 21 vir.
IJ	sl
Jl	sl/en
AI	

Cilj diplomske naloge je bil preučiti uspešnost naravne in umetne obnove na vetrolomnih površinah na širšem območju Bohorja. Raziskava je bila izvedena na površinah nastalih v avgustovskem neurju leta 2008. Sedem vzorčnih ploskev (10 m x 10 m) je bilo postavljenih na naravno obnovljenih vetrolomnih površinah, sedem pa na ekološko podobnih površinah, ki so bile v jeseni leta 2009 ali spomladi 2010 posajene večinsko z gorskim javorjem. Razlik v ekoloških razmerah med načinoma obnove na istih objektih ni bilo zaznati, razlike so bile opazne le med objekti. Gostota mladja naravnega izvora v sklopu umetne obnove je bila 8.095, v sklopu naravne pa 25.238 drevesc na ha. Mladje je sestavljajo 11 različnih drevesnih vrst, med katerimi so prevladovali maklen, bukev in mali jesen. Večina mladja je bila v podstojni plasti že pred vetrolomom. Gostota sadnje je znašala 1.621 sadik na ha. Mortalitet tri leta po sadnji je dosegla 24%. Srednji letni višinski prirastki sajenega gorskega javorja (10 cm) so bili bistveno slabši od naravno razvitega (30 cm). Zelišča so v povprečju zastirala 104% površine. Med zelišči so prevladovali robida (sp.), navadni srobot in mali zimzelen. Zastiranje robide (sp.) je negativno vplivalo na gostoto naravnega mladja. Izsledki raziskave so nakazali, da med prednostne površine za umetno obnovo spadajo erozijsko ogroženi predeli, najbolj rodovitna rastišča brez predrastkov, površine z bujno razvito pritalno vegetacijo in površine z majhnim številom semenskih dreves.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC FDC 232:176.1Acer pseudoplatanus(497.4Bohor)(043.2)=163.6
CX success regeneration/planting/sycamore maple/windthrow/Bohor
CC
AU KLAUŽER, Simon
AA DIACI, Jurij (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and
Renewable Forest Resources
PY 2012
TI SUCCESS ARTIFICIAL AND NATURAL REGENERATION WINDTHROWS
SURFACES ON A WIDE AREA BOHOR
DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
NO VIII, 34 p., 15 tab., 7 fig., 21 ref.
LA sl
AL sl/en
AB

The main focus of this study was to perform an analysis of natural and artificial restoration of the windthrow areas in the broader area of the Bohor Mountain. The survey was conducted in forests damaged by the storm of August 2008. Seven sample plots (10 m x 10 m) were placed on areas with natural succession after windthrow, and seven on ecologically similar windthrow sites that were planted mostly with sycamore maple in the fall of 2009 or spring of 2010. No differences in ecological characteristics between natural and artificial restoration within the same objects were observed, differences were observed only between objects. The density of naturally developed seedlings within planted areas and areas with natural succession were 8.095 and 25.238 trees per hectare, respectively. Regeneration consisted of 11 different tree species; dominant were field maple, beech and flowering ash. Most of the seedlings were already present as advance regeneration before the windthrow. The density of planting was 1.621 seedlings per hectare. Three years after the planting the mortality reached 24%. Mean annual height increment of planted sycamore (10 cm) was significantly lower compared to the naturally occurring sycamore (30 cm). Coverage of ground vegetation, not including tree seedlings averaged 104%. Dominant species within ground vegetation were Blackberry (sp.), Traveller's Joy and Lesser periwinkle. Coverage of Blackberry (sp.) negatively influenced the density of the natural regeneration. Results of the research suggest that the priority areas for the reforestation include erosion risk areas, the most fertile sites without advanced regeneration, areas with developed dense ground vegetation and areas with a small number of seed trees.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
1 UVOD IN NAMEN RAZISKAVE	1
2 PREGLED OBJAV	2
3 OBJEKT RAZISKAVE	6
3.1 OBJEKT BREST	6
3.2 OBJEKT GLOBOKO	7
3.3 OBJEKT ARMEŠKO	8
3.4 OBJEKT FANKLOV BREG	8
4 METODE	10
4.1 IZBIRA IN POSTAVITEV PLOSKEV	10
4.2 OCENA IN MERITEV PARAMETROV	10
4.3 ANALIZ PODATKOV	12
5 REZULTATI	14
5.1 ANALIZA ZELIŠČNE IN GRMOVNE PLASTI, KI NAKAZUJEJO RAZMERE NA OBJEKTIH	14
5.2 ZASTIRANJE GORSKEGA JAVORJA, DREVESNIH VRST SKUPAJ IN ZELIŠČ TER GRMOVNIC SKUPAJ	15
5.3 ZASTIRANJE GLAVNIH ZELIŠČNIH VRST IN GRMOVNIC	15
5.4 ZASTIRANJE DREVESNIH VRST	16
5.5 VPLIV ZASTIRANJA ZELIŠČ IN GRMOVNIH VRST NA GOSTOTO DREVESNIH VRST	16

5.6 GOSTOTA NARAVNO NASEMENJENIH DREVESNIH VRST	17
5.7 GOSTOTA DREVESNIH VRST PO OBJEKTIH.....	18
5.8 VPLIV RAZDALJE SEMENSKIH DREVES	19
5.9 GOSTOTA IN USPEH SADNJE	20
5.10 GOSTOTA SADIK GLEDE NA VITALNOST IN KONKURENCO	20
5.11 ANALIZA VIŠINSKIH PRIRASTKOV GORSKEGA JAVORJA	21
5.12 ANALIZA VITALNOSTI.....	22
5.13 ANALIZA KONKURENCE	23
5.14 ANALIZA ZAŠČITENIH IN NEZAŠČITENIH SADIK.....	24
5.15 ANALIZA PREMIERA KORENINSKEGA VRATU (RDC).....	25
5.16 ANALIZA VIŠINE DREVES	25
6 DISKUSIJA.....	27
6.1 EKOLOŠKE RAZMERE	27
6.2 KONKURENCA ZELIŠČ	28
6.3 ŠTEVILO IN SESTAVA NARAVNO NASEMENJENEGA MLADJA.....	29
6.4 PRIMERJAVA UMETNO ZASAJENIH SADIK IN NARAVNO NASEMENJENEGA MLADJA.....	30
7 ZAKLJUČEK.....	33
8 LITERATURA	35
ZAHVALA.....	38

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacije vetrolomov (google maps, 2012)	9
Slika 2: Popisna ploskev 10 x 10 m in dve manjši popisni ploskvici 1 x 3 m znotraj nje...	13
Slika 3: Ellenbergove fitoindikacijske vredenosti za posamezne parametre.....	14
Slika 4: Vpliv zastiranja <i>Rubus sp.</i> na gostoto drevesnih vrst.....	17
Slika 5: Povprečna gostota naravno nasemenjenih drevesnih vrst po objektih.....	18
Slika 6: Gostota sadnje	20
Slika 7: Različna modela tulcev za zaščito pred obljudanjem (foto: Simon Klaužer, avgust 2012).....	25

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Zastiranje gorskega javorja, drevesnih vrst skupaj in zelišč ter grmovnic skupaj v % (N = 28).....	15
Preglednica 2: Povprečne vrednosti zastiranja glavnih grmovnih in zeliščnih vrst v %.....	16
Preglednica 3: Gostota drevesnih vrst glede na načinih obnove	17
Preglednica 4: Zastiranje in gostota drevesnih vrst glede na način obnove	19
Preglednica 5: Povprečna razdalja semenskih dreves do popisnih ploskev in št. semenskih dreves v robnem pasu vetroloma po objektih.....	19
Preglednica 6: Gostota vitalnih sadik brez konkurence.....	21
Preglednica 7: Prirastek gorskega javorja v cm.....	22
Preglednica 8: Deleži stopenj vitalnosti po različnih načinih obnove.....	22
Preglednica 9: Kruskal Wallis test vpliva vitalnosti na različne parametre	23
Preglednica 10: Proste sadike za rast (FTG) v % glede na različne načine obnove.....	23
Preglednica 11: Kruskal Wallis test vpliva vitalnosti na različne parametre	24
Preglednica 12: Deleži poškodovanosti po stopnjah vseh drevesnih vrst	24
Preglednica 13: Deleži poškodovanosti po stopnjah za gorski javor	24
Preglednica 14: Premer koreninskega vratu na obeh načinih obnove	25
Preglednica 15: Višina drevesc pri obeh načinih obnove.....	26

1 UVOD IN NAMEN RAZISKAVE

V zadnjih letih smo bili v Sloveniji priča večjemu številu vetrolomov. Kljub naporom stroke, da bi s pospeševanjem vrst, prilagojenih rastišču, s pravočasnimi redčenji in z oblikovanjem raznomerne zgradbe gozda zmanjšali nastanek vetrolomov, se jim ob močnejših vetrovih ne bomo mogli izogniti. Vetrolom za gozd predstavlja motnjo, za družbo pa v prvi vrsti ekonomsko izgubo. V želji pridobitve novih znanj, ki bi omilile posledice vetrolomov, se je v zadnjih letih izvedlo kar nekaj raziskav s to tematiko.

Eno od ključnih vprašanj po nastanku vetroloma je, na kakšen način se lotiti obnove prizadetih površin. Zaradi malo znanega s tega področja smo z raziskavo želeli pomagati pri lažji odločitvi o načinu obnove na vetrolomnih površinah. Pri raziskovanju smo se usmerili v primerjavo uspešnosti naravne in umetne obnove na vetrolomnih površinah. Z raziskavo želimo ugotoviti: (1) gostoto in strukturo naravnega mladja in sadik, (2) zastornost in strukturo zeliščne plasti, (3) primerjavo višino višinskih prirastkov, vitalnosti in ostalih parametrov, ki ključno vplivajo na uspešnost obnove, med sadikami in naravnim mladjem, (4) vpliv zeliščne in grmovne plasti na strukturo in obilje mladja. Glavna vprašanja pri tem so, kdaj je primernejša naravna in kdaj umetna obnova, ali obstajajo prostorski vzorci mortalitete, kateri dejavniki vplivajo na uspešnost naravne in umetne obnove (kakovost saditvenega materiala, rastišče, relief, negovalna dela, obilje zeliščne plasti), kakšne so ekološke razmere na vetrolomnih površinah.

2 PREGLED OBJAV

Veter je eden izmed abiotskih dejavnikov. Ima zelo različne učinke. Premešča drobne talne delce, povečuje evapotranspiracijo, prenaša onesnažila, je eden glavnih opraševalcev gozdnega drevja, pomaga pri raznašanju semen. Ob stalni prisotnosti veter vpliva na haditus dreves. Ob večjih jakostih je veter eden glavnih dejavnikov nastanka večjih motenj v gozdovih. Gozdovi vplivajo na zmanjšanje hitrosti vetra v pritalnih plasteh (Kotar, 2006). V Sloveniji močni vetrovi, ki povzročajo večje vetrolome, v večini primerov pihajo s severozahoda (Diaci in Marinšek, 2004).

Vetrolom v vsakem primeru predstavlja motnjo za gozdni ekosistem. Veter ima največji vpliv na drevesa in sestoje. V smeri vetrnega premeščanja zgornjih talnih horizontov in vpliva na zeliščno plast je zelo malo raziskanega. Veter je lahko glavni razlog sukcesije zeliščne vegetacije (Ulanova, 2000).

