

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Natalija GYÖREK

**STRUKTURA IN FUNKCIJA ODMRLIH DREVES V
GOZDOVIH Z RAZLIČNIMI REŽIMI
GOSPODARJENJA**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Natalija GYÖREK

**STRUKTURA IN FUNKCIJA ODMRLIH DREVES V GOZDOVIH Z
RAZLIČNIMI REŽIMI GOSPODARJENJA**

MAGISTRSKO DELO

**THE STRUCTURE AND FUNCTION OF DEAD TREES IN FORESTS
WITH DIFFERENT MANAGEMENT REGIME**

MASTER OF SCIENCE THESIS

Ljubljana, 2008

Magistrsko delo je zaključek Univerzitetnega podiplomskega študija Varstva okolja in je bilo opravljeno na Univerzi v Ljubljani.

Senat Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je 31. 3. 2008 odobril temo magistrskega dela in za mentorja imenoval prof. dr. Jurija Diacija, za predsednico komisije prof. dr. Alenko Gaberščik in za člana prof. dr. Franca Lovrenčaka.

Komisija za oceno in zagovor:

- predsednica: prof. dr. Alenka Gaberščik, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo;
- član: prof. dr. Jurij Diaci, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire;
- član: prof. dr. Franc Lovrenčak, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo.

Datum zagovora:

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

Natalija Györek

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Md
DK GDK 23:814.7(043.2)=163.6
KG staro in odmrlo drevje/pomen/gospodarjenje/zasebni gozdovi/Slovenija
AV GYÖREK, Natalija, univ. dipl. inž. gozd.
SA DIACI, Jurij (mentor)
KZ SI-Ljubljana, Večna pot 83
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Univerzitetni podiplomski študij Varstva okolja
LI 2008
IN STRUKTURA IN FUNKCIJA ODMRLIH DREVES V RAZLIČNIH REŽIMIH
GOSPODARJENJA Z GOZDOVI
TD Magistrsko delo
OP XI, 109 str., 51 pregl., 42 sl., 0 pril., 87 vir.
IJ sl
JI sl/en

AI Gospodarjenje z odmrlim drevjem, predvsem v zasebnih gozdovih Slovenije, je neusmerjeno, in tako niso zagotovljeni ustrezni življenjski pogoji za mnoge rastlinske in živalske vrste, ki potrebujejo svojevrstne habitate. Za namene magistrskega dela smo primerjali količino in strukturo odmrlih drevesnih ostankov med zasebnimi negospodarjenimi gozdnimi površinami (stratumi) in gospodarjenimi gozdnimi površinami (stratumi) na dveh izbranih fitogeografskih območjih Slovenije. Analizirali smo tudi podatke o odmrlem drevju s stalnih vzorčnih ploskev, na ravni treh gozdnogospodarskih enot in dveh gozdnogospodarskih območij, kjer smo izbrali stratume. Ugotovili smo statistično značilne razlike v količini in strukturi odmrlih dreves med negospodarjenimi in gospodarjenimi stratumi. Največ odmrlih drevesnih ostankov je na gozdni površini ob reki Muri, in sicer $99,3 \text{ m}^3/\text{ha}$. V treh preostalih izbranih negospodarjenih stratumih se vrednosti gibljejo med $17,5$ in $29,72 \text{ m}^3/\text{ha}$. V vseh treh gospodarjenih stratumih je odmrlih drevesnih ostankov malo, v povprečju $2,75 \text{ m}^3/\text{ha}$, neugodna pa je tudi njihova struktura. Razlike v količini in strukturi odmrlih drevesnih ostankov med negospodarjenimi stratumi lahko pojasnimo z različnimi sestojnimi razvojnimi fazami, drevesno sestavo in mikroklimatskimi pogoji, med gospodarjenimi in negospodarjenimi stratumi pa prihaja do razlik zaradi intenzivnosti gospodarjenja. V gozdnogospodarskih enotah Ravensko, Vzhodno Goričko in Tuhinj-Motnik je odmrlih dreves v povprečju med $4,09$ in $9,29 \text{ m}^3/\text{ha}$. Na murskosoboškem gozdnogospodarskem območju je povprečna količina odmrlih dreves, izračunana iz podatkov s stalnih vzorčnih ploskev $4,91 \text{ m}^3/\text{ha}$, medtem ko je odmrlih dreves na ljubljanskem območju povprečno $22,37 \text{ m}^3/\text{ha}$. Režim gospodarjenja naj bi bil oblikovan tako, da bi zagotavljal raznovrstnost odmrlih drevesnih ostankov glede količine, velikosti, stopnje razkroja, porazdelitve in drevesnih vrst.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN MTh

DC FDC 23:814.7(043.2)=163.6

CX old and dead trees/coarse woody debris/significance/management/private forests/Slovenia

AU GYÖREK, Natalija

AA DIACI, Jurij (supervisor)

PP SI-Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, University Postgraduate Study Programme in Environmental Protection

PY 2008

TI THE STRUCTURE AND FUNCTION OF DEAD TREES IN FORESTS WITH DIFFERENT MANGEMENT REGIME

DT master of science thesis

NO XI, 109 p., 51 tab., 42 fig., 0 ann., 87 ref.

LA sl

AL sl/en

AB Management of dead trees, principally in Slovenia's private forests, is non-oriented. Thus, adequate living conditions for many plant and animal species, which need their peculiar habitats, are not provided. For the purpose of the Master of Science Thesis, the quantity and structure of the coarse woody debris (CWD) among private unmanaged forest areas (strata) and managed forest areas (strata) were compared in two chosen fitogeographic regions of Slovenia. Moreover, data on the dead trees from permanent sample plots at the level of three forest management units and two forest management areas, where the strata were chosen, were analysed. Statistically significant differences in the quantity and structure of the CWD in unmanaged strata and managed strata were found. The most CWD are in the forest area of the Mura River, namely 99.3 m³/ha. In three of the chosen residual unmanaged strata, the values range between 17.5 and 29.72 m³/ha. In all three managed strata the level of the CWD is low, on average 2.75 m³/ha, moreover, their structure is unfavourable. The differences in the quantity and structure of the CWD among unmanaged strata can be explained by different phases of stands' development, tree structure, and microclimatic conditions. Whereas the differences between the managed and unmanaged strata occur due to the management's intensity. In the Forest Management Units Ravensko, Eastern Goričko and Tuhinj-Motnik, the amount of dead trees is on average between 4.09 and 9.29 m³/ha. In the Forest Management Area Murska Sobota, the average quantity of dead trees is 4.91 m³/ha, calculated from data of permanent sample plots, while the average amount of dead trees in the area of Ljubljana is 22.37 m³/ha. The management regime should be formed so as to provide diversification of the CWD in terms of quantity, size, degradation stages, distribution and tree species.

KAZALO VSEBINE

	stran
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
1 UVOD.....	1
1.1 DEFINICIJA ODMRLIH DREVESNIH OSTANKOV	2
1.2 FUNKCIJE V EKOLOŠKEM KROGOTOKU	3
1.3 VLOGA ODMRLIH DREVESNIH OSTANKOV V GOZDOVIH.....	7
1.3.1 Drevesni ostanki kot rastlinski habitat	9
1.3.2 Drevesni ostanki kot živalski habitat	10
1.3.3 Vloga odmrlih drevesnih ostankov v krogotoku hranil in elementov	11
1.3.4 Odmrli drevesni ostanki v vodnih ekosistemih.....	12
1.3.5 Raziskave količine in strukture odmrlih drevesnih ostankov v Sloveniji...	14
2 CILJI MAGISTRSKEGA DELA IN DELOVNE HIPOTEZE	16
3 MATERIAL IN METODE DELA.....	18
3.1 IZBOR RAZISKOVALNIH PLOSKEV.....	18
3.1.1 Opis raziskovalnih ploskev v Prekmurju in Tuhinjski dolini.....	18
3.2 METODE DELA	22
3.2.1 Popis odmrlega drevja na terenu	29
3.2.2 Izračun volumna odmrlih drevesnih ostankov.....	30
3.2.3 Analiza podatkov	30

4	REZULTATI	33
4.1	ANALIZA PODATKOV, PRIDOBLENIH NA TERENU	33
4.1.1	Stratum Ravensko – Mura	33
4.1.2	Stratum Vzhodno Goričko – Bukovnica.....	39
4.1.3	Stratum Vzhodno Goričko – Kančevci	43
4.1.4	Stratum na Šipku v Tuhinjski dolini	47
4.1.5	Gospodarjeni stratumi na Bukovnici, v Kančevcih in na Šipku	51
4.1.6	Primerjava gospodarjenih in negospodarjenih stratumov	59
4.2	ANALIZA PODATKOV O ODMRLIH DREVESIH S STALNIH VZORČNIH PLOSKEV	65
4.2.1	Gozdnogospodarska enota Ravensko.....	66
4.2.2	Gozdnogospodarska enota Vzhodno Goričko	69
4.2.3	Gozdnogospodarska enota Tuhinj-Motnik	73
4.2.4	Gozdnogospodarsko območje Murska Sobota in gozdnogospodarsko območje Ljubljana	78
4.2.5	Primerjava rezultatov terenskega vzorčenja z rezultati s stalnih vzorčnih ploskev	85
5	RAZPRAVA	87
6	ZAKLJUČEK	94
7	POVZETEK.....	98
8	SUMMARY	100
9	LITERATURA IN VIRI.....	102

ZAHVALA

KAZALO SLIK

Slika 1: Krogotok odmrlih drevesnih ostankov (Harmon in sod., 1986)	5
Slika 2: Postavitev vzorčnih točk vzdolž transeкта pri metodi četrtnskih kvadrantov	23
Slika 3: Stratum ob reki Muri, oddelek 16; M= 1: 10000 (GERK, 2008)	25
Slika 4: Stratuma v Bukovnici, oddelek 37A; M= 1: 10000 (GERK, 2008).....	26
Slika 5: Stratuma v Kančevcih, oddelek 77B; M= 1: 10000 (GERK, 2008)	27
Slika 6: Stratuma na Šipku, oddelka J65 in J66; M= 1: 10000 (GERK, 2008).....	28
Slika 7: Odmrli drevesni ostanki ob reki Muri (Györek N., 2006)	34
Slika 8: Število odmrlih ostankov glede na debelinski razred ob reki Muri	36
Slika 9: Število odmrlih drevesnih ostankov glede na stopnjo razkroja ob reki Muri	37
Slika 10: Relativna sestava odmrlih ostankov po drevesnih vrstah ob reki Muri	38
Slika 11: Sušice bora v negospodarjenem stratumu na Bukovnici (Györek N., 2006)	39
Slika 12: Število odmrlih ostankov glede na debelinski razred ob Bukovniškem jezeru	41
Slika 13: Število odmrlih ostankov glede na stopnjo razkroja ob Bukovniškem jezeru.....	42
Slika 14: Relativna sestava odmrlih ostankov po drevesnih vrstah v stratumu na Bukovnici.....	42
Slika 15: Nenegovan stratum v Kančevcih (Györek N., 2006).....	43
Slika 16: Število odmrlih ostankov glede na debelinski razred v Kančevcih.....	45
Slika 17: Število odmrlih ostankov glede na stopnjo razkroja v Kančevcih	46
Slika 18: Relativna sestava odmrlih ostankov po drevesnih vrstah v Kančevcih.....	46
Slika 19: Pomladek smreke na panju (Györek N., 2006)	47
Slika 20: Število odmrlih ostankov glede na debelinski razred v stratumu na Šipku	49
Slika 21: Število odmrlih ostankov glede na stopnjo razkroja v stratumu na Šipku	50
Slika 22: Relativna sestava odmrlih ostankov po drevesnih vrstah v stratumu na Šipku	50
Slika 23: Levo zgoraj gospodarjen stratum v Bukovnici, ter panji v gospodarjenih stratumih kot habitat (Györek N., 2006)	51
Slika 24: Frekvenčna porazdelitev ležečih ostankov po debelinskih razredih v negospodarjenih stratumih	58
Slika 25: Povprečni volumni in standardni odklon v negospodarjenih in gospodarjenih stratumih..	60

Slika 26: Povprečni volumen (m^3/ha) in standardni odklon sušic v negospodarjenih stratumih	62
Slika 27: Povprečni volumen (m^3/ha) in standardni odklon podrtic v negospodarjenih stratumih ...	63
Slika 28: Povprečni volumen (m^3/ha) in standardni odklon ležečih ostankov v negospodarjenih stratumih	64
Slika 29: Relativna struktura odmrlega drevja glede na število na vzorčnih ploskvah v gozdnogospodarski enoti Ravensko	66
Slika 30: Število odmrlega drevja po razvojnih fazah na vzorčnih ploskvah v enoti Ravensko	67
Slika 31: Relativna struktura odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Ravensko	69
Slika 32: Relativna struktura odmrlega drevja na vzorčnih ploskvah v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko	70
Slika 33: Število odmrlega drevja na hektar po razvojnih fazah v enoti Vzhodno Goričko	71
Slika 34: Relativna struktura odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko	73
Slika 35: Relativna struktura odmrlega drevja na vzorčnih ploskvah v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik	74
Slika 36: Število odmrlega drevja na hektar po razvojnih fazah v enoti Tuhinj-Motnik	75
Slika 37: Relativna struktura odmrlega drevja v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik	77
Slika 38: Skupno število odmrlih dreves po razširjenih debelinskih razredih na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota	79
Slika 39: Število odmrlega drevja po razvojnih fazah v gozdnogospodarskem območju Murska Sobota	80
Slika 40: Število odmrlega drevja na hektar po razvojnih fazah v gozdnogospodarskem območju Ljubljana	81
Slika 41: Število odmrlih dreves po razširjenih debelinskih razredih na gozdnogospodarskem območju Ljubljana	82
Slika 42: Relativna struktura odmrlega drevja na gozdnogospodarskem območju Ljubljana	83

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Količina odmrlih drevesnih ostankov v slovenskih pragozdnih ostankih in rezervatih (Papež in sod., 1996: 93; Diaci in Perušek, 2004: 232).....	15
Preglednica 2: Opis posameznih stratumov.....	22
Preglednica 3: Lokacije in površine negospodarjenih stratumov	24
Preglednica 4: Lokacije in površine gospodarjenih stratumov	24
Preglednica 5: Opis razkrojnih faz odmrlih drevesnih ostankov (Van Hees, 2003).....	30
Preglednica 6: Parametri odmrlih drevesnih ostankov, izmerjenih v stratumu ob reki Muri	35
Preglednica 7: Interval zaupanja za skupno število odmrlih drevesnih ostankov na hektar ob reki Muri.....	35
Preglednica 8: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih ob Muri	36
Preglednica 9: Parametri odmrlih lesnih ostankov, izmerjenih v negospodarjenem stratumu ob Bukovniškem jezeru	40
Preglednica 10: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar na Bukovnici.....	40
Preglednica 11: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih ob Bukovniškem jezeru	41
Preglednica 12: Parametri odmrlih drevesnih ostankov, izmerjenih v negospodarjenem stratumu v Kančevcih.....	44
Preglednica 13: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v Kančevcih.....	44
Preglednica 14: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih v Kančevcih.....	45
Preglednica 15: Parametri odmrlih drevesnih ostankov, izmerjenih v negospodarjenem stratumu na Šipku	48
Preglednica 16: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v stratumu v Kančevcih.....	48
Preglednica 17: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih v stratumu na Šipku	49
Preglednica 18: Realizacija etata na vseh gospodarjenih parcelah oddelka 037A (Zavod za gozdove Slovenije, OE Murska Sobota)	52
Preglednica 19: Parametri odmrlih lesnih ostankov, izmerjenih v gospodarjenem stratumu na Bukovnici	53
Preglednica 20: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v gospodarjenem stratumu na Bukovnici	53

Preglednica 21: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih na Bukovnici.....	54
Preglednica 22: Realizacija etata na gospodarjenih parcelah oddelka 077B (Zavod za gozdove Slovenije, OE Murska Sobota)	54
Preglednica 23: Parametri odmrlih drevesnih ostankov, izmerjenih v gospodarjenem stratumu Kančevci.....	55
Preglednica 24: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v gospodarjenem stratumu v Kančevcih.....	55
Preglednica 25: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih v stratumu v Kančevcih.....	56
Preglednica 26: Realizacija etata na gospodarjenih parcelah oddelka J65 (Zavod za gozdove Slovenije, KE Kamnik).....	56
Preglednica 27: Parametri odmrlih lesnih ostankov, izmerjenih v gospodarjenem stratumu na Šipku	57
Preglednica 28: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v gospodarjenem stratumu v Kančevcih.....	57
Preglednica 29: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih v stratumu v Kančevcih.....	58
Preglednica 30: Povprečen volumen, standardni odklon in koeficient variance za negospodarjene stratumne	59
Preglednica 31: Povprečen volumen, standardni odklon in koeficient variance za gospodarjene stratumne	59
Preglednica 32: Statistične razlike ($p < 0,05$) glede količine odmrlih ostankov med stratumi, ugotovljene s Kruskal-Wallisovim testom.....	61
Preglednica 33: S Kruskal-Wallisovim testom ($p < 0,05$) izračunani parametri med tremi gospodarjenimi sestoji ($N = 420$)	61
Preglednica 34: Statistične razlike ($p < 0,05$) glede količine sušic med negospodarjenimi stratumi, ugotovljene s Kruskal-Wallisovim testom.....	62
Preglednica 35: Statistične razlike ($p < 0,05$) glede količine podrtic med negospodarjenimi stratumi, ugotovljene s Kruskal-Wallisovim testom.....	64
Preglednica 36: Statistične razlike ($p < 0,05$) glede količine ležečih ostankov med negospodarjenimi stratumi, ugotovljene s Kruskal-Wallisovim testom	65
Preglednica 37: Število odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Ravensko.....	68
Preglednica 38: Koeficienti variance za število dreves na hektar v gozdnogospodarski enoti Ravensko	68
Preglednica 39: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Ravensko	69

Preglednica 40: Število odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko	72
Preglednica 41: Koeficienti variance za število dreves na hektar v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko	72
Preglednica 42: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko	73
Preglednica 43: Število odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik	76
Preglednica 44: Koeficienti variance za število dreves na hektar v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik	76
Preglednica 45: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik	77
Preglednica 46: Primerjava količine odmrlih dreves med gozdnogospodarskimi enotami	78
Preglednica 47: Koeficienti variance za število dreves na hektar na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota	79
Preglednica 48: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota	80
Preglednica 49: Koeficienti variance za število dreves na hektar na gozdnogospodarskem območju Ljubljana	82
Preglednica 50: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih na gozdnogospodarskem območju Ljubljana	83
Preglednica 51: Primerjava količine dreves med območjema	84

1 UVOD

V zadnjih dvajsetih letih je bilo staro in odmrlo drevje kot sestavina gozdnega ekosistema skoraj zapostavljeno. Študije gozdne strukture, biomase in porazdelitve hranil niso zajemale odmrle drevesne mase vse do zgodnjih osemdesetih.

Pomembna sinteza raziskav o odmrli drevesni masi je bila podana v eni izmed raziskav Harmona in sodelavcev (1986), katere glavne ugotovitve so, da so odmrli drevesni ostanki pomembna funkcionalna in strukturna sestavina v gozdnih ekosistemih zmernega pasu ter da pomembno vplivajo na rastlinstvo in živalstvo ter na kroženje hranil, spojin in elementov ekosistema. Odmrli drevesa so uvrščena med devet kazalnikov trajnostnega razvoja gozdov v okviru kriterija ohranjanja, zaščite in ustreznega poudarjanja biotske raznovrstnosti v gozdnih ekosistemih (ministrska konferenca o varovanju gozdov v Evropi – MCPFE 4.5; 2003).

Človekov vpliv na količino, dinamiko in funkcijsko vlogo odmrle drevesne mase v gozdnih ekosistemih je že od nekdaj izjemno močan. Intenzivno gospodarjenje z gozdovi in predvsem ekonomsko naravnani cilji zmanjšujejo količino odmrlih drevesnih ostankov v gozdovih.

O količini, strukturi in porazdelitvi odmrlih drevesnih ostankov v gospodarjenih gozdovih Slovenije imamo do zdaj premalo informacij, potrebnih za učinkovito gospodarjenje s habitatni odmrlega lesa, čeprav popis na stalnih vzorčnih ploskvah vsebuje oceno odmrlih dreves. Nekaj več informacij o odmrlih drevesnih ostankih je zbranih za pragozdove oziroma ostanke naravnih gozdov.

Cilje za povečanje količine in izboljšanje strukture odmrlih drevesnih ostankov si danes zastavljajo že v mnogih evropskih državah. Vse več raziskav nam bo v prihodnje v pomoč pri razumevanju mnogoterosti funkcij, ki jih opravljajo odmrli drevesa, tako pa bosta tudi lažja utemeljevanje ciljev in njihovo vključevanje v koncepte gospodarjenja tako v zasebnih kot državnih gozdovih.

1.1 DEFINICIJA ODMRLIH DREVESNIH OSTANKOV

Za stara in odmrła drevesa je v literaturi v rabi več imen, kot so odmrła drevesa (dead wood), veliki odmrli drevesni ostanki (coarse woody debris – CWD) ali odmrli drevesni material (coarse woody material – CWM), razpadajoča drevesa (decaying wood) itd. Izraza mrtva drevesa in razpadajoča drevesa sta prav zaradi mnogih funkcij takih dreves včasih neustrezna.

V splošnem so ostanki odmrlega drevja definirani (Charlotte in Brown, 1999) kot ostanki dreves na gozdnih tleh (debla, veje in plodovi dreves), v gozdnih tleh (odmrle drevesne korenine in panjevina v tleh) in stoječa odmrła drevesa ali njihovi stoječi ostanki (odlomljena stoječa debla in panji).

Po definiciji (LTER – Long Term Ecological Research; Enrong in sod., 2006) k odmrlim gozdnim drevesnim ostankom spadajo v različnih stopnjah razkroja padla drevesa oziroma ležeča debla, odmrła stoječa drevesa, veje, štori s koreninskim sistemom, po nekaterih merilih pa tudi veliki in majhni koreninski ostanki.

Ekologi drevesne ostanke pogosto opredeljujejo glede na velikost (premer in dolžino) ter položaj (stoječi, ležeči, zlit z zemljo). Glede velikosti odmrlih drevesnih ostankov tako najpogosteje opredeljujemo velike drevesne ostanke (v nadaljevanju CWD – coarse woody debris) in drobne drevesne ostanke (FDW – fine woody debris) (Harmon in sod., 1986). Nadaljnje študije odmrlih drevesnih ostankov so pokazale, da je premer ostankov dejavnik, ki pomembno vpliva na ekološke funkcije, kot sta na primer oblikovanje geomorfoloških procesov ter vzdrževanje obsega in kakovosti biotske raznovrstnosti (Enrong in sod., 2006).

Ameriška gozdarska služba (USDA Forest Servis) in raziskave v okviru LTER sta z namenom zagotovitve lažje primerjave v mednarodnem raziskovalnem merilu odmrle drevesne ostanke opredelila glede na premer. Tako so mrtvi drevesni ostanki s premerom, večjim od desetih centimetrov, in dolžino nad enim metrom opredeljeni kot veliki odmrli lesni ostanki (CWD). Mrtvi drevesni ostanki, ki imajo premer med enim in desetimi centimetri, pa so opredeljeni kot drobni lesni ostanki (fine woody debris). Enako razdelitev predlagajo tudi Harmon in sodelavci (1986). Poleg tega lahko v raziskavah odmrle ostanke opredelimo tudi glede na položaj. Tako ločimo nadzemne in podzemne odmrle drevesne ostanke. Veliki drevesni ostanki se delijo na sušice (stoječe odmrle

ostanke), ki so naravnega izvora, in podrtice (ležeče odmrle ostanke). V gospodarjenem gozdu opredelimo še panje, ki so posledica sečnje (Harmon in sod., 1986).

