

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

Dragomir GRCE

**OCENA NARAVNOSTI GOZDNIH REZERVATOV
SLOVENIJE, PROBLEMATIČNIH Z VIDIKA
LASTNIŠTVA, NA PODLAGI MRTVE LESNE
BIOMASE**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2012

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

Dragomir GRCE

**OCENA NARAVNOSTI GOZDNIH REZERVATOV SLOVENIJE,
PROBLEMATIČNIH Z VIDIKA LASTNIŠTVA, NA PODLAGI
MRTVE LESNE BIOMASE**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**NATURALNESS ASSESSMENTS OF FOREST RESERVES IN
SLOVENIA, PROBLEMATIC IN TERMS OF OWNERSHIP, BASED
ON COARSE WOODY DEBRIS**

M. Sc. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2012

Magistrsko delo je bilo izdelano na Univerzi v Ljubljani, Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Terenska dela so bila opravljena v trinajstih gozdnih rezervatih (Visoki Zjabci, Kukla, Lemovje, Savica – Ukanc, Mala Pišnica, Zaplata, Kozlarjev gozd, Mokerc, Iška, Kobile, Krakovski pragozd, Poljšak, Lovrenška jezera). Opravljeno je bilo v skupini Katedre za gojenje gozdov.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Tomasa A. Nagla, 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 oddal v elektronski obliki, identična tiskani verzi

Dragomir GRCE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Du2

DK GDK 228.81:238(043.2)=163.6

KG gozdni rezervati/mrtvi lesni ostanki/mrtvo drevje/ocena naravnosti/razpadni stadiji/debelinska porazdelitev mrtvih dreves

KK

AV GRCE, Dragomir

SA NAGEL, Thomas Andrew (mentor)

KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

LI 2012

IN OCENA NARAVNOSTI GOZDNIH REZERVATOV SLOVENIJE, PROBLEMATIČNIH Z VIDIKA LASTNIŠTVA, NA PODLAGI MRTVE LESNE BIOMASE

TD Magistrsko delo (magistrski študij – 2. stopnja)

OP

IJ sl

Jl sl/eng

AI

V trinajstih gozdnih rezervatih, ki so delno ali v celoti privatne oziroma občinske lasti, so bile opravljene meritve večjih mrtvih drevesnih ostankov z namenom določitve ohranjenosti in naravnosti zgradbe gozdov. Izračunana in analizirana je bila njihova prostornina ter ugotovljena debelinska in razkrojna porazdelitev ter vrstna sestava. Na podlagi meritev na stalnih vzorčnih ploskvah so bile opravljene primerjave parametrov odmrlih dreves med gozdnimi rezervati in okoliškimi nezavarovanimi gozdovi. S pomočjo študija literature so bile ugotovljene tudi razlike med drugimi evropskimi gozdnimi rezervati in med pragozdovi. Raziskava je pokazala, da je večina rezervatov z vidika odmrlega drevja dobro ohranjena in ima zaradi tega visok raziskovalni pomen. Med vsemi gozdnimi rezervati je znašala srednja vrednost volumna mrtvih drevesnih ostankov 118 m³/ha, kar je zelo visoka vrednost, ki se že približuje vrednostim v okoliških pragozdnih rezervatih. V bližnjih nezavarovanih gozdovih je znašala srednja vrednost 22 m³/ha. Odmrlo drevje je bilo v rezervatih tudi debelejšje in starejše ter večinoma po vrstni sestavi bolj rastišču primerno, kot v okoliških gospodarskih gozdovih.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2

DC FDC 228.81:238(043.2)=163.6

CX forests reserves/coarse woody debris/dead trees/naturalness assessments/wood decay/diameter distribution of dead trees

CC

AU GRCE, Dragomir

AA NAGEL, Thomas Andrew (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources

PY 2012

TI NATURALNESS ASSESSMENTS OF FOREST RESERVES IN SLOVENIA, PROBLEMATIC IN TERMS OF OWNERSHIP, BASED ON COARSE WOODY DEBRIS

DT M. Sc. thesis (Master Study Programmes)

NO

LA sl

AL sl/eng

AB

In the thirteen forest reserves, which are partly or fully private or owned by municipalities, coarse woody debris was quantified to assess naturalness and inform future conservation status of these reserves. Deadwood quantity (volume) and quality (diameter sizes, decomposition stages, broadleaf/conifer ratios, logs/snags ratios and species compositions) were measured and compared with data from nearby managed forests, based on forest inventory plots from the Slovenian Forest Service. The quantity and quality of dead wood found in the reserves indicate a high degree of naturalness. Over all the reserves, the mean volume of deadwood was 118 m³/ha, a value that is approaching the amount found in old-growth forests in the region. In contrast, average dead wood volume in surrounding managed forests was 22 m³/ha, and individual logs and snags had much smaller diameters than in reserves. The differences in the quantity and quality of dead wood found in reserves and managed forests are similar to those reported in other regions of Europe.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	NAMEN NALOGE IN POSTAVITEV HIPOTEZ	4
2	PREGLED LITERATURE	6
3	PREDSTAVITEV OBJEKTOV	10
3.1	GOZDNI REZERVATI OE TOLMIN: VISOKI ZJABCI, KUKLA IN LEMOVJE 10	
3.2	GOZDNI REZERVAT SAVICA - UKANC	11
3.3	GOZDNI REZERVAT MALA PIŠNICA	12
3.4	GOZDNI REZERVAT ZAPLATA	13
3.5	GOZDNI REZERVAT MOKERC	14
3.6	GOZDNI REZERVAT KOZLARJEVA GOŠČA	14
3.7	GOZDNI REZERVAT IŠKA	15
3.8	GOZDNI REZERVAT KOBILE	16
3.9	GOZDNI REZERVAT KRAKOVSKI PRAGOZD	17
3.10	GOZDNI REZERVAT POLJŠAK	18
3.11	GOZDNI REZERVAT LOVRENŠKA JEZERA	19
4	METODE DELA	21
4.1	IZBOR REZERVATOV	21
4.2	POSTAVITEV PLOSKEV	22
4.3	MERITVE NA PLOSKVAH TER IZRAČUNI	23
4.4	IZRAČUNI PROSTORNIN MRTVIH DREVESNIH OSTANKOV V BLIŽNJIH GOSPODARSKIH GOZDOVIH	25
4.5	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	25
5	REZULTATI	27
5.1	PODATKI O GOZDNIH REZERVATIH	27
5.2	ŠTEVILO ODMRLIH DREVES TER NJHOVI PROSTORNINSKI DELEŽI	28
5.3	DELEŽI TER KOLIČINE STOJEČIH (SUŠIC) IN LEŽEČIH (PODRTIC) MRTVIH DREVESNIH OSTANKOV	30

5.4	VRSTNA SESTAVA ODMRLEGA DREVJA.....	34
5.5	FAZE RAZKROJA MRTVIH DREVESNIH OSTANKOV	36
5.6	ODMRLO DREVJE V BLIŽNJIH GOSPODARSKIH GOZDOVIH.....	40
5.7	RAZLIKE V PORAZDELITVI VOLUMNOV MED GOZDNIMI REZERVATI, VIŠINSKIMI PASOVI IN DVEMA RAZLIČNIMA NAKLONOMA.....	42
6	RAZPRAVA	44
6.1	KOLIČINE ODMRLEGA DREVJA.....	44
6.2	LEŽEČE IN STOJEČE ODMRLO DREVJE.....	48
6.3	VRSTNA SESTAVA ODMRLIH DREVES	50
6.4	DEBELINSKA STRUKTURA ODMRLIH DREVES	51
6.5	FAZE RAZKROJA ODMRLIH DREVES	53
6.6	RAZMISLEK O NARAVNOSTI OBRAVNAVANIH GOZDNIH REZERVATOV	54
7	SKLEPI.....	55
8	POVZETEK.....	57
8.1	POVZETEK.....	57
8.2	SUMMARY	61
9	LITERATURA	64

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Površine izbranih gozdnih rezervatov aprila 2012 (Zavod za gozdove Slovenije, Dragan Matijašič)	21
Preglednica 2: Osnovni podatki o vzorčnih ploskvah, izmerjenih odmrlih drevesih in posameznih sekcijah	27
Preglednica 3: Volumen ležečih in stoječih mrtvih drevesnih ostankov po posameznih rezervatih ter skupno s standardno napako ($p < 0,05$)	28
Preglednica 4: Število mrtvih dreves po posameznih rezervatih in dveh debelinskih razredih	29
Preglednica 5: Glavne vrste odmrlega drevja	34
Preglednica 6: Volumen mrtvih drevesnih ostankov iglavcev oziroma listavcev po posameznih gozdnih rezervatih ter skupno s standardno napako ($p < 0,005$)	35
Preglednica 7: Volumen odmrlih dreves iz okoliških gospodarskih gozdov.....	40
Preglednica 8: Primerjava števila in prostornine odmrlega drevja med rezervati in njihovo okolico.....	45
Preglednica 9: Debelinska struktura v obravnavanih gozdnih rezervatih in okoliških gozdovih brez gozdnega rezervata Kobile.....	51

KAZALO SLIK

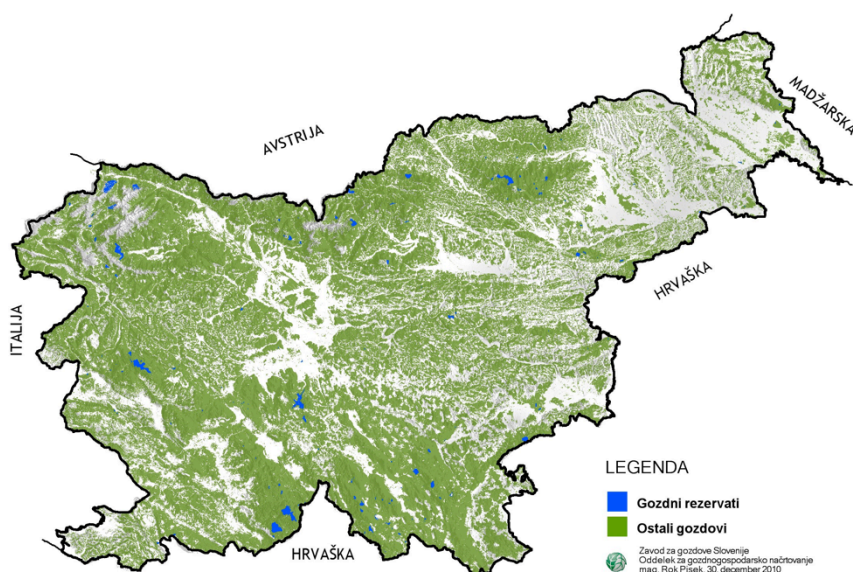
Slika 1: Prikaz gozdnih rezervatov Slovenije (Zavod za gozdove Slovenije)	1
Slika 2: Miselni vzorec	3
Slika 3: Veliki rogač (<i>Lucanus Cervus</i>) v Krakovskem pragozdu (Grce, 2012)	4
Slika 4: Ostanki panjevcev v Lemovju (Grce,2012).....	11
Slika 5: Gozdovi nad Iško (Grce,2012)	15
Slika 6: Grmičasta bukev na ploskvi v rezervatu Poljšak (Grce,2012)	18
Slika 7: Prostorninski deleži odmrlih dreves glede na dva debelinska razreda ter padle veje	30
Slika 8: Povprečni delež volumna ležečih (podrtic) in stoječih (sušic) mrtvih drevesnih ostankov	31
Slika 9: Volumen odmrlih sušic po dveh debelinskih razredih (m^3/ha)	31
Slika 10: Volumen odmrlih ležečih ostankov (podrtic) po dveh debelinskih razredih (m^3/ha).....	32
Slika 11: Relativni deleži ležečih (podrtic) in stoječih (sušic) mrtvih drevesnih ostankov po posameznih gozdnih rezervatih.....	32
Slika 12: Relativna vrstna sestava odmrlega drevja po posameznih gozdnih rezervatih v prostorninskih deležih.....	35
Slika 13: Relativni deleži volumna odmrlega drevja listavcev in iglavcev po posameznih gozdnih rezervatih.....	36
Slika 14: Število odmrlih ležečih dreves/ha po posameznih gozdnih rezervatih in štirih fazah razkroja.....	37
Slika 15: Volumen odmrlih ležečih ostankov po posameznih gozdnih rezervatih in štirih fazah razkroja.....	37
Slika 16: Število odmrlih stoječih dreves/ha po posameznih gozdnih rezervatih in štirih fazah razkroja.....	38
Slika 17: Volumen odmrlih stoječih dreves po posameznih gozdnih rezervatih in štirih fazah razkroja.....	39
Slika 18: Relativni deleži odmrlega drevja listavcev in iglavcev po okoliških gospodarskih gozdovih posameznih gozdnih rezervatov	41

Slika 19: Relativni deleži ležečih (podrtic) in stoječih (sušic) mrtvih drevesnih ostankov po okoliških gospodarskih gozdovih posameznih gozdnih rezervatih	42
--	----

1 UVOD

V evropskem merilu je Slovenija ena izmed prvih držav, kjer so gozdarji izločili pragozdove iz gospodarjenja. Najstarejši gozdni rezervati pri nas so bili zasnovani med leti 1887 – 1894 (Mlinšek in sod., 1980). Kasneje je nastalo še več rezervatov. Glavni nosilec osnovanja gozdnih rezervatov pri nas je bil profesor Dušan Mlinšek v letih 1970 – 1980. Takrat so bila določena merila za izločanje, ki pa veljajo še danes:

- dolgoročni raziskovalni cilji, tudi proučevanje človekovih vplivov in sukcesij;
- v mreži rezervatov naj bodo vključene vse fitogeografske regije in zajeta vsa pomembnejša rastišča. Upoštevati je treba tudi porečja večjih rek;
- čim bolj naravnejše stanje gozda. Gozdovi naj bodo ohranjeni;
- minimalna površina je 20 ha.



Slika 1: Prikaz gozdnih rezervatov Slovenije (Zavod za gozdove Slovenije)

Po Uredbi o spremembi Uredbe o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom iz leta 2010 znaša skupna površina 172 rezervatov 9792 ha gozdov, kar je manj kot 1 odstotek vseh gozdov republike Slovenije. Rezervati se nahajajo v vseh gozdnogospodarskih območjih, po površini pa jih je največ v ljubljanskem območju.

Uredba loči dva varstvena režima – strogi in blažji, ki se ločita predvsem po rekreacijski funkciji. Ostale rabe pa so popolnoma prepovedane. Vsak rezervat vsebuje tudi zaščitni pas, ki je širok najmanj eno višino odraslega sestoja.

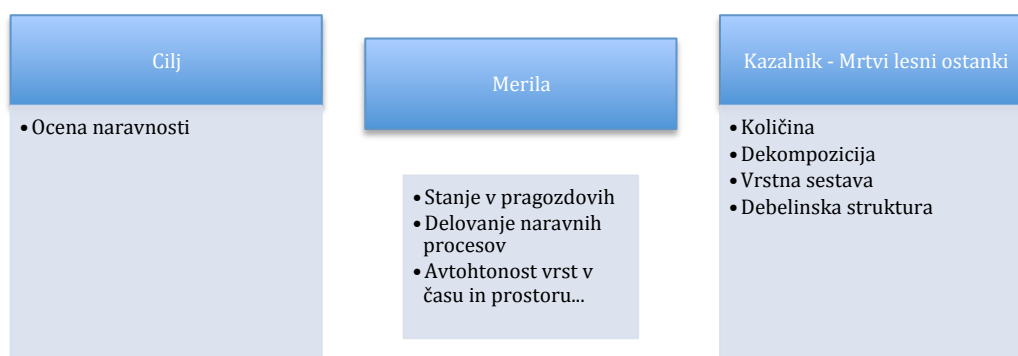
Nekateri gozdni rezervati imajo pragozdni značaj in so že samo zaradi tega pomembni, saj predstavljajo ostanek prvinske krajine. Pri vseh rezervatih pa je ključni in osrednji pomen vezan na raziskovalno funkcijo gozda. Z zavarovanjem dosežemo tudi zagotovitev ohranjanja naravne krajine zanamcem, ohranitev redkih in ogroženih vrst ter obnovo divjine nasploh. Brez naravnih gozdov je razvoj naravoslovno gozdarske znanosti omejen. Sonaravno gospodarjenje brez znanstvenih referenc iz izločenih in ohranjenih gozdov pa verjetno sploh ni možno.

Eno izmed meril izločanja gozdov je čim bolj naravno stanje gozda. Pojem naravnosti pa je zelo širok ter povezan s sistemom vrednot, zaradi česar je objektivni znanstveni pristop onemogočen. Peterken govori o petih ravneh naravnosti (Peterken, 1996):

- originalna (izvorna) naravnost. Stanje, ki je obstajalo pred značilnimi ekološkimi vplivi človeka – nekje do zgodnjega mezolitika;
- sedanja naravnost. Stanje, kjer ni bilo človekovega vpliva, vendar upošteva podnebne in talne spremembe;
- pretekla naravnost. Stanje, ki kombinira elemente izvirne in sedanje naravnosti;
- potencialna naravnost. Hipotetično stanje, če bi bili človekovi vplivi popolnoma in za vedno izločeni. Trenutni potenciali avtohtonih vrst v klimaksni združbi;
- bodoča naravnost. Stanje, ki nakazuje razvoj brez človekovih vplivov.

Kazalnike naravnosti nekega gozda lahko razdelimo v dve večji skupini: tiste, ki se nanašajo na strukturo in zgradbo gozdnega ekosistema (avtohtonost vrst, debelinske, višinske in starostne strukture, posebne indikatorske vrste, režim in pojavljanje naravnih motenj, odmrla drevesa ...) ter na tiste, ki se nanašajo na zgodovino človeških vplivov (način preteklega gospodarjenja, čas od zadnje sečnje ali kakšne druge rabe ...). Večina teh indikatorjev je med seboj povezanih. Tako se lahko npr. način preteklega gospodarjenja odraža v sestojnih strukturah, čas od zadnje sečnje pa v stopnji razpada odmrlega drevja, če gre za naknadno osnovan rezervat ali pa v razkroju panjev, če gre za gospodarski gozd.

Mrtvo drevje je pomembna komponenta gozda. Mrtva drevesa vplivajo na kroženje hranilnih snovi, zadržujejo vodo in glede na stanje razpada pomembno vplivajo na vodni režim. Razkrajajo se počasi in njihov vpliv je s tem dolgotrajen. V deževnem obdobju vodo sprejmejo, v sušnem pa jo počasi oddajajo v gozdna tla. Enako velja za odnos zima – poletje. Večji mrtvi lesni ostanki, ki že dalj časa razpadajo, lahko glede na svojo prostornino sprejmejo veliko več vode, kot pa mineralni del tal glede na svojo prostornino. Pomembno tudi vplivajo na zmanjševanje količine odtoka. Skupaj z zadrževanjem vode ohranjajo pomembna hranila in izboljšujejo rodovitnost tal. Neposredno vplivajo na pomlajevanje dreves. V pragozdovih lahko že med krajšim sprehodom opazimo pomladitvene vrste na razkrajajočih se deblih. V gorskih smrekovih gozdovih prav tako lahko opazimo pomladitvena jedra smrek na ostankih panjev. Na zmerno strmih pobočjih so odmrli drevesa dostikrat tudi zaščita pred kamenjem. So lahko značilen zadrževalec ogljika. Zelo pomembna pa so kot habitati različnih, velikokrat ogroženih živalskih, rastlinskih in glivnih vrst. Za zagotavljanje vseh naštetih vlog pa ni pomembna samo količina ampak tudi vrstna, dekompozicijska in debelinska pestrost mrtvih lesnih ostankov. V nalogi ne govorimo o vseh komponentah odmrlega drevja. Osredotočamo se le na večje mrtve lesne ostanke nad 10 cm spodnjega debelejšega premera. Način razmišljanja pri tej raziskavi je podan s sliko 2.



Slika 2: Miselni vzorec

Mrtvi drevesni ostanki so dober in hiter indikator za oceno delovanja naravnih procesov v gozdu. Količina odmrlega drevja je lahko s primerjanjem zelo dober kazatelj ohranjenosti gozda. Iz količine in kakovosti (faze razkroja) lahko približno razberemo in ugotavljamo pretekla dogajanja v gozdu ter starostno mortaliteto. Preko tipov lesnih ostankov ter vrstne sestave lahko sklepamo tudi o zgodovini naravnih ali antropogenih motenj nekega gozda. Ugotavljamo lahko tudi habitatno primernost različnih vrst. Vendar ocena naravnosti gozdnega ekosistema ne sme sloniti samo na značilnostih odmrlih dreves, čeprav je verjetno dober približek.



