

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

Špela ŠČAP

**SANACIJA VETROLOMNE POVRŠINE NA
JELOVICI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

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

Špela ŠČAP

SANACIJA VETROLOMNE POVRŠINE NA JELOVICI

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**RESTORATION OF WINDTHROW AREA ON THE JELOVICA
PLATEAU**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo v Skupini za urejanje gozdov in biometrijo Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskava je bila izvedena na vetrolomni površini na Jelovici.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 21. 9. 2009 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala red. prof. dr. Andreja Bončino, za recenzenta pa prof. dr. Jurija Diacija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Špela Ščap

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 231+421.1(497.4 Jelovica)(043.2)=163.6
KG	motnje/vetrolomi/sanacija/naravna obnova/vplivni dejavniki/smreka/Alpe
KK	
AV	ŠČAP, Špela
SA	BONČINA, Andrej (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2010
IN	SANACIJA VETROLOMNE POVRŠINE NA JELOVICI
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	VIII, 44 str., 6 pregl., 10 sl., 3 pril., 48 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

Leta 2006 je orkan porušil 125 hektarjev enomernih smrekovih debeljakov na planoti Jelovica (GGE Jelovica, GGO Bled). Raziskava naj bi pokazala: 1) uspešnost naravne obnove na vetrolomni površini in 2) vpliv izbranih rastiščnih in sestojnih dejavnikov na pojavnost in gostoto pomladka drevesnih vrst. Na terenu je bila zakoličena mreža 81 stalnih vzorčnih ploskev (4 x 4 m) z gostoto 100 x 200 m, na katerih so bile opisane rastiščne in sestojne razmere ter analizirano število, sestava in višinska struktura pomladka (dbh < 10 cm), dodatno pa je bila analizirana prisotnost dreves. Pojavnost pomladka je bila analizirana z binarno logistično regresijo, obilje pa s posplošenim linearnim regresijskim modelom. Kar 30 % ploskev je bilo brez pomladka. Povprečna gostota pomladka je bila 7955 osebkov na hektar, 76 % celotnega števila pa je predstavljala smreka. Ugotovljen je bil vpliv številnih rastiščnih in sestojnih dejavnikov na pojavnost in obilje pomladka, vendar so se »smeri« in jakost vpliva posameznega dejavnika v modelih za različne drevesne vrste razlikovale. Med rastiščnimi dejavniki količina opada listja in obilje zeliščne ter grmovne plasti pozitivno vplivata tako na pojavnost kot na obilje pomladka. Med sestojnimi parametri razdalja ploskve do najbližje zaplate gozda negativno vpliva na obilje pomladka večine drevesnih vrst, medtem ko delež listavcev v lesni zalogi negativno vpliva tako na pojavnost kot na obilje pomladka.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC FDC 231+421.1(497.4 Jelovica)(043.2)=163.6
CX disturbance/windthrow/sanitation/natural regeneration/impact factors/Norway spruce/Alps
CC
AU ŠČAP, Špela
AA BONČINA, Andrej (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY 2010
TI RESTORATION OF WINDTHROW AREA ON PLATEAU JELOVICA
DT Graduation thesis (University studies)
NO VIII, 44 p., 6 tab., 10 fig., 3 ann., 48 ref.
LA sl
AL sl/en
AB

In 2006 a hurricane blew down 125 hectares of even-aged Norway spruce-dominated forest stands on the Jelovica plateau (FMU Jelovica, FMR Bled). Study should examine: 1) the efficiency of the natural regeneration on the blowdown area and 2) the influence of selected site and forest stand factors on the occurrence and abundance of tree species regeneration (dbh < 10 cm). The grid (100 × 200 m) of 81 permanent sampling plots (4 × 4 m) was established, on which some site and stand parameters were evaluated and number, composition and height structure of the regeneration were analysed. The occurrence of the regeneration was studied by binary logistic regression, while the abundance of the regeneration was examined using generalized linear model. 30 % of the plots were registered with no regeneration. The average regeneration density was 7,955 trees per hectare with Norway spruce representing 76 %. Several site and forest stand factors significantly influenced the occurrence and abundance of the regeneration, however the influences of the same predictors differed between the models for different tree species regeneration. Among site characteristics, the amount of leaf-litterfall and cover of herbaceous and shrub layers had the most significant positive impacts on both the occurrence and abundance of the regeneration of all tree species. Among forest stand characteristics, the distance to the nearest forest stand patch had the largest negative influence on the abundance of the regeneration, while the proportion of broadleaves had negative influence on the occurrence and abundance of the regeneration.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO PREGLEDNIC.....	VI
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PRILOG	VIII
1 UVOD.....	1
2 PREGLED RAZISKAV	6
3 OBJEKT RAZISKAVE.....	10
4 METODE DE LA.....	15
4.1 Pridobivanje podatkov.....	15
4.2 Priprava in obdelava podatkov	18
5 REZULTATI	23
5.1 Gostota, razširjenost, struktura in sestava pomladka.....	23
5.2 Univariatna analiza gostote pomladka.....	25
5.3 Rezultati multivariatne analize	26
6 RAZPRAVA.....	31
6.1 Gostota in prisotnost pomladka	31
6.2 Drevesna sestava in višinska struktura pomladka	35
6.3 Zaključki in usmeritve za gospodarjenje	38
6 VIRI.....	40
ZAHVALA.....	45
PRILOGE	46

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Rastiščne razmere na platoju Jelovica (Smukavec, 1973).....	11
Preglednica 2: Spremenljivke, ki smo jih uporabili v multivariatnih analizah	19
Preglednica 3: Količina pomladka po višinskih razredih in drevesnih vrstah na hektar	23
Preglednica 4: Spearmanovi korelacijski koeficienti med rastiščnimi in sestojnimi dejavniki ter skupnim številom pomladka in pomladka po drevesnih vrstah (prikazani so samo dejavniki, med katerimi je bila ugotovljena statistično značilna korelacija $p < 0,05$)	26
Preglednica 5: Rezultati binarne logistične regresije izračunani z metodo Backward: Wald	28
Preglednica 6: Rezultati posplošenega linearnega regresijskega modela (GZLM).....	30

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacija vetroloma na Jelovici (Sprememba GGN GGE Jelovica 2002 – 2011)..	11
Slika 2: Primerjava letalskih posnetkov pred in po vetrolomu (Sprememba GGN GGE Jelovica 2002 – 2011).....	12
Slika 3: Potek sanacije na vetrolomni površini (Sprememba GGN GGE Jelovica 2002 – 2011).....	14
Slika 4: Skica ploskve	16
Slika 5: Primer ploskve velike 4 x 4 m na vetrolomni površini (foto: Š. Ščap, oktober 2008)	17
Slika 6: Primer ploskve velike 4 x 4 m na vetrolomni površini (foto: Š. Ščap, oktober 2008)	18
Slika 7: Deleži posameznih drevesnih vrst v skupnem pomladku	23
Slika 8: Delež ploskev s pomladkom in brez pomladka.....	24
Slika 9: Delež posameznih drevesnih vrst po višinskih razredih	24
Slika 10: Delež višinskih razredov glede na celoten pomladek	25

KAZALO PRILOG

Priloga A:.....	46
Opis oddelkov in odsekov pred vetrolomom.....	46
Priloga B:.....	47
Opis oddelkov in odsekov po vetrolomu.....	47
Priloga C:.....	48
Sestojna karta »Vzorčenje na vetrolomnih površinah«.....	48

1 UVOD

Gozd je vse bolj izpostavljen najrazličnejšim motnjam in obremenitvam, ki omejujejo njegovo življenjsko moč ali celo ogrožajo njegov obstoj. Motnjo lahko definiramo kot »dogodek, ki povzroči značilno spremembo normalne zgradbe in/ali delovanja ekološkega sistema« (Anko, 1993, cit. po Forman in Godron, 1986: 591) ali kot »katerikoli diskreten dogodek v času, ki zmoti ekosistem, življenjsko skupnost ali populacijsko strukturo in spremeni vire, razpoložljivost substrata ali fizično okolje« (Anko, 1993, cit. po Pickett in White, 1985: 7). Motnje so lahko različnih jakosti, pogostosti, prizadenejo lahko različno veliko površino, lahko so kratkotrajne ali pa trajajo daljše obdobje (Anko, 1993; Poljanec in sod., 2008). Motnje lahko povzročijo tudi veliko ekonomsko škodo, včasih celo ogrožajo človeška življenja. Podnebne spremembe tudi pomembno vplivajo na režim motenj v gozdovih, saj so te pogostnejše in praviloma večjih jakosti (Papler-Lampe, 2008).

Motnje so sestavni del naravnih procesov in jih zato ni mogoče preprečiti. Pogosto pa želimo s strokovnimi ukrepi preprečiti ali omiliti njihove škodljive posledice. Frekvenca, predvsem pa jakost nekaterih naravnih motenj se povečuje (Schelhaas in sod., 2003; Diaci, 2007; Poljanec in sod., 2008). Naravna motnja je dogodek, ki povzroči nepredvidene izgube žive gozdne biomase ali dogodek, ki zmanjšuje dejanske ali potencialne vrednosti lesa ali gozda (Schelhaas in sod., 2003). Za abiotske naravne motnje (npr. veter, sneg, žled, padavine) in biotske (npr. gradacija podlubnikov), ki prizadenejo večje površine oziroma so večjih jakosti, uporabljamo tudi izraz ujme (Papež, 2005; Jakša, 2007; Poljanec in sod., 2008). V gozdnogospodarskem območju Bled ujme v enem koledarskem letu uničijo vsaj 30.000 m³ gozdnega drevja (Papler-Lampe, 2008). Posledice takšnih nezaželenih ujm so vetrolomi, snegolomi, žledolomi, požari, gradacije podlubnikov itn. Takšna tveganja pri gospodarjenju z gozdovi želimo zmanjšati z gospodarjenjem, predvsem z ustreznim usmerjanjem razvoja gozdov. Dejavniki tveganja so: spremenjena naravna drevesna sestava gozdov, zmanjšana mehanska ali biološka stabilnost gozdnih sestojev ter neustrezna sestojna zgradba (Poljanec in sod., 2008). Motnje se namreč pogosteje pojavljajo v spremenjenih ter nenegovanih gozdnih sestojih (Schelhaas in sod., 2003). Drevesne vrste so različno odporne na pojav ujm; tako je smreka v primerjavi z jelko bolj dovzetna za vetrolome in snegolome, čisti smrekovi sestoji so zato labilni, smreka pa je v

Evropi med najbolj prizadetimi drevesnimi vrstami zaradi naravnih ujm (Schelhaas in sod., 2003; Ogris in Jurc, 2004; Jakša, 2007). Mešani in raznodobni, predvsem prebiralni sestoji so znatno bolj odporni na ujme (Bleiweis 1983; Bachmann in sod., 2005). Z nego drogovnjakov povečamo odpornost in stabilnost sestojev in s tem zmanjšamo možnost pojavljanja snegolomov in vetrolomov (Smukavec, 1973); v tej razvojni fazi osebki tekmujejo za svetlobo, rast v višino je intenzivna, zato so v neredčenih sestojih krošnje majhne, koreninski sistem pa slabo razvit. V premalo ali prepozno redčenih sestojih z visoko lesno zalogo so zato poškodbe zaradi vetra, snega in bioloških dejavnikov znatno večje (Schelhaas in sod., 2003; Bachmann in sod., 2005). Redčenja je potrebno izvajati redno in z ustrežno intenziteto, z njimi je potrebno začeti zgodaj (Jakša, 2007). Bosshard (1967), ki je proučeval švicarske gozdove, priporoča v izogib škodam snovanje mešanih gozdov, pravočasno redčenje mladih in srednje starih sestojev ter pomladitev prestarih gozdov. Gozdarji ne moremo odločujoče vplivati na pojav naravnih ujm, lahko pa stremimo k vzgoji odpornejših sestojev in s tem poskušamo zmanjšati pojavnost in obseg škod zaradi ujm. Možnosti za to so predvsem z izbiro najustrežnejših avtohtonih in tudi ekonomsko zanimivih drevesnih vrst, s pravočasnim izvajanjem gojitvenih in varstvenih ukrepov in z upoštevanjem sodobnih načel gojenja gozdov. Poleg ustreznih načrtovanih ukrepov je pomembna tudi stalna spremljava razvoja gozdnih sestojev, ki omogoča izboljševanje gospodarjenja z gozdovi. Opisan pristop pri gospodarjenju z gozdovi zahteva dobre strokovne kadre in na spremembe pripravljene lastnike, izvajalce in širšo javnost (Papler–Lampe, 2008).

Ujme v gozdnem prostoru zahtevajo posebno obravnavo pri načrtovanju in gospodarjenju. Najbolj pogoste ujme v Sloveniji so snegolomi, žledolomi, vetrolomi, požari in gradacije podlubnikov (Poljanec in sod., 2008). Po vsaki ujmi Zavod za gozdove (ZGS) izdela sanacijski načrt, v katerem je ujma natančno dokumentirana. Načrt je hkrati temelj, na podlagi katerega Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) sprosti dodatna finančna sredstva. Sanacije ujm v gozdovih so zaradi dolgih razvojnih ciklov gozdnih sestojev, zahtev varstva gozdov, zagotovitev varnega dela, pogosto težkih terenskih razmer in omejenih finančnih virov v primerjavi s sanacijami ujm na drugih površinah specifične in pogosto zahtevajo veliko časa. Zaradi različnih naravnih, gozdnogospodarskih in socialnoekonomskih razmer ter različnih ujm so sanacije prizadetih

gozdov različne. Ne glede na razlike pa lahko za vse sanacije uporabimo enoten upravljalški postopek, pri katerem razlikujemo naslednje korake: inventuro, odločanje in načrtovanje, izvedbo in kontrolo (Poljanec in sod., 2008).

Del sanacijske izvedbe je obnova prizadete gozdne površine. Ta lahko traja nekaj let ali celo desetletij. Proces obnove je zahteven in dolgotrajen, stroški pa veliki in običajno presegajo neposredne ekonomske koristi prodanega posekanega lesa na prizadeti površini (Jakša, 1997). Na isti prizadeti površini lahko uporabimo različne načine obnove. V sanacijskem načrtu opredelimo lokacije posameznih načinov obnove, določimo lahko tudi prioritete izvedbe obnove glede na ekstremnost rastiščnih razmer, njihovo proizvodno sposobnost in stopnjo poškodovanosti sestojev na prizadeti površini. Ujme so lahko razlog za spremembo gospodarjenja tudi na širšem območju prizadetih površin, saj se prejšnje prioritete glede obnavljanja sestojev lahko spremenijo. Zato je ob večjih ujmah potrebno dopolniti gozdnogospodarske načrte.

Pogosta dilema pri obnovi prizadete površine je, ali uporabiti umetno ali naravno obnovo ali pa kombinacijo obeh obnov. Mnogi menijo, da je umetna obnova nujno potrebna samo na zahtevnih in skrajnostnih rastiščih ali na površini, kjer ni semenjakov ciljnih drevesnih vrst (Papler-Lampe, 2009). Na prizadetih površinah, predvsem na ekstremnejših rastiščih, lahko pride do nezaželenih degradacijskih procesov, kot so zakrasevanje, erozija, usadi, plazovi, itn (Papler-Lampe, 2009). Specifičen problem pri obnovi prizadetih površin lahko predstavlja zatavljenost oziroma razvoj bujne zeliščne in grmovne vegetacije (Ott in sod., 1991; Diaci, 2002, 2005; Kupferschmid in Bugmann, 2005; Rammig in sod., 2006). Pri umetni obnovi je pomembna odločitev o izbiri drevesnih vrst, saj želimo oblikovati odpornejši sestoj od prejšnjega. Zaradi ekonomskih in tudi ekoloških razlogov ima naravna obnova prizadetih površin prednost pred umetno.