V splošnem pa so kriteriji glede klasifikacij, po katerih so odmrli drevesni ostanki razvrščeni po različnih stopnjah razkroja in po dimenzijah, v mednarodnem raziskovalnem merilu neenotni in so v posamezni raziskavi opredeljeni v metodi dela (Harmon in Sexton, 1996; Green in Peterken, 1997; Kirby in sod., 1998).

1.2 FUNKCIJE V EKOLOŠKEM KROGOTOKU

Drevesa, ki so ena izmed najbolj prepoznavnih strukturnih oblik gozdnega ekosistema, se v procesih staranja, odmiranja, smrti in nato v procesu razkroja vključujejo v mnoge gozdne komponente in funkcije oziroma vplivajo nanje (Maser in Trape, 1984; Maser in sod., 1984).

Glavne ekološke funkcije odmrlih dreves so (Enrong in sod., 2006):

1. Vpliv na produktivnost gozdnega ekosistema. Ta funkcija vključuje naslednje pozitivne vidike drevesnih ostankov: akumulacijo organskih snovi v tleh, habitat za razkrojevalne organizme, vzdrževanje vlage v sušnih obdobjih, zatočišče za ektomikorizne glive in talne organizme ... Odmrli drevesa zagotavljajo mesto za različne nitrifikacijske bakterije in so skladišče akumuliranih hranil in ogljika, ki jih rastline, glive in nižji organizmi potrebujejo za razvoj.

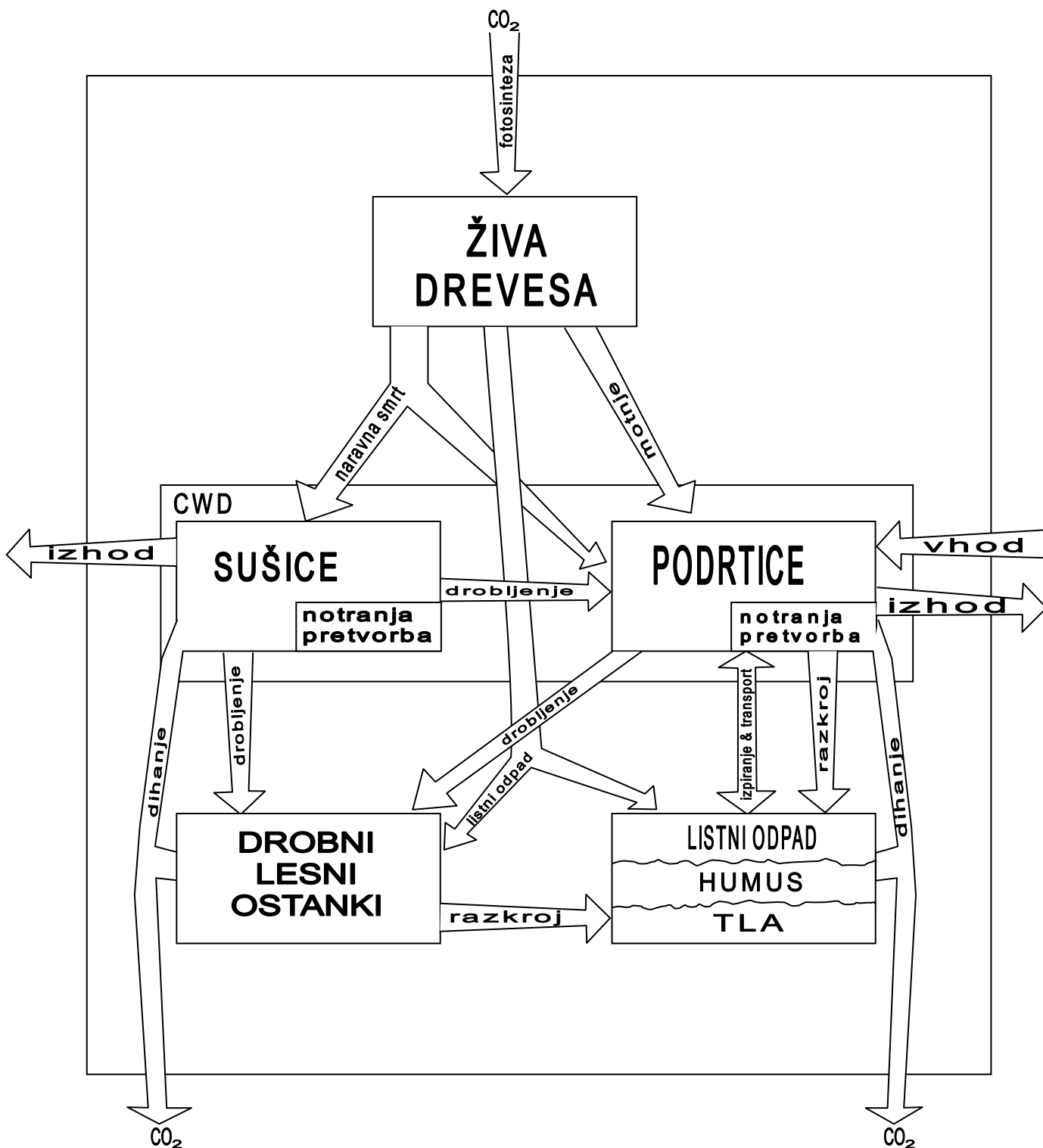
2. Vzdrževanje biotske pestrosti. Veliki drevesni ostanki so mnogokrat primerno mesto za vznik semen, kar pomembno vpliva na pomlajevanje gozda. Po ugotovitvah Stuarta in Ageeja (1989) ima pomladek pod stoječimi odmrli drevesi ali med ležečimi debli boljše mikroklimatske, vlažnostne in prehranske razmere od tistega na prostem in tudi od pomladka pod krošnjami, saj ni konkurence v plasti korenin. Predvsem nekromasa je ključna za pomlajevanje smreke v visokogorskih in subalpskih gozdovih (Eichrodt, 1969, cit. po Diaci in Perušek, 2004; Ott in sod., 2000 cit. po Diaci in Perušek 2004). Prednosti pomlajevanja na trohnečih deblih so ugodna mikroklima, manjša konkurenca v tleh ter ugodna vodni in toplotni režim (Diaci in Perušek, 2004). Obenem so odmrli drevesni ostanki pomembni za vzdrževanje raznovrstnosti majhnih sesalcev, artropodov, gliv, zelnatih rastlin, primarnih in sekundarnih duplarjev, nižjih organizmov ...

3. Geomorfološka funkcija. Odmrla drevesna masa povečuje stabilnost pobočij in s tem preprečuje površinsko erozijo tal. Ta funkcija se odraža tudi v vodnih ekosistemih, kjer močno vpliva na geomorfologijo vodnega telesa.

Odmrla drevesa namreč vodnemu telesu dodajajo nove strukturne elemente: meandre, jezove in tolmane ter s tem bogatijo biotope vodnim in obvodnim prebivalcem, spreminjajo vodni tok in preprečujejo erozijo ob bregovih (Diaci in Perušek, 2004).

Temeljna lastnost biosfere je, da se s fotosintezo ujeta energija in privzeta hranila večkrat uporabijo. Proces kroženja hranil in pretoka energije imenujemo ekološki cikel ali krog, ki ga lahko razčlenimo v tri področja aktivnosti: primarna produkcija (sodelujejo fotosintezne rastline), sekundarna produkcija (sodelujejo številne živali, vretenčarji in nevretenčarji) in recikliranje (sodelujejo številni organizmi, prevladujejo nevretenčarji, glive in mikroorganizmi). Z njihovo aktivnostjo se hranila ponovno vnašajo v ekološki cikel (Jurc, 2004).

Na naslednji sliki (slika 1) je prikazan krogotok odmrlih drevesnih ostankov (po Harmon in sod., 1986) v ekosistem ter v njem in zunaj njega (brez vpliva človeka).



Slika 1: Krogotok odmrlih drevesnih ostankov (Harmon in sod., 1986)

Figure 1: A circuit of dead trees (Harmon et al, 1986)

Transport, ki je posledica različnih okoljskih dejavnikov, je osnovni vhod odmrle drevesne mase v ekosistem, medtem ko sta glavna vzroka izguba dihanje in transport zunaj ekosistema. V ekosistemu odmrlo maso prispevajo predvsem drevesa, kar je posledica naravne smrti in različne vrste motenj. Drobljenje, izpiranje in razkroj so najpomembnejši dejavniki izgube odmrle drevesne mase, posledici katerih sta razgradnja do drobnega materiala in prenos odmrle drevesne mase v tla.

Glavni okoljski dejavniki, ki povzročajo **smrtnost**, so predstavljeni v nadaljevanju (po Harmon in sod., 1986).

1. **Veter** je v gozdovih zmerne pasu pogost vzrok za nastanek odmrlega drevesnega materiala. Velike vhode povzročajo večji vetrolomi v nepravilnih časovnih intervalih. Pomembnost vetra kot dejavnika je odvisna od gozdnega tipa ter topografskih in edafskih pogojev in drevesnih vrst.

2. **Požar** vpliva na količino odmrle drevesne mase, kar je odvisno od tipa požara (talnega, površinskega, v krošnjah) in njegove intenzitete ter od velikosti, strukture in vrste gozda. Pomemben je v daljših časovnih obdobjih, vendar manj pogost kot drugi dejavniki.

3. **Insekti** dosežejo občasno epidemične razsežnosti in tako vplivajo na večje količine vnosov, primarno predvsem stoječih mrtvih dreves.

4. **Bolezni**, predvsem številne biotske bolezni, lahko vplivajo na vnos odmrlih dreves, večinoma pa jih povzročajo patogene glive in parazitske vaskularne rastline. V mnogih ekosistemih je bolezen še dodaten pospeševalni dejavnik, ki se pojavi po vetrolomu ali napadu insektov.

5. **Tekmovalnost** se pojavlja v sestojih vseh starosti in je v procesu sukcesije pomemben vir odmrlih drevesnih ostankov.

Glavni procesi, ki povzročajo **razgradnjo** odmrlih dreves, so (po Harmon in sod., 1986):

1. **Izpiranje**. Voda pronica skozi odmrle ostanke, raztaplja topljive snovi, rezultat pa je izguba teže. O tem procesu je več znanega pri razgradnji listnega odpada, zelo malo pa je ta proces raziskan ob primeru odmrlih drevesnih ostankov.

2. **Drobljenje**. Opazimo ga v mnogih oblikah. Mehansko fragmentacijo povzročata erozija delcev in tekoča voda, pospešujejo pa jo organizmi, ki povzročajo razgradnjo lesa. Biološko drobljenje povzročajo živali in rastline, najpomembnejši pri tem so nevretenčarji,

ki z žvečenjem, s prebavljanjem, z izločanjem in s transportom mikrobom omogočajo nadaljnjo razgradnjo. Drobljenje pomembno vpliva na druge ekosistemske komponente. Na dekompozicijske procese vplivajo še sezonske spremembe in transport, predvsem v rečnih ekosistemih, in dihanje.

Na splošno pa razkroj dreves v gozdu slabo poznamo. Procesji so zelo različni in po navadi dolgotrajni (Mlinšek, 1992). Ko drevo umre, izpolni samo del svoje ekološke funkcije, po odmrtnosti ima namreč v gozdnem ekosistemu še vedno strukturno in funkcijsko pomembno vlogo.

V desetletjih ali stoletjih razkroja se odmrlo drevje vse bolj spaja s tlemi in postaja pomembna sestavina humusa (Diaci in Perušek, 2004).

1.3 VLOGA ODMRLIH DREVESNIH OSTANKOV V GOZDOVIH

Poznavanje vloge odmrlih dreves v pragozdnih ostankih in rezervatih je ključnega pomena za trajnostno in sonaravno gospodarjenje z gozdom. Mrtvi drevesni material je ključna razlika med gospodarjenim in naravnim gozdom (Debeljak, 1999). Največje razlike med pragozdom in gospodarjenim gozdom se pojavljajo v razvojni fazi obnove. Zaradi neprisotnosti odmrlega drevja je v tej razvojni fazi gospodarjeni gozd močno izpostavljen grožnji degradacijskih procesov (Debeljak, 2004).

Količina odmrlih drevesnih ostankov je v pragozdovih in naravnih gozdovih načeloma veliko višja kot v gospodarjenih gozdovih, kar potrjujejo tudi raziskave (Harmon in sod., 1986; Guby in Dobbertin, 1996; Green in Peterken, 1997; Kirby in sod., 1998; Debeljak, 1999; Feller, 2003; Christensen in sod., 2005; Woodall in Nagel, 2006).

Vzrokov za razlike v količini in dinamiki drevesnih ostankov med naravnim in gospodarjenim gozdom je več (Harmon in sod., 1986; Siitonen in sod., 2000) in so predstavljeni v nadaljevanju.

V naravnih gozdnih ekosistemih je dinamika velikih drevesnih ostankov odvisna predvsem od endogenih in eksogenih motenj (Karjalainen in Kuuluvainen, 2002), nasprotno pa v gospodarjenem gozdu odstranimo večino drevja večjih dimenzij s sečnjo. V gospodarjenem gozdu skoraj ni odmiranja dreves zaradi starosti, saj večina dreves zaradi gospodarskih interesov take starosti ne dočaka (Debeljak, 2004).

Gozdna proizvodnja je usmerjena na kratka časovna obdobja. Občasno prihaja do večjih pritokov drevesne mase predvsem zaradi že naštetih abiotских dejavnikov. V primeru sečnje dobimo ostanke majhnih dimenzij, kot drevesni ostanki ostanejo panji in odmrli koreninski sistem. Gospodarjenje vpliva na homogeniziranost oblik, struktur in količine ostankov odmrlega drevja (Debeljak, 2004). Drugi vzrok je v tem, da v naravnih gozdovih v mlajših razvojnih fazah na število in količino odmrlih dreves vpliva naravna tekmovalnost, medtem ko je v gospodarjenem gozdu konkurenca zmanjšana z redčenjem.

Količina in struktura drevesnih ostankov v gospodarjenem gozdu je med drugim odvisna od geografske lege, razvojne faze sestoja in rastiščnega tipa sestoja (Fridman in Walheim, 2000; Rouvinen in sod., 2002, Bretz Guby in Dobbartin, 1996) ter od načina gospodarjenja v preteklosti in sedanjosti (Peterken in Green, 1997).

Prvi večji pregled stanja (Christensen in sod., 2005) odmrlih dreves v pragozdih Evrope, kjer kot drevesna vrsta prevladuje bukev, je pokazal, da je odmrla drevesna masa v naravnih gozdovih naključno porazdeljena med padla drevesa, veje in sušice, v gospodarjenih gozdovih pa je skoncentrirana v sestoji, in sicer kot veje ali štori na tleh, manj pa je hlodov in večjih polen.

Povprečni volumen odmrlih dreves v bukovih gozdovih znaša 130 m³/ha in je večji v starejših rezervatih (220 m³/ha), kjer je večji tudi delež drevesnih ostankov glede na skupni volumen in znaša 37 odstotkov. Najmanjši je delež odmrlih dreves v nedavno ustanovljenih rezervatih, in sicer povprečno 100 m³. Raziskave so pokazale, da je skupna količina odmrlih dreves značilno odvisna od gozdnega tipa (kot so nižinski, submontanski in montanski gozd), starosti rezervata in skupnega volumna živih dreves. V splošnem pa starost in volumen živih dreves pozitivno vplivata na skupni volumen drevesnih ostankov.

Dinamika sprememb drevesnih ostankov je v pragozdnih ekosistemih zelo različna. Odvisna je od tipa motnje, ki značilno vpliva na frekvenco in njeno intenziteto. Različne vrste motenj vplivajo tako na prostorsko in časovno porazdelitev mrtvega drevja kot tudi na porazdelitev po različnih razvojnih fazah. Za režim motenj je značilna kombinacija pogostejših malopovršinskih motenj zaradi dinamike sestojnih odprt in občasnih velikopovršinskih motenj, ki jih povzročajo abiotски dejavniki. Posledice so neustrezen vnos drevesnih ostankov, različne velikosti in oblike ter stopnje razkroja.

Raziskave v pragozdovih so pokazale, da z naraščajočo stopnjo razkroja narašča vrstno bogastvo (Harmon, 1986; Crites in Dale, 1998; Feller, 2003). Variabilnost strukture odmrlih drevesnih ostankov je ekološko pomembna, ker različne vrste potrebujejo različno kakovost in strukturo ostankov (Fridman in Walheim, 2000). Hess (2003) je ugotovil, da se fizikalno-kemijske lastnosti (naraščanje vsebnosti vlage ter elementov N, P in S in upadanje gostote lesa) odmrlih drevesnih ostankov spreminjajo med dekompozicijo ter vplivajo na biotsko raznovrstnost rastlinskih in živalskih vrst, za katere so odmrli drevesa habitat.

Za ohranitev biotske raznovrstnosti gozdnih ekosistemov, predvsem v gospodarjenih gozdovih, naj bi bil eden izmed ciljev usmerjen prav v povečanje deleža velikih drevesnih ostankov (CWD – coarse woody debris) oziroma ustvarjanje in ohranjanje tako imenovanih habitatov povezanih z razpadajočim lesom. Za mnoge mikrobe, nevretenčarje, vretenčarje in rastline so namreč veliki odmrli drevesni ostanki s svojimi mikrookoljem habitat in osnovni vir hrane (Harmon in sod., 1986).

Rezultati švedske organizacije za ogrožene vrste (Swedish Threatened Species Unit) kažejo, da jih od skupno 1487 vrst, uvrščenih na rdeči seznam, kar 39 odstotkov za preživetje potrebuje velike drevesne ostanke. Na Finskem je tako od odmrlih drevesnih ostankov odvisnih med 4000 in 5000 saprofagnih vrst, kar je 20–25 odstotkov vse favne, ki živi v gozdu (Siitonen in sod. 2000). Za severnoameriške gozdove so ugotovili, da so z izločitvijo mrtvih stoječih ostankov iz gozda hkrati izločili tudi 29 odstotkov živali, ki so prej bivale v njem (Maser, 1988).

1.3.1 Drevesni ostanki kot rastlinski habitat

Avtotrofi uporabljajo odmrle drevesne ostanke na različne načine. Epifiti so na drevesne ostanke pritrjeni. Vaskularne rastline s koreninami črpajo iz ležečih debel vodo in hranila, druge pa se zakoreninijo v stelji, ki se nabira na površini debla. Tudi rastline, ki ne koreninijo na odmrlih drevesih, imajo korist, saj prisotnost drevesnih ostankov zmanjšuje okoljske ekstreme. Avtotrofi vplivajo na razgradnjo drevesnih ostankov in tudi razgrajevalni proces vpliva na strukturo avtotrofov, ki uporabljajo ostanke (Harmon in sod., 1986).

Pomembnost odmrlih drevesnih ostankov kot rastlinskega habitata je opredeljena z vlago, s stopnjo razkroja in z interakcijami vrst. V visokogorskem svetu, močvirjih in na barjih so

veliki drevesni ostanki pogosto najprimernejši habitat za vznik semen. Po raziskavah (v Vancouvru v Kanadi) Fellerja (2003) se v pragozdovih več kot 70 odstotkov vseh drevesnih semen razvija prav na velikih drevesnih ostankih in med njimi.

Podobne so tudi ugotovitve drugih raziskav (Christy in Mack, 1984, Harmon, 1986, Stuart in Agee, 1989). Na splošno velja, da z naraščanjem stopnje razkroja naraščata tudi kapaciteta zadrževanja vode in s tem primernost uporabe za zapletenejša življenjske oblike.

Veliki drevesni ostanki so posebej pomemben habitat za številne epifite (lišaje, mahove in glive). Tako je v Kanadi (Feller, 2003) kar 95 odstotkov lišajev od 59 najdenih vrst na velikih drevesnih ostankih, za 71 odstotkov lišajev pa je življenjsko okolje strogo vezano na velike drevesne ostanke. Za mahove je ugotovil, da je kar 96 odstotkov od prisotnih 28 vrst na velikih drevesnih ostankih, 25 odstotkov pa jih je vezanih prav na te. Z raziskavami so tudi potrdili, da je delež mahov in lišajev veliko večji v pragozdovih kot pa v mladih gozdovih. To pripisujejo prav veliki strukturni raznovrstnosti drevesnih ostankov v pragozdovih (Crites in Dale, 1998).

Tudi v Sloveniji so (Odor in Dort, 2002) potrdili, da so veliki odmrli drevesni ostanki v gozdnih rezervatih Rajhenavski rog in Krokar pomemben habitat za mahove. Na skupno 213 raziskanih drevesih so našli kar 103 vrste mahov, med njimi je več vrst, ki v Evropi veljajo za ogrožene, njihovo pojavljanje pa je redko. S seznama vrst pogostosti redkih oziroma specializiranih vrst in pojavljanja ogroženih vrst lahko sklepamo, da so naravni gozdovi jugovzhodne Slovenije »vroča točka« v Evropi glede biotske pestrosti mahov, ki uspevajo na velikih odmrlih drevesnih ostankih. Vrstna pestrost je zelo visoka, kar zlasti velja za rezervat Rajhenavski rog. Poleg mahov so na odmrlem bukovem lesu našli kar 244 vrst makromicet, med njimi prav tako številne redke vrste, in 110 vrst vaskularnih rastlin (Kutnar in sod., 2002, Piltaver in sod., 2002). Večina vaskularnih vrst pa se pojavlja med korenčnikom dreves ob razpadajočem panju in na bolj razgrajenih ležečih deblih. Več kot polovica popisanih vrst je hemikriptofitov, pogosti pa so tudi geofiti.

1.3.2 Drevesni ostanki kot živalski habitat

Veliki drevesni ostanki so habitat za številne **živalske vrste**, pri čemer so za živalstvo pomembni abundanca, velikost, stopnja razkroja in prostorska razporeditev (Harmon in sod., 1986; Bowman in sod., 1999; Edwards, 1999). Pomen CWD je za nekatere živalske vrste že dolgo znan, vendar je premalo predvsem kvantitativnih raziskav na tem področju.

Tako so veliki drevesni ostanki za kopenske vretenčarje pomembni, vključno z dvoživkami, s plazilci, pticami in z majhnimi sesalci, ki jih uporabljajo za skrivališče, hranjenje, reprodukcijo, prenočevanje, počitek, hibernacijo, razgledovanje ... Nekatere živalske vrste so na CWD vezane obligatno, na primer močeradi, druge pa samo fakultativno. Tako imajo nekatere vrste ptic v času odmiranja in razpadanja velikih drevesnih ostankov optimalne razmere za življenje. Zahteve ptic so vrstno specifične glede debeline in razpadlosti debla, kjer izdolbejo gnezdilno duplo. Številne vrste, ki so vezane na debelo, votlo in odmrlo drevje, so ogrožene prav zaradi pomanjkanja primernih habitatov (Perušek, 2004).