Raziskovalca Poulson in Platt (1996) poudarjata, da ima podstojna vegetacija velik pomen ob nastanku motnje v gozdu. Podstojna plast, bogato zastopana z drevesnimi vrstami, ki dobro izkoristijo povečan dotok svetlobe, hitro zapolni nastalo vrzel. V nasprotnem primeru prevladajo praproti, trave in grmovne vrste. Tudi Diaci in Mlinšek (2004) sta na Ravni gori ugotovila, da je pomladek v odraslih sestojih, ki ni v funkciji obnove gozda, ključnega pomena ob nastanku ujme. Ta pomladek se kar naenkrat znajde v funkciji nosilne generacije nadaljnjega razvoja. To se je izkazalo z gorskim javorjem, ki po vetrolomu tvori večino v zmesi, pred vetrolomom pa je bil prisoten v spodnji plasti. Da se je javor lahko razvil v spodnji plasti, je bil najverjetnejši vzrok dovolj velik dotok svetlobe skozi razrahljan sklep, ki so ga s podiranjem izoblikovali predhodni vetrovi. Schönenberger (2002) ugotavlja za gospodarske gozdove, da se je večina klic razvilo po vetrolomu Vivian. Drevesne vrste se v spodnji plasti niso uveljavile zaradi zelo gostih sestojev s tesnim sklepom, ki niso prepuščali zadostno količino sončnega sevanja za vznik semen. Brang (2004) je v alpskih predelih ugotovil, da se na ogolelih površinah bujno razvije pritalna vegetacija in grmovnice.

V pragozdu Perućica so odkrili, da na vetrolomnih površinah ob prisotnosti dovolj velike količine svetlobe prevladujejo svetloljubne drevesne vrste, sicer pa raste bukev. Motnje srednjih jakosti pomembno vplivajo na ohranitev svetloljubnih drevesnih vrst.

Mikrorastišča se niso izkazala za pomemben dejavnik pomlajevanja (Tajnikar, 2007). V alpskem delu srednje Evrope so Brang in sod. (2004) potrdili pozitivno korelacijo med mikrorastišči in preživetjem sadik iglavcev.

V diplomskem delu je Vidic (2009) ugotovil, da na pomlajevanje smreke in bukve na vetrolomnih površinah v rezervatu Smrečje negativno vpliva bujno razrasla pritalna vegetacija. Na teh mraziščnih legah je naravni razvoj pomlajevanja otežen in počasen. Nadaljnji razvoj nakazuje trend zmanjšanja deleža smreke in naraščanje deleža listavcev. Pokazale so se značilne razlike v zmesi med novo nastajajočim mladjem in sosednjim odraslim sestojem. Tudi Schönenberger (2002) je ugotovil, da se na predhodnih čistih smrekovih sestojih, ki jih je podrl vihar Vivian, sedaj pojavlja večji delež listavcev.

Vidic (2009) je potrdil ugoden vpliv odmrlega lesa na pomlajevanje smreke. Prav to sta Szewczyk in Szewagrzyk (1996) ugotovila tudi v gorskih gozdovih zahodnih Karpatov. Poleg smreke se je pri njih pokazal ugoden vpliv še na jelko. Diaci in Marinšek (2004) sta na vetrolomni površini na Ravni gori ugotovila ravno nasprotno, in sicer, da je pomladek najbolj številčen tam, kjer je najmanj grobih lesnih ostankov. Prav tako Fischer (1996) ni potrdil pozitivnega učinka lesnih ostankov na pomlajevanje, saj se v prvih osmih letih ni razvila nobena klica na razkrajajočem lesu.

Motnje v tleh, kot so kupi, uleknine, premeščanje horizontov, ki so glavna posledica vetroloma, imajo večji pomen na ohranjanje vrstne pestrosti kot na nastanek svetlobnih jaškov ali bolje rečeno vrzeli (Nakashizuka, 1989).

V švicarskih Alpah so po vetrolomu Vivian poskušali z obnovo gozdov na tri različne načine. V prvem so razvoj prepustili naravi in niso ukrepali; v drugem so odstranili podrto in polomljeno drevje in nadaljnji razvoj prepustili naravi. Zadnji način je bil spravilo podrtega drevja in sadnja na teh površinah. Na nobeni od lokacij gostota ne presega 1.700 mladih naravno nasemenjenih drevesc na ha. Prevladovali so gorski javor, smreka, jerebika in različne vrste vrb. Na površinah, ki so jih zasadili, se je gostota sadnje gibala med 2.000 in 2.600 sadik na ha. Propad sadik v zadnjih 10-ih letih je bil 30%. Največji delež sadik je propadel zaradi plazov in površinske erozije. Duglass (2003) je v Indiani zabeležil 33% propad sadik v petih letih opazovanja. V Alpah po desetih letih naravna obnova še ni dosegla zadovoljive gostote. Mladje, nastalo po naravni obnovi, je bistveno manjše od

sadik. Sajenje je koristno, zaradi hitrejšje vzpostavitve varovalnih vlog gozda, ki so na teh gorskih področjih zelo poudarjene. Pionirske, kratkožive drevesne vrste bo potrebno nadomestiti z drugimi vrstami po 30-ih do 50-ih letih (Schönenberger, 2002).

Parametri, ki vplivajo na uspešnost obnove po vetrolomu, so: velikost vetrolomne površine, naklon, ekspozicija, nadmorska višina, lastnosti tal, značilnosti predhodnega sestoja in prisotnost semenskih dreves (Leder in Krumnacker, 1998).

Na površinah, kjer se odlomljena, izruvana in poškodovana drevesa odstrani se predhodna pritalna vegetacija zelo poškoduje. Posledica tega je nastanek zgodnjih sukcesijskih stadijev, ki imajo zaradi tega manj konkurence, kot če je prisotno veliko klimaksnih drevesnih vrst (Fischer, 1996).

Na visokih nadmorskih višinah lahko posajene sadike zaradi počasne naravne regeneracije predstavljajo tudi 10 in večletno prednost v razvoju od mladja, ki nastane po naravni poti (Schönenberger, 2002). O tem, da se z višanjem nadmorske višine upočasnjuje naravna regeneracija in poveča mortaliteta sadik, so pisali že Brang in sod. (2004).

Sadike, ki so posajene na jugovzhodnih ekspozicijah, najhitreje rastejo, saj traja obdobje, ki je primerno za rast, najdlje. Obnova gozda je zapleten proces, ki je sestavljen iz številnih podprocesov, kot so obrod semena, raznos semena, kaljenje, rast drevesa, konkurenca in propadanje. Skrajnosti, ki se pojavljajo, pa imajo lahko, kljub kratkotrajnemu delovanju, zelo velik vpliv. Na primer: pri kaljenju, ki traja le nekaj tednov, ima lahko že kratko trajajoča zelo visoka temperatura usodne posledice (Brang in sod, 2004).

V Indiani v ZDA je tradicionalno veljalo, da je za nepredvidljiv uspeh sadnje trdih listavcev kriva pritalna vegetacija in objedanje divjadi. Največ sadik je preživel na predelih, ki so jih pred sadnjo škropili s herbicidi in so opravljali strojno sadnjo. Škropljenje po sadnji ni bistveno pripomoglo k zmanjšanju pokrovnosti konkurenčne vegetacije in tudi njihova višina ni bila bistveno nižja od predelov, kjer niso ukrepali. Za učinkovitejše se je izkazala kombinacija škropljenja in mehanskega odstranjevanja zeliščne plasti. Na površinah, ki so jih zasadili poklicni gozdarji in tam, kjer so po sadnji škropili s herbicidi, je bil delež sproščenih (FTG) sadik večji. Povprečno je bilo FTG 49% sadik. Več

vrhatost je bila posledica nizkih temperatur, obžiranja divjadi in v manjši meri poškodb terminalnih brstov pri sadnji (Duglass in sod, 2003).

V pragozdnem ostanku na Ravni gori so se v sredini 5,17 ha velike vrzeli, ki jo je napravil veter, pojavile najbolj ugodne razmere za pomlajevanje gorskega javorja. Na celotni vrzeli so bile prisotne le tri drevesne vrste, in sicer gorski javor, bukev in iva. Kljub pričakovanjem velikega deleža ive se je ta pojavljala le v zgornjem delu vrzeli. Javor je bil v celotni vrzeli v večini nadržasel. Kljub skoraj čistim bukovim sestojem v okolici vrzeli bukev v mladovju ni prevladala. Javor je izkoristil ugodne svetlobne razmere takoj po vetrolomu. Opazili so, da se v pomladek večinoma pojavlja bukev. V prihodnje bo na tem delu najverjetneje prevladala bukev nad javorjem, kljub temu da je bil njen delež v času raziskave manjši kot 50%. Vzroke za to avtorja iščeta v združbi, saj je *Cardaminei savensi* – *Fagetum* čista bukova združba in so razmere za javor manj ugodne. Eden od vzrokov je tudi višja fiziološka starost bukve, ki bo javor počasi zasenčila s strani. Nasploh se na preučevani vrzeli kaže zelo hiter razvoj po motnji (Diaci in Marinšek, 2004).

3 OBJEKT RAZISKAVE

Objekti raziskave se nahajajo na širšem območju Bohorja (slika 1). To območje je 15. 8. 2008 zvečer prizadel močan veter. Vetrolom je na območju Kozjanskega in Bohorja poškodoval 5.440 ha gozdov. Uničenega je bilo 94.000 m³ lesa. S tem je bila povzročena škoda ocenjena na okrog 570.000 € (Kolšek, 2008; Načrt, 2008a). V Krajevni enoti Senovo je bilo prizadetih nekaj več kot 700 ha gozdov. Raziskava je bila izvedena na štirih vetrolomnih površinah, nastalih leta 2008 v Krajevni enoti Senovo.

Objekti raziskave ležijo v kolinskem, submontanskem in montanskem pasu, v višinah od 250 m do 850 m nad morjem. Matična podlaga je zelo pestra - večino predstavljata dolomit in apnenec, nekaj je tudi glinastih skrilavcev in werfenskih plasti. Tla, ki so se razvila, so odvisna od matične podlage. 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.

To območje leži na robu predpanonskega fitogeografskega območja in meji na preddinarsko in predalpsko fitogeografsko območje. Povprečna letna količina padavin znaša od 1.000 do 1.150 mm. 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.

3.1 OBJEKT BREST

Prvi objekt se nahaja v gozdnogospodarski enoti Bohor in je 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 del objekta je del večje vetrolomne vrzeli, ki se razprostira še pod cesto in je prizadela nekdanji semenski sestoje 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 glinasti skrilavci. Te gozdove lahko uvrstimo v gorske bukove gozdove, ki so jih pred

okrog sto leti posadili s smreko. Združba, ki prevladuje na objektu, je *Cardamne savensi-Fagetum*.

Del objekta, na katerem smo preučevali umetno obnovo, ima površino okrog 0,10 ha. Ta površina je del večje vetrolomne vrzeli, ki je bila po sadnji ograjena in za raziskavo neprimerna. Vetrolom so sanirali do pomladi 2009. Poškodovan les je bil večinoma smrekov. Spomladi leta 2009 so izvedli sadnjo, ki je bila v 90 % neuspešna. Vzrok za neuspeh je Zavod za gozdove Slovenije pripisal slabemu saditvenemu materialu. Zaradi neuspešne spomladanske sadnje so v jeseni sadnjo ponovili. Na objektu je bilo posajenih cca. 30 sadik v večini z gorskim javorjem. Nobena od sadik ni bila zaščitena pred objedanjem. Vetrolomna vrzel, na kateri smo preučevali naravno obnovo, meri okrog 0,2 ha. Obe ploskvi (naravno in umetno) na jugu in zahodu obdajajo sto let stari, umetno osnovani starejši debeljaki smreke. Na severni strani sestoji počasi prehajajo v starejše bukove debeljake. Zmes na severni strani ploskve je 15% bukve, 50% smreke, 20% gorskega javorja, ter po 5% jelke, gorskega bresta in ostrolistnega javorja.

