

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

Barbara TEKALEC

**RAZVOJ GOZDNIH SESTOJEV PO VETROLOMU
LETA 1984 V GGE RADOVLJICA – LEVI BREG
SAVE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

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

Barbara TEKALEC

**RAZVOJ GOZDNIH SESTOJEV PO VETROLOMU LETA 1984 V
GGE RADOVLJICA – LEVI BREG SAVE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**DEVELOPMENT OF FOREST STANDS AFTER A WINDTHROW IN
1984 IN THE FOREST MANAGEMENT UNIT RADOVLJICA – LEVI
BREG SAVE**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 26. 9. 2011 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Andreja Bončino, somentorja dr. Matija Klopčiča, za recenzenta pa prof. dr. Jurija Diacija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Barbara Tekalec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 228:421(497.4Radovljica)(043.2)=163.6
KG	vetrolom/sanacija/obnova/gozdnogojitveni ukrepi/razvoj sestojev/ drevesna sestava
KK	
AV	TEKALEC, Barbara
SA	BONČINA, Andrej (mentor), KLOPČIČ, Matija (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2016
IN	RAZVOJ GOZDNIH SESTOJEV PO VETROLOMU LETA 1984 V GGE RADOVLJICA – LEVI BREG SAVE
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VI, 45 str., 0 pregl., 11 sl., 0 pril., 43 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	

Raziskovali smo razvoj gozdnih sestojev na območju Grofije (GGE Radovljica-levi breg Save), kjer je februarja 1984 karavanški fen povzročil vetrolom, ki je razgalil gozdno območje v velikosti 270 ha. Cilj raziskave je bil analizirati razvoj poškodovanih in nepoškodovanih gozdnih sestojev po vetrolomu v obdobju 1978-2008 in ugotoviti vpliv načina obnove na razvoj gozdnih sestojev v vrzelih. Podatke smo pridobili iz podatkovnih zbirk Zavoda za gozdove Slovenije (108 stalnih vzorčnih ploskev) in s terenskim popisom. Med poškodovanimi in nepoškodovanimi sestoji smo za obdobje 1978 (pred vetrolomom) do 2008 ugotovili značilne razlike v razvoju lesne zaloge, drevesne sestave in debelinske. Prav tako smo ugotovili značilne razlike med obema oblikama sanacije (naravna obnova, sadnja) v lesni zalogi, drevesni sestavi in debelinski strukturi. Naravna obnova na pretežen delu površine, mestoma kombinirana s s spolnitveno sadnjo je najprimernejša oblika sanacije.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 228:421(497.4Radovljica)(043.2)=163.6
CX	Windbreaks/restoration/renovation/natural disturbances/silvicultural measures/reconstruction/development dynamics/tree structure.
CC	
AU	TEKALEC, Barbara
AA	BONČINA, Andrej (supervisor), KLOPČIČ, Matija (co-advisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2016
TI	DEVELOPMENT OF FOREST STANDS AFTER A WINDTHROW IN 1984 IN THE FOREST MANAGEMENT UNIT RADOVLJICA – LEVI BREG SAVE
DT	Diplomsko delo (University studies)
NO	VI, 45 p., 0 tab., 11 fig., 0 ann., 43 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

In this study author presented development of the forests in the area GGE Radovljica – levi breg Save. We researched an area of Grofija, where in February 1984 a Karavanke foehn caused a significant damage in forests in size of a 270 ha. The aim of assessment was to determine the success of a natural restoration and afforestation on damaged and undamaged areas. Forest structure data was obtained from 108 sample plots and from terrain measurements. Results showed the differences in the next stands parameters: grown stock, tree structure and DBH structure between natural and afforestation stands on affected and unaffected areas, namely between inventories in years of 1978, which was before windthrow and in the years after windthrow (1988, 1998, 2008). Research findings suggest that affected stands should have been left to the natural regeneration. In areas where that wouldn't be successful, planting is suggested.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK.....	VI
1 UVOD.....	1
2 NAMEN NALOGE	5
3 PREGLED OBJAV	6
4 OPIS OBJEKTA.....	9
5 METODE DELA.....	13
5.1 PRIDOBITEV PODATKOV IN NJIHOVA STRATIFIKACIJA	13
5.2 IZRAČUN SESTOJNIH PARAMETROV IN NJIHOVE ANALIZE	15
6 REZULTATI	18
6.1. PRIMERJAVA SESTOJNIH PARAMETROV MED STRATUMOMA VETROLOM IN NEVETROLOM	18
6.2. PRIMERJAVA NAČINOV SANACIJE POŠKODOVANIH SESTOJEV	22
7 RAZPRAVA.....	25
7.1 RAZVOJNA DINAMIKA.....	25
7.2 PREDLOGI ZA GOSPODARJENJE Z GOZDOVI, POŠKODOVANIMI ZARADI VETROLOMA 28	
8 ZAKLJUČEK	31
9 VIRI.....	33

KAZALO SLIK

Slika 1: Karta območja raziskave s stalnimi vzorčnimi ploskvami (rdeče pike). Šrafirana območja so območja vetroloma.	11
Slika 2: Špik, leta 1984, ko je bila opravljena sanitarna sečnja in spravilo (Gozdnogospodarski načrt ..., 1989).....	12
Slika 3: Špik, slikan leta 1989, z istega stojišča kot leta 1984, torej 5 let po vetrolomu. Na sliki se lahko vidi, da se območje po vetrolomu dobro in hitro obnavlja (Gozdnogospodarski načrt ..., 1989).....	12
Slika 4: Vetrolomno območje posneto nekaj dni po ujmi s smetišča Črnivec (slika levo). Isto območje slikano leta 1989, 5 let po vetrolomu (slika desno) (Gozdnogospodarski načrt ..., 1989).....	12
Slika 5: Dinamika lesne zaloge na območjih vetroloma (rdeče) in nevetroloma (zeleno)..	18
Slika 6: Sprememba drevesne sestave raziskovanih gozdnih sestojev v obdobju 1978-2008	19
Slika 7: Dinamika skupne temeljnice smreke (a), rdečega bora (b), bukve (c) in kostanja (d) v obdobju 1978-2008 na »območju vetroloma (rdeče) in nevetroloma (zeleno)...	20
Slika 8: Dinamika debelinske strukture [%] na vetrolomnem (zgoraj) in na nevetrolomnem območju (spodaj).	21
Slika 9: Dinamika lesne zaloge sestojev na območju vetroloma po stratumih pogozdovano (rdeča) in naravno (modra).	22
Slika 10: Delež smreke na pogozdovanem (rdeče) in naravnem (modro).	23
Slika 11: Debelinska struktura (število) izbranih drevesnih vrst po letih na pogozdovanih vetrolomnih SVP (modra – 1978, zelena 1988, rdeča – 2008).....	24

1 UVOD

Gozdovi so čedalje bolj izpostavljeni najrazličnejšim motnjam. Motnjo lahko definiramo kot kakršenkoli relativno diskreten dogodek, ki vpliva na strukturo gozdnih sestojev in/ali spreminja vire ter fizično okolje (Pickett in sod., 1985:7, cit. po Anku, 1993). Motnje so lahko posledica neposrednega ali posrednega človeškega vpliva (antropogene motnje), nekatere pa so rezultat delovanja naravnih dejavnikov (naravne motnje). 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). Motnje so lahko različnih jakosti, pogostosti, prizadenejo lahko različno velika območja, lahko so kratkotrajne ali trajajo daljše obdobje (Pickett in sod., 1985, cit. po Anku 1993; Poljanec in sod., 2008). Posledica motenj so posamezna poškodovana ali odmrta drevesa, lahko pa so posledice obsežnejše, ko so prizadeti gozdni sestoji na velikih območjih.

Okoljski dejavniki, med njimi v zadnjem času zelo izpostavljene podnebne spremembe, pomembno vplivajo na pojav motenj v gozdovih (Schelhaas in sod., 2003; Klopčič in sod., 2009). Podnebne spremembe pomembno vplivajo na režim motenj v gozdovih, saj sta se v zadnjih desetletjih frekvenca in jakost naravnih motenj povečali (Schelhaas in sod., 2003), po nekaterih predvidevanjih pa se bosta povečevali tudi v prihodnje (Jakša in Kolšek, 2009). Pričakuje se predvsem povečanje snegolomov, plazov (Jakša in Kolšek, 2009) pa tudi vetrolomov večjih jakosti (Jakša in Kolšek, 2009).

Vpliv vetra na gozd je raznovrsten, in sicer stalno navzoči zmerni vetrovi vplivajo na morfološke značilnosti drevja, pospešujejo evapotranspiracijo ter izsušujejo tla in rastline. Močnejši orkanski vetrovi pa pogosto povzročajo tudi mehanske poškodbe drevja (Zupančič, 1969). Veter lahko drevo izruva, odlomi, prelomi ali poškoduje le krošnjo z odlomi večjih ali manjših vej. Možnost, da je drevo izruvano, je poleg drevesne vrste odvisno od ukoreninjenosti in stanja zemljišča. Možnost izruvanja narašča z razmočenostjo zemljine, v kateri drevo korenini. Kadar je zemljišče suho ali zmrznjeno, narašča verjetnost preloma drevesa (Zupančič, 1969). Na tveganje preloma vpliva tudi okuženost drevja s patogenimi glivami, predvsem tistimi, ki povzročajo trohnenje korenin in pritalnih delov debla (Ogris in sod., 2004). Posebej občutljive na veter so drevesne vrste s plitvim

koreninskim sistemom (npr. smreka) ali z veliko krošnjo (npr. bukev). Na splošno je veter manj nevaren za listavce.

Na dovzetnost gozdnih sestojev za vetrolom pomembno vplivata drevesna sestava in zgradba sestojev. Dejavniki večjega tveganja nastanka vetroloma 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), prebiralni sestoji pa so praviloma na veter odpornejši kakor enomerni (Bachmann in Dvorak, 2005; Klopčič in sod., 2009). 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, 2007a).

V Evropi je veter v obdobju 1950–2000 v povprečju povzročil letni posek 18,7 milijona m³ poškodovanega drevja, v letih 1990 in 1999 pa celo posek v količini 120 in 180 milijonov m³ lesne mase (Schelhaas in sod., 2003). To pomeni, da je veter najpomembnejši (naravni) povzročitelj sanitarnega poseka v Evropi. Konec decembra 1999 je hud orkan prizadel Srednjo Evropo, točneje severno Francijo, jugozahodno Nemčijo in severno Švico. Podrl je 185 m³ milijonov drevja in uničil 70.000 ha mešanih smrekovo-jelovo-bukovih gozdov (Schütz in sod., 2006). Večji vetrolom je julija 2001 prizadel tudi vzhodno Estonijo (Ilisson in sod., 2007; Vodde in sod., 2009), kjer so prevladovali smrekovi sestoji s posamezno primešanimi listavci.

V Sloveniji je bilo v obdobju 1995–2007 zaradi poškodb vetra v povprečju letno posekanega okoli 90.000 m³ lesa (Jakša in Kolšek, 2010). V tem obdobju so se zgodili nekateri večji vetrolomi, ki so se praviloma pojavljali v severnem alpskem delu Slovenije. Novembra 2002 je veter v krajevni enoti Pokljuka podrl 25.490 m³ lesa. Orkanski veter je 29. junija 2006 na Jelovici podrl 85.000 m³ lesa na območju 160 ha smrekovih debeljakov (Papler-Lampe, 2006). Naslednji vetrolom se je zgodil 13. julija 2008 v občini Gornji

Grad, na območju prelaza Černivec, kjer je neurje poškodovalo 800 ha območij gozdov, količina posekanega drevja je znašala 153.000 m³.