Večina nevretenčarjev uporablja drevesne ostanke kot hrano. Nekatere privlačijo poškodovana drevesa, druge že razkrajajoč les. Saprofagi (gr. *sapros* – trohneč, *phagein* – požirati) se prehranjujejo z odmrli organskimi snovmi in lahko v cikel tudi posredno vključujejo nekatera hranila iz rastlin, ki jih sami neposredno ne uporabljajo (Jurc, 2004). V ekoloških sistemih je prisotnost odmrle drevesne mase prav za preživetje saprofagnih vrst ključnega pomena. Tuji raziskovalci ugotavljajo, da je bilo v gozdovih, kjer so puščali drevje po odmrtnju v sestojih, okoli šest ton odmrlega lesa na hektar (Dajoz 1974, cit. po Jurc, 2004). V takih gozdovih je količina letno recikliranih hranil ob aktivnosti saproksilov približno enaka 50 odstotkom količine recikliranih hranil iz odpadlega listja (Speight, 1989, cit. po Jurc, 2004).

1.3.3 Vloga odmrlih drevesnih ostankov v krogotoku hranil in elementov

O vplivu odmrlih drevesnih ostankov na krogotok hranil in elementov je bilo do zdaj izvedenih malo kvantitativnih raziskav.

V gozdnih ekosistemih je učinek odmrlih drevesnih ostankov na produktivnost gozda verjetno koristen, saj zagotavlja stabilen in dolgoročen vir akumuliranih hranil, ki pronicajo v tla. Raziskave (Sollins in sod., 1980; Gosz, 1980; Grier in sod., 1981) v gozdnih ekosistemih so pokazale, da je drobnih in velikih drevesnih ostankov za 24–39 odstotkov celotne organske snovi, ki se vrača v gozdna tla. Vnos hranil v gozdna tla, ki ga prispevajo samo veliki drevesni ostanki (CWD), je zelo različen in ga v nekaterih ekosistemih lahko celo zanemarimo, še vedno pa največji delež hranil prispeva odpadlo listje.

Odmrli drevesa vplivajo tudi na izboljšano stanje dušika v tleh, predvsem po zaslugi fiksacije dušika z mikroorganizmi, ki živijo na odmrlem lesu. Fiksirane količine dušika v

velikih odmrlih drevesnih ostankih so v splošnem nizke (Feller, 2001; Harmon in sod., 1986). Kljub temu so tudi nizke koncentracije fiksiranega dušika v dolгих časovnih obdobjih lahko pomembne, saj tudi ta sčasoma lahko postane vir energije za dekompozicijske organizme ali pa v skrajnem primeru, če ni nobenega drugega pritoka dušika v ekosistem. Harmon (1994) je ugotovil, da so se glivam, ki so rasle na velikih drevesnih ostankih, količine dušika, kalija in fosforja povečale za 38-, 115- in 136-krat v primerjavi s količinami v velikih lesnih ostankih, kar dokazuje zadrževalno moč elementov v velikih drevesnih ostankih. Z razkrojem gliv se ti elementi ponovno akumulirajo v ostankih in se vračajo v krogotok v ponovno uporabo. Pomembna je tudi vloga velikih drevesnih ostankov pri shranjevanju ogljika. V gozdovih duglazije je 25–30 odstotkov skupnega ogljika shranjenega v odmrlih drevesnih ostankih in talni organski snovi (Harmon in sod., 1990).

1.3.4 Odmrli drevesni ostanki v vodnih ekosistemih

V primerjavi z velikimi drevesnimi ostanki (coarse woody debris) v gozdnih ekosistemih, zasledimo v literaturi (Bisson in sod., 1987; Lofroth, 1993; Piégay in Gurnell, 1997) za velike drevesne ostanke v vodnih ekosistemih imena large organic debris (LOD – veliki organski ostanki) ali large woody debris (LWD – veliki drevesni ostanki v vodnem ekosistemu).

Rečne doline so bile v preteklosti porasle z gozdom, odmrli drevesa, odpadle veje in listi pa so bili pomembna sestavina rečnega okolja. Z namenom vzdrževanja prepustnosti vodotokov, zmanjševanja škode na rečnih objektih in lažje plovbe so v preteklosti množično odstranjevali obrežno vegetacijo, in to tako v Evropi kot tudi v ameriških državah (Gregory in sod., 1995; Piégay in Gurnell, 1997). Danes, ko poznamo številne pozitivne povezave med rečnim ekosistemom in obrežno vegetacijo, so v nekaterih državah, na primer Franciji, že sprejeli strategijo upravljanja s celotnim rečnim ekosistemom (Landon in sod. 1998).

Obrežna vegetacija ima več vlog: je vir energije, okolico in vodotok varuje pred onesnaževanjem, povečuje biotsko raznovrstnost, utrjuje rečne bregove in senči vodotok ter vpliva na lokalno klimo, zadržuje vodo v pokrajini ter je habitat in koridor za številne živali (Gaberšček, 2004).

Vsi okoljski procesi, ki vplivajo na količino odmrle drevesne mase v kopenskih ekosistemih, veljajo tudi za vodne ekosisteme. Poleg že omenjenih dejavnikov vplivajo na

vhod v vodne ekosisteme še stanje brežin, zemeljski in snežni plazovi, transport odmrlega lesa s tokom itd.

Snovi, ki padajo v vodni ekosistem, so vir energije, kar velja predvsem za listni opad in manjše veje, medtem ko imajo veliki drevesni ostanki predvsem pomembno habitatno in strukturno vlogo. Raziskave (Harmon in sod., 1986; Bisson in sod., 1987; Gregory in Davis, 1992; Gregory in sod., 1995) so pokazale, da je vloga velikih drevesnih ostankov v vodnih ekosistemih pomembna, saj:

- vplivajo na hidrološke in hidravlične značilnosti vodotokov;
- vplivajo na geomorfološke značilnosti vodotokov;
- zadržujejo sedimente;
- oblikujejo habitate in
- so vir hrane za vodne živali.

Količina in frekvenca velikih drevesnih ostankov v vodi sta odvisni od gostote, vrstne sestave in razvojne faze obrežnega gozda (Bilby in Bisson, 2002). V vodotokih, ki tečejo skozi odrasle sestoje, je namreč več velikih drevesnih ostankov (Harmon in sod., 1986). Raziskave v vodotokih vzhodnega Washingtona so pokazale, da je gostota dreves v pozitivni korelaciji s količino velikih drevesnih ostankov v vodi (Bilby in Wasserman, 1989).

Dekompozicija odmrle lesne mase je v vodnih ekosistemih upočasnjena predvsem zaradi nizke koncentracije kisika, poleg tega pa večina nevretenčarjev naseljuje in razgrajuje le površinske plasti odmrle lesne mase, kar omejuje naselitev mikrobov in nadaljnjo razgradnjo (Harmon in sod., 1986).

Osnovna načela in cilji upravljanja voda v Sloveniji poleg zagotavljanja varstva pred škodljivim delovanjem voda, ohranjanja in uravnavanja vodnih količin in spodbujanja trajnostne rabe voda, narekujejo tudi ohranjanje naravnih procesov, naravnega ravnovesja vodnih in obvodnih ekosistemov ter varstvo naravnih vrednot in območij, varovanih po predpisih o ohranjanju narave (Zakon o vodah, 2002).

Slovenija je sprejela direktivo 2000/60/ES, dokumenta, ki ureja trajnostno rabo in interdisciplinarni pristop k urejanju voda. S tem dokumentom so podani tudi vsi kriteriji, ki vplivajo na dobro ekološko stanje vodotokov. Ocenjujejo se namreč ekološka

uravnoteženost površin (biotopov in habitatov) v vodotoku, redke in ogrožene vrste, migracijske poti živali, struktura obvodne vegetacije, morfološka dinamika in struktura ter oblika rečnega dna, hidrološki režim, povezanost biotopov s sosednjim okoljem itd. Vsi našteti kriteriji lahko pri pravilnem in usmerjenem gospodarjenju z velikimi odmrli drevesnimi ostanki prispevajo k izboljšanju ekoloških razmer v vodotokih in ob njih.

Več kot polovico ozemlja Slovenije pokriva gozd, kar je že samo po sebi izjemna prednost za ohranjanje dobrega ekološkega stanja vodnega režima. Sladkovodni ekosistemi in gozd so tudi v kulturni krajini organsko povezani in zahtevajo enotno ravnanje. V potokih je treba puščati ves listni opad. Namenoma moramo puščati tudi debela debla, da bi ustvarili čim več habitatov za vodni živalski svet in tako ohranjali naravno raznovrstnost in stabilnost gozda in krajine. Le večje reke, kjer je vpliv gozda občutno manjši, bi bilo treba v prihodnje vsaj delno ločeno negovati (Mlinšek, 1992).

Kljub ugotovitvam v zadnjih letih, da je pri urejanju vodotokov nujen interdisciplinarni pristop, se ta za zdaj v praksi še ne uveljavlja. Novejša spoznanja na področju upravljanja z vodami so že povzročila nekaj pozitivnih sprememb, tudi v pristopu k urejanju voda.

Ključni dejavnik, kot predpogoj za doseganje dobrega ekološkega stanja vode oziroma pogojev za ohranjanje in razvoj vodnih in obvodnih ekosistemov ter povečanje biotske raznovrstnosti, je predvsem hidromorfologija vodotoka (Obal, 2007). S posegi v strugo in hidrološke lastnosti ne vplivamo le na reko, ampak tudi na obrežno vegetacijo (Gaberšček, 2004).

Največja težava v Sloveniji so regulirani vodotoki, kjer so razmere za razvoj vodnih in obvodnih ekosistemov zelo slabe. Prvi, minimalni in najcenejši, ukrep za izboljšanje stanja je sprožitev procesa samozaraščanja takih vodotokov. Vsi ukrepi se lahko izvajajo na podlagi programa ukrepov, ki je usklajen z načrtom upravljanja z vodami. Le ta pa temelji na nacionalnem programu upravljanja z vodami, ki pa bo sprejet šele leta 2009 (Obal, 2007).

1.3.5 Raziskave količine in strukture odmrlih drevesnih ostankov v Sloveniji

V Sloveniji je bilo več raziskav količine in strukture odmrlih dreves opravljenih v pragozdnih ostankih in gozdnih rezervatih (Mlinšek, 1989; Debeljak, 1999 in 2004; Grebenc in sod., 2003).

Raziskave so pokazale, da je količina odmrlih drevesnih ostankov v slovenskih pragozdih ostankih velika (preglednica 1) in se skupaj z lesno zalogo živih dreves še povečuje. Tako je bila po podatkih iz let 1980–1984 v pragozdu Krokar odmrlih dreves v celotni lesni zalogi le deset (Turk in sod., 1981), v letu 1995 pa že 23 odstotkov. Podobno lahko ugotovimo za pragozd Pečka. Skupna količina živih dreves in drevesnih ostankov za pragozd Pečka znaša po zadnjih meritvah 1326,25 m³/ha, od tega je kar 48 odstotkov odmrlih drevesnih ostankov (Debeljak, 1999).

Preglednica 1: Količina odmrlih drevesnih ostankov v slovenskih pragozdnih ostankih in rezervatih (Papež in sod., 1996: 93; Diaci in Perušek, 2004: 232)

Table 1: The quantity of dead trees in Slovene primeval forest remains and reserves (Papež et al, 1996: 93; Diaci and Perušek, 2004: 232)

Ime rezervata	Leto meritve	Živa	Odmrla	Odmrla (%)
Krokar	1995	657	153	23
Rajhenavski rog	1985	813	138	15
Pečka	1980	810	283	26
Babji Ložič	1997	433	17	4
Veliki Bršljanovec	1998	500	20	4

V slovenskih gospodarskih gozdovih znaša povprečna količina odmrlih dreves, izračunana iz podatkov popisa na stalnih vzorčnih ploskvah, nekaj čez 10 m³/ha. Neodvisno od tega poteka v Sloveniji na 4X4 kilometerski mreži inventarizacija propadanja gozdov, kjer je izračunana vrednost, vključno s panji 17 m³/ha, brez panjev pa znaša količina odmrlih dreves 13 m³/ha (Matijašič, 2008).

Debeljak (2004) je ugotovil, da je razmerje med količino odmrlih ostankov v Rajhenavskem rogu in bližnjem gospodarjenem gozdu od 10 do 27 odstotkov, medtem ko je razmerje za odmrle drevesne ostanke veliko višje, in sicer od 32 do 140 odstotkov. Enako velja za število ostankov na hektar, saj je razmerje med pragozdom in gospodarjenim gozdom od 31 do 99 odstotkov.

2 CILJI MAGISTRSKEGA DELA IN DELOVNE HIPOTEZE

Glavni cilji magistrskega dela so:

- na osnovi rezultatov terenskega dela ugotoviti količino, strukturo in variabilnost odmrle drevesne mase v izbranih stratumih;
- opredeliti razlike in vzroke med količino in strukturo odmrlih dreves v gospodarjenih gozdovih, in sicer glede na intenzivnost gospodarjenja (gospodarjeni gozd – negospodarjeni gozd);
- ugotoviti morebitne razlike in vzroke, ki nastajajo v količini in strukturi odmrle lesne biomase na različnih rastiščih;
- primerjava rezultatov terenskega popisa z zbirko podatkov CE ZGS o odmrlem drevju v gozdnogospodarskih enotah in na gozdnogospodarskih območjih, kjer so bili izbrani stratumi;
- spoznati vlogo odmrlih drevesnih ostankov v slovenskih gozdovih za ohranjanje in krepitev ekoloških funkcij v krajini;
- opredeliti strategijo, cilje in ukrepe za gospodarjenje z odmrlimi drevesnimi ostanki v slovenskih gozdovih.

Osemdeset odstotkov površine vseh slovenskih gozdov je zasebnih. Ohranjanje starih in odmrlih dreves je neusmerjeno, še posebej v zasebnih gozdovih. Pričakujemo, da bodo spoznanja v tem magistrskem delu v dodatno podporo k že uveljavljenim strokovnim osnovam pri gospodarjenju z odmrlimi drevesi v slovenskih gozdovih.

Ugotovitve bodo v skladu s slovensko zakonodajo uporabne na področju varstva narave. Dejstvo je, da je kljub naraščanju števila raziskav v zadnjih dvajsetih letih razmeroma malo informacij za učinkovito gospodarjenje s habitatni odmrlega lesa.

Delovne hipoteze so naslednje:

1. Med gozdnimi predeli v različnih fitogeografskih regijah Slovenije so značilne razlike v količini in strukturi drevesnih ostankov, srednje vrednosti pa so primerljive z zasebnimi gozdovi v sosednjih državah.
2. Intenzivnost gospodarjenja pomembno vpliva na kakovost, količino in variabilnost odmrle drevesne mase v gozdovih.
3. Količina in struktura drevesnih ostankov sta odvisni od rastišča, intenzivnosti gospodarjenja, usmeritve revirnega gozdarja in pripravljenosti lastnika gozda za sodelovanje.
4. V gozdovih, kjer se ne gospodari redno, je količina drevesnih ostankov blizu priporočilom, struktura drevesnih ostankov pa ni zadovoljiva – primanjkuje debelih dreves in mehkih listavcev.
5. V gozdovih, kjer se redno gospodari, je manj lesnih ostankov, struktura pa še bolj odstopa od priporočene.
6. Rezultati podrobnejše analize drevesnih ostankov so skladni z inventarizacijo, ki jo izvaja Zavod za gozdove Slovenije.
7. Variabilnost odmrle drevesne mase je eden izmed kriterijev za zagotavljanje biotske pestrosti v gozdovih.

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 IZBOR RAZISKOVALNIH PLOSKEV

Terenski del za namene magistrskega dela je bil zasnovan v dveh geografskih regijah, in sicer v Prekmurju ter v osrednjem delu Slovenije – v Tuhinjski dolini. Ti območji sta bili izbrani z namenom primerjave različnih gozdnogospodarskih, zgodovinskih in socioekonomskih vidikov, ki vplivajo na količino in strukturo odmrle drevesne mase v gozdovih. Raziskava je potekala v gospodarskih zasebnih gozdovih.

3.1.1 Opis raziskovalnih ploskev v Prekmurju in Tuhinjski dolini

Tako v Prekmurju kot v Tuhinjski dolini smo izbrali stratume, ki so opredeljeni kot gozdni predeli v subpanonski in predalpski fitogeografski regiji Slovenije. V Prekmurju smo v raziskavo zajeli stratume v gozdnogospodarskih enotah na Ravenskem in Vzhodnem Goričkem. Obe enoti spadata na murskosoboško gozdnogospodarsko območje. V Tuhinjski dolini smo izbrali stratume v oddelkih gozdnogospodarske enote Tuhinj-Motnik, ki spada na ljubljansko gozdnogospodarsko območje.

Stratume v posameznih gozdnogospodarskih enotah smo v gospodarskih enotah revirjev izbrali ob sodelovanju z revirnimi gozdarji. Z njihovimi podatki o stanju zasebnih gozdov in intenzivnosti gospodarjenja smo v prvi fazi na terenu izbrali parcele oziroma gozdne površine (stratume), na katerih vsaj od leta 1991 lastniki niso izvajali nobene sečnje. Nato smo v neposredni bližini teh sestojev v enakih ali podobnih rastiščnih razmerah izbrali gozdne površine oziroma stratume, na katere lastniki periodično posegajo s sečnjo.

Vsak stratum smo opredelili z eno izmed dveh stopenj intenzivnosti gospodarjenja, in sicer kot gozd, v katerem lastniki izvajajo gospodarjenje, in kot gozd, v katerem se gospodarjenje ne izvaja.

3.1.1.1 Oris gozdnogospodarske enote Ravensko

Enota leži v osrednjem delu območne enote Murska Sobota, med upravno enoto Lendava na vzhodu, ki jo na jugu omejuje reka Mura, na zahodu državna meja z Avstrijo, na severu pa se naslanja na prve obronke Goriškega (Gozdnogospodarski načrt..., 1997–2006). Na

oblikovanje reliefa so vplivali predvsem nanosi potokov in rek. Ravensko je v makroreliefu ravno.

Geološko podlago na raziskovanem območju sestavljajo večinoma nekarbonatne kamnine, in sicer kvartarne, pretežno holocenske naplavine. Sestavljene so iz peščene gline, kremenovega in apnenčevega peska in kremenovega proda (po Gregorčič, 1984; Perko in Oražen Adamič, 1998).

Skupna površina gozdnogospodarske enote Ravensko obsega 23.115,68 hektarja, površina gozdov v enoti znaša 3614,85 hektarja. Gozdnatost je 15,60-odstotna. Talni tip ob reki Muri so lahka rjava naplavljena ilovnato-peščena tla. Območje med reko Muro in mrtvimi rokavi je območje visoke talne vode in poplav. Za gozdove ob reki Muri je značilna prva stopnja poudarjenosti varovalne funkcije pred vodno erozijo (Gozdnogospodarski načrt..., 1997–2006).

Za gozdno vegetacijo od Mure navzgor v smeri jug–sever je značilno, da je ožji pas neposredno ob Muri poraščen z belo vrbo. Tu so najmanj razvita tla, ki so nastala iz rečnih nanosov. Nekoliko bolj ustaljena tla na območju mrtvih rokavov reke so poraščena s črnim in z belim topolom, belo vrbo in s črno jelšo (*Saliceto-Populetum* in *Carici-Alnetum*). Na globokih humoznih tleh pa se že pojavljajo logi doba, veza in ozkolistnega jesena, značilne pa so tudi drevesne vrste, kot sta javor in beli gaber (združbi *Robori-Carpinetum* in *Robori-Carpinetum fraxinetosum*). Prvo stopnjo razvoja vegetacije zunaj območja talne vode in poplav, torej pod pretežnim vplivom podnebja, pa predstavlja mešani hrastovo-gabrov gozd (*Quercu-Carpinetum*), ponekod že s primesjo rdečega bora (*Quercu-Carpinetum pinetosum*) (Gozdnogospodarski načrt..., 1997-2006).

Za Ravensko je značilna drobna kmečka posest. 80,70 odstotka gozdov je v zasebni lasti. Več kot 70 odstotkov vseh parcel je v velikostnem razredu do 0,20 hektarja, povprečna velikost parcele je 0,18 hektarja. Parcele so dolge več sto in široke le nekaj metrov. Navezanost lastnikov na gozd (zaradi vsakoletne proizvodnje drv na še tako majhni površini) je velika (Gozdnogospodarski načrt..., 1997–2006).

3.1.1.2 Oris gozdnogospodarske enote Vzhodno Goričko

Gozdnogospodarska enota Vzhodno Goričko leži na jugovzhodnem delu gričevnatega Goričkega. Na vzhodu meji na Madžarsko, na zahodu in severu se dotika gozdnogospodarske enote Goričko II, njeno južno mejo pa predstavljata ravnini,

imenovani Ravensko in Dolinsko. Najvišja točka enote je pri Sv. Benediktu (358 m nadmorske višine), najnižja pa v Bogojini (185 m nadmorske višine).

Skupna površina enote Vzhodno Goričko meri 13.139,76 hektarja, gozd pa se razprostira na površini 5125,01 hektarja. Gozdnatost v enoti je 39-odstotna. Večji gozdni kompleks je v okolici Bukovnice (Gozdnogospodarski načrt..., 2005–2014).

Matično podlago v enoti tvorijo sedimentne kamnine iz miocena, pliocena in pleistocena (usedline Panonskega morja in rečni nanosi), ki jih sestavljajo glina, ilovica, pesek, prod in laporji. Pedološka podoba enote je precej homogena. V glavnem prevladujejo naslednji tipi tal: pobočni in ravninski psevdogleji, distrična rjava tla in evtrična rjava tla.

Gozdne združbe so povzete po Wrabrovih opisih gozdov iz let 1959–1968. V enoti so razširjeni naslednji rastiščni tipi:

- rastišča logov;
- rastišča gabrov in dobrav;
- rastišča bukovja na nekarbonatnih kamninah;
- rastišča acidofilnih jelovja.

Prevladuje drobna posest. Povprečna velikost 80 odstotkov posesti je 0,30 hektarja, kar je približno 37 odstotkov površine gozdov v gozdnogospodarski enoti (Gozdnogospodarski načrt..., 2005–2014).

3.1.1.3 Oris gozdnogospodarske enote Tuhinj-Motnik

Gospodarska enota Tuhinj-Motnik leži vzhodno od Kamnika in je sestavni del gozdnogospodarskega območja Ljubljana. Enota zajema oba bregova Tuhinjske doline in tri geografsko-petrografske enote, na severu Savinjske Alpe, na sredini Tuhinjsko dolino in na jugu Zasavsko hribovje. Enota spada v predalpsko rastlinsko zemljepisno območje, saj je njen položaj ob robu alpskega masiva. Gozdovi se raztezajo na višini od 390–1450 metrov. Prevladujeta gričevje in hribovje, nad katerim se dviguje gorski masiv Menine planine. Skupna površina enote znaša 10.280,00 hektarjev, površina gozda pa 6986,73 hektarja. Gozdnatost je 68-odstotna.

Večina kamnin je bazičnih (več kot 75 odstotkov). Prevladujejo karbonatne kamnine z apnenci. Največji del površine gozdov pokrivajo rjava tla in pokarbonatna rjava tla. V enoti zavzemajo največji delež površine gozdnih združb *Blechno-Fagetum typicum*, *Carici albae-Fagetum typicum*, *Hacquetio-Fagetum typicum* in *Enneaphyllo-Fagetum typicum*.