Sanacija in obnova velikih ogolelih površin je zagotovo področje, ki je bilo v Sloveniji doslej pomanjkljivo raziskano (Papler-Lampe, 2009). Veliko več raziskav najdemo v srednjeevropskih državah, saj so predvsem obsežni vetrolomi v zadnjih desetletjih spodbudili raziskovalno delo na tem področju (npr. Schütz in sod., 2006; Ilisson in sod., 2007; Vodde in sod., 2009). Tudi pri nas smo ob zadnjih ujmah v gozdnem prostoru prišli do nekaterih spoznanj glede sanacije ter obnove ogolelih površin, od katerih navajamo

samo nekatere. Posek in pospravilo je treba opraviti čim prej, saj je lastnik zainteresiran za čim večji finančni donos. Hitro pospravilo uničenega drevja je zagotovilo za kar najboljšo mogočo sortimentacijo lesa, preprečuje pa tudi namnožitve podlubnikov (Papler-Lampe, 2009). Pri sanaciji je treba zagotoviti varno delo, saj razmere na prizadetih površinah lahko ogrožajo življenja izvajalcev. Naravna obnova je uspešnejša, če na ogoleli površini ostane nekaj poškodovanega drevja. Zato je treba določiti, kje je mogoče odstraniti vso poškodovano lesno maso in kje je treba pustiti posamezna stoječa poškodovana drevesa ali kupe poškodovanega lesa za uspešnejšo naravno obnovo, pospeševanje ekoloških funkcij ali preprečevanje poškodb tal zaradi spravila (Poljanec in sod., 2008). Odločitev je odvisna od vodje sanacijskih del, ki mora ob ustreznem strokovnem znanju in pridobljenih praktičnih izkušnjah proučiti stopnjo poškodovanosti drevesa, starost in regenerativno sposobnost drevesne vrste ter vlogo, ki naj bi jo puščeno drevo opravilo (Bleiweis, 1983). Na večjih ogolelih površinah je nujno ohranjati vse posamično stoječe drevje, pa tudi mrežo nekaj metrov visokih štrcljev debel. V prvih letih na ogoleli površini takšno drevje zastira golo površino in zagotavlja seme. Kupi ležečih tanjših dreves služijo tudi kot protierozijska zaščita, zagotavljanju gnezdišč za živali, sposobnost zadrževanja vlage v tleh in kot ovira za prehodnost parkljarjev (Papler-Lampe, 2009).

Raziskave različnih načinov obnavljanja prizadetih gozdnih površin v Sloveniji so pomanjkljive. Rezultatov o sanaciji in obnovah takšnih površin tudi ne moremo posploševati na različne gozdne tipe. Zato je namen naše raziskave analizirati uspešnost naravne obnove na vetrolomni površini na Jelovici. Pri izdelavi sanacijskega načrta (Papler-Lampe in sod., 2006) je bila predvidena naravna obnova prizadete površine, izpostavljena pa je bila tudi zahteva (Gartner in sod., 2007), naj se po nekaj letih preveri uspešnost obnove in po potrebi dopolni ukrepe za uspešno obnovo vetrolomne površine. Zato smo dve leti po vetrolomu analizirali uspešnost naravne obnove. Kot merilo uspešnosti smo izbrali naslednje kazalnike (odvisne spremenljivke): gostoto in drevesno sestavo pomladka ter prostorsko razširjenost pomladka na vetrolomni površini. Pri tem smo določili naslednje hipoteze:

- naravna obnova na vetrolomni površini poteka uspešno;

- med lokacijami na vetrolomni površini obstajajo znatne razlike v gostoti in sestavi pomladka, ki so posledica predvsem oddaljenosti od gozdnega roba (semenjakov) in mikrorastiščnih razmer;
- v pomladku prevladuje smreka.

2 PREGLED RAZISKAV

Pomen motenj je v različnih geografskih predelih različen: vetrolomi največkrat prizadanejo gozdove v alpskem svetu, sneg in žled ogrožata predvsem tanjše sestoje na nadmorskih višinah med 600 in 1000 m, požari so značilni in pogosti v Mediteranu in borealnih gozdovih. Podlubniki se pogosto pojavljajo kot sekundarne motnje, ki sledijo abiotskim, in ogrožajo predvsem zasmrečene gozdove (Schelhaas in sod., 2003; Poljanec in sod., 2008).

Zaradi različnih naravnih razmer in vrst motenj, ki prizadanejo gozdove, je tudi potek sanacij različen. Evropo je v zadnjem desetletju prizadelo kar nekaj hudih ujm. Konec decembra 1999 je hud orkan prizadel Srednjo Evropo, in sicer severno Francijo, jugozahodno Nemčijo in severno Švico. Podrl je 185 milijonov m³ lesa in uničil 70.000 ha gozdov, v katerih je prevladovala smreka, manj je bilo jelke in bukve (Schütz in sod., 2006). Ugotovitve so pokazale, da je smreka bolj občutljiva na veter. V Švici so bili prizadeti tudi negovani sestoji, v katerih so izvajali intenzivno redčenje z zgodnjim pričetkom in pogostim vračanjem (Schütz in sod., 2006). Julija 2001 je vetrolom prizadel vzhodno Estonijo (Ilisson in sod., 2007; Vodde in sod., 2009), kjer prevladujejo smrekovi sestoji s primešanimi listavci. Ugotovili so, da je obnova po vetrolomu otežena zaradi poškodovanih tal, ki jih je povzročila strojna mehanizacija pri sečnji in spravilu lesa. Posek in pospravo poškodovanih sestojev spremeni drevesno sestavo za nekaj desetletij, saj se na prizadeti površini poveča število in obilje pionirskih vrst. Raziskava obnove smrekovega sestoja po vetrolomu v Estoniji je pokazala, da je smreka ena izmed redkih avtohtonih vrst, ki se na prizadeti površini lahko uveljavi pod zastorom preživelih dreves in preraste v zgornjo drevesno plast.

Ujme poškodujejo tudi pragozdove. Pri nas so v pragozdnih ostankih pogoste predvsem motnje manjše ali srednje jakosti (Nagel in sod., 2006). Vendar je površina naših pragozdov premajhna, da bi lahko dokončno sklepali o režimu motenj. Kar nekaj raziskav je bilo narejenih v pragozdu Pečka (npr. Nagel in sod., 2006). Poleti 1983 je tu nevihta povzročila škodo srednje jakosti v gozdu bukve in jelke, poškodovanih je bilo 12 ha gozda. Raziskave so pokazale, da so drevesa večjih premerov bolj odporna na veter. V odprtih vrzelih se po motnji pojavi močna konkurenca za svetlobo tudi pri sencozdržnih vrstah.

Zato je gostota mladice kar šestkrat manjša, kot na kontrolni ploskvi z ohranjenimi sestoji (100 x 100 m), ki ima enake rastiščne razmere kot prizadeta ploskev. V pragozdovih sanacija ne pride v poštev, zato se ležeča drevesa postopno razgradijo in omogočajo mladici boljši razvoj. Raziskave so namreč pokazale, da mladice, ki rastejo blizu ležečih dreves, zrastejo višje in so manj poškodovane zaradi objedanja (Nagel in sod., 2006). Marinšek in Diaci (2004) sta na vetrolomni površini na Ravni gori ugotovila prav nasprotno: največje število pomladka je bilo na mestih, kjer je bilo najmanj ležečih mrtvih dreves. Prisotnost pomladka in podstojnega drevja v odraslih pragozdnih sestojih je ključnega pomena v primeru ujm, saj ti osebkci predstavljajo nosilno generacijo za nadaljni razvoj v vrzeli (Marinšek in Diaci, 2004).

V zadnjih štirih letih je pet večjih ujm prizadelo gozdove v različnih delih Slovenije (Poljanec in sod., 2008): vetrolom Jelovica junija 2006, požar Šumka–Trstelj julija 2006, snegolom na Zgornjem Gorenjskem, ki je januarja 2007 prizadel planote Mežaklo, Pokljuko in Jelovico, vetrolom v Trnovskem gozdu ter v pasu med Komendo, Črnivcem in Gornjim Gradom julija 2008, in vetrolom Kozjansko–Brežice avgusta 2008. Prioritetne aktivnosti pri sanaciji prizadetih površin so bile: odpiranje novih gozdnih cest in vlak, pospravo lesa, kjer je potencialno ogroženo premoženje ljudi, pospravo lesa na erozijskih območjih, vodotokih in sestojih, kjer preti prenamnožitev podlubnikov. V primeru opožarjenih površin je treba suho drevje odstraniti, saj je ob ponovnem vžigu gorljivo (Papler–Lampe, 2009). Pri požaru in vetrolomih je bilo uničenje gozda ploskovno (Papler-Lampe, 2006; Košir in Jež, 2008), zato je prevladovala strojna pospravilna sečnja. Snegolom pa je povzročil posamične, šopaste in ploskovne poškodbe, drevesa so se lomila, zato je bila nujna poleg strojne tudi klasična sečnja. Pri snegolomu poteka obnova s širitvijo vrzeli, z upoštevanjem stabilnega sestojnega roba in primerne pomladitvene mikroklimi. Druga možnost je pospeševanje polnilnega sloja, saj tako dosežemo vsaj globljo prekoreninjenost ter z opadom listavcev izboljšano hranilno vrednost tal (Papler-Lampe, 2008). Na Komnu, ki ga je prizadel požar, prevladujejo manj produktivna rastišča, ki pogosto preidejo v kamenišča. Zato je bila sanacija usmerjena tudi v preprečevanje degradacije rastišča. V prvi fazi sanacijskega načrta je bila na površinah popolnoma pogorelih gozdov predvidena umetna obnova s setvijo želoda ali lahkih semen. V drugi fazi pa naj bi se preostala površina razdelila na manj prizadeta območja, kjer je mogoča

finančno ugodnejša naravna obnova, ter na preostale površine, kjer drevje odmira in bo zato potrebna umetna obnova.

Vetrolo mi so posledica vetrnih sunkov, ki na svoji poti zadevajo ob naravne ali umetne ovire in na njih povzročajo manjše ali večje poškodbe v obliki lomov, prelomov in izruvov (Bleiweis, 1983). Veter lahko uniči posamezna drevesa, skupine, šope ali cele sestoje. Vrste poškodb, ki jih povzroča veter, so odvisne od njegove hitrosti, oblike terena, vrste in stanja tal, predvsem namočenosti, razvojne faze in zarasti sestojev ter oblik in velikosti krošenj dreves (Jakša, 2007).

Slovenija leži na zmernih zemljepisnih širinah, na katerih prevladujejo zahodni vetrovi. Zaradi zavetrne lege pod Alpami in kotlinsko-dinarskega značaja površja je za Slovenijo značilna slaba prevetrenost in velik delež brezvetrja pri tleh. Vetrovi, ki pihajo v Sloveniji, so večinoma povezani s prehodi ciklonov in ciklogenezo v severnem Sredozemlju. Pred poslabšanjem vremena in ob prehodu ciklonov ponavadi pihajo jugozahodni vetrovi (Jakša, 2007). Viharji in orkani se pojavljajo v različnih delih Slovenije občasno in s svojo rušilno močjo povzročajo škodo v gozdovih.

Po poškodbah, ki jih povzroča veter v Sloveniji, izstopajo gozdnogospodarska območja v alpskem svetu in območja na robu visokih kraških planot (Jakša, 2007). Vetrolo mi so pogosti na Pokljuki, za katero je znana kronologija vetrolomov; leta 1923 so bili močno izsekani poključski sestoji lahek plen viharja, ki je podrl 48.000 m³ lesne mase (GGN Pokljuka, 1986, cit. po Gartner in sod., 2007). Leta 1951 je na Pokljuki padlo 36.000 m³ lesa, leta 1963 pa 51.000 m³ (Zupančič, 1969). Zupančič (1969) piše tudi o vetrolomu na postojnskem območju, kjer je julija 1965 skupaj padlo 263.045 m³ lesa. Navaja tudi škodo za kočevsko območje v letu 1952, takrat je skupaj padlo 118.500 m³ lesa. Maja 1954 je veter na Košuti (GGO Kranj) izruval 13.000 m³ lesne mase (Zupančič, 1969). Isti avtor piše o škodi tudi v novomeškem gozdnogospodarskem območju, kjer je julija 1947 padlo 35.000 m³ lesa. V mariborskem gozdnogospodarskem območju so najhujši vetrolo mi nastali v letih 1954 in 1955, saj so podrl 15 % letnega etata. V okolici Slovenj Gradca je junija 1961 orkan podrl in poškodoval več kot 33.000 m³ lesa (Zupančič 1969). O katastrofah v obdobju 1966 do 1982 piše Bleiweis (1983), in sicer sta se najhujši katastrofi zgodili v letu 1975 in 1980. Leta 1975 je v GGO Bled vihar ni veter podrl in poškodoval

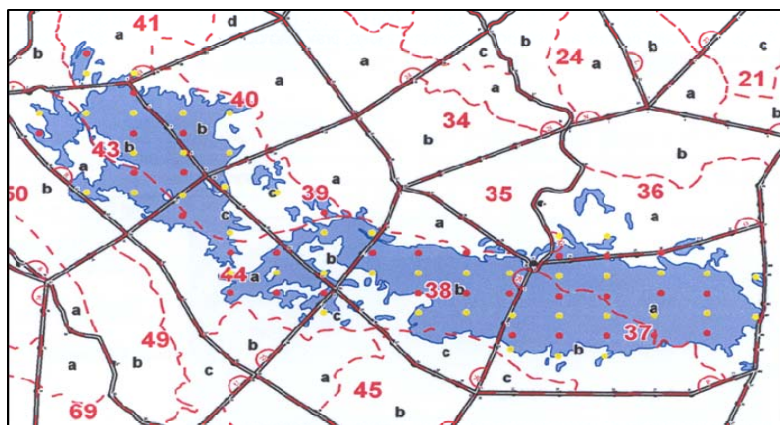
okoli 60.000 m³ lesne mase. Leta 1980 pa je neurje v Apaški kotlini na površini okoli 825 ha podrlo 55.000 m³ lesne mase. Leta 1984 je februarški karavanški fen prizadel Radovljiško–Blejsko ravnino ter obrobja Mežakle, saj je bilo potrebno posekati oziroma pospraviti 230.000 m³ lesa (ON Bled 1991, cit. po Gartner in sod., 2007). Daleč največ poškodb je veter v obdobju 1995–2006 povzročil v GGO Bled. Novembra 2002 je viharni veter na krajevni enoti Pokljuka podrl 25.490 m³ lesne mase, večinoma smreko. Orkan je 29. junija 2006 na Jelovici v trenutku podrl 85.000 m³ drevja na površini 160 ha smrekovih debeljakov (Papler–Lampe, 2006). Naslednji hujši vetrolom se je zgodil 13. julija 2008 v občini Gornji Grad, kjer je neurje poškodovalo 800 ha površin gozdov, od tega je bilo 400 ha uničenih. Poškodovanih je bilo 156.000 m³ dreves.

Največji delež sanitarnih sečenj zaradi naravnih ujm je evidentiranih v GGO Kranj, ki so v obdobju od 1995 do 2006 znašale kar 23,9 % vsega poseka, in v GGO Bled, kjer so znašale 22,7 % vsega poseka. V letih 2003, 2004, 2005 in 2006 je delež sanitarnih sečenj velik predvsem zaradi vetrolomov, ki so se pojavljali po vsej Sloveniji. Kljub vsemu je bilo v tem obdobju največ drevja posekanega zaradi žleda (1.229.302 m³), nekoliko manj zaradi vetra (1.096.720 m³) in snega (1.069.407 m³) (Jakša, 2007). Iz podatkov o količini sanitarnega poseka je razvidno, da so naravne ujme najbolj pomembne motnje v razvoju gozdov v alpskih predelih. Za obdobje zadnjih 37 let znaša sanitarni posek v GGO Bled kar 30 % celotnega poseka (Papler–Lampe, 2008). Ujme se v alpskem svetu pojavljajo periodično, praviloma si sledijo v razdobju 6-10 let, njihove posledice so različne, zato jih je treba nujno potrebno upoštevati pri gospodarjenju z gozdom.

