

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

Kristina SEVER

**VPLIV GOSPODARJENJA Z GOZDOVI NA
DREVESNE MIKROHABITATE V BUKOVIH
GOZDOVIH**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2015

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

Kristina SEVER

**VPLIV GOSPODARJENJA Z GOZDOVI NA DREVESNE
MIKROHABITATE V BUKOVIH GOZDOVIH**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**EFFECTS OF FOREST MANAGEMENT ON TREE
MICROHABITATS IN BEECH FORESTS**

M. Sc. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2015

Magistrsko delo je bilo izdelano na Univerzi v Ljubljani, Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Terenska dela so bila opravljena na treh lokacijah; v rezervatu Kobile, v pragozdu Ravna gora ter v gozdu, v katerem se gospodari Ravna gora. Delo je bilo opravljeno na Katedri za gojenje gozdov.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete je za mentorja magistrskega dela imenovala doc. dr. Thomasa A. Nagla, za somentorico prof. dr. Majo Jurc, za recenzenta pa prof. dr. Jurija Diacija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Kristina Sever

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD	Du2
DK	GDK 22+187/188(043.2)=163.6
KG	vpliv gospodarjenja/drevesni mikrohabitati/bukovi gozdovi/gospodarski gozd/negospodarski gozd
AV	SEVER, Kristina
SA	NAGEL, Thomas Andrew (mentor)/JURC, Maja (somentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2015
IN	VPLIV GOSPODARJENJA Z GOZDOVI NA DREVESNE MIKROHABITATE V BUKOVIH GOZDOVIH
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP	IX, 85 str., 28 pregl., 32 sl., 58 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

V dveh negospodarskih gozdovih (gozdni rezervat Kobile in pragozdni ostanek Ravna gora skupaj z vetrolomnima površinama) in v bližnjem gospodarskem gozdu na bukovem rastišču v območju JV Slovenije je bil septembra, oktobra in novembra 2014 opravljen popis saproksilnih, epiksilnih ter potencialnih drevesnih mikrohabitata (DM). Ploskve velikosti 500 m² so bile postavljene sistematično. V rezervatu Kobile smo postavili 18 ploskev (8 na površini vetroloma), v pragozdu 18 (2 na površini vetroloma) in v gospodarskem gozdu 18. Skupno smo popisali 849 dreves na 54 ploskvah in 7514 drevesnih mikrohabitata. Namen je bil ugotoviti vpliv gospodarjenja, naravnih motenj ter sestojnih značilnosti na DM. Podatki so bili analizirani v programu Excel in SPSS, z neparametričnimi metodami. Ugotovljeno je bilo, da način gospodarjenja ne vpliva značilno na številčnost saproksilnih in epiksilnih DM, vpliva pa na številčnost potencialnih DM, le-teh je bilo več v gospodarskem gozdu. Prav tako so opazne razlike glede vrste DM. V negospodarskem gozdu je več dupel ptic, izletnih odprt in rogov podlubnikov/žuželk, votlin od vej, večjih odmrlih vej, trosnjakov gliv in izboklin. V gospodarskem gozdu pa je več izpostavljenih beljave, razbrazdane skorje, epifitov, manjših odlomljenih vej, dvojnih debel in manjših razpok. Omenjeno kaže na način gospodarjenja. Na gostoto, raznolikost in pojav DM pa močno vplivajo tudi naravne motnje, premer, stanje ter drevesna vrsta. Na površini vetroloma v rezervatu je bila največja in najvišja raznolikost DM/drevo, na površini vetroloma v pragozdu pa najmanj. Ugotovljeno je bilo, da so saproksilni in epiksilni DM odvisni predvsem od debelejših premerov ter odmrlega drevja.

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN Du2
 DC FDC 22+187/188(043.2)=163.6
 CX effects of forest management/tree microhabitats/beechn forests/managed forest/unmanaged forest
 AU SEVER, Kristina
 AA NAGEL, Thomas Andrew (supervisor)/JURC, Maja (co – advisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department for Forestry and Renewable Resources
 PY 2015
 TI EFFECTS OF FOREST MANAGEMENT ON TREE MICROHABITATS IN BEECH FORESTS
 DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
 NO IX, 85 p., 28 tab., 32 fig., 58 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB

An inventory of saproxylic, epixylic and future tree micro habitats (TMH) was done in two unmanaged forests (Kobile forest reserve and old-growth forest Ravna gora, together with windthrow areas) and one managed beech forest in SE Slovenia. The research was carried out in September, October and November of 2014. Plots (500 m²) were placed systematically in all areas for sampling TMHs. We inventoried 849 trees on 54 plots and 7514 TMH. The purpose was to determine the influence of forest management, natural disturbances, and tree characteristics on TMHs. Data were analyzed in Excel and SPSS with non – parametric tests. Forest management had no significant influence on abundance of saproxylic and epixylic TMHs, but it did influence potential TMHs, which were more abundant in managed forest. There were also differences regarding to type of TMH: There were much more woodpecker cavities, insect galleries, bore holes, branch holes, dead branches and limbs, fruiting bodies of fungi, and bulges in unmanaged forest. Whereas in managed forests, there were more exposed heartwood, coarse bark, epiphytic plants, small branches with heartwood, fork stems and small cracks on bark surface. The results also indicate that disturbance and tree diameter, vitality, and species influence the density, diversity, and occurrence of TMHs. There were more TMHs/tree and a higher diversity of TMHs in the windthrow area in Kobile and less in the windthrow area in Ravna gora. The results suggest that saproxylic and epixylic TMHs are mainly dependent of larger diameter and dead trees.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
1.1 NAMEN NALOGE IN POSTAVITEV HIPOTEZ	4
2 PREGLED LITERATURE	5
3 METODE DELA	8
3.1 IZBIRA LOKACIJE IN PREDSTAVITEV OBJEKTOV	8
3.1.1 Gozdni rezervat Kobile	9
3.1.2 Pragozd Ravna gora	10
3.1.3 Gospodarski gozd GE Gorjanci, odsek 54 a	10
3.2 POSTAVITEV PLOSKEV	11
3.3 MERITVE NA PLOSKVAH.....	11
3.4 IZRAČUNI IN STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	13
4 DREVESNI MIKROHABITATI (DM)	14
4.1 VOTLINE/DUPLA PTIC IZ REDU PLEZALCI.....	14
4.2 DEBELNE VOTLINE	15
4.3 VEJNE VOTLINE	16
4.4 VLAŽNE/VODNE VOTLINE	18
4.5 IZLETNE ODPRTINE IN ROVI PODLUBNIKOV	19
4.6 IZPOSTAVLJENA BELJAVA IN DELI DREVESA BREZ SKORJE	20
4.7 RAZBRAZDANA IN ODSSTOPAJOČA SKORJA/SKORJINI ŽEPKI	21
4.8 VEČJE ODMRLE VEJE IN DRUGI DELI DREVES.....	23
4.9 KORENINSKE VOTLINE.....	25
4.10 TROSNJAKI GLIV	26
4.11 EPIFITI	27
4.12 RAKAVE TVORBE.....	28
4.13 MANJŠE ODLOMLJENE/ODMRLE VEJE	28
4.14 DVOJNO DEBLO	30
4.15 MANJŠE RAZPOKE NA SKORJI	31
4.16 NEPOPOLNO ZAPRTJE POŠKODBE	31

4.17 IZBOKLINE	32
5 REZULTATI	33
5.1 OSNOVNI PODATKI PO OBMOČJIH RAZISKAVE.....	33
5.2 DREVESNI MIKROHABITATI IN NAČIN GOSPODARJENJA.....	34
5.2.1 Saproksilni in epiksilni drevesni mikrohabitati glede na način gospodarjenja ...	34
5.2.2 Potencialni drevesni mikrohabitati glede na način gospodarjenja	36
5.3 DREVESNI MIKROHABITATI PO POSAMEZNIH OBMOČJIH	38
5.3.1 Drevesni mikrohabitati na vetrolomni in kontrolni površini v gozdnem rezervatu Kobile.....	39
5.3.2 Drevesni mikrohabitati v gozdnem rezervatu Kobile in pragozdu Ravna gora, brez vetrolomnih površin	40
5.4 DREVESNI MIKROHABITATI IN STANJE DREVES	41
5.5 DREVESNI MIKROHABITATI GLEDE NA DREVESNO VRSTO: RAZLIKE MED DREVESNIMA VRSTAMA BUKEV IN GORSKI JAVOR.....	41
5.6 DREVESNI MIKROHABITATI IN PRSNI PREMIER DREVES	42
5.7 HABITATNA DREVESA.....	43
5.8 SAPROKSILNI IN EPIKSILNI DREVESNI MIKROHABITATI	45
5.8.1 Votline/dupla ptic iz redu plezalcev	45
5.8.2 Debelne votline	46
5.8.3 Vejne votline	47
5.8.4 Vlažne/vodne votline.....	49
5.8.5 Izletne odprtine in rovi podlubnikov/žuželk	50
5.8.6 Izpostavljena beljava in deli dreves brez skorje.....	52
5.8.7 Razbrazdana in odstopajoča skorja (skorjini žepki).....	53
5.8.8 Večje odmrle veje in drugi deli dreves/odmrla krošnja	55
5.8.9 Koreninske votline	56
5.8.10 Trosnjaki gliv	57
5.8.11 Epifiti.....	58
5.9 POTENCIALNI DREVESNI MIKROHABITATI	59
5.9.1 Rakave tvorbe.....	59
5.9.2 Manjše odlomljene/odmrle veje	60
5.9.3 Dvojno deblo	61

5.9.4 Manjše razpoke na skorji.....	62
5.9.5 Nepopolno zaprtje poškodbe.....	63
5.9.6 Izbokline.....	64
6 RAZPRAVA.....	65
6.1 DREVESNI MIKROHABITATI IN HABITATNA DREVESA GLEDE NA NAČIN GOSPODARJENJA.....	65
6.2 DREVESNI MIKROHABITATI IN NARAVNE MOTNJE.....	67
6.3 DREVESNI MIKROHABITATI V GOZDNEM REZERVATU KOBILE IN PRAGOZDU RAVNA GORA, BREZ VETROLOMNIH POVRŠIN	69
6.4 PRIPOROČILA ZA GOSPODARJENJE	69
7 SKLEPI.....	73
8 POVZETEK / SUMMARY.....	75
8.1 POVZETEK.....	75
8.2 SUMMARY.....	78
9 VIRI.....	81

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povprečne vrednosti osnovnih podatkov po območjih raziskave.....	33
Preglednica 2: Povprečno št. in raznolikost saproksilnih in epiksilnih DM/drevo	34
Preglednica 3: Število in % saproksilnih in epiksilnih DM glede na način gospodarjenja .	35
Preglednica 4: Povprečno število in raznolikost potencialnih DM/drevo	36
Preglednica 5: Število in % potencialnih DM število vseh DM.....	38
Preglednica 6: povprečne in maksimalne vrednosti saproksilnih/epiksilnih DM po posameznih območjih.....	38
Preglednica 7: Potencialni DM ter njihove povprečne in maksimalne vrednosti po posameznih območjih.....	39
Preglednica 8: Povprečne vrednosti saproksilnih/epiksilnih in potencialnih DM/drevo glede na stanje dreves	41
Preglednica 9: Povprečne vrednosti saproksilnih/epiksilnih in potencialnih DM/drevo glede na drevesne vrste	42
Preglednica 10: Drevesa z največ saproksilnimi/epiksilnimi DM v gospodarskem gozdu.	43
Preglednica 11: Značilnosti habitatnih dreves.....	44
Preglednica 12: DM votline ptic po posameznih območjih	46
Preglednica 13: Vsota in odstotki DM debelne votline glede na način gospodarjenja	47
Preglednica 14: Število in % vejnih votlinic glede na način gospodarjenja.....	48
Preglednica 15: Število in % vodnih votlinic glede na način gospodarjenja.....	49
Preglednica 16: Število in % izletnih odprt in rogov podlubnikov/žuželk glede na način gospodarjenja.....	51
Preglednica 17: Število in % DM izpostavljena beljava in deli dreves brez krošnje glede na način gospodarjenja	52
Preglednica 18: Število in % DM razbrazdana in odstopajoča skorja glede na način gospodarjenja.....	54
Preglednica 19: Število in % DM večje odlomljene veje in drugi deli dreves, glede na način gospodarjenja.....	55
Preglednica 20: Število in % DM koreninske votline glede na način gospodarjenja.....	56
Preglednica 21: Število in % DM trosnjaki gliv glede na način gospodarjenja	57
Preglednica 22: Število in % DM epifiti, glede na način gospodarjenja	58
Preglednica 23:Št. in % rakavih tvorbo, glede na način gospodarjenja	60
Preglednica 24: Št. in % DM manjše odlomljene/odmrle veje, glede na način gospodarjenja	61
Preglednica 25: Število in % potencialnega DM, dvojno deblo.....	61
Preglednica 26: Število in % potencialnega DM manjše razpoke na skorji, glede na način gospodarjenja.....	62
Preglednica 27: Število in % DM nepopolno zaprtje poškodbe glede na način gospodarjenja.....	63
Preglednica 28: Št. in % DM izbokline glede na način gospodarjenja.....	64

KAZALO SLIK

Slika 1: Območje raziskave (Gerk, orto – foto 2009 – 2001, 2015).....	8
Slika 2: Votline/dupla ptic iz redu plezalci	14
Slika 3: Votlina z razkrajajočim lesom.....	14
Slika 4: Debelna votlina brez razkrajajočega lesa	16
Slika 5: Votlinica nastala kot posledica odlomljene/strohnele veje	17
Slika 6: Votlina, napolnjena z vodo.....	18
Slika 7: Izletne odprtine žuželk	19
Slika 8: Površina debla brez skorje, nastala zaradi mehanske poškodbe debla.....	21
Slika 9: Površina debla brez skorje, nastala zaradi odmiranja drevesa	21
Slika 10: Razbrazdana skorja na bukvi.....	22
Slika 11: Odstopajoča skorja/žepek.....	22
Slika 12: Polž pod odstopajočo skorjo	22
Slika 13: Večja odmrta veja	24
Slika 14: Koreninska votlina	25
Slika 15: Bukova kresilka (<i>Fomes fomentarius</i>)	26
Slika 16: Drevo poraslo z mahom	27
Slika 17: Rakava tvorba, kjer je patogen že močno napredoval.....	28
Slika 18: Še živo drevo z več odmrliimi vejami	29
Slika 19: Trohneča veja.....	29
Slika 20: Dvojno deblo na višini < 1,5 m.....	30
Slika 21: Vlažna votlinica med dvema debloma	30
Slika 22: Manjša razpoka na skorji lahko zagotavlja vstopno mesto številnim organizmom	31
Slika 23: Nepopolno zaprtje poškodbe (lažja poškodba)	32
Slika 24: Izboklina na podrtem drevesu	32
Slika 25: Prikaz vrednosti za saproksilne in epiksilne DM ter habitatna drevesa, glede na način gospodarjenja	36
Slika 26: Prikaz vrednosti za potencialne DM glede na način gospodarjenja.....	37
Slika 27: Pogostost DM vejne votline, glede na način gospodarjenja	48
Slika 28: Pogostost DM vodne votline, glede na način gospodarjenja	50
Slika 29: Pogostost DM izletne odprtine in rovi podlubnikov/žuželk, glede na način gospodarjenja.....	51
Slika 30: Pogostost DM izpostavljena beljava, glede na način gospodarjenja.....	53
Slika 31: Pogostost DM razbrazdana in odstopajoča skorja, glede na način gospodarjenja.....	54
Slika 32: Pogostost DM epifiti, glede na način gospodarjenja.....	59

1 UVOD

Biotska raznovrstnost in visoka stopnja naravnosti ekosistema sta močno povezani (Winter 2012). Nekateri raziskovalci, npr. Gibson in sod. (2012) so ugotovili, da raba gozdov negativno vpliva na stopnjo biodiverzitete v njih. Novejše raziskave pa kažejo, da je v nekaterih primerih možen tudi pozitiven vpliv gospodarjenja z gozdom na njegovo biodiverzitetu.

Ker je vsaj 25 % gozdnih vrst saproksilnih (Bütler in sod., 2013), je stopnja biodiverzitete močno povezana z odmrliimi in habitatnimi drevesi, ki so glavne strukturne značilnosti pragozdov (Bauhus in sod., 2009; Brunet in sod., 2010). Večina raziskav v zvezi z biodiverzitetu gozdov in vplivom gospodarjenja nanjo je bila opravljenih z analizo odmrlih dreves in bioindikatorjev, kot so saproksilne vrste žuželk in gliv, ptice, lišaji in mehkužci. Tovrstne raziskave so drage in zamudne ter zahtevajo taksonomskega specialista. Poleg tega, specifičnih in zahtevnih metod ne morejo uporabljati upravljavci gozdov (Larrieu in sod., 2013). Zato je priporočljiv poudarek na drevesnih mikrohabitatih, kot približek taksonomske biodiverzitete izbranega gozdnega habitata (Larrieu in sod., 2013; Winter in Möller, 2008).

Pojem mikrohabitat se nanaša na manjši prostor (substrat), ki ga določena vrsta oz. skupina organizmov uporablja za življenje, gnezdenje ali prehranjevanje. Npr. številni briofiti imajo najraje odmrle ležeča drevesa (Fenton in sod., 2008). Mi smo se osredotočili samo na drevesne mikrohabitate (v nadaljevanju jih bomo imenovali »DM« ali »mikrohabitati«), ki so v našem primeru vezani samo na stoječa živa in odmrle drevesa (npr. votline, epifiti, glive, izpostavljena beljava, odstopajoča skorja ...).

Še posebej pomembna so t. i. habitatna drevesa. To so največkrat stara, debela, stoječa, živa ali odmrle drevesa, ki so polna drevesnih mikrohabitatov, kot so votlo deblo, votline ptic, vodne votline, odstopajoča skorja in drugi. Nanje so vezane različne specializirane vrste flore in favne, ki so pogosto redke in ogrožene. Njihovo preživetje je odvisno od drevesnih mikrohabitatov (Bütler in sod., 2008).

Brunet in sod. (2010) so izpostavili pomembnost odmrlih dreves in drevesnih mikrohabitatov v bukovih gozdovih za številne vrste, ki jih uporabljajo za razvoj, gnezdenje, hranjenje ali kot zavetje. Tako so različne faze razkroja, visoka gostota starih, odmrlih stoječih in odmrlih ležečih dreves ter raznolikost DM na živih drevesih, izrednega pomena za biodiverzitetu gozdov. Takšne značilnosti najdemo predvsem v pragozdnih ostankih, primanjkuje pa jih v gozdovih, v katerih se redno gospodari.

Tudi pri nas so nekateri avtorji (Jurc, 2004; Diaci in Perušek, 2004; Perušek, 2004; Golob, 2006; Debeljak, 1999; Papež, 2005) izpostavili pomembnost habitatnih ter odmrlih dreves

za številne živalske vrste, ki so vsaj v enem življenjskem obdobju vezane na razkrajajoč les in habitatno drevje. Jurc (2004) je opisala pomembnost starih dreves kot habitat za saproksilne vrste žuželk. Perušek (2004) je poudaril njihovo pomembnost za nekatere vrste ptic. Golob (2006) navaja, da sta habitatno ter odmrlo drevje dva izmed najpomembnejših kazalnikov za monitoring ohranjenosti posameznih gozdnih habitatnih tipov in habitatov vrst. Diaci in Perušek (2004) ter Papež (2005) pa so podali nekatere usmeritve in priporočila za ohranjanje in povečanje števila starega in odmrlega drevja pri gospodarjenju z gozdovi.

Bukovi gozdovi so v evropskem merilu izrednega pomena. Kot habitatni tip so vključeni v omrežje Nature 2000 in so med najbolj razširjenimi, predvsem v srednji in severni Evropi. Poleg tega ustvarjajo habitat za številne živalske in rastlinske vrste (Kogovšek in sod., 2012; Golob, 2006). Bukovi gozdovi (*Luzulo–Fagetum*) in Ilirski bukovi gozdovi (*Fagus sylvatica* (*Aremonio–Fagion*)) so na seznamu prednostnih habitatnih tipov, ki jih je treba ohranjati z opredeljevanjem posebnih varstvenih območij (SPA, Uredba o habitatnih tipih, 2003). Tudi del našega območja raziskave spada pod zavarovano območje Natura 2000 in EPO (ekološko pomembna območja). Tu se nahaja prednostni habitatni tip bukovi gozdovi in nekatere druge zavarovane vrste, vezane nanj, npr.: alpski in bukov kozliček (*Rosalia alpina*, Linnaeu, 1758 in *Morimus Funereus* Mulsant, 1863), širokouhi in veliki navadni netopir (*Barbastella barbastellus* Schreber, 1774 in *Myotis myotis* Borkhausen, 1797), koconogi čuk (*Aegolius funereus* Linnaeus, 1758) ter belohrbti detel (*Dendrocopos leucotos* Bechstein, 1802, Uredba o območjih Natura 2000, 2004).

V Sloveniji bukova rastišča niso tako redka, kot drugod v Evropi. Predstavljajo več kot 70 % celotne gozdne površine (Rugani in Diaci, 2012). Ilirski bukovi gozdovi so v Sloveniji najobsežnejši kvalifikacijski gozdni habitatni tip, obsegajo 39 % gozdov. Bukovi gozdovi (*Luzulo–Fagetum*) pa 3,5 % (Kogovšek in sod., 2012). Zato je še posebej pomembno, da jih ohranjamo v čim bolj naravnem stanju in posredno skrbimo tudi za ohranjanje ostalih rastlinskih in živalskih vrst, ki so nanje vezani.

Nilsson in sod. (2001) navajajo, da lahko favna bukovih pragozdov vsebuje več kot 300 vrst saproksilnih hroščev. Na njihovo pojavljanje pa vpliva predvsem količina določenega habitata (npr. odmrlih dreves), ki ga vrste potrebujejo za preživetje. V pragozdovih je takšnih habitatov več kot v gospodarskih gozdovih, posledično je višja tudi vrstna pestrost saproksilnih vrst (Müller in sod., 2007).

Moning in Müller (2009) sta ugotovila, da se vrstna pestrost gozdnih ptic povečuje s starostjo sestoja v bukovih gozdovih v Nemčiji. Ta je še posebej pomembna za ptice, ki gnezdiijo v duplih (mejni prag je od 120 do 205 let). Gospodarjenje naj bi imelo negativen vpliv na vrstno pestrost ptic duplaric (Müller in sod., 2007; Boncina, 2000). To je verjetno tudi posledica nižje količine debelih, starih stoječih in odmrlih dreves (Brunet in sod.,

2010). Tako so npr. stara odmrta in habitatna drevesa pomembna za številne ptice, ki si na njih iščejo hrano ali si ustvarjajo gnezda ter kot zatočišče za netopirje, sesalce, dvoživke, mehkužce, žuželke ... Na njih najdemo tudi številne saproksilne vrste gliv ter hroščev, ki so hrana številnim pticam.

Gostota in raznolikost DM narašča s premerom drevesa, debelino skorje in njegovo starostjo (Vuidot in sod., 2001; Larrieu in sod., 2012). Starejša drevesa imajo višjo ekološko vrednost kot mlajša, zato je še posebej pomembno ohranjanje le-teh. Ne samo v pragozdovih in rezervatih, ampak tudi v gospodarskih gozdovih, kjer jih zaradi gospodarjenja že tako primanjkuje.

Pomemben vpliv na dinamiko bukovih pragozdov imajo tudi naravne motnje, kot je npr. vetrolom (Heinrich, 1991). Ustvarijo se večje vrzeli kot pri posameznem odmiranju dreves in posledično vplivajo na odmrta drevesa, drevesno sestavo in s tem na samo biodiverzitetno gozdov (Rugani in sod., 2008; Mitchell, 2013). Zaradi več svetlobe se uveljavijo tudi druge, bolj svetloljubne vrste, kot so: javor, brest, jesen in druge (Nagel in sod., 2010), ki lahko tvorijo različne drevesne mikrohabitate kot bukev (Larrieu in sod., 2012). Zaradi vetra se drevesa prelomijo, izruvajo ali kako drugače poškodujejo (Mitchell, 2013), kar lahko tvori dodatne mikrohabitate: odlomljene veje, izpostavljena beljava, odstopajoča skorja in drugi. Prav tako se poveča količina stoječih in ležečih odmrlih drevesnih ostankov, ki so pomemben habitat številnim živalskim in rastlinskim vrstam. Poškodovana in oslabljen drevesa pa so tudi bolj dovzetna za sekundarne motnje kot so žuželke in glive (Bouget in Duelli, 2004). Večje površinske motnje ustvarijo habitate, ki bolj ustrezajo pticam kot pa drevesa, ki odmirajo posamezno (Bütler in sod., 2013).

1.1 NAMEN NALOGE IN POSTAVITEV HIPOTEZ

Poglavitni namen naloge je ugotoviti, kako gospodarjenje z gozdovi in naravne motnje vplivajo na drevesne mikrohabitate v bukovih gozdovih v Sloveniji. V raziskavo smo zajeli tri območja: pragozd Ravna gora, gozdni rezervat Kobile in bližnji gospodarski gozd. Zanimalo nas je, ali obstajajo razlike v gostoti in raznolikosti DM/drevo med:

- posameznimi območji raziskave,
- gospodarskim in negospodarskim gozdom (pragozd in rezervat skupaj z vetrolomnima površinama),
- območjem vetroloma in kontrolno površino v rezervatu Kobile ter
- pragozdom Ravna gora in rezervatom Kobile, brez površin vetroloma.

Drugi cilji naloge so; ugotoviti, kako vplivajo na gostoto in raznolikost DM/drevo:

- stanje drevesa,
- drevesna vrsta (bukev in gorski javor) ter
- prsni premer drevesa.

Postavili smo naslednje hipoteze:

Hipoteza 1: gostota in raznolikost drevesnih mikrohabitats/drevo bo nižja v gospodarskem gozdu v primerjavi z negospodarskim.

Hipoteza 2: v gospodarskem gozdu se bodo pojavljali drugačni drevesni mikrohabitats kot v negospodarskem.

Hipoteza 3: naravne motnje znotraj negospodarskih gozdov bodo imele vpliv na značilnosti drevesnih mikrohabitats.

2 PREGLED LITERATURE

V Sloveniji lahko najdemo kar nekaj raziskav v zvezi s količino in strukturo odmrlega drevja (Debeljak, 1999; Grce, 2012) ter saproksilnih živalskih vrst (Jurc in sod., 2008). Na splošno je to povezano z drevesnimi mikrohabitati, saj so ti v veliki meri prisotni na odmrlih drevesih. Vendar se direktne analize drevesnih mikrohabitatskih nihče ni lotil.

Speight (1989) in Jurc (2004) sta opisala pomen različnih drevesnih habitatov (votlinice brez in z trohnečim lesom, vlažne votline, odstopajoča skorja ...) za različne saproksilne vrste žuželk in gliv, ki so od njih odvisni. Oba navajata, da jih ogroža predvsem pomanjkanje življenjskega prostora.

V Evropi je zaradi zmanjšane količine odmrlega drevja ogroženih 25 % saprofitnih gliv in 60 % saprofitnih žuželk (Albrecht, 1991, cit. po Jurc, 2004). Približno 25 % vrst je vezanih na odmrle in habitatna drevesa, od tega je veliko tudi ogroženih vrst, vsi skupaj pa prispevajo k biotski pestrosti gozdov (Siitonen, 200; Bütler in sod. 2013).