Vetrolomi so sestavni del naravnih procesov v gozdnem ekosistemu, kljub temu pa želimo s strokovnimi ukrepi preprečiti ali omiliti njihove škodljive posledice, saj lahko povzročijo veliko ekonomsko škodo, včasih celo ogrožajo človeška življenja. Sanacija vetrolomov je nevarno in zahtevno opravilo, ki zahteva izkušene delavce, dobro opremo in veliko časa. Pri številnih velikopovršinskih vetrolomih, ko je na enem kraju poškodovanega zelo veliko drevja, ne prihaja zgolj do težav, kako izvesti sanitarno sečnjo, ampak nastopijo tudi težave s skladiščenjem lesa ob kamionskih cestah, z odvozom lesa, uničevanjem in posledično vzdrževanjem gozdnih prometnic. Zato celovita sanacija terja celovito načrtovanje. Sanacija in odvoz lesa morata biti dovolj hitra, da se prepreči namnožitev škodljivcev, pri iglavcih predvsem podlubnikov (Gartner in sod., 2007; Jakša in Kolšek, 2009).

Del sanacije poškodovanih območij je tudi obnova gozda. V zaključnem poročilu raziskovalnega projekta Diaci in sodelavci ugotavljajo, ko primerjajo načine obnove med seboj in sicer s saditvijo in naravno obnovo, da je naravnega pomladka povprečno nekoliko več na ploskvah z naravno obnovo, kot na ploskvah z umetno obnovo (brez sadik). Pri tem je potrebno upoštevati, da se za umetno obnovo pogosto tudi odločamo na predelih površine, kjer primanjkuje naravnega pomladka (Diaci in sod., 2015). Poškodovane sestoje lahko prepustimo naravni obnovi, katere cilj je pomladitev ciljnih drevesnih vrst. Vendar pa lahko na prizadetem območju sproži tudi sekundarna sukcesija in se število pionirskih vrst poveča, kar lahko spremeni drevesno sestavo gozdnih sestojev za nekaj desetletij. Raziskava obnove smrekovega sestoja po vetrolomu v Estoniji je pokazala, da se je delež pionirskih vrst breze in jerebice občutno povečal v močno poškodovanih sestojih, smreka pa je bila vrsta, ki se je na prizadetem območju lahko uveljavila pod zastorom preživelih dreves in preraščala v zgornjo drevesno plast (Ilisson in sod., 2007; Vodde in sod., 2009). Na številčnost pomladka ima pomemben vpliv tudi razvojna faza gozda pred vetrolomom. Vetrolom poškoduje mladovja v manjši meri kot starejše sestoje (Klopčič in sod., 2009), kar ugodno vpliva na obnovo poškodovanih območij. V raznodobnem gozdu je pomladek prisoten že na manjših območjih, kar zopet ugodno vpliva na obnovo sestojev po vetrolomu, vendar pa se pomladek pogosto poškoduje pri sanaciji poškodovanega območja

oziroma poseku in spravilu poškodovane lesne mase (Bleiweis, 1983; Ogris in Jurc, 2004; Jakša, 2007b). Na poškodovanost mladja v sestoji vpliva tudi gradnja in obnova cest in vlak v sestojih (Diaci in sod., 2015).

Kjer ni dovolj naravnega pomladka, si pomagamo z umetno obnovo ali pa uporabimo kombinacijo naravne in umetne obnove. Umetna obnova naj bi bila nujno potrebna samo na zahtevnih in skrajnostnih rastiščih ali na območjih, kjer ni semenjakov ciljnih drevesnih vrst (Papler-Lampe, 2009). Na prizadetih območjih na ekstremnejših rastiščih lahko pride do nezaželenih degradacijskih procesov (Papler-Lampe, 2009). Problem pri obnovi lahko predstavlja tudi zatavljenost ali razrast bujne zeliščne in grmovne vegetacije (Ott in sod., 1991; Diaci, 2002, Diaci s sod., 2005; Kupferschmid in Bugmann, 2005; Rammig in sod., 2006). Pri umetni obnovi moramo biti predvsem pazljivi, katere drevesne vrste bomo sadili, saj je cilj obnove ustvariti odpornejše sestoje kot so bili tisti, ki jih je poškodoval veter.

2 NAMEN NALOGE IN HIPOTEZE

Namen naše raziskave je bil analizirati razvoj gozdov po vetrolomu, ki se je zgodil februarja 1984 na območju Grofije v GGE Radovljica – levi breg Save. Fen, ki je pihal s Karavank, je prizadel radovljiško-blejsko ravnino in obrobja Mežaklje in povzročil posek 230.000 m³ lesa (ON Bled 1991, cit. po Gartner in sod., 2007). Veter je podiral drevje v šopih, povzročil pa je tudi velikopovršinske polomije in skupaj razgalil 330 ha gozdnih območij (Gartner in sod., 2007:161). Med drugim je povzročil obsežen vetrolom, velikosti 270 ha, ki je bil predmet naše raziskave. Vetrolom je bil v delu prepuščen naravni obnovi, drugje pa so e površine umetno obnovili s sadnjo.

V raziskavi smo primerjali razvoj gozdnih sestojev na površinah, ki jih je prizadel vetrolom, in površinah, ki jih veter ni prizadel. Ugotavljali smo tudi vpliv načina sanacije vetroloma na razvoj gozdnih sestojev: primerjali smo površine, ki so jih umetno obnovili, in površine, ki so jih prepustili naravni obnovi.

V raziskavi smo preverjali naslednje hipoteze:

- 1) Lesna zaloga poškodovanih gozdnih sestojev je bila višja kot v sestojih, kjer vetroloma ni bilo.
- 2) Drevesna sestava poškodovanih sestojev se je značilno razlikovala od drevesne sestave sestojev, ki jih vetrolom ni prizadel. Tako predvidevamo, da je bil delež smreke v prizadetih sestojih višji kot v sestojih, ki jih vetrolom ni prizadel.
- 3) Sanacija ogolelih površin s sadnjo je bila izpeljana na mestih, kjer so pred vetrolomom uspevali sestoji z relativno večjim deležem smreke v lesni zalogi, sanacija z naravno obnovo pa na mestih, kjer so uspevali sestoji z relativno večjim deležem listavcev, 4) S pomočjo zaporednih meritev na stalnih vzorčnih ploskvah je mogoče presojsati uspešnost sanacije v daljšem časovnem obdobju.

3 PREGLED OBJAV

V zadnjih desetletjih sta se povečali jakost in frekvenca naravnih motenj, na kar imajo pomemben vpliv podnebne spremembe (Schelhaas in sod., 2003), naravne ujme pa so sicer sestavni del razvojne dinamike gozdnega ekosistema (Klopčič in sod., 2010). Gozdovi so vedno bolj izpostavljeni različnim motnjam. Med motnjami se povečuje delež vetrolomov, snegolomov, žledolomov in plazov (Jakša in Kolšek, 2009). Na dovzetnost gozdnih sestojev za vetrolom pomembno vplivata drevesna sestava in zgradba sestojev. Na večjo možnost pojava vetroloma vplivajo: spremenjena naravna drevesna sestava gozdov, zmanjšana mehanska ali biološka stabilnost gozdnih sestojev ter neustrezna sestojna zgradba (Poljanec in sod., 2008). Evropo je v zadnjem desetletju prizadelo nekaj hudih ujm. Ciklon Vivian je leta 1990 v zahodni Evropi poškodoval okrog 100 milijonov m³ lesa, jeseni 2002 je viharni veter v Avstriji podrl okrog 5 mio m³ lesa; v letu 2007 sta ciklona Kyrill in Emma prav tako povzročala večje poškodbe gozdnih sestojev (Klopčič in sod., 2010). Konec decembra 1999 je močan orkan Lothar prizadel Srednjo Evropo. Potekal je čez severno Francijo, jugozahodno Nemčijo ter severno Švico. Padlo je 185 milijonov m³ drevja in bilo uničenih 70.000 ha gozdov. Med podrtim drevjem je prevladovala smreka, manj je bilo jelke in bukve (Schütz in sod., 2006). Naslednji večji vetrolom je bil v vzhodnem delu Estonije, in sicer junija 2001. Tam so prevladovali smrekovi sestoji s primesjo listavcev. So pa na ravno teh rastiščih potem ugotovili, da je smreka ena izmed redkih avtohtonih vrst, ki se lahko na prizadetem območju obdrži in nato celo preraste v višje sloje (Ilisson in sod., 2007; Vodde in sod., 2009).

V Evropi se zaradi naravnih ujm, večinoma vetroloma, letno poseka povprečno 35 milijonov m³ lesa (Schelhaas in sod., 2003).

Da pa Vetrolomi pa ne prizadenejo samo spremenjenih oziroma gospodarjenih sestojev, priča vetrolom, ki se je zgodil v pragozdu Pečka poleti 1983, poškodovanih je bilo 12 ha gozdov. Raziskave so pokazale, da so bila drevesa večjih premerov bolj poškodovana, torej manj odporna na veter. Jelka je bila bolj dovzetna za poškodbe kot bukev (Nagel in sod., 2006).

V zadnjih štirih letih je pet večjih ujm prizadelo gozdove v različnih delih Slovenije (Poljanec in sod., 2008). V letu 2006 se je v enem od takšnih neurij, dne 29. junija, nad Jelovico razvil veter, ki je v manj kakor 20 minutah na območju 106 ha podrl kar 85.000 m³ večinoma smrekovih debeljakov (Jakša in Kolšek, 2009). Ostale ujme, ki so pustošile, so bile: požar Šumka-Trstelj, ki je divjal med 21. in 26. julijem 2006, takrat je pogorelo 950 ha večinoma listnatega gozda na kraškem terenu. Uničenih je bilo 80.000 m³ lesne mase. Sledil je snegolom na zgornjem Gorenjskem, ki je januarja 2007 prizadel 20.000 ha gozdov, večinoma na planotah Mežaklja, Pokljuka in Jelovica. Polomljenega je bilo 150.000 m³ tanjšega lesa (Papler-Lampe, 2008). V letu 2008 pa sta se odvila dva večja vetroloma, in sicer prvi 6. in 13. julija v Trnovskem gozdu, v pasu med Komendo, Črničcem in Gornjim Gradom. Prizadeto območje je veliko 14.400 ha, uničenega je bilo 400.000 m³ lesa (Kolšek, 2008). Drugi pa je divjal 15. avgusta na področju Kozjansko – Brežice, prizadel je 5.440 ha mešanih gozdov na Kozjanskem in Bohorju. Uničeno je bilo 94.000 m³ drevja.

Na naše gozdove vplivajo različne naravne razmere in vrste motenj, zato imamo tudi vedno potek sanacij različen, saj je le-ta prilagojen trenutnem stanju in razmeram v sestojih. Glede na to, da sanacijske sečnje narekujejo v večji meri naravni procesi kakor človek, lahko pričakujemo, da se drevesna in debelinska struktura posekanih dreves zaradi sanacijske sečnje razlikuje od rednih sečenj in sečenj zaradi drugih vzrokov. Najpogostejši vzroki za sanitarne sečnje so sneg, žled, veter, požari in gradacije podlubnikov (Jakša in Kolšek, 2009). Sneg in žled ogrožata predvsem gozdove v alpskem svetu, tanjše sestoje v nadmorskih višinah od 600 do 1000 m. Požari ogrožajo sušnejša rastišča na krasu, podlubniki pa sledijo kot sekundarna motnja abiotским ujmam v zasmrečenih gozdovih, predvsem v osrednji in vzhodni Sloveniji (Poljanec in sod., 2010).

Po GGO območjih v Sloveniji je največ sanitarnih sečenj zaradi naravnih ujm evidentiranih v GGO Kranj. Tam je bil delež vsega poseka v obdobju od leta 1995 do leta 2006 kar 23,9 %. Kranju sledi GGO Bled, kjer je višina poseka sanitarnih sečenj znašala 22,7 % vsega poseka.