3 OBJEKT RAZISKAVE

Jelovica spada v blejsko gozdnogospodarsko območje, ki leži v skrajnem severozahodnem delu Slovenije, v izrazito alpskem svetu južnih Julijskih Alp in zahodnih Karavank (Gartner in sod., 2007). Splošna značilnost za to območje so obilne padavine in hitre vremenske spremembe. Konec junija 2006 je hud vetrolom prizadel del planote (Papler-Lampe, 2006; Gartner in sod., 2007) in ta površina je objekt naše raziskave. Pretežni del območja vetroloma na Jelovici je na Blejskem območju (125 ha) in je del gozdnogospodarske enote (GGE) Jelovica, manjši del pa spada v Kranjsko območje (35 ha), v GGE Železniki. V raziskavi smo se omejili na del, ki leži v GGO Bled. Objekt leži v ozkem pasu med Ledinami in Ribčevo planino, na nadmorski višini 1000–1400 m, s prevladujočo severno in deloma tudi vzhodno ekspozicijo. Prevladujoča matična podlaga je apnenec, na kateri se razvijejo talni kompleksi, ki tvorijo rendzine. Klima je tipična alpska z visokogorskimi temperaturnimi ekstremi, kratko vegetacijsko dobo (110 dni) in obilnimi padavinami (do 3000 mm). Zaradi goste poraščenosti planote večino časa prevladuje brezvetrje, občasno pa se zračne mase, ki se spuščajo s strmih Julijcev na severu, razvijejo v zelo močan veter, ki lahko povzroča veliko gospodarsko škodo. Najbolj nevaren je jugozahodni veter, ki piha preko razmeroma visokih bohinjskih gora na planoto Jelovice, običajno v jesenskih mesecih (Smukavec, 1973). Nevaren je tudi severozahodni veter, ki udari preko Triglavskega pogorja, in vrtinčasti viharji, ki nastanejo v začetku poletja, ko se v Alpah hitro meša mrzli zrak s toplim.

Prevladujoča gozdna združba je predalpsko jelovo-bukovje (*Homogyno sylvestris-Fagetum*), predvsem varianti *typicum* in *calamagrostidetosum* (Gartner in sod., 2007). Drevesna sestava gozdov je večinoma spremenjena. Naravna rastišča smreke na Jelovici so le na območju barjanskih smrekovij in na mraziščih na pobočjih vrtač in brezen. Vetrolom je najbolj prizadel rastiščnogojitveni razred (RGR) Predalpska jelova bukovja v zaostrenih ekoloških razmerah (RGR 3). Na območju vetroloma so prevladovali enomerni smrekovi debeljaki.



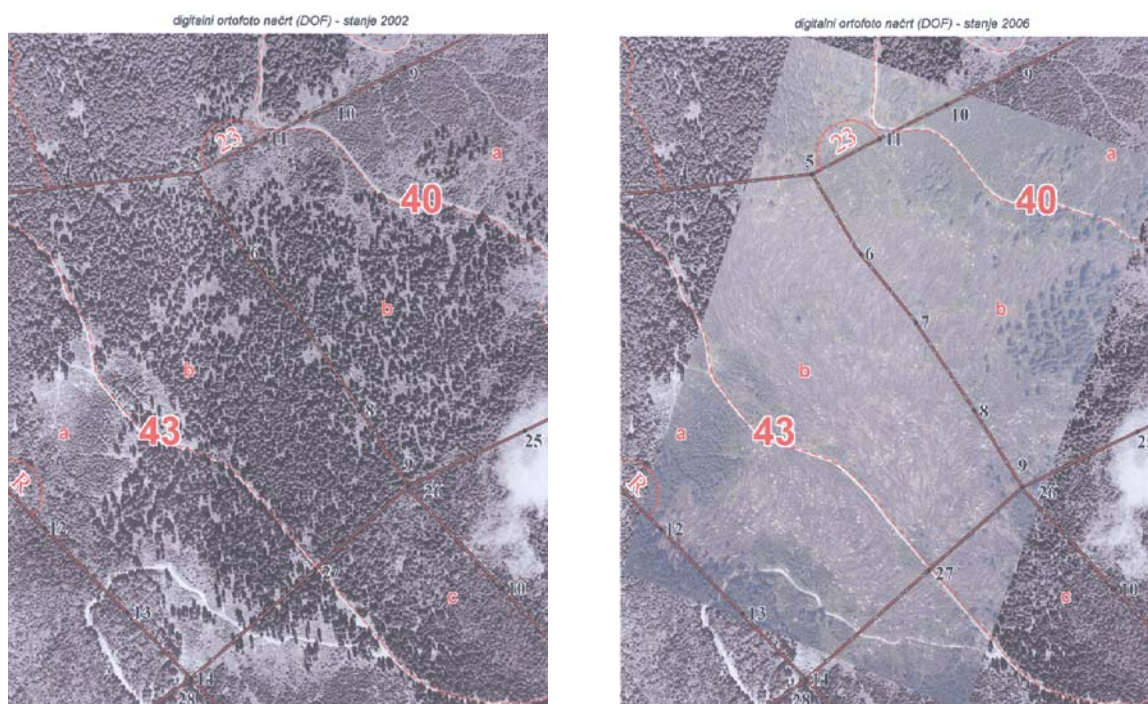
Slika 1: Lokacija vetroloma na Jelovici (Sprememba GGN GGE Jelovica 2002 – 2011)

Preglednica 1: Rastiščne razmere na platoju Jelovica (Smukavec, 1973)

Rastiščni dejavnik	
Povprečna količina padavin (mm)	2000
Maksimalna količina padavin (mm)	3000
Padavine v vegetacijskem obdobju (mm)	1200-1350
Trajanje snežne odeje (dni)	120-187
Povprečna temperatura (°C)	3,8-5,2
Matična podlaga	Ledeniška morena, apnenec, dolomit
Tip tal	Rendzine
Najpogostejši veter	Jugozahodnik, severozahodnik

Jelovica je 29.6.2006 v popoldanskem času, okoli pol petih popoldan, doživela rušilno moč vetra in katastrofalni vetrolom. Po skoraj enomesečnem obdobju lepega in zelo toplega vremena so se nad Slovenijo začele pojavljati nevihte z viharnimi vetrovi, točo in močnimi nalivi (Gartner in sod., 2007). Orkan iz severozahodne smeri je divjal po položnih pobočjih na okoli 1300 m nadmorske višine in ploskovno podrl v desetih minutah 160 ha smrekovih

debeljakov. Najbližja očividca sta bila pastirja na Ribčevi planini, ki sta bila oddaljena le 600 m zračne razdalje od območja vetroloma. Po njunih besedah je najprej zavladal popoln mir, spustila se je megla, nato pa se je približeval tak zlovešč grom, da sta se skrila v bunker. Veter je v omejenem območju, v dolžini 5 km in širini 700 m, podrl smrekove debeljake na treh obsežnih ploskvah gozda, ki merijo 35 ha, 50 ha in 75 ha, skupaj 160 ha. Padlo je okoli 85.000 m³ lesa. Povzročena škoda je bila ocenjena na 1.270.000 € (Papler-Lampe, 2009).



Slika 2: Primerjava letalskih posnetkov pred in po vetrolomu (Sprememba GGN GGE Jelovica 2002 – 2011)

ZGS je pripravil sanacijski načrt (Papler-Lampe in sod., 2006), avgusta 2006 je bil večinoma izveden. Takoj po vetrolomu je služba ZGS ugotovila obseg in lokacijo vetroloma. Na osnovi preleta z letalom je bil 7. julija 2006 izdelan grafični prikaz na gozdnogospodarskih kartah v merilu 1:10.000. Lastniki ali njihovi izvajalci so v štirih dneh očistili ceste in zagotovili prevoznost. V tem času je bila prepovedana vožnja za ves javni promet. Delavci z gozdnogospodarskega območja Bled so razpoložljivo mehanizacijo usmerili na vetrolomno površino. Uslužbenci ZGS Bled so pričeli z označevanjem drevesja za posek, vendar le na robovih vetrolomne površine, kjer so bili poškodovani šopi in posamezna drevesa.

10. julija so pričeli s posekom in odvozom poškodovanega drevja. Pri sanaciji je ključnega pomena organizacija poseka in transporta. Kot prevladujoča tehnologija pospravila je bila izbrana strojna sečnja (78 % celotne površine), zlasti zaradi položnega ter srednje strmega terena, nosilnih tal in velikih koncentracij smrekovega lesa. Na obrobju prizadete površine in v manjših vrzelih zunaj osrednjega dela vetroloma (17 % celotne površine) sta bila posek in spravilo opravljena klasično, na najbolj strmih predelih (5 % celotne površine) pa so izvedli žičnično spravilo. Prav zaradi smrekovega lesa je bilo nujno hitro pospravilo poškodovanih dreves, da se ne bi namnožili podlubniki. Napad podlubnikov je po pospravljenem vetroloma največja težava. Na tleh je lahko ogromno naletnega materiala, ki se zavrtava v podrti ležeča drevesa. Zato so izvedli ukrepe za zagotavljanje varstva gozdov, kot so gozdna higiena, postavljanje lovnih pasti in kontrolno lovnih nastav. Na vetrolomni površini na Jelovici lahko traja naravna obnova na strmih skeletnih tleh ali na s stožko (*Molinia arundinacea*) zatavljenih površinah tudi 30 let (Papler-Lampe in sod., 2006). Zato je bila na takšnih površinah izvedena sadnja. Za uspešno sadnjo je bila potrebna priprava tal za umetno obnovo, in sicer na površini 24 ha. Na 63 ha je bila predvidena tudi priprava tal za naravno obnovo. Na površinah, kjer je bila načrtovana sadnja smreke, so posadili 44.000 sadik, kar pomeni 2000 sadik/ha. Na površini, ki spada v GGO Kranj, so posadili 8000 sadik smreke, 500 sadik jelke in bukve ter 1000 sadik gorskega javorja. Zaradi prisotnosti populacij parklarjev so sadike zaščitili, in sicer smreko s premazi Kemakola, listavce (javor, bukev) in jelko pa le v GGO Kranj, in sicer s polnimi in grobomrežastimi tulci. Na lokacijah z dobro zasnovano mladovja so načrtovali postavitev dveh ograj za skupinsko zaščito, ki naj bi bila dolga 400 m. Pri pospravljenem ujme je bila uporaba vlak intenzivna, zato je ponekod potrebna rekonstrukcija, skoraj povsod pa sanacija erodiranih vlak. Sanirati je bilo potrebno tudi gozdne ceste. Načrtovani so bili tudi ukrepi za krepitev biotopskih funkcij (Papler-Lampe in sod., 2006). Izdelali so tudi oceno neposredne škode, ki je nastala zaradi 20-30 let prezgodnjega poseka.



Slika 3: Potek sanacije na vetrolomni površini (Sprememba GGN GGE Jelovica 2002 – 2011)

Na vetrolomnih kontrolnih ploskvah smo našli naslednje drevesne vrste: navadno smreko (*Picea abies* (L.) Karst.), belo jelko (*Abies alba* Mill.), bukev (*Fagus sylvatica* L.), jerebiko (*Sorbus aucuparia* L.), gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.) in ivo (*Salix caprea* L.). Med grmovnimi vrstami prevladuje navadni bezeg (*Sambucus nigra* L.).

V nadaljnjem pisanju in preglednicah bomo označevali drevesne in grmovne vrste s skrajšanimi imeni, in sicer: smreka (SM), jelka (JE), bukev (BU), jerebika (JB), gorski javor (G.JA), iva (VR) in bezeg (BEZ).

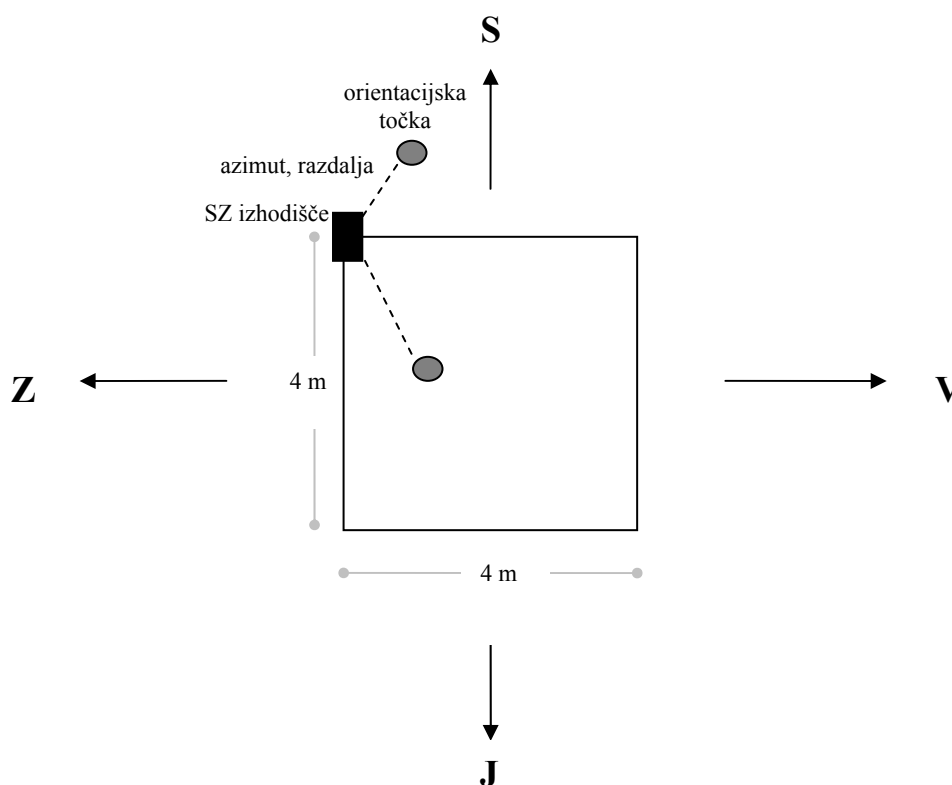
4 METODE DELA

4.1 PRIDOBIVANJE PODATKOV

Raziskava je bila narejena na celotnem območju vetroloma, ki spada v gozdnogospodarsko območje Bled. Ta vetrolomna površina obsega 125 ha. Za začetek terenskega dela smo se s pomočjo karte in GPS-a sprehodili po gozdnem robu (izven vetroloma) okoli celotne vetrolomne površine ter poiskali stalne vzorčne ploskve. Te ploskve smo vnesli v GPS in posneli njihov položaj. S pomočjo teh ploskev smo v pisarni Zavoda za gozdove Bled našli položaje ostalih ploskev, ki ležijo na vetrolomni površini. Tako smo izdelali mrežo ploskev na razdalji 100 x 200 m (100 m S-J in 200 m V-Z). Čeprav se danes postavljajo stalne vzorčne ploskve na razdalji 200 x 200 m, smo se odločili za vzorčenje na ploskvah po prejšnjem sistemu, ko so bile ploskve postavljene na razdalji 100 x 200 m. Te ploskve smo vnesli na karto (Priloga C), ki je bila podlaga za nadaljnje terensko delo. Na karti smo določili 82 vzorčnih ploskev. Pozneje smo eno ploskev izločili, ker je bila locirana na cesti, tako, da smo izvajali meritve na skupaj 81 ploskvah.