Slika 3: Veliki rogač (*Lucanus Cervus*) v Krakovskem pragozdu (Grce, 2012)

1.1 NAMEN NALOGE IN POSTAVITEV HIPOTEZ

Obširni namen naloge je bil pregledati in raziskati stanje določenih gozdnih rezervatov Slovenije, ki so delno ali v celoti v občinski oziroma privatni lasti. Hoteli smo izvedeti,

kakšna je stopnja naravnosti teh rezervatov na podlagi količine in kakovosti mrtvih lesnih ostankov. Ožji cilj naloge pa se nanaša na raziskavo ter izmero količin večjih mrtvih lesnih ostankov v omenjenih rezervatih in okoliških gospodarskih gozdovih z namenom primerjave ter ugotovitve razlik med gospodarskimi in izločenimi gozdovi. Namen je bila tudi primerjava z drugimi podobnimi raziskavami ter z rezultati o količinah in kakovostih referenčnih čimbolj naravnih gozdov oziroma z raziskavami mrtvega drevja iz pragozdnih ostankov. Za boljše razumevanje ciljev raziskave smo si zastavili temeljna vprašanja

Kolikšne so količine in prostornine odmrlih dreves?

Kakšno je razmerje med stoječim in ležečim odmrlim drevjem?

Kakšna je vrstna sestava odmrlih dreves?

Kakšna je porazdelitev odmrlih dreves po fazah razkroja?

Kolikšne so razlike v raziskovalnih kazalnikih odmrlih dreves med obravnavanimi rezervati, njihovo okolico ter referenčnimi gozdovi?

Med raziskavo se je pojavilo tudi mnogo drugih vprašanj, na vse pa v sklopu te naloge ne moremo odgovoriti.

Postavili smo naslednje hipoteze:

- število odmrlih dreves in njihov volumen sta večja v gozdnih rezervatih kot pa v okoliških gospodarskih gozdovih, vendar manjša kot v pragozdovih;
- število sušic je tudi v relativnem deležu višje v gozdnih rezervatih kot pa v okoliških gospodarskih gozdovih;
- v gozdnih rezervatih je več debelejših in starejših mrtvih drevesnih ostankov kot pa v okoliških nezavarovanih gozdovih;
- porazdelitev volumnov mrtvih drevesnih ostankov je različna med posameznimi gozdnimi rezervati;
- vrednosti volumnov odmrlih dreves so zelo razpršene v času in prostoru.

2 PREGLED LITERATURE

Objektivna znanstvena kvantifikacija pojma naravnosti je verjetno nemogoča. Anderson (2011) priporoča tri glavne skupine indikatorjev:

- stopnja spremembe nekega sistema, če bi bil vpliv človeka odstranjen;
- količina proizvedene družbene energije, ki je potrebna za ohranjanje sistema;
- delež ter prisotnost preživelih avtohtonih vrst.

Po metodi RANA (Relative Quantitative Reference Approach for Naturalness Assessments) so znanstveniki poskušali oceniti naravnost različnih gozdov Evrope na podlagi nadomestnih referenc, saj je pragozdov relativno malo. Pomemben biološki indikator je bilo tudi odmrlo drevje (količina, razmerje med debelino in višino, dekompozicijski razredi, panji – kot indikatorji gospodarjenja ...) (Winter in sod., 2010).

Dosedanje raziskave mrtvih drevesnih ostankov na različnih območjih sveta so kar številne ter zajemajo več področij obravnave odmrlega drevja. Tako v literaturi najdemo različne izračune volumna in biomase lesnih ostankov ter primerjavo z različnimi tipi gozdov ali različnimi načini gospodarjenja (Debeljak, 1999, 2004, Motta in sod., 2008 ...) kot tudi obravnavo dekompozicije ter naravne dinamike drevesnih ostankov (Fraver in sod., 2001), ki so teme naše raziskave. Že takšna vsebnost raziskav nam nakazuje pomembnost in kompleksnost tega predvsem naravnega pojava stoječega in padlega odmrlega drevja.

Podatki, zbrani v gozdnih rezervatih večine evropskih bukovih gozdov, nakazujejo visoko variabilnost v volumnu mrtvih drevesnih ostankov (Christensen in sod., 2005, Bretz Guby in Dobbertin, 1996). Enako ugotavljajo raziskovalci gozdnih rezervatov evropskih smrekovih gozdov (Motta in sod., 2006). Odmrlo drevje je tudi neenakomerno razpršeno po površini gozdnih tal. Količina mrtvih drevesnih ostankov v bukovih rezervatih je pokazala značilno odvisnost od geografskih višinskih pasov, leta ustanovitve rezervata ter lesne zaloge živih dreves. Več ostankov je bilo izmerjenih v starejših rezervatih z višjimi lesnimi zalogami in v rezervatih montanskega pasu, manj pa v submontanskem ter nižinskem pasu. Izjema so bile razmere v severozahodni Evropi, kjer so bile zelo visoke količine mrtvih drevesnih ostankov v nekaterih novonastalih rezervatih posledica motenj – predvsem vetrolomov (Christensen in sod., 2005). Bretz Guby in Dobbertin (1996) na

enajstih izbranih sestojih v švicarskih gozdovih ugotavljata, da je količina mrtvih drevesnih ostankov manjša kot v pragozdovih, vendar podobna kot v ostalih gozdovih.

V gozdnem rezervatu Valbonna, ki spada v širši kompleks naravnega parka Paneveggio v italijanskih zahodnih dolomitih, je bila opravljena zanimiva ter obširna raziskava strukture, količine ter dekompozicije večjih mrtvih drevesnih ostankov. Ostanke so razdelili v tri strukturne razpadne stadije (panji, ležeči ostanki oziroma hlodi in sušice). Največ je bilo ležečih ostankov, sledile so sušice, vendar je bila količina panjev zelo visoka (30,4 %). Pomanjkanje panjev v prvem dekompozicijskem razredu povezujejo s pred kratkim spremenjeno namembnostjo ter ustanovitvijo rezervata. Zelo malo panjev so uvrstili v zadnji razred, ki časovno sovпада z zadnjimi sečnjami ter pašo (Motta in sod., 2006). Kot že raziskovalci pred njimi (Mazzucchi, 1983 v Motta in sod., 2006) tudi tu avtorji ugotavljajo večjo mortaliteto manjših dreves v smrekovih naravnih gozdovih.

Visoko variabilnost v količini, velikostnih ter dekompozicijskih razredih in razmerjem med listavci in iglavci ugotavljajo v šestih analiziranih švicarskih gozdnih rezervatih. Ocenili so tudi manjše prostornine, tanjše premere in mlajše dekompozicijske faze kot v evropskih bukovih naravnih gozdovih ter pragozdnih ostankih (Hermann s sod., 2012). Prav tako v švicarskih gozdovih na enajstih območjih bolj obširno ugotavljajo razlike v volumnu drevesnih ostankov med rezervati, ki je bil bistveno večji v opustelih in negospodarjenih gozdovih (Bretz Guby in Dobertin, 2012). Tako švicarski znanstveniki ocenjujejo največje količine odmrlega drevja v pragozdovih, zatem pa večjo količino v rezervatih in negospodarjenih kot pa v gospodarjenih gozdovih. Prav tako ugotavljajo pri primerjavi bosanskohercegoveškega pragozdnega rezervata Lom z rastiščno podobnimi novo nastalimi rezervati v Italiji eno izmed glavnih razlik tudi v količini, strukturi ter razkrojenosti mrtvih lesnih ostankov (Motta in sod., 2008).

Raziskovalci so pri mataanalistični raziskavi količin odmrlega drevja v nižinskih evropskih gozdnih rezervatih prišli do sklepov, da se v primeru pomankanja večjih naravnih motenj proces akumulacije odmrlega drevja v gospodarsko opustelih gozdovih razvija počasi. Ugotovili so, da lahko traja zelo dolgo dokler se ne dosežejo povprečne vrednosti in dinamično stabilno stanje odmrlega drevja kot je to opisano v pragozdovih. Kazalniki, ki

so značilno vplivali na količino odmrlega drevja so bili drevesna vrsta, starost sestoja, čas negospodarjenja ter interakcija med vrsto in zemljepisno lokacijo (Vandekerkhove in sod., 2009).

Rezultati raziskave ostankov odmrlega drevja v pragozdu Rajhenavski rog in bližnjem gospodarskem gozdu dokazujejo vplive gospodarjenja na homogenizacijo in siromašenje struktur odmrlega drevja. Med obnovo sestojev, ko so razlike največje, je lahko gospodarski gozd zelo občutljiv na degradacijske procese (Debeljak, 2004).

Debeljak (1999) zelo precizno izvede meritve odmrlega drevja v pragozdu Pečka in ugotavlja visoke vrednosti volumnov ter pomembno vlogo tega drevja za zagotovitev evolucijsko dosežene kompleksnosti pragozdnega ekosistema tudi v razmerah, ko v gozdu prevladujejo navidezni procesi razgradnje sestoja.

V pragozdovih Krokari in Rajhenavski Rog so raziskovalci ugotovili relativno velike količine mrtvih debelih dreves in visoke deleže v zadnjih fazah razkroja. Vsebnosti pomembnih hranil (N, S, P) so z večanjem razkroja naraščale, medtem ko je razmerje C/N padalo. Določili so tudi časovne funkcije razkroja, kjer so ugotovili, da je bil čas za razkroj bukve do zadnje faze starejši od 32 let (Kraigher in sod., 2002).

Zraven značilnih različnosti v porazdelitvi premerov živih dreves med staroraslili in sekundarnimi gozdovi kanadske čuge v državi Massachusetts raziskovalci ugotavljajo še bolj izrazite razlike v količini mrtvih drevesnih ostankov med omenjenima tipoma gozdov (W. D'Amato in sod., 2008). V isti raziskavi avtorji navajajo tudi strogo povezanost med številčnostjo mrtvih drevesnih ostankov z zgodovino motenj, saj so sestoji s srednje velikimi vrzelnimi motnjami v preteklem obdobju med leti 1930 in 1980 imeli bistveno večje akumulacije mrtvih dreves.

V sklopu programa dolgoročnih ekosistemskih opazovanj v acadijskih gozdovih v ameriški državi Maine so ugotavljali volumen, biomaso ter porazdelitev debelinskih in dekompozicijskih razredov drevesnih ostankov na stalnih vzorčnih ploskvah. Vse izmerjene in kasneje izračunane parametre so primerjali s stanjem pred posekom in s

stanjem tri leta po poseku. Slednji je vključeval vrzeli z odvzemom 20 % temeljnice ter vrzeli z odvzemom 10 % temeljnice. Zraven so opazovali še kontrolne ploskve. Obe vrsti poseka sta vplivali na povečanje tanjših, svežih lesnih ostankov nižjih faz razkroja, s tem, da je močnejši ukrep povzročil več takšnih ostankov. Na povečanje pa so tudi imele svoj vpliv nevihte, kar so raziskovalci razvozlali s stanjem na kontrolnih ploskvah. Starejših, debelejših ostankov 3. in 4. faze razkroja je bilo več na kontrolnih ploskvah (Fraver in sod., 2002).

3 PREDSTAVITEV OBJEKTOV

V raziskavi smo analizirali velike mrtve drevesne ostanke trinajstih gozdnih rezervatov. Vsi so deloma ali v celoti občinske oziroma privatne lastnine. Glede na upravljanje z gozdovi republike Slovenije trije rezervati spadajo v območno enoto (OE) Tolmin, dva v OE Bled, po en rezervat pa v OE Kranj, Ljubljana, Kočevje, Novo mesto, Brežice in Nazarje. Gozdni rezervat Lovrenška jezera spada v tri območne enote, ploskev pa je bila postavljena na območju OE Maribor. Vsakega od posameznih rezervatov bomo na kratko predstavili.

3.1 GOZDNI REZERVATI OE TOLMIN: VISOKI ZJABCI, KUKLA IN LEMOVJE

Vsi trije zgoraj omenjeni rezervati spadajo v gozdnogospodarsko enoto (GGE) Soča – Trenta. V vseh je v večinskem deležu kot matična kamnina prisoten dolomit, tla pa so vglavnem različne rendzine. Prevladujoča gozdna združba je gorski bukov gozd s trlistno vetrnico (*Anemono – Fagetum*) in sicer na karbonatni podlagi. Prisoten je v več različicah (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Soča – Trenta, 2007 – 2016). V Lemovju močno prevladuje bukev. V Kukli je zraven bukve še precej smreke in jelke, v višjih legah pa tudi macesna. Podobna vrstna sestava je tudi v Visokih Zjabcih, le da je smreke več. Obravnavani rezervati spadajo v alpsko fitogeografsko območje in se nahajajo deloma v submontanskem, deloma pa v montanskem višinskem pasu. Lemovje se razteza na nadmorskih višinah od 870 do 1090 mnv in ima v celoti južno ekspozicijo. Visoki Zjabcji se nahajajo na nadmorski višini od 1200 – 1470 m s prevladujočo severozahodno ekspozicijo. Kukla se nahaja na nadmorski višini od 730 do 1400 m in gleda proti zahodu (Mlinšek in sod., 1980). Ploskev v Zjabcih je bila postavljena v ekspoziciji sever – severo vzhod. Rezervat Lemovje zavzema 39 ha, Zjabcji pa 53 ha. Kukla se razteza na večji površini, katera dosega 144 ha. Po podatkih iz leta 1980 znaša lesna zaloga v Lemovju 250 m³/ha, v Kukli 220 m³/ha, v Visokih Zjabcjih pa 213 m³/ha. Skupaj z dvema manjšima rezervatoma tvorijo naši pri upravljanju z gozdovi skupen rastiščnogojitveni razred, katerega lesna zaloga, merjena leta 2007, znaša 210 m³/ha, kjer prevladujejo listavci. Vsi rezervati imajo pravni status naravne vrednote. Skozi rezervata Lemovje in Visoki Zjabcji je speljana planinska pot. Vsi rezervati imajo poleg raziskovalne funkcije poudarjeno tudi varovalno vlogo. V preteklem desetletju je vetrolom poškodoval večji del rezervata Visoki

Zjabci in tudi manjši del rezervata Lemovje. Snežni plazovi pa so prizadeli rob rezervata Kukla. V vseh rezervatih že najmanj 30 let ni bilo sečenj (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Soča – Trenta, 2007 – 2016). Zraven sečenj je bila pomemben antropološki vpliv tudi paša. Gozdni rezervat Lemovje ima še eno posebnost. Ohranil se je zaradi tega, ker so v preteklosti vaščani čuvali gozd, ki jih je varoval pred kamenjem. Sečnja na panj in poseben način gospodarjenja z domačimi kozami sta pomembno vplivala na obliko starejših bukovih osebkov. To se dobro opazi tudi danes.



Slika 4: Ostanki panjevcev v Lemovju (Grce,2012)

3.2 GOZDNI REZERVAT SAVICA - UKANC

Gozdni rezervat Savica spada v OE Bled in GGE Notranji Bohinj. Matična kamnina je apnenec. Razteza se na površini 522 ha, v submontanskem in montanskem pasu, na nadmorskih višinah od 690 do 1690 m. Večji delež rezervata je v državni lasti, vendar je še vedno pomembnih 34 % v privatni lasti, kar je prikazano v naslednjem poglavju

(Preglednica 1). Prevladujoča gozdna združba je združba bukve in trilistne vetrnice (*Anemone – Fagetum*), prisotni pa so tudi smrekovi gozdovi, gozdovi mehkih listavcev in gozdovi rušja. V rezervatu je največ smreke, kateri sledi bukev, njej pa ostali listavci. V manjšem deležu se pojavljata še jelka in macesen (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Notranji Bohinj, 2003 – 2012). Naša ploskev je bila postavljena v spodnjem bukovem delu rezervata, kjer smo na hitro opazili večji delež jelke v odraslem sestoji. Izmerjena lesna zaloga celotnega rezervata je 336,1 m³/ha, vendar imajo nekateri sestoji lopučniške doline zelo visoko lesno zalogo – 720 m³/ha (Poljanec, 2000 v Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Notranji Bohinj, 2003 – 2012). Pod visokim negativnim vplivom je del rezervata ob smučarski progi Žagarjev graben, ki spada pod oddelek 115. Sestoji tega oddelka je 17. julija 1991 močno prizadel vetrolom. Gozdni rezervat je bil že izločen kot varovalni gozd leta 1980. Leta 1983 pa je bil dokončno zasnovan kot rezervat, kjer je bila prepovedana vsakršna raba. Nekateri deli rezervata imajo še poseben naravovarstveni status kot naravne vrednote. Skozi rezervat vodita tudi dve planinski poti, ki sta v poletnih mesecih precej obljudeni.

3.3 GOZDNI REZERVAT MALA PIŠNICA

Gozdni rezervat Mala Pišnica se nahaja 1 km jugozahodno od Kranjske gore v dolini potoka Male Pišnice. Ta je bila prvič zavarovana že leta 1951. Potok Mala Pišnica se na koncu doline pri jezeru Jasna izlije v Veliko Pišnico. Rezervat se razprostira na površini 654 ha, na nadmorski višini od 900 do 1700 m (Mlinšek in sod., 1980). V veliki verjetnosti je še višje, saj pride tik pod vrh Slemenca. Večina rezervata je strmejša od 40° naklona. Lesna zaloga, izmerjena leta 1980, je znašala 220 m³/ha. Skupaj z rezervatom Vršič – za Akom tvori Pišnica enovit rastiščnogojitveni razred, ki zavzema 857 ha površine, kar predstavlja 8,5 % gozdov vse GGE Kranjska Gora. Lesna zaloga omenjenega razreda znaša 135 ha, kjer prevladujejo iglavci (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Kranjska Gora, 2007 – 2016). Rezervat je težko dostopen večji prostor ter zaradi tega tudi ohranjena zaokrožena celota narave. Prevladuje gorski bukov gozd s trilistno vetrnico v več različicah. Prisotni so tudi smrekovi gozdovi ter ruševja. Najbolj zastopana

drevesna vrsta je smreka, sledi pa bukev. Zelo veliko je tudi macesna, ki tukaj dosega izjemne lastnosti. V preteklosti je bila dolina Male Pišnice obremenjena s pašo, oglarjenjem ter močnimi poseki (Černe, 2006). Od leta 1951, ko je bilo območje proglašeno za rezervat, pa ni bilo nobenih sečenj več (Mlinšek in sod., 1980). Dolina Male Pišnice ima zraven še pravni status naravne vrednote (Danev, 2006). Na strmih pobočjih Vitranca znotraj rezervata vodi tudi manj obiskovana lovska pot.

3.4 GOZDNI REZERVAT ZAPLATA

Gozdni rezervat Zaplata se nahaja v kranjski območni enoti na zahodnem pobočju Potoške gore nad Preddvorom. Masiv Zaplate nad rezervatom zaključita vrhova Cjanovec, 1820 mnv, in Srednji Vrh, 1850 mnv. Rezervat je kartiran na nadmorskih višinah od 950 do 1650 m. Zasnovan je bil leta 1979. Poleg raziskovalne funkcije sta poudarjeni še funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev ter funkcija varovanja naravne in kulturne dediščine (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Preddvor, 2002 – 2011). V osnovi gre za gorski bukov gozd. Sam rezervat je zelo pester, saj vsebuje tri precej različne krajinske dele. To se pozna tudi v nizki hektarski zalogi, za katero imamo podatek iz leta 1980 in je znašala od 26 do 172 m³. Iz gozdnogospodarskega načrta pa lahko razberemo podatek o lesni zalogi, ki pa zajema tudi območje rezervata Kriva jelka. Skupna lesna zaloga po tem znaša 344,7 m³/ha. Del rezervata je nekakšna pravokotna zaplata s pragozdnim značajem, imenovana Hudičev boršt. Tukaj smreke ni. Le na robu ob planinski koči je posajenih nekaj smrek. V tem delu prevladuje bukev, z manjšim a ponosnim deležem je zastopan še gorski javor, katerega smo opazili v zgornjih slojih. V tem delu ni informacij o zgodovini sečnje. Človek je danes vpliven le kot turist oziroma planinec, saj skozi rezervat poteka označena planinska pot. Na robu rezervata pa je lokalna planinska koča. Drugi del rezervata je bil vaščanom v preteklosti zelo pomemben vir lesa. Opazna je drugačna ter bolj enomerna zgradba kot v Hudičevem borštu. V tem delu sečenj ni bilo že več kot 100 let. Tretji del rezervata pa je bil pašnik oziroma košnik, ki se od 50 – ih do 60 – ih let dalje zarašča s smreko. Celoten del rezervata je bil v preteklosti pod vplivom paše. Zaradi teh značilnosti smo v raziskavo vključili dve ploskvi in tako združili lastnosti različnih gozdnatih površin v rezervatu.