Meterc in sod. (2015) so prišli do zanimivih rezultatov glede vpliva gospodarjenja na saproksilne hrošče. Ugotovili so, da v večini primerov gospodarjenje pozitivno vpliva na višjo biotsko pestrost vrst iz družine kozličkov. Vendar je sama biotska raznovrstnost zelo odvisna od lokalnih razmer, še posebej od količine odmrle lesne mase.

Splošno je znano dejstvo, da je v gozdovih, v katerih se redno gospodari, manj odmrlih drevesnih ostankov kot v tistih, v katerih se ne gospodari. Pogosto primanjkuje odmrlega stoječega drevja, na katerem se lahko nahaja veliko število DM. V rezervatu Kobile je struktura odmrlega lesa sledeča: približno 25 % odmrlega lesa so sušice, ki so v večini primerov debelejšje od 30 cm v prsnem premeru. Vrednosti odmrlega stoječega drevja v rezervatu Kobile znašajo 68,5 m³/ha, v okoliških gospodarskih gozdovih pa 15,2 m³/ha (Grce, 2012).

Na tem območju gnezdi tudi redka in zavarovana vrsta – belohrbti detel (*D. leucotos*). Gostota te vrste v rezervatu je med najvišjimi v Sloveniji in znaša 0,6–0,9 para/km². Izven rezervata, v okoliških gospodarskih gozdovih, vrste niso našli, kar pripisujejo slabemu stanju tamkajšnjih gozdov in intenzivnemu gospodarjenju. Našli ga niso niti v pragozdu Ravna gora, ki je od rezervata po zračni liniji oddaljen le 750 m (Popis belohrbtega detla ..., 2014).

Vuidot in sod. (2011) so naredili podobno raziskavo glede DM v nižinskih in gorskih gozdovih v Franciji. Osredotočili so se na 26 drevesnih mikrohabitatskih vrst. Ugotovili so, da imajo negospodarski gozdovi v sestoju večje število stoječih odmrlih dreves, več debelejših dreves in več bukve. Območje, drevesna vrsta in vitalnost drevesa imajo večji

vpliv na število DM/drevo, kot način gospodarjenja. Stoječa odmrla drevesa pa imajo prevladujočo vlogo glede prisotnosti DM, kar so odkrili tudi Bull in sod. (1997). Povprečna vrednost v gospodarskem gozdu znaša 2,2 DM/drevo, v negospodarskem pa 2,1 DM/drevo. Hrast ima največ DM/drevo (2,7), bukev jih ima povprečno 2,2 DM/drevo. Št. mikrohabitatov/drevo se povečuje s prsnim premerom drevesa. Prav tako so našli več DM na odmrlih drevesih (2,8) kot na živih (1,6). Prisotnost vejnih in debelnih votlin se povečuje s premerom drevesa, prisotnost gliv in votlin ptic pa je močno odvisna od stanja drevesa, več jih je na odmrlem drevju (21 % in 29 %, na živih pa 2 %). Rakave tvorbe so odvisne predvsem od drevesne vrste, največ so jih našli na smreki in jelki (16 %), na bukvi samo na 0,8 % dreves. Odstopajočo skorjo in izpostavljeno beljavo so večkrat zasledili v gospodarskem gozdu ter na odmrlih drevesih. Debelejša drevesa imajo več izpostavljene beljave kot tanjša. Na prisotnost odstopajoče skorje naj bi vplival tudi premer drevesa. Na prisotnost briofitov način gospodarjenja ne vpliva, večkrat jih najdemo na živih drevesih kot na odmrlih, bolj pogosti so na listavcih kot na iglavcih.

Winter in Möller (2008) sta v nižinskih bukovih gozdovih v Nemčiji odkrila večje število in raznolikost DM v negospodarskem gozdu, v primerjavi z gospodarskim. Osredotočili so se na 20 drevesnih mikrohabitatov in 3 načine gospodarjenja; gospodarski gozd, naravno gospodarjen gozd oz. gozd, v katerem so pred kratkim prenehali z gospodarjenjem in referenčni pragozdni sestoj. Največjo številčnost in raznolikost DM so odkrili v negospodarskem gozdu, kar 250/ha v 7 različnih skupinah/ploskev (500 m²). Razlike med načini gospodarjenja so značilne za naslednje DM (več jih je v referenčnem sestoju, $P < 0,01$): bukova kresilka, ostale glive, odlomljena krošnja, razklano deblo, votline ptic in vej, votline s trohnečim lesom, odstopajoča skorja s trohnečim lesom in brez ter rakave tvorbe. Količina zaplat brez skorje je v splošnem pogosta na vseh območjih in je v pozitivni korelaciji z gospodarskim gozdom in v negativni z naravno gospodarjenim gozdom. Skupina naravno gospodarjen oz. na novo negospodarjen gozd je glede posameznih DM, njihove številčnosti in raznolikosti, približno med obema načinoma gospodarjenja. Habitatna drevesa so bila pogostejša v referenčnem sestoju. V ostalih dveh skupinah so se pojavila drevesa z 5 mikrohabitati/drevo. V referenčnem so jih našli do 8/drevo, kar je tudi povezano z višjimi premeri dreves.

Larrieu in sod. (2012) so raziskovali v jelovo-bukovih gozdovih v Pirenejih. Ugotavljali so, kakšne so razlike med dvema negospodarskima referenčnima sestojema in dvema sestojema, v katerih se redno gospodari. V referenčnem sestoju so zasledili več odmrlega drevja (ležečega in stoječega). Na bukvi so našli več mikrohabitatov kot na jelki. Pri bukvi so našli DM v vseh debelinskih razredih, pri jelki pa samo pri višjih debelinah. Prav tako je imela bukev v višjih debelinskih razredih dvakrat več DM, kot pri nižjih. Pomembno vlogo pri zagotavljanju DM pa igrajo tudi druge drevesne vrste kot so češnja, lipa in tisa, še posebej za razpoke in zaplate brez skorje. Najpogostejši DM so bile votline, najmanj pa je bilo razpok. Pomembno vlogo igra tudi stanje drevesa. V referenčnem sestoju je bilo 29 %

dreves z mikrohabitati in 90 % dreves z glivami, odmrlih dreves. Število DM/ha se ni statistično razlikovalo med gospodarskim in negospodarskim sestojem. Pojavile pa so se razlike znotraj posameznih območij, še posebno v gostoti vodnih votlinic, razpok, gliv in zaplat brez skorje. Zaradi gospodarjenja so našli manj dreves z votlinami, razpokami in glivami v gospodarskem gozdu. Po drugi strani pa gospodarjenje zaradi poškodb pozitivno vpliva na nastanek DM, kot so vodne votline in izpostavljena beljava. Omenjena mikrohabitata sta bolj pogosta na bukvi kot na jelki.

V Sloveniji obstajajo podatki o mehanskih poškodbah v gozdu, ki so posledica gospodarjenja. Košir in Mihelič (2011) sta ugotovila, da povprečen delež novih poškodb v sestoji znaša 22 % vseh dreves. Obstajajo tudi razlike znotraj različnih tehnologij. Pri strojni sečnji je največ poškodb na deblu in koreninah, pri klasičnem načinu pa je poleg debla tudi več poškodb krošnje in koreničnika. Klun in Poje (2001) sta pri klasičnem načinu sečnje in spravila ugotovila kar 62 % mehansko poškodovanost proučevanih dreves. 42 % poškodb je presegalo velikost 100 cm^2 , $2/3$ teh pa je imelo površino večjo kot 200 cm^2 . Največ poškodb sta odkrila na deblu in koreničniku. Te poškodbe so pomembne z vidika DM, saj je poškodba lahko vstopno mesto za številne patogene organizme, poleg tega pa tako nastanejo tudi nekateri saproksilni in potencialni DM.

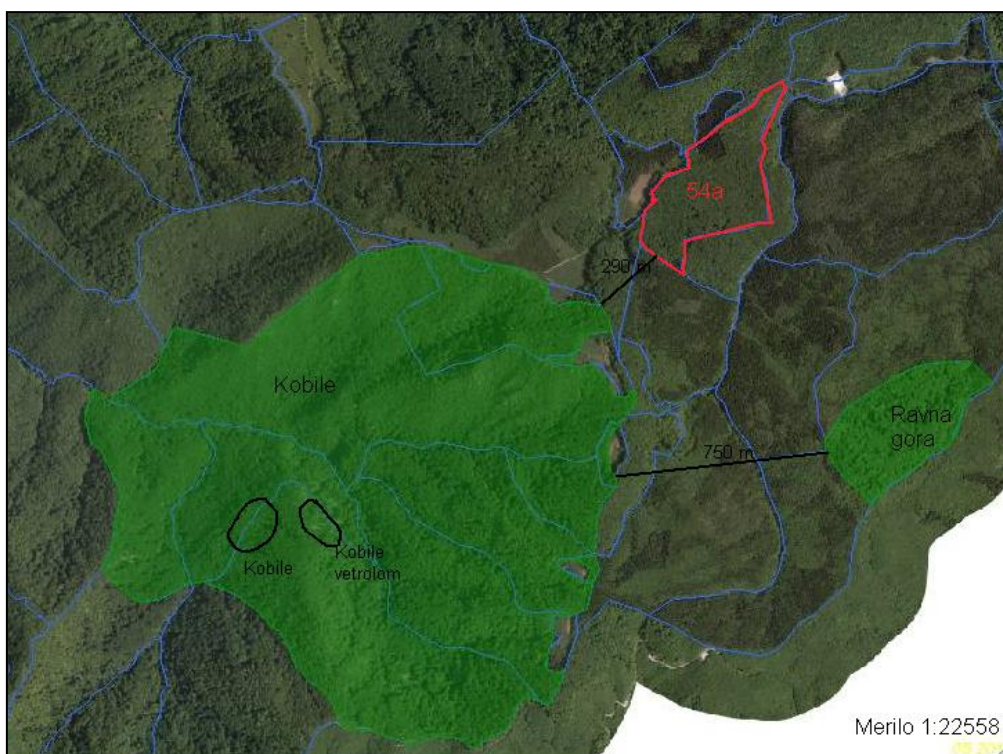
3 METODE DELA

Raziskavo smo izvedli v jesenskem času. Terenski dnevi so potekali 19. 9., 1. 10., 2. 10., 16. 10., 29. 10, 30. 10. ter 10. 11. 2014. Opravili smo popis drevesnih mikrohabitats na treh različnih lokacijah: v gospodarskem in negospodarskem gozdu, znotraj negospodarskega, pa še na površini, prizadeti zaradi vetroloma. Ugotavljali smo število in vrsto drevesnih mikrohabitats. Dobljene podatke smo analizirali in jih med seboj primerjali.

3.1 IZBIRA LOKACIJE IN PREDSTAVITEV OBJEKTOV

Raziskavo smo opravili na treh lokacijah, v treh bukovih gozdovih. Vse tri lokacije se nahajajo relativno blizu, na območju JV Slovenije (slika 1). Gozdni rezervat Kobile spada pod OE Novo mesto, Pragozd Ravna gora in okoliški gospodarski gozd pa pod OE Brežice.

Zanje smo se odločili, ker imajo vse značilnosti, ki smo jih želeli upoštevati pri raziskavi in ker so relativno blizu. Vse tri lokacije spadajo pod bukovo rastišče, pragozd in rezervat imata dobre strukturne značilnosti pragozdov, pri obeh pa najdemo posledice naravne motnje – vetroloma. Za primerjavo smo si izbrali bližnji gospodarski gozd, v katerem se vsakih 10 let redno gospodari.



Slika 1: Območje raziskave (Gerk, orto – foto 2009 – 2001, 2015)

Rezervat Kobile in pragozd Ravna gora nudita življenjski prostor številnim redkim in zavarovanim živalskim vrstam. Te so vezane na odmrla drevesa ali pa najdejo zavetje v mogočnih habitatnih drevesih, zato sta tudi del območja Natura 2000 Gorjanci–Raduha in Gluha loza del EPO Gorjanci. Tako lahko tu najdemo kar 72 vrst ptic, od katerih izstopajo sršenar (*Pernis apivorus* Linnaeus, 1758), golob duplar (*Columba oenas* Linnaeus, 1758) in belohrbti detel (*D. leucotos*), 50 vrst sesalcev, od tega kar 14 netopirjev in številne vrste iz razreda žuželk, med njimi tudi bukovega in alpskega kozlička (*M. 863* in *R. alpina*) (Uredba o posebnih varstvenih območjih ..., 2004 in Uredba o ekološko pomembnih območjih, 2004).

3.1.1 Gozdni rezervat Kobile

Dolina Kobile je eden izmed večjih rezervatov pri nas. Pravni status rezervata je dobila leta 1980. Kot naravna vrednota državnega pomena je opredeljena v Pravilniku o določitvi in varstvu naravnih vrednot (Pravilnik o ..., 2004).

Rezervat je prvotno meril 353 ha, ker pa se je del povrnil v gospodarski gozd, danes meri 231 ha. Leži v osrednjem delu Gorjancev (KE Šentjernej), na nadmorski višini 370–950 m in predstavlja zaprto hudourniško dolino potoka Kobile. Ima posebno in redko krajinsko obliko, predstavlja zaokroženo celoto, zaprt kotel, ki je ločen od ostalega sveta in nedosegljiv vplivom iz okolice. Zato je še posebno primeren za proučevanje naravnega razvoja gozdov.

Je eden izmed kompleksnih naravnih vrednot, v njej lahko najdemo potoke, soteske, raznolike gozdne sestoje in redke rastlinske in živalske vrste. Povprečen naklon terena je 30°, najstrmejše lege pa dosegajo tudi nagib do 45°. Strma pobočja prerašča raznolik gozd pragozdnega značaja, z lesno zalogo 320 m³/ha. Med drevesnimi vrstami prevladuje bukev (77 %), primešani pa so tudi: gorski javor, ostrolistni javor, graden in nekatere druge vrste. Na strmejših prisojnih pobočjih najdemo bolj toploljubne vrste, kot so črni gaber, beli gaber, mali jesen, mokovec... Tu se nahaja tudi avtohtono nahajališče tise in bodike. Nekdaj je v dolini delovala pleterska žaga, zato je zelo verjetno, da se je na tem območju intenzivno gospodarilo (Utemeljitev zavarovanja ..., 2012, Gozdni rezervati v Sloveniji, 1980).

Približno 10–15 let nazaj se je na tem območju zgodila naravna motnja, najverjetneje je šlo za vetrolom (Grah M., 2014). Tudi to površino smo zajeli v raziskavo.

3.1.2 Pragozd Ravna gora

Leži približno na sredini gorovja Gorjanci, na nadmorski višini 860–950 m. Spada v KE Kostanjevica na Krki in meri 15,64 ha. Kot pragozd je bil izločen leta 1973, kar pomeni, da se v njem ne gospodari približno 42 let (Gozdni rezervati Slovenije ..., 1987). Po pričevanju revirnega gozdarja (Smolič, 2014), je bilo območje pragozda že pred zavarovanjem nedostopno in na tem območju se najverjetneje ni gospodarilo.

V pragozdu prevladuje bukev (85 %) s primesjo gorskega javorja (15 %), gozdna združba je *Savensi-Fagetum*. Lesna zaloga je visoka in znaša 832 m³/ha, zgradba je raznomerna, posamezna do šopasta. Teren je lahko prehoden in ni strm, naklon znaša približno 9° (Gozdnogospodarski načrt ..., 2008). Leta 1983 je pragozd prizadel vetrolom obsega 6,3 ha, kar predstavlja 40 % celotnega rezervata (Gozdni rezervati Slovenije ..., 1987). Na tem območju lahko danes najdemo večje število gorskega javorja in ostalih pionirjev, ki so uspeli zaradi zanje ugodnih svetlobnih razmer.

3.1.3 Gospodarski gozd GE Gorjanci, odsek 54 a

Odsek 54 a meri 17,59 ha in spada v KE Kostanjevica na Krki in katastrsko občino Vrhopolje. V preteklosti je bil gozd državna last, v času denacionalizacije pa so ga vrnili lastnikom – samostanu Kartuzija Pleterje. Intenzivnost gospodarjenja je visoka, v njem se redno gospodari vsakih 10 let. Zadnji sečnji sta bili izvedeni leta 2009 in 2010, ko so skupno posekali 1143 m³ lesa (Smolič, 2014).

Gozd je trenutno star približno 80 let in predstavlja razvojno fazo debeljak. Prevladuje bukev (64 %) s primesjo gorskega javorja (28 %) in ostalih drevesnih vrst (ostrolistni javor, smreka, gorski brest). Združba se imenuje *Savensi-Fagetum*.

Nahaja se na pobočju, na nadmorski višini 865–930m, povprečen naklon znaša 7°. Gozd je označen kot ohranjen (do 30 %), skupna lesna zaloga pa znaša 396 m³/ha.

Za obdobje načrta je kot usmeritev predvideno zmerno redčenje, kot ukrep pa posek v višini 1245 m³, kar znaša 18 % lesne zaloge. Čez približno 20–30 let nameravajo začeti z uvajanjem v obnovo (Gozdnogospodarski načrt ..., 2008).

3.2 POSTAVITEV PLOSKEV

Raziskavo smo izvedli v jesenskem času, septembra, oktobra in novembra 2014. Na vseh treh lokacijah smo postavili enako velike ploskve. Osnovna izhodiščna velikost ploskve je bila 500 m², oziroma kvadrat s stranicama 22,36 m. Dejansko velikost pa smo prilagajali terenskim razmeram, saj smo morali na strmem terenu dolžino stranice, pravokotno na plastnice, korigirati.

Območje, kjer smo postavili ploskve, smo najprej pregledali, v pragozdu in rezervatu smo poiskali ohranjen in star sestoj, ki dobro predstavlja značilnosti pragozdov. V rezervatu Kobile smo poiskali tudi sestoj, poškodovan zaradi vetroloma. V gospodarskem gozdu pa smo želeli zajeti odrasel, redno gospodarjen gozd. Ploskve smo nato postavili sistematično, med seboj so bile oddaljene 20 m.

Število ploskev smo prilagajali velikosti proučevanega območja in terenskim razmeram. Tako smo v gozdnem rezervatu Kobile postavili 18 ploskev; 10 na kontrolni površini in 8 na površini vetroloma. V pragozdu Ravna gora smo skupno postavili 18 ploskev, od katerih sta 2 padli na vetrolomno območje. V gospodarskem gozdu smo prav tako postavili 18 ploskev.

3.3 MERITVE NA PLOSKVAH

V rezervatu Kobile smo popise izvajali 19. 9., 1. 10., in 2. 10. 2014, v pragozdu Ravna gora 16., 29. in 30. 10. 2014, v gospodarskem gozdu pa 30. 10. in 10. 11. 2014.

Na vsaki ploskvi smo izmerili naklon in ekspozicijo ter prsni premer vseh dreves, ki so bila v prsnem premeru debelejša od 10 cm. To mejo smo vzeli, da smo si poenostavili delo in ker smo predvidevali, da je na tanjših drevesih manjše število drevesnih mikrohabitatov. Poleg prsnega premera smo ocenili še drevesno vrsto in stanje drevesa (živo/odmrlo). Vsako drevo smo podrobno pregledali od korenin do vrha krošnje in prešteli število drevesnih mikrohabitatov ter jih uvrstili v posamezne kategorije na popisnem listu. Prešteli smo tudi padla drevesa z izruvanimi koreninami.

Kategorije in podkategorije drevesnih mikrohabitatov smo povzeli po priporočilu raziskovalca Daniela Krausa (2014) z Evropskega gozdarskega inštituta (European Forest Institute) in jih prilagodili. Skupno smo zajeli 18 različnih drevesnih mikrohabitatov, razdelili smo jih v dve kategoriji: dejanski (saproksilni in epiksilni) (11) in potencialni (8) DM.

V nadaljnjem besedilu bomo skupini obravnavali ločeno. Ko bomo govorili o potencialnih DM, bomo to ustrezno poudarili, medtem ko se izraz »drevesni mikrohabitati« nanaša predvsem na dejanske DM.

Saproksilni DM se pojavljajo predvsem na trohnečem lesu, to so:

- votline/dupla ptic,
- debelne votline,
- vejne votline (votline nastale kot posledica odlomljenih/trohnečih vej),
- vodne/vlažne votline,
- izletne odprtine in rovi podlubnikov / žuželk,
- izpostavljena beljava,
- razbrazdana in odstopajoča skorja (skorjini žepki) ter
- večje odlomljene veje in deli dreves.

Epiksilni mikrohabitati se pojavljajo na drevesu/deblu, to so:

- koreninske votline,
- trosnjaki gliv in
- epifiti (mahovi, lišaji in ovijalke).

Prvotno smo vključili tudi gnezda vretenčarjev in nevretenčarjev ter drevesni sok, vendar smo kasneje skupini opustili, ker ju nismo našli.

Potencialni DM so:

- rakave tvorbe,
- manjše odlomljene/trohneče veje,
- dvojno deblo,
- manjše razpoke na skorji,
- nepopolno zaprtje poškodbe in
- izbokline.

Potencialni DM so tisti deli dreves, ki imajo vse možnosti, da v prihodnosti postanejo saproksilni DM. Npr. rakava obolenja se čez čas razgradijo in tvorijo votlino, odlomljene/trohneče veje se čez čas razgradijo in prav tako lahko tvorijo votlino.

Opis in pomen drevesnih mikrohabitats je bolj podrobno opisan v samostojnem poglavju. Pri popisu smo si pomagali tudi s priročnikom za terensko snemanje podatkov (Kovač, 2014), kjer sta bolj podrobno razložena monitoring gozdov ter popis povzročiteljev poškodb drevja.

Skupno smo popisali 849 dreves na 54 ploskvah in 7514 drevesnih mikrohabitats.

Popise smo izvajali jeseni (septembra, oktobra in novembra), ko na drevesih ni bilo listja, saj je takrat vidljivost najboljša, le v rezervatu Kobile so bila drevesa še olistana in je bila posledično vidljivost slabša.

3.4 IZRAČUNI IN STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Srednje vrednosti, deleže in ostale izračune smo naredili v Microsoftovem Excelu. Primerjave med različnimi območji in načini gospodarjenja ter ostale analize pa smo opravili v IBM-ovem programu SPSS.

Najprej smo preizkusili normalnost podatkov z Kolmogorov–Smirnov in Shapiro Wilk testom, pomagali smo si tudi s histogramom in QQ grafom. Ugotovili smo, da se podatki ne porazdeljujejo normalno, tudi če jih transformiramo. Zato smo za analizo uporabili neparametrične teste.

Za primerjavo dveh neodvisnih spremenljivk smo uporabili Mann–Whitney U test. Z njim smo ugotavljali, ali obstajajo razlike glede števila in raznolikosti DM, premera in posameznih DM med načinom gospodarjenja, med živim in odmrlim drevjem, med kontrolno in vetrolomno površino ter med drevesnima vrstama bukev in javor. Mann–Whitney U test temelji na vsoti rangov in omogoča testiranje vzorcev z enakim ali različnim številom enot v vzorcu. Z njim preizkušamo razliko med aritmetičnima sredinama dveh populacij z dvema neodvisnima vzorcema, ki se ne porazdelujeta normalno (Kotar, 2011).

Z Kruskal–Wallis testom smo ugotavljali, ali obstajajo razlike glede števila in raznolikosti DM, glede premera in posameznih DM med drevesnimi vrstami ter med različnimi območji. Kruskal–Wallis test uporabljamo za testiranje razlik centralnih vrednosti z več neodvisnimi vzorci. Prav tako kot Mann–Whitney test, temelji na vsoti rangov (Kotar, 2011).

Za preizkušanje hipotez neodvisnosti za nominalne znake smo uporabili Hi kvadrat test, ki nam pove, ali obstaja odvisnost med dvema nominalnima spremenljivkama. S tem testom smo ugotavljali odvisnost med načinom gospodarjenja in drevesnima vrstama bukev in javor, med načinom gospodarjenja in stanjem dreves ter analizirali binarne DM (drevesni mikrohabitati, ki jih nismo šteli, ampak upoštevali njihovo prisotnost).

S Spearmanovim in Pearsonovim koeficientom korelacije smo ugotavljali, ali obstaja odvisnost med spremenljivkami, npr. med nekim drevesnim mikrohabitatom in premerom, naklonom.

4 DREVESNI MIKROHABITATI (DM)

V tem poglavju bomo podrobneje opisali drevesne mikrohabitate s podkategorijami in njihovo pomembnost. Poglavja od 3.1 do 3.8 smo uvrstili pod saproksilne drevesne mikrohabitate, kar pomeni, da so povezani s trohnečim lesom. Poglavja od 3.9 do 3.11 pod epiksilne DM, kar pomeni, da so to DM, ki se nahajajo na drevesu. Poglavja od 3.12 do 3.17 pa pod potencialne DM, ki se bodo najverjetneje razvili v enega od saproksilnih/epiksilnih, če se drevesa ne bo odstranilo iz sestoja.

4.1 VOTLINE/DUPLA PTIC IZ REDU PLEZALCI

Sem smo uvrstili votline, ki so jih naredile ptice iz redu plezalcev (Piciformes), zaradi potreb hranjenja ali gnezdenja (slika 2). Votline (predvsem večje) igrajo pomembno vlogo za številne sekundarne gnezdilce, ki si dupla ne napravijo sami. V to skupino uvrščamo nekatere ptice (npr. sove), netopirje, glodavce (npr. polh), sesalce (npr. kune) in nevretenčarje (pajki, hrošči, ose) (Bütler in sod., 2013).



Slika 2: Votline/dupla ptic iz redu plezalci

Na tem mestu bi omenila pomembno, redko in ogroženo vrsto - belohrbti detel (*D. leucotos*), ki je odvisen od velike količine odmrlih drevesnih ostankov, predvsem od debelejših stoječih odmrlih dreves, ki jih potrebuje za gnezdenje in hranjenje. Novejše raziskave kažejo, da je vrsta prisotna le še v gozdnih rezervatih, kjer se gospodarjenje z gozdovi ne izvaja (Območje SPA Snežnik, SPA Kočevsko, SPA Gorjanci; Utemeljitev zavarovanja ..., 2012).

Skupino smo razdelili na naslednje podkategorije glede na velikosti, ki so pomembne za različne skupine sekundarnih gnezdilcev:

- premer = 4 cm, volumen < 1 litra,
- premer = 5-6 cm, volumen = 4-6 litrov,
- premer > 10 cm, volumen > 15 litrov,
- premer $\geq$ 3 cm (votline nastale zaradi hranjenja).

4.2 DEBELNE VOTLINE

To so predvsem votline, nastale zaradi razkrajanja lesa, po poškodbi dreves. Pri razkrajanju sodelujejo glive, nevretenčarji in številni mikroorganizmi. Takšne votline ustvarijo svojo značilno mikroklimo, ki ustreza številnim saproksilnim vrstam ter njihovim plenilcem (Speight, 1989). Veliko vrst gliv, žuželk in vretenčarjev je prilagojenih na stabilne mikroklimatske razmere znotraj globokih debelnih votlin (Möller, 2005, cit. po Winter in Möller, 2008).

