

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

Matej TAJNIKAR

**RAZVOJ SESTOJEV PO VETROLOMIH V PRAGOZDU
PERUĆICA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007

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

Matej TAJNIKAR

RAZVOJ SESTOJEV PO VETROLOMIH V PRAGOZDU PERUĆICA

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**STAND DEVELOPMENT FOLLOWING WINDTHROW IN OLD-
GROWTH FORESTS OF PERUĆICA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Meritve so bile izvedene v pragozdu Perućica v Bosni in Hercegovini.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija, za somentorja mag. Toma Andrewa Nagla in za recenzenta doc. dr. Davida Hladnika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Popisani 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.

Matej Tajnikar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
D	GDK 230:228.81+421.2(497.4 Perućica)(043.2)=163.6
KG	pragozdovi/Perućica/vetrolomi/srednjepovršinski vetrolomi/motnje/ jelka/bukev/razvoj sestojev/mikrorastišča/ <i>Abies alba</i> / <i>Fagus sylvatica</i>
KK	
AV	TAJNIKAR, Matej, NAGEL, A. Thomas (somentor)
SA	DIACI, Jurij (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2007
IN	RAZVOJ SESTOJEV PO VETROLOMIH V PRAGOZDU PERUĆICA
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VIII, 51 str., 11 pregl., 20 sl., 38 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Vetrolomi srednjih jakosti pomembno vplivajo na razvoj gozdov. V pragozdu Perućica v Bosni in Hercegovini smo raziskali razvoj sestojev na treh srednjepovršinskih vetrolomih. Opazovali smo, kako se naravni gozd odzove na takšno motnjo in kakšne so značilnosti razvoja sestojev. Na vsakem vetrolomu in pripadajočem kontrolnem sestoju smo postavili tri raziskovalne ploskve, velikosti 25 x 25 m, in na njih premerili vsa stoječa drevesa in mladovje. Pri popisu mladovja smo opazovali pojavljanje na mikrorastiščih. Izmerili smo tudi vse kupe in uleknine ter razpadajoča drevesa razvrstili glede na stopnjo razgradnje v pet razredov. Vsi trije vetrolomi v Perućici so povzročili značilne razlike v zgradbi sestojev. Po vetrolomih se pojavijo svetloljubni listavci, če je veliko svetlobe, drugače pa bukev. Jelka nima možnosti za razvoj v boju z bukvijo in svetloljubnimi listavci, prihaja pa v mladje za njimi. Mikrorastišča prekrivajo do 20 % površja na vetrolomih, vendar nismo dokazali, da bi pomembno vplivala na pomlajevanje. Na vetrolomnih sestojih so prevladovala izravana drevesa, na kontrolnih sestojih pa odlomljena. Med aritmetičnima sredinama prsnih premerov izravnanih in odlomljenih dreves nismo odkrili značilnih razlik. Domnevamo, da motnje srednjih jakosti pomembno vplivajo na ohranjanje svetloljubnih drevesnih vrst v teh gozdovih.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 230:228.81+421.2(497.4 Perućica)(043.2)=163.6
CX	old-growth forest//Perućica/wind disturbance/intermediate wind disturbance/ <i>Abies alba</i> / <i>Fagus sylvatica</i> /stand development/microsites
CC	
AU	TAJNIKAR, Matej
AA	DIACI, Jurij (supervisor), NAGEL, A. Thomas (co-supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2007
TI	STAND DEVELOPMENT FOLLOWING WINDTHROW IN OLD-GROWTH FORESTS OF PERUĆICA
DT	Graduation thesis (University studies)
NO	VIII, 51 p., 11 tab., 20 fig., 38 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	Wind disturbance plays an important role in forest development. In the old-growth forest Perućica in Bosnia and Herzegovina we studied stand development after three intermediate windthrow events. To do this, we establish plots in the windthrow areas and adjacent undisturbed control areas. In each plot, we counted all trees, saplings, and seedlings of each species, recorded regeneration microsites, measured the area of pit and mounds, and the characteristics of downed logs. The stand structure and composition changed following the windthrow events. In plots where more canopy cover was removed in the windthrow, shade-intolerant species were able to establish, while advanced beech regeneration dominated the areas with less severe wind damage. Fir did not establish immediately following the windthrows, but later under the canopy. Microsites covered up to 20 % of the windthrow plots, but they did not have an influence on regeneration. The windthrow stands were dominated by uprooted trees and control stands were dominated by snapped trees. There was no significance relationship between tree size and mode of mortality. We suggest that periodic intermediate severity wind disturbance plays an important role in maintaining shade-intolerant species in this forest.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo slik	VII
Kazalo preglednic	VIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 MOTNJE	3
2.2 VETER	4
2.3 VETROLOMI	4
2.3.1 Pomen vetrolomov	5
2.3.2 Velikopovršinski vetrolomi	5
2.3.3 Srednjepovršinski vetrolomi	6
2.3.4 Pomen mikrorastišč, ki nastanejo ob vetrolomu	7
2.3.5 Tipi poškodb ob vetrolomih	8
3 NAMEN NALOGE, CILJI IN HIPOTEZE	9
3.1 NAMEN IN CILJI NALOGE	9
3.2 DELOVNE HIPOTEZE IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA	9
4 OBJEKT RAZISKAVE IN METODE DELA	10
4.1 OBJEKT RAZISKAVE	10
4.1.1 Pragozd Perućica	10
4.1.1.1 Lega	10
4.1.1.2 Geomorfološke in hidrološke karakteristike	11
4.1.1.3 Geološka podlaga in tla	11
4.1.1.4 Klimatske razmere	12
4.1.1.5 Vegetacija	12
4.1.1.6 Antropogeni vplivi na vegetacijo pragozdnega rezervata	13
4.2 METODE DELA	15
4.2.1 Izbor vetrolomov in kontrolnih ploskev	15
4.2.2 Pridobivanje osnovnih informacij o ploskvah	16
4.2.3 Značilnosti raziskovalnih ploskev	17
4.2.4 Označevanje ploskev in meritve na ploskvah	21
4.2.5 Kupi in uleknine	22
4.2.6 Izvrednotenje rezultatov	25

5	REZULTATI	27
5.1	TEMELJNICA	27
5.2	GOSTOTA MLADJA, GOŠČE IN DREVES	28
5.2.1	Vetrolom Osoje	28
5.2.2	Vetrolom Tunjemir	29
5.2.3	Vetrolom Skakavac	29
5.3	DEBELINSKA STRUKTURA DREVES	30
5.3.1	Vetrolom Osoje	30
5.3.2	Vetrolom Tunjemir	32
5.3.3	Vetrolom Skakavac	33
5.4	DREVESNA SESTAVA V PRETEKLOSTI	34
5.4.1	Vetrolom Osoje	34
5.4.2	Vetrolom Tunjemir	35
5.4.3	Vetrolom Skakavac	36
5.5	MIKRORASTIŠČA	36
5.6	TIPI POŠKODB	37
6	RAZPRAVA IN SKLEPI	39
6.1	ZGRADBA SESTOJEV	39
6.1.1	Vetrolom Osoje	39
6.1.2	Vetrolom Tunjemir	40
6.1.3	Vetrolom Skakavac	40
6.1.4	Skupne značilnosti in razlike	41
6.2	DREVESNA SESTAVA PRED IN PO VETROLOMU	42
6.3	ŠIRJENJE VRZELI	43
6.4	MIKRORASTIŠČA	44
6.5	TIPI POŠKODB	45
6.6	USMERITVE ZA GOSPODARSKI GOZD	45
7	POVZETEK	47
8	VIRI	49
	ZAHVALA	

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Pragozd Perućica s slapom Skakavac v osrčju rezervata	10
Slika 2: Razporeditev in razdalje med ploskvami na vetrolomni površini in kontrolnem sestoju	16
Slika 3: Položaj vetrolomov na temeljni topografski karti	18
Slika 4: Mlada drevesa in razpadajoča debela pričajo o preteklem vetrolomu Osoje	19
Slika 5: Kontrolna ploskev na vetrolomu Osoje	19
Slika 6: Na vetrolomu Tunjemir pokrivajo kupi in uleknine skoraj petino površja	20
Slika 7: Obilno pomlajevanje na vetrolomu Skakavac	20
Slika 8: Ploskve smo označili z rumenim trakom	21
Slika 9: Prikaz nastanka kupa in uleknine (prirejeno po Schaetzel s sod., 1989)	22
Slika 10: Kupi in uleknine na vetrolomu Osoje	23
Slika 11: Grafični prikaz stopenj razpada dreves (prirejeno po Stabb, 1999)	24
Slika 12: Debelinska struktura dreves na vetrolomni ploskvi Osoje	30
Slika 13: Debelinska struktura dreves na kontrolni ploskvi Osoje	31
Slika 14: Debelinska struktura dreves na vetrolomni ploskvi Tunjemir	32
Slika 15: Debelinska struktura dreves na kontrolni ploskvi Tunjemir	32
Slika 16: Debelinska struktura dreves na vetrolomni ploskvi Skakavac	33
Slika 17: Debelinska struktura dreves na kontrolni ploskvi Skakavac	34
Slika 18: Število podrhtih dreves (na hektar) glede na drevesno vrsto in stopnjo razgradnje na vetrolomu in kontrolnem sestoju Osoje	35
Slika 19: Število podrhtih dreves (na hektar) glede na drevesno vrsto in stopnjo razgradnje na vetrolomu in kontrolnem sestoju Tunjemir	35
Slika 20: Število podrhtih dreves (na hektar) glede na drevesno vrsto in stopnjo razgradnje na vetrolomu in kontrolnem sestoju Skakavac	36

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Osnovni meteorološki parametri iz postaj, ki sta najbližji pragozdnemu rezervatu (prirejeno po Leibundgut, 1982)	12
Preglednica 2: Osnovne značilnosti raziskovalnih in kontrolnih ploskev	17
Preglednica 3: Klasifikacija razpadajočih debel (prirejeno po Szewczyk in Szwagrzyk, 1996)	23
Preglednica 4: Temeljnica dreves (merski prag 5 cm) na vetrolomih in kontrolnih sestojih. Poleg temeljnice je pripisan standardni odklon, v oklepajih pa delež posamezne drevesne vrste v skupni temeljnici.	27
Preglednica 5: Gostota mladja, gošče in dreves (n/ha) ter standardni odkloni na vetrolomu in kontrolnem sestoju Osoje. V oklepajih so pripisani deleži.	28
Preglednica 6: Gostota mladja, gošče in dreves (n/ha) ter standardni odkloni na vetrolomu in kontrolnem sestoju Tunjemir. V oklepajih so pripisani deleži.	29
Preglednica 7: Gostota mladja, gošče in dreves (n/ha) ter standardni odkloni na vetrolomu in kontrolnem sestoju Skakavac. V oklepajih so pripisani deleži.	30
Preglednica 8: Površina (m ² /ha) in pripadajoči deleži, ki jo pokrivajo kupi in uleknine na vetrolomih in kontrolnih sestojih	37
Preglednica 9: Povprečen delež pomlajevanja drevesnih vrst na kupih in ulekninah v vseh treh vetrolomih	37
Preglednica 10: Deleži različnih tipov poškodb na vetrolomnih površinah in kontrolnih sestojih.	38
Preglednica 11: Skupno število dreves in prsni premer (aritmetična sredina in standardni odklon) izrivanih ter odlomljenih dreves iz vseh treh vetrolomov.	38

1 UVOD

„Dne 9. julija 1947 se je proti večeru od Uršlje gore sem pripravljalo na nevihto. Ozračje ni bilo preveč soparno. Ponoči okrog 23. ure me prebudi močno bobnenje. Mislil sem, da se mi podira bajta. Takoj sem vstal, zbudil ženo in otroke, sam pa šel pred hišo, da vidim, kaj se dogaja. Viharni val je prišel v treh sunkih. Prvi sunek je silno zamajal drevje, drugi je pripognil obrše skoraj do tal in tretji, najsilnejši, je zlomil vse, kar je bilo nad zemljo. Med tem je strašno bučalo – posameznih pokov nisem razločeval – in vmes je bliskalo, da je bilo nebo stalno razsvetljeno kot podnevi. Lil je dež in padala toča. Vsa ta grozota je trajala okrog četrte ure, nakar se je vihar spremenil v zmerno nevihto. Nobene hiše ali zgradbe po grabnu ni podrlo. Prebivalce je v splošnem prevzel silen strah in trepet.” (Potočnik, 1948)

O posledicah tega vetroloma Potočnik (1948) piše: „Danes se tu nudi človeku, posebno gozdarju, silno žalostna slika. Okrog 80 m širok pas gozda na severni strani pobočja je v dolžini 1,5 km dobesedno uničen. V glavnem je drevje izruvano s koreninami vred, posamezna drevesa, posebno niže spodaj ob potoku pa so v višini 4–8 m gladko odlomljena. Katastrofa je zadela brez razlike vse drevesne vrste; smreko, bor, jesen, macesen, češnjo in druge. Prirodna sila – to je orkan – je pritisknila k tlom tako stare kakor mlade, do 6 m visoke sestoje.”

Iz pripovedovanja drvarja lahko začutimo silno moč vetra in kako nemočna so drevesa, ko se le-ta razbesni. Iz posledic pa razberemo, da boj z orkanskim vetrom izgubijo vsa drevesa neodvisno od drevesne vrste in višine. Zaradi te svoje moči je veter pomemben dejavnik, ki vpliva na razvoj gozdov.

Pri raziskovanju različnih gojitvenih problemov se je dobro vedno vračati z vprašanji v naravne gozdove. V naravnem gozdu, posebej še v pragozdu, lahko dobimo zanimive in koristne odgovore na številna splošna biološka vprašanja – le-ti pojasnjujejo izvirno življenje v gozdu (Mlinšek, 1967). To je razlog, da smo našo raziskavo izvedli v pragozdu.

Avtorji starejših definicij so razumeli pragozd le kot končni člen v naravnem razvoju vegetacije, torej klimaks. Po novejših definicijah sodijo pod pragozd vse življenjske faze

obnovitvenega cikla – tudi stadiji v okviru pragozdnih sukcesij. Ujme in naravne motnje večjih razsežnosti razlagamo danes kot pomembno gibalno razvoja gozdov (Diaci, 2006).

O srednjepovršinskih vetrolomih so pisali redki raziskovalci, večina raziskav je bila namreč osredotočenih na velikopovršinske in malopovršinske vetrolome. V zadnjem času pa raziskovalci ugotavljajo, da imajo motnje srednjih jakosti poleg endogenih motenj pomemben vpliv na razvoj pragozdov v zmernem klimatskem pasu. Zato smo se odločili, da bomo v Perućici raziskali te motnje.

Našo raziskavo smo izvedli v pragozdu Perućica, saj zaradi obsežnosti in različnosti gozdnih združb nudi veliko možnosti za opazovanje in analiziranje razvoja sestojev. V tem pragozdu tudi ni negativnega vpliva divjadi na gozdni ekosistem. Zanimivo je, da je bilo v času po zadnji balkanski vojni v njem opravljenih malo raziskav, od katerih so bile redke objavljene, in so se večinoma nanašale na pestrost rastlinskih vrst in združb.

Zaradi obsežnosti pragozda Perućice smo v njem našli posledice večih vetrolomov srednjih jakosti, podrobneje pa smo raziskali tri, z namenom, da bolje spoznamo razvoj sestojev po vetrolomih in znanja prenesemo v prakso.

2 PREGLED OBJAV

2.1 MOTNJE

Motnje so bile od nekdaj sestavni del življenjskega cikla gozda in mnogokrat gonilna sila njegove dinamike in pestrosti (Anko, 1993).

Anko (1993) je definiral motnjo kot dogodek, ki povzroča ali v določenih okoliščinah lahko povzroči znatno spremembo v normalni zgradbi in/ali normalnem delovanju ekosistema. Pickett in White (1985, cit. po Gartner s sod., 2007) pa sta definirala motnjo kot kakršenkoli relativno diskreten dogodek, ki vpliva na strukturo gozdnih sestojev in/ali spreminja vire ter fizično okolje.

Motnje so lahko različnih jakosti, pogostnosti, prizadenejo lahko različno veliko površino, lahko so kratkotrajne ali pa trajajo daljše obdobje. Nekatere so posledica neposrednega ali pa posrednega človekovega vpliva, nekatere pa rezultat endogenih dejavnikov. Posledica motenj so lahko posamezna poškodovana ali odmrta drevesa, lahko pa so posledice obsežne, kot so prizadeti sestoji na velikih površinah (Gartner in sod., 2007).

Glede na površino, ki jo obsegajo, lahko delimo motnje na velikopovršinske, srednjepovršinske in malopovršinske.