3.5 GOZDNI REZERVAT MOKERC

Gozdni rezervat Mokerc je razmeroma velik rezervat, ki zajema desni breg reke Iške, med Kozlovimi stenami in Krvavimi pečmi. Svet tu je izredno strm, preprečen z mnogimi grapami in strmimi žlebovi, kjer so prisotni stalni ali pa občasni potočki, ki se vsi zlivajo navzdol proti Iški (Mlinšek in sod., 1980). Tu so različne toploljubne bukove združbe, ki rastejo na apnencu od 400 do približno 850 m n. m. (metrov nad morjem). Rezervat spada v OE Ljubljana in GGE Mokerc. Večina teh sestojev je bila uvrščena že pred zavarovanjem v varovalne gozdove, zaradi tega tu večjih sečenj naj ne bi bilo. Na reki Iški so opazni ostanki mnogih žag in mlinov. Gozdovi tega območja so bili nekoč gospodarsko pomembni, vendar je del rezervata bil precej trd oreh za gospodarjenje. Na območju so pustili pečat že Rimljani in sedaj si dolgi ostanek rimskega zidu spet prisvaja narava in se vračajo bukve. Gozd je tukaj tudi pomemben življenjski prostor sove kozače – *Strix uralensis* (Mihelič in sod., 2000). Rezervat je kar malo skrivnosten, saj je količina informacij v gozdnogospodarskem načrtu majhna. Raziskovalnih del s tega področja pa praktično ni. Lesna zaloga iz leta 1980 znaša le 64 m³/ha (Mlinšek in sod., 1980), vendar je na območju, kjer smo postavili ploskev, zagotovo bistveno višja.

3.6 GOZDNI REZERVAT KOZLARJEVA GOŠČA

Gozdni rezervat Kozlarjeva gošča oziroma Kozlarjev gozd je manjši del gozdne površine med pretežno kmetijsko krajino. Nahaja se na vzhodnem delu krajinskega parka Ljubljansko barje ter ima pravni status naravne vrednote. Čeprav gre v originalu za jelševe in hrastove gozdove, je prevladujoča vrsta smreka. Prisotne pa so še mnoge druge vrste, med temi predvsem dob, breza in rdeči bor. Z vidika gozdarstva je rezervat pomemben za preučevanje sukcesijskega razvoja vegetacije. Rezervat pa je tudi največji gozdni kompleks visokega barja v krajinskem parku Ljubljansko barje. Tukaj rastejo rastlinske vrste, ki so prilagojene za rast na šotnih tleh. Meje gozda so umetne in zelo ostre z ostalimi predeli. Kozlarjev gozd je bil zavarovan že leta 1951, kot takrat prirodna znamenitost in to najbolj zaradi varovanja šotnih tal, na katerih raste del gozda (Krajinski park Ljubljansko barje, 2012).

). Pomen te gozdne zaplate pa je tudi vloga zatočišča za manjše sesalce in ostale živalske vrste. Lesna zaloga rezervata je nizka in je znašala leta 1980 le 20 m³/ha (Mlinšek in sod., 1980).



Slika 5: Gozdovi nad Iško (Grce,2012)

3.7 GOZDNI REZERVAT IŠKA

Pod tem imenom se skrivata dva rezervata, eden v OE Ljubljana ter drugi v OE Kočevje. Naša raziskava je potekala v zadnjem. Rezervat zajema 128 ha površine in se nahaja v GGE Velike lašče. Nahaja se na nadmorskih višinah od 550 do 900 m ter na ekspoziciji od jugozahoda do severozahoda pod vrhom Mačkovec – 911 m n. m., na strmih pobočjih nad zgornjim tokom reke Iške. Podobno kot sestoji bližnjega rezervata Mokerc so bili tudi ti sestoji že dolgo nazaj uvrščeni v varovalne gozdove, zaradi tega večjih sečenj ni bilo. Kasneje v osemdesetih letih je bilo to območje zasnovano kot rezervat ter uvrščeno v mrežo gozdnih rezervatov. Vzroki za izločitev iz gospodarjenja so poleg ohranjenosti in

varovalne vloge še hidrološka funkcija ter ohranjanje ogroženih in endemičnih vrst (Kranjski jeglič – *Primula carniolica*, Volnati slanozor – *Helliospermma veselskyi*, Zoisova zvončica – *Campanula zoysii*). Rezervat je vegetacijsko zelo raznolik. Največ pa je toploljubnih bukovih gozdov (*Ostrya* – *Fagetum*). V različnih subasociacijah se v višjih predelih rezervata pojavljajo jelovo – bukovi gozdovi (*Omphalodo* – *Fagetum*). Primerno velik delež zavzamejo tudi borovja (*Genisto janauensis* – *Pinetum*). Pri upravljanju z gozdovi je rezervat Iška, skupaj z zelo majhnim rezervatom Kobilji curek, uvrščen v rastiščnogojitveni razred, kjer znaša hektarska lesna zaloga $260 \text{ m}^3/\text{ha}$ z 56 % listavcev. Rezervat je vrstno zelo pester. Največ je debeljakov bukve in jelke, zelo veliko pa je tudi smreke. V precejšnjem deležu sta še črni gaber in rdeči bor (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Velike Lešče, 2010 – 2019).

3.8 GOZDNI REZERVAT KOBILE

Gozdni rezervat Kobile je bil nekoč večji in je znašal okoli 350 ha površine gozdov. En del rezervata se je povrnil v gospodarski gozd, tako, da danes meri površina rezervata 231 ha. Nahaja se v osrednjem delu Gorjancev blizu vasi Vrhpolje na nadmorskih višinah od 370 do 950 m. Spada v GGE Šentjernej in skupaj z rezervatom Gorjanci tvori rastiščnogojitveni razred gozdov s posebnim namenom, kjer je vsaka raba prepovedana. Rezervat je izjemno terensko razgiban ter ponekod tudi zelo strm. Ohranjenost sestojev je visoka in gozd ima ponekod pragozdni značaj, le 1 % predstavlja smrekov nasad. V rezervatu bukev dosega svoj optimum in tukaj se dobesedno nahajamo v kraljestvu bukve. Različne bukove združbe mestoma zamenjajo še hrastovo – gabrovi gozdovi in gozdovi plemenitih listavcev. Ta del gozdov ima skupaj s pragozdom Gorjanci najvišjo lesno zalogo v GGE, ki znaša $292 \text{ m}^3/\text{ha}$. Večina nje je zbrana v debelejših bukvah. Po viru iz načrta naj bi v rezervatu prevladovala enomerna zgradba (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Šentjernej, 2000 – 2009). Skozi gozd je speljana evropska pešpot. Gozdna cesta je oddaljena okoli 300 m. Terenske razmere so v spodnjem delu močno v prid gospodarjenju in tudi zaloge ter produkcijska sposobnost rastišč tega dela ni majhna, zaradi česar lahko sklepamo o želji po vzpostavitvi ponovnega gospodarjenja. Ploskev smo postavili na območju, kjer je bila dobro opazna posledica malo večje naravne motnje. V največji verjetnosti je šlo za vetrolom.

3.9 GOZDNI REZERVAT KRAKOVSKI PRAGOZD

Pragozdni rezervat se nahaja v večjem kompleksu dobovih gozdov v južnem delu Krakovskega gozda 3 km severozahodno od Kostanjevice na Krki. Gre za nižinske dobove gozdove. Tu se pojavljata združbi navadnega gabra in evropske gomoljčice (*Pseudostellario europaeae – Carpinetum betuli*) ter doba in evropske gomoljčice (*Pseudostellario europaeae-Quercetum roboris*), ki jih je opisal Marko Accetto leta 1974. Ti dve združbi se prepletata med seboj glede na višino talne vode, zaradi tega ju je v večjem merilu težko ločiti (Marinček in Čarni, 2002). Manjši delež gozda tvori tudi združba črne jelše. Tla so zmerno kislo oglejena in ilovnata. Poudarjene funkcije gozda so: raziskovalna funkcija, funkcija ohranjanja biotske raznovrstnosti in ohranjanja naravnih vrednot ter biotopska funkcija. Krakovski pragozd je po pravnem statusu naravna vrednota. Je eno največjih mokrišč Slovenije. Zgradba sestojev je skupinsko raznodobna, prevladujejo pa debeljaki. Za gozd so značilni debeli dobi (nad 50 cm prsnega premera), ki zavzemajo največji delež lesne zaloge. Ta znaša skupaj z manjšim rezervatom Trstenik 504 m³/ha (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Krakovo, 2006 – 2015). Rezervat je bil izločen že leta 1952, vendar se je pobiralo določene ostanke tudi kasneje (Gozdnogospodarski načrt ..., 1961 v Žibert, 2006). Rezervat velja za drugotni pragozdni ostanek, saj obstajajo strokovno utemeljeni pomisleki glede nastanka tega rezervata. Možnja je tudi saditev v preteklosti. Že v 19 stoletju, v času, ko je tu deloval Josef Ressel, so bili na mejah gozda narejeni mnogi jarki za odvodnjavanje. Posekov pa od 60 – ih let v veliki verjetnosti ni bilo.



Slika 6: Grmičasta bukev na ploskvi v rezervatu Poljšak (Grce,2012)

3.10 GOZDNI REZERVAT POLJŠAK

Rezervat se nahaja na severovzhodnem delu Dleskovške planote v montanskem svetu v Kamniško – Savinjskih alpah. Razteza se vse od nadmorske višine 950 m pa do vrha Križevnika – 1909 m n. m. Osnovan je bil leta 1978. V nižjem delu do 1500 m n. m. se nahajajo jelovo – bukov gozdovi in visokogorski bukov gozdovi z macesnom. Višje so gozdovi z macesnom na skrajnih rastiščih ter sekundarni gozdovi smreke in macesna (Robič, 1992 v Firm, 2006). Smreka in macesen zaraščata nekdanje pašne površine. Ploskev, ki smo jo postavili, je v višjem delu rezervata na skrajnih rastiščih bukve - ta je bila prisotna celo v obliki grmičevja, vendar so raziskovalci ugotovili, da je današnja meja bukve v glavnem posledica antropozoogenih vplivov. Geološka podlaga sta apnenec in dolomit. V bukovih sestojih so bile ugotovljene ponekod zelo visoke lesne zaloge (800 – 900 m³/ha). V zgornjem delu rezervata so bile izmerjene hektarske lesne zaloge od 300 do 400 m³. Večina sestojev na območju Poljšaka naj bi nastala na bivših pašnih površinah. Po

drugi svetovni vojni so bile tudi tukaj prisotne močne sečnje s pomočjo žičničarskega spravila. En del območja je bil tako v preteklosti pod vplivom sečenj, medtem ko je bil drugi, višji del, pretežno pod vplivom paše (Firm, 2006). Za ves alpski prostor velja, da so se najlepši naravni gozdovi ohranili tam, kjer je bil teren preveč strm, vrtačast ali kakorkoli drugače težko prehoden. Podobno lahko trdimo za gozdove rezervata Poljšak, vendar je kljub prepovedi vsakršne rabe tudi danes opaziti sledove paše na zgornjem mejnem delu rezervata. Ta je tudi manj strm (Mlinšek in sod., 1980). Preko rezervata vodi markirana planinska pot. Mi smo izmerili mrtve lesne ostanke le na zgornjem delu rezervata, kjer so v primerjavi s spodnjim bukovim delom razmere različne in je treba to tudi upoštevati pri predstavitvi rezultatov.

3.11 GOZDNI REZERVAT LOVRENŠKA JEZERA

Gozdni rezervat zajema širši prostor in je del treh območnih enot: Maribor, Celje ter Slovenj Gradec. Naša ploskev je bila zastavljena v mariborskem delu. Ta se nahaja na temenu osrednjega Pohorja, od Rogle do Ribniškega vrha, na nadmorskih višinah od 1280 do 1538 mnv. Po podatkih iz leta 1980 zajema 25 % smrekovega gozda, 45 % s smreko na redko poraslega balohovega travišča in 30 % barja z rušjem. Na območju rezervata je več markiranih poti in planinskih koč (Mlinšek in sod., 1980). Prvi del rezervata spada v GGE Ribnica na Pohorju, kjer so sestoji ponekod tudi močno spremenjeni zaradi prevelikega deleža smreke na kisloljubnih montanskih rastiščih bukve v združbi bukve in zasavske konopnice *Cardamine savensi* - *Fagetum* v več različicah. Jelka in smreka sta v tej združbi na Pohorju naravni (Marinček in Čarni, 2002), vendar je bila prvotna drevesna struktura izmenjana v prid smreke. Ostale združbe so še naravna montanska smrekovja (*Luzulo sylvaticae* - *Piceetum*, *Bazzanio* – *Piceetum calamagrostidetosum*) in barjanska smrekovja (*Sphagno* - *Piceetum*). Poleg smreke je človek sadil tudi cemprine. V naravnih smrekovjih so v glavnem šopastno raznomerne strukture sestojev, medtem ko so po drugih predelih pretežno enomerni sestoji smreke in bukve s ponekod primešanim gorskim javorjem in jelko (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Ribnica na Pohorju, 2011 – 2020). Drugi, manjši del rezervata spada v GGE Lovrenc na Pohorju in tu uspevajo naravne smrekove združbe s šopasto raznomerno strukturo. Gozdovi tega dela rezervata so ohranjeni (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Lovrenc na Pohorju, 2006

– 2015). Ploskev smo postavili v tem delu v sestoji smreke. Na ploskvi in v okolici po celotnem rezervatu so bile vidne posledice sečnje, ki niso iz leta osnovanja rezervata, l. 1979, ampak so precej mlajše. Zanimivo je, če razmislimo na kratko še o zgodovini teh krajev in Pohorja. V srednjem veku so bile v bližini rezervata švajge – kmetije z živinorejsko dejavnostjo. Obstaja domneva, ki sloni na imenovanju brusnic, da so živino pasli že stari Kelti. V industrijskem obdobju sta imela velik vpliv na gozdove Pohorja fužinarstvo in steklarstvo. Fužine so potrebovale veliko oglja in tega so dobile na pretek od bukovih dreves. Na rezervat so v tem obdobju najbolj vplivale mislinjske fužine. V okolici rezervata je obratovalo v letih 1750 do 1870 kar šest steklarn (Gams, 1956, Sgerm, 1980 v Mrakič in Vomer, 1985). Pohorski gozdovi so dajali steklarjem kurivo, pepeliko in les za stavbe ter vodne drče – riže za spravilo. Tudi steklarne so uporabljale pretežno bukov les. Največji poseki pa so prišli po letu 1848 zaradi višjih cen lesa, zakona o zemljiški odvezi in vedno večjih potreb industrije po oglju (Wraber, 1954 v Mrakič in Vomer, 1985). Nastajale so žage. Velik vpliv je imela nemška šola in cilji po gozdu iglavcev ter zrelost po najvišji gozdni renti. Na golosekih so sejali smreko. Obenem je to tudi obdobje bolj intenzivnega pašništva. Na Pohorju je bilo takrat kar pestro življenje. Katastra iz leta 1825 in 1840 označujeta območje rezervata kot planino oziroma planinko. Severovzhodni in vzhodni del rezervata je označen kot star smrekov gozd namenjen za posek. Močvirja niso označena na nobeni karti. Vsi ti odnosi odsevajo tudi v današnji zgradbi gozdov rezervata Lovrenška jezera.

4 METODE DELA

Izvedli smo meritve mrtvih drevesnih ostankov v 13 gozdnih rezervatih Slovenije. Določili smo količino in kakovost teh ostankov. Na podlagi meritev na sosednjih stalnih vzorčnih ploskvah smo izračunali količino drevesnih ostankov in jih primerjali s količino v rezervatih. Vsi izbrani rezervati so deloma ali v celoti v občinski oziroma privatni lasti, kar pomeni strošek za državo ter upravičeno sklepanje, da se gospodarjenje ponovno vzpostavi.

4.1 IZBOR REZERVATOV

V Sloveniji imamo trenutno 173 gozdnih rezervatov. Pri vključevanju rezervatov v analizo mrtvih ostankov smo upoštevali tudi željo po ponovni vzpostavitvi gospodarjenja z določenimi rezervati ali njihovimi deli. Nekateri od teh rezervatov so že delno ali v celoti v privatni oziroma občinski lasti. Izbrali smo rezervate, za katere domnevamo, da so ohranjeni, imajo visoko stopnjo naravnosti in s tem visoko raziskovalno pomembnost ter se zaradi lastništva pričakuje želja po ponovnih gospodarskih posegih.

Preglednica 1: Površine izbranih gozdnih rezervatov aprila 2012 (Zavod za gozdove Slovenije, Dragan Matijašič)

GGO	Gozdni rezervat	Lastništvo gozdnih rezervatov (ha)			
		Državno	Občinsko	Privatno	Skupaj
Tolmin	Lemovje	0,0	37,3	1,7	39,0
Tolmin	Visoki Zjabc	0,0	53,1	0,0	53,1
Tolmin	Kukla	3,0	141,4	0,0	144,4
Bled	Savica-Ukanc	343,6	0,2	178,2	522,0
Bled	Mala Pišnica	4,2	0,0	650,8	654,9
Kranj	Zaplata	4,1	0,0	124,7	128,8
Ljubljana	Mokerc	43,8	0,3	524,4	568,6
Ljubljana	Kozlarjev gozd	0,4	0,0	21,6	22,0
Kočevje	Iška	15,7	0,0	112,3	128,0
Novo mesto	Kobile	5,5	0,0	225,8	231,3
Brežice	Krakovski pragozd	0,0	0,0	44,9	44,9
Maribor	Lovrenška jezera	110,2	0,0	133,0	243,2
Nazarje	Poljšak	0,0	0,0	226,4	226,4

Preglednica 1 nam podaja pomembne podatke o lastništvu izbranih gozdnih rezervatov, katero je bil povod, da smo jih vključili v analizo.

4.2 POSTAVITEV PLOSKEV

V 13 izbranih gozdnih rezervatih smo postavili različno velike ploskve. Osnovna izhodiščna velikost ploskev je bila 1200 m² oziroma 20 * 60 m. Izhodiščno velikost pa smo prilagajali razmeram dela in predvsem lastnostim oziroma naravi posameznega rezervata. Zaradi tega so nekatere ploskve različnih velikosti.

Ker se rezervati med seboj razlikujejo, smo tudi ploskve postavljali na različne načine. Nekatere (primer Krakovski pragozd) so bile postavljene čisto slučajnostno s pomočjo slučajno izbranih smeri neba in razdalj. Pri večini rezervatov pa smo morali po predhodnem pregledu celotnega rezervata določiti nekakšno mejno območje (buffer cono), ter kasneje delno slučajnostno določiti mesto postavitve ploskve. Izogibali smo se mejnim področjem z drugimi sestoji. Ko smo na podlagi smeri neba in razdalj določili približno točko postavitve, smo slednjo morali prilagoditi stanju terena. Največji problem sta predstavljala naklon terena in orientiranost ploskve. Krajša stranica ploskve (v vseh primerih 20 m) je padla v smeri naklona terena, daljša stranica pa je potekala po enaki plastnici. Ker je bila ta v večini primerov dolga 60 m, smo morali poiskati območje, ki je ustrezalo. V primerih, kjer to ni bilo mogoče, smo zakoličili dve manjši ploskvi.

Na podlagi pogovorov z revirnimi gozdarji ter celotnega pregleda rezervata smo v nekaterih primerih ugotovili tudi precejšnje razlike v sestojni strukturi in drevesni sestavi med območij v istem rezervatu. Razlike so posledica preteklega načina gospodarjenja in različnih rastišč. V takih primerih smo določili dve ploskvi ali pa eno večjo ploskev, ki je zajela več območij. V pomoč so nam bile tudi različne gozdarske karte, ki smo jih dobili od lokalnih gozdarjev. Kot je razvidno iz napisanega, smo pri iskanju optimalnega prostora za postavitev ploskve morali upoštevati strokovna in teoretična izhodišča, obliko in naklon terena, zraven pa zagotoviti čim bolj nepristransko oceno mrtvih drevesnih ostankov. Precej subjektivno pa je bila izbrana ploskev v rezervatu Kobile na območju malo večje naravne motnje. Zaradi pomankanja časa in sredstev je bilo vzorčenje oteženo in popolna slučajnost onemogočena. Za en rezervat smo praviloma porabili en delovni terenski dan.

4.3 MERITVE NA PLOSKVAH TER IZRAČUNI

Ko je bila ploskev enkrat postavljena in določena, smo izbor dreves izvedli po metodi »motorne žage« (»chainsaw« method). Po tej metodi se sprejmejo v vzorec vsa padla drevesa, ki se nahajajo na ploskvi. Tista, pri katerih del sekcije gleda ven iz ploskve, so šteta, vendar se pri računanju volumna ta del ne upošteva oziroma se odreže – »odžaga«. (Gove in Van Deusen, 2011). Znotraj ploskve smo prešteli vsa padla odmrta drevesa (podrtice) skupaj z vsemi identificiranimi deli in vse večje, nobenemu osebk določene veje. Pogoji za sprejem v vzorec je bila velikost večjega premera, ki je moral biti enak ali večji od 10 cm. Ta premer smo vzeli zaradi bolj učinkovite primerjave z drevesnimi ostanki, ki so bili izmerjeni oziroma ocenjeni na stalnih vzorčnih ploskvah pri gozdni inventuri v gospodarjenih gozdovih. Pri še stoječih ostankih mrtvih oziroma umirajočih dreves (sušice) je bil pogoj, da je prsni premer enak ali večji od 10 cm.