Za počivanje jih uporabljajo tudi netopirji, prav tako lahko v njih najdemo tudi večje in manjše sesalce, kuščarje, dvoživke in ptice. Votline z razkrajajočim lesom so pomembne za številne vrste saproksilnih hroščev, npr. ogrožena vrsta - puščavnik (*Osmoderma eremita* Scopoli, 1763) je odvisen od takšnih vlažnih votlin (Bütler in sod., 2013; Brelih in sod., cit. po Jurc, 2012). V eni takih votlin so na 140 let stari bukvi našli hibernirati 900 netopirjev, vrste *Nyctalus noctula*, Schreber, 1774 (Dietz in Frank, 1994, cit. po Winter in Möller, 2008). Prav tako si v votlih odprtinah lahko ustvarijo svoja gnezda čebele, ose in sršeni (Speight, 1989).

Sem smo uvrstili že votle odprtine in votline z razkrajajočim lesom. Razdelili smo jih v več skupin glede na velikost in višino, na kateri se nahajajo (stik s tlemi):

- premer < 30 cm, (stik s tlemi),
- premer $\geq$ 30 cm, (stik s tlemi),
- premer < 30 cm, h < 2 m, (nima stika s tlemi),
- premer $\geq$ 30 cm, h < 2 m, (nima stika s tlemi),
- premer < 30 cm, h $\geq$ 2 m,
- premer $\geq$ 30 cm, h $\geq$ 2 m.

Premer votline smo merili na spodnji tretjini vhoda odprtine. Na sliki 3 in 4 sta prikazani debelni votlini z in brez razkrajajočega lesa in ki imata stik s tlemi.



Slika 3: Votlina z razkrajajočim lesom



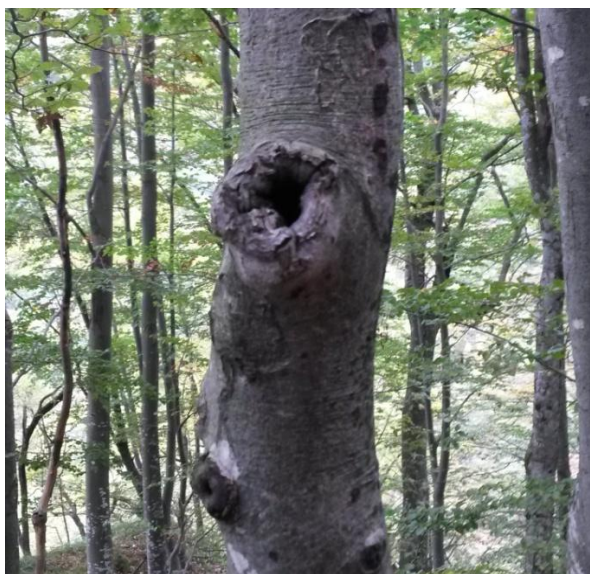
Slika 4: Debelna votlina brez razkrajajočega lesa

4.3 VEJNE VOTLINE

V omenjeno kategorijo smo uvrstili luknje/votline, ki nastanejo kot posledica odlomljenih ali trohnečih vej, potem ko se les razgradi. Sem smo šteli samo votline, ki so v celoti votle, tiste z razkrajajočim lesom smo uvrstili v drugo kategorijo. Ta kategorija je podobna prejšnji, le da so te votlinice manjše in nimajo stika s tlemi, to pa pomeni, da nudijo življenjski prostor manjšim živalim, npr. manjšim vrstam ptic in sesalcev (npr. netopirji) (Carlson in sod., 1998, Bütler in sod., 2013). Zaradi razkrajajočih procesov v njih prav tako najdemo saproksilne vrste (glive, nevretenčarje in druge mikroorganizme) (Speight, 1989).

Kategorijo smo razdelili na 4 podkategorije glede na velikost odprtine in višino, na kateri se nahaja:

- premer < 10 cm, $h < 1$ m,
- premer < 10 cm, $h \geq 1$ m,
- premer ≥ 10 cm, $h < 1$ m,
- premer ≥ 10 cm, $h \geq 1$ m.



Slika 5: Votlinica nastala kot posledica odlomljene/strohnele veje

Premer smo merili na sredini vhoda odprtine. Na sliki 5 je prikazan primer mikrohabitata, votlina se nahaja na višini višji od 1 metra in ima premer manjši od 10 cm.

4.4 VLAŽNE/VODNE VOTLINE

Pod to kategorijo smo upoštevali vlažne votline in votline napolnjene z vodo, v katerih se voda zadržuje vsaj sezonsko (slika 6). Največkrat jih najdemo pri tleh, lahko nastanejo kot posledica odlomljenih vej ali dela debla, ali pa tudi med dvema skupaj rastočima debloma.



Slika 6: Votlina, napolnjena z vodo

Vrst, ki so vezane na vlažne votline, ni veliko, vendar so zelo specializirane. Po nekaterih avtorjih naj bi bilo v Evropi 14 vrst, od katerih jih je 6 izrecno povezanih z vodnimi votlinami (Kitching, 1971). Tudi Bütler in sod. (2013) navajajo, da je nekaj vrst žuželk (predvsem vrste iz redu muh-Diptera) in drobnih vrst rakov odvisnih od vodnih votlinic, še posebej, kadar je dno votline razkrojeno. Tudi Speight (1989) navaja, da se v vodnih votlinah na drevesih nahajajo ličinke različnih vrst muh. Poleg tega so vodne votline tudi vir pitne vode za druge vrste (ptice in manjše sesalce).

Kategorijo smo razdelili na 4 skupine glede na premer in višino, na kateri se nahajajo. Premer smo merili horizontalno na sredini oz. na razširjenem delu (slika 6).

Podkategorije:

- premer < 15 cm, h < 2 m,
- premer < 15 cm, h ≥ 2 m,
- premer ≥ 15 cm, h < 2 m,
- premer ≥ 15 cm, ≥ 2 m.

4.5 IZLETNE ODPRTINE IN ROVI PODLUBNIKOV

Skorja in beljava sta drevesna mikrohabitata, pomembna predvsem za vrste žuželk iz redu Coleoptera (hrošči). Številne ličinke in odrasli osebki se prehranjujejo z odmrlim ali živim lesom in pod skorjo vrtajo rove. Različne oblike in velikosti izletnih odprtin ter ravnih sistemov pomagajo pri ugotavljanju prisotnosti določene žuželčje vrste. Jurc (2012) je naredila inventuro žuželk, vezanih na bukove gozdove pri nas. Številne žuželke so vezane na bukov les in les drugih listavcev, ki se pojavljajo v bukovih gozdovih. Ličinke številnih vrst iz družine kozličkov (Cerambycidae) se prehranjujejo z lesom (z odmrlim ali svežim), prav tako ličinke vrst iz družine krasnikov (Buprestidae), vrste iz družine trdoglavcev (Anobiidae), vrste iz poddružine podlubnikov (*Scolytinae*), skupine beljavarjev, vrste iz družine vrtovinov (*Lymexylonidae*) in strženarjev (*Platypodidae*).

Bukovi gozdovi so pomemben življenjski prostor za hrošče, pri nas je 7 vrst odvisnih predvsem od bukovih habitatov in so uvrščeni na seznam Natura 2000. To so: alpski kozliček (*R. alpina*), bukov kozliček (*M. funereus*), brazdar (*Rhysodes sulcatus* Fabricius, 1787), vijolična pokalica (*Limoniscus violaceus* Müller, 1821), škrlatni kukuj (*Cucujus cinnaberinus* Scopoli, 1763), rogač (*Lucanus cervus* Linnaeus, 1758) ter puščavnik (*O. eremita*) (Jurc in sod., 2008).

Skupino smo razdelili na dve podkategoriji glede na višino, na kateri se DM nahaja, ker je to tudi značilen razlikovalni znak med vrstami:

- $h < 4$ m,
- $h > 4$ m.



Slika 7: Izletne odprtine žuželk

Na sliki 7 so vidne izletne odprtine žuželk (najverjetneje podlubniki ali trdoglavci) na odmirajočem drevesu, ki je že brez skorje.

4.6 IZPOSTAVLJENA BELJAVA IN DELI DREVESA BREZ SKORJE

Sem smo uvrstili dele drevesa, ki so brez skorje. Beljava je izpostavljena zunanjim vplivom. To je lahko posledica staranja drevesa, ko zaradi razkrajanja skorja odpade, lahko pa je posledica poškodbe, ki je drevo ne obraste. Te poškodbe so običajno posledica sečnje, naravnega odmiranja dreves ali drugih mehanskih poškodb. Poškodbe na korenovcu so običajno posledica spravila hlodovine (Winter in Möller, 2008). V to skupino smo uvrstili tudi izpostavljeno beljavo zaradi zloma debla oz. krošnje. Beljava, ki je izpostavljena zunanjim vplivom, je zelo dovzetna za okužbe z glivami ter kasneje za napad žuželk. Posledica tega je lahko izguba vitalnosti drevesa že v nekaj letih po okužbi (Winter in Möller, 2008).

Kadar drevo poškodbo skoraj obraste, lahko tvori t.i. razpoko. Razpoke in odstopajoča skorja so še posebej pomembne za netopirje, ki lahko spodaj gnezdijo ali pa tam počivajo. Uporabljajo pa jih tudi nekatere manjše ptice, vrste iz skupine polkrilci (Hemiptera) in pajki (Winter in Möller, 2008). Speight (1989) navaja, da nekateri saproksilni hrošči ter pajki živijo pod odstopajočo skorjo.

Kategorijo smo razdelili na 4 podkategorije glede na velikost zaplate in stopnjo razkroja:

- 25–600 cm², stopnja razkroja < 3,
- > 600 cm², stopnja razkroja < 3,
- 25–600 cm², stopnja razkroja = 3,
- > 600 cm², stopnja razkroja = 3.

Stopnja razkroja < 3 pomeni, da je drevo odmrlo nedavno oz. da se je razkroj lesa šele začel. Skorja je lahko na drevesu še prisotna ali pa je že začela odstopati. Razkrojen les ne seže v notranjost drevesa več kot 3 cm globoko.

Stopnja razkroja = 3 pomeni srednje razkrojen les, ki sega v notranjost več kot 3 cm globoko. Jedro drevesa ali njegova površina sta še vedno trdna (Kraus, 2014).



Slika 8: Površina debla brez skorje, nastala zaradi mehanske poškodbe debla



Slika 9: Površina debla brez skorje, nastala zaradi odmiranja drevesa

Sliki prikazujeta površino debla brez skorje, pri sliki 8 gre verjetno za posledico mehanske poškodbe, na sliki 9 pa skorja odstopa zaradi propadanja drevesa. Pri obeh primerih je stopnja razkroja < 3 .

4.7 RAZBRAZDANA IN ODSSTOPAJOČA SKORJA/SKORJINI ŽEPKI

Razbrazdana skorja je v veliki meri odvisna od drevesne vrste in starosti drevesa. To je skorja, ki se lupi in vsebuje manjše razpoke. Imajo jo npr.: macesen, hrast, javor, v starosti jo lahko razvije tudi bukev (slika 10). Pomembna je predvsem za epifite kot so mahovi, lišaji in vzpenjavke, saj jim nudi več opore kot gladka skorja.

Skorjini žepki nastanejo na mestu, kjer skorja odstopa (slika 11). Gre za prostor med odstopajočo skorjo in beljavo. To so deli odstopajoče skorje, ki so še vedno pritrjeni na deblo. Tvorijo pomembno zatočišče za nekatere vrste žuželk in tudi manjših netopirjev (Kraus, 2014). Mi smo v njih našli tudi polže (slika 12).



Slika 10: Razbrazdana skorja na bukvi



Slika 11: Odstopajoča skorja/žepek



Slika 12: Polž pod odstopajočo skorjo

Ločimo žepke s trohnečim lesom in take brez. Prvi vsebujejo trohneč les z ostanki pajkov in hroščev. Tak mikrohabitat je bogat s hranili, kar ustreza nekaterim vrstam hroščev, uporablja ga npr. redka saproksilna vrsta hrošča *Pseudocistela ceramoides* (Linnaeus, 1758) in *Prionychus melanarium* (Germar, 1813; Möller, 2005. cit. po Winter in Möller, 2008).

Žepki brez trohnobe so pomembni za nekatere nočne žuželke, npr. za stenico *Aradus betulae* (Linnaeus, 1758), ki se ponoči prehranjuje na bukovi kresilki (*Fomes fomentarius* Fries, 1849), podnevi pa žepke na skorji uporablja za skrivališče. Žepke kot osnovo za gnezda uporabljajo tudi nekatere ptice iz družine drevesnih plezalčkov (Certhiidae; Meschede in Heller, 2000, cit. po Winter in Möller, 2008).

Tudi Speight (1989) navaja, da je kar nekaj saproksilnih vrst hroščev odvisnih od odstopajoče skorje, uporabljajo jo kot zatočišče in za hrano. Tak je npr. modri krešič (*Carabus intricatus* Linnaeus, 1761), ki tudi pleni mehkužce, ki se skrivajo pod skorjo. Prav tako je od omenjenega habitata odvisnih nekaj vrst pajkov, npr. šesteropikasti križevec (*Araneus umbraticus* Clerck, 1757) in črna segestrija (*Segestria florentina* Rossi, 1790). Pod skorjo dreves živijo tudi nekatere vrste iz redu paščipalcev (Pseudoscorpiones).

Za odstopajočo skorjo smo uporabili različne podkategorije glede na višino, kjer se nahaja:

- odstopajoča skorja, $h < 4$ m,
- odstopajoča skorja, $h \geq 4$ m,
- razbrazdana skorja.

4.8 VEČJE ODMRLE VEJE IN DRUGI DELI DREVES

Upoštevali smo vse večje odmrle veje in odmrlo/odlomljeno krošnjo, katerih premer je bil večji od 10 cm, na višini višji od 50 cm (slika 13). Premer veje smo ocenili.

Skupino smo razdelili na 4 podskupine glede na premer veje in njeno izpostavljenost soncu:

- premer veje 10-20 cm, $h \geq 50$ cm, izpostavljena soncu,
- premer veje > 20 cm, $h \geq 50$ cm, izpostavljena soncu ,
- premer veje 10-20 cm, $h \geq 50$ cm, ni izpostavljena soncu,
- premer veje > 20 cm, $h \geq 50$ cm, ni izpostavljena soncu.



Slika 13: Večja odmrta veja

Odmrle veje imajo velik pomen za številne vrste saproksilov, nekateri od njih so specializirani in se razvijajo na debelejših suhih ali razkrajajočih odmrlih vejah na drevesu. Jurc (2012) je izpostavila naslednje vrste kozličkov, katerih ličinke se pojavljajo na večjih odmrlih vejah: *Pedostrangalia revestita* (Linnaeus, 1767), *Stictoleptura carbonaria* (Scopoli, 1763), *Rutpela maculata* (Poda, 1761; pegasti vitki kozliček), *Callimellum angulatum* (Schrank, 1789), *Pyrrhidium sanguineum* (Linnaeus, 1758; rdečedlakavi kozliček), *Xylotrechus arvicola* (Olivier, 1795), *Plagionotus arcuatus* (Linnaeus, 1758; slokasti jarec), *Neoclytus acuminatus* (Fabricius, 1775), *Mesosa curculionides* (Linnaeus, 1761), *Aegomorphus clavipes* (Schrank, 1781), ogrožena vrsta *Cerambyx scopolii* (Füsslins, 1775; Scopolijev kozliček) in redka vrsta kozlička *Necydalis ulmi* (Chevrolat, 1838).

V suhih odmrlih vejah se pojavljajo ličinke kozličkov: *Paracorymbia maculicornis* (De Geer, 1775), *Anaplodera rufipes* (Schaller, 1783), *Trichoferus pallidus* (Olivier, 1790), *Stromatium unicolor* (Olivier, 1795), *Ropalopus clavipes* (Fabricius, 1775), *Callidium violaceum* (Linnaeus, 1758; modri kozliček), *Poecilium lividum* (Rossi, 1794), *Anaglyptus gibbosus* (Fabricius, 1787) in *Anaglyptus mysticus* (Linnaeus, 1758). V na soncu izpostavljenih vejah pa kozliček *Plagionotus detritus* (Linnaeus, 1758).

Ličinke kozličkov uporabljajo razkrajajoč les v vejah za potrebe hranjenja. Nekatere vrste pa ta les uporabijo za izdelovanje kamric za razvoj ali prezimovanje. Taka je npr. lesna čebela (*Xylocopa violacea* Müller, 1776), ki uporablja odmrle veje za izdelovanje kamric za razvoj (Speight, 1989).

Večje odlomljene/odmrle veje so pomembne tudi kot potencialni mikrohabitat, saj se bo, ko bodo odpadle/strohnele, na tem mestu začela tvoriti votlina (slika 13).

4.9 KORENINSKE VOTLINE

V to skupino smo uvrstili votlinice, ki se nahajajo med koreninami, pri tleh (slika 14). Najpogosteje jih najdemo na starejših in debelejših drevesih. Lahko so prazne ali pa vsebujejo trohneč les. Upoštevali smo vse votlinice, ki so bile dovolj globoke, da se vanj skrije ali si v njej ustvari gnezdo manjši sesalec ali ptica. Skupino smo razdelili na dve podskupini glede na premer vhodne odprtine, merili smo ga na spodnji tretjini oz. na sredini:

- premer < 10 cm,
- premer ≥ 10 cm.



Slika 14: Koreninska votlina

Za zavetje, lahko tudi za gnezdenje, jih uporabljajo predvsem manjši sesalci, ptice in dvoživke (Bütler in sod., 2013). V eni takih votlin smo opazili močerada. Velikokrat si med njimi spletejo mrežo tudi pajki.

4.10 TROSNJAKI GLIV

V omenjeno skupino smo uvrstili trosnjake gliv na deblu, kot so bukova kresilka (*F. fomentarius*) (slika 15), bukov ostrigar (*Pleurotus ostreatus* Kummer, 1871) in ostale glive, ki jih zaradi pomanjkanja časa in zahtevnosti dela nismo določevali. Da smo si olajšali delo, nismo šteli posameznih trosnjakov, ampak samo zabeležili njihovo prisotnost.



Slika 15: Bukova kresilka (*Fomes fomentarius*)

Trosnjaki gliv že sami po sebi kažejo določeno stopnjo biotske raznovrstnosti. Od njih imajo korist tudi nekatere druge živalske vrste, kot so; hrošči (Coleoptera), dvokrilci (Diptera), metulji (Lepidoptera) in stenice glivarke (Aradidae) (Bütler in sod., 2013).

Bukova kresilka se naseli na že oslabljen drevesa, na katerih razkraja tako celulozo kot lignin. Rezultat tega je prelom debla v roku 3 – 6 let (Winter in sod., 2008).

Za nekatere organizme trosnjaki gliv zagotavljajo tako hrano kot tudi zatočišče. Zagotavljajo specifično okolje za nekatere kompleksne skupnosti organizmov. Trosnjake gliv uporabljajo kot svoj habitat naslednje vrste iz redu Diptera (dvokrilci); hrčice (Cecidomyiidae), vinske mušice (Drosophilidae), Keroplatidae, Lonchaeidae, vrste iz redu Coleoptera (hrošči); predstavniki družine Ciidae, Mycetophagidae in iz redu Heteroptera (raznokrilci) ter Aradidae (stenice glivarke). Larva domnevno največje vrste muh *Keroplatus tipuloides* (Bosc, 1792; Diptera) živi v trosnjakih bukove kresilke, kjer se hrani s trosi glive. Trosnjaki gliv zagotavljajo tudi vstopno mesto v drevo za nekatere

nevretenčarje (Speight, 1989). Jackson in Jackson (2004) sta ugotovila pozitivno interakcijo med pticami, ki so vezane na odmrlo drevje in prisotnostjo gliv.

4.11 EPIFITI

Kot epifite smo upoštevali mahove (slika 16), lišaje in ovijalke, ki zavzemajo več kot 25 % površine drevesa. Nismo jih seštevali, ampak smo ugotavljali le njihovo prisotnost.



Slika 16: Drevo poraslo z mahom

Nekatere žuželke (hrošči in metulji - molji) (Bütler in sod., 2013) ter ptice jih uporabljajo kot hrano, zavetje ter za gnezdenje (Mitchell, 1973). Pomembnost teh mikrohabitata je slabo raziskana in potrebno bo opraviti več raziskav, da jih lažje povežemo z biodiverzitetjo (Bütler in sod., 2013).

4.12 RAKAVE TVORBE

Nastanejo zaradi nepravilne celične rasti na deblih ali vejah, ki so okuženi z glivami, virusi ali bakterijami. Drevo poskuša okužbo zapreti s kalusom, a če je že okužen s patogeni, mu to ne uspe. Posledica je rakasta tvorba (Grunwald in sod., 2002). Kot potencialni mikrohabitat je pomembna, ker se lahko razgradi in v naslednji fazi tvori votlino.

Kategorijo smo razdelili na naslednje podkategorije:

- začetna faza obolenja; posamezna manjša tvorba,
- srednja faza obolenja; srednje velika rakasta tvorba, kjer je obolenje že rahlo napredovalo,
- napredna faza: večja rakasta tvorba, obolenje je že napredovalo,
- končna faza; bolezensko stanje je zelo napredovalo, vidni so začetki razkroja (slika 17).



Slika 17: Rakava tvorba, kjer je patogen že močno napredoval

4.13 MANJŠE ODLOMLJENE/ODMRLE VEJE

Pod to kategorijo smo upoštevali manjše odlomljene, odmrle in trohneče veje. Premer veje smo ocenili. Odlomljene/odmrle veje s premerom višjim od 10 cm in na višini višji od 50 cm smo šteli v kategorijo večje odmrle veje in drugi deli dreves/odmrla krošnja. Razdelili smo jih v naslednje podkategorije:

- zelena veja, premer < 5 cm,
- odlomljena/odmrla veja, premer < 5 cm,
- trohneča veja, premer < 5 cm,
- zelena veja, premer $\geq$ 5 cm,
- odlomljena/odmrla veja, premer $\geq$ 5 cm,
- trohneča veja, premer $\geq$ 5 cm.

Zelena veja pomeni, da je veja poškodovana in odmira, vendar še vedno živa in ima še vedno prisotne zelene liste. Odlomljena/odmrla veja je tista, ki je že odmrla in na sebi nima več živih listov ali brstov, vendar pa je še vedno pritrjena na drevo (slika 18). Trohneča veja pa je tista veja, ki je že odpadla/se odlomila in je na tem mestu ostal samo trohneč les, lahko pa se je tudi že začela prva faza nastanka votline (slika 19).



Slika 18: Še živo drevo z več odmrliimi vejami



Slika 19: Trohneča veja

Ta potencialni DM je pomemben, ker obstaja velika verjetnost, da drevo ne bo moglo zapreti poškodbe in se bo trohnenje nadaljevalo ter bo sčasoma nastala votlina. Manjše odmrle veje so pomembne tudi za nekatere ličinke žuželk, npr. vrste iz družine kozličkov (Cerambycidae): *Purpuricenus kaehleri* (Linnaeus, 1758) in *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783; škrlatnik), *Callidium aeneum* (Degeer, 1775), *Anaesthetis testacea* (Fabricius, 1781), *Pogonocherus hispidus* (Linnaeus, 1758) in *Stenostola ferrea* (Schrank, 1776) (Jurc, 2012).

4.14 DVOJNO DEBLO

Popisali smo dvojna debela na višini $< 1,5$ m in (slika 20) na višini $\geq 1,5$ m. Eno drevo ima lahko tudi več dvojnih debel. Kot kriterij smo upoštevali možnost, da se veja ali deblo lahko odlomi.

Dvojna debela so pomembna kot potencialni DM, ker se lahko odlomijo in sčasoma tvorijo debelne votline. Med njimi si lahko ptice in drugi gnezdilci ustvarijo gnezda, lahko pa se ustvari tudi votlina, v kateri se zadržuje voda (slika 21).



Slika 20: Dvojno deblo na višini $< 1,5$ m



Slika 21: Vlažna votlinica med dvema debloma

4.15 MANJŠE RAZPOKE NA SKORJI

Manjše razpoke na skorji (slika 22) so pomembno vstopno mesto za nekatere vrste gliv in žuželk. Rdeča sušica listavcev (*Nectria cinnabarina* Tode, 1849), na primer, vstopa skozi razpoke v skorji. Prav tako se lahko na tem mestu kasneje ustvarijo skorjini žepki ali odstopajoča skorja.

Upoštevali smo razpoke velikosti < 10 cm in ≥ 10 cm.



Slika 22: Manjša razpoka na skorji lahko zagotavlja vstopno mesto številnim organizmom

4.16 NEPOPOLNO ZAPRTJE POŠKODBE

To so poškodbe, ki nastanejo zaradi udara strele, mrazne razpoke ali druge mehanske poškodbe, ki jih drevo ni uspelo prerasti (slika 23). Take odprte poškodbe predstavljajo vstopno mesto za nekatere vrste gliv. Prav tako lahko na tem mestu skorja odstopi in izpostavi se beljava.

Upoštevali smo tri podkategorije:

- lažja poškodba (skoraj popolnoma zaprta poškodba),
- srednje težka poškodba (srednje zaprta poškodba),
- težka poškodba (relativno sveža poškodba, ki še ni zaprta).



Slika 23: Nepopolno zaprtje poškodbe (lažja poškodba)

4.17 IZBOKLINE

Nastanejo, ko drevesno tkivo preraste mesto, kjer je izraščala veja/venec vej (slika 24). Te izbokline so priljubljeno vstopno mesto za detle in žolne (Kraus, 2014). Na tem mestu velikokrat začnejo z dolbenjem v les in kasneje lahko nastane votlina.

Šteli smo posamezno izboklino, upoštevali smo izbokline večje od 10 cm v premeru. Uvrstili smo jih v dve kategoriji; na višini nižji od 4 m in na višini višji od 4 m.



Slika 24: Izboklina na podrtem drevesu

5 REZULTATI

5.1 OSNOVNI PODATKI PO OBMOČJIH RAZISKAVE

V preglednici 1 so predstavljeni odstotki in povprečne vrednosti osnovnih podatkov po objektih raziskave. V rezervatu Kobile smo postavili 10 ploskev v nepoškodovanem gozdu in 8 na površini vetroloma, v pragozdu Ravna gora 16 ploskev v nepoškodovanem gozdu in 2 na površini vetroloma ter v gospodarskem gozdu 18 ploskev.