Z iskanjem in postavljanjem ploskev na čistini smo pričeli na skrajnem zahodu vetroloma. Pri lociranju ploskev na terenu smo si pomagali s položaji starih vzorčnih ploskev, ki smo jih poiskali v gozdu ob robu vetrolomne površine. Uporabljali smo GPS in merski trak. Z lesenimi količki smo označili štiri oglišča ploskve, velike 4 x 4 m. V vsako drugo ploskev (mreža 200 x 200 m) smo v SZ oglišče zabili železni količek, da bo v pomoč pri ponovnem iskanju stalnih vzorčnih ploskev.

Na vsaki ploskvi smo na njenem SZ oglišču izmerili položaj z GPS-om. Izbrali smo si tudi dve orientacijski točki (ponavadi so bile to vraščene skale), od katerih smo izmerili azimut ter razdaljo proti SZ oglišču. Te orientacijske točke smo označili z gozdarskim razpršilom, da bomo lahko tudi v prihodnje našli zakoličene ploskve. Za vsako ploskev smo narisali situacijsko skico.



Slika 4: Skica ploskve

Vsaki ploskvi smo izmerili oziroma določili orografske značilnosti (Preglednica 2), kot so: nadmorska višina, ekspozicija, nagib, oblika terena, skalovitost, globina tal. S pomočjo pedološke karte smo določili še talni tip in substrat. Na vsaki ploskvi smo opisali vegetacijske značilnosti, in sicer: opad listja in lesa, razvojno fazo, zastiranje dreves in grmovnih vrst ter ocenili delež zeliščne in mahovne plasti.

Nadmorsko višino smo odčitali iz GPS-a. Ekspozicijo smo merili z busolo, nagib pa s padomerom (v stopinjah). Oblika terena je lahko ravna (0), konveksna (1) ali konkavna (2). Globino tal smo okularno ocenili ter razdelili na plitva (1), srednje globoka (2) in globoka (3). Skalovitost, opad listja in lesa smo ocenili glede na zastiranje celotne vzorčne površine. Razvojno fazo smo določili glede na stanje na širšem območju vzorčne ploskve. Zastiranje vegetacije smo ocenili za štiri plasti, razlikovali smo zgornjo drevesno (D1) ($h > 15$ m), spodnjo drevesno (D2) (5-15 m), zgornjo grmovno (G1) (1,3 do 5 m) ter spodnjo grmovno (G2) plast ($h < 1,3$ m).

Na popisni list »Popis pomladka na popisni ploskvi« smo opisali splošne značilnosti ploskve: lokacijo (Jelovica), številko ploskve, datum popisa ter ime popisovalca. Terensko delo je potekalo od 21.10.2008 do 10.11.2008, vseh delovnih dni je bilo 13, snemalna ekipa je štela dva ali tri člane.

Na vsaki ploskvi smo prešteli mladice po drevesnih vrstah in po posameznih višinskih razredih: 0-19 cm, 20-49 cm, 50-89 cm, 90-129 cm ter drevesa prve debelinske stopnje ($h \geq 130$ cm; $dbh < 5$ cm) in druge debelinske stopnje ($5 \text{ cm} \leq dbh < 10$ cm). Klic nismo popisovali. Okularno smo ocenjevali poškodovanost posameznih mladice. Evidentirali smo vsa drevesa ($dbh > 10$ cm) na ploskvi, tudi sajena, vendar teh dreves nismo upoštevali pri računanju. Grmovnih vrst nismo popisovali, smo pa ocenjevali njihovo pokrovnost na ploskvi.

Pri opravljanju terenskega dela smo potrebovali opremo, in sicer: 40 železnih količkov (za zakoličevanje SZ oglišča ploskve na mreži 200 x 200 m), 284 lesenih količkov (za zakoličevanje vseh oglišč ploskve), palico, dolgo 1,3 m, z označenimi višinskimi pasovi mladice (20, 50, 90 in 130 cm), busolo, padomer, GPS, tridesetmeterski in petnajstmetrski trak, obrazce in zvezek za risanje skic.



Slika 5: Primer ploskve velike 4 x 4 m na vetrolomni površini (foto: Š. Ščap, oktober 2008)



Slika 6: Primer ploskve velike 4 x 4 m na vetrolomni površini (foto: Š. Ščap, oktober 2008)

4.2 PRIPRAVA IN OBDELAVA PODATKOV

Vse podatke o orografskih in sestojnih spremenljivkah (Preglednica 2) smo vnesli v excelovo tabelo. Poleg posnetih oziroma na terenu ocenjenih spremenljivk smo v kabinetu dodali šest spremenljivk, in sicer: razdaljo ploskve do najbližje zaplate odraslega drevja (površina zaplate je morala biti vsaj 8 arov, saj je to najmanjša površina gozda, za katero smo na ZGS, OE Bled dobili točne razdalje), razvojno fazo na ploskvi pred vetrolomom, lesno zalogo iglavcev in listavcev (m^3/ha) ter njihov delež (%) v skupni lesni zalogi. Razdalje od posamezne vzorčne ploskve do zaplate drevja smo ugotovili s pomočjo programa MapInfo. Razvojno fazo vsake ploskve pred vetrolomom smo določili s presekom sestojne karte (ZGS, OE Bled) in naših ploskev. Lesno zalogo in delež listavcev ter iglavcev pred vetrolomom pa smo določili s presekom karte stalnih vzorčnih ploskev (ZGS, OE Bled) in naših ploskev. Za potrebe statistične obdelave smo kategorialne spremenljivke pretvorili v binarne kategorialne spremenljivke.

Preglednica 2: Spremenljivke, ki smo jih uporabili v multivariatnih analizah

	Spremenljivka	Tip spremenljivke	Opis spremenljivke	Vključena spremenljivka
Orografski dejavniki	NMV	zvezna	Nadmorska višina (°)	-
	exp_NE	0/1	Severovzhodna ekspozicija (1=NE, 0=ostalo)	-
	exp_E	0/1	Vzhodna ekspozicija (1=E, 0=ostalo)	-
	exp_SE	0/1	Jugovzhodna ekspozicija (1=SE, 0=ostalo)	da
	exp_S	0/1	Južna ekspozicija (1=S, 0=ostalo)	-
	exp_SW	0/1	Jugozahodna ekspozicija (1=SW, 0=ostalo)	da
	exp_W	0/1	Zahodna ekspozicija (1=W, 0=ostalo)	-
	exp_NW	0/1	Severozahodna ekspozicija (1=NW, 0=ostalo)	-
	NAGIB	zvezna	Nagib ploskve (°)	-
	TER_KONV	0/1	Konveksna oblika terena (1=konveksno, 0=konkavno, ravnina)	da
	TER_KONK	0/1	Konkavna oblika terena (1=konkavno, 0=konveksno, ravnina)	da
	SKALOVITOST	zvezna	Delež skalovitosti	da
	SUB_APNEN	0/1	Substrat tal (1=apnenec, 0=morena)	da
	GLOB_TAL_PLIT	0/1	Globina tal (1=plitka, 0=srednje globoka, globoka)	da
	TLA_RENDZINA	0/1	Tip tal (1=rendzina, 0=rjava tla)	da
Sestojni dejavniki	OPAD_LISTJA	zvezna	Delež opada listja	da
	OPAD_LESA	zvezna	Delež opada lesa	da
	D1	zvezna	Delež zastora dreves višjih od 15 m	da
	D2	zvezna	Delež zastora dreves visokih od 5-15 m	-
	G1_G2	zvezna	Delež zastora grmovnih vrst visokih do 15 m	da
	Z	zvezna	Delež zeliščne plasti	da
	M	zvezna	Delež mahovne plasti	da
	RAZD_ZAPLA	zvezna	Razdalja do najbližje zaplate (m)	da
	RF_DRG	0/1	Razvojna faza drogovnjak (1=drogovnjak, 0=ostalo)	-
	RF_DEB	0/1	Razvojna faza debeljak (1=debeljak, 0=ostalo)	-
	RF_POM	0/1	Razvojna faza pomlajenec (1=pomlajenec, 0=ostalo)	da
	RF_RZND	0/1	Razvojna faza raznodobni gozd (1=raznodobno, 0=ostalo)	da
	LZ_SKUP	zvezna	Lesna zaloga na hektar pred vetrolomom	-
	DEL_LST	zvezna	Delež listavcev na ploskvicah pred vetrolomom	da

V statistični obdelavi podatkov smo preliminarno uporabili standardne univariatne teste – neparametrični Spearmanov korelacijski koeficient in χ^2 -teste. Da bi upoštevali vzajemno delovanje rastiščnih in sestojnih dejavnikov na pojav in obilje pomladka, smo uporabili multivariatne statistične metode, in sicer binarno logistično regresijo in posplošeni linearni regresijski model (GZLM). Pri obdelavi podatkov smo upoštevali samo naravni pomladek.

Da bi ugotovili, katere neodvisne spremenljivke vplivajo na pojavnost pomladka na ploskvah po vetrolomu, smo uporabili binarno logistično regresijo (Hosmer in Lemeshow, 2000). Če govorimo o verjetnosti določenega dogodka, ki se zgodi ali se ne zgodi, je verjetnostna porazdelitev za slučajno spremenljivko, ki opisuje tak izid, binomska porazdelitev. V našem primeru je bila odvisna spremenljivka prisotnost naravnega

pomladka. Če je bila vsaj ena mladica prisotna na ploskvi, smo to označili kot dogodek (vrednost neodvisne spremenljivke je bila 1), če pa na ploskvi ni bilo nobene mladice, je bila vrednost 0.

Verjetnost, da ima odvisna spremenljivka vrednost 1, ob upoštevanju neodvisnih spremenljivk x_1, x_2, \dots, x_p , se izrazi takole (Košmelj, 2001):

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

Iz tega sledi:

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

‘Logit’ funkcija se izraža kot linearna kombinacija neodvisnih spremenljivk (2). Tako je interpretacija posameznega parametra multivariatnega logističnega modela naslednja: $\exp(\beta_i)$ predstavlja razmerje obetov za i -to spremenljivko, pri upoštevanju ostalih neodvisnih spremenljivk $x_j, j = 1, \dots, p, j \neq i$, ki so v modelu.

V multivariatnem modelu logistične regresije so upoštevani podatki o vseh spremenljivkah. Kolikšen je vpliv ostalih spremenljivk na i -to spremenljivko, lahko presodimo s primerjavo ocene parametra β_i v univariatnem in multivariatnem modelu (Košmelj, 2001)

Vse neodvisne spremenljivke smo vključili v proceduro za izračun pojasnjevalnih modelov, ki smo jo povzeli po Klopčiču in sodelavcih (2009). V preliminarni analizi za izdelavo pojasnjevalnega modela z logistično regresijo smo s Spearmanovim korelacijskim koeficientom (r) izračunali korelacije med odvisno in zveznimi neodvisnimi spremenljivkami: le ena spremenljivka v paru, ki je imela $r > 0,45$, je bila vključena v proces modeliranja. V naslednjem koraku smo preverili povezanost med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami s kontingenčnimi tabelami in χ^2 –testom za kategorialne neodvisne spremenljivke ter t-testom za zvezne neodvisne spremenljivke: če je bil $p < 0,25$, je bila neodvisna spremenljivka vključena v proces modeliranja, v nasprotnem pa je bila izključena iz postopka. Ko je bil izbran nabor neodvisnih spremenljivk, smo jih vključili v izračun binarne logistične regresije z metodo »backward stepwise«. Neodvisne spremenljivke so bile vključene v model pri $p < 0,5$, izključene iz njega pa pri $p > 0,10$.

Postopek smo izvedli z največ 20 iteracijami. V model vključene neodvisne spremenljivke smo testirali z »Variance Inflation Factor« (VIF) test, ločeno za zvezne in kategorialne spremenljivke. Postopoma smo vsaki neodvisni spremenljivki v modelu izračunali linearno (če je bila odvisna spremenljivka zvezna) ali logistično regresijo (če je bila odvisna spremenljivka kategorialna). V obeh primerih smo iz izračunanega determinacijskega koeficienta R^2 izračunali vrednost enačbe $1/(1-R^2)$; če je bila vrednost manjša od 10, smo spremenljivko obdržali v modelu, v nasprotnem pa jo odstranili iz modela in model izračunali na novo.

Obilje pojavljanja naravnega pomladka smo preverjali s posplošenim linearnim regresijskim modelom (GZLM). GZLM je posplošitev splošnega linearnega modela (npr. GLM, multipla regresija, ANOVA/MANOVA). V svoji najpreprostejši obliki, linearni model določa (linearno) razmerje med odvisno spremenljivko Y in sklopom neodvisnih spremenljivk X , tako da velja:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots b_kx_k \quad \dots(3)$$

V tej enačbi so b_0 , b_1 , b_2 , b_k regresijski koeficienti, spremenljivke 1 do k pa izračunamo iz podatkov. Zaradi odstopanja porazdelitve odvisne spremenljivke od normalne porazdelitve smo uporabili posplošen linearni regresijski model, za porazdelitveno funkcijo pa smo izbrali negativno binomsko funkcijo. Vseh 29 neodvisnih spremenljivk (Preglednica 2), opredeljenih kot zvezne ali kategorialne, smo vključili v proces modeliranja. Tako kot pri binarni logistični regresiji, smo tudi tu najprej izračunali Spearmanove korelacijske koeficiente (r) med odvisno in zveznimi neodvisnimi spremenljivkami: le ena spremenljivka v paru, ki je imela $r > 0,60$, je bila vključena v nadaljevanje postopka modeliranja. Tu smo mejo povišali, da smo lahko vključili nekatere, za nas pomembne spremenljivke, ki bi bile sicer izključene. Vse neodvisne spremenljivke, ki niso bile statistično značilne ($p \geq 0,05$), smo postopoma izločali iz izračunanega modela ter postopek ponavljali do končnega modela, v katerem so bile vse neodvisne spremenljivke statistično značilne ($p < 0,05$). Kot kriterij prilagajanja modela podatkom smo uporabljali razmerje devianca/stopinje prostosti; če je bilo razmerje blizu 1, smo sklepali, da se je model dobro prilagajal podatkom. Dodatno smo model preverili še z analizo ostankov (residualov).

S pomočjo binarne logistične regresije želimo torej ugotoviti, kje se pomladek pojavi in kje ne, ter katere neodvisne spremenljivke vplivajo, da se ponekod pomladek ne pojavi. Ker pa nas zanima tudi, katere spremenljivke vplivajo na obilje pomladka, oziroma zakaj je ponekod pomladek bolj številčen kot na drugih lokacijah, smo izračunali še posplošeni linearni regresijski model. Pri tem ni nujno, da oba modela nakazujeta povsem enake zakonitosti, pričakujemo pa podobne oziroma istosmerne rezultate.

Pri obeh modelih so bili izračuni narejeni v statističnem programu SPSS 17.0 for Windows.