3.2 OBJEKT GLOBOKO

Drugi objekt se nahaja v gozdnogospodarski enoti Senovo. Leži v oddelku 13068, na nadmorski višini okrog 370 m. Vrzel se od ceste Globoko - Senovo in od Dovškega potoka proti zahodu dviga proti grebenu Zakov. Matična kamnina je karbonatna in v večini iz dolomitiziranega apnenca, ki prehaja v dolomit. Gozdovi na tem objektu spadajo v podgorsko bukovje na karbonatih. Združba, ki prevladuje, je *Hacquetio-Fagetum*; na zgornjem delu vrzeli, kjer so tla revnejša, pa prehaja v bolj toploljubno združbo *Ostrio-Fagetum*.

Površina, ki jo je prizadel veter, znaša okrog 3 ha in je v celoti v zasebni lasti. Na tej vrzeli 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 preživela vihar, ampak so močno poškodovana. Na pobočju pod vlako je prisotnega veliko kamenja, ki je posledica gradnje vlake. Kljub načrtovani večinski umetni obnovi s sadnjo 3.025 drevesc se je lastnik odločil za sadnjo dobrih 500 drevesc. Tako so spomladi leta 2010 na osrednjem in severnem delu zasadili 350 sadik, v naslednjem letu pa še 150. Sadili so

predvsem gorski javor, črni bor in nekaj macesna. Dobra polovica sadik gorskega javorja je bila zaščiteni s tulci, dobršen del vrzeli pa je bil prepuščen naravnemu razvoju. Sestoji, ki obdajajo vrzel, spadajo v fazo mlajšega debeljaka. Ti sestoji so zgrajeni iz 90% bukve, 3% češnje, 3% gorskega javorja in nekaj belega gabra, ki ga nad zgornjem delom vrzeli zamenja črni gaber, v spodnji plasti pa je prisotnega tudi nekaj malega jesena.

3.3 OBJEKT ARMEŠKO

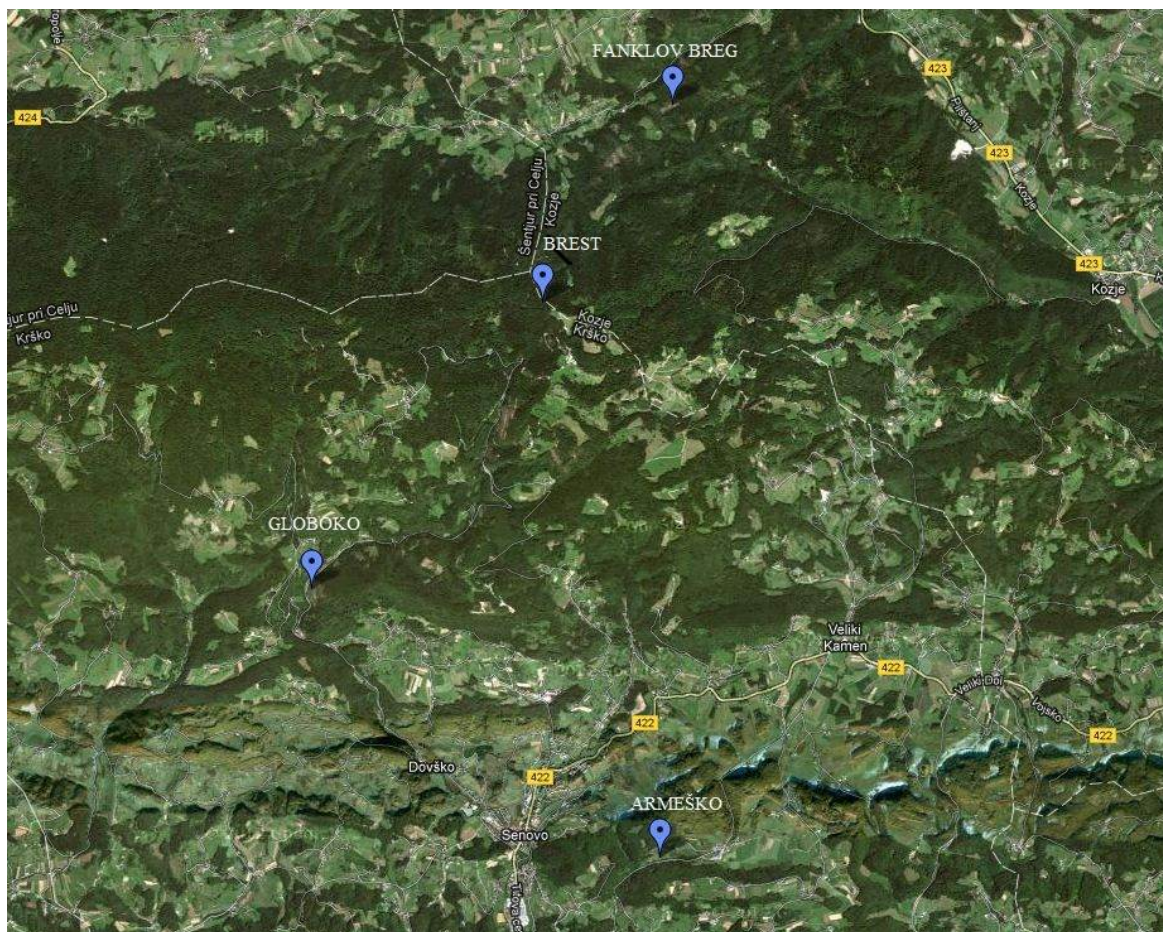
Tretji objekt se nahaja v gozdnogospodarski enoti Senovo. Leži v oddelku 13083, na nadmorski višini od 275 m do 295 m. Vrzel se ob cesti Lokve - Armeško in od Lokvanskega potoka dviga severno proti griču Kladje. Matična podlaga je apnenec. Gozdovi na tem objektu spadajo v podgorsko bukovje na karbonatih. Združba je *Hacquetio-Fagetum*.

Površina, ki jo je prizadel veter, znaša okrog 1,3 ha in je v celoti v zasebni lasti. Na tej vrzeli je bilo poškodovanega okrog 300 m³ lesa. Poškodovan les je bil v večini spravljen v poletju 2009. Zahodni in osrednji del vrzeli je bil obnovljen z umetno obnovo. Sadnjo so izvedli spomladi leta 2010. Posadili so okrog 1.000 sadik, in sicer smreko, gorski javor, rdeči bor, evropski macesen in češnjo. Vse sadike listavcev so zaščitili s tulci, terminalne poganjke iglavcev pa so s premazi zavarovali pred objedanjem. Skrajni vzhodni del vrzeli so prepustili naravni obnovi, saj je bilo po spravi poškodovanega lesa prisotnih še dovolj mladih drevesc, ki bi v bodoče lahko prevzela ključno vlogo pri tvorbi sestoj. Okoliški sestoji so skoraj čisti bukovi. Delež bukve je okrog 95%, primešanega je še 3% belega gabra, nekaj češnje, gorskega javorja, gorskega bresta in v spodnjem delu tudi nekaj doba.

3.4 OBJEKT FANKLOV BREG

Četrty objekt spada v gozdnogospodarsko enoto Bohor. Leži v oddelku 12184, na nadmorski višini okrog 475 m. Vrzel leži vzhodno od gozdne ceste Zagorje - Log in nad domačijo Zupan na Fanklovem bregu. Matična podlaga so glinasti skrilavci in laporovci. Gozdovi na tem delu spadajo med podgorske bukove gozdove na kisli podlagi. Združba je *Blechno-Fagetum*.

Površina vrzeli, nastale po vetrolomu leta 2008, meri okrog 1,5 ha in je v celoti v zasebni lasti več lastnikov. Na tej vrzeli je bilo poškodovanega okrog 300 m³ lesa. Iz severovzhodnega dela vrzeli je bil poškodovan les odstranjen v drugi polovici leta 2008. Na tem delu so izvedli tudi sadnjo, zasadili so okrog sto sadik gorskega javorja in smreke. Vse sadike javorja so zaščitili s tulci, smrekam pa premazali terminalni poganjek. Iz jugovzhodnega dela vrzeli je bil poškodovan les odstranjen v letu 2009. Ta del vrzeli je bil prepuščen naravnemu razvoju. Sestoji, ki obdajajo vrzel, spadajo v razvojno fazo mlajšega debeljaka na prehodu v starejši debeljak. V zgornji plasti prevladuje bukev z 98%, kateri je primešana še češnja, kostanj, graden in breza.



Slika 1: Lokacije vetrolomov (google maps, 2012)

4 METODE

4.1 IZBIRA IN POSTAVITEV PLOSKEV

Zaradi želje primerjati uspešnost naravne in umetne obnove na vetrolomnih površinah smo iskali takšne vetrolome, ki so bili delno obnovljeni s sadnjo in delno prepuščeni naravnemu razvoju. Zaradi primerljivosti podatkov smo si postavili omejitev, da mora biti sadnja na teh površinah izvedena v jeseni 2009 ali spomladi 2010. Ta omejitev je zelo zmanjšala število primernih lokacij, zato smo izbrali objekt, kjer sta si površini z naravno in umetno obnovo 300 metrov narazen, a imata podobne ekološke razmere. Ta objekt smo poimenovali Brest.

Pri postavitvi ploskev smo stremeli k temu, da bi bile čim manj pod vplivom okoliških sestojev in da ne ležijo na vlaki. Zaradi tega smo na lokacijah Brest in Fanklov breg postavili ploskve čim bolj v središčni del in stran od vlak. Na objektih, ki so bila večjih razsežnosti (Globoko in Armeško), smo ploskve postavili naključno in tako smo v osrednjem delu izbrali mesto izven vlake in z metom palice čez ramo zakoličili jugozahodni vogal.

Ploskve so velikosti 10 m x 10 m in so orientirane po padnici. Znotraj posamezne ploskve sta postavljeni še dve ploskvi v izmeri 1 m x 3 m, katerih daljša stranica je usmerjena prav tako po padnici (slika 2). V jugozahodni vogal vsake od ploskev smo zabili železen količek za lažje iskanje v prihodnjih raziskavah. Skupno smo zakoličili 14 ploskev, od tega 7 z umetno obnovo in 7 z naravno. Pri postavitvi ploskev v Armeškem smo si pomagali z instrumentom Vertex, drugod pa z merilnim trakom in busolo.

4.2 OCENA IN MERITEV PARAMETROV

Na ploskvah smo s Sunntovim padomerom izmerili naklon terena in z busolo določili azimut ploskve. Z GPS-om smo določili koordinate jugozahodnega vogala večje in manjših dveh ploskev. Z GPS-om smo določili koordinate okoliških dreves gorskega javorja, gradna, češnje, maklena, jelke, ostrolistnega javorja, malega jesena, cera, smreke in lipe v razdalji do 80 m od postavljenih ploskev. Na vsaki ploskvi smo ocenili razvojno fazo in zmes drevesnih vrst bližnjih sestojev.

Na manjših ploskvah, 1 m x 3 m, smo prešteli vse drevesne vrste od klic naprej. Poleg tega smo na njih ocenjevali tudi zastornost zelišč in drevesnih vrst. Tudi če je bil na ploskvi samo en osebek in je zastiral manj kot 1%, smo mu pripisali 1% zastiranja. Popise smo izvedli v juniju in v juliju 2012, ko nekaterih zeliščnih vrst verjetno ni bilo več prisotnih. Zaradi tega bi bilo bolje, če bi bili popisi narejeni prej. Največjo natančnost in najlažje določanje bi imeli, če bi popis izvedli dvakrat v letu. Del rastlin je določil dr. Andrej Rozman.

Na ploskvah, ki so obnovljene z umetno obnovo, smo meritve in ocene izvedli na sadikah. Na ploskvi, obnovljeni po naravni poti, smo ploskev 10 m x 10 m razdelili na kvadrante velikosti 2 m x 2 m in znotraj vsakega izmed njih na manjših ploskvah izbrali morebitno dominantno drevo, ga označili z žico in na njem ocenili in izmerili iste parametre kot pri sadikah na umetni obnovi. Tako smo na ploskvah z naravno obnovo dobili največ 25 dominantnih drevesc.