Preglednica 1: Povprečne vrednosti osnovnih podatkov po območjih raziskave

	Naklon	Σšt. dreves	št. dreves/pl.	št.		% odmrlega		premer	premer max	% Bukev	Št. izruvanega drevja/ha
				dreves/ha	št. sušic/ha	stoječega					
Rezervat Kobile	19,1	133	13,6	271,1	36	13,5		40,4	136,0	82,0	26
Kobile vetrolom	34,1	43	5,4	107,5	25	23,3		44,7	90,0	95,3	54
Pragozd Ravna gora	9,9	271	16,9	338,8	8,8	2,6		35,2	134,0	91,1	22
Ravna gora vetrolom	5,0	74	37,0	740,0	50	6,8		20,2	89,0	43,2	20
Gospodarski gozd	3,4	328	18,2	364,4	5,6	1,5		32,2	68,5	77,7	0

Podatki v preglednici 1 nazorno kažejo na način gospodarjenja. V rezervatu Kobile je povprečno manj dreves/ploskev, kot npr. v pragozdu, ker so ta debelejša. Sestoj v rezervatu je v terminalni fazi, v pragozdu pa v optimalni fazi. V gospodarskem gozdu je zaradi gospodarjenja povprečen prsni premer nižji od prsnega premera dreves v rezervatu ter pragozdu, št. dreves na ploskvi pa je posledično višje. Na vetrolomni površini v pragozdu Ravna gora je sestoj v fazi starejšega drogovnjaka, povprečen prsni premer znaša 20 cm, zato je tudi povprečno število dreves/ploskev višje. V negospodarskem gozdu smo našli tudi debelejša drevesa (premer 136 cm). V gospodarskem je najdebelejše drevo znašalo 68,5 cm v prsnem premeru. Zanimivi so tudi podatki glede števila odmrlega stoječega drevja. Največ odmrlih dreves/ha je v pragozdu na površini vetroloma (50) in v rezervatu (36/ha), najmanj pa v gospodarskem gozdu (5,6 dreves/ha). Relativno malo jih je tudi v pragozdu Ravna gora (8,8/ha), verjetno zato, ker je pragozd v optimalni fazi, kar pomeni manj odmrlega drevja. Na način gospodarjenja gozda kaže tudi % bukke v sestoju, ta je najnižji v gospodarskem gozdu, saj zaradi ekonomske vrednosti lesa gozdarji pospešujejo tudi druge, redkejše in ekonomsko zanimivejše drevesne vrste, kot sta npr. javor in češnja.

Zabeležili smo tudi vsa izruvana drevesa, katerim koreninski sistem sega iz zemlje, saj tudi ta nudijo pomemben življenjski prostor nekaterim vrstam. Št./ha je najvišje v Kobilah na površini vetroloma, najnižji pa v gospodarskem gozdu, kjer ni bilo niti enega izruvanega drevesa.

S statističnimi metodami smo testirali tudi odvisnost prsnega premera od načina gospodarjenja (gospodarjen, negospodarjen gozd), stanja dreves (živo, odmrlo) ter od drevesne vrste (bukve, javor). Ugotovili smo, da razlike v prsnem premeru dreves niso značilne, če upoštevamo način gospodarjenja. Če pa gledamo posamezna območja, so razlike očitne. Stanje drevesa ni odvisno od prsnega premera, najdemo odmrla drevesa tako

nižjih kot višjih premerov. Je pa odvisno od drevesne vrste, bukev namreč dosega višje premere kot javor.

5.2 DREVESNI MIKROHABITATI IN NAČIN GOSPODARJENJA

Tu smo kot način gospodarjenja upoštevali samo dve vrednosti; gospodarski in negospodarski gozd. Za gospodarski gozd smo upoštevali vrednosti iz gospodarskega gozda GE Gorjanci, odsek 54 a, za negospodarski pa vse vrednosti iz pragozda in rezervata, skupaj z vetrolomnima površinama (preglednica 2).

5.2.1 Saproksilni in epiksilni drevesni mikrohabitati glede na način gospodarjenja

Preglednica 2: Povprečno št. in raznolikost saproksilnih in epiksilnih DM/drevo

povprečje	Št. kategorij		
	ΣDM/drevo	DM/drevo	Št. podkategorij DM/drevo
Pragozd/rezervat	2,4	1,1	1,4
Gospodarski gozd	1,8	1,1	1,2

V pragozdu in rezervatu smo popisali 1234 saproksilnih in epiksilnih drevesnih mikrohabitatov na 521 drevesih, kar predstavlja povprečno 705 DM/ha. V gospodarskem gozdu pa 599 DM na 328 drevesih, kar znaša povprečno 666 DM/ha. Razlike v povprečnih vrednostih DM/ha so minimalne.

Z Mann-Whitneyevim U testom, ki temelji na vsoti rangov, smo ugotovili, da ni značilnih razlik med načinoma gospodarjenja v številu DM/drevo ter v št. kategorij in podkategorij/drevo ($p > 0,05$). Povprečne vrednosti DM/drevo so v negospodarskem gozdu malo višje in znašajo 2,4 DM/drevo, v gospodarskem pa 1,8 DM/drevo. Glede raznolikosti DM/drevo razlik ni (preglednica 2), razlike pa se pojavijo glede vrste drevesnih mikrohabitatov (preglednica 3). Pri obeh načinih gospodarjenja so najštevilčnejši DM vejne votline, izpostavljena beljava in koreninske votline, v gospodarskem gozdu pa še razbrazdana skorja.

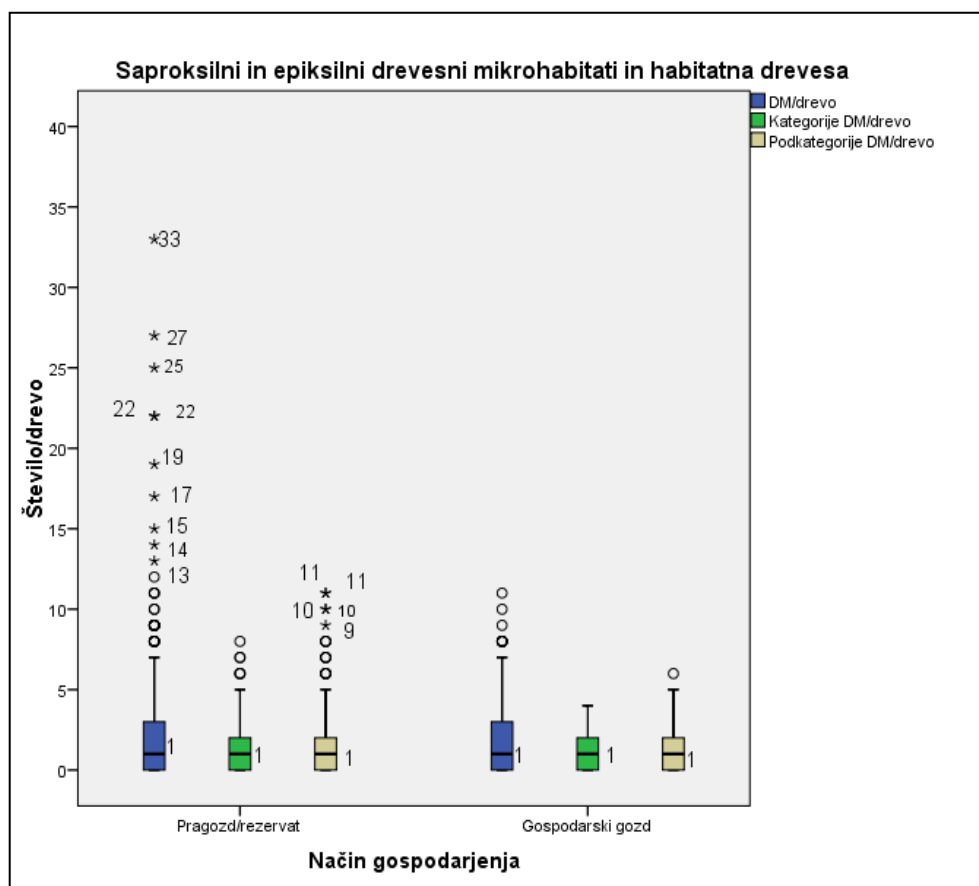
Preglednica 3: Število in % saproksilnih in epiksilnih DM glede na način gospodarjenja

		A VOTLINE PTIC	B VEČJE VOTLINE V DEBLU	C VOTLINE OD VEJ	D VOTLINE Z VODO	E IZLETNE ODPRTINE IN ROVI PODLUBNIKOV	F IZPOSTAVLJENA BELJAVA/DELI BREZ SKORJE	H RAZBRAZDANA/ODSTOPAJOČA SKORJA	I VEČJE ODMRLE VEJE/KROŠNJA	J KORENINSKE VOTLINE	K TROSNJAKI GLIV	L EPIFITI	VSOTA DM
Pragozd/rezervat	Vsota DM	76	35	238	26	40	205	53	85	426	34	16	1234
	% DM	6,2	2,8	19,3	2,1	3,2	16,6	4,3	6,9	34,5	2,8	1,3	100
Gospodarski gozd	Vsota DM	2	26	76	8	4	149	78	30	192	10	24	599
	% DM	0,3	4,3	12,7	1,3	0,7	24,9	13,0	5,0	32,1	1,7	4,0	100

V negospodarskem gozdu so pogostejši DM: dupla ptic, izletne odprtine in rovi podlubnikov/žuželk, vejne votline, večje odmrle veje in trosnjaki gliv.

V gospodarskem gozdu se večkrat pojavijo izpostavljena beljava, razbrazdana skorja in posledično epifiti. Močno primanjkuje dupel ptic, izletnih odprtin in rogov podlubnikov/žuželk ter bukove kresilke, ki je praktično ni.

Slika 25 prikazuje vrednosti DM/drevo po posameznih kategorijah in glede na način gospodarjenja. Srednja vrednost, v tem primeru mediana, kaže, da ni razlik med skupinama, saj v vseh primerih znaša 1. Očitne so razlike glede osamelcev (ekstremnih vrednosti, ki so zelo oddaljene od ostalih vrednosti v vzorcu). V tem primeru smo osamelce uporabili za prikaz dreves z visokim številom DM/drevo (habitatna drevesa). Očitno je, da so v gospodarskem gozdu te vrednosti višje, se pravi, da je več habitatnih dreves. Številke poleg ekstremnih vrednosti prikazujejo št. DM kategorij in podkategorij/drevo. Maksimalno število DM/drevo v negospodarskem gozdu znaša 33, v gospodarskem pa 11. Razlike so tudi v raznolikosti DM/drevo. V negospodarskem gozdu najdemo DM v 8 kategorijah in 11 podkategorijah, v gospodarskem gozdu pa v 4 kategorijah in 6 podkategorijah.



Slika 25: Prikaz vrednosti za saproksilne in epiksilne DM ter habitatna drevesa, glede na način gospodarjenja

5.2.2 Potencialni drevesni mikrohabitati glede na način gospodarjenja

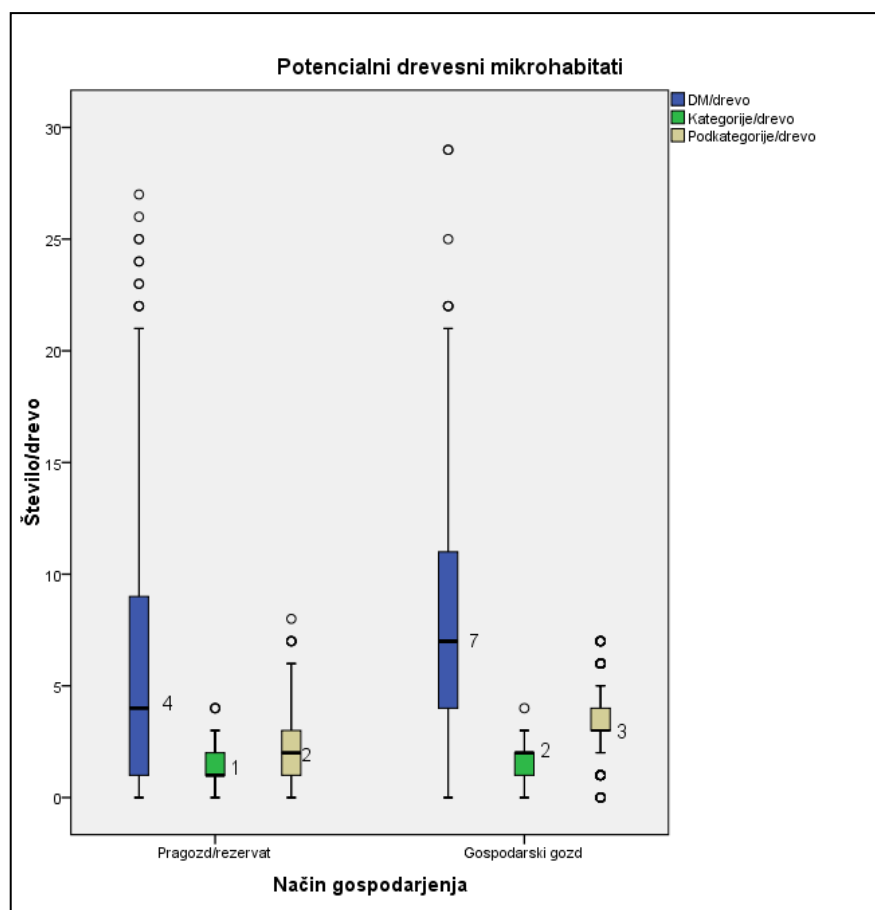
Preglednica 4: Povprečno število in raznolikost potencialnih DM/drevo

Povprečje	Št.		
	Št. kategorij	podkategorij	
	ΣDM/drevo	DM/drevo	DM/drevo
Pragozd/rezervat	5,7	1,1	2,2
Gospodarski gozd	8,0	1,6	3,4

V negospodarskem gozdu smo popisali 2992 potencialnih DM na 521 drevesih, kar predstavlja 1662 DM/ha. V gospodarskem gozdu pa 2640 na 328 drevesih, kar predstavlja 2933 DM/ha. Povprečne vrednosti/ha so znatno višje v gospodarskem gozdu.

Z Mann–Whitney U testom smo zaznali razlike v številu in raznolikosti DM/drevo ($p < 0,01$). Le-teh je več v gospodarskem gozdu, kar prikazujejo tudi povprečne vrednosti v preglednici 4. Tak rezultat je verjetno posledica poškodb pri sečnji in spravilu lesa.

Slika 26 prikazuje višje srednje (mediana) in maksimalne vrednosti v gospodarskem gozdu. Osamelci prikazujejo drevesa z višjim številom potencialnih DM/drevo v primerjavi z ostalimi vrednostmi.



Slika 26: Prikaz vrednosti za potencialne DM glede na način gospodarjenja

V gospodarskem gozdu smo zasledili več manjših odlomljenih vej, dvojnih debel in manjših razpok na deblu, v negospodarskem pa več izboklin.

V preglednici 5 je predstavljeno število in odstotek potencialnih DM glede na vsoto vseh potencialnih DM. Daleč najpogostejša skupina so manjše odlomljene veje, ki pri obeh načinih gospodarjenja predstavljajo več kot 80 % vseh potencialnih DM. Dokaj pogost je tudi DM dvojno deblo, ki je številčnejši v gospodarskem gozdu, prav tako tudi manjše razpoke na deblu.

Preglednica 5: Število in % potencialnih DM število vseh DM

		RAKAVE TVORBE	MANJŠE ODLOMLJENE/ODMRLE VEJE	DVOJNO DEBLO	MANJŠE RAZPOKE NA DEBLU	NEPOPOLNO ZAPRTJE POŠKODBE	IZBOKLINE	VSOTA
Pragozd/rezervat	Vsota DM	22	2665	121	36	20	128	2992
	% DM	0,7	89,1	4,0	1,2	0,7	4,3	100
Gospodarski gozd	Vsota DM	8	2268	212	112	19	21	2640
	% DM	0,3	85,9	8,0	4,2	0,7	0,8	100

5.3 DREVESNI MIKROHABITATI PO POSAMEZNIH OBMOČJIH

Razlike med območji smo testirali z Kruskal-Wallis testom, ki vrednosti rangira in ugotovili, da obstajajo razlike glede št. in raznolikosti DM/drevo. To je razvidno tudi iz preglednice 6, ki prikazuje povprečne in maksimalne vrednosti saproksilnih in epiksilnih DM/drevo.

Preglednica 6: povprečne in maksimalne vrednosti saproksilnih/epiksilnih DM po posameznih območjih

	SAPROKSILNI IN EPIKSILNI DM			MAKSIMALNO ŠTEVILO			
	ΣDM/drevo	Št. kategorij	Št. podkategorij	Št. DM/drevo	Št. kategorij/drevo	Št.	št. sapro./epi.
	povprečje	DM/drevo	DM/drevo povprečje	max	max	podkategorij/drev	DM/ha
Rezervat Kobile	2,6	1,6	1,3	25	8	11	692
Kobile vetrolom	4,9	2	2,7	33	7	11	523
Pragozd Ravna gora	2,3	1,1	1,3	19	5	9	773
Ravna gora vetrolom	0,8	0,5	0,5	14	5	6	610
Gospodarski gozd	1,8	1,1	1,2	11	4	6	666

Največ saproksilnih in epiksilnih DM/drevo in največja raznolikost DM/drevo je na vetrolomni površini v Kobilah, najnižje vrednosti pa so na vetrolomni površini v pragozdu Ravna gora. Vrednosti na hektar kažejo drugačno sliko. Na površini vetroloma v Kobilah je najmanj DM/ha, celo manj, kot v gospodarskem gozdu, kar je posledica nižjega števila dreves/ha, zaradi vetroloma. Največ DM/ha je v pragozdu Ravna gora, kjer je tudi visoka gostota dreves.

Iz preglednice 6 je razvidno, da je najvišje povprečno št. saproksilnih in epiksilnih DM/drevo ter raznolikost DM/drevo na vetrolomni površini v rezervatu Kobile (4,9). To je verjetno posledica dejstva, da so po vetrolomu ostala samo večja in debelejša drevesa, za katera velja, da imajo več DM/drevo. Poleg tega so jih verjetno ob padcu poškodovala ostala drevesa in s tem ustvarila še dodatne DM. Zaradi naravne motnje je veliko dreves odlomljenih in poškodovanih ter v fazi odmiranja, kar še poveča verjetnost za prisotnost

DM. Vetrolom se je zgodil pred približno desetimi leti, tako da se je regeneracija komaj dobro začela. V spodnji tretjini sestoja najdemo veliko robide ter manjša drevesa (dbh < 10 cm). V pragozdu na vetrolomni površini je povprečno št. DM/drevo najnižje (0,8). Verjetno zato, ker se je vetrolom tam zgodil pred 32 leti in je danes sestoj v inicialni fazi (fazi starejšega drogovnjaka), kar pomeni tanjša drevesa (povprečen dbh je 20,2 cm). To tudi dokazuje, da imajo tanjša drevesa manj DM/drevo ter manjšo raznolikost le-teh (0,5 kategorij DM/drevo).

Rezervat Kobile in pragozd Ravna gora imata višjo povprečno vrednost DM/drevo kot gospodarski gozd. Raznolikost DM/drevo je v rezervatu malenkost višja (1,6), v pragozdu in gospodarskem gozdu pa enaka (1,1).

Maksimalne vrednosti so prav tako najvišje v rezervatu Kobile, na vetrolomni površini najdemo kar 33 dejanskih DM/drevo, v 7 skupinah. Najnižje maksimalne vrednosti pa so na območju vetrolomna v Ravni gori ter v gospodarskem gozdu.

Preglednica 7: Potencialni DM ter njihove povprečne in maksimalne vrednosti po posameznih območjih

	POTENCIALNI DM			MAKSIMALNO ŠTEVILO		
	ΣDM/drevo povprečje	Št. kategorij DM/drevo povprečje	Št. podkategorij DM/drevo povprečje	Št. DM/drevo max	Št. kategorij/drevo max	Št. podkategorij/drev
Rezervat Kobile	1,9	0,9	1,1	25	4	5
Kobile vetrolom	2,1	0,9	1,2	15	3	6
Pragozd Ravna gora	7,3	1,3	2,7	27	4	8
Ravna gora vetrolom	8,8	1,2	2,7	26	3	6
Gospodarski gozd	8	1,6	3,4	29	4	7

Analize so pokazale, da je najvišje povprečno št. potencialnih DM/drevo na območju vetrolomne površine v pragozdu (8,8) ter v gospodarskem gozdu (8). Prav tako je na teh območjih najvišja raznolikost DM/drevo ter najvišja maksimalna vrednost. Najnižje povprečno število in raznolikost DM/drevo je v rezervatu Kobile (1,9) in na vetrolomni površini v rezervatu Kobile (2,1; preglednica 7).

Najnižje maksimalne vrednosti potencialnih DM/drevo so v rezervatu Kobile, na vetrolomni površini, kar je lahko povezano s tem, da je tam tudi veliko dejanskih DM/drevo. Sicer pa med območji ni večjih razlik glede maksimalnega števila potencialnih DM/drevo.

5.3.1 Drevesni mikrohabitati na vetrolomni in kontrolni površini v gozdnem rezervatu Kobile

Iz preglednice 6 je razvidno, da je povprečno št. in raznolikost saproksilnih in epiksilnih DM/drevo najvišja na vetrolomni površini v rezervatu Kobile, kar smo ugotovili tudi s statističnimi analizami. Razlike med tema dvema območjema so značilne; večje število ter raznolikost DM/drevo smo ugotovili na vetrolomni površini ($p < 0,05$).

Razlik med obema površinama glede potencialnih DM/drevo s statističnimi analizami nismo zaznali ($p > 0,05$). Se pravi, da sta število in raznolikost potencialnih DM/drevo približno enaka na obeh površinah. To prikazujejo tudi povprečne vrednosti v preglednici 7.

Razlike so značilne pri naslednjih DM, ki se večkrat pojavijo na vetrolomni površini:

- dupla ptic,
- vejne votline,
- izletne odprtine in rovi podlubnikov,
- izpostavljena beljava,
- odstopajoča skorja ter
- trosnjaki gliv.

Manj pogost na vetrolomni površini pa je DM vlažne votline.

5.3.2 Drevesni mikrohabitati v gozdnem rezervatu Kobile in pragozdu Ravna gora, brez vetrolomnih površin

Zanimalo nas je, ali obstajajo razlike v številu in raznolikosti DM/drevo med obema zavarovanima območjema brez vetrolomnih površin.

Povprečne vrednosti saproksilnih in epiksilnih DM/drevo so v rezervatu Kobile malenkost višje, kot v pragozdu Ravna gora (Preglednica 6). Mann-Whitney U test razlik med št. DM/drevo ne zazna, zazna pa razlike glede raznolikosti DM/drevo (št. kategorij in podkategorij DM/drevo, $p < 0,05$). Večjo raznolikost DM/drevo smo ugotovili v rezervatu.

Razlike glede DM so naslednje; v pragozdu se večkrat pojavi DM vejne votline, v rezervatu pa je več izpostavljenih beljave, izletnih odprt in rogov podlubnikov/žuželk ter trosnjakov gliv, kar kaže tudi na odvisnost DM in odmrlih dreves ter faze sestoja. V pragozdu je sestoj v optimalni fazi, kjer je manj odmrlega drevja, v rezervatu pa je sestoj v terminalni fazi, kjer je odmrlega drevja več in posledično tudi več saproksilnih DM.

Pri potencialnih DM prav tako obstajajo razlike med območjema. Večje število in raznolikost potencialnih DM/drevo najdemo v pragozdu Ravna gora ($p < 0,01$), kar je razvidno tudi iz povprečnih vrednosti v preglednici 7. V pragozdu Ravna gora najdemo več dreves z odlomljenimi vejami in z nepopolnim zaprtjem poškodb, kot v rezervatu Kobile. Glede ostalih potencialnih DM ni značilnih razlik med območjema.

5.4 DREVESNI MIKROHABITATI IN STANJE DREVES

Ugotavljali smo tudi, kakšne so razlike v številu in raznolikosti DM/drevo glede na stanje dreves. Zanimalo nas je, ali imajo odmrli drevesa več DM in ali obstajajo razlike med tipi DM (preglednica 8).

Preglednica 8: Povprečne vrednosti saproksilnih/epiksilnih in potencialnih DM/drevo glede na stanje dreves

SAPROKSILNI IN EPIKSILNI DM				POTENCIALNI DM			
povprečje	Št. kategorij	Št. podkategorij		povprečje	Št. kategorij	Št. podkategorij	
	ΣDM/drevo	DM/drevo	DM/drevo		ΣDM/drevo	DM/drevo	DM/drevo
Odmrlo	8,1	3,3	4,4	Odmrlo	0,7	0,2	0,2
Živo	1,8	1,0	1,2	Živo	7,0	1,4	2,8

Skupno smo našli 45 odmrlih dreves in 804 živih.

Ugotovili smo, da obstajajo razlike v številu in raznolikosti saproksilnih in epiksilnih DM/drevo ($p < 0,01$). Veliko več DM/drevo, kategorij in podkategorij DM/drevo, se pojavlja na odmrlih, še stoječih drevesih, kar kažejo tudi povprečne vrednosti v preglednici 8. Tako na odmrlih drevesih najdemo več:

- votlin ptic,
- izletnih odprt in rovov podlubnikov/žuželk,
- izpostavljene beljave,
- odstopajoče skorje,
- večjih odlomljenih vej in drugih delov dreves ter
- trosnjakov gliv.

Razlike obstajajo tudi v številu in raznolikosti potencialnih DM/drevo ($p < 0,01$). Večje število potencialnih DM, kategorij in podkategorij DM/drevo, najdemo na še živih drevesih (preglednica 8). Na živih drevesih najdemo več manjših odlomljenih vej, več dvojnih debel, manjših razpok na deblu, nepopolnih zaprtij poškodb in več izboklin. Rakava obolenja pa najdemo tako na živih kot na odmrlih drevesih.

5.5 DREVESNI MIKROHABITATI GLEDE NA DREVESNO VRSTO: RAZLIKE MED DREVESNIMA VRSTAMA BUKEV IN GORSKI JAVOR

Zanimalo nas je, ali sta število in raznolikost DM/drevo odvisna tudi od drevesne vrste. Pod drobnogled smo vzeli dve najbolj številčni drevesni vrsti; bukev (*Fagus sylvatica* L.) in gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.). Ostalih vrst je bilo premalo, da bi jih zajeli v analizo in dobili reprezentativne rezultate. Od 849 dreves smo zabeležili 684 dreves bukke in 127 dreves gorskega javorja. Pojavljale so se še drevesne vrste: ostrolistni javor (8 dreves), beli gaber (7 dreves), smreka (2 drevesi), iva (5 dreves), črni bezeg (1 drevo), jelka (5 dreves), lipa (4 drevesa), gorski brest (3 drevesa) in češnja (3 drevesa). Ostale drevesne vrste so bile večinoma slabše kakovosti, kar se kaže tudi v gostoti DM/drevo.

Večjih razlik glede DM ni, so pa povprečne vrednosti ostalih vrst malo višje kot pri bukvi in javorju (preglednica 9). Glede na rezultate so tudi ostale, manj zastopane vrste, pomembne z vidika gostote in pestrosti DM.

S statističnimi analizami smo ugotovili, da obstajajo značilne razlike med drevesnima vrstama bukev in gorski javor glede premera in št. saproksilnih in epiksilnih DM/drevo ($p < 0,05$), ne pa tudi razlike glede raznolikosti le-teh. Bukve dosega višje premere kot gorski javor, prav tako se na bukvi pojavlja večje število saproksilnih in epiksilnih DM, kar je verjetno tudi posledica višjih premerov.

Glede števila in raznolikosti potencialnih DM med bukvi in gorskim javorjem nismo zaznali razlik ($p > 0,05$).

V preglednici 9 so predstavljene povprečne vrednosti DM/drevo, glede na drevesni vrsti bukev in gorski javor ter ostale vrste skupaj.

Preglednica 9: Povprečne vrednosti saproksilnih/epiksilnih in potencialnih DM/drevo glede na drevesne vrste

SAPROKSILNI IN EPIKSILNI DM				POTENCIALNI DM			
povprečje	Št. kategorij		Št. podkategorij	povprečje	Št. kategorij		Št. podkategorij
	ΣDM/drevo	DM/drevo			ΣDM/drevo	DM/drevo	
BUKEV	2,2	1,1	1,3	BUKEV	6,6	1,3	2,7
G. JAVOR	1,8	1,0	1,2	G. JAVOR	6,6	1,3	2,6
OSTALE VRSTE	2,3	1,5	1,7	OSTALE VRSTE	7,1	1,2	2,1

Razlike med DM so naslednje:

- BUKEV: dupla ptic se pojavljajo samo na bukvi, več DM vejne votline in koreninskih votlinic.
- GORSKI JAVOR: več DM razbrazdana skorja in posledično tudi več epifitov.