V zasebni lasti je 94,80 odstotka gozdov, povprečna velikost gozdne posesti pa je 5,9 hektarja. Največ gozdnih površin (to je 39 odstotkov) je v velikostnem razredu gozdne posesti od 10 do 30 hektarjev, delež lastnikov v tem razredu pa je 8,33-odstotni. Gozdne površine v velikostnem razredu od 30 do 100 hektarjev je 7,8 odstotka, z majhnim deležem lastnikov, in sicer 0,71-odstotnim (Gozdnogospodarski načrt..., 1998–2007).

3.1.1.4 Opis raziskovalnih ploskev v Prekmurju in Tuhinjski dolini

V raziskavo smo zajeli sedem stratumov, ki smo jih razdelili v dve kategoriji, in sicer gospodarjeni in negospodarjeni zasebni gozdovi (preglednica 2). Za vsak stratum smo določili relief, nagib, nadmorsko višino, razvojno fazo, gozdno združbo in zgodovino gospodarjenja v oddelkih oziroma sestojih (preglednica 2). V vsakem stratumu smo določili lesno zalogo po Bitterlichovi metodi ter okularno ocenili površinsko sestavo in zmesi drevesnih vrst in lesne zaloge posameznih dreves. Določili smo tudi še nekatere druge značilnosti sestojev, kot so starost, kakovost in sklep. Prirastek smo pridobili za posamezni oddelek oziroma odsek iz zbirke podatkov za območni enoti v Murski Soboti in Ljubljani.

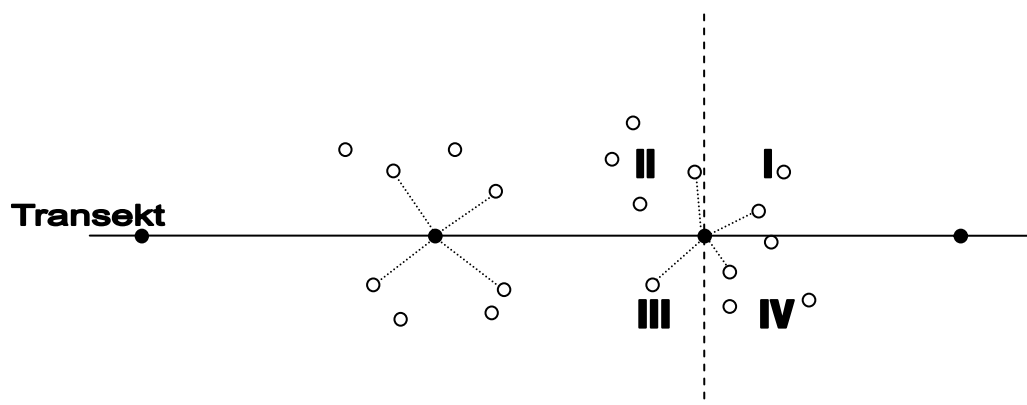
Preglednica 2: Opis posameznih stratumov

Table 2: Description of individual strata

Št. stratum	Gospodar. enota	Lokacija, odd./odsek, nadmorska višina (v metrih)	Velikost odd., relief, naklon	Tla	Gozdna združba	Razvojna faza	Intenzivnost gospodar.
1	Ravensko	k. o. Melinci, odd. 16, pas ob reki Muri, 176	67,82 ha, raven, gladko površje, 0 st.	Lahka rjava naplavljen tla	<i>Saliceto-Populetum</i>	debeljak	negospodarjen
2	Vzhodno Goričko	k. o. Motvarjevci, odd. 37A, Bukovnica, 220	21,64 ha, pobočje, gladko površje, 2 st.	diluvialna ilovica	<i>Quercus Carpinetum Fagetum</i>	debeljak	negospodarjen
3	Vzhodno Goričko	k. o. Kančevci, odd. 77B, Kančevci, 320	18,49 ha, vznožje, gladko površje, 7 st.	distrična rjava tla	<i>Quercus Carpinetum Pinetum</i>	drogovnjak	negospodarjen
4	Tuhinjska dolina	k. o. Špitalič; odd. J66; Šipek, 825	33,13 ha, pobočje, gladko površje, 20 st.	kisla tla	<i>Dryopterido-Abietetum, Bazzanio-Abietetum, Blechno-Fagetum</i>	debeljak	negospodarjen
5	Vzhodno Goričko	k. o. Motvarjevci, odd. 37A, Bukovnica, 220	21,64 ha, pobočje, gladko površje, 3 st.	diluvialna ilovica	<i>Quercus Carpinetum Fagetum</i>	debeljak	gospodarjen
6	Vzhodno Goričko	k. o. Kančevci, odd. 77B, Kančevci, 320	18,49 ha, pobočje, gladko površje, 2 st.	distrična rjava tla	<i>Quercus Carpinetum Pinetum</i>	debeljak	gospodarjen
7	Tuhinjska dolina	k. o. Špitalič; odd. J65; Šipek, 800	21,51 ha, pobočje, gladko površje, 15 st.	kisla tla	<i>Dryopterido-Abietetum</i>	debeljak	gospodarjen

3.2 METODE DELA

Za vzorčenje in popis odmrlih drevesnih ostankov na terenu smo uporabili metodo četrtinskih kvadrantov (Point-Centred Quarter Method) (Cottam in sod., 1953).



Slika 2: Postavitev vzorčnih točk vzdolž transekta pri metodi četrtinskih kvadrantov

Figure 2: Setting-out the sample points longitudinal of the transect according to the point-centred quarter method

Podatke smo v vsakem stratumu zbirali vzdolž 50-metrskih transektov. V posameznih stratumih je bilo na transektih postavljenih od 35 do 50 stojišč (slika 2). Tako smo v vzorec posameznega stratumu zajeli od 140 do 200 odmrlih drevesnih ostankov. Manj stojišč, to je 35, je bilo postavljenih v vseh treh gospodarjenih stratumih in v negospodarjenem stratumu v Kančevcih, kjer jih je bilo postavljenih 40. Za manjšo intenzivnost vzorčenja smo se v prvem primeru odločili predvsem zaradi manjše strukturne pestrosti odmrlih drevesnih ostankov, v drugem primeru pa zaradi velike gostote odmrlih drevesnih ostankov v stratumu.

Začetni transekt je bil določen naključno (glede smeri in razdalje), in sicer od izhodiščne točke (preglednici 3 in 4). Ko smo zakoličili začetno točko, smo z vrvico dolžine 50 metrov naključno določili smer transektu. Naslednje točke smo nato sistematično položili v petnajst- do dvajsetmetrskih razmikih do konca transektu. Manjše razmike med stojišči na transektu smo uporabili v negospodarjenem stratumu v Kančevcih, in sicer zaradi nižje razvojne faze. Vsaka začetna točka in smer naslednjega transektu sta bili nato izbrani naključno.

Z vsakega stojišča na transektu smo navidezno določili štiri kvadrante (slika 2) in od stojišča v vsakem izmed štirih kvadrantov izmerili razdaljo do najbližjega odmrlega drevesnega ostanka in parametre, opisane v razdelku 3.2.1. Meritve na terenu so potekale od novembra 2006 do februarja 2007.

Preglednica 3: Lokacije in površine negospodarjenih stratumov

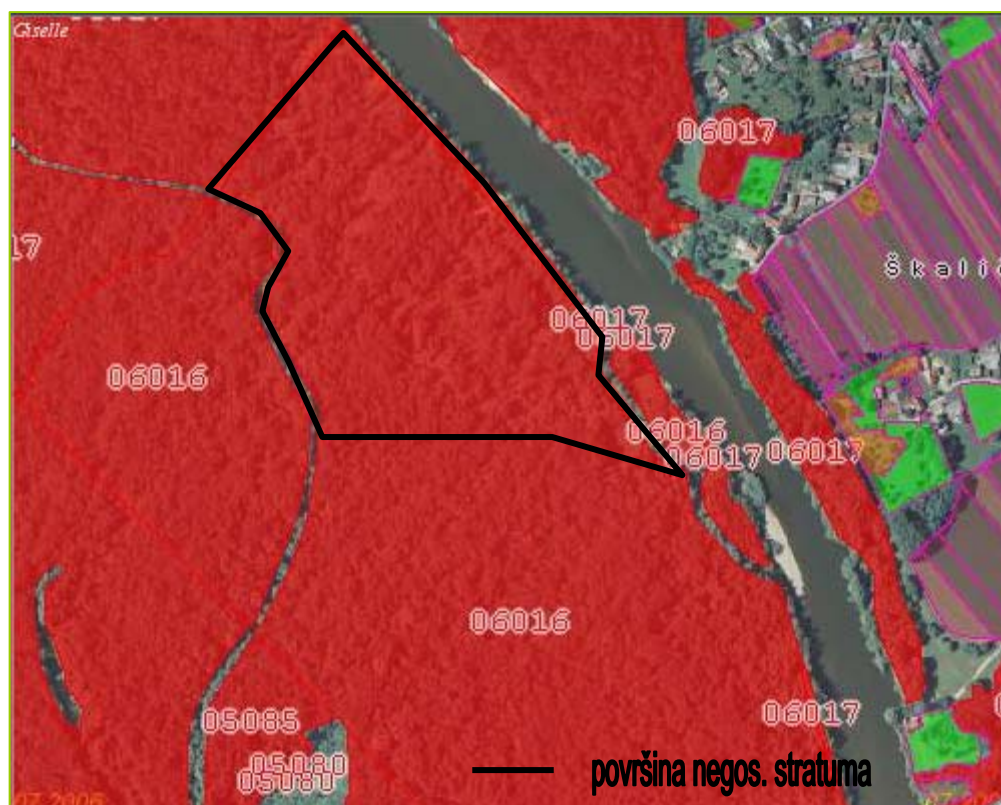
Table 3: Locations and areas of unmanaged forests

Negospodarjeni stratumi	Oddelek/odsek	Gauss-Krügerjeve koordinate izhodiščne točke (Y, X)	Površina stratuma (ha)
Mura	16	(594041,64, 158996,50)	11
Bukovnica	37A	(603564,70, 173129,42)	8
Kančevci	77B	(595387,02, 178873,50)	7
Šipek	J66	(488357,50, 117504,10)	7

Preglednica 4: Lokacije in površine gospodarjenih stratumov

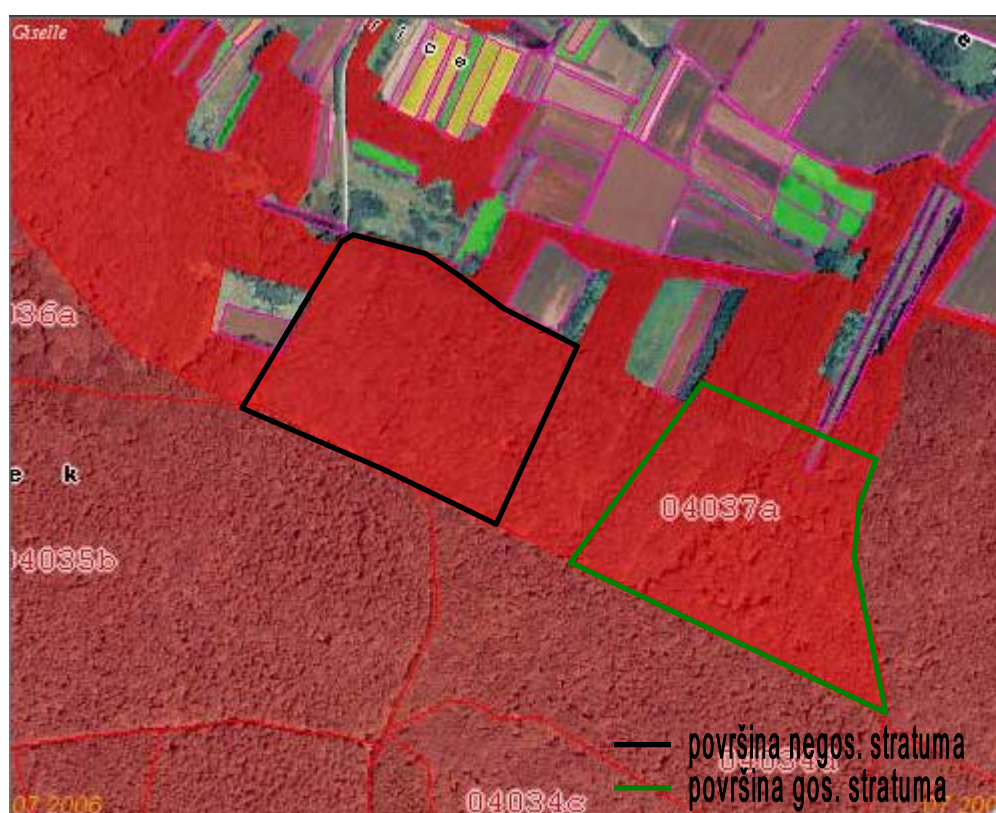
Table 4: Locations and areas of managed forests

Gospodarjeni stratumi	Oddelek/odsek	Gauss-Krügerjeve koordinate izhodiščne točke (Y, X)	Površina stratuma (ha)
Bukovnica	37A	(603969,26, 172921,58)	8
Kančevci	77B	(59507,23, 179084,08)	7
Šipek	J65	(488561,57, 117851,45)	7



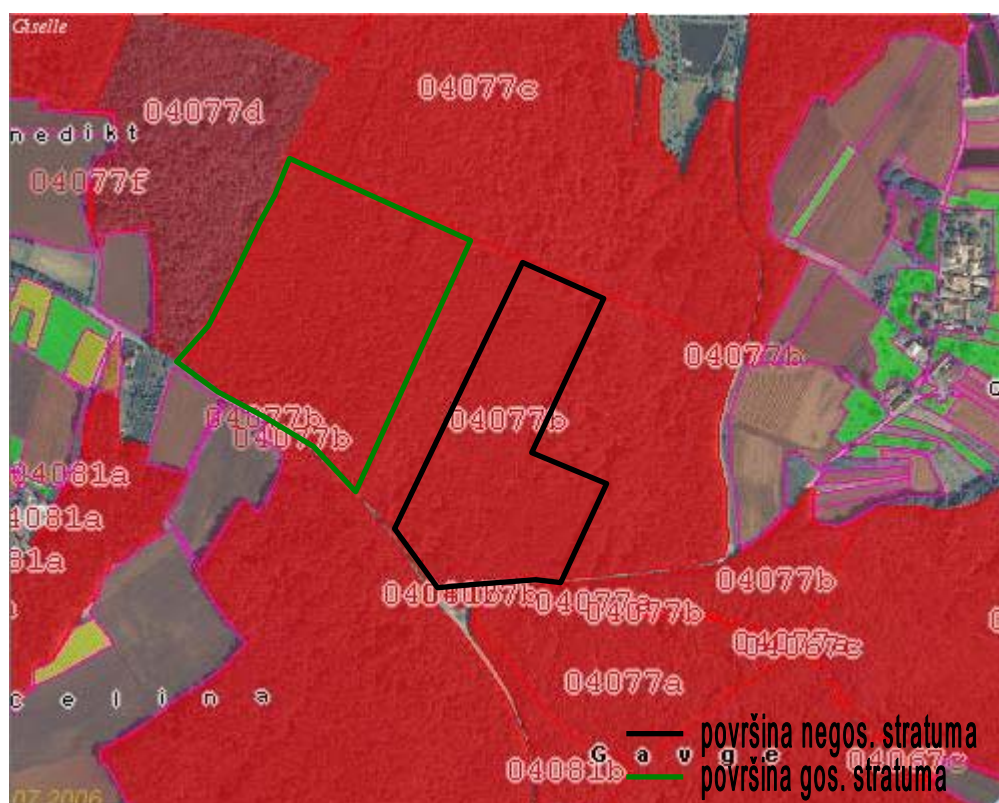
Slika 3: Stratum ob reki Muri, oddelek 16; M= 1: 10000 (GERK, 2008)

Figure 3: Stratum at the Mura River, section 16; scale= 1: 10000 (GERK, 2008)



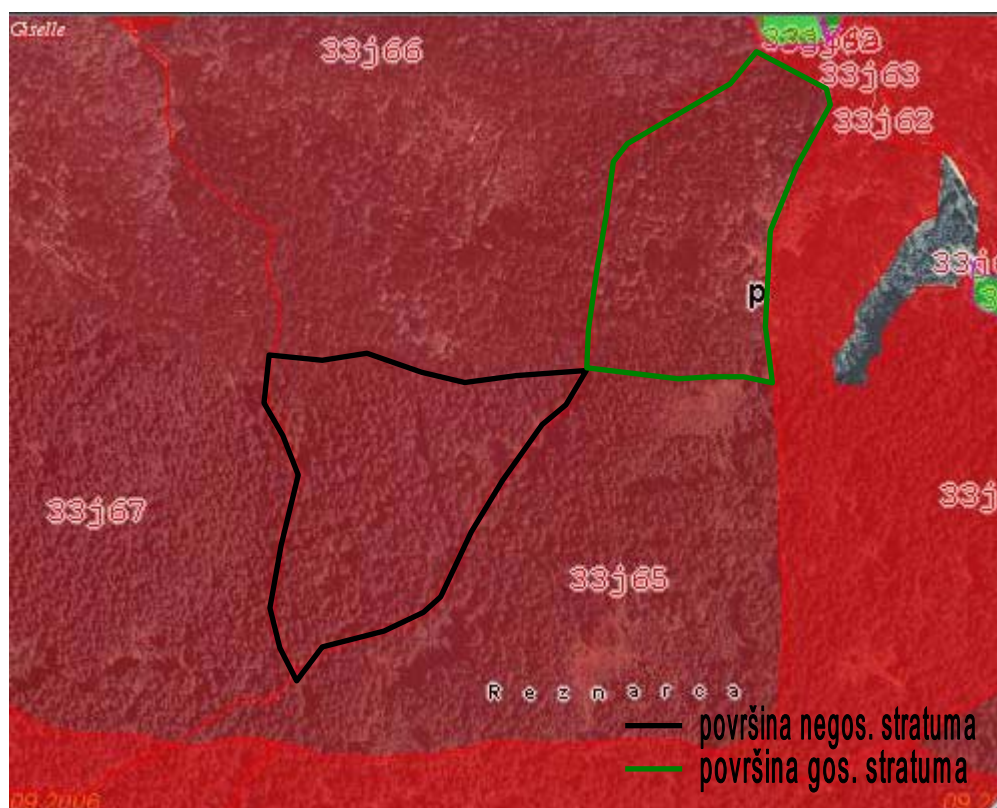
Slika 4: Stratuma v Bukovnici, oddelek 37A; M= 1: 10000 (GERK, 2008)

Figure 4: Strata in Bukovnica, section 37A; scale= 1: 10000 (GERK, 2008)



Slika 5: Stratuma v Kančevcih, oddelek 77B; M= 1: 10000 (GERK, 2008)

Figure 5: Strata in Kančevci, section 77B; scale= 1: 10000 (GERK, 2008)



Slika 6: Stratuma na Šipku, oddelka J65 in J66; M= 1: 10000 (GERK, 2008)

Figure 6: Strata in Šipek, section J65 and J66; scale= 1: 10000 (GERK, 2008)

3.2.1 Popis odmrlega drevja na terenu

V raziskavo smo zajeli štiri skupine odmrlega drevja. V nadaljevanju naštetih skupinah smo pri popisu upoštevali vse odmrle drevesne ostanke s premerom nad deset centimetrov.

Med **sušice** oziroma **stoječe ostanke mrtvih dreves** smo uvrstili stoječe ostanke mrtvih dreves s krošnjo in stoječe ostanke odlomljenih dreves. Sušicam s krošnjo smo izmerili prsni premer (d 1,3) in višino z višinomerom Suunto. Polomljenim sušicam smo izmerili višino in premer na sredini debla in obenem določili drevesno vrsto.

Druga skupina so **podrtice**, v katero smo uvrstili po naravni poti padla drevesa, odlomljena ali izravana, pri katerih je še jasno viden večji del drevesnega habitusa s krošnjo ali brez nje oziroma s koreninskim sistemom. Vsaki podrtici smo izmerili dolžino in premer na sredini dolžine debla oziroma v primeru izravnanih dreves s krošnjo in koreninskim sistemom in prsni premer (d 1,3) ter določili tudi drevesno vrsto.

Tretja skupina so **ležeči ostanki** odmrlih dreves, ki so lahko ostanki sečnje po navadi v gospodarjenih gozdovih ali ležeči ostanki razlomljenega debla naravno odmrlega drevesa v negospodarjenih gozdovih. Ležečim ostankom smo izmerili dolžino in premer na sredini ostanka ter določili drevesno vrsto.

V četrto skupino smo uvrstili **panje**. Panj je del drevesa na prehodu iz koreninskega podzemnega dela drevesa v deblo. Pri uvrstitvi odmrlih lesnih ostankov med panje smo v obeh kategorijah stratumov upoštevali, da so nastali kot posledica sečnje ali pa so ostanek odlomljenega drevesa v spodnjem delu debla. Kot najvišjo višino panja, ki je obenem meja med sušico in panjem, smo vzeli višino enega metra. Vsakemu panju smo izmerili višino in na podlagi meritev določili srednji premer.

Vsakega izmed odmrlih drevesnih ostankov smo uvrstili v eno izmed šestih stopenj razkroja (preglednica 5) (Van Hees, 2003). Za uvrstitev v določeno stopnjo razkroja smo uporabili kombinacijo vizualne ocene zunanosti in lubja odmrlega drevesnega ostanka ter trdote.

Preglednica 5: Opis razkrojnih faz odmrlih drevesnih ostankov (Van Hees, 2003)

Table 5: The description of decay stages of the coarse woody debris (Van Hees, 2003)

Stopnja razkroja	Lubje	Veje in vejice	Mehkoba	Površina	Oblika
1	nedotaknjeno ali manjka v majhnih krpah, lubja je več kot 50 odstotkov.	So.	Trdo, nož gre v les 1–2 mm.	Pokrito z lubjem, zunaj nedotaknjeno.	krog
2	Manjka ga več kot 50 odstotkov.	Veje, katerih premer je več kot 3 cm.	Trdo, nož gre v les manj kot 1 cm.	Gladka, zunaj nedotaknjeno.	krog
3	Manjka.	Jih ni.	Začenja biti mehko, nož gre v les 1–5 cm.	Gladka, zunaj nedotaknjeno, vidne so razpoke.	krog
4	Manjka.	Jih ni.	Mehko, nož gre v les več kot 5 cm.	Razpoke so velike, manjkajo majhni delci.	krog/elipsa
5	Manjka.	Jih ni.	Mehko, nož gre v les več kot 5 cm.	Manjkajo večji kosi, delno deformirano.	elipsa
6	Manjka.	Jih ni.	Mehko, plesen, delno reducirano, samo jedro lesa.	Težko definirano.	težko definiramo, pokrito z zemljo

3.2.2 Izračun volumna odmrlih drevesnih ostankov

Volumen **stoječih ostankov** mrtvih dreves oziroma **sušic** s krošnjo smo določili z dvovhodnimi deblovnicami. Volumen polomljenih sušic smo izračunali po Huberjevi formuli $V (m^3) = g \cdot L$ (g = presek oziroma temeljnica na sredini debla, L = dolžina debla).

Volumen (m^3) **podrtic** smo določili na podoben način kot volumen sušic. Za nerazlomljena drevesa smo uporabili dvovhodne deblovnice, volumen drugih podrtic pa smo izračunali po Huberjevi formuli.

Za izračun volumna (m^3) **ležečih ostankov** in **panjev** smo uporabili formulo za izračun valja oziroma Huberjevo formulo.