Na teh drevescih smo z merilnim trakom izmerili višimo in zadnje tri prirastke, če jih je bilo mogoče izmeriti. Prirastke za leta, ko so bili poganjki objedeni ali kako drugače poškodovani, smo si posebej označili. S kljunastim merilom smo merili premer drevesca ob koreninskem vratu (RCD).

Vsakemu izbranemu drevescu in sadiki smo ocenili FTG (free-to-grow). FTG je merilo, ki kaže, koliko konkurenca ovira rast izbranega drevesa. Drevesce štejemo kot FTG, če pri določeni višini drevesca sosednja vegetacije ne presega $\frac{2}{3}$ te višine v 3 kvadrantih radija, ki je enak višini obravnavanega drevesca (Jacobs, 2004). S FTG 0 smo ocenili drevesca, ki niso imeli nobenega prostega kvadranta, z oceno 4 pa smo ocenili drevesca s vsemi štirimi prostimi kvadranti.

Vsakemu osebkju smo določili stopnjo poškodovanosti. Z 1 smo ocenili osebkje, ki so bili nepoškodovani ali pa so imeli poškodovanih manj kot 10% stranskih poganjkov in niso imeli poškodovanega terminalnega poganjka. Z 2 smo ocenili osebkje s poškodovanim terminalnim poganjkom ali/in do 50% poškodovanih stranskih poganjkov. S 3 smo ocenili osebkje s poškodovanim terminalnim poganjkom in z večino stranskih poganjkov.

Pri drevescih, ki niso bila zaščitena pred objedanjem in tistih na ploskvah z naravno obnovo, smo ocenjevali tudi objedanje. Ocenjevali smo zgolj letošnje objedanje, saj je pri starejših poškodbah težko določiti vzrok. Z 1 smo ocenili osebke, ki so bili neobjedeni ali pa so imeli objedenih manj kot 10% stranskih poganjkov in niso imeli objeden terminalni poganjek. Z 2 smo ocenili osebke z objedenim terminalnim poganjkom ali/in do 50% objedenih stranskih poganjkov. S 3 smo ocenili osebke z objedenim terminalnim poganjkom in z večino stranskih poganjkov.

Za vsak osebek smo določili vitalnost po tristopenjski lestvici. Z 1 smo ocenili osebke, ki so zelo vitalni in kar buhtijo v rasti in bodo v prihodnje najverjetneje tvorili vodilno funkcijo. 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.

Vsakemu osebku smo določili mikrorastišče, na katerem rastejo:

- 0 ... ravno, brez posebnosti
- 1 ... koreninski krožnik
- 2 ... uleknina
- 3 ... sečna pot, vlaka
- 4 ... sečni ostanki
- 5 ... ob panju

Vsakemu osebku smo poskusili določiti starost. Poleg tega smo na ploskvah z naravno obnovo zabeležili tudi morebitno adventivno odganjanje.

4.3 ANALIZ PODATKOV

Ordinacijo zeliščne plasti z določitvijo Ellenbergovih fitoidikacijskih vrednosti je izvedel dr. Andrej Rozman. Za večino podatkov, ki smo jih primerjali med skupinami, smo uporabili Kruskal-Wallisov test. Analizirali smo različne skupine, npr. po objektih, način obnove. Neparametrični test smo uporabili, ker se podatki v večini primerov niso porazdeljevali normalno. Za korelacije med posameznimi parametri smo uporabili

Spearmanov korelacijski koeficient. Pri obdelavi podatkov smo si pomagali s programoma Excel in SPSS.

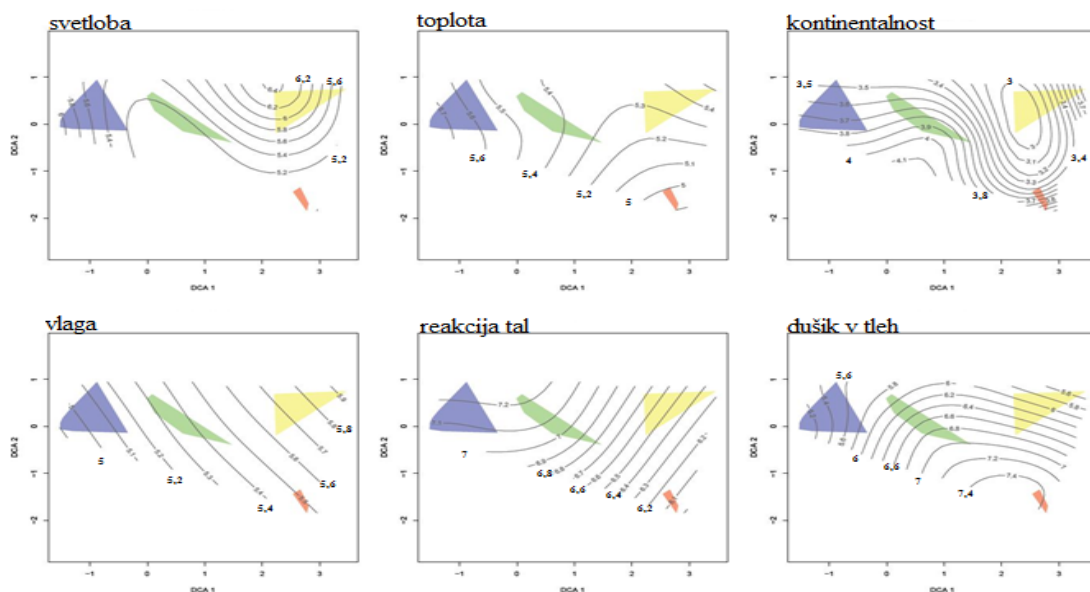


Slika 2: Popisna ploskev 10 x 10 m in dve manjši popisni ploskvici 1 x 3 m znotraj nje

5 REZULTATI

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

Analiza zeliščne in grmovne plasti na osnovi Ellenbergovih fitoindikacijskih vrednosti je pokazala, da so bile značilne razlike med posameznimi lokacijami. V analizi so bile uporabljene le vrste, ki so se pojavile vsaj na treh popisanih ploskvah. Ellenbergove vrednosti so pokazale na dokaj podobne razmere na lokacijah Armeško in Globoko, le da so v Armeškem vladale nekoliko toplejše in sušnejše razmere. Glede toplotnih razmer so bile najhladnejše razmere na lokaciji Brest. Najbolj vlažne razmere so bile na lokaciji Fanklov breg in najbolj sušne v Armeškem. V Armeškem je bila reakcija tal najbolj bazična, nekoliko bolj kislja je bila v Globokem, najbolj kislja pa je bila na Brestu. Z dušikom so bila najbolj založena tla na Brestu, nekoliko manj na Fanklovem bregu in najmanj v Armeškem (slika 3).



LEGENDA

- rumena... objekt Brest
- zelena... objekt Globoko
- vijolična... objekt Armeško
- oranžna... objekt Fanklov breg

Slika 3: Ellenbergove fitoindikacijske vrednosti za posamezne parametre

5.2 ZASTIRANJE GORSKEGA JAVORJA, DREVESNIH VRST SKUPAJ IN ZELIŠČ TER GRMOVNIC SKUPAJ

V povprečju je bilo na površinah, obnovljenih s sadnjo, zastrtost z drevesnimi vrstami za okoli 5% manjša kot na naravno obnovljenih površinah. Zastiranje z drevesnimi vrstami je močno variiralo na obeh načinih obnove (preglednica 1). Pri zastiranju drevesnih vrst so obstajale statistično značilne razlike ($p=0,001$) med naravno in umetno obnovo. Zastrtost z zelišči in grmovnicami je bila na obeh površinah okrog 104%, le da je pri umetni obnovi variacija med ploskvami nekoliko manjša kot na naravni, saj je standardni odklon manjši (preglednica 1). Gorski javor je na zasajenih površinah zastiral manj kot 0,4%; na naravni pa slabih 0,15 %.

Preglednica 1: Zastiranje gorskega javorja, drevesnih vrst skupaj in zelišč ter grmovnic skupaj v % (N = 28)

		gorski javor	drevesne vrste	zelišča in grmovnice
UMETNA OBNOVA	aritmetična sredina	0,36	2,71	104,50
	standardni odklon	0,50	2,09	28,08
	minimum	0	0	42
	maksimum	1	5	148
NARAVNA OBNOVA	aritmetična sredina	0,14	8,07	104,43
	standardni odklon	0,36	8,75	38,66
	minimum	0	0	43
	maksimum	1	30	157

5.3 ZASTIRANJE GLAVNIH ZELIŠČNIH VRST IN GRMOVNIC

Pri izvedbi fitocenoloških popisov smo determinirali 80 različnih vrst zelišč in grmovnic. Večina vrst je zastiralo majhen delež površine, le nekaj odstotkov. Nobena od vrst ni bila prisotna na vseh ploskvah. Pri izračunu povprečnih vrednosti zastiranja glavnih grmovnih in zeliščnih vrst smo upoštevali le vrste, ki so bile prisotne na več kot dveh popisnih ploskvah. Največjo zastornost so imele naslednje vrste: mali zimzelen, robida in navadni srobot (preglednica 2). Te vrste so bile na ploskvah prisotne v obliki manjših in večjih zaplat. Robida, mali zimzelen in navadni srobot so na nekaterih ploskvah zastirali skoraj 100% površine. Razlike v zeliščni sestavi med naravno in umetno obnovljenimi površinami so bile v večinski meri posledica rastiščnih razmer in le v majhni meri

posledica načina obnove. Nekoliko nižji odstotek zastiranja navadnega srobot in navadne leske na umetno obnovljenih površinah je bil najverjetneje posledica vsakoletne obžetve sadik. Višji odstotek robide na umetno obnovljenih površinah je bil najverjetneje posledica njene bujnejše rasti v primerjavi z ostalimi konkurenčnimi rastlinami takoj po obžetvi.

Preglednica 2: Povprečne vrednosti zastiranja glavnih grmovnih in zeliščnih vrst v %

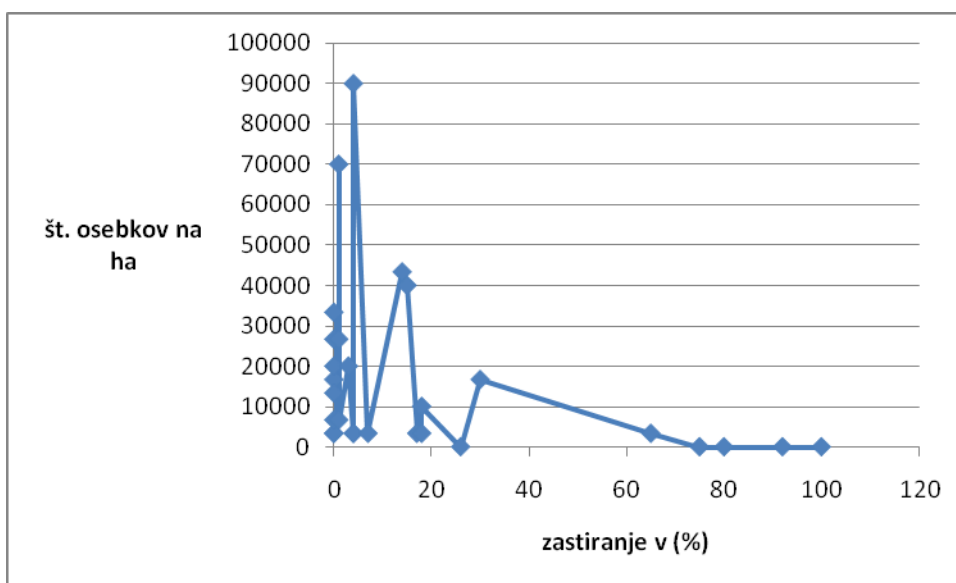
vrsta	naravna obnova (N = 14)	vrsta	umetna obnova (N = 14)
mali zimzelen	23,6	robida (sp.)	28,3
navadni srobot	20,9	mali zimzelen	24,6
robida (sp.)	11,3	navadni srobot	10,4
navadna črnoga	6,8	mandljevolistni mleček	6,7
alpski vimček	6,3	lepljiva kadulja	2,9
lepljiva kadulja	2,5	črni grahor	2,4
konjska griva	2,4	črni bezeg	2
navadna leska	2,4	konjska griva	1,6

5.4 ZASTIRANJE DREVESNIH VRST

Pri popisu drevesnih vrst smo zabeležili 13 različnih drevesnih vrst. Na umetno obnovljenih površinah je največ zastiral mali jesen, in sicer 0,6 % površine, najmanj pa iva in graden z 0,1% površine. Na naravi prepuščenih površinah je največ zastirala bukev, in sicer 2,1%; najmanj pa brek in smreka z 0,1% površine. Na naravno obnovljenih ploskvah se je pojavilo večje število različnih drevesnih vrst. Velika večina drevesnih vrst je pri naravni obnovi zastirala večjo površino kot pri umetni (preglednica 4).