5.6 DREVESNI MIKROHABITATI IN PRSNI PREMER DREVES

Zanimalo nas je, ali je številčnost in raznolikost drevesnih mikrohabitata odvisna tudi od premera dreves. To smo ugotavljali s koeficientom korelacije. Najprej smo se prepričali, ali obstaja linearna odvisnost med spremenljivkama. Če sta bili spremenljivki linearno odvisni, smo uporabili Pearsonov koeficient korelacije, v nasprotnem primeru pa Spearmanovega.

Za saproksilne in epiksilne DM smo uporabili Pearsonov korelacijski koeficient. Ugotovili smo, da obstaja srednja/zmerna pozitivna korelacija med premerom in številom ter raznolikostjo DM/drevo.

Korelacijski koeficienti za premer in saproksilne ter epiksiline DM ($p = 0,01$):

- premer in št. DM/drevo: 0,447,
- premer in št. kategorij/drevo: 0,424,
- premer in št. podkategorij/drevo: 0,452.

Za testiranje potencialnih DM smo uporabili Spearmanov korelacijski koeficient. Tu smo ugotovili, da obstaja šibka do neznatna pozitivna povezanost med premerom in številom ter raznolikostjo potencialnih DM/drevo, kar pomeni, da se potencialni DM pogosto pojavljajo tudi na drevesih z nižjim premerom.

Korelacijski koeficienti za premer in potencialne DM ($p = 0,01$):

- premer in št. potencialnih DM/drevo: 0,159,
- premer in št. kategorij/drevo: 0,349,
- premer in št. podkategorij/drevo: 0,323.

5.7 HABITATNA DREVESA

Iz slike 25 je razvidno, katera so habitatna drevesa in da so drevesa z največ saproksilnimi in epiksilnimi DM/drevo prisotna samo v negospodarskem gozdu. V preglednici 11 smo predstavili 10 dreves z največ DM. Če naredimo kratko analizo vidimo, da smo ta drevesa zasledili predvsem v rezervatu Kobile, na vetrolomni in kontrolni površini. Večinoma so to odmrle bukke višjih premerov. Izjema je ena živa bukev, ki ima tudi najvišji premer v celotnem vzorcu (136 cm) in ostrolistni javor s premerom 46 cm. V večini primerov imajo drevesa z največ DM tudi največjo raznolikost le-teh. Maksimalne vrednosti DM/drevo znašajo od 13 do 33, v največ 8 kategorijah in 11 podkategorijah. Ker so to pretežno odmrla drevesa, imajo tudi več saproksilnih DM, veliko je votlin ptic, izpostavljene beljave, trosnjakov gliv...

V gospodarskem gozdu je maksimalno št. DM/drevo 11, to drevo predstavlja javor, ki ima razbrazdano skorjo in 10 skorjinih žepkov. Našli tudi drevesa z največ 4 kategorijami/drevo in 6 podkategorijami/drevo (preglednica 10).

Preglednica 10: Drevesa z največ saproksilnimi/epiksilnimi DM v gospodarskem gozdu

Način gosp.	DV	Premer (cm)	Stanje	Σ DM/drevo	Št. kategorij	Št. podkategorij
					DM/drevo	DM/drevo
Gospodarski g.	g. javor	38,5	živo	11	1	3
Gospodarski g.	bukev	49,5	živo	7	4	5
Gospodarski g.	g. javor	40	živo	8	4	5
Gospodarski g.	bukev	19	odmrlo	8	4	6

Preglednica 11: Značilnosti habitatnih dreves

PLOSKEV	Naklon (°)	Drevo št.	DV	Premer (cm)	Stanje												Σ kategorij		Σ podkategorij
						A Votline ptc	B Debelne votline	C Luknje od vej	D Vodne votline	E Izletne odprtine in rovi podlubnikov	F Izpostavljena beljava	H Razbrzdana in odstopajoča skorja	I Večje odmrle/odlomljene veje in drugi deli krošnje	J Koreninske votlinice	K Trosnjski gliv	L Epifiti			
Kobile4	29	50	bu	63	odmrlo	0	0	0	0	2	10	9	0	1	3	0	25	5	10
Kobile4	29	53	bu	136	živo	0	2	2	0	1	5	0	1	7	3	1	22	8	11
Kobile5	12	58	o. javor	46	odmrlo	11	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	15	4	5
Kobile6	18	68	bu	68	odmrlo	13	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	17	4	4
Kobile vetrolom3	35	151	bu	37,5	odmrlo	2	0	0	0	1	6	2	0	1	1	0	13	6	8
Kobile vetrolom3	35	152	bu	90	odmrlo	1	0	3	0	2	16	0	1	2	2	0	27	7	11
Kobile vetrolom5	32	157	bu	74	odmrlo	7	0	0	0	2	2	3	1	5	2	0	22	7	10
Kobile vetrolom5	32	164	bu	72	odmrlo	17	0	0	0	1	8	3	0	3	1	0	33	6	8
Pragozd RG9	6	309	bu	74	odmrlo	11	0	0	0	2	1	1	0	4	0	0	19	5	9
Pragozd vetrolom2	7	491	bu	18	odmrlo	0	0	1	0	1	6	0	5	0	1	0	14	5	6

5.8 SAPROKSILNI IN EPIKSILNI DREVESNI MIKROHABITATI

5.8.1 Votline/dupla ptic iz redu plezalcev

Ta DM je izrednega pomena za prikaz stanja vrst iz redu plezalcev, saj nam prikazuje njihovo prisotnost.

DM je odvisen od načina gospodarjenja in prav tako od stanja dreves ter drevesne vrste ($p < 0,05$). Več votlinic smo našli v negospodarskem gozdu, samo na odmrlih drevesih in samo na bukvi. S Spearmanovim koeficientom korelacije smo ugotovili, da obstaja neznatna povezanost med DM in premerom (koeficient korelacije znaša 0,134, $p = 0,01$). Večje votline smo našli na debelejših drevesih, premera > 74 cm, manjše pa tudi na tanjših.

Skupno smo našli 78 votlin na 12 drevesih. Občutno več jih je v negospodarskem gozdu (76 dupel na 11 drevesih, kar predstavlja 2,1 % dreves in 6,2 % vseh DM). Slednje kaže tudi na večjo količino stoječih odmrlih dreves v negospodarskem gozdu. V gospodarskem gozdu smo našli samo 2 dupli zaradi hranjenja na enem drevesu, kar predstavlja 0,3 % dreves. Največkrat se pojavljajo prav dupla, ki so nastala zaradi hranjenja (preglednica 12). V pragozdu/rezervatu smo jih skupno našli 69 na 10 drevesih. Našli smo jih tudi do 17/drevo. Večja dupla, ki jih ptice uporabljajo za gnezdenje, so bolj redka, v negospodarskem gozdu smo jih skupno našli 7 na 4 drevesih, v gospodarskem pa nobenega.

Razlike smo zaznali tudi znotraj območij. Na vetrolomni površini v rezervatu Kobile je največ votlinic, kar 17,2 % vseh DM (preglednica 12). Tu smo našli 36 votlinic na 7 drevesih, kar predstavlja 16,3 % dreves. Na vetrolomni površini v pragozdu pa ni niti ene votlinice, najverjetneje zaradi nižjih premerov dreves. Iz rezultatov lahko sklepamo, da imajo naravne motnje velik vpliv na pojav omenjenega DM.

Preglednica 12: DM votline ptic po posameznih območjih

		A Votline ptic	$\phi = 4 \text{ cm} / V < 1 \text{ l}$	$\phi = 5-6 \text{ cm} / V = 4-6 \text{ l}$	$\phi > 10 \text{ cm} / V > 15 \text{ l}$	$\phi \geq 3 \text{ cm}$ (luknje zaradi hranjenja)	Število DM
Kobile	sum	24	0	0	0	24	346
	% vseh DM	6,9	0,0	0,0	0,0	6,9	100
Kobile vetrolom	sum	36	0	0	0	36	209
	% vseh DM	17,2	0,0	0,0	0,0	17,2	100
Pragozd Ravna gora	sum	16	0	2	5	9	618
	% vseh DM	2,6	0,0	0,3	0,8	1,5	100
Pragozd Ravna gora	sum	0	0	0	0	0	61
	% vseh DM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100
Gospodarski gozd	sum	2	0	0	0	2	599
	% vseh DM	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	100

5.8.2 Debelne votline

Skupno jih je 61 na 48 drevesih, kar predstavlja 3,3 % vseh DM. V negospodarskem gozdu smo jih našli na 4,8 % dreves in največ 4 votline/drevo. V gospodarskem gozdu pa na 7 % dreves in največ 2 votlini/ drevo. Najštevilčnejša je podkategorija B5, votline z manjšim premerom na višini $> 2 \text{ m}$ (preglednica 13).

Glede na statistične analize, DM ni odvisen od načina gospodarjenja ($p > 0,05$). Prav tako ni odvisen od premera, stanja drevesa in drevesne vrste ($p > 0,05$). Najdemo jih na živih in odmrlih drevesih in tako na bukvi kot na gorskem javorju.

Preglednica 13: Vsota in odstotki DM debelne votline glede na način gospodarjenja

		DEBELNE VOTLINE						
		B	B1 ø < 30cm (kontakt s tlemi)	B2 ø ≥ 30cm (kontakt s tlemi)	B3 ø < 30 cm / < 2m (nima kontakta s tlemi)	B4 ø ≥ 30 cm < 2m (nima kontakta s tlemi)	B5 ø < 30cm / h ≥ 2m (nima kontakta s tlemi)	B6 ø ≥ 30cm / h ≥ 2m (nima kontakta s tlemi)
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	35	10	3	5	0	16	1
	% VSEH DM	2,8	0,8	0,2	0,4	0,0	1,3	0,1
GOSPODARSKI GOZD	SUM	26	7	2	9	0	7	1
	% VSEH DM	4,3	1,2	0,3	1,5	0,0	1,2	0,2
SKUPAJ	SUM	61	17	5	14	0	23	2
	% VSEH DM	3,3	0,9	0,3	0,8	0,0	1,3	0,1

5.8.3 Vejne votline

Na pogostost DM vpliva način gospodarjenja ($p < 0,01$). Višji % dreves z vejnimi votlinami je v gozdu, v katerem se ne gospodari. Prav tako je tam večje število DM/drevo. Skupno smo našli 314 vejnih votlinic na 162 drevesih, kar znaša 17,1 % vseh DM. V negospodarskem gozdu smo jih zasledili na 22,7 % dreves, v gospodarskem pa na 13,4 % dreves. V negospodarskem gozdu najdemo do 10 vejnih votlinic/drevo, v gospodarskem pa do 6/drevo (slika 27).

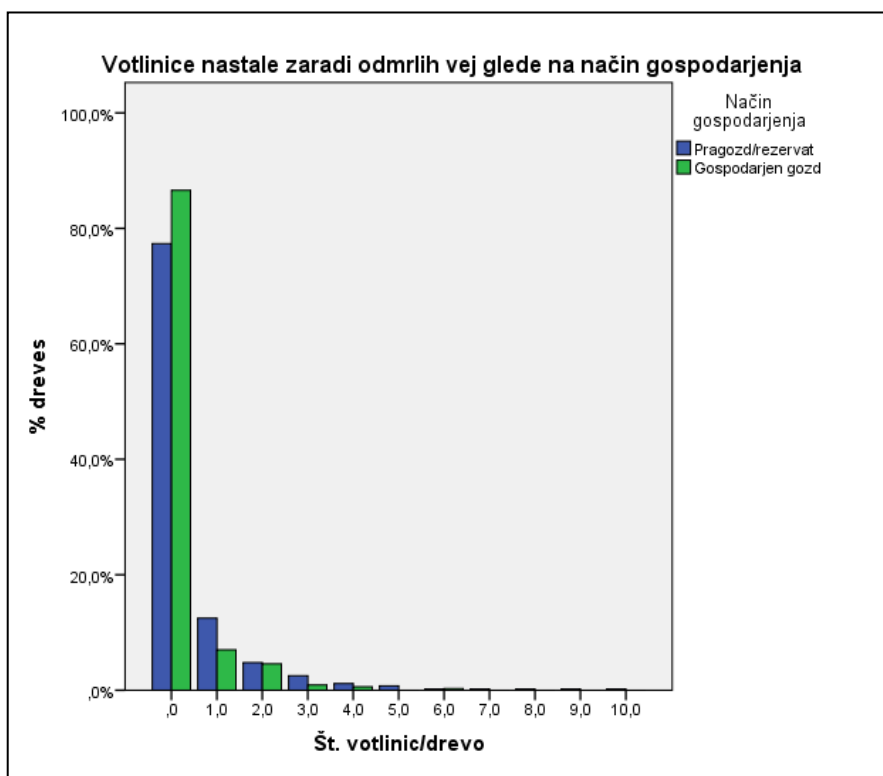
Najpogosteje se pojavljajo manjše votlinice, premera do 10 cm in na višini > 1 m. Večje votlinice so redkejšje, več jih je v pragozdu in rezervatu (preglednica 14).

Obstajajo tudi razlike znotraj območij. Največ dreves z vejnimi votlinami je v pragozdu Ravna gora (votlinice ima 30,3 % dreves) in na površini vetroloma v rezervatu Kobile (27,9 % dreves). V rezervatu Kobile smo jih zasledili na 11,3 % dreves, na površini vetroloma v pragozdu na 12,2 % dreves in v gospodarskem gozdu na 13 % dreves.

Votlinice se večkrat pojavijo na živih kot na odmrlih drevesih, saj so odmrli velikokrat že v fazi razkroja in le-te niso več vidne. S Spearmanovim koeficientom korelacije nismo zaznali odvisnosti med vejnimi votlinami in premerom drevesa, kar pomeni, da se DM pojavlja tudi na tanjših drevesih. Korelacijski koeficient znaša $-0,069$ ($p = 0,05$), DM pa je pogostejši na bukvi kot pa na javorju.

Preglednica 14: Število in % vejnih votlin glede na način gospodarjenja

		VEJNE VOTLINE				
		C	$\emptyset < 10\text{cm} / h < 1\text{m}$ C1	$\emptyset < 10\text{cm} / h \geq 1\text{m}$ C2	$\emptyset \geq 10\text{cm} / h < 1\text{m}$ C3	$\emptyset \geq 10\text{cm} / h \geq 1\text{m}$ C4
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	238	11	199	0	28
	% VSEH DM	19,3	0,9	16,1	0,0	2,3
GOSPODARSKI GOZD	SUM	76	2	73	0	1
	% VSEH DM	12,7	0,3	12,2	0,0	0,2
SKUPAJ	SUM	314	13	272	0	29
	% VSEH DM	17,1	0,7	14,8	0,0	1,6



Slika 27: Pogostost DM vejne votline, glede na način gospodarjenja

5.8.4 Vlažne/vodne votline

Vlažne votline niso pogost DM. Skupno smo našli 34 vlažnih votlin na 30 drevesih, kar predstavlja 1,9 % vseh DM. V negospodarskem gozdu smo jih našli na 4,2 % dreves, v gospodarskem pa na 2,4 % dreves. Mann–Whitney test ne zazna razlik med načinoma gospodarjenja glede pogostosti pojavljanja vodnih votlin. Delež dreves z vodnimi votlinami je malo višji v negospodarskem gozdu, kjer jih je tudi več na enem drevesu (do 2/drevo, slika 28).

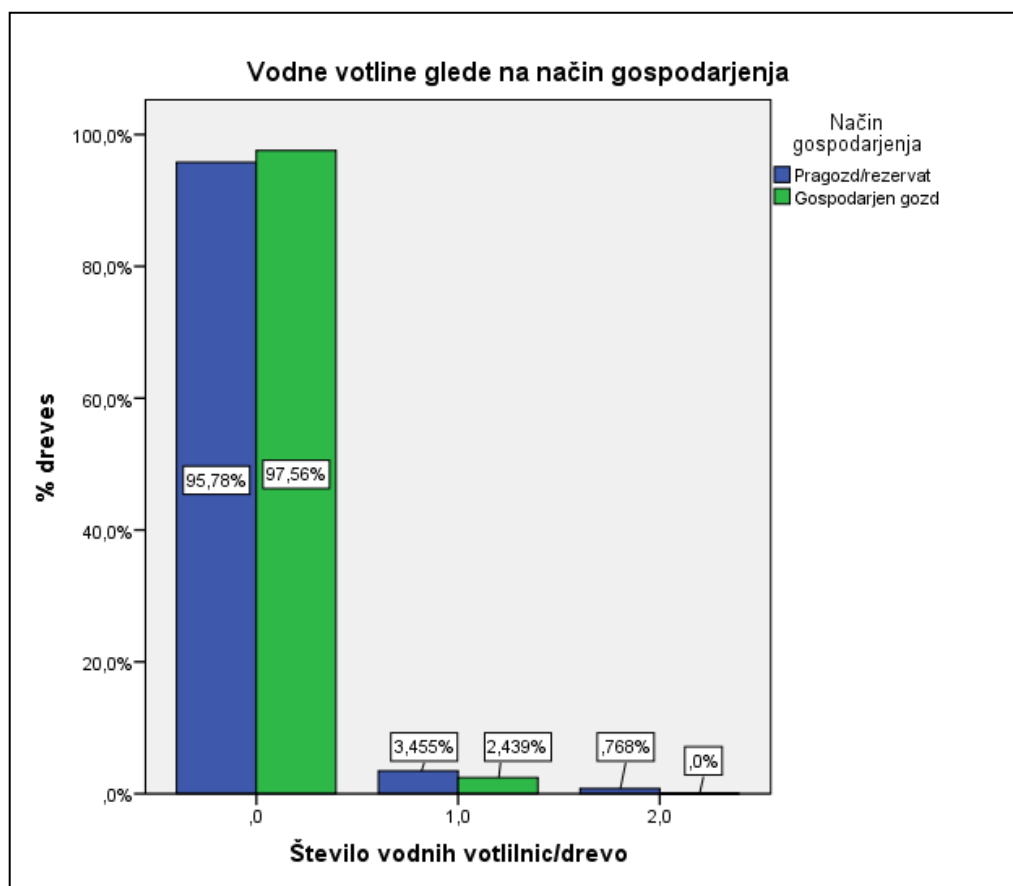
Obstajajo pa razlike znotraj območij. Votlinic z vodo nismo našli na nobeni od vetrolomnih površin, ne v rezervatu in ne v pragozdu.

Če podrobneje pogledamo, je največ votlinic premera < 15 cm in na višini < 2 m. Votlinic na višini > 2 m nismo našli. Možno da obstajajo, vendar jih je pri dnu drevesa težko opaziti. Večjih votlinic, premera nad 15 cm, pa je zelo malo (preglednica 15).

Vodne votline niso odvisne od stanja drevesa in drevesne vrste. Spearmanov koeficient za DM vodne votline in premer znaša 0,168 ($p = 0,01$), kar pomeni, da je DM zelo malo odvisen od premera drevesa.

Preglednica 15: Število in % vodnih votlinic glede na način gospodarjenja

		D VOTLINE NAPOLNJENE Z VODO				
			$\varnothing < 15\text{cm} / h < 2\text{m}$	$\varnothing < 15\text{cm} / h \geq 2\text{m}$	$\varnothing \geq 15\text{cm} / h < 2\text{m}$	$\varnothing \geq 15\text{cm} / h \geq 2\text{m}$
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	26	24	0	2	0
	% VSEH DM	2,1	1,9	0,0	0,2	0,0
GOSPODARSKI GOZD	SUM	8	7	0	1	0
	% VSEH DM	1,3	1,2	0,0	0,2	0,0
SKUPAJ	SUM	34	31	0	3	0
	% VSEH DM	1,9	1,7	0,0	0,2	0,0



Slika 28: Pogostost DM vodne votline, glede na način gospodarjenja

5.8.5 Izletne odprtine in rovi podlubnikov/žuželk

DM smo zasledili na 44 drevesih, kar skupno predstavlja 2,4 % vseh DM. Razlike smo testirali z Hi kvadrat testom in ugotovili, da je DM odvisen od načina gospodarjenja ($p = 0,01$). Večkrat se pojavi v negospodarskem gozdu, kar je razvidno tudi iz preglednice 16. V negospodarskem gozdu smo jih našli na 40 drevesih, kar predstavlja 5,4 % vseh dreves, v gospodarskem pa na 4 drevesih, kar predstavlja manj kot 1 % dreves (slika 29). Večkrat smo jih zasledili tudi na višini nižji od 4 m (preglednica 16).

Obstajajo tudi razlike znotraj območij. DM je najpogostejši na površini vetroloma v rezervatu, kjer smo ga našli na 20,9 % dreves. V rezervatu Kobile smo ga našli na 9,7 % dreves, v pragozdu na 1,5 % in v pragozdu na vetrolomni površini na 2,7 % dreves.

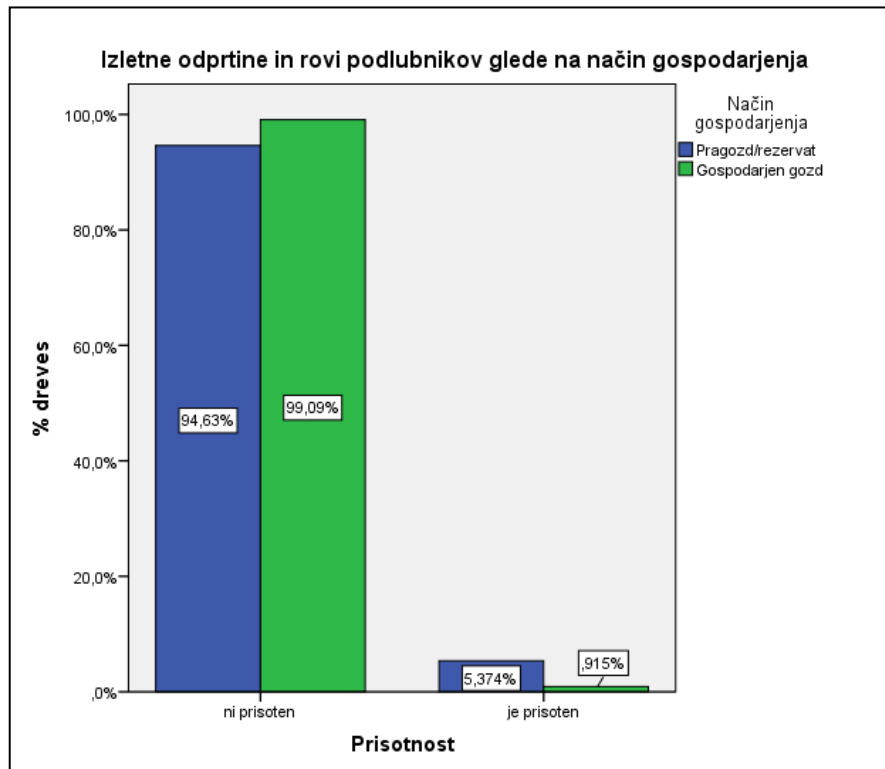
Stanje drevesa ima tudi pomemben vpliv na prisotnost DM. Na odmrlih drevesih je pogostejši kot na živih ($p < 0,001$), saj so odmrli drevesa v fazi razkroja in bolj dovzetna za različne škodljivce. Na živih drevesih ga skoraj nismo opazili, prisoten je le na 0,4 % živih dreves. Na odmrlih drevesih je prisoten v 62,2 %. Ugotovili smo tudi pozitivno korelacijo med DM izpostavljena beljava in DM izletne odprtine ter rovi

podlubnikov/žuželk. Spearmanov korelacijski koeficient znaša 0,325 ($p = 0,01$), kar pomeni šibko povezanost med spremenljivkama.

Od premera in drevesne vrste DM ni odvisen, pojavlja se tako na tanjših kot na debelejših drevesih in tako na buki kot na gorskem javorju.

Preglednica 16: Število in % izletnih odprt in rovi podlubnikov/žuželk glede na način gospodarjenja

		IZLETNE ODPRTINE IN ROVI PODLUBNIKOV		
		F	E1 $h < 4m$	E2 $h \geq 4m$
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	40	28	12
	% VSEH DM	3,2	2,3	1,0
GOSPODARSKI GOZD	SUM	4	3	1
	% VSEH DM	0,7	0,5	0,2
SKUPAJ	SUM	44	31	13
	% VSEH DM	2,4	1,7	0,7



Slika 29: Pogostost DM izletne odprtine in rovi podlubnikov/žuželk, glede na način gospodarjenja

5.8.6 Izpostavljena beljava in deli dreves brez skorje

DM izpostavljena beljava in deli dreves brez skorje je dokaj pogost DM. Skupno zavzema 19,3 % vseh DM (preglednica 17). Našli smo skupno 354 zaplat izpostavljene beljave na 180 drevesih, kar znaša 21,2 % vseh dreves.

Pogostejši je v gospodarskem gozdu, verjetno zaradi poškodb pri sečnji in spravilu. V gospodarskem gozdu ga najdemo na 24,7 % vseh dreves, v negospodarskem pa na 19 % dreves. Pogostejše so manjše zaplate brez skorje, ki imajo stopnjo razkroja < 3 .

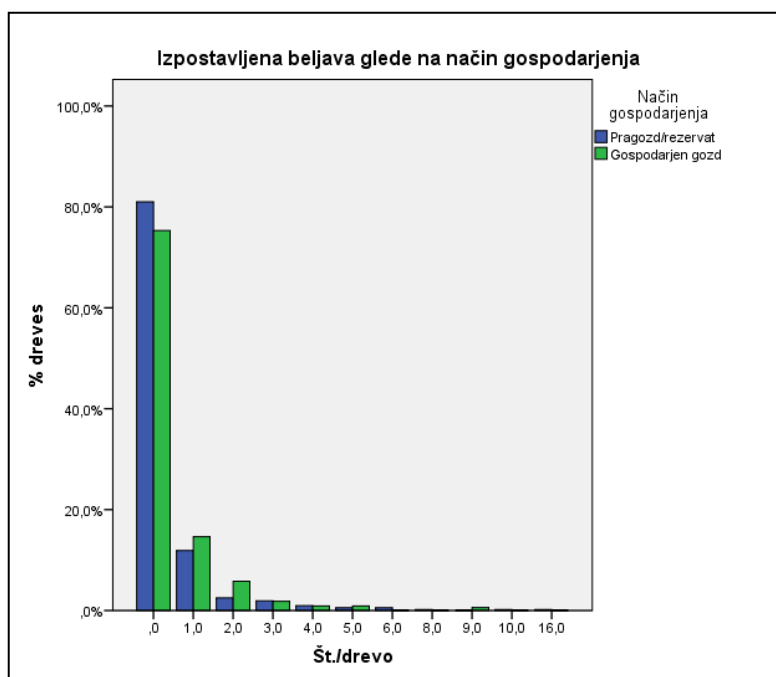
Obstajajo razlike znotraj skupine. V gospodarskem gozdu najdemo samo zaplate brez skorje, ki imajo stopnjo razkroja < 3 , ker verjetno drevo prej odstranijo in se razkroj ne nadaljuje. V negospodarskem gozdu pa najdemo tudi zaplate brez skorje, ki imajo stopnjo razkroja enako 3 (preglednica 17). Prav tako obstaja razlika v št. DM/drevo. V negospodarskem najdemo več omenjenega DM/drevo ($p < 0,05$), tudi do 16 zaplat (slika 30).