Iz podatkov o količini sanitarnega poseka lahko razberemo, da naravne ujme bistveno vplivajo na razvoj gozdov v alpskih predelih; v obdobju zadnjih 37 let je znašal sanitarni posek v GGO Bled kar 30 % celotnega poseka (Papler-Lampe, 2008).

Glede na stanje sestojev in območij ter vrsto ujme je treba prirediti tudi prioritete aktivnosti pri sanacijskem načrtu. Na vetrolomu 2006 na Jelovici so te prioritete bile: odpiranje novih gozdnih cest in vlak, spravilo lesa tam, kjer je bilo potencialno ogroženo premoženje ljudi, spravilo lesa na erozijskih območjih, vodotokih in sestojih, kjer je pretila prenamnožitev podlubnikov (Papler-Lampe, 2009).

Primer prioritete na požarnih območjih na Komnu: tam je bila sanacija usmerjena v preprečitev degradacije rastišča, saj so tam rastišča že tako slabša, manj produktivna, pogosto pa preidejo tudi v kamenišča. Tako so v prvi fazi sanacijskega načrta na popolnoma pogorelih površinah predvideli saditev želoda in drugih lahkih semen. V drugi fazi pa so manj prizadeta območja prepustili naravni obnovi, bolj prizadeta pa bodo obnovili z umetno obnovo (Papler-Lampe, 2009). Pri požaru in vetrolomih je uničenje gozda ploskovno (Papler-Lampe, 2006; Košir in Jež, 2008), zato je prevladujoča vrsta spravila strojna sečnja, ki je tudi varnejša za delavce.

Sanacija na območjih snegolomov poteka drugače, saj snegolom povzroči posamične, šopaste in ploskovne poškodbe. Drevesa se lomijo, zato tu poleg strojne sečnje potrebujemo tudi klasično sečnjo. Obnova na snegolomnih območjih poteka s širitvijo vrzeli, z upoštevanjem stabilnega sestojnega roba in primerne pomladitvene mikroklimi. Imamo pa tudi drugo možnost in sicer s pospeševanjem polnilnega sloja. Tako dosežemo vsaj globljo prekoreninjenost ter z opadom listavcev izboljšano hranilno vrednost tal (Papler-Lampe, 2008).

Obsežnejše sečnje zaradi snegoloma so bile pri nas v letih 1999, 2003 in 2007 (Jakša in Kolšek, 2009).

4 OPIS OBJEKTA

Območje Grofije spada v blejsko gozdnogospodarsko območje, natančneje v gozdnogospodarsko enoto (GGE) Radovljica – levi breg Save. GGE Radovljica – levi breg Save obsega 3.540 ha gozdov ravninskega predela Radovljice in Begunj ter goratega predela Begunjščice z Dobrčo. Največ (2.949 ha ali 83,3 %) je večnamenskih gozdov, zelo malo (55 ha) je gozdov s posebnim namenom, kjer so ukrepi dovoljeni, 15,1 % je varovalnih gozdov. Povprečna zasebna posest je velika 1,8 ha. Lesna zaloga večnamenskih gozdov in gozdov s posebnim namenom je 360 m³/ha, iglavcev je 208 m³/ha, listavcev pa 152 m³/ha. V varovalnih gozdovih je lesna zaloga 254 m³/ha. V večnamenskih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom je prirastek 8,66 m³/ha, pri čemer predstavljajo iglavci 58 % , listavci pa 42 % (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009) .

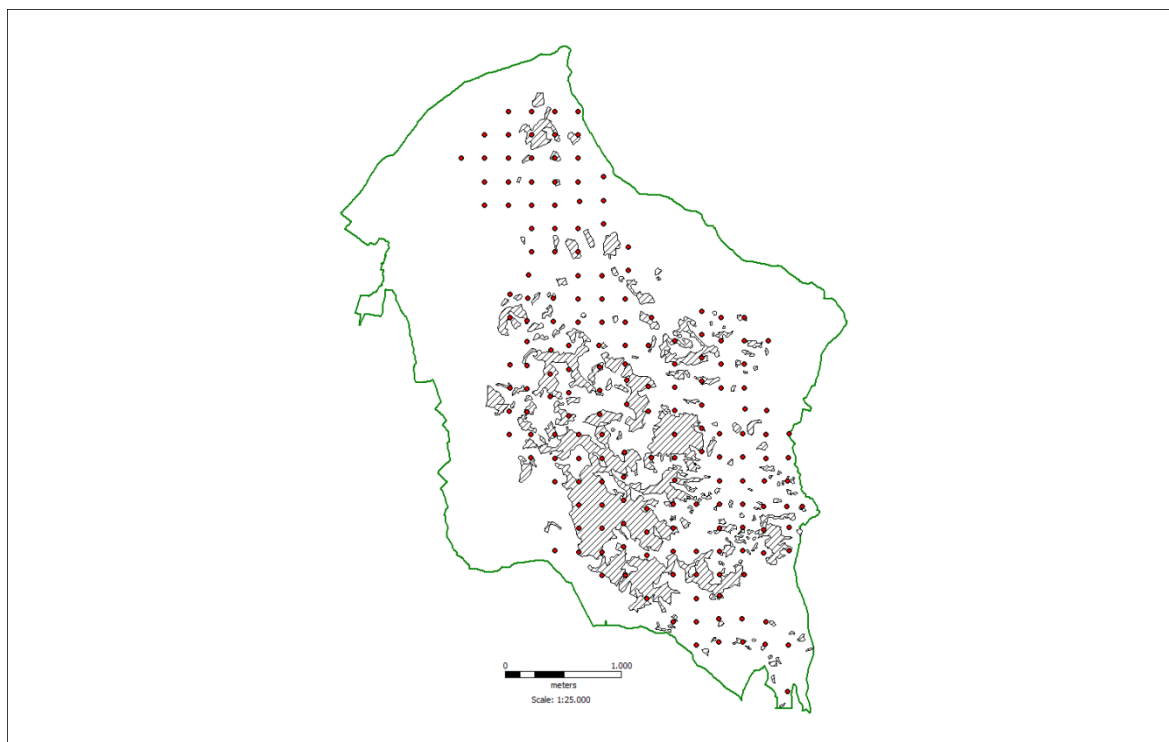
Gozdnogospodarska enota je sestavljena iz dveh velikih krajinskih enot: 1) gorati severni del z nadmorskimi višinami od 600 do 2000 m in 2) južni, ravninski, valovit in terasasto oblikovan svet z nadmorskimi višinami do 700 m. Povprečni naklon je v gorskem delu 58 %, kar je posledica razgibanega terena z velikimi nakloni. Matična podlaga savskih teras in ravninskih predelov so prod, konglomerat in ledeniške morene. V enoti najdemo še andezitne tufe, vulkanske breče, konglomerate, na katerih so razviti distrični rankerji, distrična rjava tla in distrična sprana tla. Na območju GGE so prisotne naslednje združbe: *Luzulo–Fagetum* (71,4 %), *Quercu–Luzulo–Fagetum* (6,9 %), *Blechno–Fagetum* (4,9 %) ter *Quercu–Carpinetum* (10,2 %) in *Haquetio–Carpinetum* (6,6 %) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

GGE Radovljica – levi breg Save spada v predalpsko – alpski fitoklimatski teritorij. Na tem območju prevladuje humidno kontinentalna klima. Letna količina padavin v nižinskem delu enote dosega znaša 1350 mm do 2050 mm. Najmanj padavin je v zimskem letnem času od decembra do marca. Maksimum pa je dosežen v jesenskem času. Srednje letne temperature dosegajo v nižjih predelih vrednosti med 7,5 °C in 9,5 °C. V nižjih predelih traja vegetacijska doba 6 mesecev. Najpomembnejši klimatski dejavnik ogroženosti gozdov je veter, ki občasno povzroča obsežne poškodbe gozdov. Glavni vzrok za nastanek močnih vetrov na tem območju je dotekanje hladnega zraka od S oziroma SV proti

Karavankam in nato preko njih v ciklonsko depresijo Sredozemlja. Tako s spuščanjem hladnega zraka iz velikih višin nastane vrtničast vihar – karavanški fen. Ko se spušča preko Karavank hladen, lahko povzroči nastanek močnih turbulentnih gibanj zračnih mas z veliko rušilno močjo (Gozdnogospodarski načrt ..., 1999; Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

9. in 10. februarja 1984 je na območju Grofije karavanški fen prizadel gozdove na skupni površini 330 ha (sliki 1 in 2); ta površina je bila predmet naše raziskave. Takrat je bilo značilno mešanje karavanškega fena z zahodnikom po Savski dolini, s sunki vetra do 145 m/s v vseh smereh (Gozdnogospodarski načrt ..., 1979; Pristov, 1984). Največje opustošenje je veter povzročil v zavetrnih legah pod Karavankami, od koder je ciklonsko območje vsrkalo težek hladen zrak, natančneje v podgorskih in deloma gozdovih v najnižjih predelih območja vse od Žirovnice do Preddvora. Vihar je poškodoval 97.000 m³ drevja.

Objekt Grofija, na katerem smo izvedli raziskavo, zajema 270 ha gozdov. Na območju Grofije kot matična podlaga prevladuje lapor, nekaj je apnenčevega konglomerata, v starejših usedlinah pa kremenov konglomerat. Prevladujejo kisljaka tla, po večini zelo globoka in globoka. Nekaj je tudi sivice. V Grofiji prevladujejo zmerno acidofilni bukovi gozdovi (Gozdnogospodarski načrt ..., 1989). Karavanški fen ni poškodoval vseh sestojev, vseeno pa je bilo precej sestojev popolnoma uničenih, drevje je bilo polomljeno ali izruvano.



Slika 1: Karta ZGS za območja raziskave s stalnimi vzorčnimi ploskvami (rdeče pike). Šrafirana območja so območja vetroloma.

Najbolj so bili prizadeti sestoji iglavcev med Begunjami in Črničcem – čisti smrekovi in borovi sestoji, za odpornega pa se je izkazal macesen. Med listavci se je za najbolj odporno vrsto izkazala bukev, podrtih je bilo več kostanjev, hrastov in ostalih listavcev. Tako se je posek iglavcev povečal za 57.409 m^3 , listavcev pa le za 251 m^3 . V prvem letu so na novo pogozdili 70 ha območij, v naslednjem letu pa še 140 ha (Gozdnogospodarski načrt ..., 1989).



Slika 2: Špik, leta 1984, ko je bila opravljena sanitarna sečnja in spravilo (Gozdnogospodarski načrt ..., 1989).



Slika 3: Špik, slikan leta 1989, z istega stojišča kot leta 1984, torej 5 let po vetrolomu. Na sliki se lahko vidi, da se območje po vetrolomu dobro in hitro obnavlja (Gozdnogospodarski načrt ..., 1989).



Slika 4: Vetrolomno območje posneto nekaj dni po ujmi s smetišča Črnivec (slika levo). Isto območje slikano leta 1989, 5 let po vetrolomu (slika desno) (Gozdnogospodarski načrt ..., 1989).

5 METODE DELA

5.1 PRIDOBITEV PODATKOV IN NJIHOVA STRATIFIKACIJA

Raziskava je temeljila na podatkih, izmerjenih ali ocenjenih na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP). Metodologija pridobivanja podatkov na SVP za potrebe gozdne inventure in izdelave gozdnogospodarskih načrtov se v GGO Bled uporablja že od 70. let prejšnjega stoletja (Poljanec in sod., 2009), kar omogoča natančne analize razvoja gozdov.