5.5 VPLIV ZASTIRANJA ZELIŠČ IN GRMOVNIH VRST NA GOSTOTO DREVESNIH VRST

Skupna zastrtost vetrolomne površine z zeliščnimi in grmovnimi vrstami ni statistično značilno vplivala na gostoto drevesnih vrst na ploskvah. Zastiranje robide je negativno vplivalo na gostoto drevesnih vrst ($p=0,01$) (slika 4). Zastiranje robide in gostota drevesnih vrst sta bili v negativni korelaciji, saj je znašal Spearmanov korelacijski koeficient -0,633.



Slika 4: Vpliv zastiranja *Rubus sp.* na gostoto drevesnih vrst

5.6 GOSTOTA NARAVNO NASEMENJENIH DREVESNIH VRST

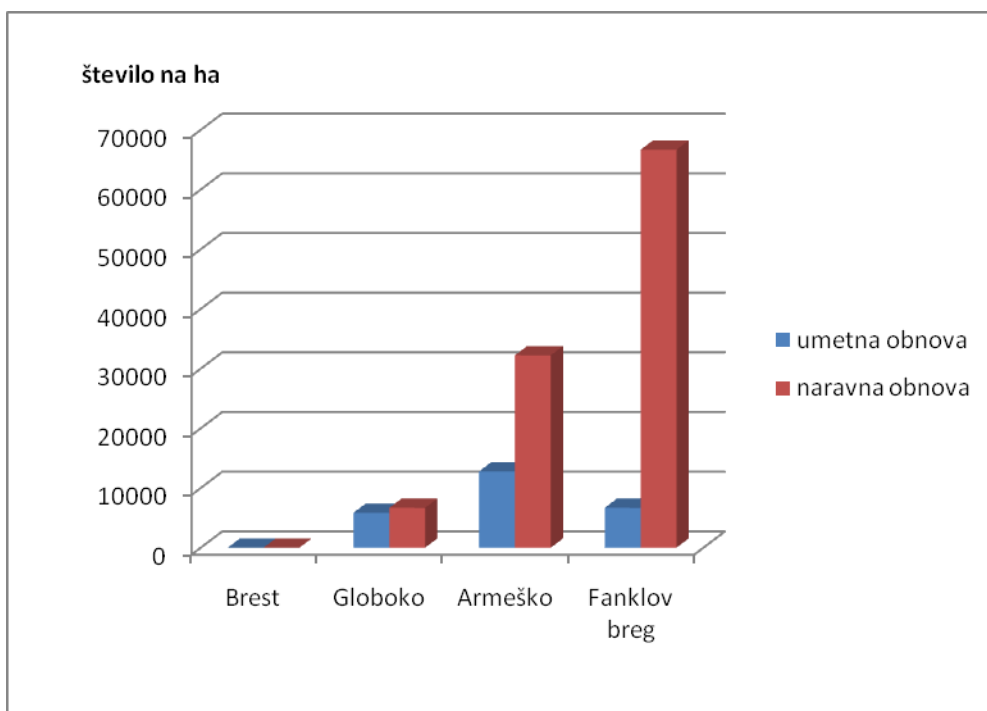
Za gostoto drevesnih vrst smo upoštevali le naravno nasemenjene osebkke brez sadik. Gostota drevesnih vrst je močno variirala, saj so bili standardni odkloni veliki (preglednica 3). Povprečna gostota drevesnih vrst na naravno obnovljenih ploskvah je bila več kot trikrat večja od gostote na zasajenih ploskvah. Pri obeh načinih obnove so bile prisotne tudi ploskve, kjer ni bilo nobene drevesne vrste.

Preglednica 3: Gostota drevesnih vrst glede na načinih obnove

	umetna obnova	naravna obnova
aritmetična sredina (ha^{-1})	8095	25238
standardni odklon (ha^{-1})	7940	26866
minimum	0	0
maksimum	26667	90000

Povprečne gostote drevesnih vrst so se gibale od nič na Brestu do skoraj 67.000 drevesc na ha na naravno obnovljeni površini na Fanklovem bregu. Razlike v gostoti med zasajenimi in naravi prepuščenimi površinami so bile največje na Fanklovem bregu. Povprečna gostota drevesnih vrst na umetno obnovljenih površinah nikjer ni presegla gostote 12.700

drevesc na ha (slika 5). Največja gostota drevesnih vrst na popisno ploskev je bila 90.000 drevesc na ha na naravno obnovljeni površini in 26.667 drevesc na ha na umetno obnovljeni površini (preglednica 3).



Slika 5: Povprečna gostota naravno nasemenjenih drevesnih vrst po objektih

5.7 GOSTOTA DREVESNIH VRST PO OBJEKTIH

Večina drevesnih vrst je bila številčno bolj zastopana na naravno obnovljenih površinah, kot pa na umetnih. Na naravno obnovljenih površinah je bila večja vrstna pestrost, saj so bile dve drevesni vrsti več (Preglednica 4). Največjo gostoto je pri naravni obnovi dosegla bukev, in sicer skoraj 7.400 osebkov na ha. Na umetno obnovljenih površinah je bil številčno najbolj zastopan maklen. Pri obeh načinih obnove sta bili prisotni iva in breza, ki ju prištevamo med pionirje. Gostota pionirjev je bila za malo več kot sedemkrat višja na nesajenih površinah kot na posajenih. Naravno nasemenjeni gorski javor je bil po gostoti na umetno obnovljenih površinah na drugem mestu, na naravno obnovljenih pa na devetem. Gorski javor in graden sta edini vrsti, ki sta bila številčno bolj zastopani na umetno obnovljenih površinah kot na naravno obnovljenih (Preglednica 4).

Preglednica 4: Zastiranje in gostota drevesnih vrst glede na način obnove

DREVESNE VRSTE	UMETNA OBNOVA		NARAVNA OBNOVA	
	povprečno zastiranje (%)	št. na ha	povprečno zastiranje (%)	št. na ha
mali jesen	0,6	1190	1,1	4286
bukev	0,5	1190	2,1	7381
gorski javor	0,4	1190	0,1	476
beli gaber	0,4	714	0,5	2381
češnja	0,4	476	0,2	714
maklen	0,2	2143	0,9	2857
navadna breza	0,2	476	1,1	2857
graden	0,1	476	0,6	238
iva	0,1	238	0,1	2143
navadni oreh	0,0	0	0,2	0
smreka	0,0	0	0,1	0
brek	0,0	0	0,1	283
gorski brest	0,0	0	0,9	283

5.8 VPLIV RAZDALJE SEMENSKIH DREVES

Razdalja od semenskih dreves gorskega javorja in maklena do ploskev, na katerih smo merili gostoto drevesnih vrst, ni imela statistično značilnega vpliva. Velika večina drevesc na ploskvah je vzkliko že pred samim vetrolomom, zato semenska drevesa, ki so ostala, niso imela bistvenega vpliva pri nasenitvi. Ostale drevesne vrste so bile zastopane na premalo ploskvah, da bi lahko podatke statistično obdelali.

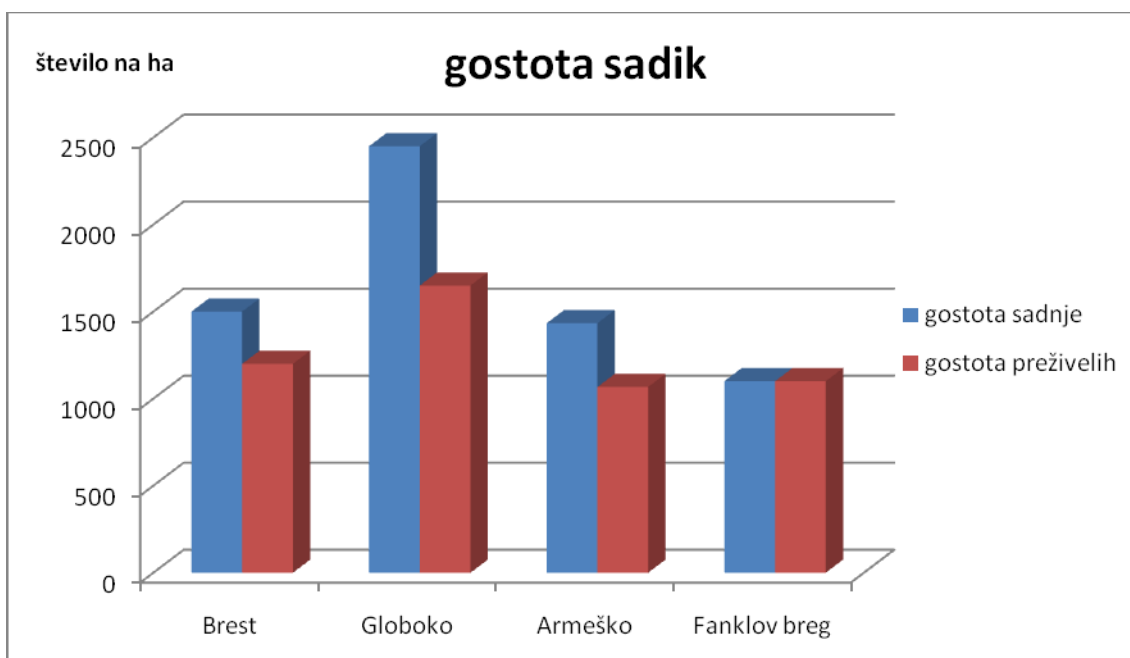
Semenska drevesa so bila povprečno najmanj oddaljena na objektu Brest (46 m), najbolj pa na Fanklovem bregu (109). Na ostalih dveh objektih so bile povprečne razdalje prav tako okrog 100 m. Na Brestu je bilo največje število zaželenih semenskih dreves. Najmanjše število semenskih dreves je bilo v Globokem (preglednica 5).

Preglednica 5: Povprečna razdalja semenskih dreves do popisnih ploskev in št. semenskih dreves v robnem pasu vetroloma po objektih

objekt	povprečna razdalja (m)	št. semenskih dreves
Brest	46	47
Globoko	103	14
Armeško	101	30
Fanklov breg	109	22

5.9 GOSTOTA IN USPEH SADNJE

Gostota sadnje se je gibala od 1.100 do 2.450 sadik na ha. Najredkeje so sadili na Fanklovem bregu, najgosteje v Globokem (slika 6). Povprečno gostota sadnje je bila 1.621 sadik na ha. Povprečna gostota preživelih sadik v tretji rastni dobi po sadnji je bila 1.254 sadik na ha. Najslabši uspeh sadnje je bil zabeležen v Globokem, in sicer 67%, najboljši pa na Fanklovem bregu (100%). Uspeh sadnje v Armeškem in Globokem se je gibal okrog 77% (preglednica). Juliju 2012 je bila gostota preživelih sadik največja na ploskvah v Globokem, najmanjša pa v Armeškem. Povprečno je bil uspeh sadnje 76%.