Obstajajo tudi razlike znotraj območij. Izpostavljeno beljavo največkrat zasledimo na površini vetroloma v rezervatu Kobile, kar je povezano z večjo količino sušic na tem območju. Tu smo našli 58 zaplat izpostavljene beljave na 21 drevesih, kar predstavlja 48,8 % dreves. V rezervatu na kontrolni površini smo DM našli na 29,3 % dreves, v pragozdu na 12,6 % dreves in v pragozdu na območju vetroloma na 6,8 % dreves.

DM je očitno odvisen od stanja drevesa, večkrat se pojavi na odmrlih drevesih ($p < 0,001$). Kar 95,6 % odmrlih dreves ima omenjeni DM. Od premera in drevesne vrste pa DM ni odvisen. Spearmanov koeficient znaša 0,027 in ne kaže odvisnosti med premerom in DM ($p > 0,05$).

Preglednica 17: Število in % DM izpostavljena beljava in deli dreves brez krošnje glede na način gospodarjenja

	IZPOSTAVLJENA BELJAVA	25- 600 cm ² , Stopnja razkroja < 3	> 600 cm ² , Stopnja razkroja < 3	25- 600 cm ² , Stopnja razkroja =3	> 600 cm ² , Stopnja razkroja =3
	F	F1	F2	F3	F4
PRAGOZD/REZERVAT SUM	205	122	44	23	16
% VSEH DM	16,6	9,9	3,6	1,9	1,3
GOSPODARSKI GOZD SUM	149	132	16	0	1
% VSEH DM	24,9	22,0	2,7	0,0	0,2
SKUPAJ SUM	354	254	60	23	17
% VSEH DM	19,3	13,9	3,3	1,3	0,9



Slika 30: Pogostost DM izpostavljena beljava, glede na način gospodarjenja

5.8.7 Razbrazdana in odstopajoča skorja (skorjini žepki)

Ta DM skupno znaša 7,1 % vseh DM. Pogostejši je v gospodarskem gozdu ($p < 0,05$), kjer smo našli tudi do 11 DM/drevo (slika 31). V gospodarskem gozdu smo DM zasledili na 7,3 % dreves, v negospodarskem gozdu pa na 3,7 % dreves. Najpogostejša podkategorija je H1: odstopajoča skorja na višini manj kot 4 m (preglednica 18).

Prav tako obstajajo razlike znotraj območij. DM je najpogostejši na površini vetroloma v rezervatu, kjer ga najdemo na 9,3% dreves. Dokaj pogost je tudi v gospodarskem gozdu (7,3 % dreves). Na ostalih območjih ga je manj (približno 3 %).

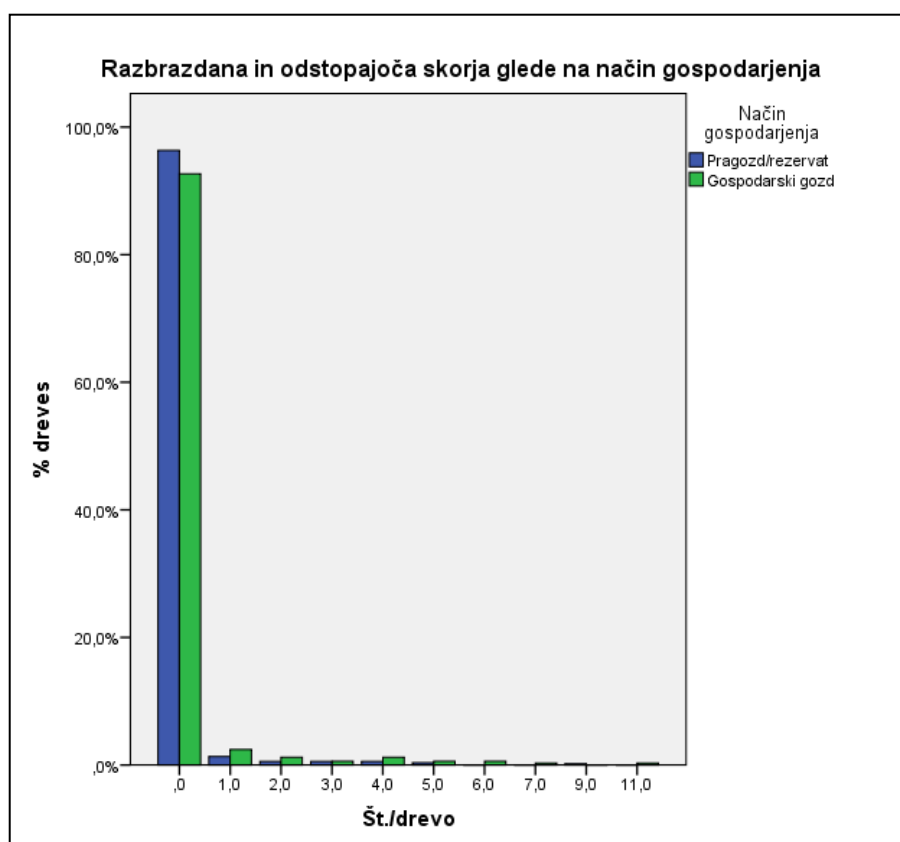
Obstajajo tudi razlike glede stanja dreves in drevesne vrste ($p < 0,001$). Večkrat se pojavi na odmrlih drevesih, tudi do 9/drevo. To je najverjetneje posledica trohnenja dreves, ko zaradi razgradnje lesa začne skorja odstopati in tvori t.i. žepke. Vendar to velja za podkategorijo odstopajoča skorja. Razbrazdane skorje na odmrlih drevesih nismo našli.

Razbrazdana in odstopajoča skorja se večkrat pojavi na gorskem javorju ($p < 0,001$). Ta ima že v osnovi skorjo bolj razbrazdano kot bukev. Posledica tega je, da se kažejo razlike med načinoma gospodarjenja, saj je zaradi pospeševanja drugih drevesnih vrst v gospodarskem gozdu več javorja, kot v negospodarskem. Podkategorijo H3 razbrazdana skorja smo našli večinoma na gorskem javorju (90 % razbrazdane skorje - 18 dreves). Na bukvi smo jo našli na 2 drevesih (10%). Bukev včasih tvori razbrazdano skorjo v visoki starosti.

Premjer drevesa ne vpliva na omenjeni DM. Spearmanov koeficient je 0,059.

Preglednica 18: Število in % DM razbrazdana in odstopajoča skorja glede na način gospodarjenja

		RAZBRAZDANA IN ODSTOPAJOČA SKORJA	Odstopajoča skorja (žepek), $h < 4$ m	Odstopajoča skorja (žepek), $h \geq 4$ m	Razbrazdana skorja
		H	H1	H2	H3
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	53	42	8	3
	% VSEH DM	4,3	3,4	0,6	0,2
GOSPODARSKI GOZD	SUM	78	53	8	17
	% VSEH DM	13,0	8,8	1,3	2,8
SKUPAJ	SUM	131	95	16	20
	% VSEH DM	7,1	5,2	0,9	1,1



Slika 31: Pogostost DM razbrazdana in odstopajoča skorja, glede na način gospodarjenja

5.8.8 Večje odmrle veje in drugi deli dreves/odmrta krošnja

Skupno smo našli 115 odmrlih vej na 89 drevesih; 8,5 % dreves z omenjenim DM v negospodarskem in 11,7 % dreves v gospodarskem gozdu. Najpogostejša podkategorija je I3 premer veje 10–20 cm, na višini ≥ 50 cm, veja ni izpostavljena soncu (preglednica 19).

S statističnimi metodami nismo zaznali razlik med načinoma gospodarjenja glede pogostosti pojavljanja DM ($p > 0,05$). So pa razlike glede maksimalnega števila DM/drevo. V negospodarskem gozdu se pojavi do 5/drevo, v gospodarskem pa največ do 2/drevo. Podkategoriji I2 in I4 v gospodarskem gozdu skorajda nismo našli.

Razlike so značilne glede na stanje dreves, večkrat se odmrle veje pojavijo na odmrlih drevesih ($p < 0,05$). DM ima nizko pozitivno povezanost s premerom, Spearmanov korelacijski koeficient znaša 0,172 ($p = 0,01$)

Razlike med drevesnima vrstama niso značilne, pojavlja se tako na bukvi kot na javorju.

Preglednica 19: Število in % DM večje odlomljene veje in drugi deli dreves, glede na način gospodarjenja

		VEČJE ODMRLE VEJE IN DRUGI DELI DREVES	Ø 10-20 cm, ≥ 50 cm, izpostavljeno soncu	Ø > 20 cm, ≥ 50 cm, izpostavljeno soncu	Ø 10-20 cm, ≥ 50 cm, ni izpostavljeno soncu	Ø > 20 cm, ≥ 50 cm, ni izpostavljeno soncu
		I	I1	I2	I3	I4
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	85	19	13	42	11
	% VSEH DM	6,9	1,5	1,1	3,4	0,9
GOSPODARSKI GOZD	SUM	30	15	1	14	0
	% VSEH DM	5,0	2,5	0,2	2,3	0,0
SKUPAJ	SUM	115	34	14	56	11
	% VSEH DM	6,3	1,9	0,8	3,1	0,6

5.8.9 Koreninske votline

Koreninske votline so eden izmed najpogostejših drevesnih mikrohabitata. Predstavljajo 33,7 % vseh najdenih DM. Skupno smo jih našli 618 na 270 drevesih. V negospodarskem gozdu na 31,9 % dreves, v gospodarskem pa na 31,7 % dreves. Največ je koreninskih votlinic, ki imajo premer < 10 cm, tistih večjih je manj (preglednica 20).

S statističnimi metodami ne zaznamo razlik glede pogostosti DM/drevo v načinu gospodarjenja ($p > 0,05$). Pojavijo pa se razlike glede največjega števila DM/drevo. V gospodarskem gozdu je št. votlinic/drevo nižje (do 5/drevo) kot v negospodarskem (do 9/drevo), kar je verjetno pogojeno z višjimi premeri dreves.

Prav tako nismo zaznali razlik v številu DM glede na stanje dreves ($p > 0,05$), pojavijo pa se razlike v največjem številu DM/drevo. Večje število DM/drevo najdemo na živih drevesih, kjer se votlinice pojavijo tudi do 9/drevo. Na odmrlih pa se jih pojavi do 5/drevo. Razlike obstajajo tudi med drevesnima vrstama bukev in gorski javor. Koreninske votlinice so pogostejše na bukvi.

Zanimalo nas je tudi, ali je omenjeni DM odvisen od naklona in premera. Ugotovitve so sledeče: DM od naklona ni odvisen, Spearmanov koeficient znaša 0,086 ($p = 0,05$), je pa odvisen od premera drevesa. Pearsonov koeficient korelacije znaša 0,649 ($p = 0,01$), kar pomeni srednjo povezanost med spremenljivkama. Z višjim premerom se povečuje tudi št. koreninskih votlinic/drevo.

Preglednica 20: Število in % DM koreninske votline glede na način gospodarjenja

		KORENINSKE VOTLINE		
		J	Ø < 10cm J1	Ø > 10 cm J2
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	426	337	89
	% VSEH DM	34,5	27,3	7,2
GOSPODARSKI GOZD	SUM	192	160	32
	% VSEH DM	32,1	26,7	5,3
SKUPAJ	SUM	618	497	121
	% VSEH DM	33,7	27,1	6,6

5.8.10 Trosnjaki gliv

Skupno smo našli 44 trosnjakov gliv na 34 drevesih, kar znaša 2,4 % vseh DM. Najpogostejša je bila podkategorija ostale glive, najmanj pogosta pa *P. ostreatus* (bukov ostrigar). Ostalih gliv zaradi pomanjkanja časa in zahtevnosti metod nismo določevali. DM trosnjaki gliv v negospodarskem gozdu predstavlja 2,8 % vseh DM, v gospodarskem pa 1,7 % (preglednica 21).

S statističnimi metodami nismo zaznali razlik glede prisotnosti DM med načinoma gospodarjenja in drevesno vrsto ($p > 0,05$). Trosnjake smo našli na bukvi in gorskem javorju. V negospodarskem gozdu so trosnjaki gliv prisotni na 4,6 % dreves, v gospodarskem pa na 3 % dreves. Obstajajo pa razlike znotraj skupine. Bukove kresilke (*F. fomentarius*) v gospodarskem gozdu nismo našli, v negospodarskem smo jo našli na 13 drevesih. Glede ostalih podkategorij večjih razlik ni. Bukova kresilka in bukov ostrigar sta prisotna samo na bukvi, na javorju smo našli druge vrste gliv. DM prav tako ni odvisen od premera drevesa.

Bolj kot od načina gospodarjenja, premera in drevesne vrste, je prisotnost DM odvisna od stanja drevesa ($p < 0,001$). Trosnjake gliv smo večkrat našli na odmrlih drevesih kot na živih (37,8 % odmrlih dreves je imelo omenjeno glivo). Delež živih dreves s trosnjaki znaša 2,1 %.

Preglednica 21: Število in % DM trosnjaki gliv glede na način gospodarjenja

		TROSNJAKI GLIV	Fomes fomentarius	Pleurotus ostreatus	Druge glive
		K	K1	K2	K3
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	34	13	2	19
	% VSEH DM	2,8	1,1	0,2	1,5
GOSPODARSKI GOZD	SUM	10	0	1	9
	% VSEH DM	1,7	0,0	0,2	1,5
SKUPAJ	SUM	44	13	3	28
	% VSEH DM	2,4	0,7	0,2	1,5

Na pojav trosnjakov gliv vplivajo tudi naravne motnje. Večje število dreves s trosnjaki smo zasledili na vetrolomni površini v rezervatu Kobile, kjer je bilo tudi najvišje število dreves z bukov kresilko (16,3 %). V rezervatu Kobile na kontrolni površini, je imelo 3,8 % dreves bukov kresilko, v pragozdu Ravna gora pa 0,4 % dreves. Na vetrolomni površini v

pragozdu smo zasledili samo eno drevo na katerem je bila prisotna gliva neznane vrste, tam bukove kresilke nismo našli, prav tako ne v gospodarskem gozdu.

5.8.11 Epifiti

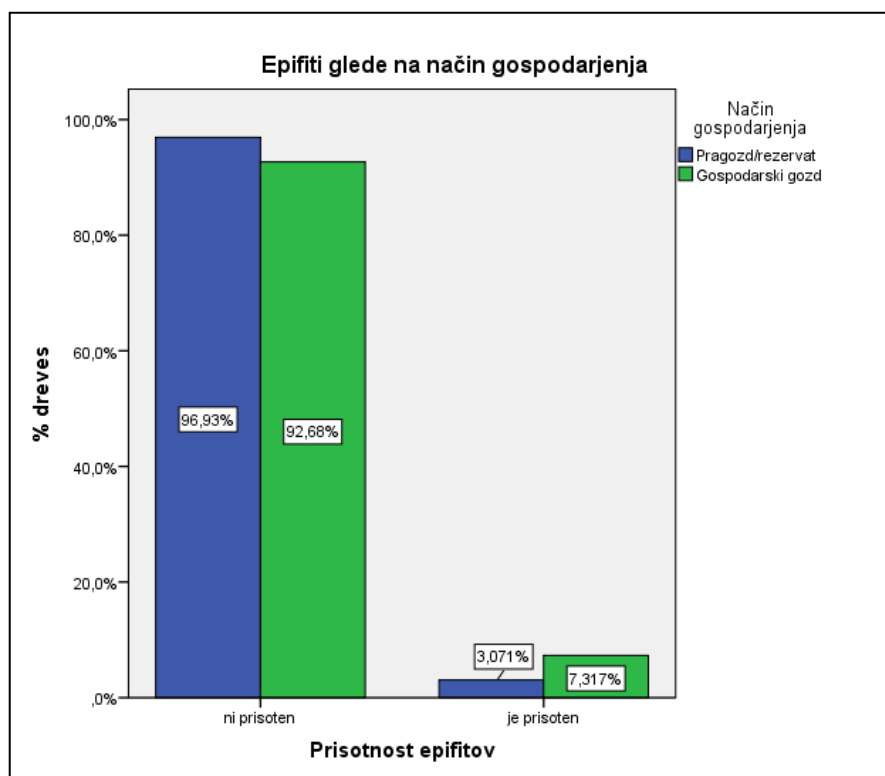
Epifiti niso številčen DM. Našli smo jih na 40 drevesih, kar znaša 2,2 % vseh DM. Večina opaženih epifitov so bili mahovi, lišaje smo našli samo na enem drevesu v negospodarskem gozdu. Ovijalk na površini > 25 % drevesa nismo opazili (preglednica 22).

Razlike med načinoma gospodarjenja so očitne ($p > 0,05$). Več epifitnih rastlin se nahaja v gospodarskem gozdu (7,3 % dreves, slika 32), kar je verjetno povezano z višjim številom gorskega javorja, ki ima bolj razbrazdano skorjo, ki je za epifite bolj ugodna. To potrjuje tudi Spearmanov korelacijski koeficient, ki znaša 0,259 ($p = 0,01$) ter kaže na nizko pozitivno korelacijo med razbrazdano skorjo in epifiti.

DM od stanja drevesa in premera ni statistično odvisen ($p > 0,05$), se pa večkrat pojavi na živih drevesih (4,9 %) kot na odmrlih (2,2 %). Odvisen je od drevesne vrste ($p < 0,05$). Epifiti se večkrat pojavijo na javorju (11,8 % dreves) kot na bukvi (2,2 % dreves).

Preglednica 22: Število in % DM epifiti, glede na način gospodarjenja

		EPIFITI	mahovi > 25%	Lišaji > 25%	Ovijalke > 25%
		L	L1	L2	L3
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	16	15	1	0
	% VSEH DM	1,3	1,2	0,1	0,0
GOSPODARSKI GOZD	SUM	24	24	0	0
	% VSEH DM	4,0	4,0	0,0	0,0
SKUPAJ	SUM	40	39	1	0
	% VSEH DM	2,2	2,1	0,1	0,0



Slika 32: Pogostost DM epifiti, glede na način gospodarjenja

5.9 POTENCIALNI DREVESNI MIKROHABITATI

5.9.1 Rakave tvorbe

Rakave tvorbe niso pogost DM. Skupno smo jih našli 30 na 19 drevesih, kar znaša manj kot 1 % potencialnih DM (preglednica 23). Največ je bilo manjših, posameznih tvorbo v začetni fazi bolezni.

S statističnimi analizami nismo zaznali razlik v številu obolelih dreves med načinoma gospodarjenja ($p > 0,05$). Malo več DM je v negospodarskem gozdu, kjer najdemo do 5 rakavih tvorbo/drevo, na 2,5 % dreves. V gospodarskem gozdu smo našli do 2/drevo, na 1,9 % dreves. Obstajajo pa razlike znotraj kategorije. V gospodarskem gozdu smo našli samo posamezne tvorbe v začetni fazi obolenja, v pragozdu in rezervatu pa tudi že napredna obolenja (preglednica 23).

Prav tako nismo zaznali razlik glede stanja dreves in drevesne vrste ($p > 0,05$). Tudi premer drevesa ne vpliva na pojav tega DM. Spearmanov koeficient korelacije znaša 0,032.

Preglednica 23:Št. in % rakavih tvorbo, glede na način gospodarjenja

		RAKAVE TVORBE	Posamezna tvorba, začetna faza	Srednja faza	Napredna faza	Končna faza
		O	O1	O2	O3	O4
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	22	15	1	2	4
	% POTENCIALNIH DM	0,74	0,50	0,03	0,07	0,13
GOSPODARSKI GOZD	SUM	8	8	0	0	0
	% POTENCIALNIH DM	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00
SKUPAJ	SUM	30	23	1	2	4
	% POTENCIALNIH DM	0,53	0,41	0,02	0,04	0,07

5.9.2 Manjše odlomljene/odmrle veje

So najštevilčnejši potencialni DM. Skupno smo jih našli 4933 na 711 drevesih, kar pomeni, da jih najdemo skoraj na vsakem drevesu. Skupno predstavljajo 87,6 % vseh potencialnih DM. Najpogostejše so odlomljene/odmrle in trohneče veje premera < 5 cm, večjih vej je manj (preglednica 24).

Več odlomljenih/odmrlih vej smo zasledili v gospodarskem gozdu ($p < 0,001$), kjer smo jih našli tudi do 29/drevo, na 95,7 % dreves. Tako visoka številčnost je verjetno posledica poškodb pri sečnji. V pragozdu in rezervatu jih je manj, našli smo jih do 25/drevo in na 76,2 % dreves.

Več DM smo našli na živih drevesih ($p < 0,001$). Od premera in drevesne vrste DM ni odvisen ($p > 0,05$).

Preglednica 24: Št. in % DM manjše odlomljene/odmrle veje, glede na način gospodarjenja

		MANJŠE ODLOMLJENE VEJE						
		P	Zelena < 5cm P1	Odlomljena/odmrta < 5cm P2	Trohneča < 5cm P3	Zelena ≥ 5 cm P4	Odlomljena/odmrta ≥ 5cm P5	Trohneča ≥ 5cm P6
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	2665	43	623	1064	68	514	353
	% POTENCIALNIH DM	89,1	1,4	20,8	35,6	2,3	17,2	11,8
GOSPODARSKI GOZD	SUM	2268	45	789	631	69	505	229
	% POTENCIALNIH DM	85,9	1,7	29,9	23,9	2,6	19,1	8,7
SKUPAJ	SUM	4933	88	1412	1695	137	1019	582
	% POTENCIALNIH DM	87,6	1,6	25,1	30,1	2,4	18,1	10,3

5.9.3 Dvojno deblo

Našli smo 333 dvojnih debel na 267 drevesih, kar znaša 5,9 % vseh potencialnih DM (preglednica 25). Največ je bilo dvojnih debel na višini višji od 1,5 m. V gospodarskem gozdu je ta DM številčnejši ($p < 0,001$). To je lahko posledica nižjih premerov in starosti drevesa. V negospodarskem gozdu dosegajo drevesa višji premer in starost, zato so tudi bolj razvejana in posledično dvojno deblo ne pride do izraza tako, kot pri drevesih z nižjim premerom. Najpogosteje smo našli na drevesu eno dvojno deblo, največ pa tri.

V gospodarskem gozdu smo DM opazili na 48,5 % dreves, v negospodarskem pa na 20,4 % dreves.

DM je odvisen tudi od stanja drevesa ter premera. Večkrat se pojavi na živih drevesih (32 % dreves), kot na odmrlih (8,9 % dreves). Spearmanov korelacijski koeficient za premer in DM dvojno deblo znaša 0,404 ($p = 0,01$), kar pomeni srednjo pozitivno korelacijo med spremenljivkama. Od drevesne vrste ni odvisen, pojavlja se na bukvi in javorju.

Preglednica 25: Število in % potencialnega DM, dvojno deblo

		DVOJNO DEBLO		
		Q	h < 1,5m Q1	h ≥ 1,5m Q2
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	121	10	111
	% POTENCIALNIH DM	4,0	0,3	3,7
GOSPODARSKI GOZD	SUM	212	14	198
	% POTENCIALNIH DM	8,0	0,5	7,5
SKUPAJ	SUM	333	24	309
	% POTENCIALNIH DM	5,9	0,4	5,5

5.9.4 Manjše razpoke na skorji

Niso prav pogoste, našli smo jih 148 na 48 drevesih, kar znaša 2,6 % vseh potencialnih DM. Pogostejše so razpoke manjše od 10 cm (preglednica 26).

Pogostejše pa v gospodarskem gozdu, našli smo jih na 10,4 % dreves, do 11/drevo. V negospodarskem gozdu smo jih našli na 2,7 % dreves, do 13 razpok/drevo.

DM je odvisen od načina gospodarjenja in od stanja drevesa. Pogostejši je v gospodarskem gozdu ($p < 0,001$) in na živih drevesih ($p < 0,001$). Na odmrlem drevju ga praktično ni. Od premera in drevesne vrste ni odvisen. Našli smo ga na drevesih z nižjim in višjim premerom ter na bukvi in javorju.

Preglednica 26: Število in % potencialnega DM manjše razpoke na skorji, glede na način gospodarjenja

		MANJŠE RAZPOKE NA SKORJI		
		R	< 10cm R1	≥ 10cm R2
PRAGOZD/REZERVAT	SUM	36	34	2
	% POTENCIALNIH DM	1,2	1,1	0,1
GOSPODARSKI GOZD	SUM	112	71	41
	% POTENCIALNIH DM	4,2	2,7	1,6
SKUPAJ	SUM	148	105	43
	% POTENCIALNIH DM	2,6	1,9	0,8

5.9.5 Nepopolno zaprtje poškodb

Ta DM ni pogost, skupno smo našli 39 nepopolno zaprtih poškodb na 28 drevesih, kar znaša 0,7 % vseh potencialnih DM. Na 2,5 % dreves smo jih našli v negospodarskem gozdu, na 4,6 % dreves pa v gospodarskem. Pogostejše so bile lažje, že skoraj zaprte poškodbe. Težjih poškodb nismo našli (preglednica 27).

S statističnimi analizami razlik med načinoma gospodarjenja glede pogostosti nepopolno zaprtih poškodb, nismo zaznali ($p > 0,05$). Maksimalno število nepopolno zaprtih poškodb na drevo je 4. V negospodarskem gozdu smo našli samo eno tako drevo, v gospodarskem pa največ 3/drevo.

DM je odvisen od stanja dreves ($p < 0,001$), najdemo ga samo na živih drevesih. Od premera in drevesne vrste ni odvisen, saj smo ga našli na bukvi in na javorju ter na drevesih različnih debelin.

Preglednica 27: Število in % DM nepopolno zaprtje poškodbe glede na način gospodarjenja

	NEPOPOLNO ZAPRTJE POŠKODBE			
	S	Lažja poškodba S1	Srednje težka poškodba S2	Težka poškodba S3
PRAGOZD/REZERVAT SUM	20	15	5	0
% POTENCIALNIH DM	0,7	0,5	0,2	0,0
GOSPODARSKI GOZD SUM	19	14	5	0
% POTENCIALNIH DM	0,7	0,5	0,2	0,0
SKUPAJ SUM	39	29	10	0
% POTENCIALNIH DM	0,7	0,5	0,2	0,0

5.9.6 Izbokline

Izbokline predstavljajo 2,6 % potencialnih DM. Našli smo jih 149 na 61 drevesih. Od tega 128 na 50 drevesih v pragozdu/rezervatu in 21 na 11 drevesih v gospodarskem gozdu. Malo pogostejše so izbokline na višini višji od 4 m, vendar med podkategorijama (preglednica 28) ni večjih razlik.

Obstajajo značilne razlike med načinoma gospodarjenja. DM je pogostejši v negospodarskem gozdu ($p < 0,01$), kjer ima izbokline 9,6 % dreves. Tu smo jih našli tudi do 14/drevo. V negospodarskem gozdu ima izbokline samo 3,4 % dreves, največ do 4/drevo.

DM je pogostejši na živih drevesih (našli smo ga na 7,5 % živih dreves). Odmrlih dreves z izboklinami je 2,2 %. Na bukvi so izbokline pogostejše kot na javorju. Najdemo jih do 14/drevo, pri javorju pa do 2/drevo.