Osnovne podatke o lokaciji SVP in sestoji ter kartni material smo pridobili na Zavodu za gozdove Slovenije (ZGS), Območna enota Bled. V analizo smo vključili 108 SVP, od tega jih je bilo 40 na območju vetroloma in 68 na območju, kjer sestoji niso bili poškodovani.. Pridobili smo podatke za štiri inventurna leta, in sicer 1978, 1988, 1998 in 2008.

Raziskovalno območje smo si najprej ogledali in določili vplivno območje vetroloma. V arhivih ZGS, OE Bled smo poiskali sestojne karte za GGE Radovljica – levi breg Save za obdobje veljavnosti 1979–1988 in 1989–1998, ki smo jih skenirali, potem georeferencirali s programskim orodjem Mapinfo 9.5 in nato digitalizirali. Na podlagi primerjave digitaliziranih kart smo določili vplivno območje vetroloma. Tako določeno vplivno območje vetroloma je merilo približno 330 ha, medtem ko je bilo na karti ZGS zarisanih 183,5 ha površin vetrolomnega območja. Stalne vzorčne ploske smo nato stratificirali v dva razreda glede na to, ali so SVP ležale na območju vetroloma ali izven tega območja. Od skupno 192 SVP jih je bilo 72 lociranih na območju vetroloma, 120 SVP pa je ležalo izven poškodovanega območja. Naknadno smo zaradi ugotovljenih nepravilnosti v podatkih in posledično nepopolne časovne serije podatkov izločili 84 ploskev, in sicer 32 na območju vetroloma in 52 izven njih. Končna podatkovna zbirka za analizo razvoja gozdnih sestojev je tako obsegala 40 SVP na območju vetroloma in 68 SVP zunaj tega območja. Skupaj smo torej analizirali 108 SVP.

Klasifikacijo SVP smo preverili tudi na terenu, hkrati pa smo s popisom na terenu želeli pridobiti še nekatere druge informacije o gozdnih sestojih. S pomočjo GPS smo locirali posamezno SVP in preverili stanje gozdnega sestoja. Na vsaki SVP smo ocenili: vitalnost

sestoja, sestojno zasnovu, sklep, razvojno težnjo, način sanacije sestoja, v primeru sadnje smo evidentirali še sajene drevesne vrste. Tako smo ocenjevali:

1) vitalnost:

- 1 – zelo vitalni sestoji,
- 2 – vitalni sestoji,
- 3 – slabo vitalni sestoji,
- 4 – odmirajoče drevje;

2) zasnova:

- 1 – bogata zasnova,
- 2 – dobra zasnova,
- 3 – pomanjkljive zasnove,
- 4 – slabe zasnove;

3) negovanost:

- 1 – negovani sestoji,
- 2 – pomanjkljivi sestoji,
- 3 – nenegovani sestoji,
- 4 – nenegovani in ogroženi sestoji;

4) sklep:

- 1 – tesen,
- 2 – normalen,
- 3 – vrzelast,
- 4 – vrzelast do pretrgan;

5) težnja:

- 1- iglavci,
- 2 – listavci;

6) načina sanacije sestoja:

- 1 – naravno,
- 2- umetno s sadnjo.

Na vsaki SVP smo glede na strukturne značilnosti sestoja presojali, če je orkanski veter poškodoval sestoj. Pri tej presoji smo upoštevali predvsem prisotnost ostankov izruvanih

dreves ter prisotnost polomljenih, podrtih ali odmirajočih dreves in lesnih ostankov. Ker je od vetroloma minilo že 30 let, so bili ponekod vidni le ostanki preperelih panjev in izruvanih ali prelomljenih dreves. Ker kasnejših vetrolomov na območju ni zabeleženih, smo sklepali, da so navedeni znaki posledica vetroloma iz leta 1984. Pomagali smo si s sestojnimi kartami ZGS in karto vetroloma. O poškodovanosti sestojev smo se pogovorili z revirnimi gozdarji, na terenu pa smo bili pozorni predvsem na razlike v višini in debelini dreves, prisotnost vrzeli in druge znake, ki so vsi indicirali poškodovanost sestojev zaradi vetra. Pri popisu na terenu smo zaznali, da je karta vetroloma deloma pomanjkljiva. Zato in tudi na podlagi pogovora z revirnim gozdarjem smo se odločili, da bomo SVP klasificirali na podlagi podatkov terenskega popisa. Območje gozdov, ki jih je prizadel veter in povzročil poškodbe, smo imenovali »območje vetroloma«, območje neprizadetih gozdov znotraj območja raziskave pa »območje brez poškodb«.

V analizo vpliva načina sanacije na razvoj gozdnih sestojev smo vključili vseh 40 SVP na vetrolomnem območju. Pri terenskem popisu smo ugotovili, da je bilo 23 SVP (57 %) saniranih z umetno obnovo (sadnjo), 17 SVP (43 %) pa je bilo prepuščenih naravni obnovi. Pri ocenjevanju načina sanacije sestojev po vetrolomu smo se opirali na informacije, ki jih je podala vodja odseka za gojenje in varstvo gozdov na OE Bled Vida Papler Lampe (ustni vir), in opažanja na terenu. Na terenu smo o sadnji smreke sklepali predvsem glede na starost sestoja, ki smo jo presojali glede na višine (vretenca vej) in debeline dreves, in razmestitev smreko v sestoj. Prav tako smo bili pozorni na zaplate posajene smreke, ki smo jih prepoznali kot skupek smrek brez primesi drugih vrst, približno enakih dimenzij in starosti. V pomoč so nam bile tudi informacije, ki jih je podal domačin iz vasi Peračica (ustni vir). Sledi pogozdovanja smo ugotovili na 23 ploskvah, kjer so sadili macesen, jesen in smreko. Sestoj, za katere smo ugotovili, da so rezultat sanacije s sadnjo smo poimenovali »pogozdeni sestoji«, sestoj na SVP, ki pa so bili prepuščeni naravnemu razvoju, pa »naravni sestoji«.

5.2 IZRAČUN IN ANALIZE SESTOJNIH PARAMETROV

Naše hipoteze smo preverjali s primerjavo stanja gozdnih sestojev pred in po vetrolomu.

Stanje smo primerjali s pomočjo osnovnih sestojnih parametrov, s katerimi lahko zaznamo spremembe gozdnih sestojev. Sestojni parametri so bili:

- lesna zaloga,- temeljnica,
- drevesna sestava in
- debelinska struktura.

Sestojne parametre smo izračunali iz podatkov za posamezna drevesa na SVP. Za vsako SVP smo izračunali lesno zalogo (LZ), temeljnico (G), deleže drevesnih vrst (odstotek lesne zaloge) vrst ter debelinsko strukturo.

Volumen posameznih dreves smo izračunali z enotnimi tarifami (Biolley, 1920) na podlagi podatkov o prsnem premeru dreves. Vrednost volumna posameznega drevesa smo pomnožili s faktorjem 25, vsota vrednosti vseh dreves na SVP pa je bila ocena hektarske lesne zaloge sestoja (LZ; m³/ha. Sestojno temeljnico (G; m²/ha) smo izračunali s seštevkom temeljnic dreves na SVP, ki smo ga pomnožili s faktorjem 25. Drevesno sestavo smo določili glede na delež posameznih drevesnih vrst v skupni lesni zalogi dreves na SVP.

Zaradi lažje izvedbe raziskave smo nekatere drevesne vrste združili v skupine. Analize smo izvedli za naslednje drevesne vrste ali skupine drevesnih vrst: smreko (šifra 11), jelko (21), rdeči bor (31), bukev (41), kostanj (55), drugi trde listavce in mehke listavce. Med druge trde listavce smo prišteli robinijo (55), črni gaber (76), beli gaber (71), maklen (73) in mali jesen (77), med mehke listavce pa trepetliko (81), topole (82), sivo jelše (84), črno jelšo (83), brezo (85) in vrbe (86). Debelinsko strukturo smo podali kot število dreves po debelinskih razredih. Razlikovali smo:

- A - tanko drevje 10-29 cm prsnega premera oziroma 3.-6. debelinska stopnja (DS),
- B - srednje debelo drevje 30-49 cm prsnega premera oziroma 7.-10. DS,
- C - debelo drevje prsnega premera 50 ali več cm oziroma 11. ali višje DS.

Pri preverjanju hipotez smo SVP stratificirali v dva stratuma, »vetrolom« in »nevetrolom« (slika 1), znotraj stratuma »vetrolom« pa smo oblikovali še dva podstratuma: »pogozdeni

sestoji« in »naravni sestoji«. Hipoteze smo preverjali z enostavnimi statističnimi testi v programskih orodjih SPSS in MS Excel. Predpostavke za parametrične teste (t.j. homogenost varianc med stratumi, normalna porazdelitev spremenljivke) niso bile izpolnjene, zato smo za testiranje razlik v srednjih vrednostih med dvema stratumoma uporabili neparametrični Mann-Whitneyjev test (MW test). S testom smo izvedli naslednje analize:

- 1) primerjava absolutnih vrednosti LZ in G med stratumoma »vetrolom« in »brez poškodb«;
- 2) primerjava absolutnih vrednosti G posamezne drevesne vrste med stratumoma »vetrolom« in »brez poškodb«;
- 3) primerjava drevesne sestave (tj. deležev posamezne drevesne vrste) med stratumoma »vetrolom« in »brez poškodb«.

6 REZULTATI

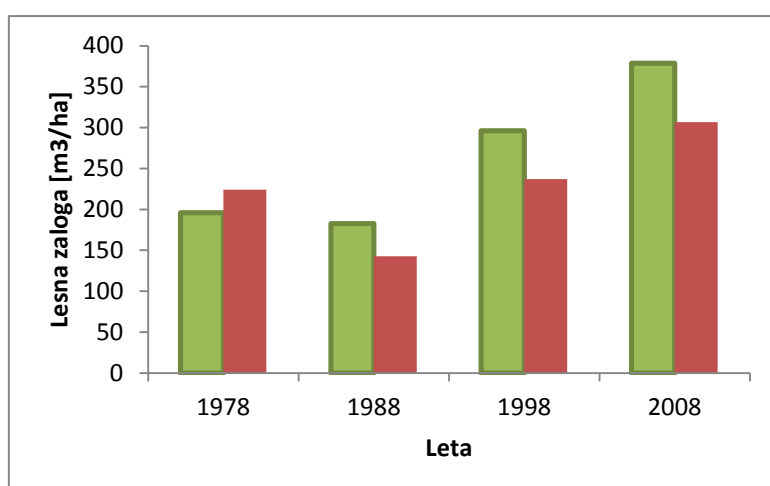
6.1. PRIMERJAVA SESTOJNIH PARAMETROV MED območjem vetroloma in območjem brez vetroloma

a) Lesna zaloga

Povprečna lesna zaloga na SVP v letu 1978 je znašala na območju vetroloma 224 m³/ha, zunaj tega območja pa 196 m³/ha. Med letoma 1978 in 1988 se je LZ statistično značilno znižala (MW test, $p < 0,001$), kar je najverjetneje posledica vetroloma. LZ na območju vetroloma se je med gozdnima inventurama v letih 1978 in 1988 znižala za kar 36 %, nato pa do leta 2008 zvišala za 37 % glede na začetno LZ v letu 1978. Če pa primerjamo leti 1988 in 2008, se je LZ zvišala za 114 %.

Na območjih brez vetrolomov smo ob prvi inventuri po vetrolomu leta 1988 prav tako zabeležili znižanje LZ (za 7 %), nato pa njeno stalno povečevanje.

Med območjema smo zaznali razlike v višini LZ na koncu opazovanega obdobja. Leta 2008 je bila LZ na območju vetroloma v primerjavi z območjem brez vetroloma značilno nižja (MW test, $p < 0,001$), kar je bilo obratno kot pred pojavom vetroloma (slika 5).