Do nedavnega so bili raziskovalci mnenja, da v naših pragozdovih prevladujejo večinoma šibke motnje (Bončina, 2000; Roženbergar, 2000). V novejših raziskavah pa ugotavljajo, da imajo velik vpliv na razvoj in zgradbo pragozdov motnje srednjih jakosti (Nagel in sod., 2006; Nagel in Diaci, 2006). O prevladi šibkih motenj nam pričata vrstna sestava in struktura naših pragozdov ter ostalih ohranjenih gozdov, saj se režim motenj odraža v drevesni sestavi in zgradbi gozdov. Tako v gozdovih, v katerih so motnje pogoste, prevladuje mlad enodoben gozd svetloljubnih drevesnih vrst. Nasprotno, stari sestoji sencozažnih drevesnih vrst prevladujejo, kjer so velike motnje redke (Frelich, 2002).

Za razumevanje prevladujočega režima motenj je pomembno poznavanje frekvenčne porazdelitve velikosti vrzeli. V gozdovih zmernega podnebja so frekvenčne krivulje večinoma eksponentno padajoče in asimetrične v levo; to nakazuje redkost velikopovršinskih motenj (Diaci, 2006).

O delitvi motenj na endogene in eksogene je pisal Diaci (2006). Endogene motnje so posledica notranjih dejavnikov, pri katerih odmirajo posamezna drevesa. Eksogene motnje pa so posledice zunanjih dejavnikov, kot so veter, sneg, ogenj in gradacije insektov.

2.2 VETER

Veter je pomemben abiotski dejavnik, ki vpliva na režim motenj v Srednji Evropi. Njegov pomen je zelo raznovrsten. Tako odnaša in prinaša drobne talne delce, prinaša in odnaša onesnaženost, ima glavno vlogo pri opraševanju cvetov, pri razširjanju semen in spor patogenih gliv. Vpliva tudi na transpiracijo rastlin in na fenotip dreves ter lahko pospeši zimsko izsušitev. Ekstremno močan veter pa ima za posledico vetrolom. Vpliv vetra na gozd ni le enostranski, saj tudi drevesa vplivajo na veter, in sicer tako da zmanjšujejo hitrost vetra (prirejeno po Kotar, 2005).

Scherzinger (1996, cit. po Wohlgemuth in sod., 2002) navaja, da so katastrofalni vetrovi, ki nastajajo ob nevihtah, najpogostejši eksogeni povzročitelj, ki vpliva na sestoje v Srednji Evropi.

2.3 VETROLOMI

Vsak vetrolom v gozdu predstavlja motnjo v gozdnem ekosistemu. Najpogosteje vetrolom prizadene drevesa in sestoje. Kljub temu pa lahko tudi premeša talne horizonte, vpliva na pomlajevanje, in čeprav je bilo manj raziskav kot pri ostalih vplivih, lahko povzroči sukcesijo zeliščne plasti (Ulanova, 2000).

Pri nas so v preteklosti o vetrolomih veliko pisali gozdarji. Največkrat so navajali količino podrtega drevja, ki so ga povzročili vetrolomi. Tako Potočnik (1948) piše o vetrolomu na Pohorju, ki je izruval 4.500 m³ lesa. Wraber (1950) piše o vetrolomu na Pokljuki, kjer je

veter podrl 8.000 m³ lesa. O vetrolomu v letu 1960 piše Vovk (1962), ki navaja, da je veter na Kočevskem podrl 11.000 m³ lesa. V tem članku ugotavlja, da so bili najbolj prizadeti gozdovi smrekovih monokultur, najmanj pa kmečki prebiralni gozdovi. Jurhar (1966) poroča o katastrofalnem vetrolomu iz leta 1965, ki je na Postojnskem, Kočevskem in Primorskem podrl 301.706 m³ lesa. Podrobneje je ta vetrolom in njegove posledice na območju Cerknice opisal Rebula (1969). Zupančič (1969) je povzel vso škodo po vetrolomih za Slovenijo v povojnem času. Iz leta 1984 poroča Zupančič (1984) o vetrolomu na Tolminskem in Gorenjskem, ki je imel takšno moč, da je podiral tudi hraste in nosil odlomljene smrekove krošnje po 100 metrov daleč. Zadnji večji vetrolom, ki je prizadel Slovenijo, je bil lani na Jelovici, v katerem je v 10 minutah padlo 85.000 m³ lesa (Papler-Lampe, 2006).

2.3.1 Pomen vetrolomov

Da so vetrolomi pomemben povzročitelj motenj pri nas, priča podatek, da je bilo v Sloveniji v obdobju od 1995–2006 največ drevja posekanega zaradi žleda (1.229.302 m³), vetra (1.096.720 m³) in snega (1.069.407 m³). V letih 2003, 2004, 2005 in 2006 je delež sanitarnih sečenj zaradi naravnih ujm velik predvsem zaradi vetrolomov, ki so se pojavljali po vsej Sloveniji (Jakša, 2007a). Tako je posek zaradi vetrolomov v zadnjih štirih letih kar 3-krat večji, kot je povprečje za obdobje 1995-2006.

O pomenu vetrolomov, kot povzročiteljev motenj v Srednji Evropi, so pisali mnogi avtorji. Glede na nacionalno švicarsko gozdno inventuro, nastane približno 2/3 sanitarnega poseka zaradi vetrolomov in 13 % zaradi napadov insektov, ki navadno sledijo vetrolomom. BUWAL (1997 cit. po Wohlgemuth in sod., 2002).

Tako vidimo, da imajo vetrolomi velik ekonomski pomen v gospodarskih gozdovih, saj predstavljajo precejšen del sanitarnega poseka.

2.3.2 Velikopovršinski vetrolomi

Velikopovršinski vetrolomi so v Srednji Evropi ves čas navzoči, vendar redki. To je razlog, da je pri nas o njih malo raziskav. O takšnem vetrolomu sta pisala Marinšek in Diaci (2004), ki sta v pragozdnem ostanku Ravna gora ugotovila prevlado svetloljubnih

drevesnih vrst nad sencozidržnimi drevesnimi vrstami. Po tem vetrolomu so se pojavile tudi pionirske drevesne vrste (iva).

O katastrofalnih vetrolomih iz Zahodne in Srednje Evrope zasledimo pri nas več objav. Žumer (1968) poroča o velikih viharjih v Švici, Nemčiji in ČSSR, ki so podrli 35 milijonov m³ lesa. Bleiweis (1974) piše o katastrofalnem vetrolomu na Spodnjem Saškem, ki je povzročil izgubo 16 milijonov m³ lesa.

V zadnjih dvajsetih letih je Evropo zajelo 5 katastrofalnih vetrolomov, katerih površine so obsegale več držav. Takšna sta Vivian in Wiebke v letu 1990, ki sta "odkazala" 100 milijonov m³ lesa, ter Lothar in Martin, ki sta v letu 1999 povzročila padec 180 milijonov m³ lesa. (Schönenberger in sod., 2002). V letošnjem letu pa je pustošil Kyrill, ki je povzročil največ škode v Nemčiji (20 milijonov m³ lesa), Avstriji (2,5 milijonov m³ lesa) in na Češkem (4 milijone m³ lesa) (Zanetti, 2007).

2.3.3 Srednjepovršinski vetrolomi

Eksogene motnje povzročajo srednjepovršinske in velikopovršinske vetrolome. O motnjah v jelovo-bukovih pragozdovih Diaci (2006) navaja, da se po eksogenih motnjah, kot so vetrolomi, sprva nasemenijo pionirske in polpionirske drevesne vrste. Z razvojem sestojev se njihov delež zmanjšuje na račun klimaksnih drevesnih vrst. Vzrok za te motnje so lahko močni lokalni vetrovi, ki nastanejo ob nevihtah in dosegaajo visoke hitrosti.

Nagel in Diaci (2006) ugotavljata, da se je večina raziskav o vetrolomih osredotočala na malopovršinske in velikopovršinske vetrolome, ki jih povzročajo orkani ali tornadi. Manj pozornosti se je posvečalo vetrolomom srednjih jakosti.

Srednjepovršinski vetrolomi so pogostejši od velikopovršinskih. S takšnimi vetrolomi smo se ukvarjali v naši raziskavi. Pri nas so srednjepovršinske vetrolome raziskovali v pragozdu Pečka (Nagel in sod., 2006; Nagel in Diaci, 2006).

Nagel in Diaci (2006) sta v pragozdu Pečka ugotovila odvisnost med tipom poškodbe in velikostjo drevesa. Ugotavljata, da večje kot je drevo, večja je verjetnost, da bo drevo

odlomljeno. V istem pragozdu ugotavlja Nagel s sod. (2006), da je na vetrolomnih površinah manj velikih dreves. Zanimiva je tudi ugotovitev, da je pomladek manj obilen na vetrolomnih površinah kot kontrolnih. Kljub večjim vrzelim je na teh vetrolomih malo svetloljubnih drevesnih vrst v pomladku.

V tujini so o srednjepovršinskih vetrolomih pisali Webbova (1989), Woods (2004), Everham in Brokaw (1996) ter drugi. Webbova (1989) je opazovala možnosti o pojavljanju svetloljubnih drevesnih vrst po vetrolomih srednje jakosti. Ugotovila je, da v sestojih, kjer so podstojna drevesa dovolj močna in preživijo vetrolom, svetloljubne drevesne vrste nimajo možnosti za uveljavitev. V takšnih sestojih sencozadržna podstojna drevesa prevzamejo vlogo nosilcev sestoja.

Woods (2004) ugotavlja, da imajo lahko vetrolomi srednjih jakosti dolgotrajne vplive na strukturo sestoja in drevesno sestavo. Piše tudi, da imajo takšne motnje lahko dolgotrajne posledice na strukturo in dinamiko zeliščne plasti.

Everham in Brokaw (1996) sta pisala o kvantificiranju škode, biotskih in abiotskih vplivih na škodo in o dinamiki sestojev po vetrolomu. Ugotavljata, da motnje, ki delno odprejo sestoj povzročajo še večje motnje ali pa če homogeno preredčijo sestoj, pomagajo drevesom, da ustvarijo krošnje, ki so odporne proti vetrolomom.

2.3.4 Pomen mikrorastišč, ki nastanejo ob vetrolomu

O pomenu mikrorastišč, ki nastanejo ob vetrolomu, je pisalo mnogo tujih avtorjev. Mikrorastišča so ponekod zelo pomembna za pomlajevanje (Szewczyk in Szwagrzyk, 1996; Wohlgemuth in sod., 2002); predvsem v subalpskih gozdovih so mikrorastišča pomembna za pomlajevanje smreke (Zukrigl 1983 cit. po Szewczyk in Szwagrzyk, 1996; Ulanova, 2000).

Szewczyk in Szwagrzyk (1996) ugotavljata v gorskih gozdovih Zahodnih Karpatov, da imajo razpadajoča debela pomembno vlogo predvsem pri pomlajevanju jelke in smreke, manj pa bukve.

Gozdna tla v naravnih gozdovih so zgrajena iz veliko mikrorastišč - kupi, uleknine, podrta debla, štori, skale in balvani (Shaetzel s sod., 1989; Webb, 1988). Opad se na nekaterih mestih akumulira, ponekod pa ga primanjkuje. Tako nekatera mikrorastišča predstavljajo varna mesta za klitje semen. To lahko močno vpliva na proces pomlajevanja v gozdu – na vrstno sestavo, prostorsko razporeditev in hitrost rasti mladja (Collins, 1989 cit. po Szewczyk in Szwagrzyk, 1996).

Pomen mikrorastišč pa je tudi v sekundarni evidenci pri raziskavah vetrolomov (Shaetzel s sod., 1989), saj nam veliko povedo o jakosti vetroloma in njegovem obsegu. Ko pa so drevesa že toliko razpadla, da niso več vidna, nam kupi in uleknine pričajo o izruvanju dreves v preteklosti.

Nakashizuka (1989) je ugotovil, da imajo motnje v tleh, ki nastanejo pri vetrolomih (premeščanje horizontov, kupi in uleknine), pomembnejšo vlogo kot nastanek vrzeli za ohranjanje vrstne pestrosti.

2.3.5 Tipi poškodb ob vetrolomih

O tipih poškodb po vetrolomu je pri nas obširneje pisal Jakša (2007b), ki ugotavlja, da je tip poškodbe (ali bo drevo izruvano ali prelomljeno) odvisen od razmerja sil in obremenitev, ki jih preneseta koreninski sistem in deblo. Če je odpornost debla na upogib manjša kot rezultanta sil sidranja, se drevo prelomi v deblu, natančneje v najšibkejši točki. Možnost, da bo drevo izruvano, je poleg drevesne vrste odvisno tudi od ukoreninjenosti in stanja zemljišča. Možnost izruvanja narašča z razmočenostjo tal, v kateri drevo korenini. Kadar je zemljišče suho ali zmrznjeno, narašča verjetnost, da bo prišlo do preloma drevesa. Poleg stanja tal pa na tveganje preloma vpliva tudi okuženost drevja s patogenimi glivami, predvsem tistimi, ki povzročajo okužbo in trohnenje korenin in pritalnih delov debla.

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi avtorji v tujini (Shaetzel s sod., 1989; Everham in Brokaw, 1996). Schaetzel s sod. (1989) piše, da so dejavniki, ki vplivajo, ali bo drevo odlomljeno ali izruvano: koreninski sistem, hitrost in smer vetra, globina prsti in vsebnost vode v njej, velikost ter oblika krošnje, moč debla, višina in ali je stoječe drevo zadeto od sosednjega podirajočega se drevesa.

3 NAMEN NALOGE, CILJI IN HIPOTEZE

3.1 NAMEN IN CILJI NALOGE

Cilj naloge je raziskati potek razvoja sestojev po vetrolomih srednje jakosti in značilnosti tega razvoja. Ugotoviti hočemo, kako vpliva vetrolom na drevesno sestavo in zgradbo naravnega gozda jelke in bukve ter kakšen je odziv mladja na vetrolom. Z nalogo želimo dopolniti vedenje o odzivih naravnega gozda na motnje srednjih jakosti in izluščiti koristna znanja za praktično uporabo.

3.2 DELOVNE HIPOTEZE IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Pred našim delom smo postavili naslednje delovne hipoteze:

- Na vetrolomu je vrstna sestava drugačna kot v kontrolnem sestoju.
- V pomladku prevladujejo sencozačne drevesne vrste.
- Mikrorastišča, kot so kupi, uleknine, razpadajoča debela in štori, nimajo pomembnega vpliva na pomlajevanje.
- Večji kot je premer drevesa, večja je verjetnost, da bo drevo odlomljeno in ne izruvano.

Zanimala pa so nas tudi naslednja raziskovalna vprašanja:

- Je bila vrstna sestava pred vetrolomom drugačna, kot vrstna sestava po vetrolomu? Če je različna, katere drevesne vrste pospešuje vetrolom?
- Je kakšen dokaz o kasnejšem odmiranju dreves (in s tem širjenju jeder), ki so preživela vetrolom?
- Kakšen del površja prekrivajo kupi in uleknine, ki nastanejo pri vetrolomu zaradi izruvanih dreves?

4 OBJEKT RAZISKAVE IN METODE DELA

4.1 OBJEKT RAZISKAVE

4.1.1 Pragozd Perućica

Pragozd Perućica (slika 1) je po večini jelovo-bukov pragozd ter sodi med najzanimivejše in najobsežnejše pragozdove na Balkanu (Diaci, 2006).



Slika 1: Pragozd Perućica s slapom Skakavac v osrčju rezervata

4.1.1.1 Lega (povzeto po Fukarek, 1970)

Pragozd Perućica leži na jugovzhodu Bosne in Hercegovine v nacionalnem parku Sutjeska. Obsega 1434 hektarjev in ima ime po potoku Perućici, ki teče po sredini rezervata. Za ta rezervat je značilna velika višinska razlika, saj le-ta znaša 1700 m. Najnižja točka je na višini 612 m ob izlivu reke Perućice v reko Sutjesko, najvišja pa na Magliču (2377 m), najvišjem vrhu Bosne in Hercegovine.

4.1.1.2 Geomorfološke in hidrološke karakteristike (povzeto po Fukarek, 1970)

Zlivno območje potoka Perućice se jasno loči na dve dolini. Poleg zgornje, v kateri leži največji del rezervata, je tudi spodnja kratka skalnata dolina, ki se zajeda v apnenec in dolomite ter ima isti karakter kot osnovna dolina reke Sutjeske in leži pravokotno na njo.

Povirje potoka Perućice sestavlja nekaj manjših in večjih potokov, katerih izvor leži v kontaktni coni višjeležečih apnencev in nižjeležečih nepropustnih mas (peščenjakov in skrilavcev werfenske starosti).