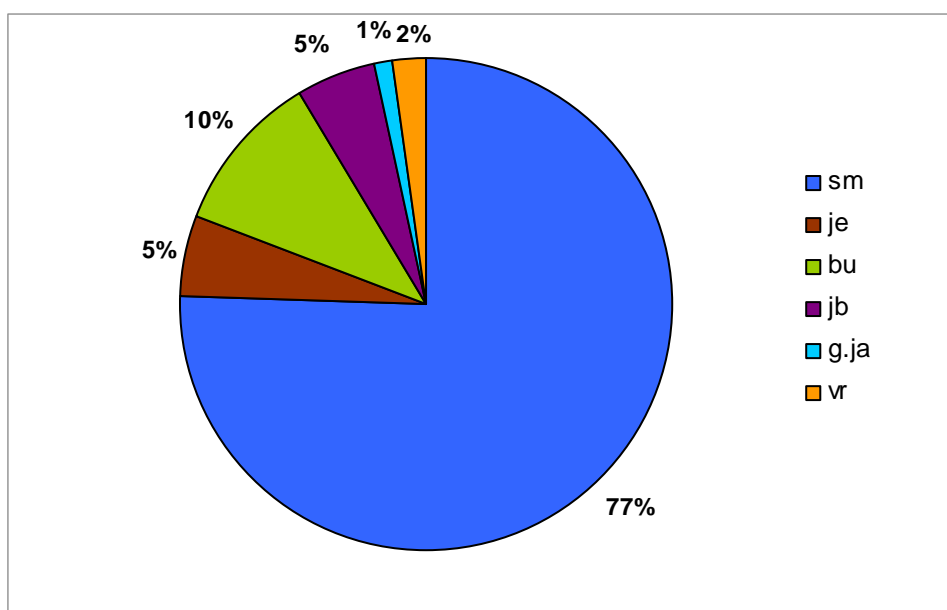
5 REZULTATI

5.1 GOSTOTA, RAZŠIRJENOST, STRUKTURA IN SESTAVA POMLADKA

Skupna količina pomladka na 81 ploskvah je 1031 osebkov (Preglednica 3), to pomeni 7955/ha. V pomladku prevladuje smreka (Slika 7), manj je bukve, jelke in jerebrike. Zanimiva je znatna prisotnost ive in majhna gorskega javorja (2 % celotnega števila).

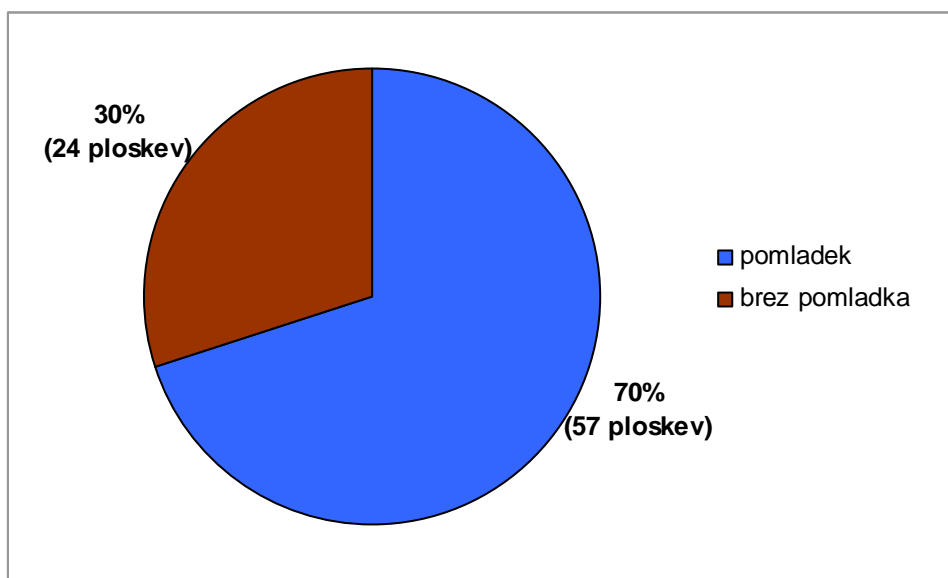
Preglednica 3: Količina pomladka po višinskih razredih in drevesnih vrstah na hektar

	Sm	Je	Bu	Jb	G.ja	Vr	Skupaj
Skupni pomladek	6011	424	833	417	93	177	7955
Skupna poškodovanost	185	63	100	100	23	0	471
0-19 cm	3503	216	409	162	23	77	4390
20-49 cm	1227	62	224	131	54	70	1768
50-89 cm	586	77	54	93	8	31	849
90-129 cm	324	39	46	8	8	0	425
1.-2. DS	371	31	100	23	0	0	525



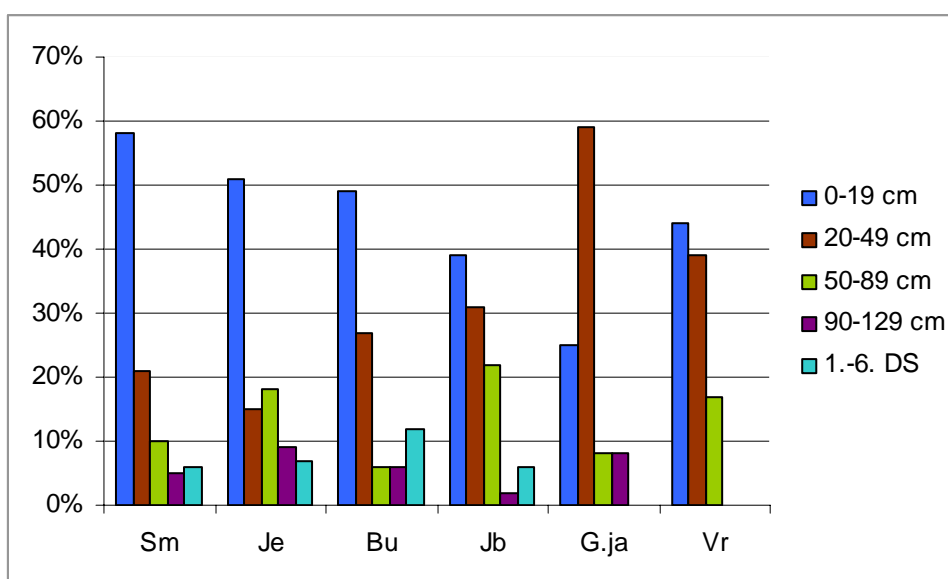
Slika 7: Deleži posameznih drevesnih vrst v skupnem pomladku

Na pretežnem delu vzorčnih ploskev (Slika 8) smo registrirali vsaj eno mladico, tako da govorimo o prisotnosti pomladka. Vendar je delež (30 % celotne površine) brez pomladka presenetljivo visok.



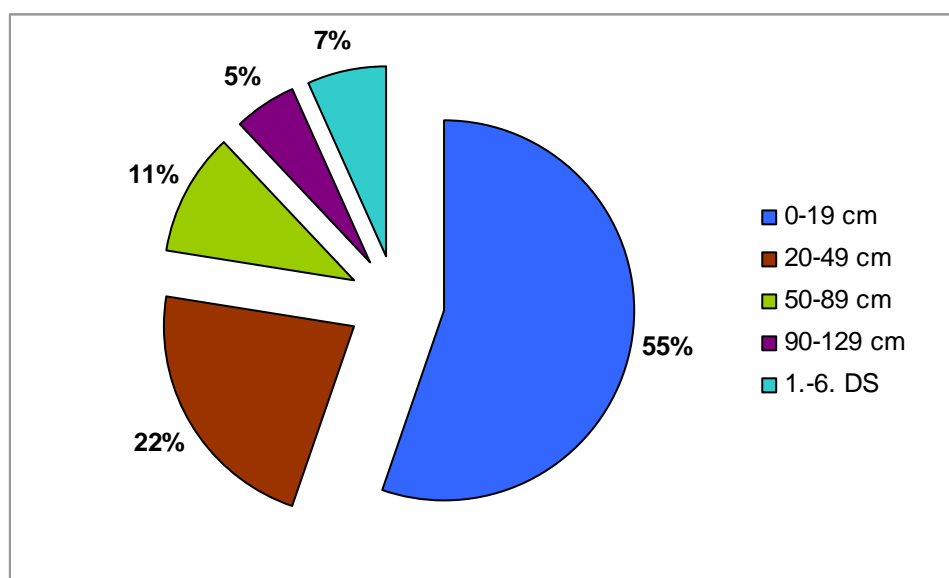
Slika 8: Delež ploskev s pomladkom in brez pomladka

Večina mladice, 55 % od skupnega števila, je visokih do 19 cm. Največji delež mladice v prvem višinskem razredu je pri vseh drevesnih vrstah, razen pri gorskemu javorju, kjer je 58 % vseh javorjev v višinskem razredu 20–49 cm. Najmanj mladice smo registrirali v razredu 90–129 cm, le 425/ha. Bukev ima izmed vseh ostalih drevesnih vrst največji delež drevesc od 1. do 2. debelinske stopnje, medtem, ko takšnih drevesc pri gorskemu javorju in ivi nismo našli.



Slika 9: Delež posameznih drevesnih vrst po višinskih razredih

Več kot polovica vsega pomladka je v najnižjem višinskem sloju, 22 % je mladice od 20 do 49 cm, z 11 % sledi višinski razred od 50–89 cm, 7 % je dreves visokih nad 130 cm ter debelinskega razreda od 1 cm do pod 10 cm. Najmanj pa je dreves visokih od 90 do 129 cm.



Slika 10: Delež višinskih razredov glede na celoten pomladek

5.2 UNIVARIATNA ANALIZA GOSTOTE POMLADKA

Največji vpliv na število pomladka ima zastiranje grmovnih vrst in grmovnih ter drevesnih vrst skupaj (Preglednica 4). Negativen vpliv na število pomladka ima razdalja ploskvic do najbližje zaplate, kar pomeni, da se s povečanjem razdalje do semenskih dreves zmanjšuje število pomladka. Količina pomladka je odvisna še od pokritosti tal z zeliščno in mahovno plastjo ter od opada listja.

Na količino smrekovega pomladka najbolj vpliva zastiranje grmovne plasti. Tudi zastiranje grmovnih in drevesnih vrst skupaj, zeliščna in mahovna plast ter pokritost tal z listjem vplivajo na število smrekovega pomladka. Negativno in šibko vpliva tudi nagib terena.

Pri jelki in bukvi so korelacije šibke. Pozitiven vpliv na količino jelovega pomladka ima zastiranje grmovne plasti in grmovne ter drevesne plasti skupaj, pokritost tal z mahovno

plastjo in opad listja. Tudi pri bukvi vpliva na količino pomladka zastiranje in pokritost tal z listjem.

Preglednica 4: Spearmanovi korelacijski koeficienti med rastiščnimi in sestojnimi dejavniki ter skupnim številom pomladka in pomladka po drevesnih vrstah (prikazani so samo dejavniki, med katerimi je bila ugotovljena statistično značilna korelacija $p < 0,05$)

Spremenljivke	Pomladek	Smreka	Jelka	Bukev
Nagib		-0,231		
D1	0,224			0,281
D2	0,243			
G1_G2	0,583	0,561	0,329	0,292
D1_D2_G1_G2	0,543	0,474	0,316	0,316
Z	0,399	0,487		
M	0,372	0,331	0,311	
Opad listja	0,419	0,325	0,259	0,425
Razd.zaplata	-0,503			

5.3 REZULTATI MULTIVARIATNE ANALIZE

V pojasnjevalni model pojavljanja naravnega pomladka na vetrolomni površini (Preglednica 5) je bilo vključenih 6 neodvisnih spremenljivk, 4 v model za pojavljanje pomladka smreke, 4 za bukev in 3 za jelko. Vse v model vključene spremenljivke so bile statistično značilne glede na Waldovo statistiko ($p < 0,05$). Vrednosti VIF testa niso v nobenem primeru presegle mejne vrednosti 10, zato smo v vseh primerih obdržali izračunane modele. Hosmer-Lemeshov test prilagajanja podatkov modelu je v vseh primerih pokazal, da se podatki dobro prilagajajo modelu (χ^2 -test je bil statistično neznačilen $p \geq 0,05$).

Med vključenimi neodvisnimi spremenljivkami v model pojava pomladka je bilo najpomembnejše, ali je bil sestoj pred vetrolomom uvrščen v razvojno fazo pomlajenec. Pojav pomladka je 13,5-krat bolj verjeten na ploskvah, kjer je bil pred vetrolomom kartiran pomlajenec. Naslednji vplivni dejavnik je bil delež zastrtosti z mahovno plastjo: če se

zastrtost z mahovno plastjo poveča od 10 % na 20 %, se obeti za pojav pomladka ob konstantnih povprečnih vrednosti ostalih parametrov (enako velja za vse ostale interpretacije zveznih parametrov), povečajo za 11 %. Pomembni vplivni dejavniki so še: količina listnega opada na ploskvi, delež zastrtosti zeliščne plasti in konkavna oblika terena.

Pri pojavu smrekovega pomladka ima največji vpliv količina listnega opada na tleh. Poprečno zastiranje listnega opada je 26,89 %, če se ta delež poveča na 36,89 %, se obeti pojava pomladka povečajo za 1,8-krat, če pa povečamo količino listnega opada za 20 %, se obeti pojava pomladka povečajo na 3,1. Naslednji pomemben vplivni dejavnik je delež listavcev pred vetrolomom. Če se poveča delež listavcev od 10 % na 20 %, se obeti pojava pomladka zmanjšajo za 2,9-krat. Če pa povečamo delež listavcev od 10 % na 30 %, se obeti pojava pomladka zmanjšajo za kar 26-krat. Vplivna dejavnika sta še delež zastrtosti zeliščne plasti in razvojna faza pomlajenec, ki šibko in pozitivno vplivata na pojavnost pomladka.

Na pojavnost bukovega pomladka ima največji vpliv rendzina kot tip tal. Pojav bukovega pomladka je 7,1-krat bolj verjeten na ploskvah, kjer prevladuje rendzina. Na konkavnih terenih je 2,9-krat večja možnost, da se pojavi bukov pomladek. Če povečamo srednjo vrednost deleža opada listja (26,89 %) za 10 %, se obeti pojava bukovega pomladka povečajo na 1,4, če ga pa povečamo za 30 %, se obeti pojava bukovega pomladka povečajo na 2,5. Vplivni dejavnik je še zastiranje ploskev grmovne plasti; če povečamo srednjo vrednost deleža zastiranja (4,82 %) za 20 %, se obeti pojava bukovega pomladka povečajo na 2,3.

Na pojavnost jelovega pomladka imajo največji vpliv apnenčasta tla. Na teh tleh je verjetnost pojava pomladka jelke 5,5-krat večji kot na moreni. Pomembna vplivna dejavnika sta še delež zastrtosti grmovne plasti in delež mahovne plasti na tleh. Če povečamo srednjo vrednost deleža zastrtosti grmovnih vrst (4,82 %) za 20 %, se obeti pojava jelovega pomladka povečajo na 3,1, če pa povečamo srednjo vrednost deleža mahovne plasti (8,32 %) za 20 %, se obeti pojava jelovega pomladka povečajo na 2,1.

Preglednica 5: Rezultati binarne logistične regresije izračunani z metodo Backward: Wald

	pomladek		smreka		bukev		jelka	
	<i>p</i>	exp(B)	<i>p</i>	exp(B)	<i>p</i>	exp(B)	<i>p</i>	exp(B)
OPAD LISTJA	0,006	1,054	0,001	1,058	0,001	1,032		
Z	0,004	1,051	0,000	0,102				
M	0,025	1,268					0,065	1,039
DEL_LST	0,085	0,931	0,005	0,803				
TER_KONK	0,058	0,186			0,092	2,935		
RF_POML	0,031	13,539	0,008	0,021				
G1_G2					0,095	1,041	0,023	1,059
TLA_RENDZINA					0,048	7,060		
SUB_APNEN							0,019	5,450

V multivariatni model obilja pomladka na vetrolomni površini je bilo vključenih 9 neodvisnih spremenljivk (Preglednica 6). Podobno je bilo v model gostote pomladka smreke vključenih 8, v model obilja pomladka bukve 11, v model pomladka do višinske stopnje 19 cm pa 9 spremenljivk. Najmanj spremenljivk je v modelu števila jelovega pomladka, in sicer 5. V modelu se največkrat pojavljajo naslednje neodvisne spremenljivke: delež zastora grmovnih vrst, razdalja ploskev do najbližje zaplate in razvojna faza pomlajenec pred vetrolomom. Od naštetih spremenljivk ima razdalja ploskev do najbližje zaplate negativen vpliv na obilje pomladka. V modelu ima vedno negativen vpliv tudi delež skalovitosti in delež listavcev pred vetrolomom.