Slika 6: Gostota sadnje

5.10 GOSTOTA SADIK GLEDE NA VITALNOST IN KONKURENCO

Od sadik, ki so preživele, jih je bilo povprečno 567 na ha takšnih, ki so bile zelo vitalne (1) in vitalne (2) ter so imele FTG štiri ali tri, kar je predstavljalo 45% od vseh preživelih sadik. Te sadike bodo v prihodnje najverjetneje preživele. Največ sadik, ki so imele največjo verjetnost preživetja, je bilo na lokaciji Brest in najmanj v Globokem (preglednica 6).

Preglednica 6: Gostota vitalnih sadik brez konkurence

	gostota (ha ⁻¹)
Brest	900
Globoko	300
Armeško	567
Fanklov breg	500

5.11 ANALIZA VIŠINSKIH PRIRASTKOV GORSKEGA JAVORJA

Posajeni gorski javorji so v prvih treh letih po sadnji v višino trikrat manj priraščali kot dominantna drevesca gorskega javorja pri naravni obnovi. Mediana višinskih prirastkov v prvi vegetacijski dobi po sadnji je bila nekoliko večja od mediane višinskih prirastkov v naslednjem letu. Višinski prirastki na dominantnih drevescih na naravno obnovljenih površinah so se v letu 2011 prav tako znižali v primerjavi z letom 2010, le da je bilo to znižanje procentualno bistveno manjše kot na sadikah (preglednica 7). Višinski prirastki v letu 2012 so bili višji v primerjavi višinskimi prirastki v predhodnih dveh letih, saj je bila mediana večja (preglednica 7). Variacija višinskih prirastkov drevesc je bila večja na naravnih površinah kot na umetno obnovljenih površinah (preglednica 7). Relativni višinski prirastki sadik za prva tri leta po sadnji so se gibali okrog 0,09 in so nakazovali trend znižanja v letu 2011 ter najvišje vrednosti v letu 2012 - podobno kot absolutni višinski prirastek. Relativni višinski prirastek dominantnih drevesc na naravno obnovljenih površinah je bil najmanjši v letu 2011, saj je bila mediana najmanjša, najvišji pa je bil v letu 2010, ko je bila mediana največja (preglednica 7). Na naravno obnovljenih površinah je v višino najboljše priraščala breza, malo slabše gorski javor, še slabše mali jesen, maklen in bukev.

Preglednica 7: Prirastek gorskega javorja v cm

		višinski prirastek 2012 (cm)	relativni višinski prirastek 2012	višinski prirastek 2011 (cm)	relativni višinski prirastek 2011	višinski prirastek 2010 (cm)	relativni višinski prirastek 2010
UMETNA OBNOVA (N = 73)							
	ar. sredina	22,9	0,14	16,3	0,10	15,4	0,10
	st. odklon	24,8	0,14	18,6	0,10	13,0	0,08
	minimum	0,5	0,01	0,5	0,01	1,5	0,01
	maksimum	101	0,83	101	0,54	50	0,42
	mediana	13	0,11	8	0,07	11	0,09
NARAVNA OBNOVA (N = 17)							
	ar. sredina	41,9	0,26	30,4	0,18	29,7	0,20
	st. odklon	28,3	0,22	24,5	0,11	19,5	0,10
	minimum	6	0,12	3,5	0,02	4	0,03
	maksimum	102	1,00	63	0,39	69	0,40
	mediana	41	0,21	30	0,21	31	0,23

5.12 ANALIZA VITALNOSTI

Na naravo obnovljenih površinah so bila dominantna drevesa bolj vitalna kot sadike na umetno obnovljenih površinah (preglednica 8), kjer je bilo kar 26% sadik takšnih, ki so živetarile. Pri obeh načinih obnove je bilo največ drevesc v drugi stopnji vitalnosti, kar pomeni, da so bila še dokaj dobro vitalna. Takšnih, z odlično vitalnostjo, je bilo na umetno obnovljenih površnih 31%; na naravno obnovljenih površnih je bilo med dominantnimi drevesci 40% najbolj vitalnih. Med stopnjami vitalnosti so obstajale statistično značilne razlike ($p=0,000$) v višini drevesc, v višinskih prirastkih drevesc v letih 2012, 2011 in 2010 ter v premeru drevesc na koreninskem vratu (preglednica 9).

Preglednica 8: Deleži stopenj vitalnosti po različnih načinih obnove

VITALNOST	umetna obnova (N = 89)	naravna obnova (N = 126)
	%	%
1	30,7	40,0
2	43,2	45,6
3	26,1	14,4

Preglednica 9: Kruskal Wallis test vpliva vitalnosti na različne parametre

	višina	prir2012	prir2011	prir2010	RDC
χ^2	48,047	61,357	31,212	24,315	39,434
df	2	2	2	2	2
stopnja značilnosti (p)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

5.13 ANALIZA KONKURENCE

Pri obeh načinih obnove je bil največji delež drevesc s FTG 2; se pravi, da so bili v rasti ovirani z dveh strani. Na umetno obnovljenih površinah, ki so bile vsako leto obžete enkrat ali po potrebi dvakrat, je bilo 63% drevesc prostih za rast (FTG, free-to-grow). Na umetno obnovljenih površinah, ki do sedaj še nikoli niso bile obžete, je bil FTG drevesc 18%. Na naravno obnovljenih površinah je bil delež FTG dreves večji od zasajenih površin, ki niso bile obžete (preglednica 10). Delež FTG dominantnih drevesc gorskega javorja je bil na naravno obnovljenih površinah 18%. Med obžetimi, neobžetimi in naravno obnovljenimi površinami so obstajale značilne razlike v stopnji konkurence ($p=0,000$).

Preglednica 10: Proste sadike za rast (FTG) v % glede na različne načine obnove

	umetna obnova		naravna obnova (N =126)
	ne obžeto (N = 33)	obžeto (N =56)	
FTG	%	%	%
0	27	2	17
1	21	4	17
2	33	31	30
3	18	18	22
4	0	45	14

Med stopnjami FTG na umetno obnovljenih površinah so obstajale statistično značilne razlike ($p=0,000$) v višini drevesc, v višinskih prirastkih drevesc v letih 2012 in 2011 (preglednica 11). Na naravno obnovljenih površinah teh razlik ni bilo zaznati.

Preglednica 11: Kruskal Wallis test vpliva vitalnosti na različne parametre

	višina	prir2012	prir2011	prir2010
χ^2	18,546	36,439	19,848	5,949
df	4	4	4	4
stopnja značilnosti (p)	0,001	0,000	0,001	0,203

5.14 ANALIZA ZAŠČITENIH IN NEZAŠČITENIH SADIK

Na umetno obnovljenih površinah smo zabeležili dva tipa tulcev za zaščito pred obžiranjem (Slika 7). Zaščita pred objedanjem je bila prisotna na večini sajenih površin, le na dveh ploskvah zaščite ni bilo. Izkazalo se je, da so bile sadike, ki so bile zaščitene, manj poškodovane kot nezaščitene. Zaščitene sadike je bilo 72% nepoškodovanih ali pa so imele poškodovanih manj kot 10% stranskih poganjkov; pri nezaščitene sadike je bilo takšnih 33%. Na naravno obnovljenih površinah je bil delež najmanj poškodovanih dominantnih drevesc skoraj 82% (Preglednica 12). Na naravno obnovljenih površinah so bila dominantna drevesca gorskega javorja manj poškodovana od povprečja (Preglednica 13).

Preglednica 12: Deleži poškodovanosti po stopnjah vseh drevesnih vrst

POŠKODOVANO	umetna obnova		naravna obnova nezaščiteni (N = 126)
	zaščiteni (N = 59)	nezaščiteni (N = 30)	
	%	%	%
1	72,4	33,3	81,6
2	22,4	53,3	16,8
3	5,2	13,3	1,6

Preglednica 13: Deleži poškodovanosti po stopnjah za gorski javor

POŠKODOVANO	umetna obnova		naravna obnova nezaščiteni (N = 17)
	zaščiteni (N = 44)	nezaščiteni (N = 29)	
	%	%	%
1	57,4	34,5	93,8
2	40,7	55,2	0
3	1,9	10,3	6,3



Slika 7: Različna modela tulcev za zaščito pred objedanjem (foto: Simon Klaužer, avgust 2012)

5.15 ANALIZA PREMERA KORENINSKEGAVRATU (RDC)

Mediana premera koreninskega vratu je bila enaka pri obeh načinih obnove. Variiranje premerov je bilo večje pri naravni obnovi, saj je bil standardni odklon večji (preglednica 14). Gorski javor je imel prav tako enako mediano (RDC) pri obeh načinih obnove, le da je bila ta za 1 mm manjša od mediane povprečja vseh drevesnih vrst skupaj.

Preglednica 14: Premer koreninskega vratu na obeh načinih obnove

	umetna obnova (N = 89)	naravna obnova (N = 126)
mediana (mm)	13	13
standardni odklon (mm)	5	8
minimum (mm)	5	2
maksimum (mm)	27	55

5.16 ANALIZA VIŠINE DREVESEC

Opazne so bile razlike med sadikami in dominantnimi drevesci, saj je bila mediana višine sajenih drevesc pri umetni obnovi za 10 cm višja od mediane dominantnih drevesc na naravni obnovi. Višine so močno variirale, saj je bil standardni odklon velik. Maksimalna višina je bila izmerjena na drevescu pri umetni obnovi (preglednica 15). Mediana višin

drevesc gorskega javorja je bila na umetno obnovljenih površinah 142 cm, na naravno obnovljenih pa 140 cm. Višina gorskega javorja je na naravni obnovi variirala bolj kot višine ostalih drevesnih vrst pri naravni obnovi.

Preglednica 15: Višina drevesc pri obeh načinih obnove

	umetna obnova (N = 89)	naravna obnova (N = 126)
mediana (cm)	134	124
standardni odklon (cm)	65	59
minimum (cm)	55	40
maksimum (cm)	312	306

6 DISKUSIJA

6.1 EKOLOŠKE RAZMERE

Analiza Ellenbergovih fitoindikacijskih vrednosti je pokazala, da so obstajale razlike med objekti. V Armeškem so bile ekološke razmere najbolj sušne in najtoplejše, zaradi južne ekspozicije, najnižje nadmorske višine od vseh objektov (280 m n.m.v.) in izjemno velikega naklona terena, ki je segal tudi do 45° in je posledično pospeševal odtok padavin. Za najbolj sušne razmere v Armeškem (v primerjavi z ostalimi objekti) pa ima najverjetneje vpliv tudi neposredna bližina Krško-Brežiškega polja, ki se v poletnih mesecih pogosto močno pregreje. V primerjavi z ostalimi objekti so bila tla v Armeškem najrevnejša z dušikom, kar je bila posledica hitrejšega razkroja lesnih ostankov zaradi toplejših razmer. V spodnjem delu vetroloma, v katerem ni bilo postavljene nobene popisne ploskve, je bilo prisotne obilo velike koprive, ki nakazuje na zelo bogata tla z dušikom. Iz tega lahko sklepamo, da se je na vetrolomni površini v Armeškem (zaradi velikega naklona) dušik premeščal v najnižje ležeče predele vetroloma. Zaradi apnenčaste podlage je bila reakcija tal v Armeškem močno bazična, saj je dosegala fitoindikacijsko vrednost 7,1 na 9-stopenjski Ellenbergovi lestvici. Prav tako so rastline na vetrolomu v Globokem nakazovale na bazično reakcijo tal, kar je bilo pričakovano, saj je matična podlaga karbonatna. V Globokem so bile ekološke razmere nekoliko bolj vlažne in hladne kot v Armeškem, kar je bilo najverjetneje posledica nekoliko višje lege (370 m) in severozahodne ekspozicije. Na najvišje ležečem objektu Brest so bile ekološke razmere po pričakovanjih najhladnejše. Na Brestu so bila tla zelo bogata z dušikom. Bogato založenost tal z dušikom so nakazovale cele zaplate robide in njej primešana velika kopriva, glistovnica in črni bezeg, ki so rastline z veliko potrebo po dušiku. Za takšno izobilje dušika v tleh je več vzrokov. Eden od vzrokov je vetrolom, ki je odprl večjo površino krošenj in omogočil dostop večje količine direktne sončne svetlobe in padavin do tal in posledično pospešil razkroj nakopičenih snovi. Količina dušika v tleh je navadno največja od tri do pet let po nastanku vrzeli in ker so na Brestu minila skoraj štiri leta od vetroloma do opravljanja fitocenološkega popisa, bi lahko drugi vzrok za povečanje dušika iskali v tem. Poglavitni vzrok velike količine dušika v tleh je najverjetneje zgodovina sestoja. Na Brestu so pred okrog sto leti zasadili smreko, ki je z upadom in z malo prepuščene direktne svetlobe do tal upočasnila kroženje dušika. Dušik se je tako iz leta v leto kopičil v opadu.