Relief pragozdnega rezervata je tako specifičen zaradi raznolikosti geološke podlage. Najvišji in najnižji deli so zgrajeni iz apnenca oziroma dolomita ter imajo izredno strme naklone, pogosto tudi navpične predele, medtem ko so nagibi v srednjih delih, kjer prevladujejo skrilavci in peščenjaki, manjši.

4.1.1.3 Geološka podlaga in tla (povzeto po Fukarek, 1970)

Karbonatni sloji srednjega triasa sestavljajo visoke planote Sniježnice, vrh Maglića in greben Ploče – Prijedor. Isti formaciji pripadajo tudi stene, ki gradijo ves teritorij, v katerega je vrezan spodnji del korita potoka Perućice.

Največjo površino v področju pragozdnega rezervata zavzemajo sloji spodnjega triasa. Najdemo jih od nižje ležeče reke Sutjeske pa do višjih predelov in tvorijo osnovni matični substrat največjega dela zgornje Perućice. Ti sedimenti so zastopani s črnimi, sivimi ali zelenkastimi laporji in glinami, ki so pogosto peščeni ali vsebujejo karbonatne primesi. Zelo pogosto so na njih nanese plasti kremenastih peščenjakov. Ta peščena komponenta prevladuje v werfenskih sedimentih pragozdnega rezervata. Na njej praviloma najdemo posebne gozdne rastlinske združbe, značilne za kislja, oglejena ali izprana tla. Poseben pomen imajo magmatske stene, ki predstavljajo sestavni del vulkanogene – sedimentne serije iz srednjega triasa.

V tem pragozdu prevladujejo kislja rjava in izprana kislja rjava tla na matični podlagi werfenskih peskov ali silicijskega skeleta. Sledijo izprana tla formirana na silikatnih

kamninah. Iz serije tal na triasnih in kredinih jedrih apnenca so zastopane razne vrste rendzin, pretežno na višjih nadmorskih višinah.

Humusna silikatna tla se najpogosteje pojavljajo v alternaciji z rendzino ali rjavimi tlemi na apnencu. Pogosto najdemo na površini pod rankerjem bloke apnenčastih kamnin.

4.1.1.4 Klimatske razmere

Preglednica 1: Osnovni meteorološki parametri iz postaj, ki sta najbližji pragozdnemu rezervatu (prirejeno po Leibundgut, 1982)

	Meteorološka postaja Suha (690 m n.m.v)	Meteorološka postaja Čemerno (1329 m n.m.v)
Povprečna letna temperatura	8,6 °C	5,2 °C
Povprečna temperatura vegetacijske dobe (maj – september)	15,8 °C	12,5 °C
Povprečne letne padavine	1428 mm	1365 mm
Porazdelitev padavin		
Zima	26,9 %	23,0 %
Pomlad	25,1 %	29,1 %
Poletje	14,8 %	14,9 %
Jesen	33,2 %	33,0 %

V samem pragozdu lahko letno pade okoli 2000 mm padavin. Od tega pade v poletnem času le 15 % (preglednica 1). Sneg se zadržuje tukaj od oktobra do maja, zato je vegetacijska doba zelo kratka (Leibundgut, 1982).

Postaja Suha leži približno 5 km severozahodno od meje pragozdnega rezervata. Postaja Čemerno leži 20 km zahodno od Perućice. Ta postaja je resda odmaknjena, vendar se še najbolj približa podnebjju v pragozdnem rezervatu (Fukarek, 1970).

4.1.1.5 Vegetacija (povzeto po Fukarek, 1970)

Medtem ko so ostali evropski pragozdni rezervati, z redkimi izjemami, samo male ali večje površine gozdnih združb, v katerih so ena, dve ali redko tri različne fitocenoze, pragozdni

rezervat Perućica obsega večje število gozdnih fitocenoz, izredno različnih zgradb. Zato se v tem prostoru nahaja nekaj deset združb vegetacije.

Na področju pragozdnega rezervata Perućica so do sedaj preučili 12 asociacij gozdnega drevja in večje število njihovih subasociacij, variant in facijev, tako da skupno število ekoloških skupnosti znaša preko 30. K temu je potrebno prišteti še združbe ruševja in inicialne asociacije gozdnih skupnosti razvitih na požariščih. Glede na to lahko brez kakršnegakoli suma trdimo, da podobno ohranjenih področij s pragozdnimi sestoji, ki bi vsebovale toliko različnih biogeocenoz, ni nikjer drugje v Evropi.

4.1.1.6 Antropogeni vplivi na vegetacijo pragozdnega rezervata (povzeto po Fukarek, 1970)

Velika nedostopnost in strm teren sta glavna vzroka, da človek v osrčje tega pragozda ni posegel s sekiro. Strma struga potoka Perućice in 80 m visok slap Skakavac, sta bili naravni prepreki za dostop do Perućice. Kljub temu pa celotno področje Perućice ni ostalo brez posegov človeka. Dostop je bil mogoč iz višjih bočnih strani, kjer so se nahajale stare planšarije. Prebivalci vasi Mrkalji so kot najbližji pragozdnemu rezervatu imeli izkrčene travnate površine v osrednjem delu pragozda, zlasti med Dragoš sedlom in strugo potoka Perućice.

Iz vasi Mrkalji, ki se nahaja nad Tjentištem, je vodil širok kolovoz preko Dragoš sedla do naselja Mrkalj klade in naprej na visoko planoto Vučevo. Na Dragoš sedlu se je priključil kolovoz iz Suhe in Tunjemira, ki je prečkal osrednji del pragozda. Še danes je tu planinska pot, ki pa je le redko obiskana, saj v 14 dneh naših raziskav nismo videli ali slišali niti enega obiskovalca. Ta pot se počasi že zarašča. Planinska pot vodi tudi po kolovozu ob robu pragozda od Tunjemira do Prijevora. Tudi za to pot velja, da je le redko obiskana.

Poleg omenjenih dveh kolovozov sta bili do danes v pragozdu samo še dve poti. Ena je vodila od Prijevora na travnik Stajište in naprej do Dragoš sedla, druga od Prijevora skozi komaj prehodno ruševje do izvora Korita in naprej na pašnik Ulobić.

Ob poti med Tunjemirom in Dragoš sedlom je bilo nekaj izkrčenih travnatih površin, ki so danes v zaraščanju in večinoma v fazi drogovnjaka. Izkrčili so jih prebivalci vasi Mrkalji, pred približno 150 leti. Izkoriščali so jih za pridobivanje sena in kratkotrajno pašo jeseni. Te travnike so širili z manjšimi požari, ki pa niso pomembno vplivali na okoliški gozd. Na robnih delih pragozda so pasli živino, ki ni prodirala globlje v pragozd.

V času Avstro-Ogrske je bilo prepovedano zidati stalna naselja na območju planinskih pašnikov, zato je bil vpliv živine na robna območja pragozda precej manjši. V času Karadžordževićeve Jugoslavije pa so začeli priseljenci iz Črne Gore kupovati zemljišča, si zgradili hleve in hiše, v katerih so bili tudi preko zime. Tako so bili gozdovi predvsem v okolici Snježnice pod močnim vplivom živine. Največji vpliv je imelo obžiranje poganjkov v zimskem času.

Pred drugo svetovno vojno ni bilo nikakršnih močnih sečenj drevja, razen seveda tistih, ki so jih izvedli pastirji za svoje potrebe – drva, les za izdelavo bivališč, ograj in orodja. Med drugo svetovno vojno je bil pragozdni rezervat za kratek čas mesto prehoda proletarskih in drugih brigad, vrhovnega štaba NOV in centralne bolnice. V prvih letih po vojni je bil rezervat tudi zatočišče upornikom, ki so povzročili nekaj večjih požarov.

Vlada Bosne in Hercegovine je leta 1952 določila, da se površina 1234 ha izloči iz gospodarskih gozdov in se kot objekt, potreben za raziskovanje preda v upravljanje Inštitutu za znanstveno raziskovanje gozdov v Sarajevu. Kmalu zatem so to območje povečali za 200 ha, na skupno 1434 ha.

Leta 1954 je takratni Zavod za zaščito kulturnih in naravnih redkosti rezervat Perućico s pravnim aktom prenesel pod zaščito države. Kasneje je bilo zaradi ekonomskih koristi predlagano, da se pragozdni rezervat zmanjša ali v celoti prepusti gospodarjenju z gozdom. Kljub tem interesom do tega ni prišlo.

Navkljub pestri zgodovini je ostal večji del pragozda nedotaknjen, saj je človekov vpliv viden le ob poteh, globlje pa ni prodiral zaradi naravnih razmer.

4.2 METODE DELA

Na vetrolomnih in kontrolnih ploskvah smo našli naslednje drevesne vrste: bukev (*Fagus sylvatica* L.), belo jelko (*Abies alba* Mill.), navadno smreko (*Picea abies* (L.) Karsten), beli javor (*Acer pseudoplatanus* L.), goli brest (*Ulmus glabra* Huds.), veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.) in jerebiko (*Sorbus aucuparia* L.).

V preglednicah in nadaljnjem pisanju bomo za te drevesne vrste uporabljali skrajšana imena: bukev (BU), jelka (JE), smreka (SM), javor (G. JA), brest (BR) in jesen (JES).

4.2.1 Izbor vetrolomov in kontrolnih ploskev

Znotraj vetroloma Osoje in Tunjemir smo najprej postavili tri raziskovalne ploskve, velikosti 25 m x 25 m. Poleg raziskovalnih ploskev smo v bližnjem sestoju postavili še tri kontrolne ploskve.

Zaradi manjšega obsega vetroloma Skakavac, smo na tem vetrolomu postavili le dve raziskovalni ploskvi, da smo se izognili robnemu vplivu neprizadetega gozda. Ob tem vetrolomu smo postavili tri raziskovalne ploskve.

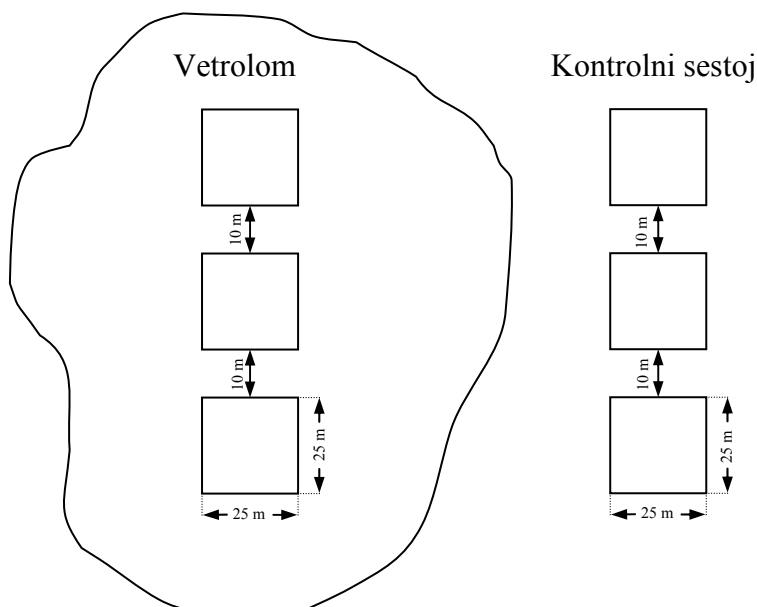
Glavna kriterija za izbor sestojev za vetrolom sta bila:

- znaki človeške aktivnosti niso vidni;
- očitni so znaki vetroloma: odlomljena, izruvana debla, kupi in uleknine.

Kriteriji za izbor sestoja, na katerem smo postavili kontrolne ploskve, so bili:

- neprizadetost od vetroloma;
- čim manjša oddaljenost od vetroloma;
- čim bolj podobni rastiščni dejavniki kot na vetrolomnih ploskvah (lega, naklon, rastlinska združba, geološka podlaga in vlažnost tal);
- podobnost sestojne strukture pred vetrolomom na raziskovalnih in kontrolnih ploskvah.

Vse raziskovalne ploskve smo postavili v ravno linijo. Površina posamezne ploskve je znašala 625 m². Natančen razpored ploskev je prikazan na sliki 2.



Slika 2: Razporeditev in razdalje med ploskvami na vetrolomni površini in kontrolnem sestoj

4.2.2 Pridobivanje osnovnih informacij o ploskvah

Vsakemu vetrolomu smo s sprejemniki GPS izmerili lego ploskev. Koordinate smo odčitali v koordinatnem sistemu WGS 84. Z GPS smo izmerili tudi nadmorsko višino vetroloma. Nato smo določili položaj ploskev in jih zakoličili. Vsaki ploskvi smo izmerili ekspozicijo, nagib pobočja, ocenili smo pokritost z vegetacijo, sklenjenost krošenj, povprečno višino dreves, kamnitost in skalovitost ter popisali najpogostejše rastline v pritalni vegetaciji.

Ekspozicijo smo merili s kompasom. Nagib pobočja smo izmerili s padomerom. Pri sklenjenosti krošenj na ploskvi smo ločili tri razrede:

- ploskev se nahaja v vrzeli
- sklep krošenj je vrzelast
- krošnje so sklenjene

4.2.3 Značilnosti raziskovalnih ploskev

Osnovne značilnosti raziskovalnih ploskev so zajete v preglednici 2. Ploskve smo poimenovali glede na najbližje krajevno ime. Vse vetrolomne in kontrolne ploskve ležijo v gorskem pasu jelke, smreke in bukve.¹ Položaj vetrolomov je prikazan na izseku topografske karte (slika 3). Vetrolom Osoje leži v združbi *Orchido-Abietetum*. Ta združba se pojavlja na skrilavcih in peščenjaki. Pri nas ji je najbolj podobna združba *Galio-Abietetum*, ki jo najdemo na Pohorju (Fukarek, 1970). Vetroloma Tunjemir in Skakavac pa ležita na prehodu med združbama *Orchido-Abietetum* in *Abieti-Fagetum*. Vetrolom Tunjemir je po Fukareku (1970) še najbližje združbi *Abieti-Fagetum alliosum ursini*, saj je na ploskvah čemaž v preprogah, kljub temu pa ima značilnosti *Orchido-Abietetum*. Fukarek (1970) navaja, da se združba *Abieti-Fagetum alliosum ursini* ne nahaja vedno na apnencu in dolomitu, ampak ponekod tudi tam, kjer so tla razvita nad globoko silikatno podlago. To je značilno za vetrolom Tunjemir.