Na vsaki ploskvi smo izračunali volumen nadzemnega dela mrtvih drevesnih ostankov. Izbira načina izračuna je bila odvisna od hitrosti in natančnosti. Ta dva pojma sta žal v obratnem sorazmerju, kar je zahtevalo prilagajanje pri iskanju optimalne formule za izračun. Pri vsakem posameznem padlem drevesu smo izračunali volumen za vsako debelejšo vejo oziroma za vsak del posebej. Vsaki podrtici in vsaki sušici smo določili :

- drevesno vrsto,
- prsni premer (v primeru sušice),
- debelejši ter tanjši premer (v primeru podrtice),
- dolžino (v primeru podrtice),
- višino (v primeru sušice),
- fazo razkroja.

Volumen smo izračunali različno za podrtice in sušice. Pri ležečem mrtvem drevju smo izmerili debelejši, večji premer in na drugi strani tanjši, manjši premer ter dolžino. Po formuli za prisekan paraboloid smo izračunali volumen. Pri še stoječih sušicah smo izmerili prsni premer ter višino umirajočega ali mrtvega osebk. Po izkustvenem pravilu

smo določili velikost spodnjega in zgornjega premera. Spodnji premer smo dobili tako, da smo dodali prsnemu 2 cm, zgornji premer pa tako, da smo višino v m odšteli od prsnega premera v cm ter dodali še en cm. Pravilo torej pravi, da se za vsak meter višine zmanjša prsni premer za 1 cm ter tako dobi zgornji, tanjši premer.

Formula za prisekani paraboloid:

$$V = (R^2 + r^2) \pi * h / 2$$

R = polmer na debelejši strani sekcije

r = polmer na tanjši strani sekcije

h = dolžina sekcije (drevesa; debla; veje)

Panje, ki predstavljajo prehod koreninskega dela v deblo, smo šteli med stoječa mrtva drevesa. Volumen smo jim določili po formuli za prisekani neiloid:

$$V = (R^2 + r^2) \pi * h / 4$$

R = polmer panja merjen pri tleh

r = polmer panja na vrhu

h = višina panja (največ 120 cm)

Razpadajoče mrtvo drevje smo razdelili v 4 faze razkroja, katere so različno določene za stoječe (Aakala in sod., 2008) ter za ležeče (Fraver in sod., 2002) ostanke. V nekaterih primerih je lahko isto drevo prešlo v različni fazi, saj je en del drevesa že na tleh, medtem ko je drugi del še vedno sušica.

Štiri faze razkroja za ležeče mrtvo drevje so:

- 1. faza: les je svež; nepoškodovan, lubje je nespremenjeno oziroma nedotaknjeno, prisotne so manjše in srednje velike veje lahko tudi z listi, deblo je dostikrat naslonjeno na lastne veje.
- 2. faza: les se začne razkrajati, lubje je večinoma še prisotno, vendar ne na vsej površini, manjše veje so že načete, prisotne so le srednje velike veje, deblo ima še vedno okroglo obliko.
- 3. faza: les je bistveno spremenjen in zmerno razkrojen, veje so še vedno lahko prisotne in se z lahkoto potegnejo ven, tekstura lesa je zmehčana, les je občutljiv na pritisk, lubje je le na nekaterih mestih še prisotno, deblo že zavzema ovalno obliko in je lahko deloma v prsti.

- 4. faza: les je zelo razkrojen, veje so na tleh ali pa jih ni več, lubje večinoma manjka, deblo je ovalne oblike in na nekaterih delih že del organske materije.

Štiri faze razkroja pri stoječem mrtvem drevju (sušicah) so:

- 1. faza: pred kratkim odmrlo drevo, majhne veje in/ali listje še vedno prisotni, les je trd.
- 2. faza: srednje veje še prisotne, skorja že odpada.
- 3. faza: ostale so le še večje veje, večji del skorje manjka.
- 4. faza: skorje ni več, del debla je lahko že padel, les je mehak.

Pri podrticah se v gozdu lahko srečamo še s pojmom gomile. Gomile so mrtvi lesni ostanki, ki so zaradi visoke faze razkroja (4. faza) močno sprijeti s tlemi in so eliptične oblike. Zaradi omejenega časa gomile nismo posebno obravnavali. Kjer je bil les tako močno razkrojen, da je bil že del tal, smo ta del sekcije odrezali oziroma ga nismo upoštevali. Takšni deli so bili ob koncu starejših mrtvih podrtic. Volumen smo izračunali enako kot pri vseh ostalih odmrlih drevesih po formuli za prisekani paraboloid.

4.4 IZRAČUNI PROSTORNIN MRTVIH DREVESNIH OSTANKOV V BLIŽNJIH GOSPODARSKIH GOZDOVIH

Volumne in količino mrtvih dreves smo izračunali na podlagi podatkov zbranih pri meritvah na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP). Podatke iz SVP smo dobili preko Zavoda za gozdove republike Slovenije. Pri tem delu merilec oceni in sešteje mrtva drevesa, ki se nahajajo na ploskvi ter jih včlani v tri razširjene debelinske razrede ($A = 10 - 30$ cm, $B = 30 - 50$ cm, $C = \text{nad } 50$ cm). Ker ni podatkov o višinah (sušice) oziroma dolžinah (podrtice) odmrlih dreves smo za izračun uporabili tarife, ki se uporabljajo za izračun volumnov živih dreves po različnih odsekih. Pri tem smo upoštevali srednjo aritmetično vrednost razširjenega debelinskega razreda. Podatki se nanašajo posebej za iglavce ter listavce in posebej za ležeče in stoječe drevesne ostanke.

4.5 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Srednje vrednosti in različne izračune smo opravili s pomočjo programa Excell, le za izračune standardnih odklonov ter napak smo uporabili SPSS. Za ugotovitev značilnih razlik med rezervati smo izvedli Kruskal – Wallisov test.

5 REZULTATI

5.1 PODATKI O GOZDNIH REZERVATIH

V analizo je bilo vključenih 13 gozdnih rezervatov na območju republike Slovenije. Velikost vzorčne ploskve je v večini primerov 1200 m², različne velikosti so le v treh rezervatih: Zaplata, Kobile in Mala Pišnica. Podatka o številu mrtvih dreves v rezervatu Kobile ni. Vrednosti volumnov posameznih kosov so v vsakem rezervatu zelo razpršene, kar nam povedo visoki koeficienti variacije. Največja razpršenost je v Krakovskem pragozdu, kjer je nekaj zelo debelih dreves zavzelo tudi največ prostornine (Preglednica 2).

Preglednica 2: Osnovni podatki o vzorčnih ploskvah, izmerjenih odmrlih drevesih in posameznih sekcijah

Gozdni rezervat	Velikost ploskve ali ploskvic (m ²)	Število mrtvih dreves na hektar	Število izmerjenih sekcij na hektar	Srednja vrednost volumna posamezne sekcije (m ³)	Standardna napaka	Standardni odklon	Koeficient variacije (%)
Mokerc	1200	142	367	0,27	0,63	0,42	157
Iška	1200	358	500	0,29	0,59	0,46	156
Poljšak	1200	183	208	0,37	0,09	0,44	117
Kozlarjev gozd	1200	108	192	0,11	0,03	0,14	122
Visoki zjabc	1200	250	450	0,23	0,41	0,30	131
Zaplata	2400	121	396	0,28	0,06	0,62	220
Kobile	1760	-	426	0,63	0,11	0,97	153
Kukla	1200	208	367	0,19	0,41	0,27	142
Lemovje	1200	50	158	0,21	0,06	0,26	123
Lovrenška jezera	1200	342	392	0,32	0,07	0,51	160
Savica	1200	150	358	0,38	0,10	0,65	171
Mala pišnica	1400	292	207	0,48	0,12	0,64	133
Krakovski pragozd	1200	92	308	0,78	0,30	1,81	234

Preglednica 3: Volumen ležečih in stoječih mrtvih drevesnih ostankov po posameznih rezervatih ter skupno s standardno napako ($p < 0,05$)

Gozdni rezervat	Volumen mrtvih lesnih ostankov (m^3/ha)			
	Ležeče	Stoječe	Skupaj	Ležeče : Stoječe
Mokerc	95,4	2,7	98,1	35,4
Iška	35,3	111,4	146,6	0,3
Poljšak	50,6	26,7	77,3	1,9
Kozlarjev gozd	14,1	7,4	21,4	1,9
Visoki Zjabci	99,0	4,8	103,8	20,7
Zaplata 1	103,7	58,2	161,9	1,8
Zaplata 2	39,7	22,3	62,0	1,8
Zaplata skupaj	71,7	40,3	112,0	1,8
Kobile	201,0	68,5	269,4	2,9
Kukla	56,0	14,6	70,6	3,8
Lemovje	18,3	14,8	33,1	1,2
Lovrenška jezera	56,8	67,4	124,2	0,8
Savica	94,9	41,3	136,2	2,3
Mala Pišnica 1	29,9	91,6	121,5	0,3
Mala Pišnica 2	24,1	47,5	71,6	0,5
Mala Pišnica skupaj	27,0	69,6	96,6	0,4
Krakovski pragozd	139,5	99,5	239,0	1,4
Srednja vrednost	73,8 ± 13,3	43,8 ± 10,1	117,6 ± 19,7	5,8 ± 2,9

Srednja vrednost volumna vsega odmrlega drevja je skupaj s standardno napako enaka $117,6 \pm 19,7 m^3/ha$. Od tega večji delež pripada ležečim mrtvim ostankom ($73,8 \pm 13,3$) in manjši delež sušicam ($43,8 \pm 10,1$). V rezervatih Lovrenška jezera, Mala Pišnica in Iška je delež stoječih odmrlih dreves večji od deleža ležečih mrtvih dreves. Skupno smo največ lesne prostornine izmerili v rezervatu Kobile, najmanj pa v rezervatu Kozlarjev gozd (Preglednica 3).

5.2 ŠTEVILO ODMRLIH DREVES TER NJHOVI PROSTORNINSKI DELEŽI

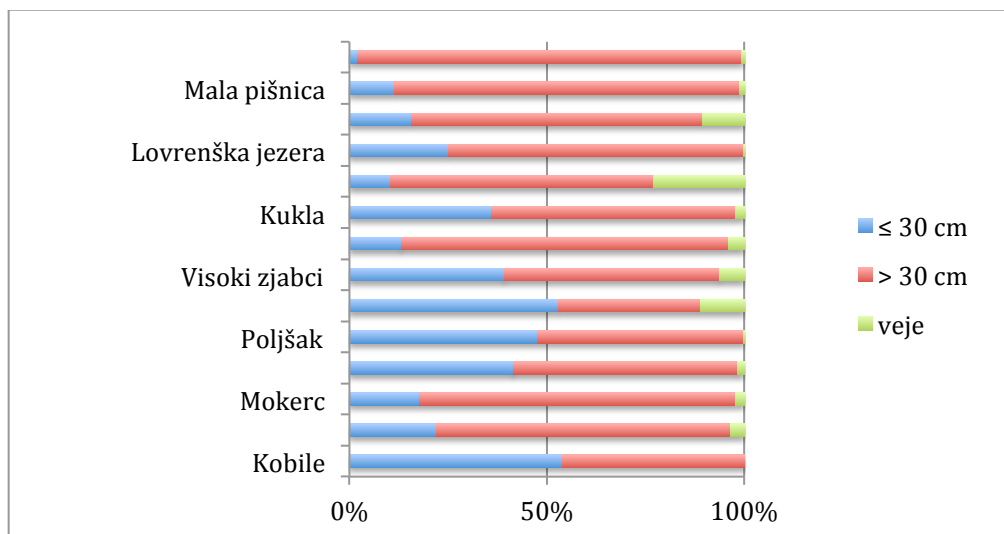
Ko smo merili sekcije smo zraven tudi šteli odmrle drevesa, ki so bila znotraj posamezne ploskve. Tiste kose, pri katerih nismo ugotovili pripadnosti kakšnemu odmrlemu drevesu, smo prišteli med veje. V rezervatu Kobile smo prešteli le kose posameznih sekcij drevesnih ostankov. V povprečju smo našli 191 dreves/ha, od teh jih je 130 s spodnjimi debelejšimi premeri (podrtice) ali s prsnimi premeri (sušice) pod ali enako 30 cm. Največ

odmrlih dreves smo našli na ploskvi v rezervatu Lovrenška jezera. Ploskev je bila zastopana s 100 % deležem odmrlih smrek, katerih premeri so bili večinoma pod 30 cm (Preglednica 3). Rezultat nam odkriva že znano višjo mortaliteto tanjših dreves v smrekovih sestojih (Motta in sod., 2006).

Preglednica 4: Število mrtvih dreves po posameznih rezervatih in dveh debelinskih razredih

Gozdni rezervat	Število odmrlih dreves/ha		skupaj
	≤ 30 cm	> 30 cm	
Kobile	273	153	426
Mokerc	92	50	142
Iška	300	58	358
Poljšak	150	33	183
Kozlarjev gozd	100	8	108
Visoki Zjabci	183	67	250
Zaplata	75	46	121
Kukla	133	75	208
Lemovje	8	42	50
Lovrenška jezera	267	75	342
Savica	67	83	150
Mala Pišnica	154	138	292
Krakovski pragozd	25	67	92
Srednja vrednost – brez Kobile	130 ± 26	62 ± 9	191 ± 29

V vseh rezervatih pa vseeno ni prevladovalo večje število tanjših odmrlih dreves. Na ploskvah v rezervatih Savica, Krakovski pragozd ter še posebno v Lemovju večji delež pripada debelejšemu mrtvemu drevju nad 30 cm premera (Preglednica 4). Ta kazalnik pri rezervatu Lemovje sovpada s preteklim panjevskim načinom gospodarjenja.

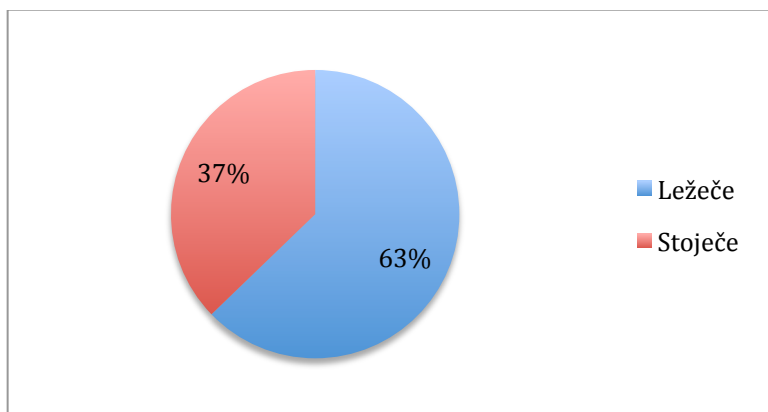


Slika 7: Prostorninski deleži odmrlih dreves glede na dva debelinska razreda ter padle veje

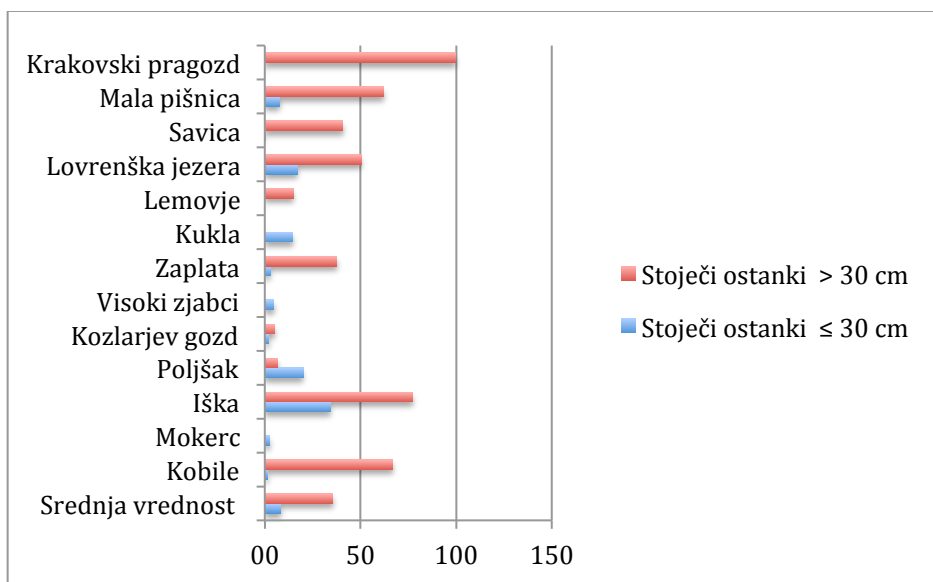
Čeprav prevladujejo tanjši odmrli osebki, večina volumna zavzamejo debelejša odmrla drevesa. To velja skoraj za vse vzorčne ploskve na vseh gozdnih rezervatih. Izjema je le Kozlarjev gozd, v katerem pa imamo tudi majhne prsne premere živih dreves. Velik prostorninski delež vej v Lemovju je spet povezan s panjevskim načinom gospodarjenja (Slika 7).

5.3 DELEŽI TER KOLIČINE STOJEČIH (SUŠIC) IN LEŽEČIH (PODRTIC) MRTVIH DREVESNIH OSTANKOV

Volumen stoječih drevesnih ostankov znaša skupaj v povprečju 43,8 m³/ha, kar znaša 37 % vsega odmrlega drevja (Slika 8). Od tega je več volumna v debelejših sušicah nad 30 cm prsnega premera (35,5 m³/ha). V Lemovju, Savici in Krakovskem pragozdu so bile vse sušice v drugem širšem debelinskem razredu nad 30 cm prsnega premera. Izjemno velik delež v volumnu tanjših odmrlih sušic najdemo v rezervatih Poljšak, Iška ter delno tudi v Lovrenških jezerih (Slika 9). V Kukli smo pa na ploskvi ugotovili le tanjša odmrla stoječa drevesa.

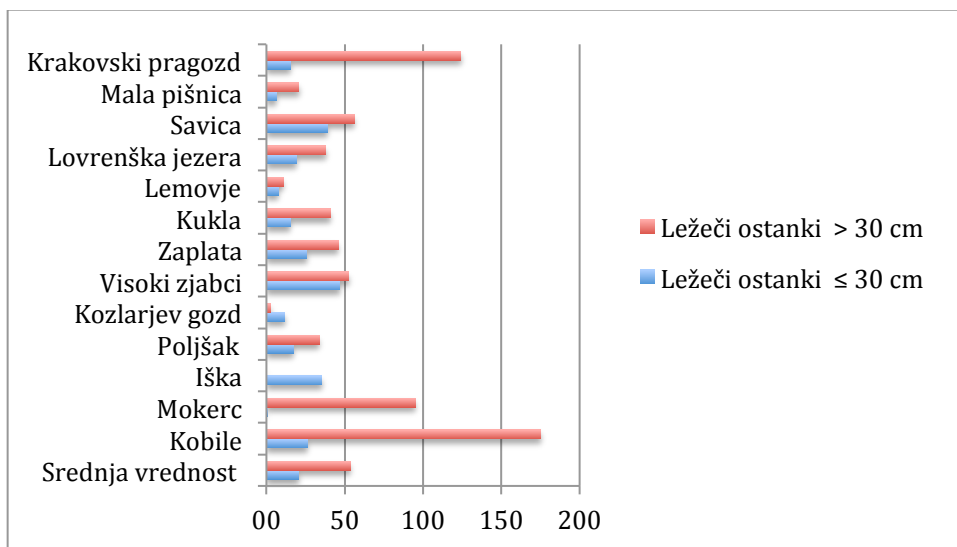


Slika 8: Povprečni delež volumna ležečih (podrtic) in stoječih (sušic) mrtvih drevesnih ostankov



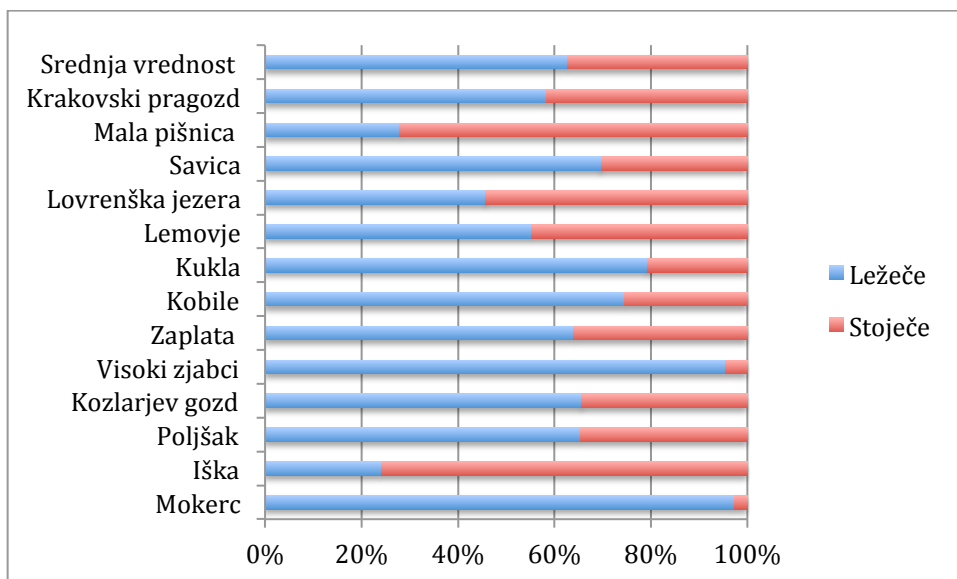
Slika 9: Volumen odmrlih sušic po dveh debelinskih razredih (m³/ha)

Slika 10 nam pokaže prostorninsko strukturo ležečega odmrlega drevja po dveh debelinskih razredih. V skupnem seštevku je v povprečju volumna ležečih ostankov 73,8 m³/ha, kar znaša v relativnem deležu 63 % vsega izmerjenega odmrlega drevja (Slika 9). Enako kot pri sušicah smo tudi pri podrticah več volumna izračunali pri debelejših ostankih (77,9 m³/ha). V gozdnem rezervatu Iška nismo ugotovili nobene debelejšje mrtve sekcije, v rezervatu Mokerc pa, ravno obratno, nobene tanjše mrtve sekcije ležečih dreves. Rezervata se nahajata zelo blizu in sta si tudi rastiščno podobna.