3.2.3 Analiza podatkov

Vnos in obdelavo podatkov smo izvedli v programu Excel za Windows XP, statistično pa izvednotili s programom Statistica za Windows XP. Osnovne analize po posameznih

stratumih, kot so ocena števila na hektar, gostota in frekvenca odmrlih drevesnih ostankov, smo izračunali na podlagi kvantitativne analize za metodo četrtnskih kvadrantov (Cottam in sod., 1953; Brower in Zar 1977; Rheinhardt in sod., 1997; Mitchell, 2007). Za primerjavo količine in strukture odmrlih drevesnih ostankov med posameznimi stratumi smo uporabili Kruskal-Wallisov neparametrični test.

Za analizo podatkov o odmrlem drevju na stalnih vzorčnih ploskvah smo uporabili podatke, ki so bili zbrani ob obnovah gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot in obnovah gozdnogospodarskih načrtov območij. Pri analizi smo uporabili podatke snemanj, ki so potekala na Ravenskem v letih 2006 in 2007, v enoti Vzhodno Goričko v letu 2005 in v enoti Tuhinj-Motnik leta 1998. Podatki o odmrlem drevju za celotno gozdnogospodarsko območje Murska Sobota so bili zbrani med letoma 2000 in 2005, za celotno ljubljansko območje pa med letoma 1998 in 2005. Podatke smo pridobili pri centralni enoti Zavoda za gozdove Slovenije, območni enoti Murska Sobota in krajevni enoti Kamnik.

Vsi rezultati analiz po gozdnogospodarskih enotah in gozdnogospodarskih območjih izhajajo iz popisov odmrlega drevja na stalnih vzorčnih ploskvah. Podatki s stalnih vzorčnih ploskev so podlaga za izdelavo gozdnogospodarskih načrtov (Pravilnik o gozdnogospodarskih..., 1998). Stalne vzorčne ploskve so v prostoru porazdeljene v obliki sistematične mreže tako, da je vsaka ploskev prostorsko opredeljena z Gauss-Krügerjevimi koordinatami.

Največ ploskev je postavljenih v sistematično pravokotno mrežo velikosti od 200 x 250 m do 250 x 500 m. Vsaka ploskev ima, glede na površino gozda, ki jo predstavlja, svojo resolucijo oziroma ploskovno vrednost (Matijašič in Pisec, 2004).

Kot vzorčno metodo na ploskvah uporabljamo koncentrične vzorčne ploskve. Pri tej metodi je izbira dreves, ki jih bomo zajeli v vzorec, odvisna od premera drevesa glede na merilni prag (Hočevar, 1991). Od središča ploskve se izmeri prsni premer vseh dreves nad desetimi centimetri debeline, in sicer v območju polmera kroga, ki (glede na nagib ploskve) definira 200 m² površine, ter tudi vsa drevesa debeline 30 cm in več v območju polmera, ki definira 500 m² površine.

Pri snemanju dreves se poleg prsnega premera izmerijo tudi nekatere druge kvantitativne značilnosti dreves, ki jih rabimo za izračune na površinsko enoto, na primer višina dreves

in prirastek, ter kvalitativne značilnosti, kot so kakovost drevja, stopnja poškodovanosti, socialni položaj dreves itd.

Na teh vzorčnih ploskvah se med drugim ocenjujeta tudi število in debelina stoječega in ležečega odmrlega drevja. V Sloveniji popis na sistematični mreži stalnih vzorčnih ploskev za oceno mrtve biomase vključuje:

- sušice, tj. mrtva, še vedno stoječa drevesa v sestoju;
- podrtice, ki so po naravni poti padla, v sestoju ležeča, najmanj štiri metre dolga in deset centimetrov debela drevesa, ki niso požagana;
- puščena, tj. posekana, nespravljena drevesa, ki so dolga najmanj štiri metre in debela deset centimetrov.

Na ploskvah se prešteje število odmrlih dreves v posameznem razširjenem debelinskem razredu. Iglavce in listavce s premerom od 10 do 30 centimetrov tako uvrstimo v prvi razširjeni debelinski razred, v drugi debelinski razred spadajo odmrli drevesa s premerom od 30 do 50 centimetrov, v tretji debelinski razred pa odmrlo drevje s premerom, večjim od 50 centimetrov. Pri tem se določi tudi položaj odmrlih dreves.

Število odmrlih dreves na hektar po posameznih razširjenih debelinskih razredih in položaju dreves za vse tri gozdnogospodarske enote in obe gozdnogospodarski območji smo izračunali tako, kot je določeno v 19. in 31. členu Pravilnika o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (Pravilnik o gozdnogospodarskih..., 1998). Za izračun volumna odmrlih dreves po razširjenih debelinskih razredih pa smo za posamezne gozdnogospodarske enote in gozdnogospodarski območji uporabili povprečne vrednosti tarif.

4 REZULTATI

4.1 ANALIZA PODATKOV, PRIDOBLENIH NA TERENU

4.1.1 Stratum Ravensko – Mura

Stratum leži v neposredni bližini reke Mure ter zajema površino med Muro in delom stare rečne struge Mure (slika 3). Parcele lastnikov so dolge več sto in široke nekaj metrov. Na parcelah se ne gospodari od leta 1991.

Vegetacija je talno pogojena, prevladuje združba *Saliceto-Populetum*. V združbi v tem delu sestojev prevladuje beli topol s 45 odstotki, sledita bela vrba s 35 in veliki jesen s 14 odstotki. Posamično se pojavljata robinija s štirimi odstotki in črna jelša z dvema odstotkoma. Veliki jesen je ponekod posajen v vrstah, naravno se pojavlja v obliki skupinske zmesi, medtem ko bela vrba tvori šopasto obliko zmesi ali pa se pojavlja posamično. Sestoji so nastali pred približno sedemdesetimi leti.

Lesna zaloga je 200 m³/ha, letni prirastek pa 9 m³/ha. V lesni zalogi drevesnih vrst prevladuje beli topol s 100 m³/ha, sledijo bela vrba z 62 m³/ha, veliki jesen z 28 m³/ha ter robinija s 6 m³/ha in črna jelša s 4 m³/ha. Kljub rodovitnim tlam je kakovost sestoja slaba. Gozdovi so videti močno presvetljeni, saj je sklep rahel ali vrzelast, kar omogoča rast bujne zeliščne vegetacije. Za sestoje je značilna prva stopnja poudarjenosti varovalne funkcije pred vodno erozijo.

Vzroke smrtnosti v tem gozdnem predelu lahko pripišemo abiotским dejavnikom. V večini primerov so sušice in podrtice nastale kot posledica močnega vetra in so ostale v sestoji zaradi nezainteresiranosti lastnikov za delo v gozdu (slika 7). Drugi vzrok, ki vpliva na količino odmrlih drevesnih ostankov, je naravno odmiranje dreves, predvsem pri belih vrbah, katerih življenjska doba je kratka.



Slika 7: Odmrli drevesni ostanki ob reki Muri (Györek N., 2006)

Figure 7: Coarse woody debris at the Mura River (Györek N., 2006)

V preglednici 6 so prikazane kvantitativne vrednosti odmrlih drevesnih ostankov ob reki Muri. V stratumu je skupno 153 odmrlih drevesnih ostankov na hektar, od česar je največ sušic, in sicer 35 odstotkov, in ležečih ostankov (34 odstotkov). Absolutna frekvenca je najvišja pri sušicah in ležečih ostankih, tako smo sušice popisali na 90 odstotkih stojišč,

ležeče ostanke pa na 84 odstotkih stojišč. Skupna količina odmrlih ostankov je visoka in znaša nekaj čez 100 m³/ha. Količina odmrlih drevesnih ostankov dosega 50 odstotkov lesne zaloge sestoja. Največji količinski del pripada sušicam in podrticam (preglednica 6).

Preglednica 6: Parametri odmrlih drevesnih ostankov, izmerjenih v stratumu ob reki Muri

Table 6: Parameters of the coarse woody debris that were measured in the stratum at the Mura River

STRATUM RAVENSKO – MURA, N = 50 (št. stojišč)					
Vrsta ostanka	N/ha;	Relativna gostota (%)	Absolutna frekvenca (%)	Relativna frekvenca (%)	V/ha (m ³ /ha)
Sušica	53	35	90	35	67,50
Podrtica	31	20	54	21	25,14
Ležeči ostanke	52	34	84	32	7,00
Panj	17	11	30	12	1,70
Skupaj	153	100	258	100	101,34

V preglednici 7 je podan interval zaupanja za skupno število odmrlih drevesnih ostankov v vzorcu. Petindevetdesetodstotni interval zaupanja za število odmrlih drevesnih ostankov ob Muri je med 127 in 168 odmrlih dreves na hektar.

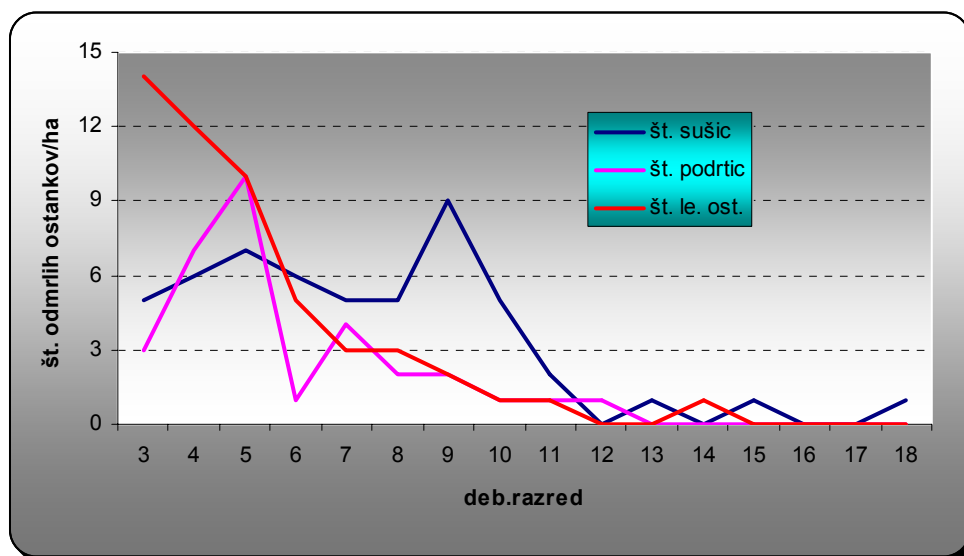
Preglednica 7: Interval zaupanja za skupno število odmrlih drevesnih ostankov na hektar ob reki Muri

Table 7: The confidence interval for the total count of the coarse woody debris per hectare at the Mura River

N = 50 (št. stojišč); N/ha = 153	$\alpha = 0,05$	127, 168 N/ha
-------------------------------------	-----------------	---------------

V splošnem je za debelinsko strukturo posameznih vrst odmrlih ostankov značilno upadanje števila dreves z naraščanjem premera (slika 5, preglednica 8).

Največ ležečih ostankov in podrtic je v tretjem, četrtem in petem debelinskem razredu, medtem ko je največ sušic na hektar v devetem debelinskem razredu. V višjih debelinskih razredih so tako posamezni ostanki sušic, podrtic in ležečih ostankov, ki precej prispevajo k visokemu volumnu drevesnih ostankov, prav v tretjem razširjenem debelinskem razredu (preglednica 8). Najvišjo vrednost doseže sušica topola, in sicer v 18. debelinskem razredu (slika 8).



Slika 8: Število odmrlih ostankov glede na debelinski razred ob reki Muri

Figure 8: The number of coarse woody debris according to the diameter classes at the Mura River

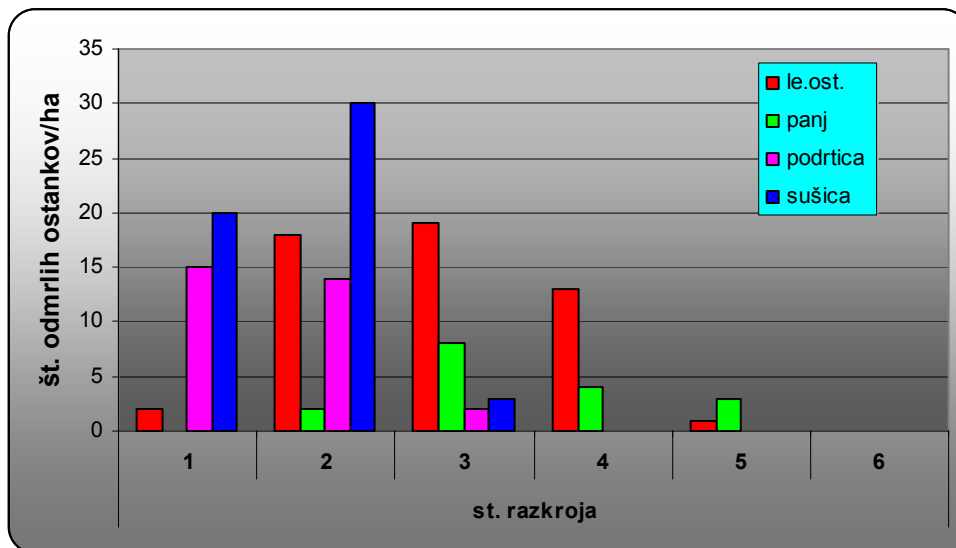
Preglednica 8: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih ob Muri

Table 8: The number of the coarse woody debris (without stumps) and their volume according to the three diameter classes at the Mura River

MURA			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
N/ha	81	39	16
Volumen/ha	21,33	37,78	40,19

Večje število podrtic in sušic je na začetnih stopnjah razkroja, to je na prvi in drugi, medtem ko pri ležečih ostankih in panjih zasledimo tudi napredujoče stopnje razkroja. Vzrok je verjetno v njihovih manjših dimenzijah in časovno krajšem razkroju, drugi vzrok

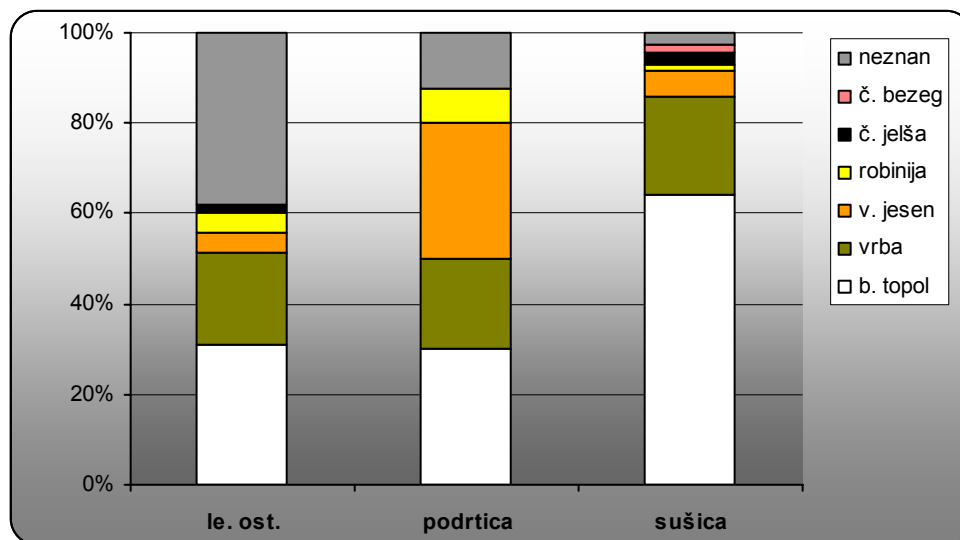
pa lahko poiščemo v okoljskih dejavnikih, saj velika vlažnost tal in bujna podrast, ki ponekod dosega višino treh metrov, pospešujeta razkroj na tleh ležečih ostankov (slika 9).



Slika 9: Število odmrlih drevesnih ostankov glede na stopnjo razkroja ob reki Muri

Figure 9: The number of coarse woody debris according to the decay stages at the Mura River

Pri analiziranju drevesne sestave smo upoštevali ležeče ostanke, sušice in podrtice. V drevesni sestavi odmrlih ostankov so samo listavci, med katerimi prevladujejo mehki listavci. Tako ob reki Muri v drevesni sestavi ostankov prevladuje beli topol, v največjem deležu, to je v 64 odstotkih, ga je med sušicami, vrba pa je z 20 odstotki zastopana v vseh treh vrstah drevesnih ostankov (slika 10). Med podrticami največji delež (30 odstotkov) v drevesni sestavi pripada velikemu jesenu. Pri porazdelitvi vrst v drevesni sestavi je 38 odstotkov ležečih ostankov neopredeljenih, predvsem zaradi njihovega višjega deleža na napredujočih stopnjah razkroja, to je na tretji in četrti razkrojni stopnji.

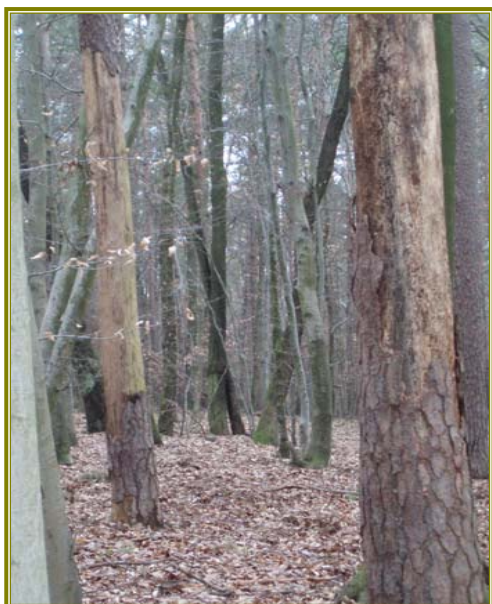


Slika 10: Relativna sestava odmrlih ostankov po drevesnih vrstah ob reki Muri

Figure 10: The relative structure of the coarse woody debris according to the tree species at the Mura River

4.1.2 Stratum Vzhodno Goričko – Bukovnica

Sestoji ležijo v neposredni bližini Bukovniškega jezera. Parcela, na kateri se od leta 1991 ne gospodari, v celoti pripada enemu lastniku (slika 4). Starost sestojev je približno 80 let (slika 11). Prevladuje združba *Querco-Carpinetum fagetosum* (*Vaccinio myrtilli Carpinetum betuli*) z naslednjo drevesno sestavo: bukev 40 odstotkov, rdeči bor 45, graden osem, beli gaber pet odstotkov in breza dva odstotka. Delež bora se na račun bukve v določenih delih sestoja poveča tudi na 70 odstotkov.



Slika 11: Sušice bora v negospodarjenem stratumu na Bukovnici (Györek N., 2006)

Figure 11: Pine snags in unmanaged stratum in Bukovnica (Györek N., 2006)

Sestoji so v razvojni fazi debeljaka, lesna zaloga je 255 m³/ha, letni prirastek pa je 3,3 m³/ha. Glavni delež v lesni zalogi posameznih drevesnih vrst obsega bukev, in sicer 123 m³/ha, sledijo pa rdeči bor s 84 m³/ha, graden s 33 m³/ha in beli gaber s 15 m³/ha. Sklep je v sestojih normalen, enoslojen. Kakovost sestoja je srednja, čeprav so v sestoju tudi drevesa odlične kakovosti.

Večji del smrtnosti dreves lahko pripišemo vetrolomu in medsebojni konkurenci, pri rdečem boru pa sušenju, ki je posledica konkurenčnosti bukve.

V stratumu je skupno 132 odmrlih drevesnih ostankov na hektar, od česar je število

precej enakomerno porazdeljeno med sušice (29 odstotkov), ležeče ostanke (30 odstotkov) in panje (29 odstotkov), ki smo jih vse popisali na 76 odstotkih stojišč. Skupna količina odmrlih ostankov je 29,54 m³/ha, kar znaša 11 odstotkov lesne zaloge. Največji količinski del pripada sušicam rdečega bora (preglednica 9).

Preglednica 9: Parametri odmrlih lesnih ostankov, izmerjenih v negospodarjenem stratumu ob Bukovniškem jezeru

Table 9: Parameters of the coarse woody debris that were measured in the unmanaged stratum at the Bukovnica Lake

STRATUM VZHODNO GORIČKO – BUKOVNICA, N = 50 (št. stojišč)					
Vrsta ostanka	N/ha	Relativna gostota (%)	Absolutna frekvenca (%)	Relativna frekvenca (%)	V/ha (m ³ /ha)
Sušica	38	29	76	29	19,93
Podrtica	15	11	34	13	6,65
Ležeči ostanke	40	30	76	29	2,42
Panj	39	29	76	29	0,34
Skupaj	132	100	262	100	29,54

V preglednici 10 je podan interval zaupanja za skupno število odmrlih drevesnih ostankov v vzorcu. Petindevetdesetodstotni interval zaupanja za število odmrlih drevesnih ostankov je med 115 in 152 odmrlih dreves na hektar.

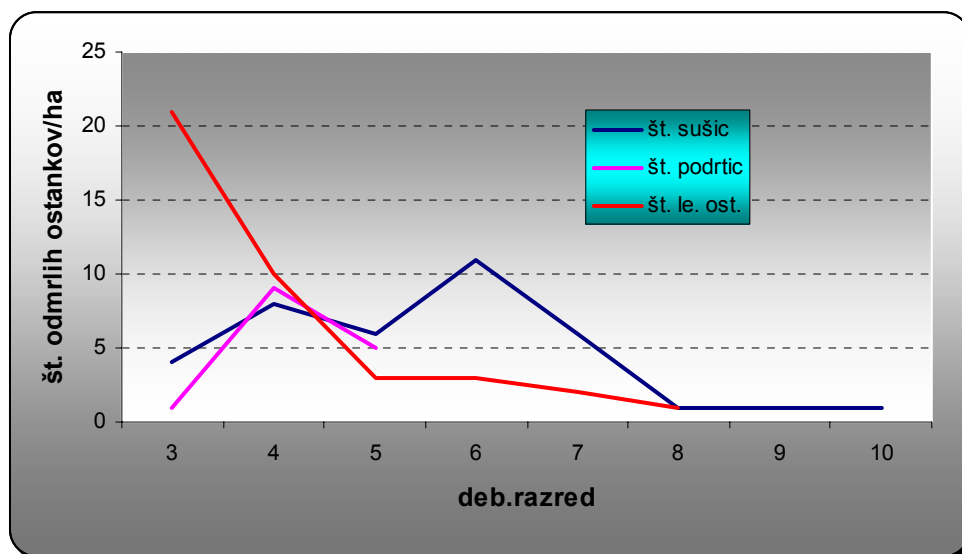
Preglednica 10: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar na Bukovnici

Table 10: The confidence interval for the total count of the trees per hectare in Bukovnica

N = 50 (št. stojišč) N/ha = 132	$\alpha = 0,05$	115, 152 N/ha
------------------------------------	-----------------	---------------

Največje število sušic je v šestem debelinskem razredu, po ena sušica na hektar pa je tudi v osmem, devetem in desetem debelinskem razredu. Število podrtic doseže vrh v četrtem debelinskem razredu, v višjih debelinskih razredih pa jih ne najdemo. Število ležečih

ostankov z debelino upada, vendar so tudi v višjih debelinskih razredih. Največji prsni premer dosega sušica rdečega bora, in sicer v desetem debelinskem razredu (slika 12).