Preglednica 2: Osnovne značilnosti raziskovalnih in kontrolnih ploskev

	vetrolomi			kontrolni sestoji		
	Osoje	Tunjemir	Skakavac	Osoje	Tunjemir	Skakavac
WGS-N ²	43° 18' 20"	43° 18' 42"	43° 18' 63"			
WGS-E	18° 42' 11"	18° 4' 52"	18° 4' 60"			
ekspozicija (°)	337	348	0	325	344	1
nagib pobočja (°)	19	16	20	16	20	20
zastrtost zeliščne plasti (%)	30	40	35	40	85	25
sklep krošenj	sklenjen	sklenjen	vrzel	sklenjen	sklenjen	sklenjen
povprečna višina dreves (m)	25	21	4	27	29	25
kamnitost (%)	1	2	1	2	1	0
skalovitost (%)	0	2	0	4	0	0
nadmorska višina (m)	1200	1240	1100	1260	1230	1100
starost vetroloma (let)	50	48	10			
združba	O-A	O-A / A-F	O-A / A-F	O-A	O-A / A-F	O-A / A-F

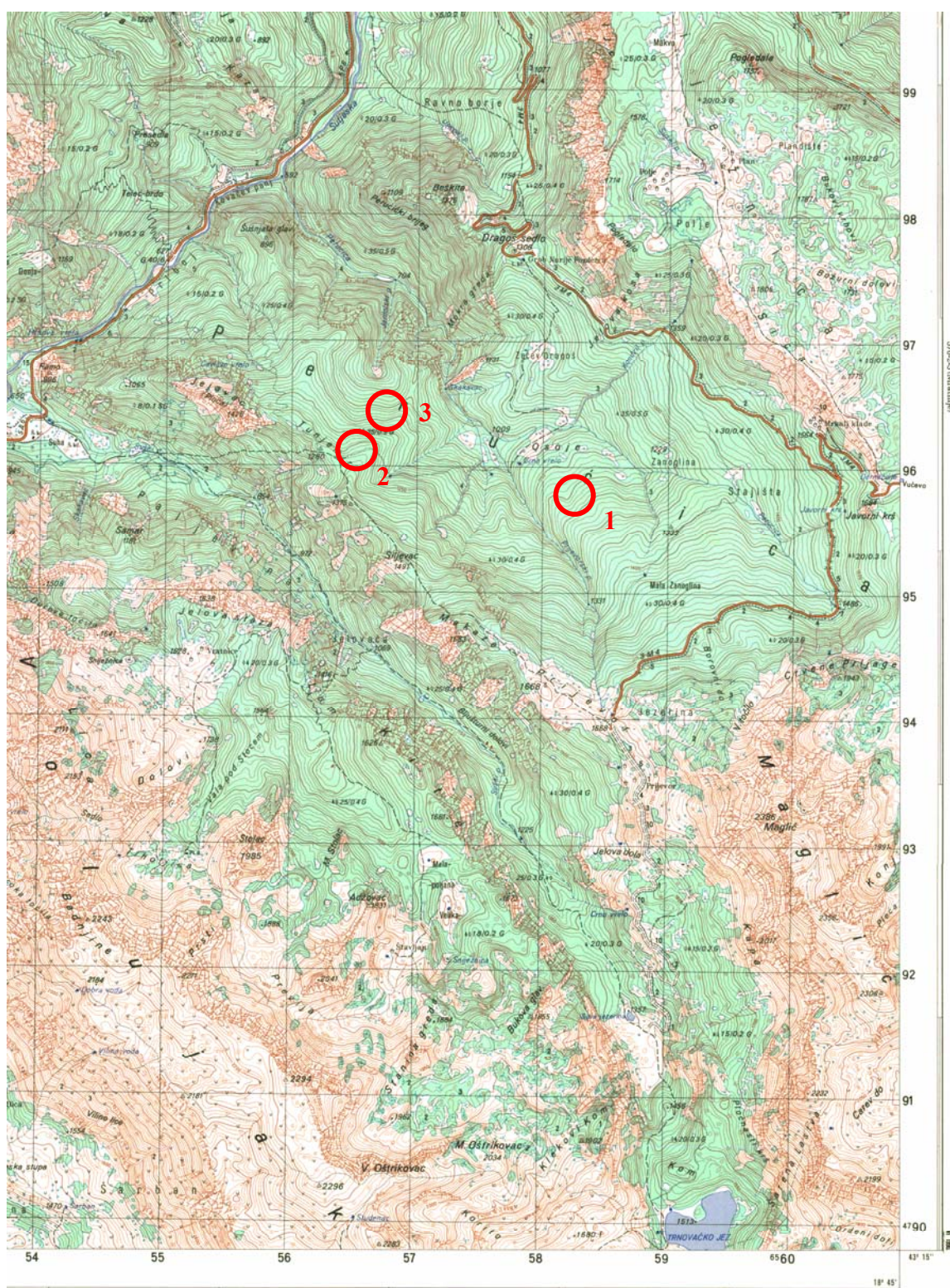
O-A – *Orchido-Abietetum* Fukarek, 1969

A-F – *Abieti-Fagetum* Fukarek, 1969³

¹ Upoštevali smo Fukarekovo (1970) razdelitev Perućice na 4 višinske pasove.

² Koordinate smo izmerili v središču srednje ploskve. V kontrolnih sestojih koordinat nismo izmerili.

³ Vse združbe je zelo natančno opisal Fukarek, zato glej Fukarek (1970) za več značilnosti združb.



- 1 – vetrolom Osoje
- 2 – vetrolom Tunjemir
- 3 – vetrolom Skakavac

Slika 3: Položaj vetrolomov na temeljni topografski karti



Slika 4: Mlada drevesa in razpadajoča debla pričajo o preteklem vetrolomu Osoje



Slika 5: Kontrolna ploskev na vetrolomu Osoje



Slika 6: Na vetrolomu Tunjemir pokrivajo kupi in uleknine skoraj petino površja



Slika 7: Obilno pomlajevanje na vetrolomu Skakavac

4.2.4 Označevanje ploskev in meritve na ploskvah

Ploskve smo na terenu označili tako, da smo na vsakem robu ploskve položili merski trak (slika 8). Na ogliščih smo jih tudi zakoličili in označili z barvnim trakom. Določili smo še središče ploskve.



Slika 8: Ploskve smo označili z rumenim trakom

Na ploskvah smo premerili vsa drevesa. Vsakemu stoječemu drevesu smo najprej določili drevesno vrsto ter status (živo ali mrtvo drevo). Nato smo izmerili premer. Merski prag je bil 5 cm. Premere dreves smo merili z merskim trakom s PI skalo.

S Presslerjevim svedrom smo vzeli izvrtke trem večjim drevesom, ki so preživela vetrolom, na podlagi katerih smo kasneje določili starost vetroloma.

Na vsaki ploskvi smo izmerili še mladovje, ki smo ga razdelili na dva višinska razreda. Spodnji višinski razred (mladje) je meril od 0,5 m do 1,3 m. Zgornji višinski razred (gošča) pa nad 1,3 m in vse do prsnega premera drevesa 5 cm (merski prag).

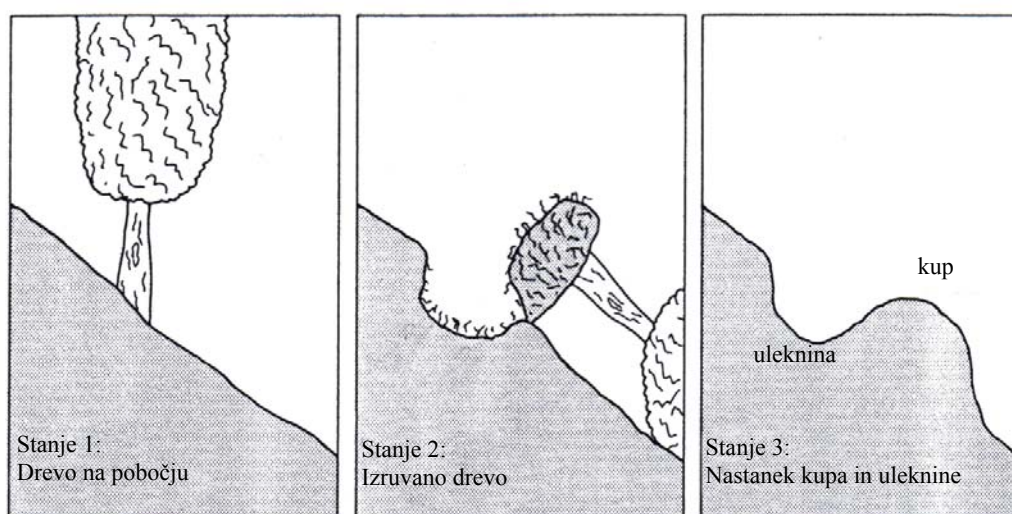
Pri popisu mladovja smo opazovali tudi pojavljanje le-tega na posebnih mikrorastiščih. Tako smo ločili: kup, uleknino, štor in razpadajoče deblo.

Prešteli smo torej mladovje ločeno glede na drevesne vrste, višinski razred in glede na mikrorastišče, na katerem se pojavlja.

4.2.5 Kupa in uleknine

Na ploskvah smo popisali tudi vse kupe in uleknine (slika 9), ki so nastali zaradi izruvanega drevesa. Povsod, kjer je bilo možno, smo najprej določili drevesno vrsto razpadajočega debla. Če deblo še ni bilo zelo razgrajeno, smo izmerili prsni premer debla. Debla smo tudi razvrstili glede na stopnjo razgradnje v pet razredov (slika 11). Uporabili smo klasifikacijo (preglednica 3), ki jo je uporabili Masser s sod. (1988 cit. po Szewczyk in Szwagrzyk, 1996).

Vsakemu deblu smo s kompasom izmerili smer padca. Izmerili smo tudi dolžino in širino vzboklinice in jamice pri vseh izpuljenih drevesih.



Slika 9: Prikaz nastanka kupa in uleknine (prirejeno po Schaetzel s sod., 1989)



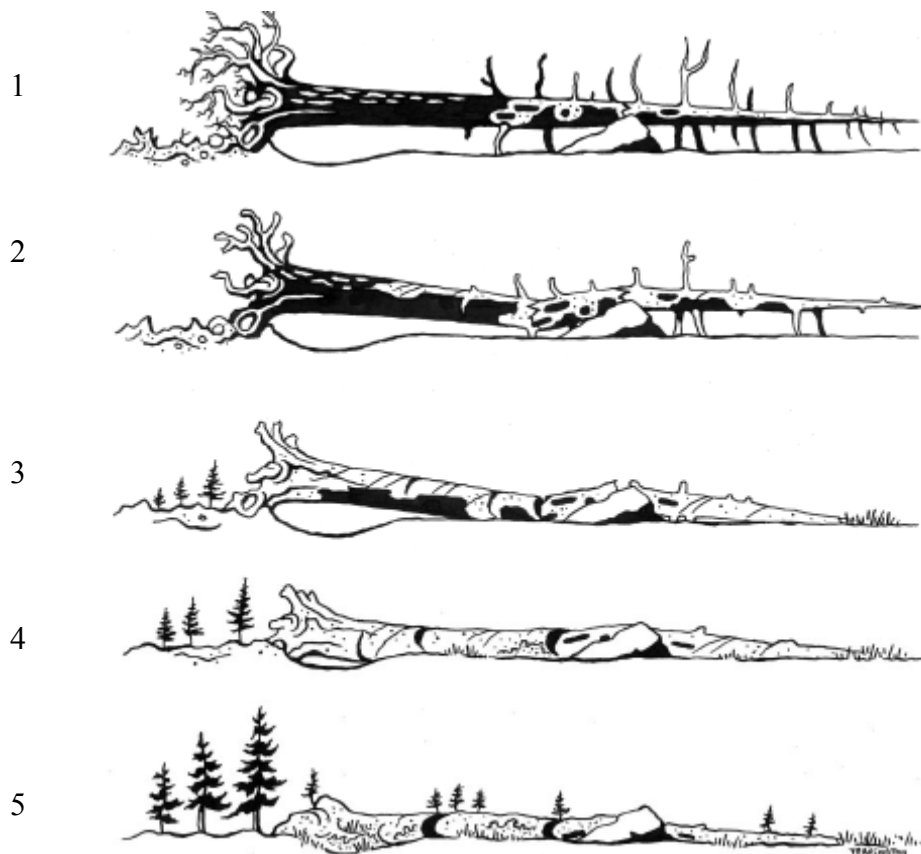
Slika 10: Kupi in uleknine na vetrolomu Osoje

Preglednica 3: Klasifikacija razpadajočih debel (prirejeno po Szewczyk in Szwagrzyk, 1996)

Stopnja razgradnje	Opis
1	Ležeča drevesa, na katerih je lubje. Mahovi ali druge oblike rastlin ⁴ ne prekrivajo več kot 10 % površine. Les je čvrst, nespremenjen. Na deblih so veje.
2	Debla in štori, na katerih lubje deloma odstopa. Les je še vedno čvrst z znaki razgradnje v beljavi. Mahovi in ostale oblike rastlin pokrivajo 10 – 25 % površine debla. Debla so še vedno nad tlemi ali delno na tleh. Veye so še prisotne.
3	Debla in štori, na katerih večinoma ni lubja. Mahovi in ostale oblike rastlin pokrivajo 25 – 75 % površine. Les je mehak z znaki razgradnje v črnjavi. Prisotne so samo še večje veje. Debla ležijo na tleh.
4	Debla in štori brez lubja ali pa rastline prekrivajo 75 – 100 % površine. Les je zelo mehak. Veye niso več prisotne. Debla so še vedno okrogla.
5	Debla in štori so popolnoma prekriti z vegetacijo. Debla so sploščena in se zelo malo ločijo od gozdnih tal.

⁴ Mišljeni so mahovi in druge oblike rastlin, ki so bile naseljene po odmrtnju drevesa.

Stopnja razgradnje



Slika 11: Grafični prikaz stopenj razpada dreves (prirejeno po Stabb, 1999)

4.2.6 Izvrednotenje rezultatov

Značilnost razlik v frekvenčnih porazdelitvah prsnih premerov med vetrolomom in njemu pripadajočim kontrolnim sestojem smo preizkusili bo Brandt-Senedecorjevem obrazcu (1), s katerim se preskuša podmene o različnosti frekvenčnih porazdelitev dveh populacij.

Brandt-Senedecorjev obrazec (Kotar, 2003):

$$\chi_m^2 = \frac{N^2}{N_1 \cdot N_2} \cdot \left(\sum_{k=1}^r \frac{f_{1k}^2}{n_k} - \frac{N_1^2}{N} \right) \quad \dots (1)$$

Za izračun površin kupov in uleknin smo uporabili formulo za izračun površine elipse (2).

Površina elipse:

$$p = R \cdot r \cdot \pi \quad \dots (2)$$

Standardni odklon smo izračunali po naslednji formuli (3):

Standardni odklon (Kotar, 2003)

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots (3)$$

Za preskus domneve, da je polovica dreves izruvanih, polovica pa odlomljenih, smo uporabili χ^2 test (4).

χ^2 test (Kotar, 2003)

$$\sum_{k=1}^r \frac{(f_{dej.} - f_{teor.})^2}{f_{teor.}} =: \chi^2(d.f.) \quad \dots (4)$$

Za preskus značilnosti razlik med aritmetičnima sredinama odlomljenih in izruvanih dreves smo uporabili t test, pri katerem sta varianci homogeni (5).

T test (Kotar, 2003)

$(\sigma_1 = \sigma_2)$

$$\frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} =: t \quad (d.f. = n_1 + n_2 - 2) \quad \dots (5)$$

5 REZULTATI

Ker smo na vseh raziskovalnih ploskvah našli le en osebek jerebice, v nadaljevanju zaradi preglednosti ne bo posebej prikazana v preglednicah, ki bodo razčlenjene po drevesnih vrstah.

5.1 TEMELJNICA

Temeljnica dreves kaže značilno razliko med vetrolomi in kontrolnimi sestoji (preglednica 4). Na vetrolomu Osoje v temeljnici prevladuje bukev, jelka dosega le eno tretjino temeljnice. Na kontrolnih ploskvah tega vetroloma sta ti dve drevesni vrsti izenačeni, več pa je svetloljubnih listavcev (skupaj kar 13 %). Če pogledamo razliko v temeljnici, vidimo, da je tukaj za kar 10 m²/ha nižja kot na kontrolni ploskvi. Podobno je tudi na vetrolomu Tunjemir.

Preglednica 4: Temeljnica dreves (merski prag 5 cm) na vetrolomih in kontrolnih sestojih. Poleg temeljnice je pripisan standardni odklon, v oklepajih pa delež posamezne drevesne vrste v skupni temeljnici.

	vetrolom			kontrolni sestoj		
	Osoje m ² /ha	Tunjemir m ² /ha	Skakavac m ² /ha	Osoje m ² /ha	Tunjemir m ² /ha	Skakavac m ² /ha
bukev	32,39 ± 5,18 (66 %)	31,11 ± 18,40 (62 %)	12,84 ± 4,71 (48 %)	27,23 ± 6,93 (45 %)	49,05 ± 5,84 (83 %)	44,99 ± 13,97 (69 %)
jelka	16,06 ± 9,00 (33 %)	3,71 ± 5,89 (8 %)	14,15 ± 10,59 (52 %)	25,08 ± 7,82 (42 %)	9,04 ± 10,61 (15 %)	20,07 ± 14,61 (31 %)
smreka	0	0	0	0,35 ± 0,61 (1 %)	0	0
javor	0,41 ± 0,72 (1 %)	10,04 ± 6,81 (20 %)	0	4,01 ± 5,57 (7 %)	1,36 ± 2,35 (2 %)	0
brest	0	0,42 ± 0,68 (1 %)	0	3,28 ± 5,68 (5 %)	0	0
jesen	0	4,66 ± 8,07 (9 %)	0	0	0	0
skupaj	48,87 ± 12,41 (100 %)	49,93 ± 12,41 (100 %)	26,99 ± 15,31 (100 %)	59,95 ± 7,71 (100 %)	59,45 ± 9,66 (100 %)	65,06 ± 2,86 (100 %)

Vetrolom Tunjemir je močno preoblikoval zgradbo gozdov, saj svetloljubni listavci tukaj predstavljajo kar 30 % temeljnice, čeprav jih je na kontrolnem sestoj le 2 %. To potrjuje dejstvo, da je na vetrolomnih površinah veliko več svetlobe. Bukev je tukaj ohranila svojo prevlado nad jelko.

V vetrolomu Skakavac opazimo zanimiv preobrat strukture temeljnice, saj sta bukev in jelka izenačeni kljub močni prevladi bukve na kontrolnem sestoj. Tukaj je temeljnica za kar 38 m²/ha nižja kot v kontrolnem sestoj, kar je samoumevno pri tako mladem vetrolomu. S staranjem vetroloma se namreč razlika hitro zmanjšuje.