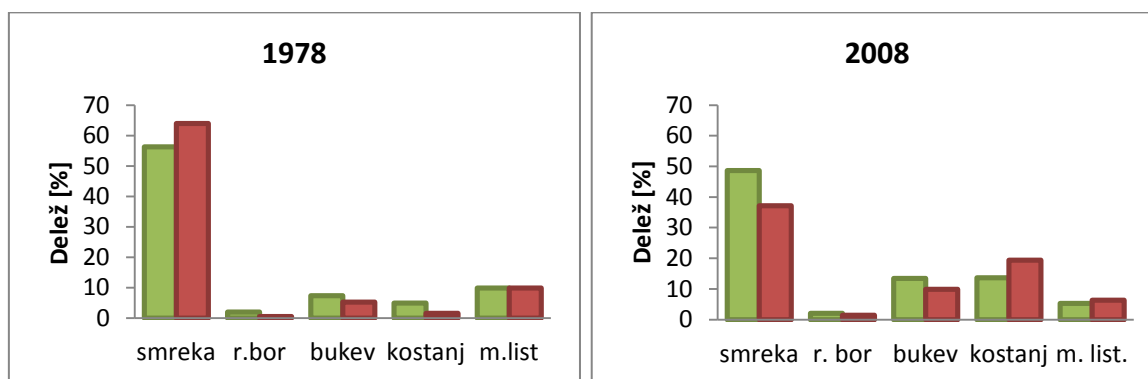


Slika 5: Dinamika lesne zaloge sestojev na območju vetroloma (rdeče) in na območja nevetroloma (zeleno).

b) Drevesna sestava

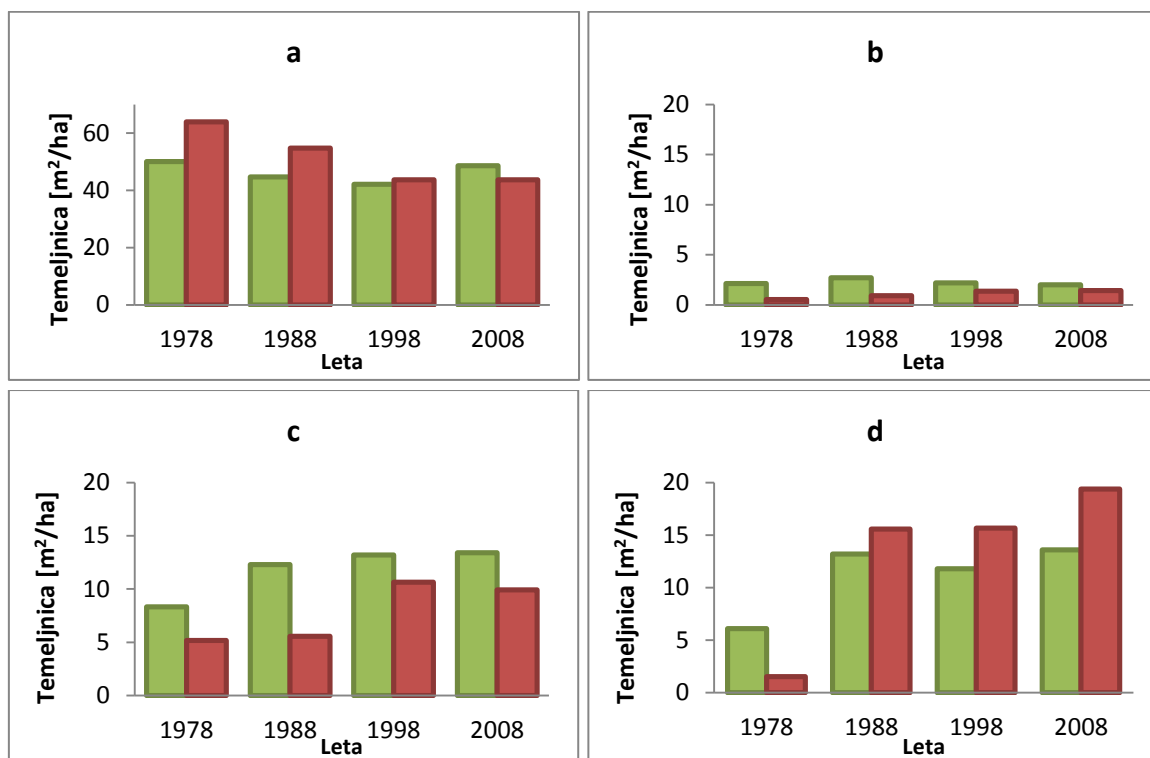
Leta 1978 je na celotnem območju raziskave smreka prevladovala v lesni zalogi gozdnih sestojev. V sestojih so bili prisotni še rdeči bor, bukev, kostanj in mehki listavci.

V raziskavi smo v opazovanem obdobju zaznali upad deleža smreke na obeh območjih. Statistično značilno večji upad njenega deleža (MW test, $p < 0,001$) smo ugotovili na območju vetroloma, s čimer smo potrdili drugo hipotezo, da je bil pred vetrolomom višji delež smreke v prizadetih sestojih kot v sestojih, ki jih vetrolom ni prizadel. Pri bukvi smo ugotovili porast njenega deleža na območju zunaj vetroloma, pri kostanju pa ravno obratno (slika 6).



Slika 6: Sprememba drevesne sestave raziskovanih gozdnih sestojev v obdobju 1978-2008 na območju vetroloma (rdeče) in na območju nevetroloma (zeleno).

Zaradi ugotovitve značilnih razlik smo podrobneje proučili dinamiko glavnih drevesnih vrst (slika 7). Smreke je bilo več na območju vetroloma, pri ostalih drevesnih vrstah je bila razlika med območjema majhna. Temeljnica smreke je bila do leta 1998 statistično značilno nižja na območju vetroloma kot zunaj tega območja (MW test, $p < 0,001$), leta 2008 pa ponovno zasledimo naraščanje, ki pa je bilo večje na območju, kjer vetroloma ni bilo. Temeljnica kostanja je na območju vetroloma statistično značilno bolj narasla (MW test, $p < 0,001$) kot na drugem območju. Pri drugih drevesnih vrstah ni bilo značilnih razlik.



Slika 7: Dinamika skupne temeljnice smreke (a), rdečega bora (b), bukve (c) in kostanja (d) v obdobju 1978-2008 na območju vetroloma (rdeče) in nevetroloma (zeleno)

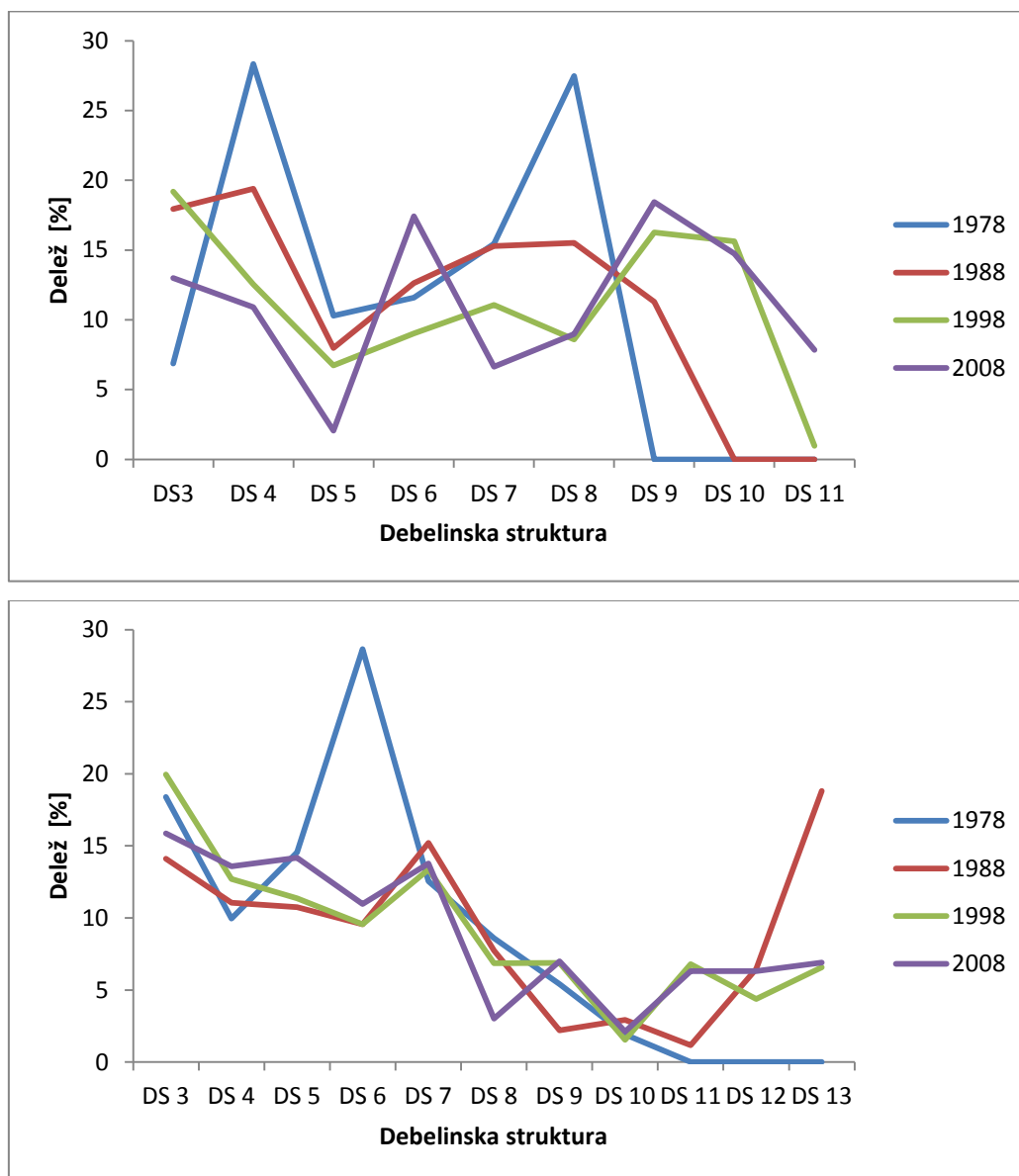
c) Debelinska struktura

Na območju vetroloma je leta 1978 prevladovalo tanko drevje od 4. do 6. debelinske stopnje. Smreka in kostanj sta bila zastopana v srednjem debelem drevju (7. in 8. debelinska stopnja). Dreves v višjih debelinskih stopnjah od 8. dalje v inventuri leta 1978 niso zabeležili.

Na območju, kjer ni bilo vetroloma, je bilo veliko število tankega in srednje debelega drevja. Na območju, kjer vetroloma ni bilo, so leta 1978 v popisih zabeležili tudi drevje 9. in 10. debelinske stopnje, niso pa zabeležili debelega drevja.

Debelinska struktura sestojev na obeh območjih se je v analiziranem obdobju spreminjala (slika 8). V letih 1988 in 1998 je bilo opazno povečanje števila drevja 3. debelinske stopnje. Na podlagi tega lahko sklepamo o povečani vrsti v sestojih na območju vetroloma, v letih 1998 in 2008 pa tudi porast števila drevja 9., 10. in 11. debelinske

stopnje, torej srednjedebelega in debelega drevja, kar je verjetno rezultat učinkovitega priraščanja srednje debelega drevja, ki je ostalo po vetrolomu.