Na obilje pomladka značilno negativno vplivajo: skalovitost, lesni ostanki, razdalja ploskev do najbližje zaplate ter delež listavcev pred vetrolomom. Pozitiven vpliv pa imajo: plitka tla, delež zastora grmovne plasti, delež zeliščne plasti, razvojna faza pomlajenec in raznodobni gozd pred vetrolomom. Najbolj pozitiven vpliv na obilje pomladka ima razvojna faza raznodobni gozd, saj je 2,2-krat več pomladka tam, kjer je bil pred katastrofo raznodobni gozd.

Na obilje smrekovega pomladka imajo negativen vpliv naslednje spremenljivke: nadmorska višina, razdalja ploskev do najbližje zaplate in delež listavcev pred vetrolomom. Pozitiven vpliv na količino pomladka smreke pa imajo: konveksna in konkavna oblika terena, delež zastora grmovne in zeliščne plasti ter razvojna faza

pomlajenec pred vetrolomom. Najbolj pozitiven vpliv na obilje smrekovega pomladka imata konveksna oblika terena in razvojna faza pomlajenec, kartiran pred vetrolomom.

Na obilje bukovega pomladka imajo negativen vpliv naslednje spremenljivke: konveksna in konkavna oblika terena ter tip tal rendzina. Vse tri spremenljivke imajo močan vpliv na količino pomladka bukve. Na konkavnih terenih se pojavi 2-krat manj pomladka bukve, na konveksnih terenih pa je 3,3-krat manj bukovega pomladka. Na rendzinah se obilje bukovega pomladka zmanjša za 2,6-krat. Pozitiven vpliv pa imajo naslednje spremenljivke: nadmorska višina, jugozahodna ekspozicija, opad listja, delež zastora drevesne plasti nad 15 m, delež zastora grmovne plasti, skupna lesna zaloga pred vetrolomom, razvojna faza pomlajenec in raznodobni gozd. Najbolj pozitiven vpliv ima razvojna faza raznodobni gozd; kjer je bil pred vetrolomom raznodobni gozd, je verjetnost, da bo na teh lokacijah 2,4-krat več pomladka bukve. Raznodobni gozd torej pospešuje pomlajevanje bukve. Pomembna dejavnika sta še jugozahodna ekspozicija in razvojna faza pomlajenec; na jugozahodnih ekspozicijah je 1,7-krat več pomladka kot na ostalih ekspozicijah in 1,7-krat več bukovega pomladka tam, kjer je bila pred vetrolomom razvojna faza pomlajenec.

Na obilje jelovega pomladka imata negativen vpliv naslednji spremenljivki: apnenčasta tla in razdalja ploskvic do najbližje zaplate. Na apnenih tleh je 1,6-krat manj jelovega pomladka kot na moreni. Spremenljivke, ki imajo pozitiven vpliv na obilje pomladka jelke pa so: jugozahodna ekspozicija, konveksna oblika terena in delež zastrtosti grmovne plasti. Na jugozahodnih ekspozicijah se pojavi 1,7-krat več jelovega pomladka kot na ostalih ekspozicijah, na konveksnih ploskvah je še enkrat več pomladka kot na drugih ploskvah.

Na obilje pomladka visokega do 19 cm imajo negativen vpliv naslednje spremenljivke: nadmorska višina, delež skalovitosti, delež zastora drevesne plasti visoke od 5 do 15 m, razdalja ploskev do najbližje zaplate in delež listavcev pred vetrolomom. Pozitiven vpliv na obilje pomladka, visokega do 19 cm, pa imajo spremenljivke: nagib, delež zastora najvišje drevesne plasti (nad 15 m), delež zeliščne plasti in razvojna faza pomlajenec, kartirana pred vetrolomom. Največji vpliv izmed vseh spremenljivk ima razvojna faza pomlajenec, ki podvoji obilje pomladka ($h < 20$ cm), kjer je bila pred vetrolomom razvojna faza pomlajenec.

Preglednica 6: Rezultati posplošenega linearnega regresijskega modela (GZLM)

	pomladek		smreka		bukev		jelka		pomladek do 19 cm	
	B	p	B	p	B	p	B	p	B	p
NMV			-0,009	0,003	0,018	0,005			-0,008	0,006
EXP_SW					1,702	0,038	1,692	0,013		
NAGIB									0,062	0,000
TER_KONK			0,970	0,019	-2,017	0,002				
TER_KONV			1,210	0,008	-3,300	0,000	1,016	0,018		
SKALOVITOST	-0,016	0,042							-0,017	0,041
SUB_APNEN							-1,569	0,002		
GLOB_TAL_PLIT	0,659	0,031								
TLA_RENDZINA					-2,557	0,003				
OPAD_LESA	-0,041	0,006								
OPAD_LISTJA					0,029	0,002				
D1					0,030	0,006			0,017	0,012
D2									-0,033	0,005
G1_G2	0,052	0,000	0,030	0,033	0,071	0,000	0,040	0,023		
Z	0,011	0,011	0,018	0,000					0,014	0,005
RAZD_ZAPLA	-0,012	0,000	-0,020	0,000			-0,012	0,030	-0,020	0,000
LZ_SKUP					0,004	0,010				
DEL_LST	-0,049	0,012	-0,098	0,001					-0,052	0,008
RF_POML	0,888	0,012	1,120	0,002	1,677	0,025			0,988	0,003
RF_RZND	2,208	0,017			2,374	0,002				

6 RAZPRAVA

Na območju vetroloma prevladujejo močno spremenjeni gozdovi - tako kot na pretežnem delu Jelovice in celotnega blejskega območja. Najbolj poškodovana drevesna vrsta je bila smreka, za katero smo na terenu opazili, da jo je veter večinoma s celotnim koreninskim sistemom izruval iz tal. Raziskava je pokazala, da na prizadeti površini prevladujejo plitka tla (58 % celotne vetrolomne površine) in smreka je na takšnih rastiščih mehansko manj stabilna. Na vetrolomni površini je ostalo nekaj stoječih listavcev (bukev in gorski javor). Ostale so torej na veter bolj odporne in glede na rastiščne razmere tudi naravne drevesne vrste (Vetrolom,... 2010). Ostanki dreves oziroma njihove krošnje zagotavljajo boljše razmere za kalitev, kasneje pa omejujejo razpoložljivost svetlobe, (Vodde in sod., 2009), vendar je to dejstvo manj pomembno ali povsem nepomembno za sencozdržne vrste (Calogeropoulos in sod., 2004). Nekateri avtorji ugotavljajo (npr. Bachmann in sod., 2005), da prisotnost listavcev ali proti vetrolomu odpornih iglavcev (npr. macesen, duglazija) z deležem 10 % v skupni lesni zalogi znatno poveča odpornost sestojev proti ujman. Za Slovenijo pa je Papler-Lampe (2008) ugotovila, da je za večjo odpornost zasmrečenih sestojev proti snegolomom potrebna primes listavcev ali jelke z deležem, ki je večji od 20 % celotne zaloge.

6.1. GOSTOTA IN PRISOTNOST POMLADKA

Ugotovljena povprečna gostota pomladka je 7955 osebkov na hektar. Ta rezultat težko primerjamo z drugimi, saj je gostota pomladka odvisna od starosti mladja in posameznih drevesnih vrst v mladju. Zato je še posebej v raznomernem mladju različnih gostot, ocena o zadostni gostoti kar zahtevna (Diaci, 2010). Zato bomo rezultat primerjali z gostoto pomladka, ki ga uporabljamo pri saditvi za posamezne drevesne vrste; za smreko je primerna gostota od 2000-4000 sadik/ha, za bukev od 5000 do 10000 sadik/ha, za javor 2500-7000 sadik/ha in za jelko 2500-3300 sadik/ha (Diaci, 2006). Da bomo lahko primerjali gostoto pomladka med seboj, moramo prikazati skupno število pomladka na vetrolomni površini po posameznih drevesnih vrstah: smreke je 6011 mladic/ha, bukve 833 mladic/ha, javorja 93 mladic/ha in jelke 424 mladic/ha. Glede na rezultate občutno

primanjkuje listavcev in jelke, še posebej če upoštevamo, da je bolje, da je naravnega mladja čim več, saj ga zaradi ekoloških razmer, kasneje pa zaradi konkurence in poškodovanosti, veliko odmre. Vendar ta priporočljiva gostota dreves, ki jo uporabljamo pri sajenju, velja samo, če bi sadili samo eno drevesno vrsto na hektar. Zato bi bilo smiselno upoštevati tudi ciljno zmes drevesnih vrst, ki smo jo povzeli po gozdnogospodarskem načrtu za rastiščnogojitveni razred, ki ga je vetrolom najbolj prizadel (Gozdnogospodarski načrt, OE Bled). V modelnem stanju prevladuje smreka z 71 %, sledita jelka in bukev z 12 %, nato plemeniti in mehki listavci s 3 % ter macesen z 1 %. V naši raziskavi pa so deleži teh drevesnih vrst sledeči: smreka 76 %, bukev 11 %, jelka in jerebika 5 %, iva 2 % in gorski javor 1 %. Glede na deleže ugotovimo, da je zmes drevesnih vrst blizu modelnega stanja, najbolj odstopa jelka, ki jo je občutno premalo (7 %).

Na skupno število pomladka imajo negativen vpliv spremenljivke: 1) skalovitost, 2) lesni ostanki, 3) razdalja do najbližje gozdne zaplate in 4) delež listavcev pred vetrolomom, pozitiven pa: 1) globina tal, 2) zastrtost grmovne in 3) zeliščne plasti, 4) razvojna faza pomlajenec, kartirana pred vetrolomom in 5) razvojna faza raznodobni gozd pred vetrolomom. S tem smo potrdili hipotezo 2, da na obilje pomladka vplivajo mikrorastiščne in sestojne razmere. Švicarski raziskovalci so ugotovili, da pomladek na skalovitih terenih raste počasi (Bachmann in sod., 2005). Na skalovitih, neporaščenih tleh ni razgrajevanja humusne plasti, ki z vsebovanimi hranili pospešuje naravno pomlajevanje (Diaci in sod., 2005). Največjo nevarnost za naravno obnovo ogolele površine na Jelovici predstavlja zakrasevanje. Že v naslednjem letu po vetrolomu so se te površine zelo zakrasile, dodaten vzrok izpiranja je bila vodna ujma 18.9.2007. Velika količina vode na apnenčastih tleh lahko razgali površino do matične kamnine. Na zakraselih tleh je onemogočena nasemenitev rastlinskih vrst, zato se poveča nevarnost za nadaljnjo erozijo tal (Papler-Lampe, 2009). V literaturi so različna mnenja o puščanju podrtega lesa po vetrolomu. Na Jelovici so vsa podrta drevesa spravili, na prizadeti površini je ostal le mrtev les in veje, za katere smo ugotovili, da negativno vplivajo na obilje pomladka. Tudi nekateri drugi avtorji (npr. Marinšek in Diaci, 2004; Bachmann in sod., 2005) so ugotovili podobno, in sicer, da količina lesnih ostankov negativno deluje na številčnost pomladka. Vendar pa veliko avtorjev (Hytteborn in Packham, 1985; Hytteborn in sod., 1987; Hofgaard, 1993;

Wohlgemuth in sod., 2002; Kuuluvainen in Kalmari, 2003; Diaci in sod., 2005) piše o nasprotnem, in sicer da ostanki mrtvega drevja ohranjajo toploto tal in ščitijo pomladek pred zmrzaljo in tako pozitivno vplivajo na količino smrekovega pomladka. Smrekov pomladek izkoristi lesne ostanke za svojo rast. Padla drevesa so lahko ovira za razvoj pomladka v prvem desetletju oziroma so škodljiva za razvoj smrekovega pomladka (Scönenberger, 2002). Vendar, ko se razgradijo, so dobra talna podlaga za nasemenitev (Hyttborn in Packham, 1985; Wohlgemuth in sod., 2002). Nekateri ugotavljajo, da padla drevesa zagotavljajo uspešnost obnove smreke šele 7 let po neurju (npr. Wohlgemuth in sod., 2002). V Estoniji raziskujejo, ali bodo podrta drevesa igrala pomembno vlogo pri uspešnosti naravne obnove smreke (Ilisson in sod., 2007). Tudi v pragozdu Pečka so ugotovili, da podrto drevje omogoča hitrejšo rast mladice in jih ščiti pred objedanjem (Nagel in sod., 2006).

S posplošenim regresijskim modelom smo pričakovano ugotovili, da se število pomladka zmanjšuje z večanjem razdalje do najbližje zaplate. Bachmann in sodelavci (2005) tudi ugotavljajo, da se število mladice na ogoleli površini zmanjšuje z razdaljo do najbližjega sestoja. Rammig in sodelavci (2006) so ugotovili, da je količina semen odločilna za pomladitev smrekovih gozdov po vetrolomu. Razdalja ploskve do najbližjega gozdnega roba, manjša od 30 m, zagotavlja uspešno naravno obnovo. Če pa je razdalja do gozdnega roba 250 m in več, je premalo semen za uspešno naravno obnovo. Na ploskvah, kjer je blizu gozdni rob, so prešteli 3-krat do 4-krat več dreves kot na oddaljenih ploskvah od gozdnega roba, zato je v bližini gozdnega roba hitrost obnove večja. Zato isti avtorji na površinah po velikopovršinskih vetrolomih priporočajo umetno obnovo s sajenjem.

Na število pomladka ima izrazito pozitiven vpliv razvojna faza raznodobni gozd, evidentirana pred vetrolomom. To je pričakovano, saj vetrolom ne prizadene pomladka, poškodbe pomladka so kvečjemu posledica pospravnih sečenj. Zato takšen pomladek zagotavlja hitrejšo sanacijo prizadete površine. Veliko avtorjev ugotavlja, da veter najbolj ogroža stare enomerne sestojke, v primeru vetroloma je njihova obnova otežena, ker praviloma ni pomladka ali pa je količina pomladka neznatna (Bleiweis, 1983; Ogris in Jurc, 2004; Jakša, 2007). Nekateri avtorji so ugotovili, da so na veter najbolj odporni

raznodobni sestoji (Bleiweis, 1983; Bachmann in sod., 2005); tudi v primeru vetroloma je obnova olajšana zaradi prisotnosti pomladka .

Na proučevani vetrolomni površini je presenetljivo veliko ploskev brez pomladka; kar na 30 % vseh ploskev nismo registrirali mladice drevesnih vrst. To kaže, da naravna obnova za enkrat ni povsem uspešna. Diaci (2010) ugotavlja, da je za uspešno naravno pomlajevanje, lahko največ 10 do 20 % pomlajene površine brez pomladka.