5.2 GOSTOTA MLADJA, GOŠČE IN DREVES

5.2.1 Vetrolom Osoje

Gostota dreves na vetrolomu Osoje je v primerjavi s kontrolno ploskvijo večja (preglednica 5), kar je samoumevno, saj je tukaj zaradi vetroloma več mlajših dreves. Tako je tukaj kar 3-krat toliko bukovih dreves kot v kontrolnem sestoj.

Preglednica 5: Gostota mladja, gošče in dreves (n/ha) ter standardni odkloni na vetrolomu in kontrolnem sestoj Osoje. V oklepajih so pripisani deleži.

		bukev	jelka	smreka	g. javor	brest	jesen	skupaj
vetrolom	mladje	0	309 ± 136,1 (87,8)	43 ± 40,3 (12,2)	0	0	0	352 ± 104,9 (100,0)
	gošča	16 ± 0 (6,8)	219 ± 164,2 (93,2)	0	0	0	0	235 ± 164,2 (100,0)
	drevesa	821 ± 148,7 (82,4)	160 ± 89,1 (16,0)	0	16 ± 27,7 (1,6)	0	0	997 ± 88,1 (100,0)
kontrolni sestoj	mladje	0	320 ± 361,7 (100,0)	0	0	0	0	320 ± 361,7 (100,0)
	gošča	117 ± 75,6 (31,4)	256 ± 57,7 (68,6)	0	0	0	0	373 ± 133,2 (100,0)
	drevesa	267 ± 24,4 (33,6)	491 ± 157,9 (61,8)	5 ± 9,2 (0,6)	27 ± 33,3 (3,4)	5 ± 9,2 (0,6)	0	795 ± 185,4 (100,0)

Razlike v mladju in gošči med kontrolno in vetrolomno površino niso velike. Gošče je celo več v kontrolnem sestoj, kar je posledica nižje gostote dreves, zaradi česar je posledično

več svetlobe pri tleh kot na vetrolomni površini, kjer so drevesa v fazi drogovnjaka in je gostota večja. Zanimivo je, da v mladju ni nobene bukke, ampak prevladuje jelka, na vetrolomni površini pa se pojavlja celo smreka.

5.2.2 Vetrolom Tunjemir

Pri vetrolomu Tunjemir je gostota dreves na vetrolomni ploskvi kar 4-krat večja kot v kontrolnem sestoku (preglednica 6). Svetloljubni listavci predstavljajo 20,8 % števila dreves. Na tem vetrolomu je zanimivo, da je v mladju le jelka, medtem ko na kontrolni ploskvi v mladju prevladuje bukev, jelke pa sploh ni. V gošči pa na vetrolomu in kontrolnem sestoku prevladuje bukev.

Preglednica 6: Gostota mladja, gošče in dreves (n/ha) ter standardni odkloni na vetrolomu in kontrolnem sestoku Tunjemir. V oklepajih so pripisani deleži.

		bukev	jelka	sm	g. javor	brest	jesen	skupaj
vetrolom	mladje	0	224 ± 112,0 (100,0)	0	0	0	0	224 ± 112,0 (100,0)
	gošča	656 ± 632,2 (81,5)	149 ± 97,8 (18,5)	0	0	0	0	805 ± 637,3 (100,0)
	drevesa	1621 ± 337,3 (74,5)	101 ± 106,5 (4,7)	0	357 ± 220,7 (16,4)	11 ± 9,2 (0,5)	85 ± 147,8 (3,9)	2176 ± 619,9 (100,0)
kontrolni sestoj	mladje	181 ± 286,8 (94,8)	0	0	5 ± 9,2 (2,6)	0	5 ± 9,2 (2,6)	192 ± 279,0 (100,0)
	gošča	416 ± 194,6 (100,0)	0	0	0	0	0	416 ± 194,6 (100,0)
	drevesa	459 ± 64,7 (86,1)	69 ± 56,2 (12,9)	0	5 ± 9,2 (1,0)	0	0	533 ± 18,5 (100,0)

5.2.3 Vetrolom Skakavac

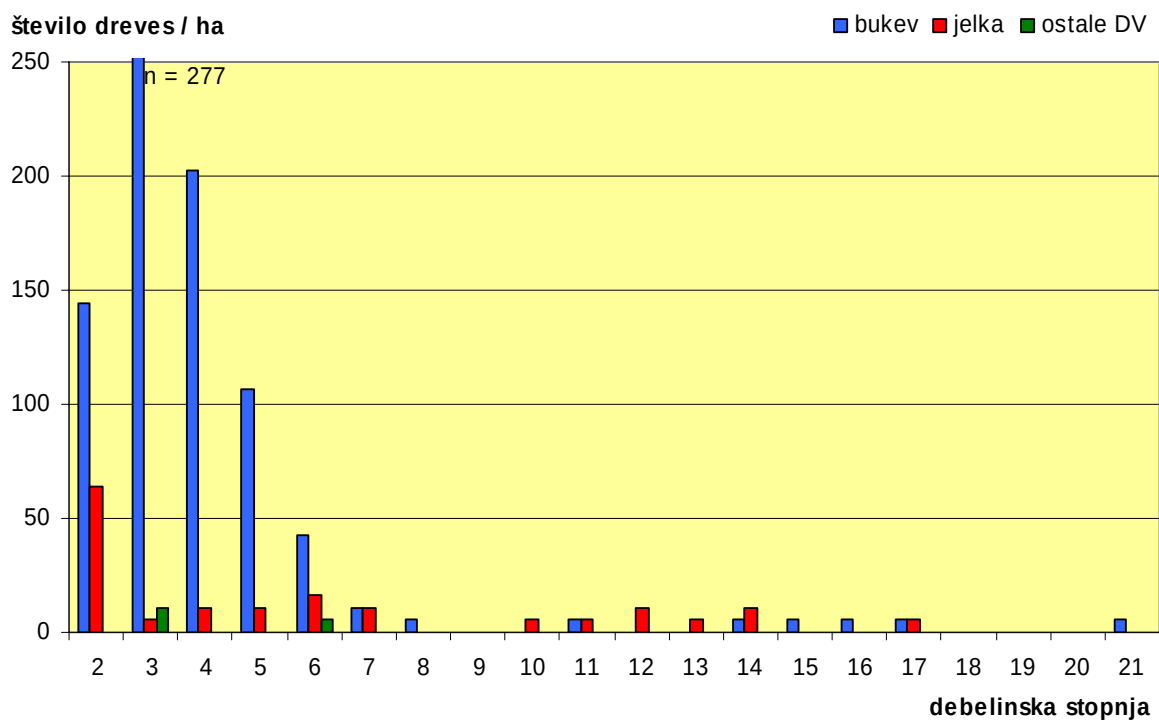
Pri najmlajšem vetrolomu Skakavac najdemo obilje mladja in gošče, kar je samoumevno, saj je v tako mladem vetrolomu veliko svetlobe, zastrtost pa je majhna (preglednica 7). Če pogledamo razliko med gostoto dreves, skoraj ni razlike, vendar je od 376 dreves na vetrolomni površini kar 208 dreves v 2. debelinski stopnji, tako da prevladujejo drevesa tanjša od 10 cm prsnega premera. Na kontrolnem sestoku vidimo, da so tu svetloljubni listavci navzoči v mladju, zato jih tudi na vetrolomu najdemo do 5 % v mladovju.

Preglednica 7: Gostota mladja, gošče in dreves (n/ha) ter standardni odkloni na vetrolomu in kontrolnem sestoju Skakavac. V oklepajih so pripisani deleži.

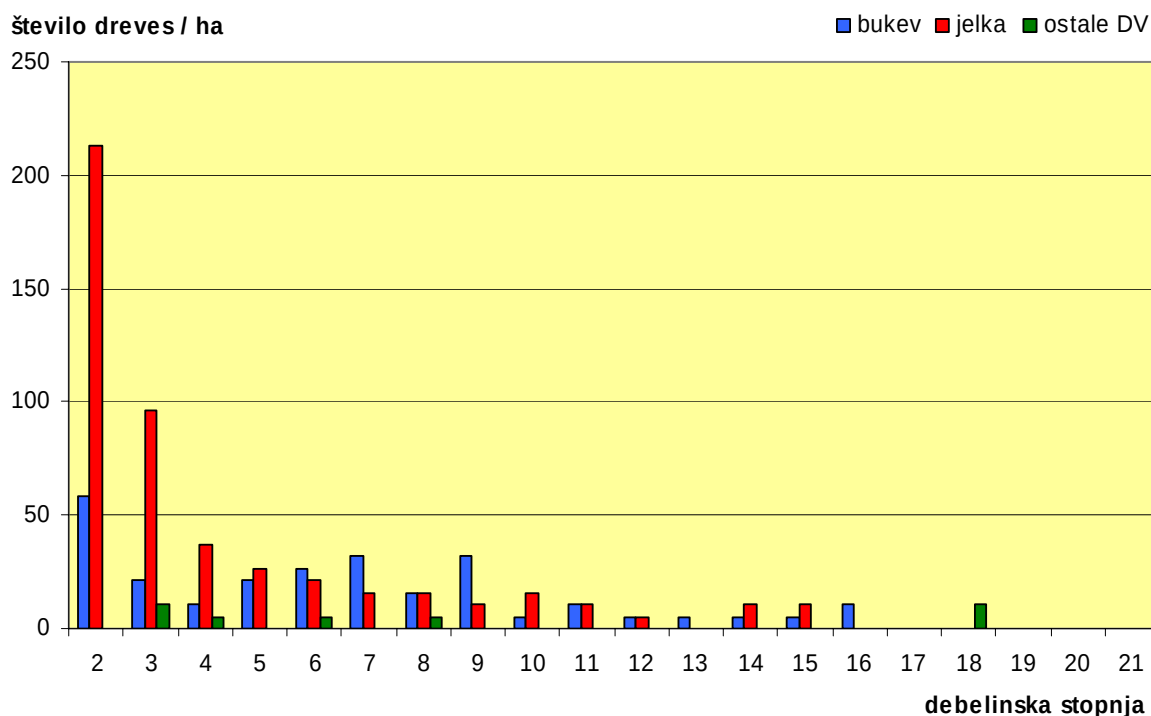
		bukev	jelka	sm	g. javor	brest	jesen	skupaj
vetrolom	mladje	6168 ± 6120,7	0	0	280 ± 282,8	0	8 ± 11,3	6456 ± 6414,9
		(95,6)			(4,3)		(0,1)	(100,0)
	gošča	5808 ± 2670,0	0	0	312 ± 147,1	0	0	6120 ± 2817,1
		(94,9)			(5,1)			(100,0)
	drevesa	248 ± 237,6	128 ± 67,9	0	0	0	0	376 ± 169,7
		(66,0)	(34,0)					(100,0)
kontrolni sestoj	mladje	2664 ± 446,0	40 ± 46,2	0	96 ± 64,0	0	8 ± 9,2	2808 ± 512,7
		(94,9)	(1,4)		(3,4)		(0,3)	(100,0)
	gošča	632 ± 233,1	8 ± 9,2	0	0	0	0	640 ± 239,6
		(98,8)	(1,2)					(100,0)
	drevesa	160 ± 16	187 ± 36,9	0	0	0	0	347 ± 51,4
		(46,1)	(53,9)					(100,0)

5.3 DEBELINSKA STRUKTURA DREVES

5.3.1 Vetrolom Osoje



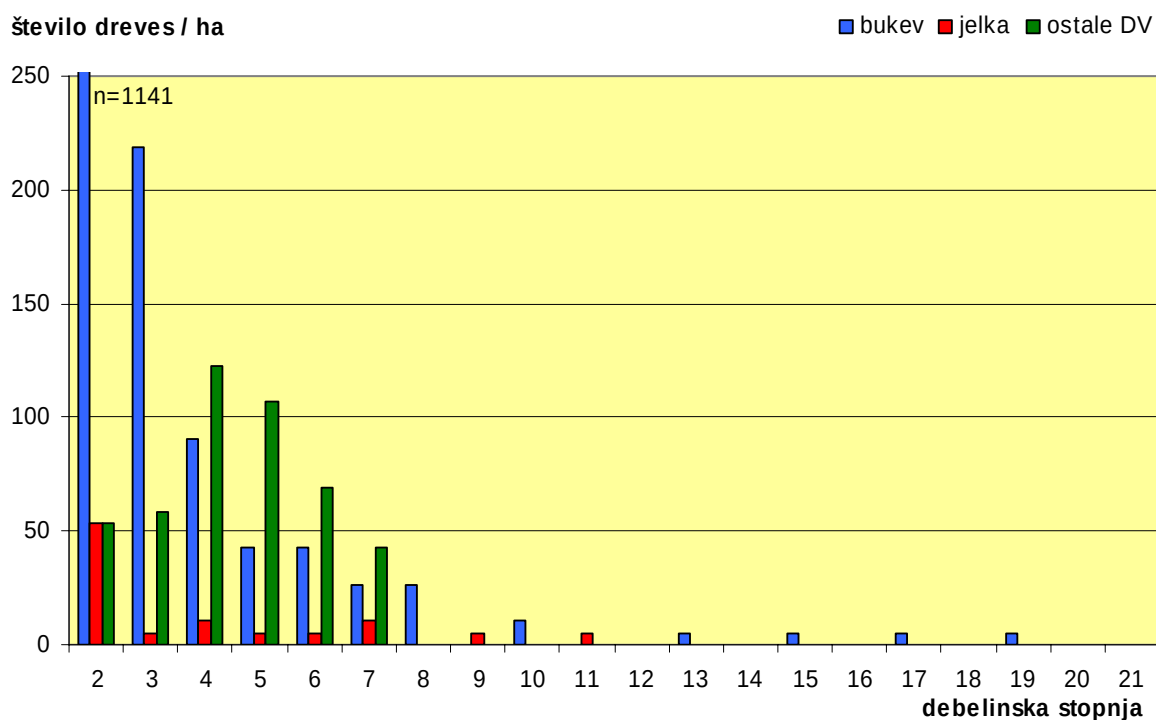
Slika 12: Debelinska struktura dreves na vetrolomni ploskvi Osoje



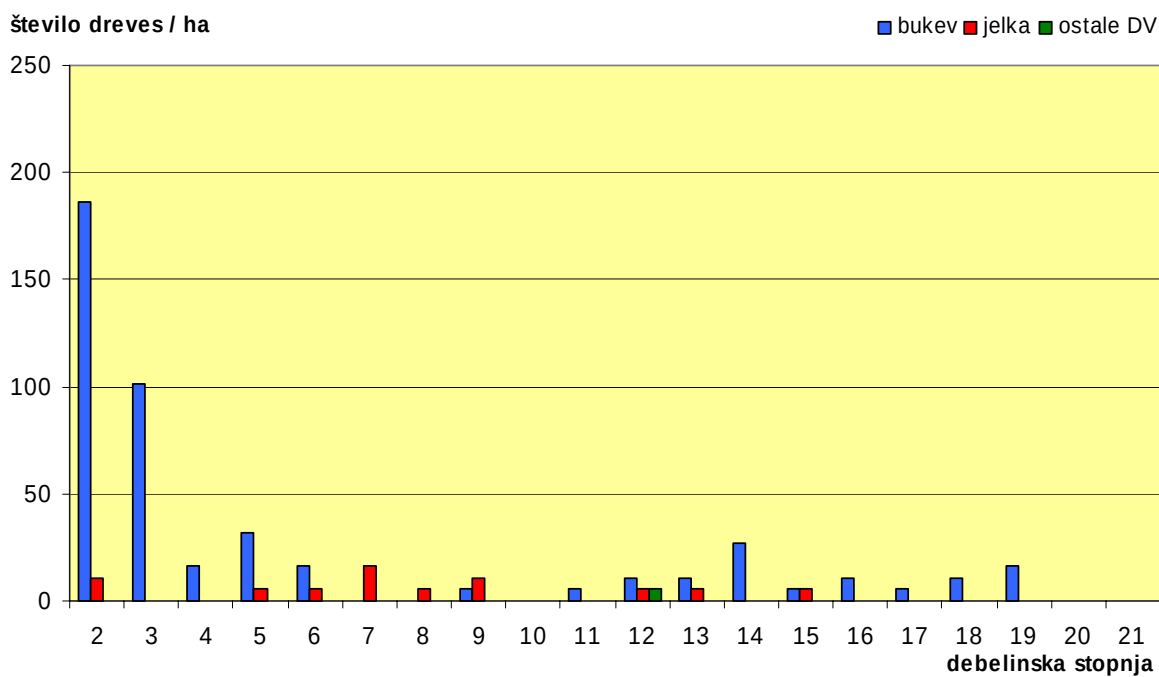
Slika 13: Debelinska struktura dreves na kontrolni ploskvi Osoje

Na vetrolomu Osoje do 6. debelinske stopnje dominira bukev (slika 12). V teh debelinskih razredih so predvsem tiste bukve, ki so začele intenzivno rasti po nastanku vrzeli ob vetrolomu. V višjih debelinskih razredih pa je nekoliko več jelke. Zanimivo je, da v vetrolomu prevladuje bukev, kljub temu da na kontrolni ploskvi v nižjih debelinskih razredih dominira jelka (slika 13).