Slika 10: Volumen odmrlih ležečih ostankov (podrtic) po dveh debelinskih razredih (m³/ha)

Največja razlika pri raziskovalnih ploskvah teh dve rezervatov je bil naklon, ki je bil na ploskvi v rezervatu Iška višji, kar nakazuje na bistveno bolj ekstremne razmere. Umrljivost dreves je zaradi tega lahko hitrejša. V vseh ostalih rezervatih je večina prostornine v debelejših mrtvih ležečih drevesnih ostankih (Slika 10).



Slika 11: Relativni deleži ležečih (podrtic) in stoječih (sušic) mrtvih drevesnih ostankov po posameznih gozdnih rezervatih

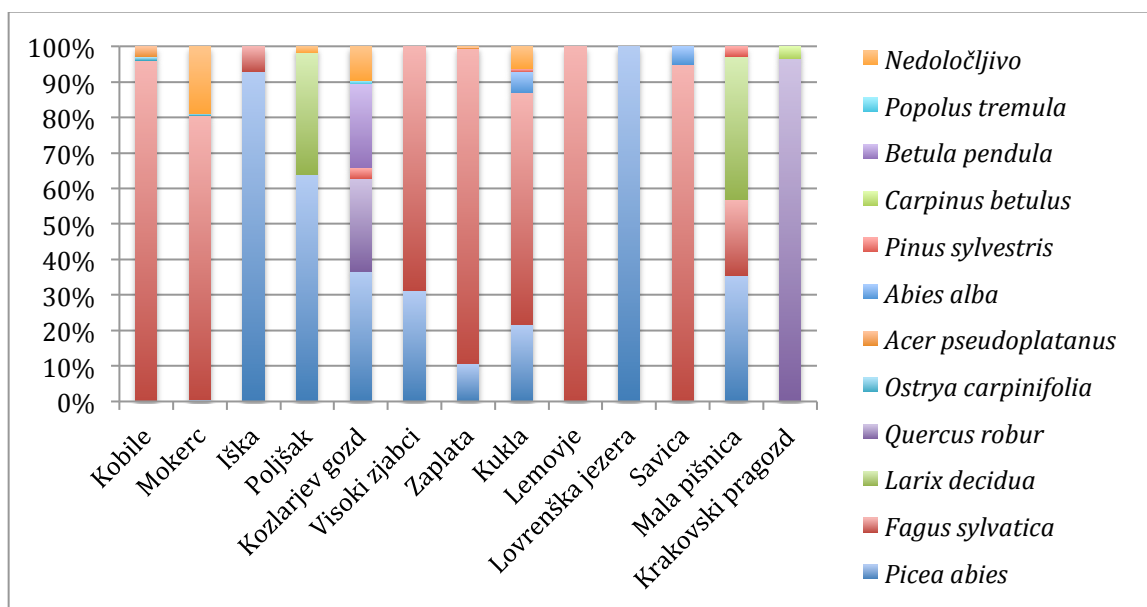
Sušice v volumnu prevladajo nad ležečim odmrlim drevjem le v treh rezervatih – Iški, Mali pišnici in Lovrenških jezerih (Slika 11).

5.4 VRSTNA SESTAVA ODMRLEGA DREVJA

Preglednica 5: Glavne vrste odmrlega drevja

Gozdni rezervat	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Larix decidua</i>	<i>Quercus robur</i>
Kobile		96,5		
Mokerc	0,44639496	80,18828703		
Iška	92,8348814	7,165118558		
Poljšak	63,8933934		34,39281565	
Kozlarjev gozd	36,7397036			26
Visoki zjabci	31,3767329	68,62326705		
Zaplata	10,7746056	88,73741631		
Kukla	21,7600222	65,17973823		
Lemovje		100		
Lovrenška jezera	100			
Savica		94,95845948		
Mala pišnica	35,5238335	21,37341845	40,38470464	
Krakovski pragozd				96,54868107

Vrstna sestava odmrlega drevja je odvisna predvsem od rastišča in preteklega upravljanja z gozdovi. V obravnavanih rezervatih prevladujeta bukev in smreka. V višjem montanskem pasu (Mala Pišnica, Poljšak) se v večjem deležu pojavlja še macesen. V nižinskih gozdnih rezervatih (Krakovski pragozd) je v večjem deležu prisoten dob. Veliki deleži smreke so ponekod posledica preteklih človeških vplivov. Največje deleže mrtvih bukovih ostankov smo našli v rezervatih Lemovje, Savica, Kobile in Mokerc (Preglednica 5, Slika 12). Vsi omenjeni rezervati oziroma raziskovalne ploskve spadajo v submontanski pas ter zajemajo različne bukove združbe. Smrekovi ostanki so v 100 % deležu v rezervatu Lovrenška jezera, kjer je bila ploskev postavljena na smrekovem rastišču. Visoke deleže smrekovih ostankov smo ugotovili tudi v drugih rezervatih (Poljšak, Mala Pišnica, Iška, Kozlarjev gozd).



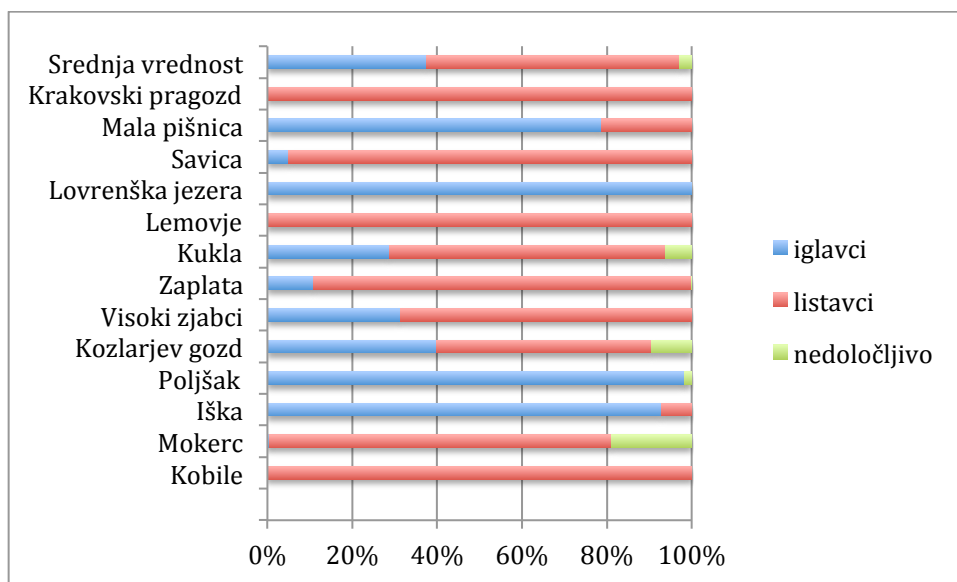
Slika 12: Relativna vrstna sestava odmrlega drevja po posameznih gozdnih rezervatih v prostorninskih deležih

Jelova mrtva drevesa smo odkrili v rezervatu Kukla (6 %) in v rezervatu Savica (5 %). V obeh primerih naj bi šlo za alpski bukov gozd s trilistno vetrnico, vendar je na izbranih ploskvah bil delež jelke tudi v živih drevesih kar precejšen. Mrtvi ostanki rdečega bora so se nahajali v zanimivem deležu v Mali pišnici (3 %).

Preglednica 6: Volumen mrtvih drevesnih ostankov iglavcev oziroma listavcev po posameznih gozdnih rezervatih ter skupno s standardno napako ($p < 0,005$)

Gozdni rezervat	Volumen mrtvih drevesnih ostankov (m^3/ha)			
	Iglavci	Listavci	Nedoločljivo	Skupaj
Kobile	0,0	269,4	0,0	269,4
Mokerc	0,4	79,1	18,5	98,1
Iška	136,1	10,5	0,0	146,6
Poljšak	76,0	0,0	1,3	77,3
Kozlarjev gozd	8,5	10,9	2,0	21,4
Visoki Zjabc	32,6	71,2	0,0	103,8
Zaplata	12,1	99,7	0,2	112,0
Kukla	20,2	46,0	4,4	70,6
Lemovje	0,0	33,1	0,0	33,1
Lovrenška jezera	124,2	0,0	0,0	124,2
Savica	6,9	129,4	0,0	136,2
Mala Pišnica	75,9	20,6	0,0	96,6
Krakovski pragozd	0,0	239,0	0,0	239,0
Srednja vrednost	37,9 ± 13,5	77,6 ± 24,5	2,0 ± 1,4	117,6 ± 19,7

Hiter in kvaliteten vpogled v stanje naravnosti nam lahko da prikaz količin in deležev mrtvih ostankov iglavcev ter listavcev. V povprečju smo izračunali 77,6 m³/ha odmrlega drevja listavcev ter 37,9 m³/ha odmrlega drevja iglavcev (Preglednica 6). Bolj pomembni pa so rezultati po posameznih gozdnih rezervatih, s katerimi lahko, po primerjavi s stanjem v sosednjih gospodarskih gozdovih ter z referenco, ki lahko izhaja iz rastišča oziroma gozdne združbe, približno ovrednotimo naravnost posameznega rezervata. Mrtva lesna biomasa in njena vrstna sestava nam odpreta tudi pogled v upravljanje z gozdovi še pred zavarovanjem.

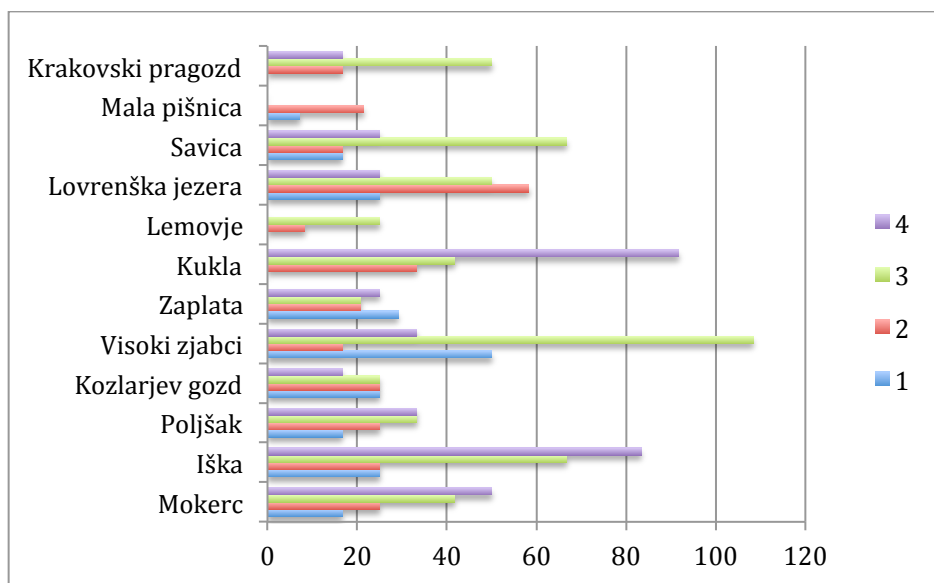


Slika 13: Relativni deleži volumna odmrlega drevja listavcev in iglavcev po posameznih gozdnih rezervatih

Visoke deleže mrtvih ostankov iglavcev na bukovih rastiščih smo ugotovili v rezervatih Iška, Kozlarjev gozd, Kukla ter Visoki Zjabc (Slika 13). V rezervatu Zaplata smo analizirali dve vzorčni ploskvi. Vsi ostanki iglavcev se nahajajo le na eni izmed teh dveh ploskev. Celoten delež iglavcev v rezervatu Savica je rezultat jelovih ostankov. Jelka je bila prisotna v mrtvi masi tudi v rezervatu Kukla.

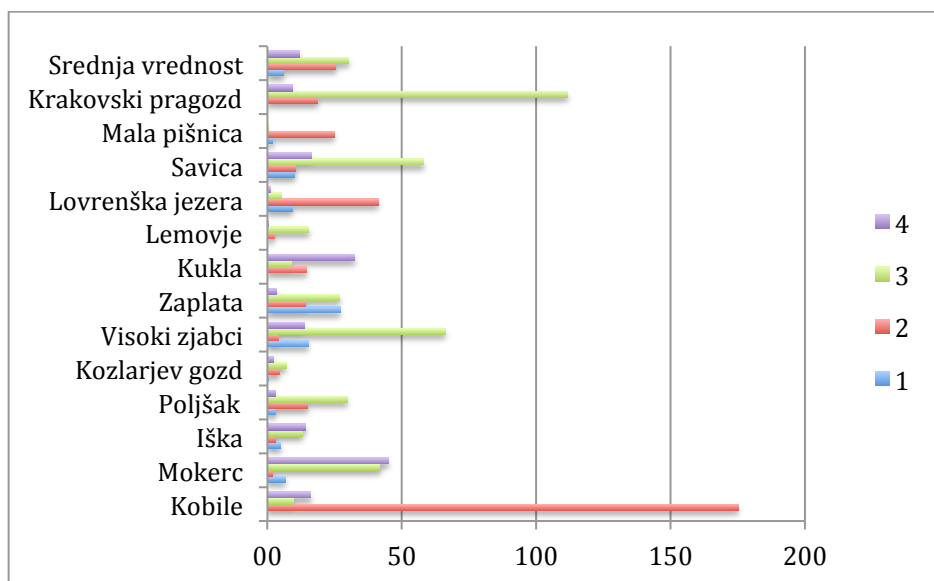
5.5 FAZE RAZKROJA MRTVIH DREVESNIH OSTANKOV

Faze razkroja smo omenili že v poglavju Metode dela. Posebej smo jih določali za ležeče drevesne ostanke ter za stoječe sušice.



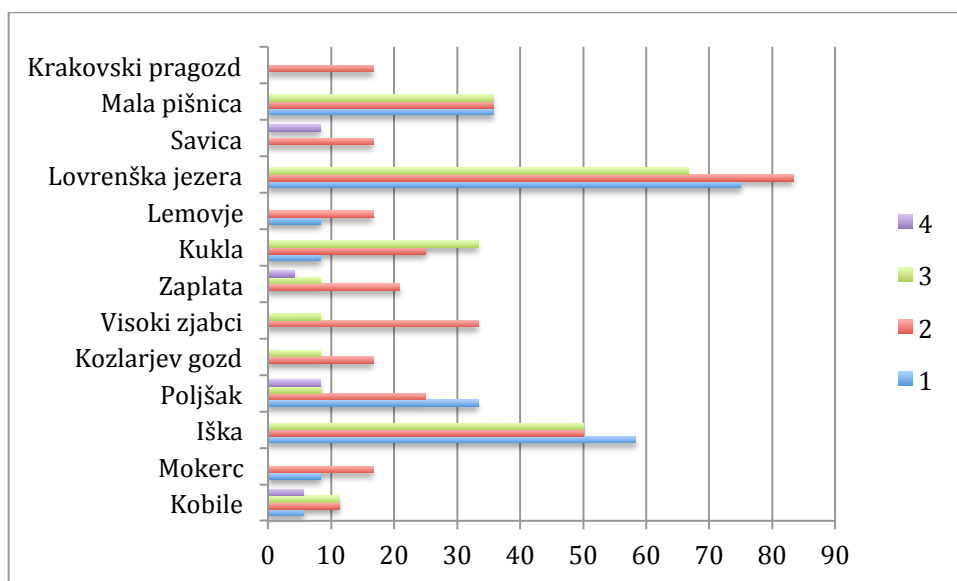
Slika 14: Število odmrlih ležečih dreves/ha po posameznih gozdnih rezervatih in štirih fazah razkroja

V večini primerov sta prikaza količine in volumna mrtvih dreves po fazah razkroja korespondentna, le pri rezervatu Zaplata je hitro opazna razlika (Sliki 14 in 15). Števila dreves za rezervat Kobile ni.



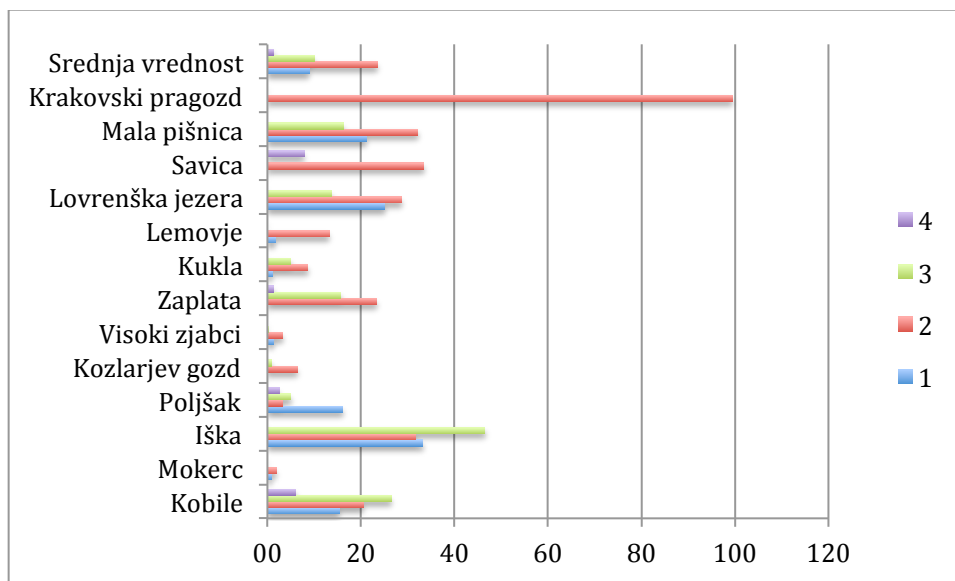
Slika 15: Volumen odmrlih ležečih ostankov po posameznih gozdnih rezervatih in štirih fazah razkroja

Slika 15 nam lahko hitro pokaže večje motnje v preteklosti. Takšna motnja bi lahko bil pred približno 10 – 20 let nazaj vetrolom v rezervatu Kobile na območju, kjer je bila postavljena ploskev. Podobno lasnost kažejo še rezervati Visoki Zjabci, Savica in Krakovski pragozd. Razlogi za takšen rezultat so lahko tudi antropogenega izvora, kar v veliki verjetnosti lahko trdimo za Visoke Zjabce in Savico.



Slika 16: Število odmrlih stoječih dreves/ha po posameznih gozdnih rezervatih in štirih fazah razkroja

Število sušic je največje v rezervatu Lovrenška jezera, kjer smo imeli opravljen popravo z manj in srednje debelimi mrtvimi stoječimi smrekami. Sušic je v zadnji fazi razmeroma malo, saj prej padejo. Prav tako po posameznih fazah ni opazna prevlada ene same faze. Le v Krakovskem pragozdu se sicer v majhnem številu pojavijo samo srednje razpadajoče sušice v drugi fazi razkroja. Pomankanje nekaterih faz je tudi opazno v Visokih Zjabcih, Kozlarjevem gozdu, Lemovju, Mokercu ter deloma v Zaplati.