Z logistično regresijo smo ugotovili, da je verjetnost za pojav pomladka kar 13,5-krat večja na ploskvah, kjer je bila pred vetrolomom kartirana razvojna faza pomlajenec. Sestojna zgradba torej ne vpliva le na odpornost sestojev na vetrolome (Bleiweis, 1983; Schütz in sod., 2006; Jakša, 2007), ampak vpliva značilno tudi na možnost naravne obnove po motnji. Tudi raziskava orkana Vivian, ki je leta 1990 prizadel velik del švicarskih Alp, je pokazala, da se je gozdna vegetacija po motnji najbujnejše razvila na mestih, kjer so bile pred vetrolomom že manjše ali večje vrzeli (Bachmann in sod., 2005). Na pojav pomladka tudi ugodno vpliva prisotnost mahovne plasti; če se poveča zastiranje mahovne plasti od 10 na 20 %, se obeti za pojav pomladka povečajo za 11 %. Raziskava v Estoniji (Ilisson in sod., 2007) je pokazala podobno, da mahovna plast pozitivno vpliva na razvoj mladice. Mahovna plast verjetno nakazuje mikrorastišča, ki jih zaradi različnih razlogov niso zavzela zelišča, ki ovirajo razvoj mladja bistveno bolj kot mahovi (Diaci, 2010). Prisotnost mahu torej posredno kaže na mikrorastiščne razmere; na močno zakraselih mestih (brez mahu) je možnost naravne obnove močno zmanjšana. Podobno velja za prisotnost opada listja in zeliščne plasti, saj smo ugotovili njun ugoden vpliv na skupno število pomladka. Diaci (2002) je za vrzeli ugotovil nasprotno, in sicer, da po prvem vegetacijskem obdobju pritalna vegetacija predstavlja resno konkurenco pomladku smreke ter tudi jelke in gorskega javorja. Diaci in sodelavci (2005) ter raziskovalci, ki so analizirali obnovo vetrolomnih površin v Švici (Bachmann in sod., 2005) ugotavljajo, da je zaradi konkurence pritalne vegetacije opazno pomanjkanje mladice. Še posebno trave (npr. *Calamagrostis villosa*) lahko predstavljajo močno konkurenco, saj porabljajo vodo in hranila v tleh. Zmerna pritalna vegetacija je lahko tudi ugodna za mladice (Diaci, 2002), saj jih med poletjem ščiti pred direktno svetlobo.

Na pojavnost skupnega pomladka in pomladka smreke negativno vpliva tudi delež listavcev pred vetrolomom. Vodde in sodelavci (2009) so ugotovili, da smrekove mladice rastejo hitreje tam, kjer so pred vetrolomom uspevale smreke kot na mestih, kjer so uspevali listavci. Posebno v gorskih gozdovih je obnova smreke pogojena s količino semen, kalitvijo in preživetjem klic (Rammig in sod., 2006). Na vetrolomni površini na Jelovici s 76 % prevladuje smreka v skupnem pomladku. Na mestih, kjer so uspevali listavci, je bilo verjetno manj smrekovega semenja, zato so bili pogoji za pomlajevanje te drevesne vrste slabši.

Raziskava je pokazala, da je število pomladka na konkavnih terenih manjše. Do podobne ugotovitve je prišel Diaci s sodelavci (2005); humus se razgradi hitreje na konkavnem terenu, posledično je tam več hranil, tla so vlažnejša, zato se zeliščna plast hitreje razvije. Na pojavnost bukovega pomladka pa ima konkavna oblika terena pozitiven vpliv, saj je tam 2,9-krat večja verjetnost, da se bo pojavil bukov pomladek kot na konveksnih in ravnih terenih. Bukev ima rada globoka, s kalcijem bogata humozna tla (Brus, 2005). Verjetno pa na teh konkavnih terenih, kjer raste bukev, ni plasti zelišč, saj sta Marinšek in Diaci (2004) ugotovila, da se bukev težko prebije skozi zeliščno plast, če jo primerjamo npr. z gorskim javorjem in velikem jesenom, in je v takih razmerah v podrejenem položaju.

6.2. DREVESNA SESTAVA IN VIŠINSKA STRUKTURA POMLADKA

Vetrolom na Jelovici je ustvaril priložnost za razvoj pionirskih grmovnih in drevesnih vrst v sekundarni sukcesiji gozdne vegetacije (npr. Marinšek in Diaci, 2004). Tako poškodovano odprto območje omogoči razvoj pionirskim vrstam, ki se naselijo na najbolj poškodovanih predelih (Ilisson in sod., 2007; Vodde in sod., 2009). Na Jelovici predstavljajo skupni pomladek naslednje drevesne vrste: smreka s 76 % celotnega pomladka, bukev 11 %, jelka in jerebika, vsaka 5 %, iva 2 % in gorski javor z 1 % skupnega pomladka. Največji delež smreke v pomladku smo pričakovali (hipoteza 3), saj je pred vetrolomom na tem območju prevladoval enomeren smrekov debeljak. Izkušnje glede obnov prizadetih površin na širšem blejskem območju tudi potrjujejo, da se smreka, kot deloma pionirska vrsta, uspešno uveljavlja na ogolelih površinah in v večjih vrzelih

(Diaci, 2006). V pomladku zato primanjkuje listavcev, saj jih je samo 19 %. Diaci (2002) je ugotovil, da je za uspešno obnovo bukve in jelke potrebna zadostna količina semenjakov, podobno velja tudi za ostale listavce. Jerebika in iva sta najprej poselili ogolelo površino, saj sta izraziti pionirski drevesni vrsti (Brus, 2005). Ko veter izruva drevesa, na območju koreninskega sistema nastanejo jamice, v katerih so izpostavljena mineralna tla. Tu so dobri pogoji za kalitev in razvoj dreves z majhnimi semeni (npr. breza, iva). Smreka, ki ima srednje velika semena, ter jerebika, ki ima velika, ne kažeta razlik v pomlajevanju na različnih mikrolokacijah (Ilisson in sod., 2007). Delež bukve in jelke je pričakovan, delež gorskega javorja pa je dokaj majhen. Zaradi svetloljubnosti te drevesne vrste smo pričakovali večji delež v pomladku, vendar na vetrolomni površini prevladujejo severne ekspozicije in morda se gorski javor zato ni uveljavil (Marinšek in Diaci, 2004).

Na pojav in obilje pomladka različnih drevesnih vrst značilno vplivajo različni dejavniki (hipoteza 2). Zanimivo je tudi, da na pojav in obilje pomladka neke drevesne vrste vplivajo različni dejavniki ali celo, da je vpliv istega dejavnika različen, kar je težko pojasniti.

Na obilje smreke negativno vpliva nadmorska višina, razdalja ploskve do najbližje zaplate in delež listavcev pred vetrolomom. Bachmann s sodelavci (2005) je ugotovil, da se z nadmorsko višino, zmanjšuje število preživelih mladic. Največ smreke je na konveksnih oblikah terena, kar je ugotovil tudi Diaci (2005). Na obilje smrekovega pomladka ima pozitiven vpliv tudi razvojna faza pomlajenec. Na gostoto bukovega pomladka imata konkavna in konveksna oblika terena ter tip tal rendzina močan negativen vpliv. Na obilje jelovega pomladka imata negativen vpliv apnenčasta tla in razdalja ploskvic do najbližje zaplate. Pri jelki in tudi pri bukvi pozitivno vpliva na obilje pomladka jugozahodna ekspozicija: južne ekspozicije so toplejše, jelka pa za svojo rast potrebuje precejšen del toplote (Brus, 2005). Diaci in sodelavci (2005) so ugotovili, da je na jugozahodnih ekspozicijah sevanje celo preveč intenzivno za uspešno naravno obnovo. Zato je na teh pobočjih za uspešno in hitro naravno obnovo pomembna difuzna svetloba in globina tal. Vendar pa so bile v analizo vključene le štiri ploskve z jugozahodno ekspozicijo, zato bi težko govorili o kakšnih zakonitostih.

Na pojavnost smrekovega in bukovega pomladka pozitivno vpliva opad listja, verjetno zaradi večje vlage in toplote v tleh, ki omogoči boljšo kalitev semen in rast mladic (Diaci,

2002; Diaci in sod., 2005; Vodde in sod., 2009). Presenetljiv je podatek, da razvojna faza pomlajenec, kartirana pred vetrolomom negativno vpliva na pojavnost smrekovega pomladka, na skupni pomladek pa ima ta neodvisna spremenljivka najbolj pozitiven vpliv od vseh spremenljivk. Tudi zeliščna plast negativno vpliva na pojavnost smrekovih mladice, mogoče zaradi prevelikega zastiranja.

Na pojavnost bukovega pomladka imata pozitiven vpliv zastiranje grmovne vrste in talni tip rendzina. Bukev je drevesna vrsta, ki se veliko bolje pomlajuje pod zastorom kot na prostem; bukev slabo uspeva na plitvih, peščenih, ilovnatih, močvirnih in revnih tleh (Brus, 2005), rendzine pa so vlažna in hranilno bogata tla (Prus, 2005).

Na pojavnost jelovega pomladka imajo največji vpliv apnenčasta tla. Vsebujejo veliko kalcija, ki je nujno potreben za rast jelke (Brus, 2005). Pozitiven vpliv na pojavnost pomladka jelke imata še delež mahovne plasti in delež zastiranja grmovne plasti. Mah je kazalec vlažnih tal, jelka pa za svojo rast potrebuje dovolj zračne vlage (Brus, 2005). Jelka je izrazito sencozdržna vrsta, zato ima zastiranje gotovo pozitiven učinek na njen razvoj. Vendar pa pri interpretaciji o vplivnih dejavnikih na jelov pomladek moramo biti previdni, saj je bilo analiziranih le 55 osebkov.

Več kot polovica vsega evidentiranega pomladka je v najnižjem višinskem razredu, to je do 19 cm. Zato lahko sklepamo, da se je ta pomladek razvil po vetrolomu. Manjši del pomladka je višji od 20 cm in verjetno vsaj del tega pomladka izvira iz obdobja pred vetrolomom. Z GZLM smo ugotovili, da na število pomladka, visokega do 19 cm, značilno negativno vplivajo nadmorska višina, delež skalovitosti, zastiranje drevesne plasti, visoke od 5 do 15 m, razdalja ploskev do najbližje zaplate in delež listavcev pred vetrolomom. V pomladku je največ smreke (80 %), ki pa v mladosti potrebuje svetlobo, saj je takrat polsvetloljubna vrsta (Brus, 2005). Verjetno zato zastiranje drevesne plasti negativno vpliva na število pomladka. Pozitivni vplivi na obilje najmanjših mladice pa so zelo šibki.

Poškodovanih mladice je 6 % od skupnega pomladka. Najmanj sta poškodovani smreka in iva, najbolj pa gorski javor in jerebika. Zaradi izpostavljenosti ogolele površine se bo v prihodnosti delež poškodovanosti gotovo povečal, zato Zavod za gozdove, Območna enota

Bled, načrtujejo dve ograjeni površini. Tudi Diaci (2002) je ugotovil, da je v ograjenih površinah več mladice smreke, gorskega javorja in jelke.

6.3. ZAKLJUČKI IN USMERITVE ZA GOSPODARJENJE

Naravna obnova je uspešnejša tam, kjer so tla porasla oziroma zastrta z mahovno, zeliščno, grmovno ali drevesno plastjo ter listnim opadom. Na skalnatih tleh, kjer ni vegetacijske podrasti, pa je naravna obnova nezadostna. Velik problem pri pomlajevanju predstavlja tudi zakrasevanje tal. Zato je na takšnih površinah potrebna kombinirana obnova; s saditvijo ukrepamo samo tam, kjer naravne obnove ni mogoče zagotoviti. Saditev je v alpskih gozdovih potrebno izvesti izrazito malopovršinsko, v šopih. Na splošno, se saditev snuje v skupinah 10 do 20 drevesc na površini od četrta do dveh arov (Diaci, 2006). Na vetrolomni površini je bila umetna obnova površine predvidena na 10 do 20 % najbolj ogroženih ogolelih površinah, vendar naši rezultati kažejo, da je potreben večji obseg.

Zgradba sestoja pomembno vpliva na odpornost sestojev proti vetru in hkrati na možnost naravne obnove po vetrolomu (Bleiweis, 1983; Bachmann in sod., 2005; Jakša, 2007; Klopčič in sod., 2009). Tudi mi smo ugotovili, da na uspešnost naravne obnove in sanacije prizadete površine pomembno vpliva stanje sestojev pred vetrolomom. Ugodna sta bila predvsem dva sestojna tipa – pomlajenci in raznodobni gozdovi. Z oblikovanjem mozaične horizontalne strukture lahko torej krepimo odpornost sestojev in izboljšamo možnost sanacije v primeru ujm.

Lesni ostanki negativno kolerirajo z gostoto pomladka. Veliko avtorjev je ugotovilo, da lesni ostanki pozitivno vplivajo na količino pomladka (npr. Hytteborn in Packham, 1985; Wohlgemuth in sod., 2002; Kuuluvainen in Kalmari, 2003; Diaci in sod., 2005), zato se bo morda pozitiven vpliv lesnih ostankov na Jelovici pokazal kasneje, ko se bodo razgradili. Ravno o tej ugotovitvi piše nekaj avtorjev, da v prvih letih razvoja lesni ostanki negativno vplivajo na količino pomladka, kasneje pa pozitivno (Hytteborn in Packham, 1985; Scönnenberger, 2002; Wohlgemuth, 2002). Na Jelovici bi bilo zato smotno pustiti kakšno večje mrtvo drevo in deloma pospraviti velike kupe vej.

Uspešnost obnove se bo pokazala v nadaljnjih letih. Vodde in sodelavci (2009) pišejo, da smreka kaže pospešeno rast tri leta po razvoju semen, naša raziskava pa je bila izvedena dve leti po vetrolomu. Isti avtorji so ugotovili, da je razvoj pomladka odvisen od drevesne vrste, njihovih zahtev in sposobnosti ter prilagodljivosti. V prvih štirih do petih letih je uspešnost obnove odvisna od individualnega preživetja mladic, kasneje pa od konkurence. Kuuluvainen in Kalmari (2003) sta prišla do zanimive ugotovitve in sicer, da je po eni strani lahko na vetrolomni površini večja konkurenca med mladkami, po drugi strani pa je na ogoleli površini več razpoložljivih virov (npr. svetloba, toplota, hranila) in zato manjše tekmovanje, še posebej za hranila v tleh. Naša raziskava prikazuje ničelno stanje pomladka dve leti po vetrolomu in bo lahko osnova za nadaljnje raziskovanje razvoja pomladka na tej površini. Tovrstne raziskave so za gozdarsko stroko aktualne, saj lahko glede na napovedane okoljske spremembe pričakujemo več tovrstnih dogodkov.