5.3.2 Vetrolom Tunjemir



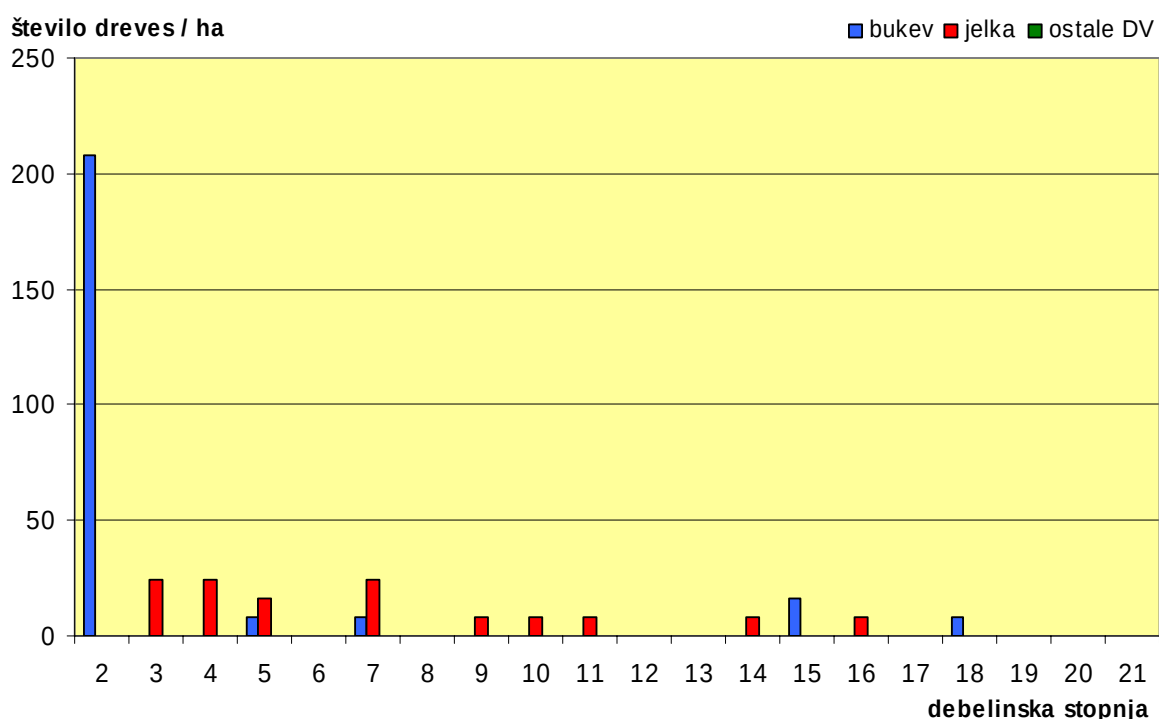
Slika 14: Debelinska struktura dreves na vetrolomni ploskvi Tunjemir



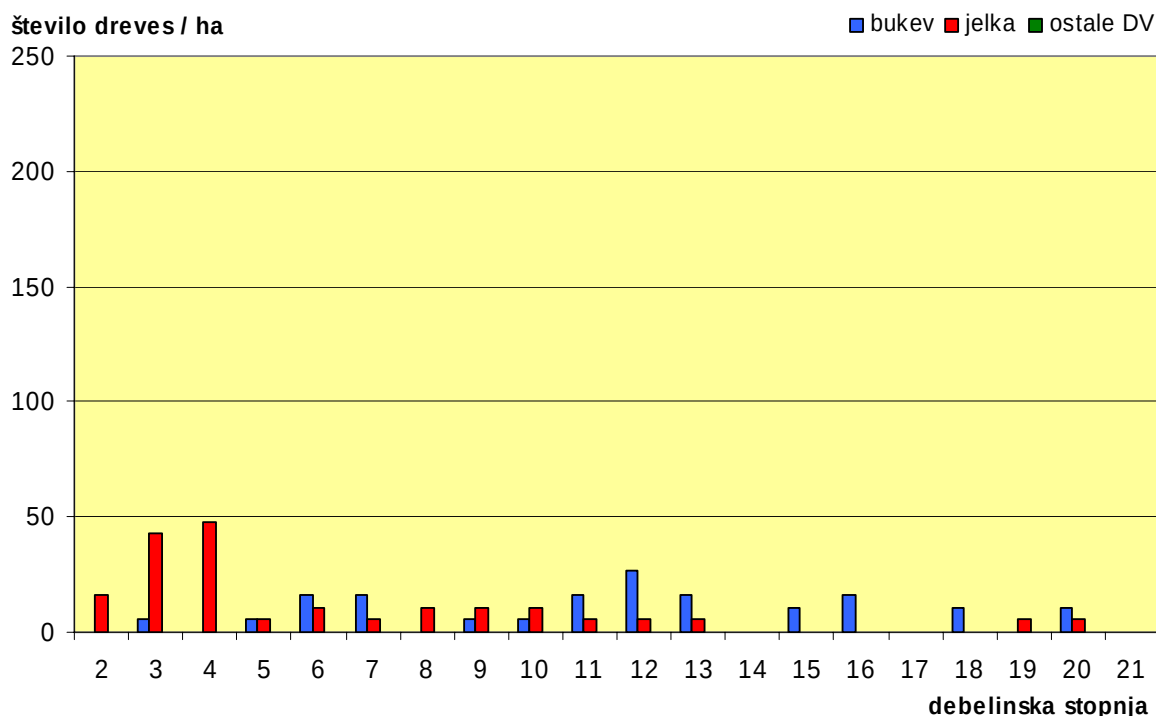
Slika 15: Debelinska struktura dreves na kontrolni ploskvi Tunjemir

Na vetrolomu Tunjemir vidimo, kako odzivni so svetloljubni listavci, saj prevladujejo od 4. do 7. debelinske stopnje prevladujejo (slika 14). Za njimi prihaja bukev v velikih gostotah, nato pa šele jelka (v 2. deb. stopnji). Vetrolom Tunjemir je močnejše zreduciral drevesa v višjih debelinskih razredih kot vetroloma Skakavac in Osoje, zato je tukaj tudi več svetlobe in posledično več svetloljubnih drevesnih vrst. Kljub temu da v kontrolnem sestoj skoraj ni svetloljubnih listavcev (slika 15), se ti obilno pomladijo po vetrolomu, če ta močno poseže v sestoj.

5.3.3 Vetrolom Skakavac



Slika 16: Debelinska struktura dreves na vetrolomni ploskvi Skakavac



Slika 17: Debelinska struktura dreves na kontrolni ploskvi Skakavac

Če primerjamo kontrolno in vetrolomno ploskev Skakavac, vidimo, da je vetrolom precej prerediteljski (slika 16), saj je v višjih debelinskih stopnjah precej manj dreves. V 2. debelinski stopnji tukaj prevladuje bukev, ne najdemo pa nobenega svetloljubnega listavca (slika 17). Od debelejših dreves (od 9. deb. stopnje naprej) po vetrolomu prevladuje jelka.

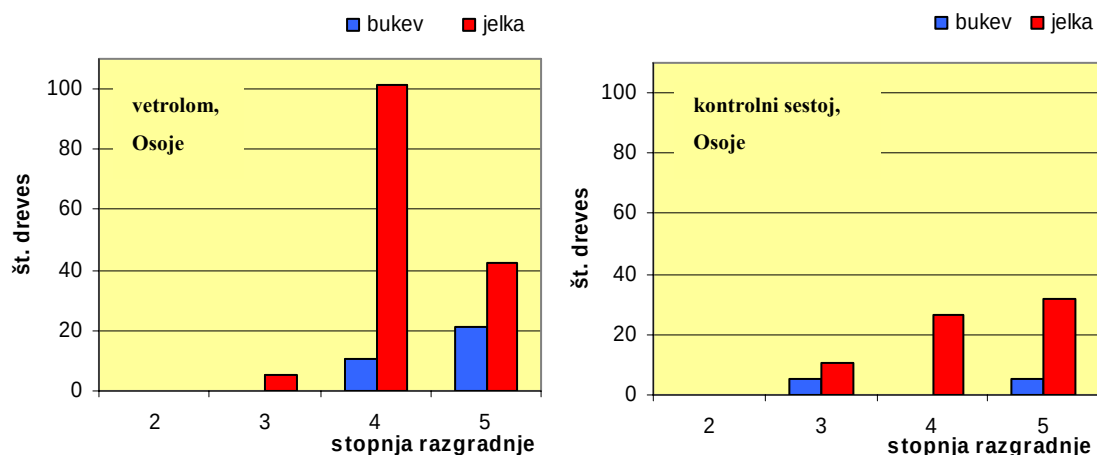
Frekvenčne porazdelitve prsnih premerov med vetrolomom in njemu pripadajočim kontrolnim sestojem so v vseh treh vetrolomih značilno različne (Brandt-Senedecorjev obrazec; Osoje, $\chi^2 = 314.7$, $\alpha < 0.001$; Tunjemir, $\chi^2 = 577.0$, $\alpha < 0.001$; Skakavac, $\chi^2 = 725.2$, $\alpha < 0.001$).

5.4 DREVESNA SESTAVA V PRETEKLOSTI

5.4.1 Vetrolom Osoje

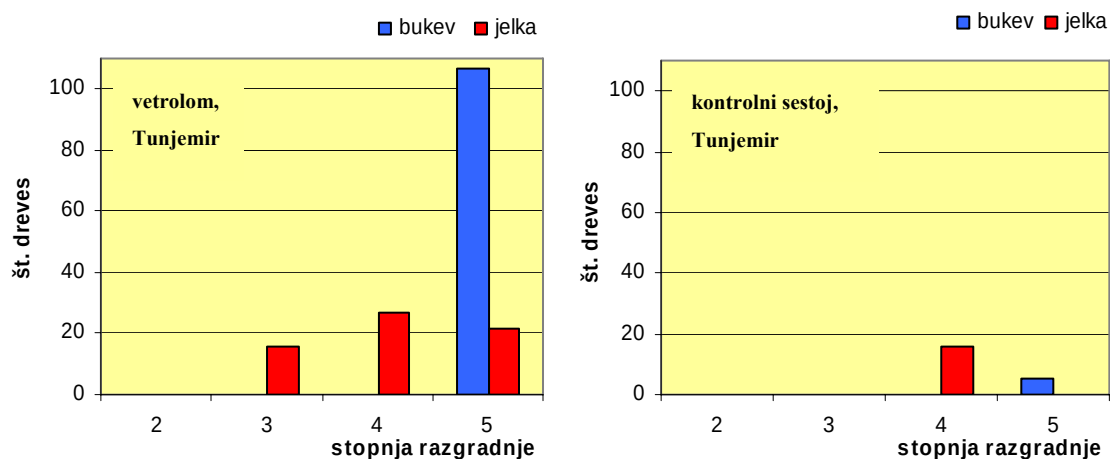
Iz grafa, ki prikazuje število dreves v posamezni stopnji razgradnje, lahko sklepamo o vrstni sestavi v preteklosti. Na vetrolomu Osoje je v preteklosti prevladovala jelka, saj je veliko v 4. ter 5. stopnji in prevladuje med odmrliimi drevesi (slika 18). V tem vetrolomu se

je vrzel po motnji širila, saj je jelka kar v treh različnih stopnjah razgradnje. Jelke iz tretje stopnje razgradnje pričajo o naknadnem širjenju jeder.



Slika 18: Število podrlih dreves (na hektar) glede na drevesno vrsto in stopnjo razgradnje na vetrolomu in kontrolnem sestoju Osoje

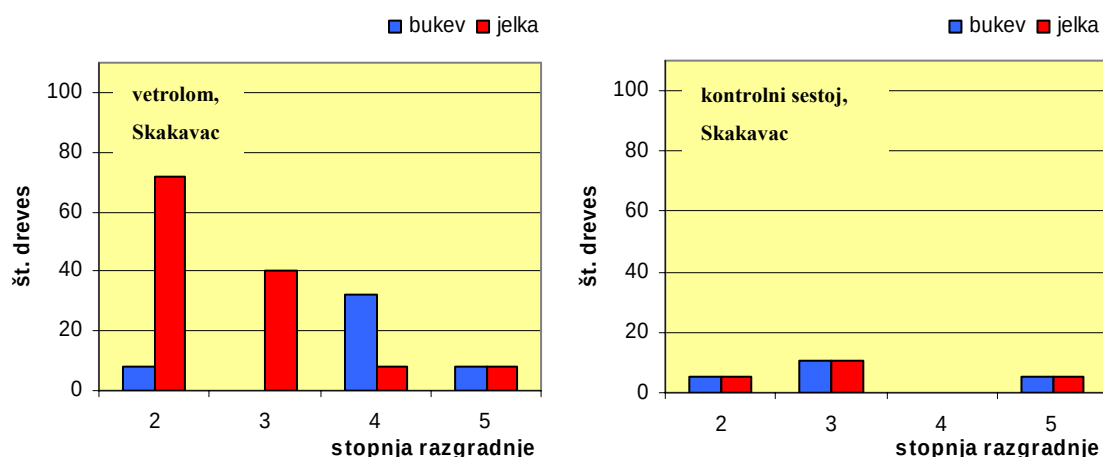
5.4.2 Vetrolom Tunjemir



Slika 19: Število podrlih dreves (na hektar) glede na drevesno vrsto in stopnjo razgradnje na vetrolomu in kontrolnem sestoju Tunjemir

V vetrolomu Tunjemir je veliko bukve v 5. stopnji razgradnje, kar priča o prevladi bukve v preteklosti (slika 19). Iz slike za kontrolni sestoj vidimo, da so endogene motnje tukaj redke. V tem vetrolomu se je vrzel po motnji širila, o čemer pričajo jelke iz tretje stopnje razgradnje.

5.4.3 Vetrolom Skakavac



Slika 20: Število podrtih dreves (na hektar) glede na drevesno vrsto in stopnjo razgradnje na vetrolomu in kontrolnem sestoju Skakavac

Pri vetrolomu Skakavac so posledica vetroloma drevesa v 2. in deloma v 3. stopnji razgradnje (slika 20). Drevesa iz 4. in 5. stopnje razgradnje pa so posledica preteklih dogodkov. Vetrolom je prizadel predvsem jelko, zato sklepamo, da je bila jelka pomemben gradnik tega sestoja v preteklosti.

Pri vseh treh vetrolomih lahko vidimo, da je več odmrlih dreves na vetrolomu, kot na kontrolnih sestojih. Te razlike so do 8-kratne.

5.5 MIKRORASTIŠČA

Kako pomembno vetrolom preoblikuje površje gozda pričajo deleži površin kupov in uleknin (preglednica 8). Tako je v vetrolomu Tunjemir preoblikovanega skoraj petina površja, v vetrolomu Osoje 17 %, na vetrolomu Skakavac pa le 7,3 %. Ko te deleže primerjamo s tistimi v kontrolnem sestoju, vidimo, kako pomembno vlogo ima vetrolom pri ustvarjanju mikrorastišč. Na vetrolomu Skakavac je delež kupov in uleknin manjši v primerjavi z ostalima dvema vetroloma, ker je tukaj več odlomljenih kot izruvanih dreves. V vetrolomu Osoje in Tunjemir pa prevladujejo izruvana drevesa.

Preglednica 8: Površina (m²/ha) in pripadajoči deleži, ki jo pokrivajo kupi in uleknine na vetrolomih in kontrolnih sestojih

	vetrolomi			kontrolni sestoji		
	kupi	uleknine	skupaj	kupi	uleknine	skupaj
Osoje	1192 (12 %)	525 (5,3 %)	1718 (17,2 %)	184 (1,8 %)	75 (0,8 %)	259 (2,6 %)
Tunjemir	1330 (13 %)	634 (6,3 %)	1964 (19,6 %)	134 (1,3 %)	48 (0,5 %)	182 (1,8 %)
Skakavac	417 (4,2 %)	316 (3,2 %)	734 (7,3 %)	17 (0,2 %)	7 (0,1 %)	24 (0,2 %)

Mikrorastišča nimajo pomembne vloge pri pomlajevanju (preglednica 9). Na opazovanih mikrorastiščih (štor, razpadajoče deblo, kup, uleknina) na štorih in razpadajočem deblu nismo našli nobenega osebka mladovja, le na kupih in ulekninah smo našli posamezne osebkke v fazi mladja in gošče. Na kupih in ulekninah smo našli bukev, jelko, javor in smreko. Smreke v preglednici ne prikazujemo, saj daje manjše število najdenih osebkov (le 8) manj zanesljive rezultate. V fazi gošče se na kupih in ulekninah v manjšem deležu nahaja le jelka. Ta bolje uspeva na kupih (85 %), kot v ulekninah (15 %). Podobno je tudi razmerje za mladje jelke (77:23) in javorja (88:12).