Slika 17: Volumen odmrlih stoječih dreves po posameznih gozdnih rezervatih in štirih fazah razkroja

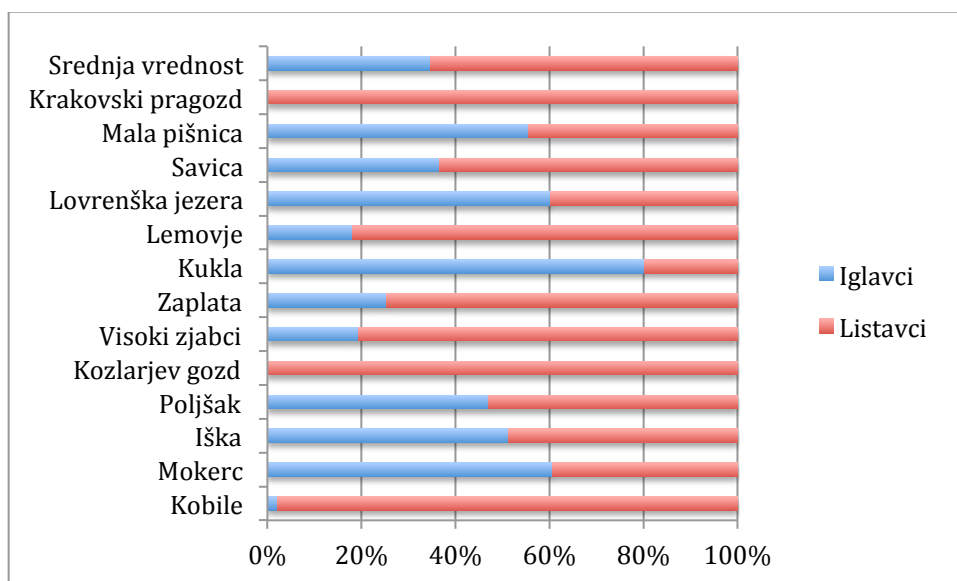
Čeprav je v Krakovskem pragozdu majhno število sušic, te kar zavzamejo nekaj volumna (99,5 m³/ha). Deleže starejših sušic smo ugotovili v Kobilah in Savici (Slika 17).

5.6 ODMRLO DREVJE V BLIŽNJIH GOSPODARSKIH GOZDOVIH

Preglednica 7: Volumen odmrlih dreves iz okoliških gospodarskih gozdov

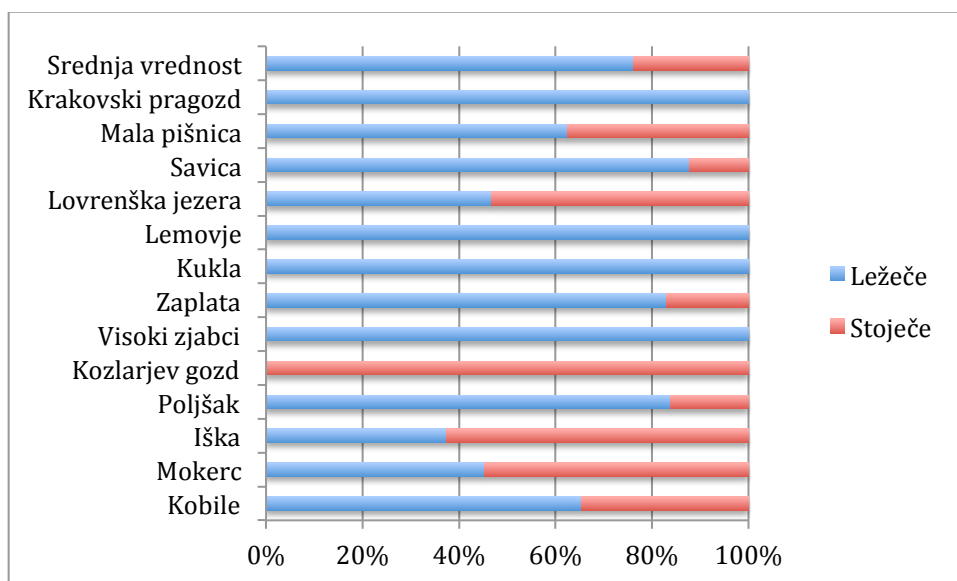
Gozdni rezervat	Število okoliških SVP*	Število dreves/ha	Volumen (m ³ /ha)	Iglavci (m ³ /ha)	Listavci (m ³ /ha)	Stoječe (m ³ /ha)	Ležeče (m ³ /ha)
Lemovje	6	20	4,2	0,8	3,4	0,0	4,2
Kukla	6	17	10,4	8,4	2,1	0,0	10,4
Visoki zjabci	8	48	21,9	4,2	17,7	0,0	21,9
Savica	11	80	38,7	14,2	24,5	4,8	33,9
Mala pišnica	8	90	49,7	27,6	22,1	18,6	31,1
Zaplata	14	54	41,2	10,5	30,7	7,0	34,1
Mokerc	41	39	20,2	12,2	7,9	11,0	9,1
Kozlarjev gozd	5	4	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0
Iška	15	13	3,8	1,9	1,8	2,4	1,4
Kobile	11	42	43,9	0,9	43,0	15,2	28,7
Krakovski pragozd	14	27	14,2	0,0	14,2	0,0	14,2
Poljšak	10	46	31,7	14,9	16,8	5,1	26,6
Lovrenška jezera	19	21	6,8	4,1	2,7	3,6	3,2
Srednja vrednost	13	39	22,1	7,7	14,5	5,3	16,8

V preglednici 7 podajamo izračunane volumne zbranih podatkov iz okoliških stalnih vzorčnih ploskev. Število ploskev je različno glede na bližino rezervata. Največ ploskev je bilo v okolici rezervata Mokerc (41), najmanj pa v okolici rezervata Kozlarjev gozd (5), saj se ta nahaja v pretežno kmetijski krajini. Vodilno mesto v številu in volumnu odmrlih dreves preračunano na hektar zavzame okolica rezervata Mala Pišnica. Razlog je verjetno v zelo težkih terenskih razmerah za gospodarjenje. Malo manjše količine in prostornine smo izračunali v gozdovih okoli rezervatov Visoki Zjabci, Savica, Poljšak ter Zaplata, kjer lahko na hitro domnevamo, da gre za enak razlog težjih terenskih razmer. V okolici Lemovja je število odmrlih dreves kar veliko glede na njihovo prostornino (preglednica 7). Zaradi panjevcev gre verjetno za večje veje. Ta predpostavka domnevno velja tudi znotraj rezervata. V vseh bližnjih gozdovih so bile ugotovljene bistveno manjše količine in prostornine odmrlega drevja, kot pa znotraj gozdnih rezervatov.



Slika 18: Relativni deleži odmrlega drevja listavcev in iglavcev po okoliških gospodarskih gozdovih posameznih gozdnih rezervatov

Bločni diagram slike 18 nam kaže relativne deleže iglavcev in listavcev gospodarskih gozdov v bližini gozdnih rezervatov. Če se vrnemo nazaj na sliko 13, katera nakazuje enake deleže znotraj gozdnih rezervatov, lahko kljub velikim absolutnim razlikam (Preglednici 3 in 7) ugotovimo v določenih območjih gozdov podobnosti. V deležih iglavcev in listavcev so zelo majhne razlike med gospodarskim gozdom in bližnjim rezervatom v območjih rezervatov Krakovskega pragozda, Male Pišnice, Visokih zjabcev, Kobil ter deloma tudi v območju Zaplate. V območju Savice, Kukle ter predvsem Mokerca je bilo v deležu ugotovljeno več iglavcev v gospodarskih gozdovih. V gospodarskih delih pri Lovrenških jezerih in Poljšaku smo izračunali večje deleže listavcev. Vzrok je v tem, da sta bili obe ploskvi v rezervatih izbrani na rastišču iglavcev. Ploskev v Poljšaku je bila izbrana v zgornjem delu rezervata, kjer sta smreka in macesen pionirja na opuščanih zaraščajočih se pašnikih. Prav tako je bilo v okolici Lemovja več mrtvih ostankov iglavcev. Tu so bili nekdanji pašniki, kjer je bil pa gozd, so bili panjeveci. To velja tudi za rezervat. Sklepamo lahko, da se pionirska lastnost smreke rezultira v večjem deležu odmrlih iglavcev. Absolutne količine v okolici Kozlarjeve gošče so tako majhne, da relativna primerjava z rezervatom ni objektivna, oziroma je onemogočena. Večji deleži iglavcev v rezervatu Iške v primerjavi z okolico pa niso hitro razumljivi.



Slika 19: Relativni deleži ležečih (podrtic) in stoječih (sušic) mrtvih drevesnih ostankov po okoliških gospodarskih gozdovih posameznih gozdnih rezervatih

Rezultat o deležih podrtic in sušic iz bližine gozdov Kozlarjevega gozda bi načeloma lahko tudi odstranili, saj gre le za en osebek. Ostali podatki, ki nam jih kaže slika 19, pa so dobri za primerjavo s sliko 11, ki nam kaže enake podatke znotraj gozdnih rezervatov. Oba diagrama sta si na prvi pogled precej podobna, kar v danem primeru pomeni, da so si razmerja med ležečim in stoječim odmrlim drevjem podobna ne glede na to, ali gre za rezervat ali za gospodarski gozd. V rezervatih je pa vseeno več sušic oziroma stoječih mrtvih dreves. Razlike so vidne predvsem na območju Krakovskega pragozda ter deloma Lemovja in Kukle, kjer v gospodarskem delu ni sušic. Prav tako, v celoti gledano, lahko opazimo manj sušic v gospodarskih gozdovih večine ostalih rezervatov. Zaradi tega lahko domnevamo, da odmrli drevesa v gospodarskih gozdovih hitreje padejo kot pa v gozdnih rezervatih.

5.7 RAZLIKE V PORAZDELITVI VOLUMNOV MED GOZDNIMI REZERVATI, VIŠINSKIMI PASOVI IN DVEMA RAZLIČNIMA NAKLONOMA

Ali so značilne razlike v porazdelitvi volumnov posameznih kosov mrtvih drevesnih ostankov med 13 gozdnimi rezervati, dvema razredoma naklona terena in med tremi višinskimi pasovi, so naslednja vprašanja, ki smo si jih postavili. Naklon terena smo razdelili na ploskve nad 20 % ter pod 20 % naklona. Višinski pasovi pa so nižinski,

montanski in submontanski. Izvedli smo Kruskall – Wallisov test za ugotovitev razlik med višinskimi pasovi in gozdnimi rezervati ter Mann – Whitneyev test za ugotovitev razlik med dvema različnima razredoma naklona terena.

Statistično značilne razlike v porazdelitvi volumnov smo ugotovili le med posameznimi gozdnimi rezervati (Kruskall Wallisov test: $N = 595$, $h = 22,194$, $df = 12$, $p = 0,035$).

6 RAZPRAVA

V 13 izbranih gozdnih rezervatih smo izračunali volumen ležečih in stoječih odmrlih dreves, ki je dober biološki indikator naravnosti gozda. Upoštevali smo le večje ostanke tako, da je znašal merski prag za sprejem v vzorec 10 cm prsnega premera pri stojećem oziroma 10 cm premera, na debelejši strani sekcije, pri ležečem odmrlem drevju. Predmet raziskave so bili torej mrtvi drevesni ostanki. Zanimalo nas je število odmrlih dreves, njihov volumen, debelinska in dekompozicijska struktura ter vrstna sestava. Nato smo na podlagi meritev iz stalnih vzorčnih ploskev izračunali še število, volumen in debelinsko strukturo odmrlega drevja v okoliških gospodarskih gozdovih ter dobljene rezultate primerjali med seboj.

6.1 KOLIČINE ODMRLEGA DREVJA

V obravnavanih gozdnih rezervatih z meritvami na večjih ploskvah z metodo “motorne žage” smo v povprečju ugotovili 191 ± 29 odmrlih dreves na hektar s prostornino $117,6 \pm 19,7 \text{ m}^3/\text{ha}$. V okoliških gospodarskih gozdovih pa smo s pomočjo stalnih vzorčnih ploskev in na podlagi tarif v povprečju prišli do 39 ± 7 odmrlih dreves na hektar s prostornino $22,1 \pm 4,7 \text{ m}^3/\text{ha}$. Volumni mrtvih drevesnih ostankov so znotraj posameznih ploskev imeli zelo razpršene vrednosti.

Preglednica 8: Primerjava števila in prostornine odmrlega drevja med rezervati in njihovo okolico

Gozdni rezervat	Št/ha			Volumen (m ³ /ha)		
	Rezervat	Okolica	Razmerje (%)	Rezervat	Okolica	Razmerje (%)
Lemovje	50	20	40,0	33,1	4,2	12,6
Kukla	208	17	8,2	70,6	10,4	14,7
Visoki zjabci	250	48	19,2	103,8	21,9	21,1
Savica	150	80	53,3	136,2	38,7	28,4
Mala pišnica	292	90	30,9	96,6	49,7	51,5
Zaplata	121	54	44,7	112,0	41,2	36,8
Mokerc	142	39	27,5	98,1	20,2	20,6
Kozlarjev gozd	108	4	3,7	21,4	1,0	4,8
Iška	358	13	3,6	146,6	3,8	2,6
Kobile		42		269,4	43,9	16,3
Krakovski pragozd	92	27	29,5	239,0	14,2	5,9
Poljšak	183	46	25,1	77,3	31,7	41,1
Lovrenška jezera	342	21	6,1	124,2	6,8	5,5
Srednja vrednost	191	39	20,1	117,6	22,1	18,8

Močno so različne tudi vrednosti med rezervati; tako je bila hektarska zaloga mrtvega drevja v Krakovskem pragozdu 239 m³, medtem ko je znašala v Kozlarjevem gozdu le 21,4 m³. Gozdovi so si različni tudi po ostalih značilnostih in ne samo po količinah odmrlega drevja. Drevesni ostanki so se prostorsko pojavljali pretežno v gručicah, kar je tudi vplivalo na rezultate. V rezervatu Kobile smo ploskev postavili na območje, ki je bilo pod vplivom večje naravne motnje in je bilo odmrlega drevja že na pogled več kot drugod. V vseh gozdnih rezervatih so bili volumni odmrlega drevja bistveno višji kot pa v okoliških gospodarskih gozdovih (Preglednica 8). Fridman in Walheim (2000) ocenjujeta, da so v gospodarskem gozdu v zmernem klimatskem pasu vrednosti odmrle mase od 2 % do 30 % glede na količino odmrlega drevja v pragozdovih (Debeljak, 2004). V naši raziskavi so bile vrednosti volumnov odmrlih dreves izmerjenih na stalnih vzorčnih ploskvah v bližnjih gospodarskih gozdovih od 2,6 % pa vse do 51,5 % (v povprečju 18,8 %) glede na količino volumnov v obravnavanih gozdnih rezervatih. V rezervatu Iška je bilo mrtvega drevja 38 krat več, v Lovrenških jezerih 18 krat več in v Krakovskem pragozdu 17 krat več kot v okoliških gospodarskih gozdovih. Najvišja razmerja med okolico in rezervatom smo ugotovili v montanskih gozdovih Male Pišnice, Zaplate in Poljšaka. Tako je volumen v rezervatu

Mala Pišnica le dva krat večji od okoliških nezavarovanih gozdov. Temu so verjetno vzrok težke terenske razmere za gospodarjenje.

Raziskava iz šestih švicarskih gozdnih rezervatov, prav tako z meritvami na ploskvah, je podala nižje povprečne vrednosti volumnov in sicer $68,8 \pm 12,5 \text{ m}^3/\text{ha}$, a je bil razpon med najnižjim ($48,4 \text{ m}^3/\text{ha}$) in najvišjim volumnom ($129,2 \text{ m}^3/\text{ha}$) manjši (Herrmann in sod., 2012). Skupne vrednosti volumnov odmrlega drevja iz 109 ploskev na 94 lokacijah v nižinskih bukovih in hrastovih gozdnih rezervatih severozahodne in centralne Evrope so bile v razponu od 6 do $500 \text{ m}^3/\text{ha}$ s srednjo vrednostjo $75 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Vandekerkhove in sod., 2009), kar je bistveno manj kot ugotovitve v naših rezervatih. So pa rezultati težko primerljivi. Glede na kriterije za vstop območij v omenjeni raziskavi (Vandekerkhove in sod., 2009), večina naših rezervatov ne bi bila v vzorcu:

- večina naših ploskev je bila postavljena nad 700 m n.m. in gre za različna rastišča;
- nekateri naši rezervati imajo predele, kjer se naj nebi gospodarilo (Mala Pišnica, Kobile, Zaplata, Visoki Zjabci);
- v večini naših rezervatov je tudi daljša doba negospodarjenja. V nekaterih rezervatih so tudi bistveno starejša drevesa (Krakovski pragozd).

Vseeno pa so naše vrednosti zelo visoke glede na ostale raziskave. Christensen s sod (2005) navaja povprečne vrednosti $132 \text{ m}^3/\text{ha}$ v bukovih pragozdovih ter dolgo negospodarjenih nižinskih in gorskih rezervatih. V gozdnem rezervatu Vallbonna v italijanskih dolomitih pa so raziskavo opravili na večjem številu manjših ploskvic in prišli do zanimivih rezultatov. Povprečna vrednost volumna odmrlega drevja je tam znašala $23,4 \text{ m}^3/\text{ha}$, največja pa $89,3 \text{ m}^3/\text{ha}$, medtem ko na nekaterih ploskvicah ni bilo nič drevesnih ostankov (Motta in sod., 2006). Za količine odmrlega drevja je značilna velika variabilnost v času in prostoru, kar ugotavlja večina omenjenih raziskav.

Naslednje pomembno vprašanje je stanje odmrlega drevja v pragozdovih. V večini raziskav ugotavljajo, da so količine v pragozdovih večje kot pa v kasneje nastalih rezervatih (Herrmann in sod., 2012, Bretz Guby in Dobertin, 2012, Motta in sod., 2008, Diaci in Perušek, 2004). Večje količine odmrlega drevja v mlajših rezervatih so bile posledica naravnih motenj – predvsem vetrolomov (Christensen in sod., 2005). Pri

nas se rezultati o velikosti volumnov odmrlih dreves v pragozdovih, tudi v enakih, lahko precej razlikujejo. Različni so si predvsem zaradi različnih metod in časov merjenja. Na dogodke v gozdnem ekosistemu je treba gledati dinamično, kar velja tudi za vse značilnosti mrtvih drevesnih ostankov. Iz literature ugotavljamo naslednje vrednosti v naših pragozdovih:

- Krokarc: 153 m³/ha (Diaci in Perušek, 2004), 69 m³/ha (Papež in sod., 1997 v Christensen in sod., 2005);
- Rajhenavski Rog: 138 m³/ha (Hartman, 1987); ugotovljen je bil zelo majhen delež podrtic – pod 20 m³/ha, 292 m³/ha (Kraigher in sod., 2002); od tega je bilo 66 % jelke;
- Pečka: 283 m³/ha (Turk in sod., 1980), 638,9 m³/ha (Debeljak, 1999); skupna količina živih dreves je bila skoraj enaka skupni količini odmrlih dreves;
- Bukov vrh: 92 m³/ha (Kovač, 1999 v Christensen in sod., 2005), 101,8 (Pivk, 2008);
- Strmec: 166,0 m³/ha (Roženberger in sod., 2003).

Debeljak (2004) zelo precizno izmeri in izračuna lesne ostanke tudi v pragozdu Rajhenavski Rog. Njegova ocena volumna mrtve mase je znašala v optimalni razvojni fazi (debeljaku) 305 m³/ha, v pomlajencu pa kar 626 m³/ha (Debeljak, 2004). Glede na rezultat naše raziskave se marsikateri rezervat po volumnu odmrlih drevesnih ostankov približa vrednostim v pragozdovih. Nepričakovano visoke vrednosti so lahko tudi posledica težko dosegljive objektivnosti pri vzorčenju na strnjenem mestu. Zaradi tega je lahko ta primerjava precej pristranska. Bolj objektivno oceno bi verjetno dobili, če bi slučajnostno ali sistematično izbrali več manjših ploskvic v vzorec, saj so vrednosti volumnov različne v prostoru. Odvisne so od obdobja negospodarjenja, drevesne sestave, razvojnih faz in tudi od motenj. Po drugi strani pa gre za različne načine sprejemanja in izračunavanja podatkov. Mi smo izračunali volumne na podlagi meritev na terenu brez uporabe tarif, še najbolj podobno načinu, ki ga je izvajal Debeljak (1999, 2004), ki pa ima vedno višje vrednosti, kot ostali raziskovalci na enakih področjih. Problem pri primerjavah lahko predstavljajo tudi različne velikosti minimalnih premerov. Vseeno pa lahko trdimo, da gre v primeru obravnavanih gozdov vsaj za zelo ohranjene dele rezervatov z visoko “stopnjo” naravnosti. To velja z vidika

količine mrtvih drevesnih ostankov, vendar so rezervati pomembni tudi zaradi drugih vlog.