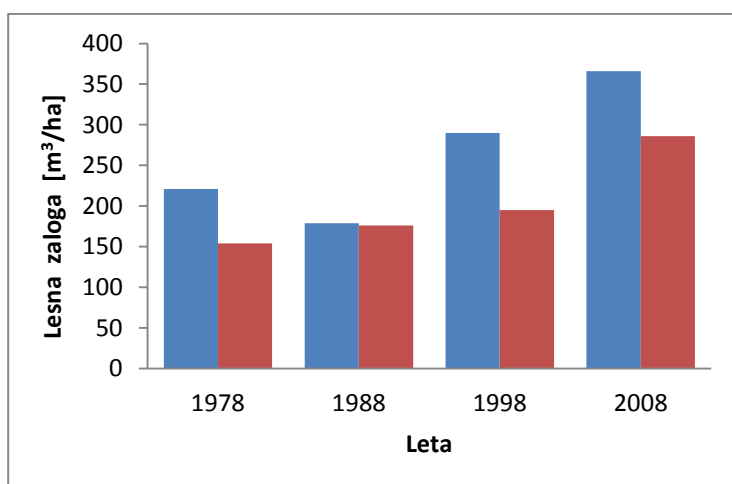
Slika 8: Dinamika debelinske strukture [%] na območju vetroloma (zgoraj) in območju brez vetroloma (spodaj).

6.2. PRIMERJAVA NAČINOV SANACIJE POŠKODOVANIH SESTOJEV

a) Lesna zaloga

Lesna zaloga sestojev, ki smo jih določili kot »pogozdene«, stalno narašča. Lesna zaloga »naravnih sestojev« pa se je v letu 1988 znižala v primerjavi z letom 1978, vendar se je potem z vsako naslednjo inventuro povečala. V naravnih sestojih je bila LZ pred vetrolomom $221 \text{ m}^3/\text{ha}$, kar je več kot v sestojih, ki so bili pozneje pogozdeni ($154 \text{ m}^3/\text{ha}$). Tudi leta 2008 je bila lesna zaloga naravnih sestojev višja ($366 \text{ m}^3/\text{ha}$) od lesne zaloge pogozdenih sestojev ($286 \text{ m}^3/\text{ha}$).

LZ pogozdenih sestojev se je v obdobju 1978-2008 povečala za $132 \text{ m}^3/\text{ha}$, v obdobju 1988-2008 pa za $110 \text{ m}^3/\text{ha}$ (slika 9). Najvišje povečanje lesne zaloge (+32 %) je opazno v obdobju 1998-2008. V naravnih sestojih se je lesna zaloga v obdobju 1978-1988 zmanjšala za 20%. V obeh naslednjih inventurah pa opazimo porast, in sicer v obdobju 1988-1998 za 24 %, v obdobju 1998-2008 pa za 40 %. Če pa primerjamo obdobje 1988-2008, je razlika v LZ naravnih sestojev največja, saj se je povečala kar za 51 %.

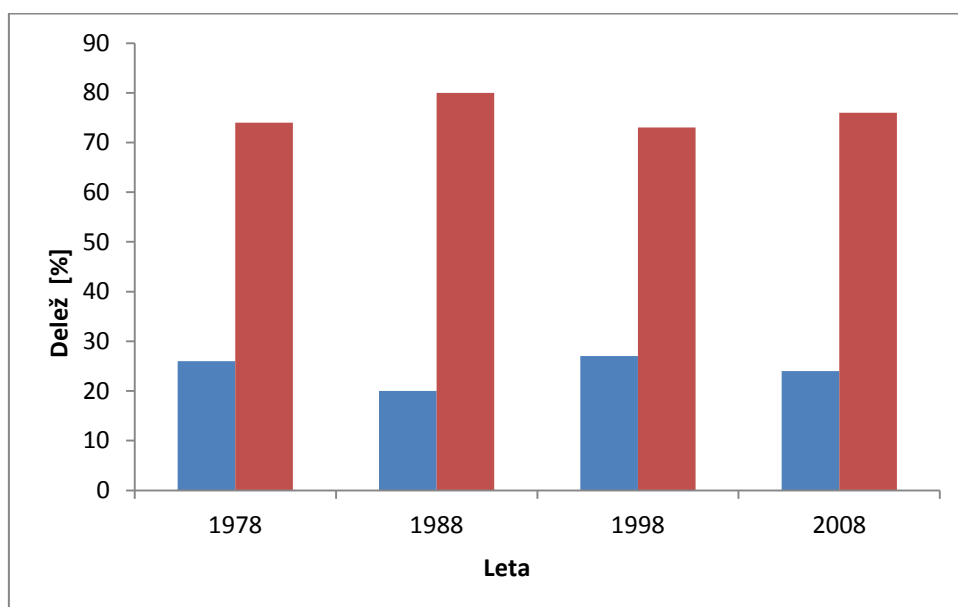


Slika 9: Dinamika lesne zaloge sestojev na območju vetroloma po stratumih pogozdovano (rdeča) in naravno (modra).

b) Drevesna sestava

23 SVP (57 %), leži v sestojih, ki smo jih uvrstili med »pogozdene sestoje«. Te površine so bile po vetrolomu sanirane z umetno obnovo (sadnjo). Naši rezultati kažejo, da so

večinoma sadili smreko, jesen in macesen. Ugotovili smo, da je bil delež smreke že pred vetrolomom (leta 1978) na pozneje pogozdenih območjih značilno višji od deleža smreke na območjih, ki smo ga po vetrolomu prištevali med območje z naravnimi sestoji. V obeh naslednjih inventurah se je delež smreke ponovno zelo približal deležu smreke pred vetrolomom (slika 10). V naravnih sestojih se je delež smreke takoj po vetrolomu zmanjšal, pozneje pa zopet nekoliko povečal, tako da je stanje podobno stanju pred vetrolomom.



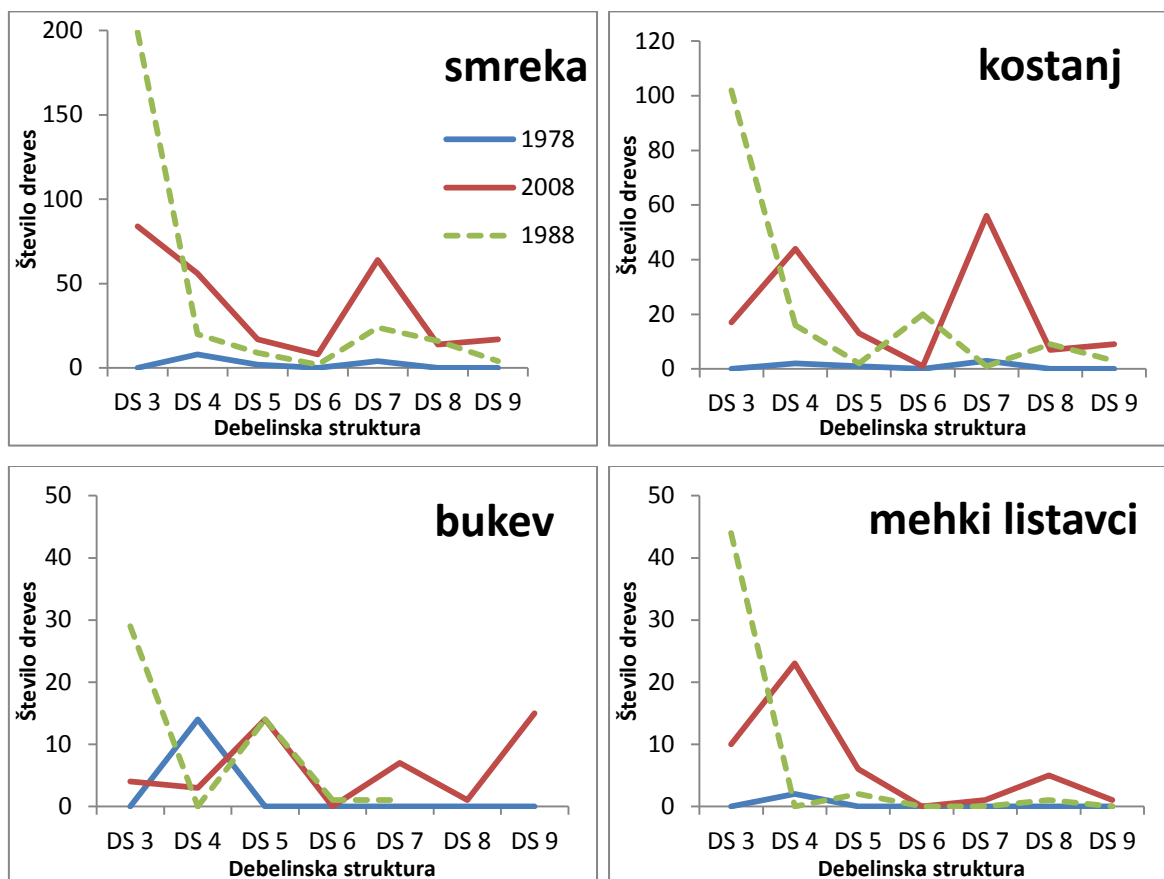
Slika 10: Delež smreke na pogozdenih (rdeče) in naravnih (modro) sestojih.

c) Debelinska struktura

Na območjih, ki so bili po vetrolomu pogozdeni, je bilo leta 1978 število relativno debelejših dreves precej večje kot na območjih z »naravnimi sestoji«, ki po vetrolomu niso bila pogozdena. V pogozdenih sestojih je leta 2008 opazna velika vrast vrast tankega drevja in povešanještevila srednje debelega drevja vseh drevesnih vrst. Izjema so mehkih listavci, kjer smo zaznali samo večjo vrast tankega drevja (slika 11), pri smreki, bukvi in kostanju pa je v obdobju 1998-2008 opazno veliko povečanje števila debelega drevja.

Vrast smreke, kostanje in bukve je opazna že v obdobju 1978-1988. Pri smreki in kostanju je opazna velika razlika v številu tankega drevja (vrasti) med letoma 1988 in 2008. Razvoj sestojev po vetrolomu nazorno prikazuje debelinska struktura kostanja, kjer je opazna

velika sprememba po vetrolomu in potem preraščanje osebkov v debelejše debelinske stopnje.



Slika 11: Debelinska struktura (število) izbranih drevesnih vrst na pogozdenih površinah, ki jih je prizadel vetrolom (modra – 1978, zelena 1988, rdeča – 2008).

7 RAZPRAVA

Ujme lahko povzročijo veliko ekonomsko in tudi veliko ekološko škodo. Pojav katastrof je redek, človek nanje nima skoraj nobenega vpliva. Pri nas so pogostejši vetrolomi srednjih razsežnosti in jakosti (Woods, 2004), ki tudi povzročajo velike škode, zato jim moramo nameniti pozornost. Vetrolomi srednjih jakosti so posledica interakcije različnih klimatskih, orografskih, sestojnih in gozdnogospodarskih dejavnikov (Ruel, 2000; Kramer in sod., 2001; Frelich, 2002; Indermühle in sod., 2005). Na prvi dve skupini dejavnikov človek ne more vplivati (klimatski in orografski), lahko pa vplivamo z gozdnogospodarskimi in gozdnogojitvenimi ukrepi in tako posledično vplivamo na drugi dve skupini dejavnikov. Za to pa je treba pridobiti znanje; ena od možnosti je analiziramo značilnosti in posledice ujm. Ena takšnih se je zgodila leta 1984 na območju Grofije.

7.1 RAZVOJNA DINAMIKA

Trideset let po vetrolomu smo ugotovili značilne razlike med sestoji, ki jih je prizadel vetrolom, in tistimi, ki jih ni prizadel. Prav tako smo ugotovili razlike med sestoji, ki so bili obnovljeni na različna načina. Pri primerjavi lesne zaloge med območjem, ki ga je prizadel vetrolom in kontrolnim območjem, smo ugotovili, da je bila lesna zaloga pred vetrolomom višja v sestojih, ki jih je prizadel vetrolom, s čimer smo potrdili prvo hipotezo, ki pravi, da je bila lesna zaloga poškodovanih gozdnih sestojev višja kot v sestojih, kjer vetroloma ni bilo.