Preglednica 9: Povprečen delež pomlajevanja drevesnih vrst na kupih in ulekninah v vseh treh vetrolomih

	bukev	jelka	javor
mladje	0.2%	13.3%	12.5%
gošča	0.4%	11.0%	0.0%

5.6 TIPI POŠKODB

Na vetrolomnih površinah je prevladujoči tip poškodbe izruvanje drevesa, saj je povprečno kar 60 % dreves izruvanih (preglednica 10). Na kontrolnih sestojih je več dreves odlomljenih (povprečno 56 %). Zanimivo je, da je na vetrolomu Tunjemir tri četrtine dreves izruvanih, ena četrtina pa odlomljenih. Na kontrolnem sestoji je slika ravno obrnjena.

Preglednica 10: Deleži različnih tipov poškodb na vetrolomnih površinah in kontrolnih sestojih.

	vetrolom			kontrolni sestoji		
	izruvana	odlomljena	χ^2	izruvana	odlomljena	χ^2
Osoje	117 (65 %)	64 (35 %)	15.519***	53 (67 %)	27 (33 %)	8.45**
Tunjemir	128 (75 %)	43 (25%)	42.251***	5 (25 %)	16 (75 %)	5.7619*
Skakavac	72 (41 %)	104 (59%)	5.8182*	5 (13 %)	37 (88 %)	24.381***

*** Tveganje pri χ^2 testu, $\alpha = 0,001$ ** Tveganje pri χ^2 testu, $\alpha = 0,01$ * Tveganje pri χ^2 testu, $\alpha = 0,05$

S χ^2 testom smo preskušali domnevo o frekvenčni porazdelitvi izruvanih in odlomljenih dreves.

Ker je izračunana vrednost χ^2 večja od primerjalne tablične vrednosti (za vse tri vetrolome) pri $\alpha = 0,05$ (oziroma $\alpha = 0,01$ $\alpha = 0,001$), smo ničelno hipotezo zavrgli in sprejeli osnovno hipotezo, ki pravi, da dejanska frekvenčna porazdelitev ni vzeta iz populacije, pri kateri je polovica dreves odlomljenih, polovica pa izruvanih.

Ugotavljali smo tudi, ali so razlike med aritmetično sredino prsnih premerov odlomljenih in izruvanih dreves (preglednica 11).

Med aritmetičnima sredinama prsnih premerov izruvanih in odlomljenih jelovih dreves ni značilnih razlik (t test, $t = 0.165$, $\alpha = 0.05$). Prav tako ni značilnih razlik med vsemi odlomljenimi in izruvanimi drevesi (t test, $t = 0.307$, $\alpha = 0.05$). Tudi pri bukvi t test ne pokaže značilnih razlik (t test, $t = 0.813$, $\alpha = 0.05$).

Preglednica 11: Skupno število dreves in prsni premer (aritmetična sredina in standardni odklon) izruvanih ter odlomljenih dreves iz vseh treh vetrolomov.

	izruvana drevesa		odlomljena drevesa		skupaj dreves
	št. dreves	prsni premer (cm)	št. dreves	prsni premer (cm)	
bukev	2	50.0 ± 28.3	6	66.7 ± 24.4	8
jelka	26	58.8 ± 20.4	19	57.8 ± 19.8	45
skupaj	28	58.2 ± 20.5	25	60.0 ± 20.8	53

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

6.1 ZGRADBA SESTOJEV

6.1.1 Vetrolom Osoje

Pri vetrolomu Osoje je zanimivo, da je mladovja več v kontrolnem sestoju. Razlog za to je, da je sestoj prizadet od vetroloma veliko gostejši, saj prevladujejo drevesa od 2. do 6. debelinske stopnje in je zelo malo svetlobe za mladje in goščo. Enako ugotavlja tudi Nagel s sod. (2006) v pragozdu Pečka.

Vetrolom Osoje je močno spremenil drevesno sestavo, saj sta na kontrolnem sestoju jelka in bukev skoraj izenačeni (glede na temeljnico), na vetrolomni površini pa prevladuje bukev s 66 %, jelka ji sledi s 33 %. Vzroka temu ne moremo najti v pomanjkanju jelke v mladju, saj jelka tako na kontrolni kot na vetrolomni površini v pomladku prevladuje. Najverjetnejši vzrok je hitrejša reakcija prisotnega mladovja bukve na spremenjene svetlobne razmere, ki kmalu preraste že prisotno mladje jelke. Izgleda, da mladje jelke odmre, ko se razmere tako spremenijo.

Na tem vetrolomu je tudi zanimivo, da predstavljajo svetloljubni listavci skoraj 5 % temeljnice, medtem ko na vetrolomu predstavljajo le 1,6 %. Vzrok za to je lahko v predhodnem pomlajevanju. Lahko, da so se predrastki bukve tako hitro odzvali, da svetloljubni listavci niso dobili možnosti za razvoj.

Vetrolom Osoje je edini, pri katerem smo našli smreko v pomladku. Njemu pripadajoči kontrolni sestoj pa je edini, v katerem smo našli smreko med drevesi. Razlog, da se smreka tukaj pojavlja, je verjetno ta, da se lastnosti tal tukaj zelo hitro spreminjajo. Prevladujejo kislata tla, vmes pa se pojavljajo majhni otočki apnenca. Na teh mikrorastiščih uspe smreka. Zanimivo je, da je skoraj 40 % te smreke na kupih, kjer je zelo sušno, saj je velika kamnitost in voda hitro odteče. Takšne razmere odgovarjajo smreki.

6.1.2 Vetrolom Tunjemir

Posebej zanimive rezultate smo dobili na vetrolomu Tunjemir, saj predstavljajo svetloljubne drevesne vrste kar 30 % temeljnice. Ti rezultati potrjujejo dejstvo, da vetrolom pospešuje svetloljubne drevesne vrste, kot sta ugotovila že Marinšek in Diaci (2004). Pri tem vetrolomu se je temeljnica bukve in jelke znižala na račun svetloljubnih listavcev.

Iz debelinske strukture lahko opazujemo tudi, kako se naseljujejo drevesne vrste. Svetloljubnim listavcem sledi bukev, ki je je v obilju v 2. in 3. debelinski stopnji, za njo pa prihaja jelka. To potrjuje jelkino izjemno sencozadržnost, saj je pri tako veliki gostoti dreves in gošče zalo malo svetlobe. Kaže, da ji takšne razmere ustrezajo, saj je v mladju na kontrolnem sestoju sploh ne najdemo. Mogoče celo potrebuje takšne razmere, da zraste v čakalca, ki se kasneje odzove na endogene motnje.

Drevesna sestava na tem vetrolomu potrjuje, da to ni tipično rastišče združbe *Orchido-Abietetum*, ampak bližje združbi *Abieti-Fagetum alliosum ursini*, saj jelka tako na vetrolomu, kot na kontrolnem sestoju ne predstavlja več kot 15 %. To rastišče bolj odgovarja bukvi in svetloljubnim listavcem.

6.1.3 Vetrolom Skakavac

Zgradba vetroloma Skakavac se popolnoma razlikuje od Tunjemira in Osoje, saj je ta vetrolom kar 40 let mlajši od njiju. Mladosti vetroloma primerna je tudi temeljnica, ki je skoraj dvakrat manjša od ostalih dveh vetrolomov.

Iz primerjave debelinske strukture vetroloma Skakavac in njegovega kontrolnega sestoja vidimo, da vetrolom posega predvsem v višje debelinske razrede, saj je tam največje odstopanje med številom dreves. Podobno opazimo tudi pri Tunjemiru in Osojah. Do ugotovitve, da vetrolom podira predvsem debelejša drevesa, so prišli že mnogi avtorji (Nagel in sod., 2006; Everham in Brokaw, 1996).

Na vetrolomu Skakavac je obilica mladovja seveda zaradi vetroloma. Povečan dotok svetlobe je povzročil dobre razmere za klice in omogočil hitro rast mladju, ki je bilo navzoče že pred vetrolomom. Da je bilo tukaj navzoče mladje že pred vetrolomom sklepamo glede na kontrolni sestoj, kjer je v pomladku veliko bukve.

Ta vetrolom je edini, kjer svetloлюбnih listavcev med drevesi ne najdemo. So pa zato prisotni v mladovju, kjer predstavljajo skromen delež – 5 %. Ta delež je tako majhen verjetno zaradi predhodnega pomlajevanja, saj vidimo obilno pomlajevanje bukve na kontrolnem sestoji. Drugi razlog pa je, da je ta vetrolom po obsegu najmanjši izmed vseh treh in vpliv robnih dreves prodre skoraj do središča vetroloma.

V prihodnjem razvoju bo tukaj verjetno dominirala bukev, saj prevladuje v 2. debelinski stopnji in mladovju. Kljub temu, da sta zdaj temežnici bukve in jelke izenačeni, bo bukev kmalu nadvladala jelko, saj je veliko rastnega prostora, v pomladku pa je le bukev. Zanimivo, da jelke tukaj v mladovju ne najdemo. Pa tudi na kontrolnem sestoji predstavlja manjši delež (2 %) v pomladku, kljub temu da predstavlja kar 31 % temeljnice. Jelke verjetno še ni zaradi majhne starosti vetroloma. Če bo reakcija jelke enaka kot pri vetrolomih Osoje in Tunjemir, bo jelovo mladje prišlo v naslednji fazi, ko bo bukev prešla v goščo.

6.1.4 Skupne značilnosti in razlike

Če torej ocenimo vpliv vetroloma na zgradbo sestoja, vidimo, da je vetrolom na vseh treh mestih močno vplival na zgradbo in nadaljnji razvoj sestoja. Ugotovimo tudi, da ne moremo trditi, da srednjepovršinski vetrolom pospešuje svetloлюбne drevesne vrste, ampak je to močno odvisno od rastišča, od tega, kolikim drevesom je vetrolom prizanesel, velikosti vrzeli, zgradbe sestoja pred vetrolomom (predhodno pomlajevanje) in še mnogih medsebojno povezanih dejavnikov. Zato je težko napovedati razvoj posameznega sestoja po vetrolomu.

Hipotezo, da je vrstna sestava na vetrolomu različna kot v kontrolnem sestoji, smo potrdili. Tudi hipoteza, da v pomladku prevladujejo sencoždržne drevesne vrste, drži.

V vetrolomih Osoje in Tunjemir lahko vidimo, da je odziv jelke na povečan dotok svetlobe počasnejši kot pri bukvi in svetloljubnih listavcih, tudi če je bila tam že predhodno prisotna. Jelka v obeh vetrolomih ne more dohitevati mladja listavcev, povsod pa je prisotna. Kaže, da se jelka v pragozdovih uveljavi le pri endogenih motnjah.

Vetroloma Tunjemir in Osoje imata podobno razliko v temeljnici med vetrolomom in kontrolnim sestojem, kar potrjuje podobno starost in kaže na to, da je priraščanje lesne mase kljub različnim razmeram relativno podobno.

Ko primerjamo vetroloma Osoje in Tunjemir, vidimo bistvene razlike v drevesni sestavi kljub podobni razvojni starosti. Deloma bi to lahko pojasnili z različnim rastiščem. To razliko pa pojasni tudi debelinska struktura dreves. Če pogledamo skupno število najdebelejših dreves (vsa drevesa od 12. do 21. debelinske stopnje), ki so po vetrolomu zasedala precejšno rastno površino, vidimo veliko razliko med vetrolomoma. V vetrolomu Osoje je bilo takšnih dreves 59, medtem ko jih je bilo v vetrolomu Tunjemir le 21. Ta podatek nam veliko pove o količini svetlobe, ki je dospela do tal po vetrolomu. V vetrolomu Tunjemir je do tal dospela vsaj 2-kratna količina svetlobe kot v vetrolomu Osoje, kar pojasni takšno razliko v drevesni sestavi.

Ko primerjamo tri vetrolome, vidimo, da razvoj sestojev po vetrolomih poteka po različnih poteh. Če je vrzel dovolj velika in je predrastkov malo, lahko uspejo svetloljubni listavci. Tem navadno sledi bukev, za njo pa prihaja jelka. Če je vrzel manjša, ali pa je veliko predrastkov, svetloljubni listavci nimajo veliko možnosti v boju z bukvijo, kateri kasneje zopet sledi jelka. Zanimivo je, da predhodno pomlajevanje jelke nima vpliva na razvoj sestojev po vetrolomu, predhoden pomladek bukve pa lahko močno vpliva na kasnejšo zmes te površine.

6.2 DREVESNA SESTAVA PRED IN PO VETROLOMU

Odgovor na raziskovalno vprašanje, ali je bila vrstna sestava pred vetrolomom drugačna kot vrstna sestava po vetrolomu, izvemo iz podatkov o podrtih drevesih (slike 18–20). Če jo primerjamo z današnjo sestavo, vidimo, kako je vetrolom vplival na drevesno zgradbo.

Na vetrolomu Osoje vidimo, da je v preteklosti prevladovala jelka. Danes je slika obrnjena in trdimo lahko, da je vetrolom popolnoma spremenil drevesno strukturo. Na vetrolomu Tunjemir je včasih prevladovala bukev. Ta še danes prevladuje, vendar pa je vetrolom pospešil svetloljubne listavce.

Veliko podrhtih jelovih dreves v vetrolomu Skakavac priča o nadvladi jelke v preteklosti. Zanimivo je, da kljub temu da prevladujejo med podrtimi drevesi jelke, ta vrsta še vedno predstavlja več kot polovico temeljnice, kar pomeni, da je bil delež jelke v preteklosti precejšen. S tem lahko utemeljimo uvrstitev rastišča v združbo gozdov *Orchido-Abietetum*.

V dveh jelovo-bukovih gozdovih v Sloveniji, Rajhenavskem Rogu in Pečki, je Hartman (1987) ugotovil, da se jelka in bukev menjavata v razvoju. Iz naših rezultatov lahko vidimo, da vetrolomi to alternacijo pospešujejo.

6.3 ŠIRJENJE VRZELI

Iz števila podrhtih dreves glede na stopnjo razgradnje (slike 18–20) lahko ugotavljamo, ali se je vrzel po nastanku dodatno širila ali je njena velikost ostala nespremenjena. Ker se bukev hitreje razgrajuje kot jelka, je lahko bukev v eni stopnji razgradnje višje, pa še vedno govorimo o istem vetrolomu.

Na vetrolomu Osoje je potekalo dodatno širjenje vrzeli, saj je jelka kar v treh različnih stopnjah razgradnje. To širjenje je bilo skromno, saj je jelke v 3. stopnji razgradnje malo. Tudi pri vetrolomu Tunjemir lahko govorimo o naknadnem širjenju vrzeli, saj se jelka pojavlja v treh različnih stopnjah razgradnje. Tukaj je bilo širjenje intenzivnejše kot pri vetrolomu Osoje, vendar še vedno omejeno na le nekaj dreves. Pri vetrolomu Skakavac pa lahko opazimo zanimiv pojav. Drevesa, ki so se podrla zaradi vetroloma, so v 2. in deloma v 3. stopnji razgradnje. Kljub temu pa je dreves v 4. in 5. stopnji razgradnje veliko več kot v kontrolnem sestoj. To nam nakazuje, da je bil ta sestoj že v preteklosti razredčen in verjetno zaradi tega tudi bolj občutljiv na kasnejši vetrolom. O tem sta pisala že Everham in Brokaw (1996). Zaradi preredčenega sestoja je bila verjetno tukaj že prej v pomladku

navzoča bukev, po vetrolomu pa se je takoj odzvala na spremenjene svetlobne razmere in zato prevladuje v 2. debelinski stopnji.