Na Fanklovem bregu so bile ekološke razmere najbolj vlažne od vseh objektov - najverjetneje zaradi severne ekspozicije in vlažnega jarka, ki se nahaja na skrajnem vzhodu vrzeli. Zaradi majhnega vzorca so rezultati, ki jih nakazujejo rastline iz popisnih ploskev na tej lokaciji glede reakcije tal, malo verjetni. Rezultati nakazujejo na bolj bazično reakcijo tal, a je bilo v bližini ploskev opaziti borovnico, orlovo praproto in evropski pravi kostanj, ki so indikatorji za kisloto reakcije tal. Za natančnejši prikaz razlik med ekološkimi razmerami na vetrolomu in v sklenjenim sestoju bi potrebovali še popise iz bližnjih sestojev.

6.2 KONKURENCA ZELIŠČ

Povprečno zastiranje grmovnih in zeliščnih vrst je znašalo približno 104% zastrte površine - tako na naravno obnovljenih površinah kot tudi na umetno obnovljenih. Nekoliko nižjo zastornost zeliščne plasti (85%) so navajali za 11 let stare nasade doba v Ginjevcu (Viher, 2011). V pragozdu Krokar pa zeliščna plast v bukovih združbah zastira le 45% površine (Bončina, 2011). Najverjetnejši vzrok izobilja zelišč na vetrolomni površini je povečan dotok direktne sončne svetlobe in manjše konkurence z drevesnimi vrstami. Tudi Brang (2004) je na ogolelih površinah v alpskem svetu zabeležil bujno razrast zelišč in grmovnic. Med objekti so bile opazne razlike v zastiranju grmovnih in zeliščnih vrst. Na objektu Fanklov breg je bilo zastiranje zelišč in grmovnic bistveno manjše kot na ostalih lokacijah. Vzrok za manj zastiranja je najverjetneje kislota matična podlaga, za katero je značilna počasnejša sukcesija kot na karbonatnih podlagah.

Skupno smo na vseh objektih zabeležili 80 različnih grmovnih in zeliščnih vrst, kar kaže na veliko vrstno pestrost na vetrolomnih površinah. Med naravno in umetno obnovljenimi površinami ni bilo zaznati bistvenih razlik v vrstni pestrosti. Zastiranje zelišč in grmovnic ni bilo v statistično značilni negativni povezavi z gostoto naravnega mladja. Medtem ko je Vidic (2009) v rezervatu Smrečje negativno povezavo potrdil med pritalno vegetacijo in gostoto mladja. Podobne ugotovitve navajajo tudi v drugih raziskavah (Duglass in sod., 2003; Brang, 2004). Eden izmed vzrokov je v obilju virov in hranil na vetrolomnih površinah, ki omogočajo bujno razrast pritalni vegetaciji; poleg tega so vetrolomne površine tudi bolj homogene z vidika razpoložljivosti virov in hranil v primerjavi z mozaikom odprtih sestojev pri sestojih v pomlajevanju. Pri naših rezultatih se moramo

zavedati, da je bila večina naravno nasemenjenih drevesc starejših od štirih let, kar pomeni, da so se nasemenila že pred vetrolomom. Klic in drevesc, mlajših od štirih let, je bilo na popisnih ploskvah in v njihovi bližini zelo malo. Če bi želeli ugotoviti vpliv zelišč in grmovnic na nasemenitev, bi morali klice in do 4-letna drevesca posebej beležiti. Tako pri naravni kot tudi pri umetni obnovi so prevladovali robida, navadni srobot in deloma mali zimzelen. Robida in navadni srobot sta na določenih objektih tvorila cele preproge. Zastiranje robide je bila v statistično značilni negativni povezavi z naravno nasemenjenimi drevesnimi vrstami. Na objektih, kjer pred vetrolomom ni bilo prisotne podstojne plasti drevesnih vrst in se je po vetrolomu močno razvila robida, ni bilo opaziti nobene klice niti nekaj let starega drevesca, kar kaže, da je robida za nekaj časa popolnoma onemogočila naravno pomlajevanje na teh površinah. Na ostalih površinah je robida ovirala v rasti le drevesca, ki se še niso uspela prebiti nad njo.

Razlike v zeliščni sestavi med naravno in umetno obnovljenimi površinami so bile v večinoma posledica rastiščnih razmer in le v manjši meri posledica načina obnove. Nekoliko nižji odstotek zastiranja navadnega srobeta in navadne leske na umetno obnovljenih površinah je bil najverjetneje posledica vsakoletne obžetve sadik drevesnih vrst. Višji odstotek robide na umetno obnovljenih površinah je bil najverjetneje posledica njene bujnejše rasti v primerjavi z ostalimi konkurenčnimi rastlinami takoj po obžetvi. Poleg tega z obžetvijo odstranimo vrste, ki predstavljajo konkurenco sadikami in poleg tega tudi robidi.

6.3 ŠTEVILO IN SESTAVA NARAVNO NASEMENJENEGA MLADJA

Na umetno obnovljenih površinah je bilo poleg sadik zabeleženih še povprečno 8.095 naravno nasemenjenih drevesc na ha. Na površinah, kjer se niso odločili za sadnjo, je bila gostota naravno nasemenjenih drevesc več kot trikrat večja kot na umetno obnovljenih ploskvah. Schönenberger (2002) še deset let po vetrolomu Vivian v švicarskih Alpah ni zabeležil večjih gostot kot 1.700 drevesc na ha. Vedeti pa moramo, da se je večina teh drevesc v švicarskih Alpah nasemenila po vetrolomu, kajti prej so prevladovali precej sklenjeni sestoji. Povprečno gostoto, kot smo jo zabeležili mi na naravno obnovljenih površinah (25.000 drevesc na ha), navaja Adamič (2008) kot primerno za prehod mlade faze v zgornjo plast pri ugodnih svetlobnih razmerah. Glavni vzrok za tako veliko razliko v

naši raziskavi med gostotami pri naravni in umetni obnovi je bila odločitev za sadnjo na površine s pomanjkljivo gostoto naravnega mladja. Število naravno nasemenjenih drevesc na umetno obnovljenih površinah je bilo nekoliko nižje tudi zaradi poškodb in izsekovanja pri pripravi površine za sadnjo in nadaljnjih obžetvah.

Na umetno obnovljenih površinah je bila večja vrstna pestrost, saj je bilo prisotnih večje število različnih drevesnih vrst. Bukev je prevladovala na naravno obnovljenih površinah, maklen pa na umetno obnovljenih. Razloga za to najverjetneje ni mogoče iskati v načinu obnove, saj je vzorec 28 popisnih ploskev premajhen za trdnejše sklepe.

Proti pričakovanjem razdalja od popisnih ploskev do semenskih dreves vrst, ki bi jih želeli v mladju, ni imela statistično značilnega vpliva na gostoto naravno nasemenjenih drevesc na ploskvah. Ker je bila večina drevesc starejših od štirih let, lahko sklepamo, da so se ta nasemenila še od dreves, ki so bila podrti v vetrolomu, in razdalja do semenskih dreves, ostalih po vetrolomu, ni imela velikega vpliva. Poleg tega je bilo prisotnega tudi nekaj adventivnega odganjanja.

Poulson in Platt (1996) kot tudi Diaci in Marinšek (2004) so ugotovili, da je pomladek v odraslih sestojih, ki ni v funkciji obnove gozda, ključnega pomena ob nastanku ujme. V pričujoči raziskavi so bile povprečne razdalje semenskih dreves do popisnih ploskev okrog 100 m, le na Brestu je bila bistveno manjša, in sicer le 46 m. Število semenskih dreves (gorski javor, maklen, graden, mali jesen, češnja, jelka, lipa, cer, smreka, gorski brest, ostrolistni javor in kostanj) je bilo od 14 pa do 47 na objekt. Kljub temu da je bilo največ semenskih dreves na Brestu, ki so bila tudi najbližje, je bilo pomlajevanje na ploskvah zaradi robide nično.

6.4 PRIMERJAVA UMETNO ZASAJENIH SADIK IN NARAVNO NASEMENJENEGA MLADJA

Povprečna gostota sadnje je bila 1.621 sadik na ha. V švicarskih Alpah so sadili od 2.000 do 2.600 sadik na ha. Preživetje sadik v desetih letih po sadnji je bilo 70% (Schönenberger, 2003). Na naših opazovanih ploskvah je bil uspeh tri vegetacijske dobe po sadnji 76%. Tudi Duglass in sod. (2003) so v Indiani, pet let po sadnji, zabeležil 33% propad sadik. Na naših preučevanih ploskvah je tako tri leta po sadnji gostota preživelih sadik znašala malo

več kot 1.250 sadik na ha. Pri propadlih sadikah ni bilo zaznati prostorskih vzorcev mortalitete. Od preživelih sadik jih je bilo 45% takšnih, ki so bile proste za rast (FTG, free to grow) in po vitalnosti v srednji in najboljši stopnji vitalnosti. Teh 45% sadik ima v bližnji prihodnosti največjo verjetnost preživetja. Tudi v Indiani so na s herbicidi škropljenih površinah prišli do podobnih rezultatov, in sicer so zabeležili 49% sadik prostih za rast (FTG, free to grow) (Duglass in sod., 2003). Od dominantnih drevesc na naravno obnovljenih površinah jih je bilo 36% prostih za rast. Pri sadikah, ki so bile obžete vsako leto, je bil delež sadik prostih za rast pričakovano visok in je znašal kar 63%. Delež sadik, prostih za rast na površinah, ki razen priprave površine pred sadnjo niso bile nikoli obžete, je bil le 18%. Ti rezultati nas pripeljejo do sklepa, da je obžetev na sajenih vetrolomnih površinah z bujno zeliščno in grmovno plastjo zelo priporočljiva, če želimo, da se bodo sadike normalno razvile in prevzele vodilno vlogo pri osnovanju sestoja.