Lesna zaloga je bila po vetrolomu pričakovano višja na območju, ki ga ni prizadel vetrolom. Enako je za lesno zalogo in temeljnico v Peručici ugotovil Tajnikar (2007), ko je primerja temeljnico na območju vetroloma s temeljnico na območju, ki ga vetrolom ni prizadel.

Na območju vetroloma je bila lesna zaloga gozdnih sestojev pred vetrolomom večja na površinah, ki so bile pozneje pogozdene, kot na površinah, ki so bile po vetrolomu prepuščene naravnemu razvoju (»naravni sestoji«). Razvoj lesne zaloge na obeh podstratumih se razlikuje. Po vetrolomu se je v pogozdenih sestojih zaloga v obdobju

1988-2008 povečala $110 \text{ m}^3/\text{ha}$, v naravnih sestojih pa za $187 \text{ m}^3/\text{ha}$. V slednjih je bil LZ ob zaključku opazovanega obdobja večja kot v pogozdenih sestojih.

Analiza drevesne sestave je pokazala, da v raziskovalnem območju prevladujeta smreka (48 %) in bukev (18 %). Od ostalih vrst je največ rdečega bora (9 %), gradna (6%) in jelke (7 %). V opazovanem obdobju 1978-2008 smo ugotovili upad deleža smreke, ki je bil pri smreki večji, kot pri drugih opazovanih vrstah. Upad smo opazili na celotnem območju, vendar je bil ta večji na območjih vetroloma. Analiza stanja gozdov v obdobju pred vetrolomom je pokazala, da je veter prizadel območja, na katerih je bil delež smreke v gozdnih sestojih višji kot zunaj območja vetroloma. Tako smo potrdili drugo hipotezo, ki pravi, da je bil delež smreke pred vetrolomom v prizadetih sestojih višji kot v sestojih, ki jih vetrolom ni prizadel. Podobno so ugotovili tudi drugi raziskovalci (npr. Schelhaas in sod., 2003; Ogris in Jurc, 2004; Jakša, 2007a), ki se strinjajo, da so drevesne vrste različno odporne na pojav ujm. Ugotovili so, da 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.

Analiza drevesne sestave na območjih, ki jih je prizadel vetrolom, je pokazala, da je bil delež smreke višji na območjih, na katerih so po vetrolomu izvedli sanacijo z umetno obnovo (»pogozdeni sestoji«), kot na prizadetih površinah, ki so bile prpeuščene naravnemu razvoju (»naravni sestoji«). Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Ilisson in sod. (2007) ter Vodde in sod. (2009) za primer vetroloma v Skandinaviji. Ugotovili so, da je smreka ena izmed redkih avtohtonih vrst, ki se lahko na prizadetem območju obdrži in nato celo preraste v višje sloje.

V spremenjenih gozdovih z visokim deležem smreke lahko pričakujemo precejšnjo škodo v prihodnosti, saj se je smreka na teh rastiščih pokazala kot ranljiva vrsta (Schelhaas in sod., 2003). Podobno lahko pričakujemo v gozdovih v širši okolici raziskovalnega objekta (GGE), saj je ohranjenih gozdov le 24,1 %, takih s spremenjeno drevesno sestavo kar 58,3 % gozdov, močno spremenjenih gozdov 15,3 % in takih z izmenjano drevesno sestavo 2,3 % (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

Na območju, ki ga je prizadel veter, je v pogozdenih in naravnih sestojih opazna velika vrstno pestrost. V pogozdenih sestojih najdemo več smreke, vendar tudi jesen, macesen, javor, bukev in mehke iglavce (trepetlika, topole, sivo jelše, črno jelšo, brezo in vrbe). Tako je diverziteta drevesnih vrst v pogozdenih sestojih večja kot v naravnih, kjer sajenih vrst ne najdemo, manj pa je možnosti tudi za uspevanje pionirskih vrst. Podobno je Klaužer (2012) ugotovil večjo vrstno pestrost na pogozdenih ploskvah, porast števila in obilja svetloljubnih vrst po vetrolomu navajata tudi Marinšek in Diaci (2004). Smreka in jelka sta razvojno najstarejši, zato lahko pričakujemo, da se bo njun delež v prihodnjih nekaj desetletjih najprej zmanjšal, saj bodo odrasla drevesa posekali, pozneje pa lahko pričakujemo njuno vraščanje v gozdne sestoje. Razvojno mlajši so listavci (z izjemo hrasta), zato lahko v prihodnjih letih in nekaj desetletjih pričakujemo povečanje deleža listavcev v lesni zalogi.

Debelinska struktura je dober pokazatelj sprememb v gozdnih sestojih. Po vetrolomu (1988-1998) se je opazno povečalo števila drevja 3. debelinske stopnje, ki odraža intenzivno vrast drevja po vetrolomu. V obdobju 1998- 2008 je opazno povečanje števila drevja prsnega premera 40-55 cm; to je verjetno rezultat učinkovitega priraščanja dreves zaradi nižjih sestojnih gostot po vetrolomu. Na območjih, ki so bila pogozdena po vetrolomu, smo pri vseh drevesnih vrstah zaznali povečanje števila tankega in srednje debelega drevja, razen pri mehkih listavcih, kjer smo povečanje zaznali samo pri tankem drevju. Pri smreki, bukvi in kostanju se kaže tudi porast števila debelega drevja na pogozdenih območjih.

Pri mehkih listavcih smo povečanje zaznali samo pri tankem drevju, ker je večina mehkih listavcev pionirskih vrst, ki v sestojih niso pogoste vrste. Ko pride do razgolitve površine (npr. ujma, golosek, požar) se pionirske vrste na teh ogolelih površinah pogosto obilno pomladijo. Mehki listavci so se na vetrolomni površini pomladili šele po ujmi, kar se odraža v tem, da se je povečalo le število tankega drevja, debelega pa ne, saj ga prej v sestojih ni bilo. Nasprotno velja za klimaksne vrste, ki so bile prisotne v sestojih že pred vetrolomom, ker v ujmi ni bilo vse polomljeno, zato se je povečalo tudi število debelega drevja.

Potrdili smo hipotezo 3, ki pravi, da je bil delež smreke v letu 2008 višji v sestojih, ki jih je prizadel vetrolom in so bili sanirani z umetno obnovo, in, da je bil delež mehkih listavcev v letu 2008 višji na vetrolomnih območjih, ki niso bile obnovljene s sadnjo. Delež mehkih listavcev je bil v letu 2008 precej višji kot pred tem zaradi intenzivnega preraščanja mladega drevja preko merskega praga. V gozdni inventuri leta 1998 drevesa mehkih listavcev očitno še niso bila dovolj debela, bo pa njihov delež verjetno še višji leta 2018, ko bodo merski prag prerasla še ostala drevesa, ki so bila sedaj tik pod merskih pragom. Teh dreves smo pri terenskem popisu, ki smo ga izvajali leta 2013, opazili kar precej.

7.2 PREDLOGI ZA GOSPODARJENJE Z GOZDOVI, POŠKODOVANIMI ZARADI VETROLOMA

Vetrolomi so stalnica, v alpskem prostoru so pogostejši kot v preostalem delu Slovenije. Proučevani vetrolom se je zgodil leta 1984. 29 let kasneje, novembra 2013, pa je to območje ponovno prizadel vetrolom. Veter leta 2013 je poškodoval večinoma sestoje, ki so bili sajeni po vetrolomu leta 1984, torej smrekove nasade, ki so bili večinoma v fazi drogovnjakov (Jan, 2014), vendar to ni bilo zajeto v našo raziskavo. Ti dogodki kažejo, da umetna obnova s smreko ni bila najboljša rešitev za sanacijo sestojev, ki jih je prizadel vetrolom. Priporočamo naravno obnovo povsod, kjer razmere to dopuščajo.

Naša raziskava je pokazala, da so bili vsi indikatorji razvoja gozdov v naši analizi debelinska struktura, lesna zaloga in temeljnica višja v naravnih kot v pogozdenih sestojih. Pogozdovanje se ni pokazalo za učinkovit ukrep, tudi izbira drevesnih vrst za sadnjo je bila napačna. Naravna obnova zahteva več potrpljenja, vendar z njo lahko prihranimo finančna sredstva, hkrati je časovno zelo zamudna. Ugotoviti moramo, kakšen način sanacije poškodovanih sestojev je optimalen (npr. oblikovanje večjih ali manjših sestojnih odprtin, lega teh odprtin, presvetlitev sestoja), da zagotovimo mlajše ustrezne gostote, kvalitete in sestave. V sestojih v obnovi z naletom semena dobimo po najcenejši poti najboljšo izbiro drevesnih vrst za prihodnji sestoj. Na prisojnih legah, kjer so zimovališča divjadi, obnova poteka počasneje, mlajše je redkejše, plemenitih listavcev je manj, potrebna pa je tudi kolektivna zaščita. Na rastiščih, ki so nagnjena k zapleveljanju z grmovjem ali travami je

potrebna obžetev. Obnove s pogozdovanjem naj se poslužujemo le pri sanaciji ujm za spopolnitev revnih naravnih sestojnih zasnov in povečanje vrstne pestrosti. (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

Pri pogozdovanju priporočamo, da se v večjem številu sadi listavce, smreko pa le, kjer so rastišča zanj primerna. V sestojih, kjer so sadili jesen, smo lahko videli, da so obravnavana rastišča zanj primerna in lepo uspeva. Ustrezno bi bilo pospeševanje naravno prisotne drevesne sestave (Indermühle in sod., 2005), pravočasno in strokovno izvedeno izbiralno redčenje, ki povečuje mehansko stabilnost dreves in sestojev (Schütz in sod., 2006), pozitivno vplivata na zmanjšanje posledic vetrolomov.

Na območju Grofije se načrtuje sadnja smreke, macesna, bukve in plemenitih listavcev. Zaradi naravne vitalnosti bukve je na teh terenih priporočljiva nekoliko redkejša sadnja smreke ali macesna. Bukev sadimo v gruče. Plemenite listavce in plodonosno drevje pa sadimo v manjše skupine ali posamično. Plodonosno drevje je pomembno tudi v prehranski verigi živali in pa pri regeneraciji zakisanih tal po sajenju umetnih smrekovih monokultur. (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

Naravna pot približevanju optimalni mešanosti poteka praviloma preko naravnega pomlajevanja, proces pa skušamo pospešiti tudi s sadnjo. Očitno je, da sedanje stanje sestojev narekuje zelo prilagodljiv pristop. Zato smo pri izboru bodočega trajnostnega sistema gospodarjenja pred težko nalogo. Ker imamo opravka s še nepojasnjenimi procesi mora biti pristop naravnan k spoznavanju in se ne sme togo držati teoretičnih zamisli.

Da pa bi se v prihodnje lahko obvarovali katastrofalnih posledic vetrolomov, je potrebno vedeti, kaj povzroča vetrolome, kako se nanje odzovejo gozdovi in posledično, kako naj ravna gozdar v primeru vetrolomov. V veliki meri je treba upoštevati veliko rastiščno heterogenost in zato moramo uporabljati sproščeno tehniko gospodarjenja z gozdovi. Ponujajo se sodobni sistemi gospodarjenja: spopolnjeno skupinsko postopno gospodarjenje, skupinsko in posamično prebiranje, sproščena tehnika gojenja gozdov, premenilna redčenja. Dejstvo je, da enotnega sistema v gozdnogospodarski enoti ni mogoče zagovarjati. Za cilj sprejemamo predvsem malopovršinsko raznodobno zgradbo

sestojev. Podobno bo v vsaj delno prebiralnih sestojih. Pri ukrepanjih v sestojih je nujna velika sproščenost in doslednost in spremljanje rezultatov.