6.2 LEŽEČE IN STOJEČE ODMRLO DREVJE

Sušice (stoječe mrtvo drevje) ima večje možnosti in verjetno dalj časa zdrži v pragozdu v varnem objemu gostega sestoja kot pa v odprtem gospodarskem gozdu. To ne drži vedno, saj je količina sušic lahko tudi visoka zaradi drugih razlogov. Raziskovalci ugotavljajo, da v bukovih evropskih gozdnih rezervatih v povprečju ležeče mrtvo drevje (podrtice) prispeva več k celotnemu volumnu mrtvega drevja. Delež sušic raznih vrst je bil v povprečju v montanskih delih skoraj dvakrat večji kot v nižinskih in submontanskih področjih (Christensen in sod., 2004). V naši raziskavi pet ploskev spada v montanski pas in sedem v nižinski in submontanski. Značilnih razlik v deležih sušic nismo ugotovili, teh je bilo v povprečju le malo več v nižinskih in submontanskih delih (38 %) kot pa v montanskih (36 %). Debeljak (1999) je v raziskavi pragozda Pečka volumen porazdelil po štirih kategorijah, kjer so bili rezultati naslednji: panji ($19,91 \text{ m}^3/\text{ha}$), gomile ($70,71 \text{ m}^3/\text{ha}$), ležeči ($276,64 \text{ m}^3/\text{ha}$) in stoječi mrtvi ostanki ($271,63 \text{ m}^3/\text{ha}$). Skupen seštevek ležečih ostankov v pragozdu Pečka bi tako znašal $347,4 \text{ m}^3/\text{ha}$, ter stoječih s panji vred $291,5 \text{ m}^3/\text{ha}$. V Rajhenavskem Rogu so leta 1985 izmerili bistveno več sušic ($116 \text{ m}^3/\text{ha}$) kot pa podrtic, katerih prostornina je znašala le $19 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Hartman, 1987). V naši raziskavi je bilo v povprečju 1,7 krat več volumna podrtic. Povprečje razmerij ležeče/stoječe odmrlo drevje je v naši raziskavi znašalo 5,9, vendar so nekatera razmerja močno odstopala od povprečja, kot npr. pri rezervatu Mokerc, kjer je znašalo 35,4. Od 13 rezervatov je bilo v volumnu več sušic le v 3 rezervatih: Mali Pišnici, Iški in Lovrenških jezerih. V Iški je znašal delež sušic kar 70 % (Preglednica 3). Razlog je lahko v vrstni sestavi, saj je bila na vseh štirih ploskvah omenjenih rezervatov v večinskem deležu smreka, v Mali Pišnici pa še macesen. Vrstna sestava pa vpliva na razmerje med sušicami in podrticami. Bukev je pogosto napadena z glivami, zaradi tega odlomljena in le redko sušica. Če ne upoštevamo dveh ekstremnih osamelih vrednosti (Mokerc in Visoki Zjabci) razmerij med ležečim in stoječim odmrlim drevjem dobimo zelo podobne rezultate kot so jih dobili raziskovalci v švicarskih gozdnih rezervatih. V tem primeru se naše vrednosti

gibljejo med 0,3 in 3,8 (Preglednica 3), švicarske vrednosti pa med 0,5 in 3,5 (Herrmann in sod., 2012). Referenca v slednji raziskavi je bil pragozd Derborence v švicarskem kantonu Valais, kjer je narava onemogočila pristop do gozda že leta 1749. Tam je bila vrednost razmerja ležeče/stoječe odmrlo drevje 5,3. Razmerja med ležečim in stoječim odmrlim drevjem so si v naši raziskavi precej podobna ne glede na rezervat ali okoliški gospodarski gozd (Sliki 11 in 19). V rezervatih je bilo vseeno več sušic ne samo v absolutnem smislu. Razlike so opazne predvsem na območju Krakovskega pragozda ter deloma Lemovja in Kukle, kjer v gospodarskem delu sploh ni bilo sušic. Zaradi tega lahko domnevamo, da odmrla drevesa v gospodarskih gozdovih hitreje padejo, kot pa v gozdnih rezervatih.

6.3 VRSTNA SESTAVA ODMRLIH DREVES

Vrstna sestava je odvisna predvsem od upravljanja z gozdovi v preteklosti in rastišča. Na vseh ploskvah je bilo ugotovljenih 11 drevesnih vrst v mrtvih drevesnih ostankih. Prevladujeta bukev in smreka. V višjih legah v rezervatih Poljšak in Mala Pišnica smo odkrili še odmrta drevesa macesna. V nižinskih gozdovih rezervata Krakovski pragozd pa je vodilna vrsta dob. V rezervatih Savica in Kukla je bilo veliko odmrlih jelk. Precejšen delež rdečega bora smo ugotovili v rezervatu Mala Pišnica. Smreka se pojavlja v nekromasi ponekod kot posledica človekovih vplivov. Veliki deleži odmrlih smrek na rastiščih listavcev so bili odkriti v rezervatu Iška in v rezervatu Kozlarjev gozd, vendar je smreka prisotna v mnogih rezervatih. Ni je bilo v Kobilah, Krakovskem pragozdu, Mokercu, Lemovju, Savici ter na ploskvi Hudičevega boršta v rezervatu Zaplata. Največje deleže odmrlih bukovih ostankov smo našli v rezervatih Lemovje, Savica, Kobile in Mokerc (Preglednica 5, Slika 12). Vsi štirje rezervati oziroma raziskovalne ploskve spadajo v submontanski pas ter zajemajo različne bukove združbe. Deleži iglavcev in listavcev odmrlih dreves se med gospodarskimi gozdovi in bližnjimi rezervati na prvi pogled ne razlikujejo (Sliki 7 in 11). To velja predvsem za območja rezervatov Krakovskega pragozda, Male pišnice, Visokih zjabcev, Kobil ter deloma Zaplate. Višji relativni delež iglavcev v gospodarskih gozdovih na območju Savice, Kukle ter predvsem Mokerca je posledica že dolgoročnega negospodarjenja v omenjenih rezervatih. V gospodarskih delih pri Lovrenških jezerih in Poljšaku smo izračunali večje deleže listavcev. Ploskev na Poljšaku je bila izbrana v zgornjem delu rezervata, kjer sta smreka in macesen pionirja na opuščenih zaraščajočih se pašnikih. Po drugi strani smo pa v okoliških nezavarovanih gozdovih Lemovja, kjer so bili nekoč pašniki, ugotovili več odmrlih ostankov iglavcev. Sklepamo lahko, da se pionirska lasnost smreke rezultira v večjem deležu ostankov iglavcev na bivših pašnih površinah. Absolutne količine v okolici Kozlarjeve gošče so tako majhne, da relativna primerjava z rezervatom ni mogoča. Večji deleži iglavcev v rezervatu Iške v primerjavi z okolico pa niso razumljivi, saj nimamo dovolj podatkov o rezervatu. Mogoče je vzrok v tem, da je rezervat na bolj

ekstremnem rastišču. V celoti gledano lahko opazimo pri večini rezervatov bolj naravno drevesno sestavo, ki je posledica manjšega antropozoogenega pritiska v preteklosti kot v okoliških nezavarovanih gozdovih. Večina rezervatov je dobro ohranjenih, čeprav drevesna sestava ni tako originalna kot v pragozdovih.

6.4 DEBELINSKA STRUKTURA ODMRLIH DREVES

V obravnavanih gozdnih rezervatih je bilo največ odmrlih dreves prešteti v razredu pod 30 cm premera, vendar je njihova prostornina v povprečju znašala manj kot prostornina debelejših dreves nad 30 cm premera. Enako velja za okoliške gozdove. Rezultati naše raziskave so pokazali, da je, poleg razlike v skupnem številu odmrlih dreves na hektar, še večja razlika v debelinski strukturi teh dreves med okoliškimi gospodarskimi gozdovi in gozdnimi rezervati.

Preglednica 9: Debelinska struktura v obravnavanih gozdnih rezervatih in okoliških gozdovih brez gozdnega rezervata Kobile

Gozdni rezervat	A (0 - 30 cm)						B (30 - 50 cm)						C (nad 50 cm)					
	Rezervat			Okolica			Rezervat			Okolica			Rezervat			Okolica		
	N/ha	%	m ³ /ha	N/ha	%	m ³ /ha	N/ha	%	m ³ /ha	N/ha	%	m ³ /ha	N/ha	%	m ³ /ha	N/ha	%	m ³ /ha
Lemovje	8	16	11,0	20	100	4,2	42	84	22,1	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0
Kukla	133	64	43,6	14	82	2,8	50	24	5,7	0	0	0,0	25	12	19,7	3	18	7,6
Visoki zjabci	183	73	40,7	38	79	7,8	67	27	56,5	10	21	14,1	0	0	0,0	0	0	0,0
Savica	67	44	21,3	67	84	16,7	75	50	67,6	9	11	11,9	8	6	33,0	4	5	10,1
Mala pišnica	154	53	11,0	73	81	18,9	130	45	66,8	13	14	17,2	7	2	17,6	5	6	13,6
Zaplata	75	62	14,8	30	55	7,0	25	21	24,3	21	39	27,0	21	17	68,3	3	5	7,2
Mokerc	92	65	17,3	32	84	8,7	33	24	36,2	4	11	6,1	17	12	42,2	2	5	5,4
Kozlarjev gozd	100	92	11,4	4	100	1,0	8	8	7,7	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0
Iška	300	84	60,9	13	100	3,8	58	16	83,2	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0
Krakovski pragozd	25	27	4,6	23	84	7,4	17	18	9,9	4	16	6,8	50	55	222,6	0	0	0,0
Poljšak	150	82	36,9	32	70	11,3	25	14	27,7	14	30	20,5	8	5	12,8	0	0	0,0
Lovrenška jezera	267	78	31,1	20	95	5,5	75	22	92,9	1	5	1,3	0	0	0,0	0	0	0,0

V okoliških gospodarskih gozdovih je v primerjavi z gozdnimi rezervati bistveno manj debelih odmrlih dreves tudi v relativnem smislu. V okoliških nezavarovanih gozdovih je marsikje tudi delež volumna največji v prvem razširjenem debelinskem razredu do 30 cm premera, medtem ko je v tem razredu največ volumna nekromase dreves le v Kozlarjevem gozdu (Preglednica 9). Vzrok je nezaželenost starih, senescenčnih in umirajočih dreves pri gospodarjenju z gozdovi. Zelo velik delež starih dreves je v Krakovskem pragozdu. Takšna drevesa tam zajamejo skoraj ves volumen odmrlega drevja v rezervatu. V gozdnem rezervatu Kobile nismo šteli mrtvih dreves, zaradi tega

imamo le podatke o prostornini posameznih kosov drevesnih ostankov, ki je znašala v debelinskem razredu A 28 m³/ha, v razredu B 71 m³/ha in v C 170 m³/ha. V zadnjem debelinskem razredu je bilo tako kar 63 % vseh drevesnih ostankov. V nezavarovanih gozdovih okolice rezervata Kobile pa je znašal delež odmrlih dreves nad 50 cm premera le 8,7 %. Po podatkih iz pragozdov Rajhenavski Rog in Pečka iz 80 – ih let lahko opazimo večje deleže števila in nekromase v zadnjem razširjenem razredu. V Rogu je bil delež števila mrtvih dreves sicer največji v prvem debelinskem razredu (56 %), a je bil še relativno visok v zadnjem (26 %) (Hartman, 1987). V pragozdu Pečka je pa znašal delež dreves do 30 cm premera le 23 %, v srednjem razredu 42 % in v zadnjem najdebelejšem 34 % (Turk in sod., 1985). Z izjemo rezervata Krakovski pragozd tako visokih relativnih deležev v zadnjem razširjenem razredu v naši raziskavi nismo ugotovili. Enako ugotavljajo raziskovalci v Rajhenavskem Rogu in Krokarju večje deleže odmrlih dreves v debelejših stopnjah, kjer je zavzemal delež odmrlih dreves nad 46 cm premera kar 43 %. V pragozdovih so odmrli drevesa debelejša in se praviloma pojavljajo v večjih deležih. Nekateri rezervati se pa že približujejo tem vrednostim – Kukla, Zaplata in Mokerc. Podobne rezultate so raziskovalci pokazali v švicarskih gozdnih rezervatih, kjer je bilo število odmrlih dreves pod 30 cm bistveno večje kot tistih nad 30 cm. V nekaterih rezervatih so manj debela drevesa zavzela celo večje volumenske deleže, medtem ko je v pragozdnem rezervatu Derborence debelejša drevje nad 30 cm močno prevladovalo tako v številu kot v volumnu (90 %). V omenjenih švicarskih rezervatih je znašal povprečni delež volumna debelih dreves nad 30 cm 48 % in je bil višji pri sušicah (52 %), kot pri podrnicah (46 %) (Herrmann, 2012). V naših obravnavanih gozdnih rezervatih pa je bil povprečni volumenski delež debelih dreves nad 30 cm premera bistveno višji (74 %) in je bil prav tako višji v sušicah (81 %), kot pri podrnicah (72 %). Če drevo odmre v mlajši dobi, ko je še tanjše ima večje možnosti da pade.

6.5 FAZE RAZKROJA ODMRLIH DREVES

Posebej za sušice in posebej za podrtice smo ugotavljali porazdelitev števila in volumnov odmrlih dreves po štirih fazah razkroja (Aakalla in sod., 2008, Fraver in sod., 2001). Pri takšnih analizah je treba biti previden, še posebno pri majhnih vzorcih in primerjavah z ostalimi izsledki. Pri določevanju faz na terenu lahko prihaja do različnih subjektivnih ocen. V sistemu, ki smo ga uporabili v naši raziskavi je relativno lahko ločiti prvo in drugo fazo razkroja, problem se lahko pojavi le pri listavcih zaradi trohnenja od znotraj ven. Zelo težko pa je na terenu ločiti tretjo in četrto fazo pri iglavcih. Gostota lesa se hitro zmanjšuje do tretje faze, medtem ko med tretjo in četrto ni velikih razlik, kar lahko povzroča napake pri določanju mase odmrlega drevja (Fraver in sod., 2001). V pragozdovih in starejših gozdnih rezervatih je praviloma več starejšega in bolj razkrojenega odmrlega drevja, kar je rezultat dolgega časa negospodarjenja. Takšni ekosistemi imajo različno ekološko stanje na tleh in v okolici. Starejši in bolj razkrojeni ostanki lahko zadržujejo več vode in dalj časa ter so zelo pomembni habitatni tipi različnih velikokrat redkih in ogroženih vrst. Pri naših rezervatih so se pretežno pojavljale vse faze z največjimi volumenskimi deleži v drugi in tretji fazi. Sušice so se v zadnji fazi pojavljale le v štirih rezervatih: Savici, Pojšaku, Kobilah in Mokercu. Manjši delež suši v tej fazi je posledica padca odmrlih osebkov in se lahko odraža v višjem deležu ležečih starejših ostankov. V vseh rezervatih je bilo kljub razlikam veliko več mlajših sušic v začetnih fazah. Ležeči ostanki so prevladovali v tretji fazi, vendar imata rezervata Kukla (58 %) in Mokerc (47 %) zelo visoke deleže v zadnji fazi. V pragozdovih Krokar in Rajhenavski Rog so znašali deleži odmrlih dreves v zadnjih dveh fazah razkroja (od šestih) 31 % (Kraigher in sod., 2002). V mlajših bukovih gozdnih rezervatih na Danskem (Velling, Knegerne) je bilo zraven nižjih absolutnih vrednosti drevesnih ostankov opazno tudi pomankanje teh v starejših fazah razgradnje, medtem ko so v starejših rezervatih z dolgim stažom negospodarjenja (Suserup, Stodam, Mon) bile zastopane vse faze. Enaki rezultati so se pokazali tudi v treh bukovih rezervatih na Madžarskem (Christensen in sod., 2003). V švicarskih rezervatih je bila dekompozicijska struktura odmrlih dreves podobna

rezultatom naše raziskave in prav tako pokazala relativno visoke deleže v starejših fazah razkroja. Tako sta v povprečju šestih rezervatov zadnji dve fazi razkroja (med petimi) zavzeli 53 % volumna, zastopane pa so bile vse faze. Pragozdni rezervat Derborance je pa imel vseeno višjo vrednost starejših in bolj razkrojenih dreves (Herrmann in sod., 2012). V naši raziskavi pri rezervatu Kobile močno odstopa visoka vrednost druge faze, ki nakazuje na večjo naravno motnjo. Zelo verjetno je šlo za vetrolom pred približno 10 do 20 let nazaj o katerem je govoril tudi vodja krajevne enote. Prav tako ugotavljajo povezanost iztopajočih vrednosti v določenih fazah z nevihto iz leta 1976 v rezervatu Suserskup na Danskem (Christensen in sod., 2003).

6.6 RAZMISLEK O NARAVNOSTI OBRAVNAVANIH GOZDNIH REZERVATOV

Pojem naravnosti je močno povezan z vrednostnim sistemom vsakega posameznika, zaradi tega je objektivna znanstvena razlaga nemogoča. Če izločimo značilnosti gozdov v povezanosti s pojavom odmrlega drevja, ki je mimogrede lahko dober bio - ekološki indikator, lahko na podlagi dane raziskave trdimo, da so obravnavani gozdni rezervati ali vsaj deli the rezervatov dobro ohranjeni in imajo visoko "stopnjo" naravnosti. Večina rezervatov iz te raziskave ima visoko število odmrlih dreves in relativno velike absolutne vrednosti njihovih prostornin. V večini primerov je vrstna sestava dreves bolj ohranjena in rastiščno primerna, kot v okoliških gospodarskih gozdovih, prav tako je več debelejših in starejših bolj razkrojenih odmrlih dreves, ki soustvarjajo posebne ekološke razmere v naravnem gozdu. Zaradi tega so vsi obravnavani gozdovi zelo pomembni za zagotavljanje biotske pestrosti, za raziskovalno delo in posledično za urejanje in gospodarjenje s sonaravnimi gozdovi. Pragozdovi imajo načeloma večje volumne nekromase, debelejša in bolj razgrajena odmrta drevesa ter bolj naravno drevesno sestavo kot kasneje nastali rezervati, vendar se nekateri predeli rezervatov te raziskave že približujejo pragozdnim razmeram.

7 SKLEPI

Raziskava odmrlega drevja v trinajstih gozdnih rezervatih Slovenije, ki so problematični z vidika lastništva, je pokazala ugodno naravno stanje količin, debelinskih in dekompozicijskih struktur ter vrstne sestave mrtvih drevesnih ostankov v obravnavanih rezervatih. Rezervati se nahajajo na različnih rastiščih in fitogeografskih pasovih. Med njimi smo ugotovili značilne razlike v porazdelitvi prostornin posameznih sekcij odmrlega drevja. Prevladujoči vrsti sta bukev in smreka, ki pa je ponekod posledica antropozoogenih vplivov.

Količina odmrlih dreves je odvisna od časa negospodarjenja, vrstne sestave, razvojne faze in tudi od motenj. Povprečna lesna zaloga odmrlega drevja obravnavanih rezervatov je znašala $117,6 \pm 19,7 \text{ m}^3/\text{ha}$, kar je več kot so pokazali rezultati podobne raziskave v švicarskih gozdnih rezervatih (Herrmann in sod., 2012), več kot v raziskavah iz Danske in Madžarske (Christense in sod., 2003) in več kot pri metaanalistični raziskavi nižinskih bukovih in hrastovih evropskih gozdnih rezervatov (Vanderkerkhove in sod., 2009). Na nepričakovano visoke vrednosti je verjetno vplival tudi izbor ploskev, kjer je bilo težko doseči popolno slučajnost. Podrtic je bilo v povprečju za 1,7 krat več kot sušic.

V vseh gozdnih rezervatih je bilo več odmrlih dreves, ki so bila tudi debelejša in bolj razkrojena, kot v okoliških nezavarovanih gozdovih. V povprečju so bile vrednosti volumnov odmrlih dreves v okoliških gozdovih le 18 % glede na rezervate. Najmanjše razlike so bile v visokogorskih gozdovih Male Pišnice, Zaplate in Poljšaka, kar je lahko posledica neprimernih razmer za gospodarjenje.

V večini primerov je bila vrstna sestava v rezervatih bolj ohranjena in rastišču primerna, kot pa na okoliških ploskvah, kar se odseva v preteklem načinu rabe obravnavanih gozdnih prostorov, kot sta tip gospodarjenja in paša.

Porazdelitev faz razkroja je pokazala razumljivo višje deleže starejših in bolj razkrojenih odmrlih dreves v rezervatih. Ponekod pa so odstopajoče in visoke relativne

vrednosti neke faze verjetno posledica naravnih ali pa tudi posredno antropogenih motenj iz preteklosti.