Slika 12: Število odmrlih ostankov glede na debelinski razred ob Bukovniškem jezeru

Figure 12: The number of coarse woody debris according to the diameter classes at the Bukovnica Lake

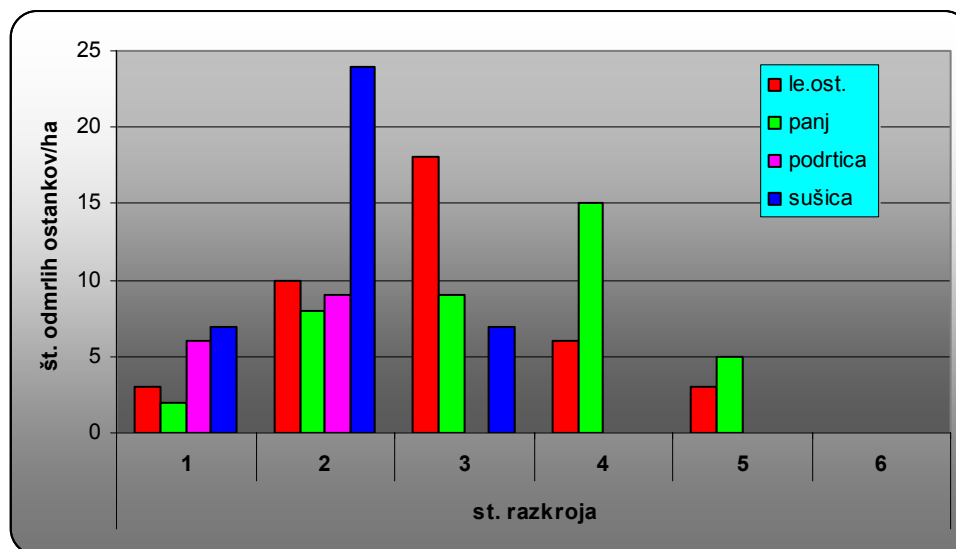
Volumen odmrlih ostankov je v prvih dveh razširjenih debelinskih razredih skoraj izenačen, saj k volumnu v drugem razširjenem debelinskem razredu največ prispevajo sušice in posamezni ležeči ostanki večjih debelin (preglednica 11).

Preglednica 11: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih ob Bukovniškem jezeru

Table 11: The number of the coarse woody debris (without stumps) and their volume according to the three diameter classes at the Bukovnica Lake

BUKOVNICA			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
N/ha	82	11	0
Volumen/ha	14,28	15,44	0

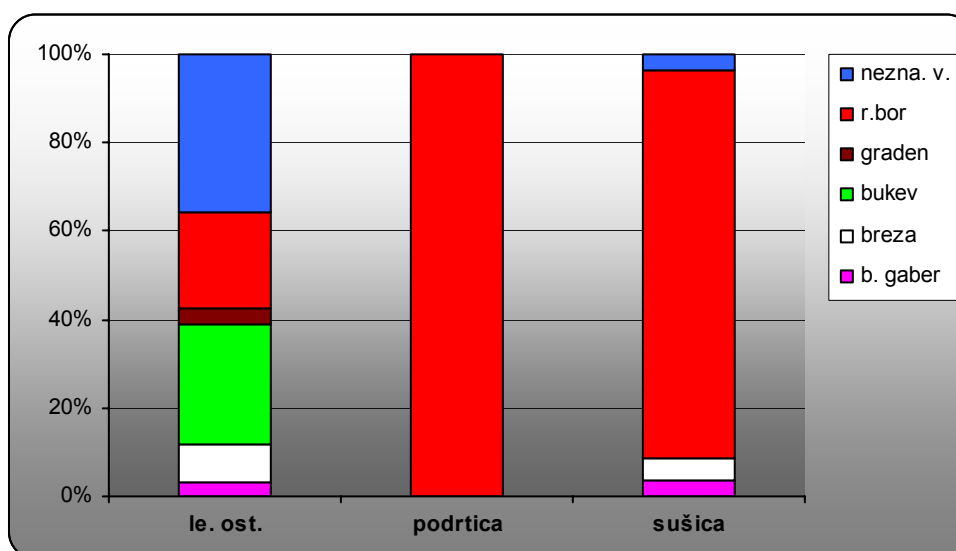
Večji delež sušic in podrtic je v inicialni fazi razkroja, pri panjih in ležečih ostankih pa so opazne tudi višje stopnje razkroja (slika 13). Vzrok je verjetno v njihovih manjših dimenzijah in tudi času nastanka.



Slika 13: Število odmrlih ostankov glede na stopnjo razkroja ob Bukovniškem jezeru

Figure 13: The number of coarse woody debris according to the decay stages at the Bukovnica Lake

V drevesni sestavi odmrlih ostankov med podrticami prevladuje rdeči bor (s sto odstotki), ki ima večinski delež (88 odstotkov) tudi med sušicami (slika 14). Pestrejša drevesna sestava je značilna za ležeče ostanke, vzrok pa je v tem, da so med njimi tudi ostanki, ki so nastali že pred časom kot posledica sečnje, vetrolomov ali konkurence. Petintridesetim odstotkom ležečih ostankov zaradi neprepoznavnosti oziroma visoke stopnje razkroja nismo določili drevesne vrste, ki so ji pripadali.



Slika 14: Relativna sestava odmrlih ostankov po drevesnih vrstah v stratumu na Bukovnici

Figure 14: The relative structure of the coarse woody debris according to the tree species in stratum in Bukovnica

4.1.3 Stratum Vzhodno Goričko – Kančevci

Stratum leži pri kraju Sv. Benedikt na nadmorski višini 300–334 metrov (slika 5). Površina stratuma obsega parcele devetih lastnikov, ki na njih ne gospodarijo že od nastanka sestojev, to je približno trideset let (slika 15).



Slika 15: Nenegovan stratum v Kančevcih (Györek N., 2006)

Figure 15: Not taken care of stratum in Kančevci (Györek N., 2006)

Prevladuje združba *Quercus-Carpinetum pinetosum* (*Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*), in sicer z naslednjo drevesno sestavo: rdeči bor 94 odstotkov, graden tri ter kostanj in breza po en odstotek. Gre za sestoje rdečega bora na močno zakisanih plitvih tleh. Sestoji so nenegovani, v razvojni fazi drogovnjaka, stari pa so trideset let.

Lesna zaloga je 140 m³/ha, letni prirastek pa 3,4 m³/ha. V lesni zalogi drevesnih vrst prevladuje bor s 134 m³/ha, sledijo graden s 4 m³/ha ter domači kostanj in breza z 1 m³/ha. Sklep je tesen, sestojne višine nizke. Prevladuje drevje tanjših premerov – tako imenovani večni drogovnjaki.

Vzrok za večje količine odmrlih ostankov lahko pripišemo snegolomu, ki je leta 1996 močno načel nestabilno gozdno strukturo, drugi vzrok smrtnosti pa je medsebojna konkurenca dreves.

V stratumu je 445 odmrlih drevesnih ostankov na hektar, od tega največji delež pripada podrčkam, in sicer kar 52 odstotkov, sledijo pa sušice s 25 odstotki. Drevesnih ostankov je 18,63 m³/ha, kar je 13 odstotkov lesne zaloge sestoja (preglednica 12).

Preglednica 12: Parametri odmrlih drevesnih ostankov, izmerjenih v negospodarjenem stratumu v Kančevcih

Table 12: Parameters of the coarse woody debris that were measured in the unmanaged stratum in Kančevci

STRATUM VZHODNO GORIČKO – KANČEVCI, N = 40 (št. stojišč)					
Vrsta ostanka	N/ha	Relativna gostota (%)	Absolutna frekvenca (%)	Relativna frekvenca (%)	V/ha (m ³ /ha)
Sušica	111	25	73	31	7,60
Podrtica	231	52	95	40	8,15
Ležeči ostanki	75	17	47	20	1,90
Panj	28	6	20	9	0,96
Skupaj	445	100	235	100	18,63

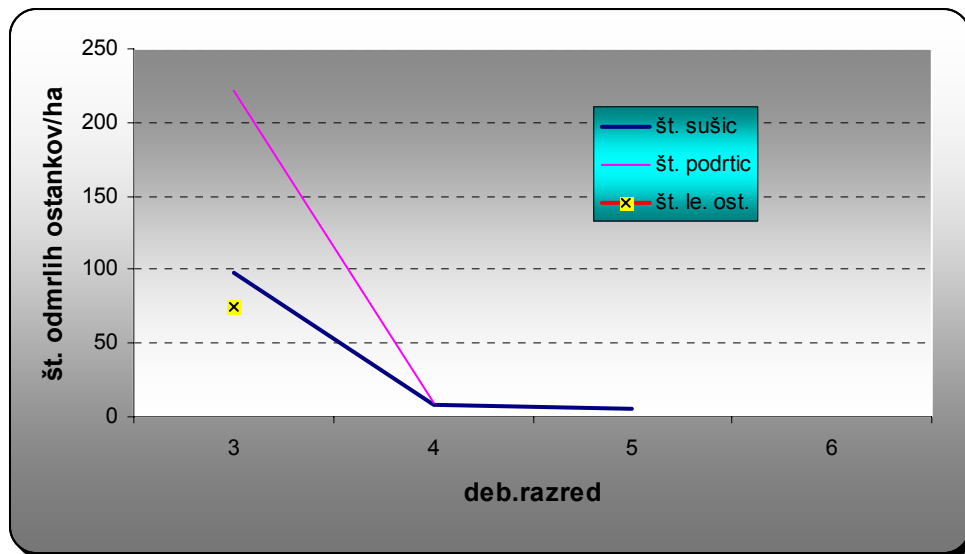
V preglednici 13 je podan interval zaupanja za skupno število odmrlih drevesnih ostankov v vzorcu. Petindevetdesetodstotni interval zaupanja za število odmrlih drevesnih ostankov je med 360 in 464 odmrlih dreves na hektar.

Preglednica 13: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v Kančevcih

Table 13: The confidence interval for the total count of the trees per hectare in Kančevci

N = 40 (št. stojišč); N/ha = 445	$\alpha = 0,05$	340, 464 N/ha
-------------------------------------	-----------------	---------------

Največ sušic, podrtic in ležečih ostankov je na tretji debelinski stopnji, v višjih debelinskih razredih pa odmrlih lesnih ostankov skoraj ni (slika 16). Podobno sliko dobimo, če podatke združimo po razširjenih debelinskih razredih (preglednica 14). Vzroke lahko poiščemo v nižji razvojni fazi in tudi v slabem priraščanju nenegovanega sestoja.



Slika 16: Število odmrlih ostankov glede na debelinski razred v Kančevcih

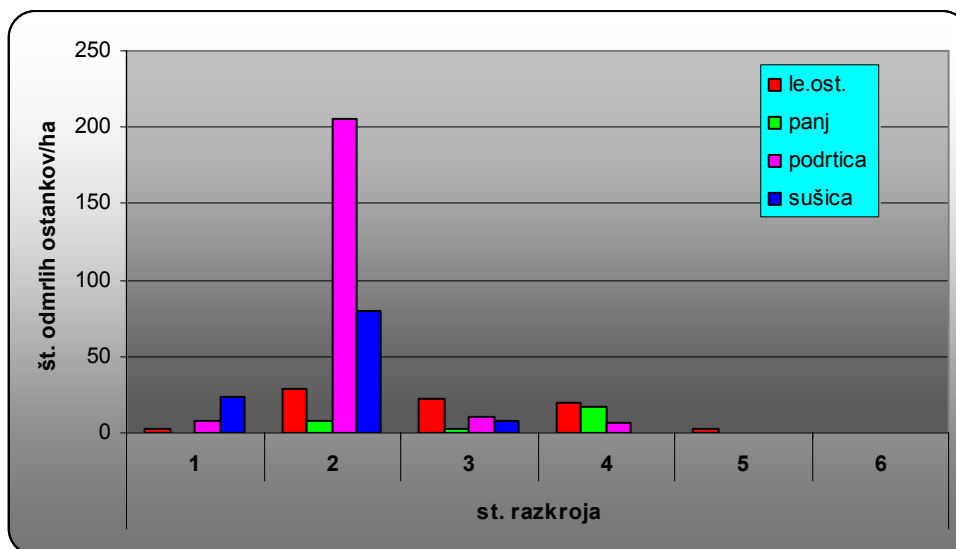
Figure 16: The number of coarse woody debris according to the diameter classes in Kančevci

Preglednica 14: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih v Kančevcih

Table 14: The number of the coarse woody debris (without stumps) and their volume according to the three diameter classes in Kančevci

KANČEVCI			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
N/ha	417	0	0
Volumen m ³ /ha	17,50	0	0

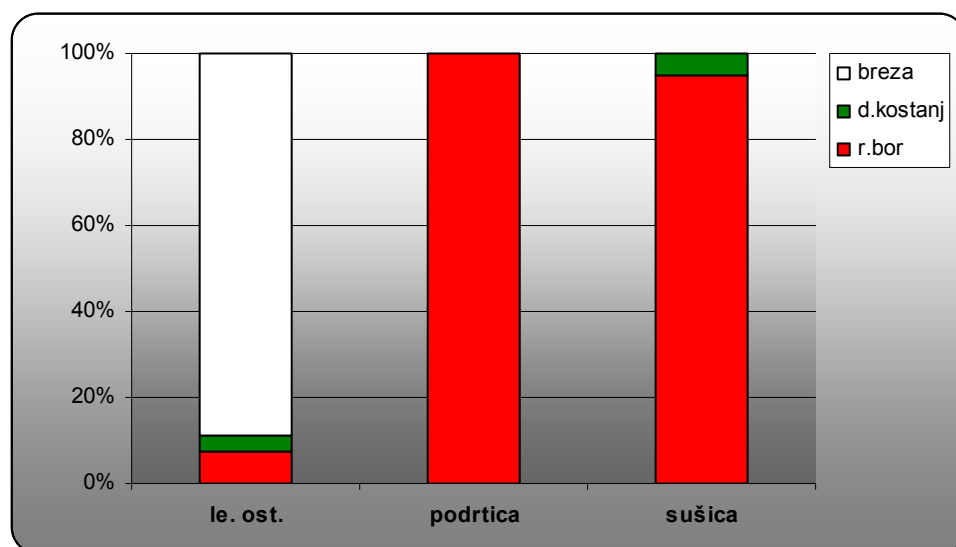
Največ odmrlih drevesnih ostankov je na drugi stopnji razkroja (slika 17).



Slika 17: Število odmrlih ostankov glede na stopnjo razkroja v Kančevcih

Figure 17: The number of coarse woody debris according to the decay stages in Kančevci

Struktura drevesnih ostankov je glede na drevesno sestavo in razvojno fazo sestoj pričakovana. Tako med podrticami kot stoječimi drevesnimi ostanki prevladuje rdeči bor (slika 18). Med ležečimi ostanki na višjih razkrojnih stopnjah je največ brez (88 odstotkov), kar nakazuje, da se na degradiranih rastiščih pojavlja kot pionirska vrsta.



Slika 18: Relativna sestava odmrlih ostankov po drevesnih vrstah v Kančevcih

Figure 18: The relative structure of the coarse woody debris according to the tree species in Kančevci

4.1.4 Stratum na Šipku v Tuhinjski dolini

Stratum je v Tuhinjski dolini (slika 6). Gozdove na tem območju je lastnica po denacionalizaciji prodala več lastnikom, tako da se je v njih gospodarilo zelo različno. Nekateri lastniki so si zelo hitro povrnili kupnino in gozdove dobesedno izropali, nekateri pa vanje ne posegajo. Eden takih je tudi stratum, v katerem so bile izvedene meritve drevesnih ostankov. Zdajšnji lastnik na parcelo s sečnjo ni posegal vse od leta 1991 (slika 19).



Slika 19: Pomladek smreke na panju (Györek N., 2006)

Figure 19: Spruce saplings on the stump. (Györek N., 2006)

V sestojih prevladuje združba *Dryopterido-abietetum*, in sicer z naslednjo sestavo drevesnih vrst: smreka 82 odstotkov, bukev šest, jelka pet, macesen štiri in gorski javor tri odstotke. Starost sestojev je 90–100 let. Lesna zaloga je 350 m³/ha, letni prirastek pa 8,7 m³/ha.

V lesni zalogi posameznih drevesnih vrst prevladuje smreka z 288 m³/ha, sledijo bukev z 21 m³/ha, jelka s 17 m³/ha in macesen s 14 m³/ha ter gorski javor z 10 m³/ha. Sestoji so v razvojni fazi debeljaka. Skoraj po celotni površini se pojavlja pomladek smreke, jelke in bukve, ki ponekod že tvori jedra. Gre za sestoje odlične kakovosti, na rodovitnih rastiščih, ki bi jih postopoma že morali uvajati v obnovo.

Vzroke smrtnosti v sestoji lahko pripišemo predvsem medsebojni konkurenci dreves oziroma umiranju tanjših podstojnih dreves.

V stratumu je skupno 250 odmrlih ostankov na hektar, največji delež pa pripada ležečim ostankom (46 odstotkov) in panjem 34 (odstotkov). Ležeče ostanke smo popisali na 90, panje pa na 88 odstotkih stojišč. Skupna količina ostankov znaša 21,25 m³/ha, kar je šest odstotkov lesne zaloge sestoja (preglednica 15).

Preglednica 15: Parametri odmrlih drevesnih ostankov, izmerjenih v negospodarjenem stratumu na Šipku

Table 15: Parameters of the coarse woody debris that were measured in the unmanaged stratum in Šipek

STRATUM TUHINJSKA DOLINA – ŠIPEK, N = 50 (št. stojišč)					
Vrsta ostanka	N/ha	Relativna gostota (%)	Absolutna frekvenca (%)	Relativna frekvenca (%)	V/ha (m ³ /ha)
Sušica	40	16	46	19	7,01
Podrtica	11	4	18	7	1,65
Ležeči ostanki	115	46	90	38	10,25
Panj	84	34	88	36	2,34
Skupaj	250	100	242	100	21,25

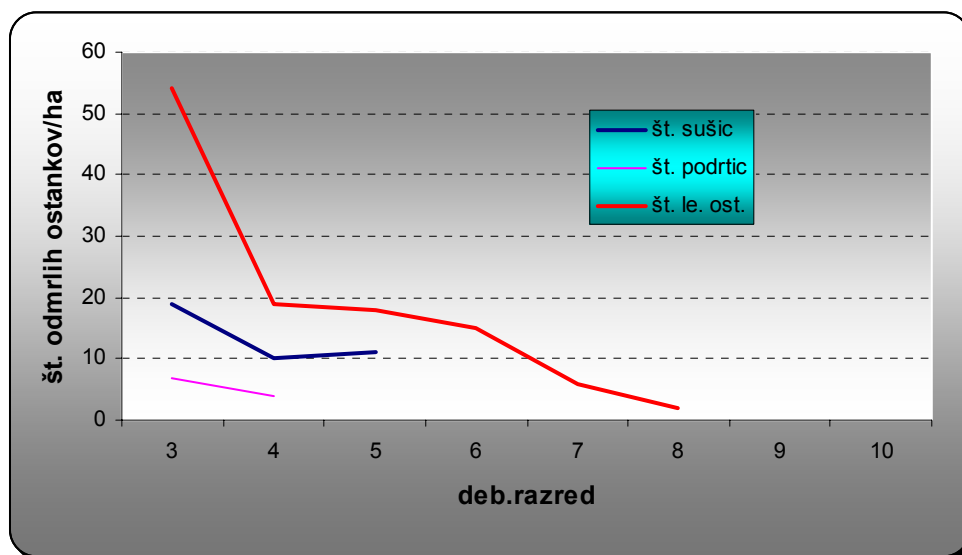
V preglednici 16 je podan interval zaupanja za skupno število odmrlih drevesnih ostankov v vzorcu. Petindevetdesetodstotni interval zaupanja za število odmrlih drevesnih ostankov je med 217 in 286 odmrlih dreves na hektar.

Preglednica 16: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v stratumu v Kančevcih

Table 16: The confidence interval for the total count of the trees per hectare in the stratum in Kančevci

N = 50 (št. stojišč); N/ha = 250	$\alpha = 0,05$	217, 286 N/ha
-------------------------------------	-----------------	---------------

Število ležečih ostankov z naraščanjem debelinskih razredov upada, največ jih je v tretjem debelinskem razredu, v četrtem, petem in šestem razredu je njihovo število precej izenačeno, v sedmem in osmem pa upade. V višjih debelinskih razredih ni tako sušic kot podrtic (slika 20, preglednica 17).



Slika 20: Število odmrlih ostankov glede na debelinski razred v stratumu na Šipku

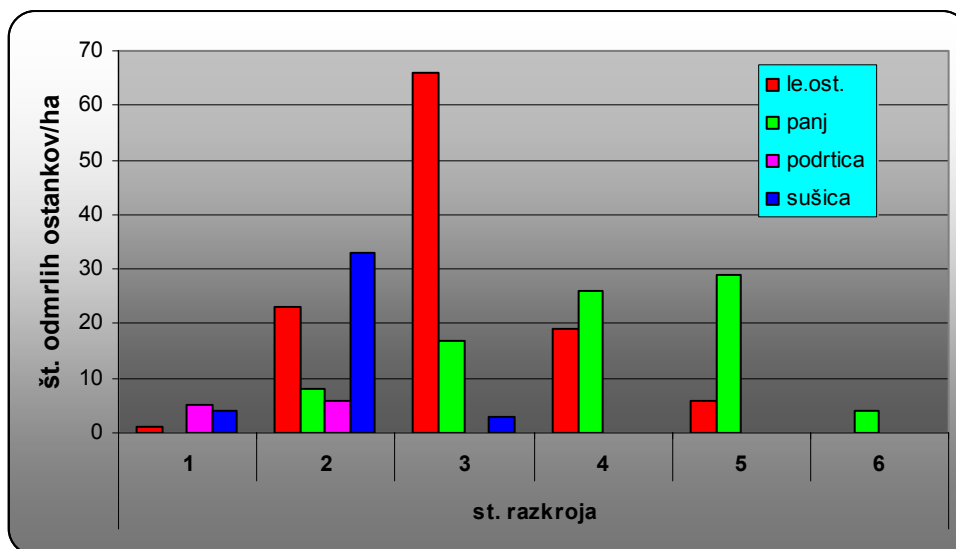
Figure 20: The number of coarse woody debris according to the diameter classes in the stratum of Šipek

Preglednica 17: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih v stratumu na Šipku

Table 17: The number of the coarse woody debris (without stumps) and their volume according to the three diameter classes in the stratum in Šipek

ŠIPEK			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
N/ha	157	9	0
Volumen/ha	17,89	1,00	0

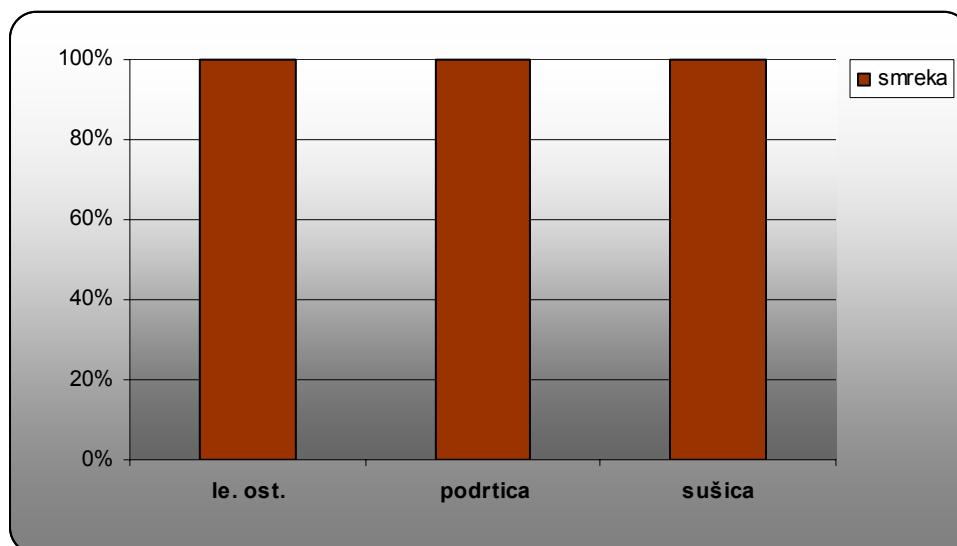
Največ podrtic in sušic je na prvih dveh stopnjah razkroja, medtem ko je največ ležečih ostankov na tretji stopnji razkroja (slika 21). Visoka stopnja razkrojenosti je značilna za panje, ki so, predvsem v višjih debelinskih razredih pomembni pri pomlajevanju (slika 19). Opazili smo namreč visoko številčnost pomladka prav na večjih odmrlih ostankih, predvsem panjih in ležečih ostankih.