6 VIRI

- Anko B. 1993. Vpliv motenj na gozdni ekosistem in na gospodarjenje z njim = The influence of disturbances on the forest ecosystem and the managing thereof. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42:85-109
- Bachmann P., Bebi P., Brang P., Braun S., Dobbertin M., Dvorak L. 2005. Lothar Ursächliche Zusammenhänge und Risikoentwicklung. Synthese des Teilprogramms 6. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern: 145 str.
- Bleiweis S. 1983. Pogostost in obseg škod zaradi ujm v slovenskih gozdovih. Gozdarski vestnik, 41, 6: 234-249
- Bosshard W. 1967. Erhebungen über die Schäden der Winterstrüme 1967. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 12
- Brus R. 2005. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.
- Calogeropoulos C., Greene D. F., Messier C., Brais S. 2004. The effect of harvest intensity and seedbed type on germination and cumulative survivorship of white spruce and balsam fir in northwestern Quebec. Canadian journal for forest research, 34: 1467-1476
- Diaci J. 2002. Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. Forest Ecology and Management 161: 27-38
- Diaci J., Pisek R., Bončina A. 2005. Regeneration in experimental gaps of subalpine *Picea abies* in the Slovenian Alps. European journal of forest research 124: 29-36
- Diaci J. 2006. Gojenje gozdov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.
- Diaci J. 2007. Prilagajanje gojenja gozdov podnebnim spremembam = Adapting silviculture to climate change. Podnebne spremembe, 130: 117-132

- Diaci J. 2010. »Uspešnost naravne obnove«. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire (osebni vir, avgust 2010)
- Gartner A., Papler-Lampe V., Poljanec A., Bončina A. 2007. Upoštevanje katastrof pri načrtovanju in gospodarjenju z gozdovi na primeru vetroloma na Jelovici = Considering natural hazards in forest planning and management : windthrow in the Jelovica forest management unit. Podnebne spremembe: 153-175
- Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Jelovica za desetletje 2002-2011. 2003. Bled, ZGS, OE Bled: 128 str.
- Hofgaard A. 1993. Structure and regeneration patterns in a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden. Journal of vegetation science, 4: 601-608
- Hosmer D. W. and Lemeshow S. 2000. Applied Logistic Regression. 2nd ed. New York, John Wiley & Sons
- Hytteborn H., Packham J. R. 1985. Left to nature: forest structure and regeneration in Fiby Urskog, Central Sweden. Arboric, J.9: 1-11
- 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
- Jakša J. 1997. Obseg in posledice gozdnih požarov v Sloveniji v letih 1991 do 1996 ter vloga gozdarstva v varstvu pred požari v gozdu = Size and consequences of forest fires in Slovenia between 1991 and 1996 and the place of forestry in fire suppression. Gozdarski vestnik, 55, 9: 385-395
- Jakša J. 2007. Naravne ujme v gozdovih Slovenije = Natural disasters. Gozdarski vestnik, 65, 3: 161-168
- Jakša J. 2007. Naravne ujme v gozdovih Slovenije = Natural disasters in Slovenian forests. Gozdarski vestnik, 65, 4: 177-186

- Jakša J. 2007. Naravne ujme v gozdovih Slovenije = Natural disasters in Slovenia[n] forests. *Gozdarski vestnik*, 65, 10: 241-256
- Klopčič M., Poljanec A., Gartner A., Bončina A. 2009. Factors related to natural disturbances in mountain Norway spruce (*Picea abies*) forests in the Julian Alps. *Ecoscience*, 16, 1: 48-57
- Košir B., Jež P. 2008. Sanacija sestojev po požaru na območju Komna = Rehabilitation of Stands after the Fire in the Komen Area. *Gozdarski vestnik*, 66, 4: 212-225
- Košmelj K. 2001. Osnove logistične regresije (1.- 2. del). Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, *Kmetijstvo*, 77, 2: 227-238, 239-245
- Kupferschmid A., Bugmann H. 2005. Effect of microsites, logs and ungulate browsing on *Picea abies* regeneration in a mountain forest. *Forest Ecology and Management*, 205: 251-265
- Kuuluvainen T., Kalmari R. 2003. Regeneration microsites of *Picea abies* seedlings in a windthrow area of a boreal old-growth forest in southern Finland. *Annales botanici Fennici*, 40: 401-413
- Marinšek A., Diaci J. 2004. Razvoj inicialne faze na vetrolomni površini v pragozdnem ostanku Ravna gora. Zbornik gozdarstva in lesarstva 73: 31-50
- 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
- Ogris N., Jurc M. 2004. Posledice viharnega vetra na Pokljuki v letu 2002 = Consequences of storm wind at Pokljuka in 2002. *Gozdarski vestnik*, 62, 7/8: 316-325
- Ott E., Lüscher P., Frehner M., Brang P. 1991. Verjüngungsökologische Besonderheiten im Gebirgsfichtenwald im Vergleich zur Bergwaldstufe. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 142: 879-904

- Papež J. 2005. Motnje in dinamične spremembe vegetacije v gozdni krajini = Disturbances and dynamic changes of vegetation in the forest landscape. *Gozdarski vestnik*, 63, 2: 68-73
- Papler-Lampe V. 2006. Vetrolom na Jelovici. *Gozdarski vestnik*, 64, 9: 446-448
- Papler-Lampe V., Bajželj B., Černe B., Gartner A., Gašperin M., Rozman J., Šemrl J., Škrlep B. 2006. Sanacijski načrt vetroloma na Jelovici – 29. junij 2006. ZGS, OE Bled, OE Kranj
- Papler-Lampe V. 2008. Snegolom, ki je januarja 2007 prizadel blejske gozdove = Snowbrake, occurred on January 2007 in Bled region. *Gozdarski vestnik*, 66, 5/6: 309-319
- Papler-Lampe V. 2009. Presoja ukrepov pri sanacijah ujm 2006-2008 = Consideration of measures in the disturbances damaged forests in the period 2006 – 2008. *Gozdarski vestnik*, 67, 5/6: 365-376
- Pavšer M. 1956. Pedološka karta Jelovica. Beograd, Zavod za kartografijo
- Poljanec A., Gartner A., Papler-Lampe V., Bončina A. 2008. Sanacija v ujmah poškodovanih gozdov. V: *Naravne nesreče v Sloveniji 2008: zbornik posvetovanja*. Ljubljana, ZRC: 76 str.
- Prus T. 2005. »Študijsko gradivo za cikel predavanj« Ljubljana, Biotehniška fakulteta (osebni vir, 2005)
- 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
- Schelhaas M-J., Nabuurs G-J., Schuck A. 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. Blackwell Publishing Ltd, *Global Change Biology* 9: 1620-1633

- Schönenberger W. 2002. Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: the first ten years after the 1990 storm Vivian. *Forest, snow and landscape research*, 77: 61-80
- Schütz J. P., Götz M., Schmid W., Mandallaz D. 2006. Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture. *European journal of forest research*, 125: 291-302
- Smukavec A. 1973. Snegolomi in vetrolomi na Jelovici. *Bohinjska Bistrica*, mar. 1973: 25 str. (neobjavljeno)
- Sprememba gozdnogospodarskega načrta za gozdnogospodarsko enoto Jelovica za desetletje 2002-2011. 2007. Bled, ZGS, OE Bled: 20 str.
- Vetrolom na Jelovici. (2006)
http://www.zrsvn.si/life/sl/informacija.asp?id_meta_type=45&id_informacija=346.
(19. 8. 2010)
- Vodde F., Jørgiste K., Gruson L., Ilisson T., Köster K., Stanturf J. 2009. Regeneration in windthrow areas in hemiboreal forests: the influence of microsite on the height growths of different tree species. *Journal of forest research*, 15:55-64
- Wohlgemuth T., Kull P., Wüthrich H. 2002. Disturbance of microsites and early tree regeneration after windthrow in Swiss mountain forests due to the winter storm Vivian 1990. *Forest, snow and landscape research*, 77: 17-48
- Zupančič M. 1969. Vetrolomi in snegolomi v Sloveniji v povojni dobi. *Gozdarski vestnik*, 8-9:199-208

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojemu mentorju, red. prof. dr. Andreju Bončini, ki mi je s koristnimi nasveti in usmeritvami pomagal pri pisanju diplomske naloge. Veliko zahvalo namenjam tudi mlademu raziskovalcu Matiji Klopčiču, ki mi je pomagal iskati uporabno literaturo, zavzeto mi je pomagal pri izračunih ter mi podal veliko koristnih nasvetov za čimboljše oblikovanje diplomske naloge. Hvala tudi dr. Alešu Poljancu, ki me je navdušil za izbrano temo diplomske naloge in mi v času pisanja pomagal predvsem pri računanju. Zahvaljujem se tudi doc. dr. Alešu Kaduncu za pomoč pri izračunu. Hvala recenzentu prof. dr. Juriju Diaciju za hiter pregled diplome in za koristne predloge.

Hvala Zavodu za gozdove Bled, ki mi je priskrbel vso potrebno opremo na terenu, še posebej Gregorju, ki mi je zelo pomagal pri terenskem delu in mi priskrbel vse potrebne delovne karte in podatke od ZGS, OE Bled, ki sem jih potrebovala pri diplomski nalogi. Iskrena hvala tudi Matevžu, Marjeti, Tadeju in Urbanu, brez katerih terensko delo ne bi bilo tako učinkovito, poučno in zabavno.

Hvala stricu Tomažu za temeljit pregled diplome in hvala družini, ki mi je ves čas študija stala ob strani in me podpirala pri vseh pomembnih odločitvah.

PRILOGE

Priloga A:

Opis oddelkov in odsekov pred vetrolomom

ODD/ODS	RGR	k.o.	površina	spremenjenost sestoja	drev.sestava	raz.faze	funkcija gozda
36A	1	Selo pri Bledu	33,56 ha	71 do 90 %	sm – 88 % je – 9 % bu – 2 % g.ja – 1 %	mlad – 7 % drog – 9 % deb – 57 % sestoj v obnovi – 28 %	lesnoproizvodna
37A	3	Selo pri Bledu	37,5 ha	71 do 90 %	sm – 88 % bu – 7 % je – 4 % g.ja – 1 %	mlad – 1 % drog – 17 % deb – 50 % sestoj v obnovi – 17 % raznomerno – 15 %	hidrološka lesnoproizvodna
37B	3	Selo pri Bledu	32,21 ha	31 do 70 %	sm – 84 % bu – 10 % je – 5 % g.ja – 1 %	mlad – 3 % deb – 47 % sestoj v obnovi – 26 % raznomerno – 24 %	lesnoproizvodna rekreacijska
38B	3	Selo pri Bledu	30,49 ha	31 do 70 %	sm – 81 % bu – 10 % je – 7 % g.ja – 1 %	mlad – 5 % deb – 66 % sestoj v obnovi – 16 % raznomerno – 13 %	lesnoproizvodna
38C	5	Selo pri Bledu	8 ha	31 do 70 %	sm – 90 % bu – 7 % g.ja – 2 % je – 1 %	deb – 1 % sestoj v obnovi – 25 % raznomerno – 74 %	lesnoproizvodna
39B	3	Nemški Rovt	8,60 ha	71 do 90 %	sm – 93 % bu – 3 % je – 3 % g.ja – 1 %	mlad – 13 % drog – 7 % deb – 51 % sestoj v obnovi – 28 %	lesnoproizvodna
39C	3	Nemški Rovt	11,98 ha	71 do 90 %	sm – 90 % bu – 5 % je – 4 % g.ja – 1 %	mlad – 4 % drog – 15 % deb – 78 % sestoj v obnovi – 3 %	lesnoproizvodna
40B	3	Nomenj	16,14 ha	71 do 90 %	sm – 94 % bu – 3 % je – 2 % g.ja – 1 %	mlad – 21 % drog – 1 % deb – 15 % sestoj v obnovi – 63 %	biotopska lesnoproizvodna
41A	2	Nomenj	28,79 ha	31 do 70 %	sm – 81 % je – 11 % bu – 7 %	mlad – 6 % deb – 85 % sestoj v obnovi – 9 %	lesnoproizvodna
43A	1	Nomenj	19,86 ha	31 do 70 %	sm – 86 % je – 8 % bu – 5 % g.ja – 1 %	mlad – 18 % drog – 10 % deb – 64 % sestoj v obnovi – 7 %	biotopska lesnoproizvodna
43B	3	Nomenj	16,38 ha	71 do 90 %	sm – 91 % je – 6 % bu – 2 % g.ja – 1 %	mlad – 9 % drog – 1 % deb – 71 % sestoj v obnovi – 19 %	biotopska lesnoproizvodna
44A	3	Nemški Rovt	27,89 ha	71 do 90 %	sm – 88 % je – 6 % bu – 5 % g.ja – 1 %	mlad – 21 % drog – 21 % deb – 49 % sestoj v obnovi – 10 %	biotopska hidrološka lesnoproizvodna
44C	3	Nomenj	6,51 ha	71 do 90 %	sm – 86 % je – 7 % bu – 6 % g.ja – 1 %	drog – 33 % deb – 67 %	biotopska lesnoproizvodna
45C	3	Nemški Rovt	3,99 ha	71 do 90 %	sm – 86 % je – 7 % bu – 5 % g.ja – 1 %	mlad – 8 % deb – 92 %	lesnoproizvodna

Priloga B:

Opis oddelkov in odsekov po vetrolomu

ODD/ODS	RGR	k.o.	površina	spremenjenost sestoja	drev.sestava	raz.faze	funkcija gozda	posekano od LZ
36A	1	Selo pri Bledu	33,56 ha	71 do 90 %	sm - 88 % je - 9 % bu - 2 % g.ja - 1 %	mlad - 16 % drog - 8 % deb - 49 % sestoj v obnovi - 26 %	lesnoproizvodna	27 %
37A	3	Selo pri Bledu	37,5 ha	71 do 90 %	sm - 88 % bu - 7 % je - 4 % g.ja - 1 %	mlad - 69 % drog - 12 % deb - 8 % sestoj v obnovi - 4 % raznomerno - 6 %	hidrološka lesnoproizvodna rekreacijska	80 %
37B	3	Selo pri Bledu	32,21 ha	31 do 70 %	sm - 84 % bu - 10 % je - 5 % g.ja - 1 %	mlad - 53 % deb - 19 % sestoj v obnovi - 16 % raznomerno - 13 %	lesnoproizvodna rekreacijska	61 %
38B	3	Selo pri Bledu	30,49 ha	31 do 70 %	sm - 81 % bu - 10 % je - 7 % g.ja - 1 %	mlad - 76 % deb - 15 % sestoj v obnovi - 7 % raznomerno - 2 %	lesnoproizvodna	86 %
38C	5	Selo pri Bledu	8,00 ha	31 do 70 %	sm - 90 % bu - 7 % g.ja - 2 % je - 1 %	mlad - 9 % deb - 1 % sestoj v obnovi - 22 % raznomerno - 69 %	lesnoproizvodna	12 %
39B	3	Nemški Rovt	8,60 ha	71 do 90 %	sm - 93 % bu - 3 % je - 3 % g.ja - 1 %	mlad - 72 % drog - 3 % deb - 18 % sestoj v obnovi - 7 %	lesnoproizvodna	74 %
39C	3	Nemški Rovt	11,98 ha	71 do 90 %	sm - 90 % bu - 5 % je - 4 % g.ja - 1 %	mlad - 24 % drog - 11 % deb - 63 % sestoj v obnovi - 2 %	lesnoproizvodna	35 %
40B	3	Nomenj	16,14 ha	71 do 90 %	sm - 94 % bu - 3 % je - 2 % g.ja - 1 %	mlad - 75 % drog - 1 % deb - 9 % sestoj v obnovi - 16 %	biotopska lesnoproizvodna	78 %
41A	2	Nomenj	28,79 ha	31 do 70 %	sm - 81 % je - 11 % bu - 7 %	mlad - 11 % deb - 82 % sestoj v obnovi - 8 %	lesnoproizvodna	16 %
43A	1	Nomenj	19,86 ha	31 do 70 %	sm - 86 % je - 8 % bu - 5 % g.ja - 1 %	mlad - 59 % drog - 8 % deb - 31 % sestoj v obnovi - 3 %	biotopska lesnoproizvodna	62 %
43B	3	Nomenj	16,38 ha	71 do 90 %	sm - 91 % je - 6 % bu - 2 % g.ja - 1 %	mlad - 91 % drog - 1 % deb - 6 % sestoj v obnovi - 2 %	biotopska lesnoproizvodna	100 %
44A	3	Nemški Rovt	27,89 ha	71 do 90 %	sm - 88 % je - 6 % bu - 5 % g.ja - 1 %	mlad - 54 % drog - 20 % deb - 22 % sestoj v obnovi - 4 %	biotopska hidrološka lesnoproizvodna	52 %
44C	3	Nomenj	6,51 ha	71 do 90 %	sm - 86 % je - 7 % bu - 6 % g.ja - 1 %	mlad - 68 % drog - 24 % deb - 8 %	lesnoproizvodna	92 %
45C	3	Nemški Rovt	3,99 ha	71 do 90 %	sm - 86 % je - 7 % bu - 5 % g.ja - 1 %	mlad - 29 % deb - 71 %	lesnoproizvodna	42 %

Priloga C:

Sestojna karta »Vzorčenje na vetrolomnih površinah«