V pragozdovih so praviloma višje vrednosti odmrlih dreves. Prostornine so večje, predvsem so pa odmrli ostanki debelejši in v deležu je več bolj razkrojenih (Christense in sod., 2005, Debeljak, 1999, Kraigher in sod., 2002₂...), vendar se nekateri predeli obravnavanih rezervatov že približujejo pragozdnim razmeram.

Celotna raziskava s primerjavami z gospodarskimi gozdovi in pragozdovi kaže na dobro ohranjenost in visoko “stopnjo” naravnosti obravnavanih gozdnih rezervatov.

8 POVZETEK

8.1 POVZETEK

V trinajstih izbranih gozdnih rezervatih Slovenije smo izvedli meritve mrtvih drevesnih ostankov. Izbrali smo rezervate, ki so delno ali v celoti v privatni oziroma občinski lasti ter zaradi tega imajo večje možnosti za vzpostavitev ponovnega gospodarjenja. Trije rezervati se nahajajo v tolminskem območju, dva v blejskem in ljubljanskem območju ter po eden v območnih enotah Kranj, Novo Mesto, Brežice, Nazarje in Maribor. Rezervati so na različnih fitogeografskih območjih in rastiščih, vendar je bila večina ploskev postavljena na območju bukovih gozdov. Najbolj zastopana je bila združba bukve in trilistne vetrnice predalpskega in alpskega fitogeografskega območja. Delo je potekalo še na toploljubnih bukovih rastiščih, jelovo bukovih rastiščih, v nižinskih dobovih in gabrovih gozdovih ter v naravnem montanskem smrekovju.

V vsakem rezervatu smo postavili eno večjo ali dve raziskovalni ploskvi z minimalno površino 1200 m². Prešteli smo vsa ležeča odmrta drevesa in vse sušice, ter jim izmerili dolžine oziroma višine in premere. Gomile smo prišteli k ležečim odmrlim ostankom oziroma podrticam, višje panje, ki jih je bilo bolj malo pa k sušicam. Vsem odmrlim drevesom smo določili še faze razkroja posebej za sušice in posebej za podrtice. Izračunali smo tudi volumne ter predstavili debelinsko in dekompozicijsko porazdelitev odmrlih dreves vsakega rezervata. S pomočjo meritev na stalnih vzorčnih ploskvah smo izračunali prostornine še v okoliških nezavarovanih gozdovih. Rezultate smo primerjali med seboj in tudi z izsledki raziskav pragozdov z namenom ugotoviti ohranjenost in naravnost obravnavanih gozdnih rezervatov.

Povprečna lesna zaloga odmrlega drevja obravnavanih rezervatov je znašala $117,6 \pm 19,7$ m³/ha, vendar so bila velika odstopanja od srednje vrednosti, tako je znašala prostornina nekromase v Krakovskem Pragozdu 239 m³/ha, v Kozlarjevem gozdu pa le 21,4 m³/ha. Vrednosti volumnov v naši raziskavi so nepričakovano visoke in višje kot v podobni raziskavi švicarskih gozdnih rezervatov (Herrmann in sod., 2012) in v

raziskavah danskih ter madžarskih rezervatov (Christensen in sod., 2003), vendar manjše, z izjemo Krakovskega Pragozda in rezervata Kobile, kot v pragozdnih rezervatih (Debeljak, 1999, 2004, Kraigher in sod., 2002, Hartman, 1987...). Visoke vrednosti v Kobilah so verjetno posledica večje naravne motnje – vetroloma na območju, kjer je bila postavljena ploskev.

Ležeče odmrlo drevje je v skoraj vseh rezervatih zavzelo višji volumenski delež. V povprečju je bilo podrtic 1,7 krat več kot sušic, le na ploskvah v Mali Pišnici, Iški in Lovrenških jezerih je bilo več sušic. Podobna razmerja ugotavljajo v pragozdovih (Debeljak, 1999, Hartman, 1987), še bolj podobna razmerja pa kažejo rezultati švicarskih raziskav (Herrmann in sod., 2012). Zanimivo je to, da je bilo sušic več tam, kjer so bile odmrle stoječe smreke. Sušic je bilo v skupnem relativnem deležu več na ploskvah v rezervatih, kot pa na ploskvah v okoliških gozdovih, čeprav so si bila razmerja v posameznih območjih podobna.

Vrstna sestava odmrlega drevja je bila mnogo bolj ohranjena in rastiščno primerna v gozdnih rezervatih, kot pa v okolici. Izjema sta ploskvi v rezervatih Iška in Kozlarjev gozd, kjer je bil prisoten velik delež odmrlih smrek. Vrstna sestava odmrlih dreves tako v rezervatih kot v okoliških gozdovih kaže povezanost z načinom rabe teh prostorov v preteklosti predvsem tipa gospodarjenja in paše. V okolicah rezervatov predalpskega in alpskega prostora se na opustelih pašnikih dobro uveljavljata smreka in macesen, kar je lahko vzrok večjemu deležu iglavcev v teh gozdovih, kot v bližnjih gozdnih rezervatih, kjer je bil gozd vedno prisoten. Zanimivo je še to, da je že pri obisku tolminskih rezervatov na prvi pogled opazna sprememba vegetacije ob robovih, kjer je več iglavcev ter v notranjosti, kjer prevladuje bukev. Prav tako smo višje deleže odmrlih iglavcev ugotovili v gospodarskih okoliških gozdovih Mokerca, Savice in Kukle, kar je verjetno rezultat daljšega obdobja negospodarjenja znotraj rezervatov.

Podobno, kot v drugih raziskavah pragozdov in gozdnih rezervatov (Kraigher in sod., 2002, Christensen in sod., 2003, Herrmann in sod., 2012), je bilo tudi v naših rezervatih največ odmrlih dreves pod 30 cm premera, a so zavzeli večje volumenske deleže drevesa nad 30 cm. V okoliških gozdovih je bilo tudi relativno manj debelega

odmrlega drevja. Marsikje odmrlih dreves nad 30 cm sploh ni bilo in v mnogih okoliških nezavarovanih gozdovih je bil največji volumenski delež v prvem razširjenem debelinskem razredu (0 do pod 30 cm). V pragozdovih je delež debelega odmrlega drevja najvišji, vendar se tudi nekateri rezervati približujejo pragozdnim razmeram in visokim deležem debelih odmrlih dreves, kot naprimer Kukla, Zaplata in Mokerc. Najboljši primer je Krakovski pragozd, kjer je bilo odmrlih dreves nad 50 cm premera kar 55 %, njihova prostornina pa je znašala 222,6 m³/ha od skupno 239 m³/ha. Verjetno je vzrok v starejših dobovih drevesih. Mnogo manjše deleže debelih odmrlih dreves pa so znanstveniki odkrili v švicarskih gozdovih, kjer je bila v nekaterih rezervatih celo prostornina nekromase dreves največja v prvem razširjenem debelinskem razredu do 30 cm (Herrmann in sod., 2012).

Posebno za sušice in posebno za podrtice smo določali štiri faze razkroja. Odmrlo drevje se je ne glede na tip pojavljalo v vseh fazah. Manjši deleži sušic v zadnji fazi so lahko posledica padca in se kažejo v večjem deležu podrtic v tej fazi. Med rezervati so bile značilne razlike. Sušice so se v zadnjem razredu pojavljale le v štirih rezervatih: Savici, Pojšaku, Kobilah in Mokercu. V ostalih rezervatih pa je bilo veliko več mlajših sušic, v začetnih fazah razkroja. Ležečih odmrlih dreves je bilo po rezervatih največ med drugo in tretjo fazo razkroja, medtem ko imata rezervata Kukla (58 %) in Mokerc (47 %) zelo visoke deleže v zadnji fazi. V pragozdovih Krokari in Rajhenavski Rog so znašali deleži najstarejših dreves skoraj tretjino (Kraigher in sod., 2002). Prav tako je bilo tudi v švicarskem pragozdu Derborance več starejših dreves (Herrmann in sod., 2012). V mlajših bukovih gozdnih rezervatih na Danskem in Madžarskem (Velling, Knegerne, Alsohegy) je bilo zraven nižjih absolutnih vrednosti drevesnih ostankov opazno tudi pomankanje teh v starejših fazah razkroja, medtem ko so v starejših rezervatih z dolgim stažom negospodarjenja (Suserup, Stodam, Mon, Kekes, Oserdo) bile zastopane vse faze (Christensen in sod., 2003). V nekaterih rezervatih lahko na podlagi iztopajoče vrednosti določene faze razkroja sklepamo oziroma poiščemo povezave z naravnimi ali pa posredno antropogenimi motnjami iz preteklosti, vendar jih moramo poznati. Takšen primer se je pokazal na ploskvi v rezervatu Kobile, kjer je močno prevladovalo odmrlo bukovno drevje v drugi fazi razkroja, staro približno od 10

do 20 let in ga lahko povežemo z vetrolomom o katerem je govoril vodja krajevne enote. Da je šlo za območje malo večje motnje smo lahko opazili tudi na terenu.

V pragozdovih je več odmrlega drevja, ki je debelejše in starejše, vendar se nekateri predeli gozdnih rezervatov obravnavani v tej raziskavi že močno približujejo strukturi nekromase v pragozdovih. Z vidika odmrlih drevesnih ostankov lahko mirno rečemo, da gre za dobro ohranjena in naravna območja, katera so pomembna za zagotavljanje biotske pestrosti in raziskovalnega dela. Izjema je lahko le Kozlarjev gozd, vendar se njegov pomen in funkcija skrivata drugje.

8.2 SUMMARY

In thirteen selected forest reserves in Slovenia we performed measurements of the coarse woody debris. We have chosen reserves which are partly or wholly in private or municipal ownership, some of which are under pressure to return to regular forest management. The reserves are in different phytogeographical areas, but most of the plots were located in beech forests. The most represented was the association *Anemone trifoliae* – *Fagetum* of the prealpine and alpine zone. The work was done also on thermophilic beech sites, fir – beech sites, lowland oak forests and in natural montane spruce forests.

We randomly located one large or two smaller research plots with a minimum area of 1200 m² in each reserve. All coarse woody debris was counted and measured by their length (lying dead trees – logs) or height (snags) and by their larger and smaller diameter (logs) or breast diameter (snags). We also determined the decay classes for logs and snags. We calculated the volume and presented decay class and diameter distributions of dead trees for each reserve. We compared the results with dead volume calculated from permanent sample plots in nearby managed forests and with the results of other studies done in old-growth forests and other European forest reserves.

The average amount of deadwood volume was $117,6 \pm 19,7$ m³/ha, but there was high variation among the reserves. In Krakovski pragozd, for example, there was 239 m³/ha of deadwood volume, while in Kozlarjev gozd only 21,4 m³/ha. Deadwood volume values in our study were higher than in a similar survey of Swiss forest reserves (Herrmann in sod., 2012) and in research of Danish and Hungarian reserves (Christensen al., 2003), but smaller than in the virgin forest reserves (Debeljak, 1999, 2004, Kraigher in sod., 2002, Hartman, 1987 ...), with the exception of two reserves. High levels in the Kobile reserve were caused by severe windthrow damage in the area where the plot was located.

The amount of lying dead trees made up more deadwood volume than that of snags. On average there were 1,7 times more logs than snags. Only on the plots of three reserves – Mala Pišnica, Iška and Lovrenška jezera, were snags more abundant. A

similar pattern is common in old-growth forests (Debeljak, 1999, Hartman, 1987) and in other forest reserves in Switzerland (Herrmann in sod., 2012). Overall, there were more snags in the forest reserves than in the nearby managed forests, despite a similar relationship of logs/snags in both categories.

The species composition of dead trees were more preserved and suitable to the site in the forest reserves than in the nearby nonprotected forests. Exceptions were found on the plots of the reserves Iška and Kozlarjev gozd, where we found high shares of spruce. In forests of subalpine and alpine regions on former pastures, pioneer species such as larch and spruce were present, which may cause a greater proportion of coniferous dead trees in nearby forests than in forest reserves, where the forest has a different management history. We also found higher proportions of coniferous dead trees in managed forests around the reserves Mokerc, Savica and Kukla, which is probably the result of a longer period of non – management within the reserves.

Similarly, as in other studies of forest reserves (Kraigher in sod., 2002, Christensen in sod., 2003, Herrmann in sod., 2012), there were less dead trees with diameter above 30 cm, but they took higher shares of volume. In the surrounding nonprotected forests there were much less thick dead trees and on many plots there were no dead trees above 30 cm at all. Old-growth forests had the highest amount of large dead trees, but some of the reserves (Kukla, Zaplata, Mokerc) from our study are approaching these conditions. The forest researchers in Swiss forest reserves found a lower proportion of large dead trees, such that the highest volume of deadwood was found in the first diameter class up to 30 cm in some Swiss reserves (Herrmann in sod., 2012).

We defined four decay classes for logs and snags. Dead trees were found in all decay classes. Smaller shares of snags in the oldest decay classes are connected with earlier snapping and is be reflected in higher shares of logs in the fourth decay class. Snags appeared in the last class only in four reserves: Savica, Poljšak, Zaplata and Kobile. In other reserves there were more younger snags in the first and second decomposition classes. The amount of lying dead trees was highest between the second and third decay class, while the share in Kukla (58%) and Mokerc (47%) were also high in the last class. In old-growth forests, there were large amounts of the oldest and more decayed dead trees (Kraigher in sod., 2002, Herrmann in sod., 2012). In reserves with a long history of non intervention we can see more dead trees in the oldest decay

classes. The decay class distribution was influenced by rare disturbance events. An example of this is the overrepresentation of the second decay class in Kobile, caused by a windstorm during the last decade.

In old-growth and primary forests there is both more dead wood and a higher dead wood quality, but some forest reserves sampled in this study are already approaching the deadwood structure of primary forests. In terms of coarse woody debris we can safely say that most of the forest reserves in this study have a high degree of naturalness. Therefore, they are both important for conservation of biodiversity and future research. An exception can only be Kozlarjev gozd, which is valuable for other forest functions.

9 LITERATURA

Anderson J. E. 2011. A Conceptual Framework for Evaluating and Quantifying Naturalness. *Conservation Biology*, 5, 3: 347 – 352

Bretz Guby N. A., Dobbertin M. 1996. Quantitative estimates of coarse woody debris and standing dead trees in selected Swiss forests. *Global Ecology and Biogeography letters*, 5: 327 – 341

Christensen M., Hahn K., Mountford E. P., Odor P., Standovar T., Roženberger D., Diaci J., Wijdeven S., Meyer P., Winter S., Vrska T. 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest ecology and management*, 210: 267 – 282

Christensen M., Hahn K., Mountford E. P., Wijdeven S., Manning D. B., Standovar T., Odor P., Roženberger D. 2003. A study on deadwood in european beech forest reserves. *Nat – Man project*.

http://sl.life.ku.dk/English/research/forest_and_ecology/silviculture/natman/~media/SI/Forskning_Research/Skov_oekologi/natman/other_publications/christensen_morten_a_study.ashx (13. oktober 2012)

Černe V. 2006. Naš sosed Vitranc. *Kranjska gora, samozal*: 124 str.

D'Amato A. W., Orwig D. A., Foster D. R. 2008. The influence of successional processes and disturbance on the structure of *Tsuga canadensis* forests. *Ecological Applications*, 18, 5: 1182 – 1199

Danev G. 2006. Brozovič M., Rogelj M. Strokovna izhodišča za Triglavski narodni park. *Zavod republike Slovenije za varstvo narave – Območna enota Kranj*.

http://www.tnp.mop.gov.si/strokonva_izhodisca_zrsvn.pdf (15 oktober, 2012)

Debeljak M. 1999. Mrtvo drevje v pragozdu Pečka. Zbornik gozdarstva in lesarstva 59: 5 – 31

Debeljak M. 2004. Ostanki odmrlega drevja v pragozdu in gospodarskem gozdu Rajhenavskega Roga. V: Staro in debelo drevje v gozdu. (Gozdarski študijski dnevi, 22). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 297 – 308

Diaci J. in Perušek M. 2004. Možnosti ohranjanja starega in odmrlega drevja pri gospodarjenju z gozdovi. V: Staro in debelo drevje v gozdu. Gozdarski študijski dnevi, 22. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 227 – 240

Firm D. 2006. Razvoj visokogorskih gozdov v rezervatu Polšak: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.:68 str

Fraver S., Wagner R. G., Day M. 2002. Dynamics of coarse woody debris following gap harvesting in the Acadian forest of central Maine, U.S.A. Canadian Journal of Forest Research, 32: 2094 – 2105

Gove J. H. in Van Deusen P. C. 2011. On fixed – area plot sampling for downed coarse woody debris. Forestry, 84, 2: 109 – 117

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Soča – Trenta. 2007 – 2016. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Tolmin

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Notranji Bohinj. 2003 – 2012. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Kranjska gora. 2007 – 2016. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Preddvor. 2002 – 2011. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kranj

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Velike lašče. 2010 – 2019. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Šentjernej. 2000 – 2009. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo Mesto

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Krakovo. 2006 – 2015. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Brežice

Hartman T. 1987. Gozdni rezervati Slovenije. Pragozd Rajhenavski Rog. (Strokovna in znanstvena dela). Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VTOZD za gozdarstvo biotehniške fakultete: 80 str.

Hermann S., Conder M., Brang P. 2012. Totholzvolumen und – qualitat in ausgewählten Schweizer Naturwaldreservaten. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 163, 6: 222 – 231

Kraigher H., Jurc D., Kalan P., Kutnar L., Levanič T., Rupel M., Smolej I. 2002. Beech coarse woody debris characteristics in two virgin forest reserves in southern Slovenia. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 69: 91 – 134

Krajinski park Ljubljansko barje

<http://www.ljubljanskobarje.si/ljubljansko-barje/sota> (15. oktober 2012)

Marinček L., Čarni A. 2002. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1 : 400000. Ljubljana, Biološki inštitut Jovana Hadžija, ZRC SAZU: 79 str.

Mlinšek D., Accetto M., Anko B., Piskernik M., Robič D., Smolej I., Zupančič M. 1980. Gozdni rezervati v Sloveniji. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani: 414 str.

Motta R., Berretti R., Lingua E., Piussi P. 2006. Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps. *Forest ecology and management*, 235: 155 – 163

Motta R., Maunaga Z., Berretti R., Castagneri D., Lingua E., Meloni F. 2008. La riserva forestale di Lom (Repubblica di Bosnia Erzegovina): descrizione, caratteristiche, struttura di un popolamento vetusto e confronto con popolamenti stramaturi delle Alpi italiane. *Foresta*, 5: 100 – 111

Mrakič J., Vomer B. 1985. Gozdni rezervati Slovenije. Gozdni rezervat Lovrenška jezera. (Strokovna in znanstvena dela). Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VTOZD za gozdarstvo biotehniške fakultete: 81 str.

Peterken G. F. 1996. Definition, Significance and survival. V: *Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions*. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University press: 1 - 52

Pivk I. 2008. Kazalniki prožnosti in upornosti gozdnega ekosistema izpostavljenega žledenju: diplomsko delo. (Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju). Ljubljana, samozal.: 64 str.

Rozenbergar D., Konecnik K., Zaplotnik V., Diaci J. 2003. Stand structure, gap formation, and regeneration in virgin forest remnant Strmec—Slovenia. *Nat – Man Project*.

http://sl.life.ku.dk/English/research/forest_and_ecology/silviculture/natman/natural_beech_forests/~media/Sl/Forskning_Research/Skov_oekologi/natman/reports/deliverable_20_part_rozenbergar_dusan_stand_structure.ashx (15. oktober, 2012)

Turk V., Kastelic A., Hartman T. 1985. Gozdni rezervati Slovenije. Pragozd Pečka. (Strokovna in znanstvena dela). Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VTOZD za gozdarstvo biotehniške fakultete: 75 str.

Vandekerkhove K., Keersmaecker L. D., Menke N., Meyer P., Verschelde P. 2009. When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe. *Forest ecology and management*, 258: 425 – 435

Žibert F. 2006. Sestojna zgradba v pragozdnem rezervatu Krakovo in gospodarskem gozdu: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 48 str

Winter S., Fischer H. S., Fischer A. 2010. Relative Quantitative Reference Approach for Naturalness Assessments of forests. *Forest ecology and management*, 259: 1624 – 1632

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Tomasu A. Naglu za usmerjanje pri izdelavi naloge, za strokovno pomoč in podporo pri odločanju v prijetnem delovnem vzdušju.

Zahvaljujem se prof. dr. Juriju Diaciju za natančno in temeljito recenzijo naloge s konstruktivnimi pripombami.

Zahvaljujem se Dejanu Firmu za strokovno in tehnično pomoč pri razvozlavanju računalniških podatkov.

Zahvaljujem se za pomoč pri terenskem delu: Katarini Flajšman, Urški Bradeško, Dušanu Vinku in svoji družini.