Premena sistemov je izrazito dolgoročna naložba in tudi njena uresničitev. V najbolj občutljivih sestojih z zahtevno kombinacijo funkcij bo pomemben individualni pristop. Osnovna značilnost pri izbiri obrata bi morala biti skladnost z naravnimi drevesnimi vrstami. Izbrani obrat mora zadovoljiti vsem ciljem v sestoju v vsej življenjski dobi, sicer je lahko le prehodnega značaja.

Jalkanen, Mattilla in Ruel (2000) ugotavljajo, da so starejši sestoji z visokim deležem debelega drevja bolj dovzetni za vetrolome kot mlajši, zato moramo iti s sestoji pravočasno v obnovo.

Velika območja naenkrat ogolelih gozdnih območij pomenijo precejšen izziv za strokovnjake. Tako glede same organizacije spravila, kot tudi same izvedbe del, ter dela opravljena za varstvo pred podlubniki. Stremimo k temu, da naj bo obnova v pretežni meri prepuščena naravi, če imamo spodaj vitalno pomlajevanje, naslednji ukrep naj bo posredna nega samih sestojev. Težiti moramo k ustvarjanju čim bolj sonaravnih sestojev, tako bodo ti stabilnejši in bodo bolje kljubovali ujmam (Canham in sod., 2001).

Na samo zmanjšanje pogostnosti in posledic vetrolomov dobro vpliva tudi visok delež malopovršinsko raznomernih ali prebiralnih gozdov (Mason 2002; Indermühle in sod., 2005).

Dobro, strokovno in sprotno gospodarjenje z gozdovi povečuje tako mehansko kot biološko stabilnosti sestojev ter s tem zmanjšuje posledice vetrolomov. Z dobrim gospodarjenjem in povečano odpornostjo gozdov proti ujmam, bodo posledice te manjše, sanacije pa mnogo lažje in učinkovitejše.

8 ZAKLJUČEK

S pomočjo zaporednih meritev, ki se opravljajo na stalnih vzorčnih ploskvah, je mogoče presojati uspešnost sanacije v daljšem časovnem obdobju. Smotno bi bilo rezultate naše raziskave primerjati z novimi, ki bi v analizo zajeli še vetrolom, ki se je zgodil leta 2013.

V raziskavi smo ugotovili, da je bila lesna zaloga pred nastankom vetroloma višja v sestojih, ki jih je prizadel vetrolom. Po vetrolomu ta pade pod lesno zalogo na nevetrolomnih območjih. Tudi po 24 letih je lesna zaloga še zmeraj nižja, kot je na nevetrolomnih območjih. Iste sestoje je vetrolom prizadel še enkrat leta 2013, zato je razlika danes v lesni zalogi verjetno še večja, kar bi bilo v prihodnje zanimivo raziskati in primerjati.

Pred vetrolomom je bil delež smreke v prizadetih sestojih višji kot v sestojih, ki jih vetrolom ni prizadel. Prišli smo do ugotovitve, da smreka na teh rastiščih ni primerna vrsta. Povečuje se delež listavcev. Sadnja smreke, s katero so umetno pogozdovali vetrolomna območja, ni dala pričakovanih rezultatov, za še slabšo odločitev se je izkazal macesen, ki se danes skoraj ves suši. Kar je bilo pogozdovano z listavci lepo uspeva in hitro raste, saj so rastišča dobra. Ker je bila pogozdovana smreka na vetrolomnih območjih, kjer je bil že prej višji delež smreke, ostaja delež smreke še sedaj višji na teh območjih kot na nevetrolomnih. V sestojih, ki so bili prepuščeni naravni obnovi, je delež listavcev, predvsem mehkih listavcev, višji kot v saniranih sestojih. Sedaj se že kaže umikanje mehkih listavcev pred ostalimi listavci. Naša raziskava je pokazala, da je razlika v lesni zalogi in temeljnici prenizka, da bi umetna obnova opravičila stroške.

Ugotovili smo, da bi bila najprimernejša umetna obnova spopolnitvena sadnja na delih sestojev, kjer se naravni pomladek v določenem času po ujmi ne bi osnoval. Priporočamo sadnjo drevesnih vrst, ki so prilagojene rastišču. Primerne drevesne vrste bi bile: jelka (na rastiščih, kjer je bolj vlažno) in listavci. Primeren listavec za sajenje bi bila predvsem bukev s primesjo plodonosnih vrst, kar pa je tudi že cilj v gozdnogospodarskem načrtu. Če bi ta rastišča čez trideset let ponovno prizadel vetrolom, bi imeli tu že semenjake bukve. V

kolikor bi že po vetrolomu leta 1984 sadili z bukvijo ali jelko namesto s smreko, bi verjetno zmanjšali obseg vetroloma in omogočili hitrejšo in naravno obnovo.

9 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. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: 145 str.

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

Canham, C. D., Papaik M. J., Latty, E. F. 2001. Interspecific Variation in Susceptibility to Windthrow as a Function of Treesize and Storm Severity for Northern Temperate Tree Species. Canadian Journal of Forest Research, 31: 1–10.

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., Fidej G., Grce D., Rozman A., Nagel T. A., Rugani T., Klopčič M., Poljanec A., Bončina A., Marinšek A., Kobal M., Žlindra D., Vilhar U., Dakskobler I., Debeljak M. 2015. Zaključno poročilo raziskovalnega projekta: ekološka sanacija naravnih ujm v gozdovih. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 63 str.

Frelich L. E. 2002. Forest Dynamics and Disturbance Regimes: Studies from Temperate Evergreen–Deciduous Forests. Press, Cambridge, Cambridge University

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. V: Podnebne spremembe: Gozdarski študijski dnevi 2007. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 153-175.

Gozdnogospodarski načrt GGE Radovljica – Levi breg Save, 1989 – 1998. 1989. Radovljica, Zavod zagozdove Slovenije, OE Radovljica, 120 str.

Gozdnogospodarski načrt GGE Radovljica – levi breg Save, 2009 – 2018. 2009. Radovljica, Zavod zagozdove Slovenije, OE Radovljica, 149 str.

Hočevar M. 2001. Dendrometrija – gozdna inventura: učno gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani - Oddelek za gozdarstvo: 274 str.

Ilisson T., Köster K., Vodde F., Jõgiste K. 2007. Regeneration Development 4-5 Years after a Storm in Norway Spruce Dominated Forests, Estonia. Forest Ecology and Management, 250: 17-24

Indermühle M., P. Raetz & R. Volz (eds.), 2005. LOTHAR Ursächliche Zusammenhänge und Risikoentwicklung. Synthese des Teilprogramms 6. Umwelt-Materialien Nr.184. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.

Jan D. 2014. »Poškodovane površine v Grofiji, zaradi močnega vetra novembra 2013«. Radovljica, Zavod za gozdove Slovenije, KE Radovljica (ustni vir, 29. maj 2014)

Jakša J., Kolšek M. 2009. Naravne ujme v slovenskih gozdovih. Ujma, 23: 72-81. <http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2009/072.pdf> (16.11.2012)

Jakša J., Kolšek M. 2010. Naravne ujme v slovenskih gozdovih. V: Zorn, M., Komac, B., Pavšek, M., Pagon, P. (ur.). Naravne nesreče 1: od razumevanja do upravljanja. Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU: 39-48.

Jakša J. 2007a. Naravne ujme v gozdovih Slovenije = Natural disasters in Slovenia[n] forests. *Gozdarski vestnik*, 65, 4: 205-214

Jakša J. 2007b. Naravne ujme v gozdovih Slovenije = Natural disasters. *Gozdarski vestnik*, 65, 3: 161-168

Jalkanen A., Matilla U. 2000. Logistic Regression Models for Wind and Snow Damage in Northern Finland Based on the National Forest Inventory data. *Forest Ecology and Management*, 135: 315 – 330

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

Klaužer S. 2012. Uspešnost umetne in naravne obnove vetrolomnih površin na širšem območju Bohorja: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 47 str.

Kolšek M. 2008. Poškodovanost gozdov v poletnih neurjih 2008 in potek sanacije. *Gozdarski vestnik*, 66, 7/8: 385-387

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

Kovač M., Kušar G., Hočevan M., Simončič P., Poljanec A., Skudnik M., Šturm T., Gartner A., Kozorog E. 2009. Kontrolna vzorčna metoda v Sloveniji - zgodovina, značilnosti in uporaba. Ljubljana, Gozdarski Inštitut Slovenije, 104 str.

Kramer M. G., Hansen A. J., Taper M. L., Kissinger E. J. 2001. Abiotic Controls on Long-Term Windthrow Disturbance and Temperate Rain Forest Dynamics in Southeast Alaska. *Ecology*, 82: 2749–2768

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

Mason W. L. 2002. Are Irregular Stands More Windfirm? *Forestry*, 75: 347–355

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

Papler-Lampe V. 2006. Vetrolom na Jelovici. *Gozdarski vestnik*, 64, 9: 446-448

Papler-Lampe V. 2008. Snegolom, ki je januarja 2007 prizadel blejske gozdove = Snowbrake, Occured 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

Poljanec A., Gartner A., Papler-Lampe V., Bončina A. 2008. Sanacija v ujmah poškodovanih gozdov. V: Zorn, M., Komac, B., Pavšek, M., Pagon, P. (ur.). Naravne nesreče 1:od razumevanja do upravljanja. Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU: 341-348.

Poljanec A., Klopčič M., Bončina A. 2010. Pojasnjevanje in modeliranje vetrolomov v gozdovih Julijskih Alp. V: Zorn, M., Komac, B., Pavšek, M., Pagon, P. (ur.). Naravne nesreče 1:od razumevanja do upravljanja. Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Ljubljana, 59-64.

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

Ruel J.-C. 2000. Factors Influencing Windthrow in Balsam Fir Forests: From Landscape Studies to Individual Tree Studies. *Forest Ecology and Management*, 135: 169–178

Schelhaas M.-J., Nabuurs G.-J., Schuck A. 2003. Natural Disturbances in the European Forests in the 19th and 20th Centuries. *Global Change Biology* 9: 1620-1633

Schütz J. P., Götz M., Schmid W., Mandallaz D. 2006. Vulnerability of Spruce (*Picea abies*) and Beech (*Fagus sylvatica*) Forest Stands to Storms and Consequences for Silviculture. *European Journal of Forest Research*, 125: 291-302

Tajnikar M. 2007. Razvoj sestojev po vetrolomu v pragozdu Peručica: diplomsko delo (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 51 str.

Vodde F., Jögiste 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

Woods K. D. 2004. Intermediate Disturbance in a Late-Successional Hemlock–Northern Hardwood Forest. *Journal of Ecology*, 92: 464–476.

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 z nasveti in vzpodbudo pomagal pri pisanju diplomske naloge. Največjo zahvalo namenjam dr. Matiji Klopčiču, ki mi je pomagal od samega začetka diplome do njenega konca. Pomagal mi je tako z literaturo, usmeritvami, cilji, izračuni in metodami. Hvala tudi dr. Alešu Poljancu, saj me je navdušil za to diplomsko delo na terenskem pouku na Mežaklji. Hvala recenzentu prof. dr. Juriju Diaciju za pregled diplome. Hvala tudi območni enoti ZGS Bled, še posebej bi se rada zahvalila gospe in gospodu Lampe. Iskrena hvala tudi sošolcem Andražu, Jerneju in Luku za pomoč na terenu, brez vas bi se teren zavlekel še za več dni, bili ste dobra in koristna družba. Zahvala tudi moji družini, ki mi je ves čas študija stala ob strani in me podpirala pri vseh odločitvah, čeprav se kdaj niso strinjali z njimi. Hvala, ker niste obupali nad mano. Posebna zahvala gre mojemu partnerju Jerneju, ki mi je z veseljem pomagal. Hvala tudi mojemu sinu Amadeju, ker si tako priden otrok.