6.4 MIKRORASTIŠČA

Na posebnih mikrorastiščih (kupi, uleknine, debela in štori) se pojavljata jelka in javor, bukev pa zelo redko. Kupi in uleknine predstavljajo v povprečju na vetrolomih kar 14,7 % površine. Od vseh osebkov mladovja smo jih na mikrorastiščih našli le 6,2 %, kar nakazuje, da mikrorastišča celo ovirajo normalno pomlajevanje. Vzrok za to bi lahko bil v premeščanju talnih horizontov pri kupih, ki predstavljajo večji del (66 %) mikrorastišč. Pri nastajanju kupov velikokrat zamenja humusne horizonte skeletni del tal, ki ni tako ugoden za pomlajevanje. Našo hipotezo, da mikrorastišča, kot so kupi, uleknine, razpadajoča debela in štori, nimajo pomembnega vpliva na pomlajevanje, smo tako potrdili. Zanimivo je, da večina raziskovalcev ugotavlja ravno nasprotno, da imajo mikrorastišča pomembno vlogo (Szewczyk in Szwagrzyk, 1996; Wohlgemuth in sod., 2002; Ulanova, 2000). Kljub temu pa nekateri ugotavljajo, da pomlajevanje na deblih in štorih nima večjega pomena, tudi pri velikih količinah podrtega drevja (Nakashizuka, 1989) predvsem na nižjeležečih rastiščih. Poleg premeščanja talnih horizontov, bi lahko bil vzrok za to predhodno pomlajevanje bukve, ki se je po vetrolomu hitro odzvala in zasenčila klice na mikrorastiščih, ki so zato propadle. Razlog, da ni pomlajevanja na štorih in deblih, je tudi v tem, da so le-ta premalo razgrajena, saj so vetrolomi mlajši od 50 let.

Meritve so pokazale tudi razliko med deležem kupov in uleknin na vetrolomih (povprečno 14,7 %) in kontrolnih sestojih (povprečno 1,5 %). Do podobnih vrednosti kupov in uleknin v raziskavah prišli tudi v tujini (Buol s sod., 1980 cit. po Scahetzl s sod., 1989; Stephens, 1956 cit. po Scahetzl s sod., 1989; Pawluk in Dudas, 1982 cit. po Scahetzl s sod., 1989; Burns s sod., 1984 cit. po Scahetzl s sod., 1989).

Vetrolom Skakavac še najbolj izstopa po deležu kupov in uleknin. Razlog za to je, da so na tem rastišču drevesa pogostejše izruvana kot odlomljena, kupi in uleknine pa nastanejo le pri izruvanem drevesu. Tudi v kontrolnem sestoju močno prevladujejo odlomljena drevesa

(88 %). Večja verjetnost za odlom drevesa se pojavi na globokih in na nerazmočenih tleh, kakršne so na tem vetrolomu.

6.5 TIPI POŠKODB

Na vetrolomu Osoje je prevladujoči tip izruvanje drevesa tako v kontrolnem sestoju, kot na vetrolomni površini. Zanimivo pa pri vetrolomu Tunjemir prevladujejo v kontrolnem sestoju odlomljena drevesa, medtem ko je na vetrolomni površini slika obrnjena. Mogoče je razlog za to premajhna površina kontrolnih ploskev, ali pa so bila v času vetroloma tla toliko razmočena, da je bil prevladujoči tip izruvanje drevesa.

Med podrtimi drevesi smo tudi preverili, ali premer drevesa vpliva na tip poškodbe. Pri tem nismo ugotovili značilnih razlik, kot sta jih v raziskavi v pragozdu Pečka odkrila Nagel in Diaci (2006). S tem smo ovrgli našo hipotezo, da verjetnost, da bo drevo odlomljeno in ne izruvano, s premerom narašča.

Deleži podrtih dreves na kontrolnih sestojih predstavljajo na vetrolomu Osoje 44 % podrtih dreves na vetrolomni ploskvi. Ta delež znaša na vetrolomu Tunjemir 12 %, na vetrolomu Skakavac pa 24 %. Kljub veliki raznolikosti teh deležev je na vseh vetrolomih značilno različno več podrtih dreves kot na kontrolnih ploskvah. Takšne razlike v deležih lahko nastanejo zaradi naključnosti v razvoju gozda.

6.6 USMERITVE ZA GOSPODARSKI GOZD

Ker želimo iz te raziskave izluščiti koristna znanja za praktično uporabo, v nadaljevanju prikazujemo nekatere najpomembnejše izsledke. Kot je že pisal Diaci (2006), ugotovitev iz pragozda ne smemo nekritično prenašati v gospodarski gozd, saj so tam razmere popolnoma drugačne.

Vetrolom srednje jakosti lahko močno vpliva na zmes drevesnih vrst; primer je vetrolom Skakavac, kjer je vetrolom porušil nadvlado jelke, razvoj pa poteka k prevladi bukve. Vidimo, da lahko v gospodarskih gozdovih močno vplivamo na drevesno sestavo, kljub temu pa ostajamo v mejah naravnega.

Različne drevesne vrste potrebujejo različno ukrepanje. Tako vidimo, da se jelka po vetrolomu ne more uveljaviti, pač pa prihaja kasneje v razvoju in ima več možnosti, da se kot čakalec odzove po endogenih motnjah. Po drugi strani pa svetloljubni listavci potrebujejo veliko svetlobe, če želimo, da jih imamo v zmesi precejšen delež.

V slovenskih gozdovih je pomlajevanje jelke zelo moteno zaradi vpliva divjadi, zato je vsekakor potrebno izvesti ukrepe za zmanjšanje tega vpliva, saj je Perućica lep primer, kjer jelka dobro uspeva in se pojavlja v pomladku na celotni površini, ker je vpliv divjadi majhen.

Na proučevanih vetrolomih smo tudi videli, da naravna sanacija poteka dobro in bi bilo koristno nekatere vetrolome v gospodarskih gozdovih prepustiti naravnemu razvoju. To pride v poštev seveda tam, kjer ni ostalih dejavnikov, ki bi negativno vplivali na okoliški gozd (npr. prenamnožitev lubadarjev).

Srednjepovršinski vetrolomi imajo pomembno vlogo pri usmerjanju razvoja gozdov, gozd pa se na njih različno odzove: glede na rastišče, velikost vetroloma, zgradbo gozda pred vetrolomom, svetlobo, ki pride do tal, in druge dejavnike. V praksi bi to morali upoštevati tako, da bi ukrepali čim bolj raznoliko, s čim več različnimi ukrepi ob upoštevanju naravnih razmer. Tako bi lahko na področjih, kjer že več desetletij uporabljajo isti sistem gospodarjenja (npr. prebiranje), uveljavili bolj pester izbor ukrepov, saj v pragozdovih ne prevladujejo le endogene motnje, zato takšen sistem gospodarjenja ni popolnoma sonaraven. Z raznolikim ukrepanjem pa dobimo tudi bolj pestro vrstno sestavo.

7 POVZETEK

V zadnjem obdobju raziskovalci ugotavljajo, da imajo vetrolomi srednje jakosti pomemben vpliv na razvoj sestojev v naravnih gozdovih zmernega klimatskega pasu. Ker v preteklosti tovrstnim motnjam niso pripisovali večjega pomena, je o njih malo raziskav. Z našo raziskavo smo poskušali pojasniti razvoj sestojev po vetrolomih in znanja prenesti v prakso.

Razvoj sestojev po vetrolomih smo spremljali v pragozdu Perućica v Bosni in Hercegovini, ki je zaradi svoje obsežnosti zelo primeren za takšno raziskavo, saj smo v njem našli več vetrolomov srednje jakosti. Primeren je tudi, ker v tem pragozdu ni negativnega vpliva divjadi na gozdni ekosistem. Spremljali smo razvoj sestojev po treh vetrolomih srednje jakosti in ga primerjali z razvojem kontrolnih sestojev.

Na vsakem vetrolomu in pripadajočemu kontrolnemu sestoku smo postavili tri raziskovalne ploskve, velikosti 25 x 25 m, in na njih izmerili najprej osnovne informacije o ploskvah (lego objektov, nadmorsko višino, nagib, ekspozicijo, kamnitost in skalovitost). Na ploskvah smo premerili vsa stoječa drevesa in mladovje, pri katerem smo ločili mladje in goščo. Pri popisu mladovja smo opazovali pojavljanje na mikrorastiščih. Ločili smo: kup, uleknino, štor in razpadajoče deblo. Izmerili smo tudi vse kupe in uleknine ter razpadajoča drevesa razvrstili glede na stopnjo razgradnje v pet razredov.

Vsi trije vetrolomi v Perućici so povzročili značilne razlike v zgradbi sestojev. Vetrolom Osoje je povečal delež bukve, vetrolom Tunjemir je omogočil vzpon svetloljubnim listavcem, saj predstavljajo kar 30 % temeljnice; na vetrolomu Tunjemir, ki je najmlajši pa najdemo obilico mladovja, razvoj pa poteka iz prevlade jelke v vzpon bukve.

Jelka na vetrolomnih površinah nima možnosti za uspeh, saj jo svetloljubni listavci in bukev prehitijo v razvoju, prihaja pa v mladje za njimi. To kaže na uspeh jelke pri motnjah šibke jakosti.

V vseh treh vetrolomih smo ugotovili, da le-ta posega v višje debelinske stopnje, in da so se vrzeli po vetrolomu dodatno širile. Vetrolom tudi močno preoblikuje površje, saj predstavljajo mikrorastišča do 20 % površja vetrolomov. Vendar pa nismo ugotovili vpliva mikrorastišč na pomlajevanje. Na vetrolomnih sestojih so prevladovala izruvana drevesa (ta najmočneje preoblikujejo površje), na kontrolnih sestojih pa odlomljena. Med aritmetičnima sredinama premerov izruvanih in odlomljenih dreves nismo odkrili razlik.

Srednjepovršinski vetrolomi imajo pomembno vlogo pri usmerjanju razvoja gozdov, gozd pa se na njih različno odzove: glede na rastišče, velikost vetroloma, zgradbo gozda pred vetrolomom, svetlobo, ki pride do tal in druge dejavnike. V praksi bi to morali upoštevati tako, da bi ukrepali čim bolj raznoliko, vendar ob upoštevanju naravnih razmer. S tem bi dobili tudi bolj pestro zmes drevesnih vrst v gospodarskih gozdovih.

8 VIRI

- Anko B. 1993. Vpliv motenj na gozdni ekosistem in na gospodarjenje z njim. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42: 85-109
- Bleiweis S. 1974. Katastrofalni vetrolom v Nemčiji. Gozdarski vestnik, 32, 1: 44
- Bončina A. 2000. Primerjava strukture gozdnih sestojev in sestave rastlinskih vrst v pragozdu in gospodarskem gozdu ter presoja uporabnosti izsledkov za gozdarsko načrtovanje. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 63: 153-181
- Diaci J. 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.
- Everham M. E., Brokaw V. L. N. 1996. Forest damage and recovery from catastrophic wind. The botanical review, 62, 2: 113-185
- Frelich L. E. 2002. Forest Dynamics and Disturbance Regimes. Cambridge, Cambridge university press: 266 str.
- Fukarek, P. 1970 Šumske zajednice prašumskog rezervata Perućice u Bosni V: Južnoevropske prašume i visokoplaninska flora i vegetacija istočnoalpsko-dinarskog prostora, Sarajevo, 14-16 julij 1969. Fukarek P. (ur.). Sarajevo, Akademija prirodnih i matematičkih nauka: 157-262
- Gartner A., Papler – Lampe V., Poljanec A., Bončina A. 2007. Upoštevanje katastrof pri načrtovanju in gospodarjenju z gozdovi na primeru vetroloma na Jelovici. V: Podnebne spremembe – vpliv na gozd in gozdarstvo. Jurc M (ur.). (Studia forestalia Slovenica št 130: strokovna in znanstvena dela). Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 154-175
- Hartman T. 1987. Gozdni rezervati Slovenije: pragozd Rajhenavski Rog KO 03 (Strokovna in znanstvena dela, 89). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 80 str.
- Jakša J. 2007a. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 65, 3: 161-176
- Jakša J. 2007b. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 65, 4: 177-192

- Jurhar F. 1966. Lani je silovito neurje opustošilo gozdove. *Gozdarski vestnik*, 24: 15-17
- Kotar M. 2003. *Gozdarski priročnik*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 414 str.
- Kotar M. 2005. *Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah*. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, ZGS: 500 str.
- Leibundgut H. 1982. *Europäische Urwälder der Bergstufe*. Stuttgart, Paul Haupt: 195 str.
- Marinšek A., Diaci J. 2004. Razvoj inicialne faze na vetrolomni površini v pragozdnem ostanku Ravna gora. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 73: 31-50
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Ravnik V., Turk B., Vreš B. 1999. *Mala flora Slovenije*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.
- Mlinšek D. 1967. Rast in sposobnost reagiranja pragozdne bukve. *Zbornik Biotehniške fakultete*, 15: 63-79
- Nagel T. A., Diaci J., 2006. Intermediate disturbance in an old-growth beech-fir forest in southeastern Slovenia. *Canadian journal of forest research*, 36: 629-638
- 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
- Nakashizuka T. 1989. Role of uprooting in composition and dynamics of an old-growth forest in Japan. *Ecology*, 70, 5: 1273-1278
- Papler-Lampe V. 2006. Vetrolom na Jelovici. *Gozdarski vestnik*, 64, 9: 446-448
- Potočnik M. 1948. Lokalni orkan na zapadnem delu Pohorja. *Gozdarski vestnik*, 6: 190
- Rebula E. 1969. Posledice neurja iz leta 1965 v gozdovih na območju obrata Cerknica. *Gozdarski vestnik*, 27: 210 – 222
- Roženberger D. 2000. Razvojne značilnosti sestojev v pragozdnih ostankih Pečka in Rajhenavski Rog. *Gozdarski vestnik*, 58, 3: 115-126
- Schaetzl R. J., Johnson D. L., Burns S. F., Small T. W. 1989 Tree uprooting: review of terminology, process, and environmental implications. *Canadian journal of forest research*, 19: 1-11

- Schönenberger W., Fischer A., Innes L. J. 2002. Preface. Forest, Snow and Landscape Research, 77, 1/2: 5-6
- Stabb M. 1999. Introducing Old Growth - The Ultimate Forest. Federation of ontario naturalists <http://www.ontarionature.org/pdf/Old%20Growth.pdf> (28.7.2007)
- Szewczyk J., Szwagrzyk J. 1996. Tree regeneration on rotten wood and on soil in old-growth stand. Vegetatio, 122: 37-46
- Ulanova G. N. 2000. The effects of windthrow on forest at different spatial scales: a review. Forest ecology and management, 135: 155-167
- Vovk P. 1962. O škodi, ki jo je v novembru 1960 povzročil vihar v kočevskih gozdovih. Gozdarski vestnik, 20: 155-158
- Webb L. S. 1989. Contrasting windstorm consequences in two forests, Itasca state park, Minnesota. Ecology, 70, 4: 1167-1180
- 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, 1/2: 17-47
- Woods D. K. 2004. Intermediate disturbance in a late-successional hemlock-northern hardwood forest. Journal of ecology, 92: 464-476
- Wraber M. 1950. O vzrokih in posledicah vetroloma na Jelovici. Gozdarski vestnik, 8: 306-309
- Zanetti M. 2007. Auswirkungen des Sturms "Kyrill" im Schweizer Wald. Bundesamt für Umwelt BAFU, 31.1.2007, http://www.waldwissen.net/news/wsl_kyrill_DE (22.7.2007)
- Zupančič M. 1969. Vetrolomi in snegolomi v Sloveniji v povojni dobi. Gozdarski vestnik, 27: 193-210
- Zupančič M. 1984. Orkanski veter pustošil po naših gozdovih. Gozdarski vestnik, 42, 4: 187-189
- Žumer L. 1968. 1967 - leto hude stihije v gozdnem gospodarstvu Evrope. Gozdarski vestnik, 26: 15-17

ZAHVALA

Mentorju diplomske naloge, prof. dr. Juriju Diaciju, se iskreno zahvaljujem za usmerjanje pri pisanju diplomske naloge, za vse predloge in za omogočeno udeležbo na mednarodni konferenci na Jahorini. Hvala somentorju, mag. Tomu Andrewu Naglu, za pomoč pri terenskem delu, izvrednostanju rezultatov in prevodu izvlečka. Hvala recenzentu, doc. dr. Davidu Hladniku, za koristne predloge in asistentu, Dušanu Roženbergerju, za pomoč pri iskanju literature.

Iskrena hvala prijatelju Urbanu, za skupno delo na terenu. Tomu, Urbanu in Miroslavu tudi hvala za prijetno druženje v Tjentištu.

Hvala teti Tatjani za temeljit pregled naloge, moji družini in Tanji za vso podporo v času študija in pri pisanju diplomske naloge ter kolegom in kolegicam, s katerimi smo skupaj preživeli veliko ur v predavalnicah in na terenu.