Slika 21: Število odmrlih ostankov glede na stopnjo razkroja v stratumu na Šipku

Figure 21: The number of coarse woody debris according to the decay stages in the stratum of Šipek

Na Šipku je v drevesni strukturi sestava odmrlih ostankov samo smreka (slika 22), kar je glede na vrstno sestavo in ekološke značilnosti vrst, ki sestavljajo združbo, pričakovan rezultat.



Slika 22: Relativna sestava odmrlih ostankov po drevesnih vrstah v stratumu na Šipku

Figure 22: The relative structure of the coarse woody debris according to the tree species in the stratum in Šipek

4.1.5 Gospodarjeni stratumi na Bukovnici, v Kančevcih in na Šipku

Za primerjavo z gospodarjenimi gozdovi, v katere lastniki ne posegajo s sečnjo, smo izbrali tri gospodarjene stratumе, v katere lastniki občasno posegajo s sečnjo. Stratumi so bili izbrani v enakih ali podobnih rastiščnih razmerah, nekoliko pa se razlikujejo reliefne razmere in deleži drevesnih vrst v sestoji, vendar večjih odstopanj ni (slika 23).



Slika 23: Levo zgoraj gospodarjen stratum v Bukovnici, ter panji v gospodarjenih stratumih kot habitat (Györek N., 2006)

Figure 23: Left above a managed stratum in Bukovnica and stumps in managed strata functioning as habitats (Györek N., 2006)

Parcele na površini izbranega negospodarjenega stratuma ob Bukovniškem jezeru pripadajo več lastnikom. Starost sestojev je približno 100 let in so v razvojni fazi debeljaka. Prevladuje združba *Quercus-Carpinetum fagetosum* (*Vaccinio myrtilli Carpinetum betuli*) z naslednjo drevesno sestavo: bukev 70 odstotkov, rdeči bor 20, graden osem in beli gaber dva odstotka.

Lesna zaloga je 220 m³/ha, letni prirastek pa 3,3 m³/ha. V lesni zalogi posameznih drevesnih vrst prevladuje bukev, in sicer s 176 m³/ha, sledijo pa rdeči bor z 22 m³/ha, graden z 18 m³/ha in beli gaber z 2 m³/ha. Sklep je v sestojih normalen, enoslojen, kakovost sestoj pa je srednja.

V preglednici 18 je prikazana realizacija etata za celoten oddelek, v katerem smo izbrali stratum. Ker površina stratuma ne obsega v celoti vseh parcel oddelka, se posek v stratumu lahko nekoliko razlikuje od navedenih števil v naslednji preglednici. To velja tudi za negospodarjena stratum v Kančevcih in na Šipku.

Preglednica 18: Realizacija etata na vseh gospodarjenih parcelah oddelka 037A (Zavod za gozdove Slovenije, OE Murska Sobota)

Table 18: The realization of the allowable cut in all managed parcels of the section 037A (Slovenian Forest Service, Regional Unit Murska Sobota)

	Načrt (m ³)	Posekano (v m ³)										
		skupaj	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Iglavci	60	212,91	32,71	0	0	22,94	55,95	48,96	52,35	0	0	0
Listavci	190	170,8	37,55	0	0	24,12	51,2	57,93	0	0	0	0
Skupaj	250	383,71	70,26	0	0	47,06	107,15	106,89	52,53	0	0	0

Odmrlih drevesnih ostankov v stratumu na Bukovnici je 5,32 m³/ha. Panje smo popisali na 91 odstotkih stojišč. Sušic in podrtic v stratumu nismo našli, med odmrliimi drevesnimi ostanki pa so samo panji in ležeči ostanki (preglednica 19).

Preglednica 19: Parametri odmrlih lesnih ostankov, izmerjenih v gospodarjenem stratumu na Bukovnici

Table 19: Parameters of the coarse woody debris that were measured in the managed stratum in Bukovnica

STRATUM VZHODNO GORIČKO – BUKOVNICA, N = 35 (št. stojišč)					
Vrsta ostanka	N/ha	Relativna gostota (%)	Absolutna frekvenca (%)	Relativna frekvenca (%)	V/ha (m ³ /ha)
Sušica	0	0	0	0	0
Podrtica	0	0	0	0	0
Ležeči ostanki	16	9	29	22	1,20
Panji	154	91	100	78	4,12
Skupaj	170	100	129	100	5,32

V preglednici 20 je podan interval zaupanja za skupno število odmrlih drevesnih ostankov v vzorcu. Petindevetdesetodstotni interval zaupanja za število odmrlih drevesnih ostankov je med 136 in 190 odmrliimi drevesnimi ostanki na hektar.

Preglednica 20: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v gospodarjenem stratumu na Bukovnici

Table 20: The confidence interval for the total count of the trees per hectare in the managed stratum in Bukovnica

N = 35 (št. stojišč) N/ha = 170	$\alpha = 0,05$	136, 190 N/ha
------------------------------------	-----------------	---------------

Podatke o količini odmrlih drevesnih ostankov smo tudi v gospodarjenih stratumih združili po razširjenih debelinskih razredih, pri čemer pa nismo upoštevali panjev. Odmrle drevesne ostanke na Bukovnici imamo samo v prvem razširjenem debelinskem razredu, njihova količina pa je majhna (preglednica 21).

Preglednica 21: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih na Bukovnici

Table 21: The number of the coarse woody debris (without stumps) and their volume according to the three diameter classes in Bukovnica

BUKOVNICA			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
N/ha	16	0	0
Volumen m ³ /ha	1,20	0	0

V Kančevcih je bila izvedena raziskava sestoja, ki je v razvojni fazi debeljaka, površina stratuma pa pripada enemu lastniku. Prevladuje združba *Quercus-Carpinetum Pinetosum*. V tem delu sestoja prevladuje bukev s 74 odstotki, sledi pa ji graden s 23 odstotki, ki se pojavlja skupinsko ali posamično, rdeči bor pa se pojavlja posamično in obsega najmanjši delež, to je tri odstotke.

Lesna zaloga je 170 m³/ha, letni prirastek pa 3,4 m³/ha. Volumen posameznih drevesnih vrst v lesni zalogi je naslednji: bukev 120 m³/ha, graden 40 m³/ha in rdeči bor 10 m³/ha.

V preglednici 22 je prikazan etat za oddelek 077B, v katerem smo izbrali gozdne površine, na katerih se gospodari.

Preglednica 22: Realizacija etata na gospodarjenih parcelah oddelka 077B (Zavod za gozdove Slovenije, OE Murska Sobota)

Table 22: The realization of the allowable cut in the managed parcels of the section 077B (Slovenian Forest Service, Regional Unit Murska Sobota)

	Načrt (m ³)	Posekano (v m ³)										
		Skupaj	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Iglavci	70	38,15	0	34,31	0	0	0	0	0	0	0	3,84
Listavci	90	25,8	0	10,63	0	0	0	15,17	0	0	0	0
Skupaj	160	63,95	0	44,94	0	0	0	15,17	0	0	0	3,84

Podobno kot v opisanem stratumu tudi v Kančevcih med odmrlimi drevesnimi ostanki nismo našli večjega števila sušic, podrtic in ležečih ostankov. Skupno jih je le 8 m³/ha, kar je 4,7 odstotka lesne zaloge sestoja (preglednica 23).

Preglednica 23: Parametri odmrlih drevesnih ostankov, izmerjenih v gospodarjenem stratumu Kančevci

Table 23: Parameters of the coarse woody debris that were measured in the managed stratum in Kančevci

STRATUM VZHODNO GORIČKO – KANČEVCI, N = 35 (št. stojišč)					
Vrsta ostanka	N/ha	Relativna gostota (%)	Absolutna frekvenca (%)	Relativna frekvenca (%)	V/ha (m ³ /ha)
Sušica	7	3	8	6	1,27
Podrtica	0	0	0	0	0
Ležeči ostanki	30	12	23	19	3,5
Panji	207	85	94	75	3,3
Skupaj	244	100	125	100	8,07

V preglednici 24 je podan interval zaupanja za skupno število odmrlih drevesnih ostankov v vzorcu. Petindevetdesetodstotni interval zaupanja za število odmrlih drevesnih ostankov je med 185 in 259 odmrlih drevesnih ostankov na hektar.

Preglednica 24: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v gospodarjenem stratumu v Kančevcih

Table 24: The confidence interval for the total count of the trees per hectare in the managed stratum in Kančevci

N = 35 (št. stojišč) N/ha = 244	$\alpha = 0,05$	185, 259 N/ha
------------------------------------	-----------------	---------------

Skupna količina odmrlih drevesnih ostankov brez panjev je 4,77 m³/ha, v drugem in tretjem razširjenem debelinskem razredu pa drevesnih ostankov ni (preglednica 25).

Preglednica 25: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih v stratumu v Kančevcih

Table 25: The number of the coarse woody debris (without stumps) and their volume according to the three diameter classes in the stratum in Kančevci

KANČEVCI			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
N/ha	37	0	0
Volumen m ³ /ha	4,77	0	0

Sestoji v stratumu na Šipku so v razvojni fazi debeljaka, površina stratuma pa zajema več parcel. Prevladuje združba *Dryopterido-Abietetum*. Površinska zmes je iz naslednjih drevesnih vrst: smreka 93 odstotkov, jelka trije odstotki ter bukev in macesen po dva odstotka. V sestoji smreke se druge drevesne vrste pojavljajo posamično.

Lesna zaloga je 270 m³/ha, letni prirastek pa 7,8 m³/ha. Volumen posameznih drevesnih vrst v lesni zalogi je naslednji: smreka 250 m³/ha, jelka 10 m³/ha ter bukev in macesen po 5 m³/h. V preglednici 26 je podan realiziran etat v oddelku J65 na Šipku.

Preglednica 26: Realizacija etata na gospodarjenih parcelah oddelka J65 (Zavod za gozdove Slovenije, KE Kamnik)

Table 26: The realization of the allowable cut in the managed parcels of the section J65 (Slovenian Forest Service, Local Unit Kamnik)

	Načrt (m ³)	Posekano (v m ³)										
		Skupaj	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Iglavci	833	649,4	0	144	155	0	72	0	114,8	135,1	28,5	0
Listavci	69	10	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0
Skupaj	902	659,4	0	144	162	0	75	0	114,8	135,1	28,5	0

V gospodarjenem stratumu na Šipku je skupna količina odmrlih drevesnih ostankov 5,26 m³/ha in je podobno kot v opisanih stratumih skoncentrirana na ležeče ostanke in panje (preglednica 27).

Preglednica 27: Parametri odmrlih lesnih ostankov, izmerjenih v gospodarjenem stratumu na Šipku

Table 27: Parameters of the coarse woody debris that were measured in the managed stratum in Šipek

STRATUM TUHINJSKA DOLINA – ŠIPEK, N = 140					
Vrsta ostanka	N/ha	Relativna gostota (%)	Absolutna frekvenca (%)	Relativna frekvenca (%)	V/ha (m ³ /ha)
Sušica	0	0	0	0	0
Podrtica	0	0	0	0	0
Ležeči ostanki	58	24	60	37,50	2,30
Panji	181	76	100	62,50	2,96
Skupaj	239	100	160	100	5,26

V preglednici 28 je podan interval zaupanja za skupno število odmrlih drevesnih ostankov v vzorcu. 95-odstotni interval zaupanja za število odmrlih drevesnih ostankov je med 194 in 270 odmrliimi drevesnimi ostanki na hektar.

Preglednica 28: Interval zaupanja za skupno število dreves na hektar v gospodarjenem stratumu v Kančevcih

Table 28: The confidence interval for the total count of the trees per hectare in the managed stratum in Kančevci

N = 35 (št. stojišč) N/ha = 239	$\alpha = 0,05$	194, 270 N/ha
------------------------------------	-----------------	---------------

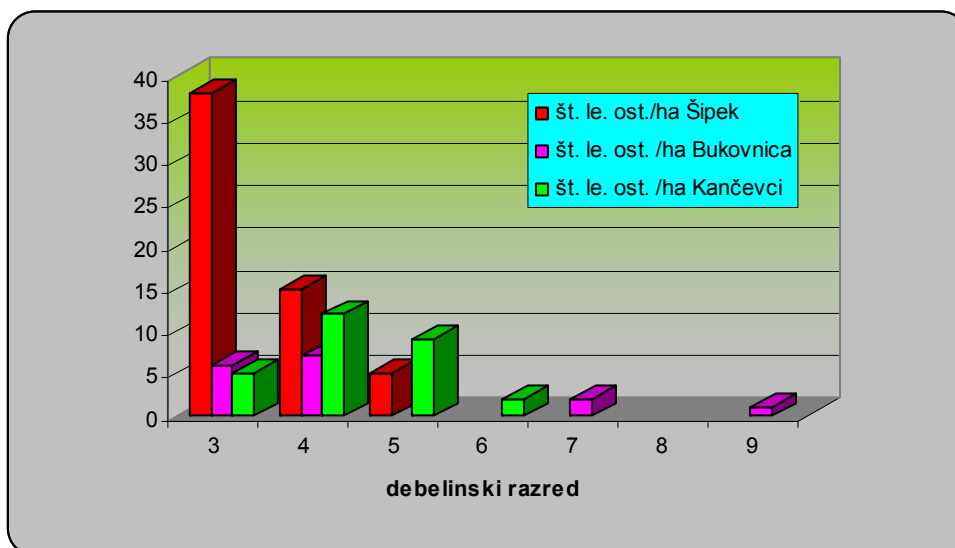
Odmrli drevesni ostanki v stratumu na Šipku so samo v prvem razširjenem debelinskem razredu, njihova količina pa je majhna (preglednica 29).

Preglednica 29: Število odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) in njihov volumen po razširjenih debelinskih razredih v stratumu v Kančevcih

Table 29: The number of the coarse woody debris (without stumps) and their volume according to the three diameter classes in the stratum in Kančevci

ŠIPEK			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
N/ha	58	0	0
Volumen (m ³ /ha)	2,30	0	0

Večina odmrlih drevesnih ostankov oziroma ležečih ostankov v gospodarjenih stratumih je skoncentrirana v nižjih debelinskih razredih, to je v tretjem, četrtem in petem debelinskem razredu (slika 24).



Slika 24: Frekvenčna porazdelitev ležečih ostankov po debelinskih razredih v negospodarjenih stratumih

Figure 24: Frequency distribution of the prone residues according to the diameter classes in the unmanaged strata

4.1.6 Primerjava gospodarjenih in negospodarjenih stratumov

V negospodarjenih sestojih je v povprečju več odmrlih ostankov na hektar kot v gospodarjenih (preglednici 30 in 31). Standardni odkloni po posameznih stratumih so visoki. Prav tako so v negospodarjenih stratumih visoki koeficienti variance, kar nakazuje veliko variabilnost v količini odmrlih ostankov tudi v posameznih negospodarjenih stratumih (preglednica 30, slika 25).

Preglednica 30: Povprečen volumen, standardni odklon in koeficient variance za negospodarjene stratumne

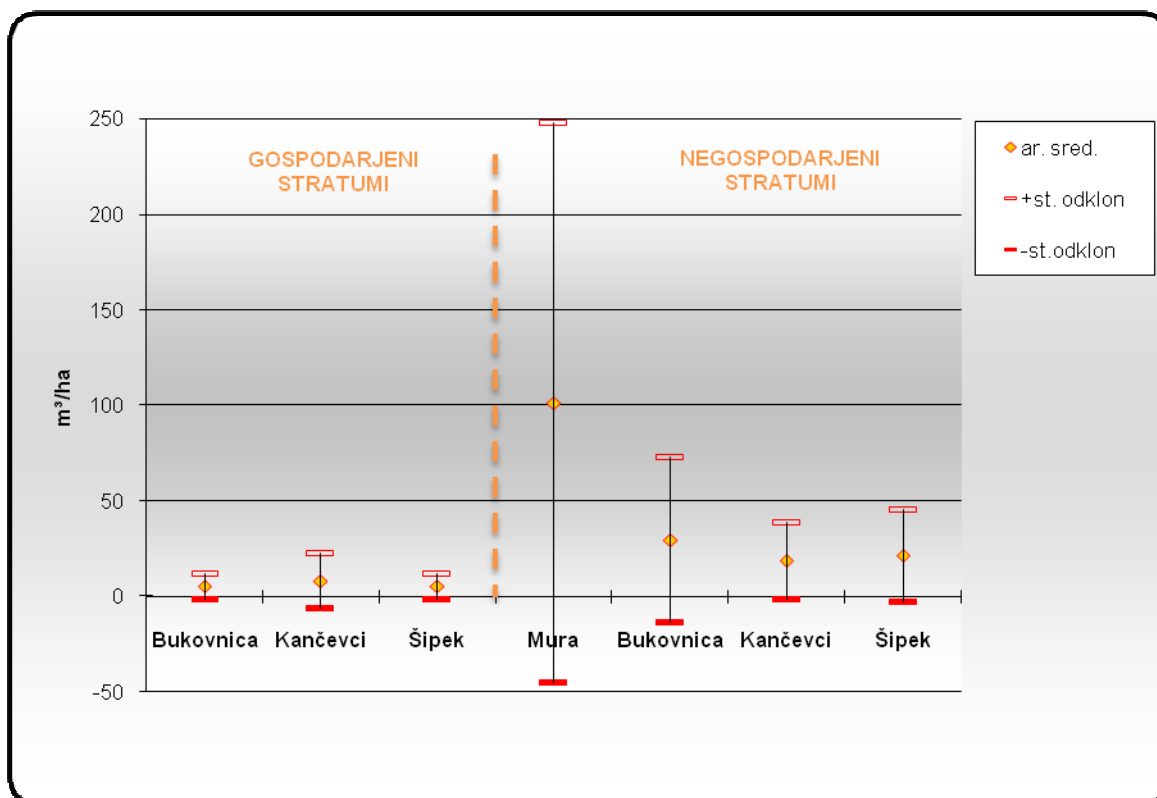
Table 30: The average volume, standard deviation and the coefficient of variance of the unmanaged strata

Negospodarjeni stratumi	V (m ³ /ha)	Standardni odklon (m ³ /ha)	Koeficient variance (%)
Mura (N = 200)	101,34	146,67	144,73
Bukovnica (N = 200)	29,54	43,54	147,40
Kančevci (N = 160)	18,63	20,36	109,28
Šipek (N = 200)	21,25	24,12	113,50

Preglednica 31: Povprečen volumen, standardni odklon in koeficient variance za gospodarjene stratumne

Table 31: The average volume, standard deviation and the coefficient of variance of the managed strata

Gospodarjeni stratumi	V (m ³ /ha)	Standardni odklon (m ³ /ha)	Koeficient variance (%)
Bukovnica (N = 140)	8,07	14,47	1,80
Kančevci (N = 140)	5,32	6,80	1,28
Šipek (N = 140)	5,26	6,67	1,27



Slika 25: Povprečni volumni in standardni odklon v negospodarjenih in gospodarjenih stratumih

Figure 25: Average volumes and the standard deviation in unmanaged and managed strata

Ugotavljanje značilnih razlik med stratumi smo opravili s Kruskal-Wallisovim neparametričnim testom. Analiza je pokazala statistično značilne razlike glede količine odmrlih ostankov med gospodarjenimi in negospodarjenimi stratumi. Kruskal-Wallisov test je pokazal statistično značilne razlike tudi med negospodarjenimi stratumi, in sicer med stratumom ob reki Muri in vsemi preostalimi negospodarjenimi stratumi ter med stratumi na Bukovnici in v Kančevcih ter na Šipku in v Kančevcih. S testom pa nismo ugotovili statistično značilnih razlik med stratumi na Bukovnici in Šipku (preglednica 32).

Preglednica 32: Statistične razlike ($p < 0,05$) glede količine odmrlih ostankov med stratumi, ugotovljene s Kruskal-Wallisovim testom

Table 32: Statistical differences ($p < 0.05$) according to the quantity of the coarse woody debris among strata, determined by Kruskal-Wallis method

Stratum	Mura	Bukovnica, negospod.	Kančevci, negospod.	Šipek, negospod.	Bukovnica, gospod.	Kančevci, gospod.	Šipek, gospod.
Mura		+	+	+	+	+	+
		N = 400	N = 360	N = 400	N = 340	N = 340	N = 340
Bukovnica, negospod.			+	–	+	+	+
			N = 400	N = 400	N = 340	N = 340	N = 340
Kančevci, negospod.				+	+	+	+
				N = 300	N = 300	N = 300	N = 300
Šipek, negospod.					+	+	+
					N = 340	N = 340	N = 340

- + pomeni značilno razliko med stratumi ($H_{\text{izrač.}} > C^2 \text{ tab.}$)
- – (ni razlike med stratumi)
- N (število rangiranih odmrlih ostankov)

S Kruskal-Wallisovim testom pa nismo potrdili statistično značilnih razlik med vsemi tremi gospodarjenimi sestoji (preglednica 33).

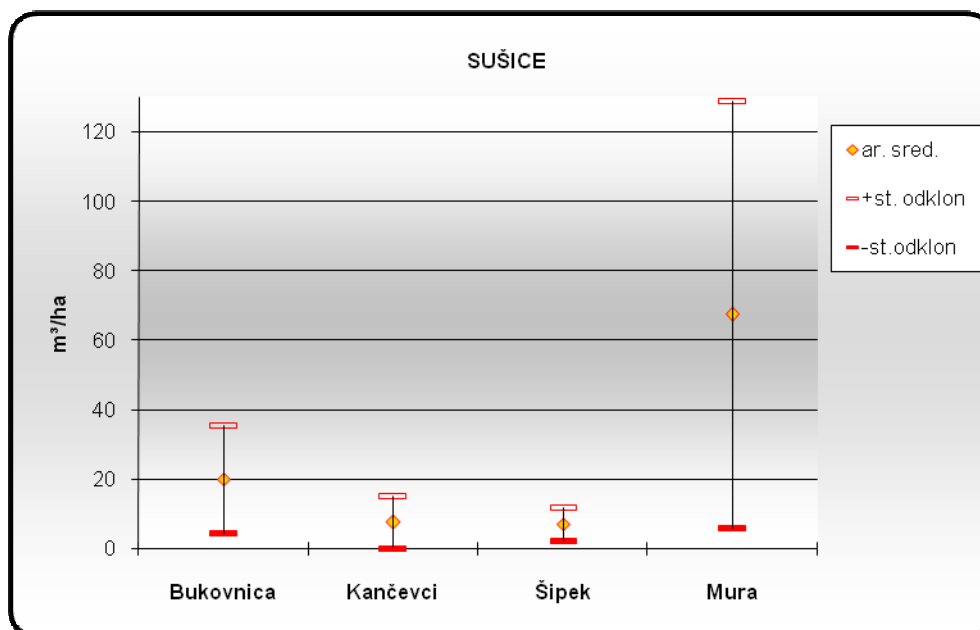
Preglednica 33: S Kruskal-Wallisovim testom ($p < 0,05$) izračunani parametri med tremi gospodarjenimi sestoji (N = 420)

Table 33: Parameters between three managed stands (N=420), calculated by Kruskal-Wallis method ($p < 0.05$)

Bukovnica, Kančevci, Šipek – gospodarjeni stratumi	
$H_{\text{izrač.}} = 0,46$	$\chi^2 = 3,84$

Izvedli smo tudi analizo posameznih skupin odmrlih ostankov, in sicer sušic, podrtic in ležečih ostankov v negospodarjenih stratumi. Panje smo zaradi majhnega volumna izvzeli iz analize.