Spearmanov korelacijski koeficient kaže na nizko pozitivno odvisnost med izboklinami in premerom. Vrednost korelacijskega koeficienta znaša 0,208 ($p = 0,01$).

Preglednica 28: Št. in % DM izbokline glede na način gospodarjenja

	IZBOKLINE		
	T	$h < 4m$ T1	$h \geq 4m$ T2
PRAGOZD/REZERVAT SUM	128	56	72
% POTENCIALNIH DM	4,3	1,9	2,4
GOSPODARSKI GOZD SUM	21	12	9
% POTENCIALNIH DM	0,8	0,5	0,3
SKUPAJ SUM	149	68	81
% POTENCIALNIH DM	2,6	1,2	1,4

6 RAZPRAVA

V treh bukovih gozdovih v Sloveniji smo ugotavljali prisotnost, gostoto in raznolikost drevesnih mikrohabitata. Zanimalo nas je, ali so odvisni predvsem od načina gospodarjenja, zato smo v analizo zajeli gozdni rezervat in pragozdni ostanek, kjer se ni gospodarilo že vrsto let ter gozd, v katerem se gospodari redno. Poleg tega smo ugotavljali tudi, kakšne so razlike v DM glede na naravne motnje, stanje drevesa, premer in drevesno vrsto.

Rezultati raziskav v Evropi so primerljivi z našimi rezultati. V splošnem ni večjih razlik (ali pa so te majhne) med gospodarskim in negospodarskim gozdom glede gostote in raznolikosti drevesnih mikrohabitata. Če razlike obstajajo, so le-te v prid negospodarskemu gozdu. Poleg gospodarjenja nanje vplivajo tudi naravne motnje, drevesna vrsta, premer in stanje drevesa. Dreves z več habitati ter odmrlih dreves je več v gozdovih, v katerih se ne gospodari. Vpliv gospodarjenja se kaže predvsem v habitatih, ki so posledica poškodb sečnje in spravila lesa.

6.1 DREVESNI MIKROHABITATI IN HABITATNA DREVESA GLEDE NA NAČIN GOSPODARJENJA

Že osnovni podatki raziskovanih sestojev nam nazorno kažejo na način gospodarjenja. Negospodarski gozdovi imajo večje število stoječih odmrlih dreves, več debelejših dreves in več bukve v sestoji, kar so ugotovili tudi Vuidot in sod. (2012) in Larrieu in sod., (2012).

Ko smo testirali razlike med načinom gospodarjenja, smo ugotovili, da te niso statistično značilne za saproksilne in epiksilne DM, kar pomeni, da način gospodarjenja nanje ne vpliva. Če pogledamo povprečne vrednosti, so le-te malo višje v negospodarskem gozdu (2,4 DM/drevo : 1,8 DM/drevo, preglednica 2). Če bi iz analize izključili površino vetroloma v pragozdu, ki ima najnižjo povprečno vrednost DM/drevo (0,8), bi bile vrednosti v negospodarskih gozdovih višje (3,3 DM/drevo) in razlike očitnejše. Vendar je vetrolom del naravnega razvoja pragozda, zato smo ga v analizi upoštevali.

Vuidot in sod. (2012) ter Larrieu in sod. (2012) so v svoji raziskavi, podobno kot mi ugotovili, da imajo območje raziskave, drevesna vrsta in vitalnost drevesa, večji vpliv na število DM/drevo, kot način gospodarjenja. Stoječa odmrli drevesa imajo prevladujočo vlogo glede prisotnosti DM, kar so odkrili tudi Bull in sod. (1997). Larrieu in sod. (2012) so v negospodarskem gozdu ugotovili, da je 29 % dreves z mikrohabitati in 90 % dreves z glivami, odmrlih dreves. Vuidot in sod. (2012) so prav tako našli več DM/drevo na odmrlih drevesih (2,8) kot na živih (1,6).

Povprečna vrednost DM/drevo, ki so jo v gospodarskem gozdu ugotovili Vuidot in sod. (2012), znaša 2,2, v negospodarskem pa 2,1 DM/drevo. Hrast ima največ DM (2,7), bukev jih ima povprečno 2,2 DM/drevo. Št. mikrohabitatov/drevo se povečuje s prsnim premerom drevesa.

Ugotovili so, da se prisotnost vejnih in debelnih votlin povečuje s premerom drevesa, česar naši rezultati ne potrjujejo, saj smo jih našli tudi na tanjših drevesih. Kot mi, so tudi omenjeni avtorji ugotovili, da je prisotnost gliv in votlin ptic močno odvisna od stanja drevesa, več jih je na odmrlem drevju (21 % in 29 % dreves), na živih pa na 2 % dreves. Rakave tvorbe so odvisne predvsem od drevesne vrste, največ so jih našli na smreki in jelki (16 %), na bukvi samo na 0,8 % dreves.

Winter in Möller (2008) sta prišla do drugačnih ugotovitev. V referenčnem sestoju (gozd, v katerem se ne gospodari več kot 30 let in več kot 150 let) sta ugotovila višjo gostoto in raznolikost DM kot v gospodarjenem in nedavno negospodarjenem (sestoji, v katerih se ne gospodari 60 let in manj ter 2 naravno gospodarjena sestoja) gozdu. Gostota in raznolikost DM v gospodarjenem in nedavno negospodarjenem gozdu sta dosegli manj kot polovico vrednosti referenčnih sestojev.

Larrieu in sod. (2012) so ugotovili, da ima bukev več DM kot jelka. Pri bukvi so našli DM v vseh debelinskih razredih, pri jelki pa samo pri višjih debelinah. Prav tako je imela bukev v višjih debelinskih razredih dvakrat več DM kot pri nižjih. Pomembno vlogo pri zagotavljanju DM naj bi imele tudi druge drevesne vrste, kot so češnja, lipa in tisa, še posebej za razpoke in izpostavljeno beljavo. Najpogostejši DM, ki so jih našli, so bile votline, najmanj pa je bilo razpok.

Mi smo ugotovili srednjo/zmerno pozitivno korelacijo med premerom in gostoto ter raznolikostjo saproksilnih in epiksilnih DM. Prav tako smo ugotovili, da ima bukev več habitatov kot gorski javor ter, da ostale drevesne vrste prav tako veliko prispevajo k gostoti in raznolikosti le-teh, saj so bile pogosto slabše kakovosti in so imele posledično več DM. V naši raziskavi so bili najpogostejši DM koreninske votline, izpostavljena beljava, vejne votline ter manjše odlomljene veje, najmanj pa je bilo vodnih votlinic, rakavih tvorbov in nepopolno zaprtih poškodb. Da so vodne votlinice redke v naravnih mešanih gozdovih, so ugotovili tudi Larrieu in sod. (2012).

Zaradi posledic gospodarjenja (poškodbe in pospeševanje drugih drevesnih vrst) se v gospodarskem gozdu lahko pojavljajo drugačni DM kot v negospodarskem. Tako npr. v gospodarskem gozdu primanjkuje habitatov vezanih na odmrlo drevje, kot so: votline ptic, izletne odprtine in rovi podlubnikov/žuželk ter nekatere glive, npr. bukova kresilka. So pa bolj pogosti izpostavljena beljava, razbrazdana skorja in posledično epifiti.

Podobno so ugotovili tudi Larrieu in sod. (2012); v gospodarskem gozdu zaradi gospodarjenja primanjkuje dreves z votlinami, razpokami in glivami. Po drugi strani pa gospodarjenje zaradi poškodb pozitivno vpliva na nastanek DM, kot sta vodne votline in izpostavljena beljava, pri čemer sta ta dva mikrohabitata veliko bolj pogosta na bukvi kot na jelki. V našem primeru je v negospodarskem gozdu poleg votlin ptic, izletnih odprt in rogov podlubnikov/žuželk ter gliv več tudi vejnih votlin ter večjih odlomljenih vej. Prav tako so tam pogostejša habitatna drevesa, kar navajata tudi Winter in Möller (2008). Našli smo jih samo v negospodarskem gozdu in to predvsem v rezervatu Kobile. To so bila večinoma odmrta bukova drevesa višjih premerov in z višjim številom in raznolikostjo DM.

Tudi če DM niso kazali značilnih razlik med načinoma gospodarjenja (npr. vodne votline, debelne votline, koreninske votline, večje odmrle veje ter deli dreves, rakave tvorbe in nepopolno zaprtje poškodb), so obstajale razlike v največjem številu teh DM/drevo. Na drevesih v negospodarskem gozdu smo vedno našli večje št. DM/drevo. Npr. št. koreninskih votlinic v gospodarskem gozdu znaša do 5/drevo, v negospodarskem pa do 9/drevo, št. rakavih tvorbov v gospodarskem do 2/drevo, v negospodarskem pa do 5/drevo. Prav tako smo v negospodarskem gozdu našli bolj stare in razkrojene tvorbe, v gospodarskem pa samo posamezne, v začetni fazi.

V negospodarskem gozdu smo našli do 33 DM/drevo ter do 8 kategorij/drevo, v gospodarskem pa do 11 DM/drevo ter do 4 kategorije/drevo. Winter in Möller (2008) sta prav tako našla največ kategorij/drevo (do 7) v referenčnem sestoju (gozd, v katerem se ne gospodari), do 5 kategorij/drevo pa sta našla v gospodarskem in nedavno negospodarjenem gozdu.

Ugotovili smo, da način gospodarjenja vpliva na potencialne DM. Teh je veliko več v gospodarskem gozdu, kar je verjetno posledica poškodb pri sečnji in spravilu dreves. Tako se v gospodarskem gozdu večkrat pojavijo DM: manjše odlomljene veje, dvojno deblo in manjše razpoke na deblu. Izboklin na drevesih pa je več v negospodarskem gozdu, verjetno zaradi višjih premerov dreves.

6.2 DREVESNI MIKROHABITATI IN NARAVNE MOTNJE

Ugotovili smo, da obstajajo razlike v številu in raznolikosti saproksilnih in epiksilnih DM/drevo po posameznih območjih raziskave (preglednica 2). Največ in največja raznolikost je v rezervatu Kobile na površini naravne motnje, kjer je tudi visoka gostota odmrlega drevja, najmanj pa na površini vetroloma, v pragozdu Ravna gora, kjer je odstotek odmrlega stoječega drevja nižji, prav tako pa so nižji tudi premeri dreves.

Ravno obratno pa velja za potencialne DM. Povprečne vrednosti so najvišje v Ravni gori na vetrolomni površini ter v gospodarskem gozdu. Visoke vrednosti povprečij v gospodarskem gozdu so verjetno posledica gospodarjenja. Pri sečnji in spravilu se drevesa poškodujejo in nastanejo lahko DM, kot so izpostavljena beljava in odlomljene veje. Prav tako je lahko visoko število in raznolikost potencialnih DM na površini vetroloma v pragozdu posledica poškodb zaradi naravne motnje.

Zanimivo je, da imajo na območju vetroloma v pragozdu mlajša drevesa, z nižjim prsnim premerom, visoke povprečne vrednosti potencialnih DM/drevo. Iz teh podatkov lahko sklepamo, da imajo debelejša in starejša drevesa večje število in raznolikost saproksilnih in epiksilnih DM/drevo ter manjše št. potencialnih DM; mlajša in tanjša drevesa pa večje število in raznolikost potencialnih DM/drevo in nižje število dejanskih DM. V negospodarskem gozdu imajo potencialni DM vse možnosti, da se razvijejo v saproksilne DM, medtem ko v gospodarskem gozdu zaradi gospodarjenja drevo prej posekajo.

Kako pomemben je vpliv naravnih motenj (predvsem vetroloma) na drevesne mikrohabitate, odmrla drevesa in na značilnosti sestoja, v svojem delu opisuje Mitchell (2013). Vetrolomi s svojo močjo ruvajo in lomijo drevesa ter s tem povzročajo poškodbe na drevesih, kar je zelo ugodno za nastanek DM. Poleg tega po vetrolomu ostanejo velike količine stoječih in ležečih odmrlih dreves, kar pozitivno vpliva na biodiverzitetu gozda. Še posebno so večje površinske motnje pomembne za ptice, saj ustvarjajo habitate, ki jim ustrezajo bolj, kot habitati, ki nastanejo ob posameznem odmiranju dreves (Bütler in sod., 2013).

Pri popisu belohrbtega detla ... (2014) je bilo ugotovljeno, da je njegova gostota najvišja v rezervatu Kobile, v okoliških gozdovih in v pragozdu Ravna gora pa ga niso zasledili. Za belohrbtega detla je še posebej pomembna količina odmrlih bukovih dreves, ker je prebivalec predvsem terminalne faze bukovij (Jerina in sod., 2012). Czeszczewik in Walankiewicz (2006) sta ugotovila, da je verjetnost pojavljanja vrste pogojena z debelejšimi sušicami listavcev, katerih naj bi bilo povprečno vsaj 17/ha. To predlagata tudi kot ciljno vrednost pri gospodarjenju.

Rezultati naših raziskav potrjujejo ugotovitve Popisa belohrbtega detla (2014). Št. stoječih odmrlih dreves/ha je najvišje v rezervatu Kobile (povprečno 30,5/ha), kjer je tudi največ votlih ptic (69/ha). V pragozdu, če ne upoštevamo vetrolomne površine, znaša št. sušic/ha 8,8, kar je tudi posledica dejstva, da je sestoj v optimalni fazi. Posledično je manjše tudi št. votlin ptic (20/ha). Najnižje vrednosti so v gospodarskem gozdu, kjer je 5,6 sušic/ha, št. votlin ptic pa le 2,2/ha. Tudi Müller in sod., (2007) ter Boncina (2000) so ugotovili, da ima gospodarjenje negativen vpliv na vrstno pestrost ptic, ki gnezdijo v duplih.

Mi smo prav v rezervatu Kobile zasledili največje število in raznolikost DM/drevo in največ votlin ptic, ki so nastale zaradi iskanja hrane. V pragozdu pa smo našli poleg votlin, ki so nastale zaradi hranjenja, tudi večje votline (premer > 10 cm, volumen > 15 litrov), ki so primerne za gnezdenje. Vendar zaradi slabega poznavanja vrst ptic ne moremo kvalificirati vrste, ki je te votline naredila.

6.3 DREVESNI MIKROHABITATI V GOZDNEM REZERVATU KOBILE IN PRAGOZDU RAVNA GORA, BREZ VETROLOMNIH POVRŠIN

Med obema zavarovanima območjema (brez vetrolomnih površin) razlik glede gostote DM/drevo nismo zaznali, smo pa ugotovili razlike glede raznolikosti. Večja raznolikost DM/drevo je v rezervatu Kobile.

V pragozdu smo našli več votlin zaradi odpadlih vej, v rezervatu pa več izpostavljene beljave, izletnih odprt in rovov podlubnikov ter trosnjakov gliv. To je verjetno tudi posledica večjega števila odmrlega drevja v rezervatu, saj se ti DM v veliki meri pojavljajo na odmrlem drevju. To je verjetno tudi posledica dejstva, da je sestoj v rezervatu v terminalni fazi staranja, kar pomeni, da drevesa dosegajo mejo fiziološke starosti, vitalnost sestoja upade, pojavijo se bolezni. Tak sestoj je tudi bolj dovzeten za delovanje naravnih motenj (veter, sneg, insekti, Diaci, 2006).

Potencialnih DM je več v pragozdu, večja je tudi raznolikost le-teh. Tam je prav tako več dreves z odlomljenimi vejami in z nepopolnim zaprtjem poškodb.

6.4 PRIPOROČILA ZA GOSPODARJENJE

Gospodarjenje negativno vpliva na nekatere DM, vezane na odmrlo drevje, kar bi se dalo enostavno rešiti s puščanjem stoječih odmrlih in habitatnih dreves v gozdu. Po priporočilih Czeszczewik in Walankiewicz (2006), vsaj 17/ha.

Pri nas že vrsto let z gozdovi gospodarimo sonaravno in smo glede tega v prednosti pred nekaterimi drugimi državami, ki se ne poslužujejo takšnega načina gospodarjenja. Prav tako imamo z zakonodajo določeno, da je potrebno ohranjati biotsko raznovrstnost gozdov z načrtnim puščanjem odmrlega lesa, uravnoteženo debelinsko strukturo in drugimi priporočili. V sestoji naj bi se pustilo vsaj 3 % odmrlega lesa glede na lesno zalogo, še posebej drevesa, debelejša od 30 cm. Prav tako naj bi se v sestoji puščalo habitatno drevje in prepuščalo del gozda naravnemu razvoju. Biotsko ravnoesje pa se poleg ostalih kazalcev ocenjuje tudi na podlagi podatkov o količini odmrlega lesa (Pravilnik o varstvu gozdov, 2009).

Kljub zglednemu gospodarjenju in puščanju odmrle lesne mase in habitatnih dreves v gospodarskih gozdovih, so vrednosti le-teh še vedno nizke, kar v svoji raziskavi ugotavlja tudi Grce (2012). Še posebej so nizke vrednosti stoječega odmrlega drevja, kar smo ugotovili tudi sami. Posledično je manj tudi saproksilnih DM.

Tudi Diaci (2006) omeni, kako pomembno je staro in odmrlo drevje za biotsko pestrost in stabilnost gozdnega ekosistema. Navaja, da v Sloveniji dosegamo in presegamo minimalne zahteve pri tanjših dimenzijah, zelo pa primanjkuje takšnih močnejših dreves. Predlaga, da bi morali trajno ohranjati 1–2 močnejši stari ali odmrli drevesi na hektar v vseh gospodarskih gozdovih, ne glede na lastništvo.

V našem primeru smo v gospodarskem gozdu zabeležili 5,6 odmrlih dreves/ha, najdebelejše odmrlo drevo pa je v prsnem premeru merilo 68,5 cm, kar je premalo glede na priporočila. To potrjuje tudi dejstvo, da v gospodarskem gozdu skoraj nismo našli votlin ptic (samo dve manjši, ki sta nastali zaradi hranjenja).

Bütler in sod. (2013) podajajo naslednja priporočila za gospodarjenje, ki naj bodo vključena v vsa gozdna opravila (od nege do sečnje):

- V sestoji se pusti vsaj 5–10 habitatnih oz. odmrlih dreves, ki so nosilci mikrohabitatov.
- Priporoča se kombinacija razpršenega in agregiranega ohranjanja takih dreves. Tako se posnema naravno odmiranje dreves in naravne motnje, ki prizadenejo večjo površino.
- Drevesa, ki jih ohranjamo, morajo biti ustrezno označena, da jih zaščitimo pred sečnjo.
- Poleg habitatnih dreves bi bilo potrebno ob vsakem posegu v gozd ohranjati tudi drevesa, ki kažejo potencial, da bodo v prihodnosti habitatna.
- Na ravni upravljanja bi bilo potrebno ohranjati ekocelice v velikosti nekaj hektarjev, kjer se sestoj prepusti naravnemu razvoju.

Papež (2005) prav tako poudarja pomembnost velikih lesnih ostankov ter habitatnih dreves v gozdu in podaja naslednja priporočila:

- Delež stoječe odmrle lesne biomase naj bi znašal 2-5 % lesne zaloge oddelka/odseka.
- Habitatno in odmrlo drevje se v sestojih pušča načrtno, za drevje, ki še ima tehnološko vrednost, lahko lastnik dobi tudi odškodnino.
- V državnih gozdovih se 5-10 % površine nameni začasnim zatočiščem, ki bi jih izločili iz gospodarjenja za 20-30 let. Na taki površini pa se kot prihranjence in izbrance pušča in neguje tudi nekvalitetno habitatno drevje.
- Puščanje starejšega in debelejšega drevja ter velikih lesnih ostankov bi moralo biti bolj poudarjeno.

Perušek (2004) navaja, da je veliko vrst ptic prilagojenih na raznomerne gozdove s prevladujočo fazo debeljaka, kjer imajo obilo hrane in primerna drevesa za gnezdenje. Nekatere ptice si na visokih drevesih zgradijo gnezda, druge pa so vezane na razpadajoča odmrla drevesa z dupli. Minimalne debelinske stopnje dreves, kjer lahko določene vrste ptic duplaric še gnezdiijo, so naslednje:

- 10. debelinska stopnja: kozača,
- 9. debelinska stopnja: koconogi čuk in črna žolna,
- 8. debelinska stopnja: pivka in zlatovranka,
- 7. debelinska stopnja: belohrbti detel,
- 6. debelinska stopnja: škorec in veliki detel,
- 5. debelinska stopnja: srednji detel,
- 4. debelinska stopnja: mali detel,
- 3. debelinska stopnja: sinice.

Kot vidimo, potrebujejo ptice gnezdilke v duplih različne debelinske stopnje za gnezdenje, zato je pomembno puščanje tako debelejših kot tanjših odmrlih dreves.

Gibson in sod. (2012) so ugotovili, da gospodarjenje z gozdovi negativno vpliva na biotsko pestrost le-teh. To velja tudi za prebiralno sečnjo, je pa res, da je negativni vpliv manjši, kot pri ostalih načinih gospodarjenja (npr. golosečni, pod zastorom). Podobno ugotavljajo tudi Brunet in sod. (2010). Prebiralna sečnja, glede na ostale načine sečnje, še najbolj ugodno vpliva na biodiverziteti gozdov. Zato priporočajo pristop prebiralne sečnje z ohranjanjem habitatnih dreves v sestoji. Na tak način najbolj posnemamo razmere v pragozdovih in ustvarjamo habitate, primerne za številne specializirane vrste, kot so saproksilne glive in hrošči. Kot habitatno drevo je bukev še posebno primerna drevesna vrsta, saj s široko krošnjo tvori številne mikrohabitate.

Winter in Möller (2008) predlagata, da se mikrohabitate uporabi tudi kot zanesljivo orodje za nadzor in oceno biotske pestrosti gozdov, ki imajo naravno visoko strukturno heterogenost. Prikazujejo lahko dober primer uvajanja mikrohabitatov v popis gozdov in spremljanje le-teh kot ukrep za ohranjanje narave.

Na tem mestu vidimo, kako pomembno je ohranjanje območij brez gospodarjenja, saj bodo v nasprotnem primeru nekatere vrste, specializirane na določene habitate, ki potrebujejo večje volumne in količino odmrlih dreves, izginile iz območja (Nagel in sod., 2013).

Menim, da na prisotnost predvsem saproksilnih DM vpliva tudi faza sestoji. V Kobilah je sestoj v terminalni fazi staranja in zato je tam tudi višje število sušic ter posledično več DM vezanih nanje. V pragozdu pa je sestoj v optimalni fazi, kar pomeni manj odmrlega lesa in posledično tudi manj saproksilnih DM.

V gospodarskem gozdu primanjkuje predvsem stoječih odmrlih dreves in habitatnih dreves ter mikrohabitatov vezanih na njih. Če bi ohranjali takšna drevesa v večjem številu, bi v veliki meri rešili problematiko pomanjkanja posameznih DM in s tem povečali biotsko pestrost v gospodarskih gozdovih.

Gospodarski gozd, ki je bil del raziskave, ima velik potencial za saproksilne in epiksilne DM, vendar se bodo razvili le, če se jim bo dalo priložnost in nekaj dreves prepustilo naravnemu razvoju.

Sama menim, da imajo stanje drevesa, premer in drevesna vrsta, večji vpliv na DM kot gospodarjenje. Če bi bilo v gospodarskem gozdu več debelejših in več odmrlih dreves, ne bi bilo razlik med območji glede prisotnosti posameznih DM.

7 SKLEPI

Raziskava drevesnih mikrohabitata v bukovih gozdovih v Sloveniji je pokazala, da so posamezni DM odvisni od načina gospodarjenja, stanja drevesa, drevesne vrste in premera. To so ugotovili tudi Vuidot in sod. (2011) ter Larrieu in sod. (2012).

Tako je npr. več saproksilnih DM na odmrlih drevesih, več razbrazdane skorje in epifitov na gorskem javorju in v gospodarskem gozdu, več koreninskih votlinic na debelejših drevesih, votline ptic pa so prisotne samo na bukvi in predvsem v negospodarskem gozdu. Izpostavljene beljave in odlomljenih vej pa je, kot posledica gospodarjenja, več v gospodarskem gozdu.

Med načinom gospodarjenja pa statistično značilnih razlik v gostoti in raznolikosti saproksilnih in epiksilnih DM/drevo ni, zato hipotezo 1 zavrnamo. V približno enakem številu so prisotni tako v gospodarskem kot v negospodarskem gozdu (povprečno 2,4 DM/drevo v negospodarskem in 1,8 v gospodarskem gozdu).

Povprečne vrednosti DM na sestojni ravni prav tako ne kažejo večjih razlik med načinoma gospodarjenja. V negospodarskem gozdu znaša povprečna vrednost 705 DM/ha, v gospodarskem pa 666 DM/ha.

So pa zelo očitne razlike glede potencialnih DM/drevo, veliko več DM in večja raznolikost/drevo je v gospodarskem gozdu (povprečno 8 DM/drevo v gospodarskem in 5,7 v negospodarskem gozdu). Slednje je verjetno posledica poškodb pri sečnji in spravilu lesa, kjer se pri podiranju dreves lahko poškodujejo sosednja drevesa in tako nastanejo habitati, kot so odlomljene veje, nepopolno zaprte poškodbe, izpostavljena beljava in kasneje odstopajoča skorja ter debelne, vodne in vejne votline. Povezavo med omenjenimi habitati in gospodarjenjem so ugotovili tudi Larrieu in sod. (2012) ter Vuidot in sod. (2011). Prav tako obstajajo razlike med načinoma gospodarjenja na sestojni ravni. Povprečne vrednosti DM/ha so višje v gospodarskem gozdu (2933 DM/ha) kot v negospodarskem (1662 DM/ha).

Hipotezo 2 sprejememo, ker obstajajo razlike med vrstami DM glede na način gospodarjenja.

V gospodarskem gozdu se pojavljajo drugačni DM kot v negospodarskem. Tako npr. v gospodarskem gozdu skoraj ni votlin ptic, kar potrdi dejstvo, da je za ptice plezalce izredno pomemben visok delež odmrlega stoječega drevja, katerega je v gospodarskem gozdu malo (5,6 dreves/ha). Podobno velja tudi za DM izletne odprtine in rove podlubnikov/žuželk. Verjetno jih je v gospodarskem gozdu manj iz istega razloga. Tudi bukove kresilke v gospodarskem gozdu nismo zasledili.

V negospodarskem gozdu je več tudi vejnih votlin, večjih odmrlih vej in trosnjakov gliv. V gospodarskem gozdu pa je več DM; izpostavljena beljava, razbrazdana skorja in epifiti, kar zelo očitno kaže na način gospodarjenja. Izpostavljena beljava lahko nastane zaradi poškodb pri sečnji in spravilu lesa, razbrazdana skorja in epifiti pa so povezani z višjim številom gorskega javorja, ki ima že po naravi bolj razbrazdano skorjo, posledično je taka skorja tudi bolj priročna za epifite. Prav tako je v gospodarskem gozdu več potencialnih DM kot so manjše odlomljene veje, dvojno deblo in manjše razpoke na skorji.