Primerjava višinskih prirastkov gorskega javorja na sajenih in naravno obnovljenih površinah je pokazala bistveno boljše prirastke pri naravnem mladju. Pri naravnem mladju je bilo prisotnih tudi nekaj adventivnih odganjkov. Mediana višinskih prirastkov drevesc gorskega javorja, ki so bila sajena, je bila v prvih treh letih po sadnji okrog 10 cm; tista naravnega izvora so priraščala več kot trikrat več. Razlike v relativnih višinskih prirastkih so kljub nekoliko nižjim povprečnim višinam naravno nasemenjenih gorskih javorjev nekoliko manjše, a še vedno so prirastki dvakrat večji kot pri sadikah. Tako velika razlika v višinskih prirastkih je vzrok šoka sadike, ki jo doživi po presaditvi. Poleg tega mora sadika na začetku veliko resursov vložiti v koreninski sistem, da lahko prične normalno rasti. Eden od vzrokov je lahko tudi nepravilna provenienca sadik, saj smo na objektu Brest, ki leži na več kot 800 m n.m.v., opazili večino sadik gorskega javorja z rdečkasto poprhnjenimi listi, ki niso ravno značilni za tako visoke provenience. Pri sadikah je bilo zaznati trend zmanjšanja višinskih prirastkov v letu po sadnji in leto po tem ponovno povečanje. Domnevamo, da je do tega znižanja prišlo, ker se je povečana količina uskladiščenih hranil v drevescu še iz drevesnice porabila prvo leto po presaditvi in v drugem letu je sladil »šok«, ki se je odrazil v zmanjšanem višinskem prirastku. Pričakovati je, da se bo višinski prirastek sadik še nekaj let povečeval.

Analiza vitalnosti je pokazala, da so bila drevesca na naravno obnovljenih površinah boljše vitalnosti kot sadike na umetno obnovljenih površinah. Statistično značilne razlike med

stopnjami vitalnosti so obstajale v višini drevesc, v višinskih prirastkih drevesc v letih 2012, 2011 in 2010 ter v premeru drevesc na koreninskem vratu. Te razlike so se pojavile zaradi načina ocenjevanja vitalnosti, saj smo vitalnost ocenjevali po višinskih prirastkih in količini listja. Z naraščanjem višine in premera koreninskega vratu drevesc se je tudi vitalnost drevesc povečevala.

Pričakovano so bile sadike, ki so bile zaščitene s tulci, manj poškodovane kot nezaščitene. Primerjava poškodovanosti gorskega javorja z ostalimi drevesnimi vrstami ni pokazala bistvenih razlik pri nobenem načinu obnove. V večini primerov je šlo za odlomljene in kako drugače poškodovane stranske vejice. Pri beleženju poškodb je bilo zelo težko ugotoviti razliko med morebitnim objedanjem v predhodnih letih in drugimi poškodbami. V okolici popisnih ploskev na umetno obnovljenih površinah je bilo zaznati presenetljivo veliko obdrgnjenih drevesc smreke.

Schönenberger (2002) je 10 let po vetrolomu Vivian ugotovil, da so bile višine sadik višje ob naravnega mladja. V naši raziskavi smo prišli do podobnih ugotovitev - kljub temu da je od vetroloma minilo le štiri leta, so bile pri nas razlike povprečnih višin le 10 cm. Pričakovano je prišlo do manjših razlik zaradi tega, ker je bilo pri nas mladje pod sestojem prisotno že pred vetrolomom. Na ploskvah in v njihovi okolici je bilo opaziti tudi kar nekaj primerov adventivnega odganjanja iz panjev - predvsem malega jesena, gorskega javorja in maklena.

7 ZAKLJUČEK

Analiza fitoindikacijskih vrednosti zelišč je nakazala razlike v ekoloških razmerah med objekti. Razlik v ekoloških razmerah med naravno in umetno obnovljenimi površinami na istem objektu ni bilo zaznati. Ekološke razmere se tako na manjših vetrolomnih vrzelih bistveno ne spreminjajo.

Podobno kot pri drugih raziskavah smo tudi mi zabeležili, da so zeliščne in grmovne vrste na vetrolomnih površinah močno zastopane ne glede na način obnove. Izsledki raziskave so pokazali, da je zastrtost vetrolomnih površin z grmovnicami in zelišči v povprečju 104%. Zastornost zeliščnih in grmovnih vrst je opazno nižja na silikatni matični podlagi kot pa na karbonatni. Zelišča in grmovnice nimajo značilnega vpliva na gostoto mladja, ki je bilo nasemenjeno že pred vetrolomom, najverjetneje pa vplivajo na nasemenitev po vetrolomu. Robida (sp.) je zaradi svoje bujne rasti, zmožnosti preraščanja velikih površin in rasti do 2 m v višino značilno vplivala na gostoto vsega mladja. Na površinah, močno poraslih z robido je naravna obnova močno otežena, umetna obnova pa zaradi nujnih obžetev precej draga. Na umetno obnovljenih površinah močno poraslih z grmovnicami in zelišči je obžetev nujna, če želimo, da bodo sadike postale glavni gradniki sestoja.

V primerjavi s podobnimi raziskavami v tujini smo pri nas zabeležili bistveno višji gostoto naravno nasemenjenega mladja. Pri umetni obnovi je bila gostota naravnega mladja 8.095 drevesc na ha, kar je premalo za normalno tvorbo sestoja v prihodnosti. Pri naravni obnovi so bile povprečne gostote že okrog 25.238 drevesc na ha. Takšna gostota mladja že zagotavlja dokaj normalen razvoj sestoja v prihodnosti. Do tako velikih v razlik v gostoti je prišlo zaradi izbire površin, kjer so izpeljali sadnjo, saj so se odločili za površine, kjer je bilo zaznati pomanjkljivo gostoto mladja. Na naravno obnovljenih površinah smo sicer zabeležili dokaj zadovoljivo gostoto mladja, ki pa ni edini dejavnik uspešnosti obnove. V želji iz gozda pridobiti poleg nematerialnih tudi čim več materialnih dobrin in koristi je drevesna vrstna sestava bistvenega pomena. Ta pri naravni obnovi ni najbolj perspektivna, saj je poleg bukve, ki je v povprečju največ, zelo veliko še malega jesena, maklena, belega gabra, ive in breze. Večina teh vrst sedaj na trgu ni močno iskana in najverjetneje se v prihodnosti to ne bo bistveno spremenilo. Zaradi tega bi bilo v prihodnje smiselno na teh površinah pomagati ekonomsko bolj zanimivim vrstam, ki so prisotne, a so v manjšini

(gorski javor, češnja, graden, brek in gorski brest). Na umetno obnovljenih površinah bi bilo priporočljivo, če bi pri obžetvi pazili na naravno nasemenjene ekonomsko zanimive vrste.

Izsledki raziskave so pokazali, da razdalje do bližnjih semenskih dreves, ki so ostali po vetrolomu, ni značilno vplivala na gostoto mladja. Vzrok za tak rezultat je iskati v starosti mladja, saj je večina mladja starejšega od štirih let, kar pomeni, da je bilo mladje prisotno v podstojni plasti že pred vetrolomom. Da je mladje prisotno v podstojni plasti pred nastankom vetroloma pomembno pri tvorbi novega sestoja po vetrolomu, so pisali že nekateri naši in tuji raziskovalci.

Na umetno obnovljenih ploskvah smo tri leta po sadnji zabeležili 24% propad sadik, kar je podobno, kot so ugotovili v tujini. Vzrokov propada sadik je lahko več: kakovost sadilnega materiala, okuženost sadik z virusi in z glivami, ravnanje s sadikami pred sadnjo, način sadnje, vremenske razmere takoj po sadnji in v kasnejšem obdobju, negovanje površin po sadnji, način zaščite pred objedanjem, konkurenca zelišč ... Zaradi prepletanja teh vzrokov je zelo težko ugotoviti, kaj je bil vzrok propada pri določeni sadiki.

Sajena drevesca v prvih letih po sadnji bistveno slabše priraščajo kot naravno nasemenjena drevesca. Poleg tega so tudi povprečno slabše vitalnosti kot naravno nasemenjena. Z vsega tega lahko sklepamo, da je prioriteta sadnje na tistih vetrolomnih površinah, ki bi zaradi erozijskih procesov v prihodnje lahko ogrozile varnost in premoženje ljudi. Prioriteta so tudi najbolj rodovitna rastišča s prisotnostjo zelo malo mladja, ki je tudi ekonomsko nezanimive drevesne sestave. Ena ob prioritet so tudi površine brez mladja z močno poraslo zeliščno in grmovno plastjo (robida), ki bi v prihodnje lahko za dlje časa zavrla naravno obnovo. Pri sadnji bi naj imele prednost tudi vetrolomne površine, na katerih so v preteklosti pospeševali rastišču neprimerne drevesne vrste in zaradi tega sedaj v robni coni vetroloma ni semenskih dreves drevesnih vrst, ki bi bile prilagojene rastišču.

8 LITERATURA

- Adamič T. 2008. Vpliv svetlobnih razmer in pritalne vegetacije na pomlajevanje bukve in javorja na rastišči *Isopyro-Fagetum* v pragozdu Krokar: pripravniška naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 41 str.
- Bončina Ž. 2011, vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje v pragozdnem rezervatu Krokar: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 37 str.
- Brang P., Schönenberger W., Fischer A. 2004. Reforestation i Central Europa: lessons from multi-disciplinary filed experiments. *Forest Snow and Landscape Research*, 78: 53-69
- Google maps
<https://maps.google.si/maps?hl=sl> (20. 8. 2012)
- Diaci J., Marinšek A. 2004. Razvoj inicialne faze na vetrolomni površini v pragozdnem ostanku Ravna gora. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 73: 31- 50
- Fischer A. 1996. Forschung auf Dauerbeobachtungsflächen im Weld. *Naturschutz-Landschaft*, 35, 87-106
- Jacobs F. D., Ross-Davis L. A., Davis S. A., 2004. Establishment success of conservation tree plantations in relation to silvicultural prectices in Indiana, USA. *New Forests*, 28: 23-36
- Kolšek M. 2008. Poškodovanost gozdov v poletnih neurjih 2008 in potek sanacije. *Gozdarski vestnik*, 66: 7-8
- Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.

- Leder B., Krumnacker J. 1998. Zur Vegetations – und Gehölzentwicklung auf Sukzessions- flächen nach Fichtenwindwurf. Landesanstalt für Ökologie Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen Mitteilungen, 1: 64-72
- Messier C., Posada J., Aubin I., Beaudet M. 2009. Chapter 6: Functional Relationship Between Old-Growth Forest Canopies, Understorey Light and Vegetation Dynamics. V: Old-Growth Forests. (Ecological Studies, 2007). Springer: 115-139
- Načrt sanacije gozdov poškodovanih v vetrolomih avgusta 2008. 2008b. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije.
- Nakashizuka T. 1989. Role of uprooting in composition and dynamics of an old-growth forest in Japan. Ecology, 70, 5: 1273-1278
- Schönenberger W. 2002. Post windthrow stands regeneration in Swiss mountain forests: the first ten years after the 1990 storm Vivian. Forest Snow and Landscape Research, 77: 61-80
- Schönenberger W. 2002. Windthrow research after the 1990 storm Vivian in Switzerland: objectives, study sites, and projects. Forest Snow and Landscape Research, 77: 9-16
- Szewezyk J., Szwagrzyk J. 1996. Tree regeneration on rotten wood and on soil in old-growth stand. Vegetatio, 122: 37-46
- 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.
- Ulanova G. N. 2000. The effects of windthrow on forest at different spatial scales: a review. Forest ecology and management, 135: 155-167
- 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.

Nakashizuka T. 1989. Role of uprooting in composition and dynamics of an old-growth forest in Japan. Ecology, 70, 5: 1273-1278

Viher E. 2011. Uspešnost saditve nižinskih dobovih sestojev v Prekmurju: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 103 str.

ZAHVALA

Za strokovno pomoč in podane predloge pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem prof. dr. Juriju Diaciju.

Za pomoč pri postavitvi ploskev in pri meritvah se zahvaljujem Galu Fideju, Tomažu Adamiču in svojemu dekletu Mateji.

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

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

Hvala staršema in bratu, ki so mi pomagali in me vzpodbujala pri študiju.