Hipotezo 3 sprejmemo, ker naravne motnje pomembno vplivajo na značilnosti DM. Na površini vetroloma v rezervatu Kobile smo našli najvišjo gostoto in raznolikost DM/drevo, na površini vetroloma v pragozdu Ravna gora pa najnižjo, kar je povezano s količino sušic na ploskvi, saj je v rezervatu teh veliko več kot v pragozdu. Posledično najdemo tu tudi več saproksilnih DM. Vrednosti na hektar kažejo drugačne rezultate. Najmanj DM/ha je na vetrolomni površini v rezervatu, to je posledica manjšega št. dreves/ha, saj je bilo v vetrolomu veliko le-teh izruvanih. Pomemben je tudi čas motnje, vetrolom se je nemreč zgodil približno 10-15 let nazaj, zato je na tem območju še veliko sušic in poškodovanih dreves. V pragozdu pa je vetrolom pustošil več kot 30 let nazaj in je takih dreves manj. Sestoj se je že obnovil in je v fazi drogovnjaka/mlajšega debeljaka, kar pomeni nižje premere dreves in posledično manj oz. drugačne DM.

Habitatna drevesa (drevesa z največ mikrohabitati) smo našli samo v negospodarskem gozdu, kar navajata tudi Winter in Möller (2008). Našli smo največ 33 saproksilnih in epiksilnih mikrohabitatov na drevo, v 8 kategorijah in 11 podkategorijah, tako drevo smo našli v Kobilah, na površini vetroloma. V gospodarskem gozdu smo našli največ 11 DM/drevo, v 4 kategorijah in v 6 podkategorijah.

8 POVZETEK / SUMMARY

8.1 POVZETEK

V treh bukovih gozdovih v Sloveniji smo, v obdobju od septembra do novembra 2015, ugotavljali, kako gospodarjenje in naravne motnje vplivajo na drevesne mikrohabitate in s tem na biotsko pestrost gozdov. DM so lahko dober pokazatelj biotske pestrosti gozdov (Larrieu in sod., 2013; Winter in Möller, 2008). Prav tako so pomembni za številne vrste ptic, sesalcev, glodalcev, nevretenčarjev, gliv in epifitov (Bütler in sod., 2013).

Zanimalo nas je, ali obstajajo razlike v gostoti in raznolikosti DM/drevo med različnimi načini gospodarjenja, med območjem naravne motnje in referenčnim območjem ter med pragozdom in rezervatom. Ugotavljali smo še, kako značilnosti dreves (stanje drevesa, drevesna vrsta in premer drevesa) vplivajo na DM.

V raziskavo smo zajeli 3 lokacije, ki se nahajajo relativno blizu, na območju JV Slovenije. Vsa tri območja se nahajajo na bukovem rastišču. Gozdni rezervat Kobile je od leta 1980 zavarovan kot rezervat, pred tem se je v njem gospodarilo. Pragozd Ravna gora je bil iz gospodarjenja izločen leta 1973, tudi pred tem se v njem verjetno ni gospodarilo, ker je bilo to območje nedostopno (Smolič, 2014). V gospodarskem gozdu, ki spada v GE Gorjanci (odsek 54 a), pa se redno gospodari, vsakih 10 let.

Zavarovani območji imata dobre strukturne značilnosti pragozdov, sestoji so stari nekaj 100 let, veliko je tudi odmrlih dreves. Tu najdemo številne zavarovane vrste ptic, sesalcev in žuželk, ki so vezane na odmrlo in habitatno drevje. Obe območji je prizadela naravna motnja – vetrolom v pragozdu leta 1983, v rezervatu pa približno 15 let nazaj. Gospodarski gozd je star 80 let in predstavlja razvojno fazo debeljak.

Na vseh območjih smo postavili ploskve, velikosti 500 m². Postavili smo jih sistematično, po tem, ko smo območje pregledali. Med seboj so bile oddaljene 20 m. V rezervatu Kobile smo postavili 18 ploskev (od tega 8 na površini vetroloma), v pragozdu 18 (od tega 2 na površini vetroloma) in v gospodarskem gozdu 18. Na ploskvah smo popisali vsa drevesa, ki so imela prsni premer višji od 10 cm in jim izmerili premer ter jim določili vrsto in stanje. Vsako drevo smo podrobno pregledali od korenin do vrha in zabeležili vse DM.

Skupno smo upoštevali 17 mikrohabitatov:

- 11 saproksilnih in epiksilnih: votline ptic, debelne votline, vejne votline, vlažne votline, izletne odprtine in rovi podlubnikov/žuželk, izpostavljena beljava, razbrazdana in odstopajoča skorja, večje odlomljene veje, koreninske votline, trošnjaki gliv in epifiti,

- ter 6 potencialnih: rakave tvorbe, manjše odlomljene/trohneče veje, dvojno deblo, manjše razpoke na skorji, nepopolno zaprtje poškodbe in izbokline.

Vsako kategorijo DM smo razdelili na posamezne podkategorije, običajno glede na velikost in na višino na drevesu, na kateri se nahaja.

Skupno smo popisali 849 dreves na 54 ploskvah in 7514 drevesnih mikrohabitato. Analizirali smo jih v programu Excel in SPSS. Ker smo imeli podatke, ki se ne porazdeljujejo normalno, smo uporabili neparametrične statistične metode, kot sta Mann–Whitney U test ter Kruskal–Wallis test. Odvisnost med spremenljivkami smo ugotavljali s Spearmanovim in Pearsonovim koeficientom korelacije.

Ugotovili smo, da se sestojne značilnosti razlikujejo glede na območje raziskave. Največji delež odmrlih dreves in najvišje premere smo zasledili na površini vetroloma v rezervatu, najnižji delež odmrlega drevja in nižje premere pa v gospodarskem gozdu, podobno kot je v svoji raziskavi odkril tudi Grce (2012). Prav tako obstajajo razlike med pragozdom in rezervatom.

Glede saproksilnih in epiksilnih DM nismo zaznali statistično značilnih razlik v gostoti in raznolikosti DM/drevo ter DM/ha med gospodarskim in negospodarskim gozdom. Res pa je, da so povprečne vrednosti malo višje v negospodarskem gozdu (2,4 DM/drevo in 705 DM/ha) kot v gospodarskem (1,8 DM/drevo in 666 DM/ha), obstajajo pa prav tako razlike glede vrste mikrohabitato. V gospodarskem gozdu je več izpostavljenih beljave, razbrazdane skorje in epifitov, v negospodarskem pa več votlin ptic, izletnih odprt in rovov podlubnikov/žuželk, vejnih votlin, večjih odmrlih vej ter trosnjakov gliv. Tudi Winter in Möller (2008) sta ugotovila večjo gostoto saproksilnih DM v negospodarskem gozdu.

Glede potencialnih DM smo zaznali razlike v številu in raznolikosti DM/drevo med obema načinoma gospodarjenja. Veliko več in večja raznolikost potencialnih DM/drevo je v gospodarskem gozdu, kar je verjetno posledica gospodarjenja (8 DM/drevo in 2933 DM/ha). V negospodarskem gozdu znašajo povprečne vrednosti 5,7 DM/drevo in 1662 DM/ha. V gospodarskem gozdu smo zasledili več manjših odlomljenih vej, dvojnih debel in manjših razpok, v negospodarskem pa več izboklin.

Razlike obstajajo tudi po posameznih območjih raziskave. Povprečne vrednosti gostot saproksilnih in epiksilnih DM/drevo so najvišje na vetrolomni površini v Kobilah (2,6), najnižje pa na vetrolomni površini v Ravni gori (0,8). Povprečne vrednosti gostot potencialnih DM/drevo so najvišje v pragozdu na vetrolomni površini (8,8) in v gospodarskem gozdu (8), najnižje pa v rezervatu Kobile (1,9), kar priča o tem, da naravne motnje vplivajo na mikrohabitate. Razlike so tudi glede vrste le-teh; na vetrolomni površini

v Kobilah je več DM vezanih na odmrla drevesa (votline ptic, vejne votline, izletne odprtine in rovi podlubnikov/žuželk, izpostavljena beljava, odstopajoča skorja in glive). V pragozdu je v primerjavi z rezervatom več vejnih votlin, manjših odlomljenih vej in nepopolnih zaprtij poškodb, v rezervatu pa več izpostavljenih beljave, rogov podlubnikov/žuželk ter trosnjakov gliv.

Na DM vpliva tudi stanje dreves. Na živih smo našli povprečno 1,8 saproksilnih in epiksilnih DM/drevo v 1 kategoriji, na odmrlih pa 8,1 DM/drevo v 3 kategorijah. To so ugotovili tudi Vuidot in sod. (2011), Bull in sod. (1997) ter Larrieu in sod. (2012). Glede potencialnih DM pa je ravno obratno. Na živih je povprečna vrednost 7 DM/drevo v 1,4 kategorijah, na odmrlih pa 0,7 DM/drevo v 0,2 kategorijah. Na odmrlih drevesih se pojavi več saproksilnih DM.

Razlike so tudi glede drevesnih vrst, bukev in gorski javor. Število saproksilnih in epiksilnih DM/drevo je malenkost višje na bukvi (2,2 DM/drevo), v primerjavi z gorskim javorjem (1,8 DM/drevo). Glede raznolikosti in potencialnih DM ni značilnih razlik. Na bukvi je več votlin ptic, vejnih in koreninskih votlin, na g. javoru pa več razbrazdane skorje in epifitov.

Ugotovili smo tudi srednjo/zmerno pozitivno korelacijo med premerom in številom ter raznolikostjo DM/drevo za saproksilne in epiksilne DM ter šibko do neznatno pozitivno korelacijo med premerom in potencialnimi DM. Tudi Vuidot in sod. (2011) navajajo, da se s premerom povečuje število DM.

Analiza habitatnih dreves je pokazala, da so to večinoma odmrla bukova drevesa višjih premerov in z višjo gostoto ter raznolikostjo DM. Našli smo jih večinoma v negospodarjenem gozdu, ta podatek navajata tudi Winter in Möller (2008).

Številni avtorji pišejo o pomembnosti habitatnih in odmrlih dreves za številne gozdne vrste ter podajajo priporočila, da je potrebno taka drevesa pri gospodarjenju upoštevati in jih v veliki meri ohranjati, saj s tem tudi pozitivno vplivamo na biotsko raznovrstnost gozdov (Diaci, 2006; Winter in Möller, 2008; Bütler in sod., 2013; Brunet in sod, 2010). Winter in Möller (2008) predlagata, da se DM uporabi tudi kot orodje za nadzor in oceno biotske pestrosti gozdov, saj sta ta dva elementa močno povezana.

8.2 SUMMARY

We explored the impact of management and natural disturbances on tree microhabitats (TMHs) and consequently on biodiversity in beech forests. TMHs can be a good indicator of forest biodiversity (Larrieu et al., 2013; Winter in Möller, 2008), important for many species of birds, mammals, rodents, invertebrates, fungi and epiphytes (Bütler in et al., 2013). Research lasted from September to October 2015.

We investigated differences in density and diversity of TMHs/tree, between management type, between disturbed and non disturbed area and between forest reserve and old-growth forest. We also investigated how tree characteristic (tree status, tree species and diameter of tree) impact on TMHs.

We focused on three forests dominated by beech in the SE region of Slovenia that cover a gradient of naturalness: The forest reserve Kobile was protected in 1980, before which it was managed. The old-growth forest Ravna gora was protected in 1973, but there are no signs of past management, likely because of the inaccessible terrain (Smolič, 2014). The managed forest belongs to the unit Gorjanci (section 54 a) and it is managed every 10 years.

Both protected forests have structural characteristics typical of old-growth forest. The stands are more than 100 years old and there is abundant dead wood. Many endangered and protected species of birds, mammals, and insects, which are dependent on dead wood and habitat trees, are found in these areas. Both protected areas were damaged by windthrow; in Ravna gora in 1983; in Kobile approximately 15 years ago. The managed forest is approximately 80 years old and represents an older developmental phase.

We systematically placed 500 m² plots in each area. Plots were separated by 20 m on transects. We placed 18 plots in Kobile (8 of them in windthrow area), 18 plots in Ravna gora (2 of them in windthrow area) and 18 plots in the managed forest. We inventoried all trees larger than 10 cm diameter at breast high. We measured diameter, recorded the tree species and status (dead or alive), and identified TMHs from the roots to the end of the crown on each tree.

We focus on 17 TMHs:

- 11 saproxylic and epixylic: woodpecker cavities, trunk cavities, branch holes, dendrothelms, bore holes and insect galleries, exposed sapwood, bark characteristics, bigger broken branches, root buttress cavities, fruiting bodies of fungi and epiphytes,
- and 6 future TMHs: canker, smaller broken branches, twin stems, smaller cracks on bark, occlusion incomplete, and bulges.

Every group of TMH was divided into smaller groups according to the size of the TMH and location on the tree.

We recorded 849 trees on 54 plots and 7541 tree microhabitats. We analyzed them in Excel and SPSS. The distribution of data was not normal, so we had to use non-parametric tests; including Mann – Whitney U test and Kruskal – Wallis test. We observed the dependence between variables with Spearman and Pearson correlation coefficients.

Forest stand characteristics are different between areas. There are more dead trees and larger diameter trees at the windthrow area in Kobile. We found the fewest dead trees and large diameter trees in the managed forest. Grce (2012) found similar results. There are also some differences between the old-growth forest and forest reserve.

We did not find statistically significant differences regarding the density and diversity of saproxylic and epixylic TMHs between managed and unmanaged forest, but the average number of TMH/tree and TMH/ha is slightly higher in unmanaged forest (2,4 TMH/tree and 705 TMHs/ha) as in managed forest (1,8 TMH/tree and 666 TMHs/ha). There were some differences regarding the type of TMHs. In managed forest there were more exposed sapwood, coarse bark, and epiphytes. In unmanaged forests there were more woodpecker cavities, bore holes and insect galleries, branch holes, larger broken branches, and fungi. Winter and Möller (2008) also found a higher density in unmanaged forest.

Regarding the potential TMHs, we found statistically significant differences between managed and unmanaged forest. There was a higher abundance and diversity of TMHs in managed forest (8 TMH/tree and 2933 TMHs/ha) as in unmanaged forest (5,7 TMH/tree and 1662 TMHs/ha). That is probably a result of management. There were more smaller broken branches, twin stems and smaller bark cracks, while there were more bulges in unmanaged forest.

There were also differences between areas. The highest density of saproxylic and epixylic TMH/tree was in the windthrow area in Kobile (2,6) and the lowest density was in the windthrow area in Ravna gora (0,8). The highest density of potential TMH/tree was in the windthrow area in Ravna gora (8,8) and the lowest density in Kobile (1,9).

This suggests that natural disturbances have an impact on TMHs, but this likely depends on the time since disturbance and severity. There were also differences regarding the type of TMH. In the windthrow area in Kobile there were more TMHs associated with dead wood (woodpecker cavities, branch holes, insect galleries and bore holes, exposed sapwood, bark pockets and fungi). In the old-growth, there were more branch holes, smaller broken branches and occlusions incomplete. In Kobile, there were more exposed sapwood, insect galleries and bore holes, and fruiting bodies of fungi.

TMHs were also dependent on tree status. We found on average 1,8 saproxylic and epixylic TMHs/tree on living trees in 1 category and 8,1 on dead trees in 3 categories. Vuidot et al. (2011); Bull et al. (1997) and Larrieu et al. (2012) also found more TMHs on dead trees. The opposite pattern was observed for potential TMHs. On living trees, we found on average 7 potential TMHs/tree in 1,4 category. On dead trees we found 0,7 potential TMH/tree in 0,2 categories. This indicates there are more potential TMHs on living trees.

Differences also exist between tree species. We focused on beech and maple, the two most abundant species. The density of saproxylic and epixylic TMHs was slightly higher on beech (2,2) in comparison with maple (1,8). There were no differences with regard to diversity and future TMHs. There were more woodpecker cavities, branch holes and root buttress cavities on beech and more coarse bark and epiphytes on maple.

We also found a moderate positive correlation between tree diameter and density and diversity of saproxylic and epixylic TMHs and a weak positive correlation of future TMHs. Vuidot et al. (2011) also found higher density of TMHs on larger trees.

Habitat trees were mostly large dead beech trees; they also have a higher density and diversity of TMHs in comparison with other trees. We found them mostly in unmanaged forests. Winter and Möller (2008) also found them only in unmanaged forest.

Many authors (Diaci, 2006; Winter and Möller, 2008; Bütler et al., 2013; Brunet et al, 2010) indicate the importance of snags and habitat trees for many forest species and they give recommendations about management and conservation of such trees. We have to maintain them in forests if a goal of management is to preserve forest biodiversity. Winter and Möller (2008) suggest that TMHs can also be a good tool for monitoring and evaluation of forest biodiversity because those two elements are highly related.

9 VIRI

- Bauhus J., Puettmann K., Messier C. 2009. Silviculture for old-growth attributes. *Forest ecology and management*, 258: 525 – 537
- Boncina A. 2000. Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest Remant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia. *Global ecology and Biogeography*, 9: 201 - 211
- Bouget C. Duelli P. 2004. The effects of windthrow on forest insect communities: a Literature review. *Biological conservation*, 118: 281 – 299
- Bull E. L., Parks C. G., Torgersen T. R. 1997. Trees and logs important to wildlife in the interior Columbia river basin. Portland, U. S. Department of agriculture, Forest service, Pacific northwest research station: 55 str.
- Bütler R., Lachat T., Larrieu L., Paillet Y. 2013. Habitat trees: key elements for forest biodiversity. V: *Integrative Approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity*. Kraus D., Krumm F. (ur.). European forest institute: 84 - 91
- Carlson A. in sod. 1998. Availability and use of natural tree holes by cavity nesting birds in a Swedish deciduous forest. *Ardea* 86: 109 – 119
- Czeszcwew D., Walankiewicz W. 2006. Logging affects the white-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos* distribution in the Białowieża forest. *Annales zoologici fennici* 43, 2: 221- 227
- Daniel K. 2014. »Drevesni mikrohabitati«. Freiburg, European Forest Institute (osebni vir, februar, 2014).
- Debeljak M. 1999. Mrtvo drevje v pragozdu Pečca. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 59: 5 – 31
- Diaci J. 2006. Gojenje gozdov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.
- Diaci J., Perušek M. 2004. Možnosti ohranjanja starega in odmrlega drevja pri gospodarjenju z gozdovi. V: *Staro in debelo drevje v gozdu: zbornik referatov XXII. gozdarskih študijskih dni*. Ljubljana, 25.- 26. marec 2004. Brus R. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 227 - 240

- Fenton N. J. in Bergeron Y. 2008. Does time or habitat make old-growth forests species rich? Bryophytes in boreal *Picea mariana* forests. *Biological conservation* 141: 1389 – 1399
- Gibson L., Lee M. L., Koh L. P., Brook B. W., Gardner T. A., Barlow J., Peres C. A., Bradshaw C. J. A., Laurance W. F., Lovejoy T. E., Sodhi N. S. 2011. Primary forests are Irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature* 478, 378 – 381
- GERK: orto – foto stanje 2009 – 2011. 2015. Ljubljana, RS, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
<http://rkg.gov.si/GERK/viewer.jsp> (15. maj 2015)
- Golob A. 2006. Izhodišča za monitoring ohranjenosti gozdnih habitatnih tipov in habitatov vrst na območjih Natura 2000 v Sloveniji. V: Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Hladnik D. (ur.) Strokovna in znanstvena dela, št. 27. 2006. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 223 - 245.
- Gozdni rezervati Slovenije. 1980. Božič J. (ur.). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani: 414 str.
- Gozdni rezervati Slovenije pragozd Ravna gora. 1987. Mlinšek D. (ur.). Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 45 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Gorjanci 2008 – 2017. 2008. Brežice, Zavod za gozdove Slovenije, območna enota Brežice.
- Grah M. 2014. »Gozdni rezervat Kobile«. Šentjernej, Zavod za gozdove Slovenije (osebni vir, oktober 2014).
- Gree D. 2012. Ocena naravnosti gozdnih rezervatov Slovenije, problematičnih z vidika Lastništva, na podlagi mrtve lesne biomase. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 69 str.
- Heinrich J. 1991. Causes of wind-blown damage in beech-forests (*Fagus sylvatica* L.) from a Geoscientific viewpoint. *Allgemeine forst und jagdzeitung* 162
- Jackson J. A., Jackson B. J. S. 2004. Ecological relationship between fungi and Woodpecker cavity sites. *Condor*, 106: 37 – 49
- Jurc M. 2004. Pomen saproksilnih hroščev ter njihovo ohranjanje v Sloveniji. V: Staro in

debelo drevje v gozdu: zbornik referatov XXII. gozdarskih študijskih dni. Ljubljana, 25.- 26. marec 2004. Brus R. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 57 – 74

Jurc M., Ogris N., Pavlin R., Borkovič D. 2008. Forest as a habitat of saproxylic beetles on Natura 2000 sites in Slovenia. *Revue d'écologie* 66: 53 – 66

Jerina K., Jurc M., Mihelič T., Kos I. 2012. Bukovi gozdovi – habitati živalskih vrst. V: Bukovi gozdovi v Sloveniji, ekologija in gospodarjenje (Bončina A. ur.). 2012. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo, Univerza v Ljubljani: 167 - 189

Jurc M. 2012. Fitofagna entomofavna bukovih gozdov Slovenije. V: Bukovi gozdovi v Sloveniji, Ekologija in gospodarjenje. 2012. Bončina A. (ur.). Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 141- 165

Kitching R. L. 1971. An ecological study of water-filled tree-holes and their position in the woodland ecosystem. *J Animal Ecol* 40, 2: 281 – 302

Klun J., Poje A. 2001. Mehanske poškodbe sestoja in gozdnih prometnic na visokem krasu pri sečnji in spravilu lesa s traktorjem IWAFUJIT T-41. *Gozdarski vestnik*, 59, 3: 115 - 127

Kogovšek T., Danev G., Krajčič D. 2012. Naravovarstveni pomen bukovih gozdov. V: Bukovi gozdovi v Sloveniji. Ekologija in gospodarjenje. Bončina A. (ur.). 2012. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo, Univerza v Ljubljani: 377 - 387

Košir B., Mihelič M. 2011. Primerjava poškodb drevja v pretežno iglastih sestojih po strojni sortimentni metodi s poškodbami drevja po klasičnih oblikah sečnje in spravila lesa. *Gozdarski vestnik*, 69, 10: 447 – 458

Kotar M. 2011. Raziskovalne metode v upravljanju z gozdnimi ekosistemi. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije – Gozdarska založba: 510

Kovač M. (ur.) 2014. Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov – priročnik za terensko snemanje podatkov. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 228 str.

Kraus D. 2014. Tree microhabitats. Freiburg, Central European Regional Office of the European Forest Institute (osebni vir, oktober 2014).

Larrieu L., Cabanettes A. in Delarue A. 2012. Impact of silviculture on dead wood and on

the distribution and frequency of tree microhabitats in montane beech-fir forests of the Pyrenees. *European journal of forest research*, 131: 773 - 786

Meterc G., Skudnik M. in Jurc M. 2015. Vpliv gospodarjenja na biotsko raznovrstnost Saproksilnih hroščev. *Gozdarski vestnik* 73, 1: 3 – 18

Mitchell A. F. 1973. Ivy on trees. *Quarterly journal of Forestry*. 67: 359 – 360.

Mitchell S. J. 2013. Wind as a natural disturbance agent in forests: a synthesis. *Forestry*, 86: 417 – 157

Moning C. in Müller J. 2009. Critical forest age thresholds for the diversity of lichens, mollusc and birds in beech (*Fagus sylvatica* L.) dominated forests. *Ecological indicators*, 9: 922 – 932

Müller J., Hothorn T. Prefzsch H. 2007. Long-term effects of logging intensity on structures, birds, saproxylic beetles and wood-inhabiting fungi in stands of European beech *Fagus sylvatica* L. *Forest ecology and management*, 424, 2- 3: 297 - 305

Nagel T. A., Svoboda M., Rugani T. 2010. Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth *Fagus-Abies* forest of Bosnia-Herzegovina. *Plant ecology* 208: 307 – 318

Nagel T., Zenner E. K. Brang P. 2013. Research in old-growth forests and forest reserves: Implications for integrated forest management. V: *Integrative Approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity*. Kraus D., Krumm F. (ur.). European forest institute: 44 - 50

Nilsson S. G., Hedin J., Niklasson M. 2001. Biodiversity and its assessment in boreal and nemoral forests. *Scandinavian journal of forest research*, 3: 10 – 26

Papež J. 2005. Načrtno gospodarjenje z odmrlo lesno biomaso. *Gozdarski vestnik*, 63, 4: 197- 221

Perušek M. 2004. Prilagoditve nekaterih vrst ptic na staro, debelo in odmrlo drevje. V: *Staro in debelo drevje v gozdu: zbornik referatov XXII. gozdarskih študijskih dni*. Ljubljana, 25.- 26. marec 2004. Brus R. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 75 - 85

Popis belohrbrtega detla na SPA Gluha loža v letu 2014. Končno poročilo. 2014. Denac K. Ljubljana, DOPPS-BirdLife Slovenia: 22 str.

Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot. 2004. Ur. l. RS, 111/04.

Pravilnik o varstvu gozdov. 2009. Ur. l. RS, 114/2009

Rugani T., Nagel T. A., Roženberger D., Firm D., Diaci J. 2008. Zgradba in razvoj pragozdov in ohranjenih bukovih gozdov v Evropi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87: 33 - 44

Rugani T., Diaci J. 2012. Bukovi pragozdovi v Sloveniji: struktura in razvojna dinamika. V: Bukovi gozdovi v Sloveniji, ekologija in gospodarjenje. Bončina A. (ur.). 2012. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo, Univerza v Ljubljani: 193 - 207

Siitonen J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: fennoscandian boreal forests as an example. Ecological bulletins, 49: 11 - 41

Smolič J. 2014. »Pragozd Ravna gora in okoliški gozdovi«. Šentjernej, Zavod za gozdove Slovenije (osebni vir, oktober 2014)

Speight M. C. D. 1989. Saproxylic invertebrates and their conservation. Strasbourg, Council of Europe: 79 str.

Uredba o ekološko pomembnih območjih. 2004. Ur. l. RS, 48/04.

Uredba o habitatnih tipih. 2003. Ur. l. RS, 112/03

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). 2004. Ur. l. RS, 49/2004

Utemeljitev zavarovanja doline Kobile. 2012. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto: 7str.

Vuidot A., Paillet Y., Archaux F. in Gosselin F. 2011. Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. Biological conservation, 144: 441 – 450

Winter S. 2012. Forest naturalness assessment as a component of biodiversity monitoring and conservation management. International journal of forestry, 85, 2: 293 – 304

Winter S. in G. C. Möller. 2008. Microhabitats in lowland beech forests as monitoring tool for nature conservation. Science Direct, Forest ecology and management, 255: 1251 - 1261

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem vsem, ki so mi v času trajanja raziskave pomagali in mi stalil ob strani. Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Thomasu Andrewu Naglu za pomoč pri terenskem delu ter pri pisanju, za njegovo prijaznost in pripravljenost pomagati, somentorici, prof. dr. Maji Jurc in recenzentu prof. dr. Juriju Diaciju za recenziranje naloge in hitre odgovore.

Zahvaljujem se tudi sošolkama Maruši Nahtigal ter Ani brglez za pomoč pri terenskem delu, gozdarjema Grah Marjanu in Smolič Jožetu za predstavitev objektov raziskave in za poslane podatke, lektorici Tei Karlo za izredno hitro lektoriranje, prijatelju Mateju Simčiču za tiskanje naloge ter družini in partnerju, ki so me pri delu podpirali.