V povprečju je največ sušic na hektar v stratumu ob reki Muri, kar je razumljivo, saj je njihovo število na hektar visoko, poleg tega pa posamezne sušice dosegajo visoke debelinske vrednosti (slika 26).



Slika 26: Povprečni volumen (m³/ha) in standardni odklon sušic v negospodarjenih stratumih

Figure 26: The average volume (m³/ha) and the standard deviation of the snags in unmanaged strata

Značilnost razlik glede količine posameznih vrst odmrlih ostankov med negospodarjenimi stratumi smo prav tako ugotavljali s Kruskal-Wallisovim testom, s katerim smo potrdili statistično značilne razlike v količini sušic med vsemi stratumi (preglednica 34).

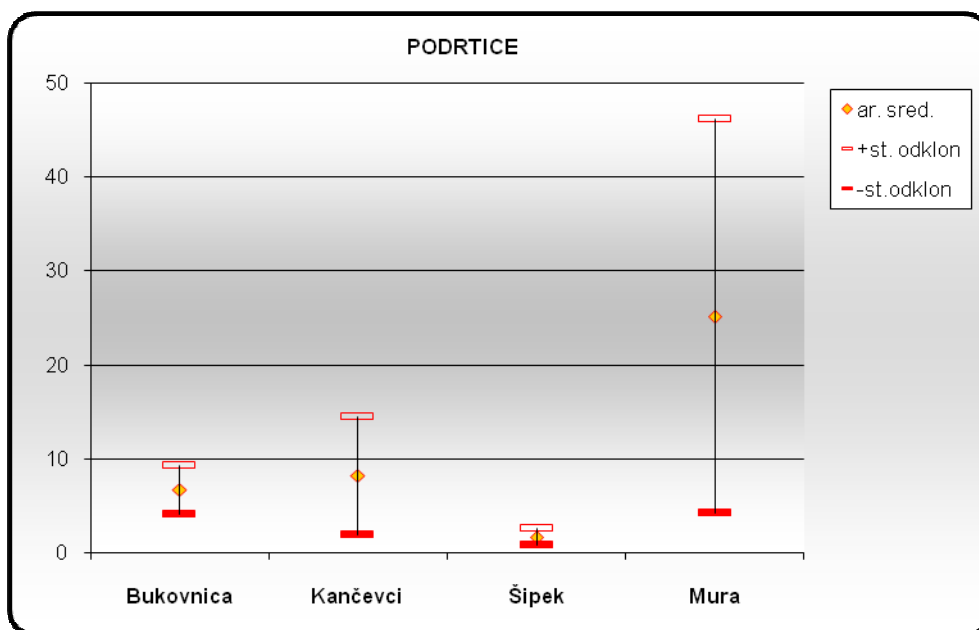
Preglednica 34: Statistične razlike ($p < 0,05$) glede količine sušic med negospodarjenimi stratumi, ugotovljene s Kruskal-Wallisovim testom

Table 34: Statistical differences ($p < 0.05$) according to the quantity of the snags among unmanaged strata, determined by Kruskal-Wallis method

Sušice	Mura	Bukovnica	Kančevci	Šipek
Mura		+ N = 128	+ N = 110	+ N = 98
Bukovnica			+ N = 98	+ N = 86
Kančevci				+ N = 68
Šipek				

- + pomeni značilno razliko med stratumi ($H_{\text{izrač.}} > C^2 \text{ tab.}$)
- – (ni razlike med stratumi)
- N (število rangiranih odmrlih ostankov)

Povprečni volumen podrtic dosega najvišjo vrednost ob reki Muri, medtem ko je v stratumu na Šipku povprečno samo 1,65 m³ podrtic na hektar (slika 27).



Slika 27: Povprečni volumen (m³/ha) in standardni odklon podrtic v negospodarjenih stratumih

Figure 27: The average volume (m³/ha) and the standard deviation of laying trees in unmanaged strata

Količine podrtic se statistično značilno razlikujejo med vsemi stratumi, razlik glede količine pa nismo odkrili med območjema ob Muri in na Bukovnici (preglednica 35).

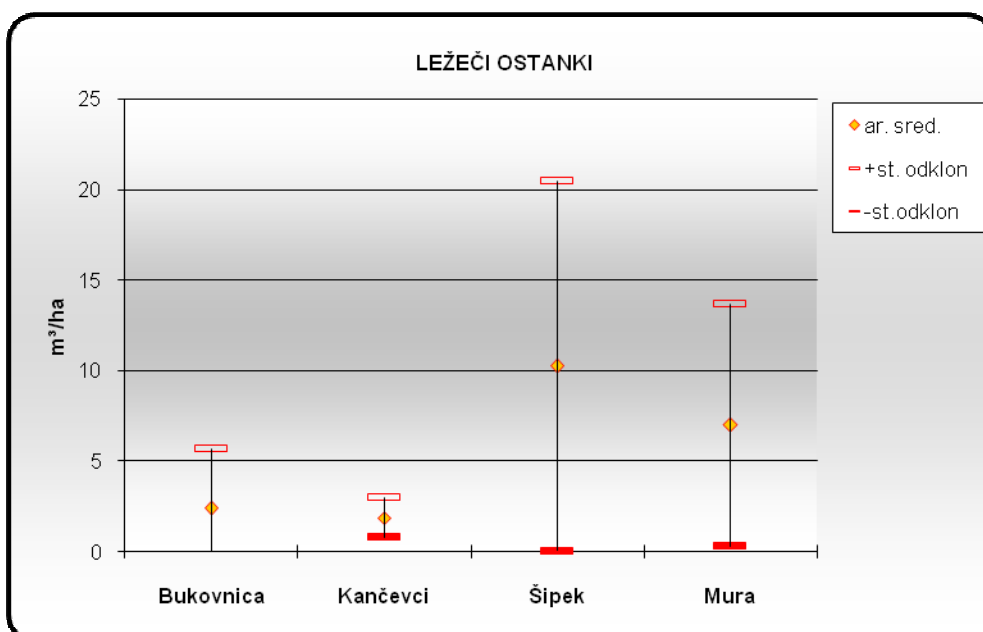
Preglednica 35: Statistične razlike ($p < 0,05$) glede količine podrtic med negospodarjenimi stratumi, ugotovljene s Kruskal-Wallisovim testom

Table 35: Statistical differences ($p < 0.05$) according to the quantity of the laying trees among unmanaged strata, determined by Kruskal-Wallis method

Podrtice	Mura	Bukovnica	Kančevci	Šipek
Mura		– N = 63	+ N = 122	+ N = 49
Bukovnica			+ N = 105	+ N = 32
Kančevci				+ N = 91
Šipek				

- + pomeni značilno razliko med stratumi ($H_{\text{izrač.}} > C^2 \text{ tab.}$)
- – (ni razlike med stratumi)
- N (število rangiranih odmrlih ostankov)

Količina ležečih ostankov na hektar je najvišja v stratumu na Šipku, sledi pa stratum ob reki Muri (slika 28).



Slika 28: Povprečni volumen (m^3/ha) in standardni odklon ležečih ostankov v negospodarjenih stratumi

Figure 28: The average volume (m^3/ha) and the standard deviation of the logs in unmanaged strata

Količina ležečih ostankov se značilno razlikuje med vsemi negospodarjenimi stratumi (preglednica 36).

Preglednica 36: Statistične razlike ($p < 0,05$) glede količine ležečih ostankov med negospodarjenimi stratumi, ugotovljene s Kruskal-Wallisovim testom

Table 36: Statistical differences ($p < 0.05$) according to the quantity of the logs among unmanaged strata, determined by Kruskal-Wallis method

Ležeči ostanki	Mura	Bukovnica	Kančevci	Šipek
Mura		+ N = 128	+ N = 94	+ N = 164
Bukovnica			+ N = 86	+ N = 156
Kančevci				+ N = 122
Šipek				

- + pomeni značilno razliko med stratumi ($H_{\text{izrač.}} > C^2 \text{ tab.}$)
- – (ni razlike med stratumi)
- N (število rangiranih odmrlih ostankov)

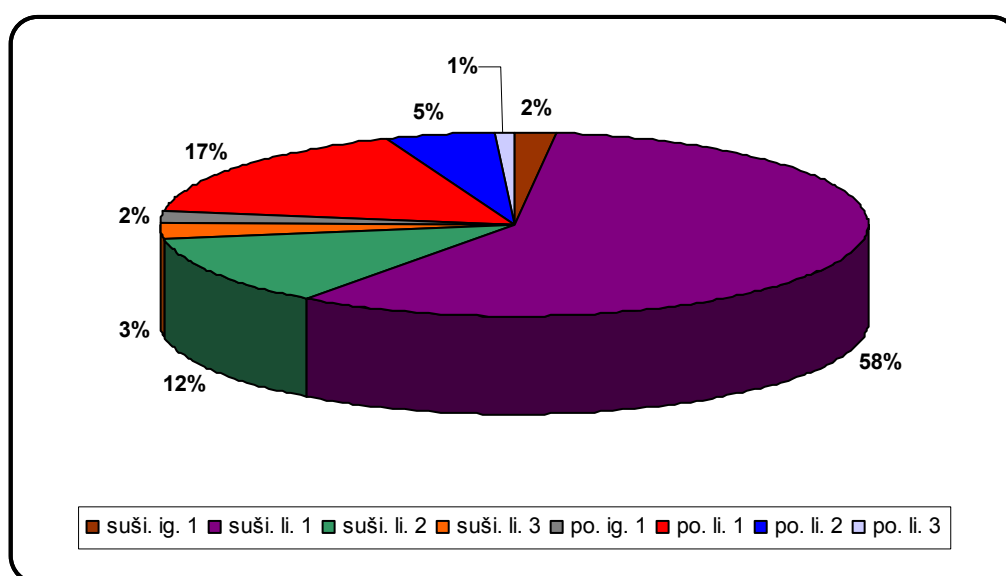
4.2 ANALIZA PODATKOV O ODMRLIH DREVESIH S STALNIH VZORČNIH PLOSKEV

Pri interpretaciji podatkov s stalnih vzorčnih ploskev je treba poudariti, da se meritve dreves na stalnih vzorčnih ploskvah, upoštevajoč veljavne predpise, izvajajo samo v določenih gozdovih. To so, skladno s pravilnikom o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (Pravilnik o gozdnogospodarskih..., 1998), večnamenski gozdovi in gozdovi s posebnim namenom, v katerih so ukrepi dovoljeni, in sicer pri gospodarskih razredih, katerih rastišča imajo v povprečju proizvodno zmogljivost 4 m^3 ali več na hektar letno. Meritev gozdov prav tako ne izvajamo tudi v gospodarjenih gozdovih, katerih rastišča imajo v povprečju proizvodno zmogljivost 4 m^3 ali več na hektar letno, če gre za gozdove z neakovostnim drevjem ali nizko lesno zalogo. Podatke o debelinski strukturi drevja za slabše gozdove oziroma gozdove s pretežno neakovostnim drevjem pridobivamo izključno z okularnim ocenjevanjem. Takih gozdov je od 10 do 15 odstotkov površine povprečne gospodarske enote (Matijašič in Pisek, 2004). Poleg tega so v podatke s stalnih vzorčnih ploskev zajeti tudi državni gozdovi, vendar je njihova površina v primerjavi z zasebnimi gozdovi majhna.

4.2.1 Gozdnogospodarska enota Ravensko

V gozdnogospodarski enoti Ravensko je skupno postavljenih 364 vzorčnih ploskev. Odmrlo drevje je bilo popisano na 82 ploskvah oziroma 22,5 odstotka vseh vzorčnih ploskev.

V tej enoti največji delež zavzemajo sušice listavcev v prvem debelinskem razredu, to je od 10 do 30 cm. S 17 odstotki sledijo podrstice listavcev, prav tako v prvem debelinskem razredu. Dvanajstodstotni delež na ploskvah pripada sušicam listavcev v drugem debelinskem razredu (slika 29).



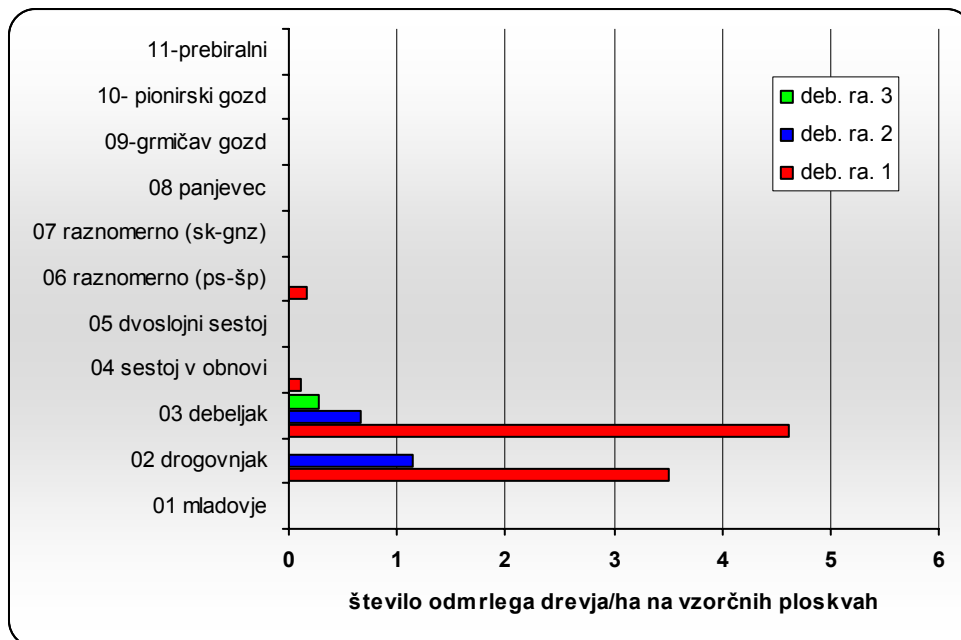
suši. ig. 1, suši. li. 1, po. ig. 1, po. ig. 1 = odmrta drevesa v prvem debelinskem razredu, to je od 10 do 30 cm
suši. ig. 2, suši. li. 2, po. ig. 2, po. ig. 2 = odmrta drevesa v drugem debelinskem razredu, to je od 30 do 50 cm
suši. ig. 3, suši. li. 3, po. ig. 3, po. ig. 3 = odmrta drevesa v tretjem debelinskem razredu, to je d > 50 cm

Slika 29: Relativna struktura odmrlega drevja glede na število na vzorčnih ploskvah v gozdnogospodarski enoti Ravensko

Figure 29: The relative structure of the dead trees according to the number on the sample plots in the Forest Management Unit Ravensko

V zasebnih gozdovih prevladuje razvojna faza drogovnjakov, ki zavzema 71 odstotkov površine gozdov. Največ odmrlega drevja na vzorčnih ploskvah v enoti je bilo popisane v razvojni fazi debeljaka, ki ji sledi razvojna faza drogovnjaka (slika 30). Največji skupni delež odmrlega drevja glede na število, to je 34 odstotkov, je bil popisani v gozdni združbi *Robori-Carpinetum*, ki v enoti zavzema tudi največjo površino, to je 1917,55 hektarja oziroma 53 odstotkov. Sledi združba *Saliceto-Populetum*, v kateri je bilo popisanih 30 odstotkov odmrlega drevja, združba pa se v enoti pojavlja na 20 odstotkih površine.

Preostalo odmrlo drevje je porazdeljeno po vzorčnih ploskvah, ki zajemajo preostale gozdne združbe v enoti, in sicer v manjših deležih.



Slika 30: Število odmrlega drevja po razvojnih fazah na vzorčnih ploskvah v enoti Ravensko

Figure 30: The number of dead trees according to development stages on the sample plots in the Forest Management Unit Ravensko

V gozdnogospodarski enoti Ravensko je večina odmrlih dreves v debelinskem razredu od 10 do 30 centimetrov. Vzrok za odmiranje v tem razredu je večje naravno izločanje v mlajših razvojnih fazah, kar velja tudi za vse druge navedene enote. Število odmrlega drevja na hektar se v naslednjih dveh debelinskih razredih naglo zmanjša (preglednica 37, slika 30).

Preglednica 37: Število odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Ravensko

Table 37: The number of dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Unit Ravensko

	Sušice N/ha; (N*)			Podrtice (N/ha); (N*)			Skupaj (N/ha); (N*)		
Razširjeni debelinski razred	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj
10–30 cm	0,38 (2)	6,37 (61)	6,76 (61)	0,11 (2)	1,43 (18)	1,54 (20)	0,49 (4)	7,80 (69)	8,30 (73)
30–50 cm	0 (0)	0,99 (13)	0,99 (13)	0 (0)	0,82 (15)	0,82 (15)	0 (0)	1,81 (18)	1,81 (18)
nad 50 cm	0 (0)	0,16 (3)	0,16 (3)	0 (0)	0,11 (1)	0,11 (1)	0 (0)	0,27 (4)	0,27 (4)
Skupaj (N/ha)	0,38 (2)	7,53 (56)	7,91 (58)	0,11 (2)	2,36 (22)	2,36 (24)	0,49 (4)	9,89 (78)	10,38 (82)

N* = število ploskev, na katerih so bila popisana odmrla drevesa

V preglednici 38 so podani koeficienti variance, ki veljajo za v prejšnji tabeli navedeno število dreves na hektar in ob tem navedeno število ploskev. Koeficienti variance so pričakovano višji za število odmrlih drevesnih ostankov listavcev, saj se pojavljajo na večjem številu vzorčnih ploskev kot iglavci. Variabilnost je najvišja pri odmrlih ostankih listavcev v drugem razširjenem debelinskem razredu, vzrok pa je več oziroma manj ostankov te vrste po posameznih ploskvah.

Preglednica 38: Koeficienti variance za število dreves na hektar v gozdnogospodarski enoti Ravensko

Table 38: The coefficient of variance for the number of trees per hectare in the Forest Management Unit Ravensko

	Sušice KV (%)			Podrtice KV (%)			Skupaj KV (%)		
Razširjeni debelinski razred	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj
10–30 cm	20	90	114	0	68	68	66	88	86
30–50 cm	0	46	46	0	131	131	0	116	116
nad 50 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skupni KV (%)	20	88	86	0	109	109	66	93	91

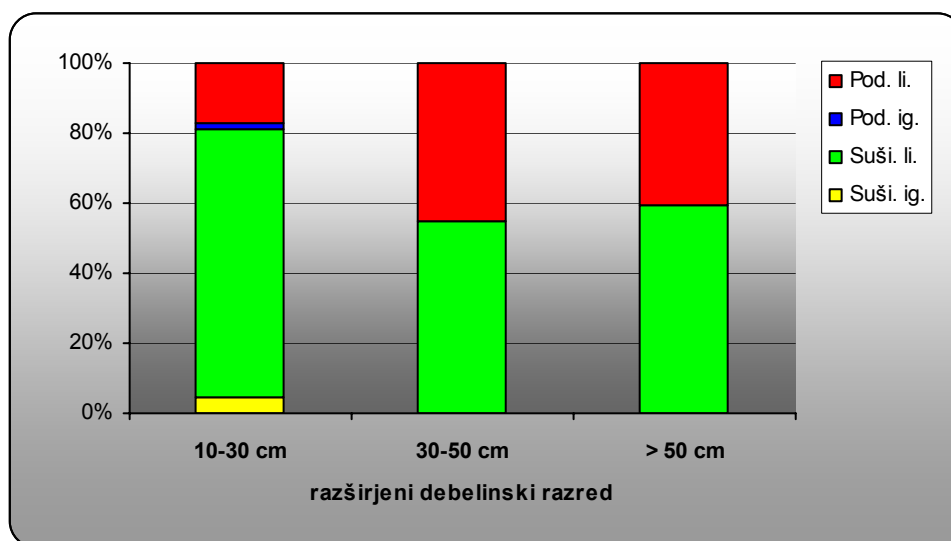
Povprečna količina odmrlih dreves (po razširjenih debelinskih razredih) je za celotno enoto Ravensko majhna in znaša 5,43 m³/ha. Količina odmrlih ostankov je v prvem in drugem razširjenem debelinskem razredu precej izenačena (preglednica 39).

Preglednica 39: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Ravensko

Table 39: The quantity of dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Unit Ravensko

GOZDNOGOSPODARSKA ENOTA RAVENSKO			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
Volumen (m ³ /ha)	2,32	2,30	0,81

V vseh treh debelinskih razredih v strukturnih deležih prevladujejo sušice listavcev, sledijo jim podrtice listavcev, kar je razumljivo, glede na to, da je 93 odstotkov skupne lesne zaloge v enoti listavcev (slika 31).



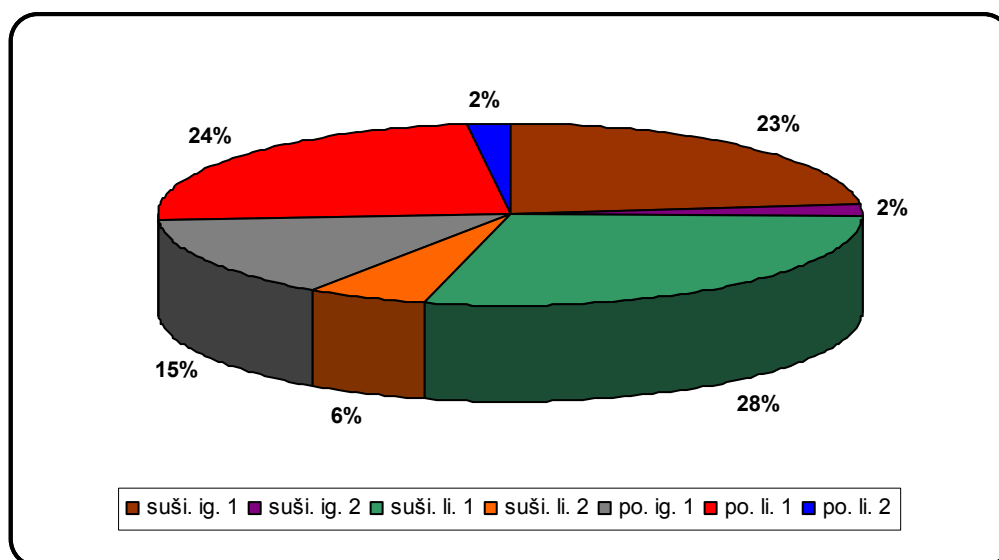
Slika 31: Relativna struktura odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Ravensko

Figure 31: The relative structure of the dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Unit Ravensko

4.2.2 Gozdnogospodarska enota Vzhodno Goričko

Na 26,27 odstotka skupnih vzorčnih ploskev, na katerih so bila popisana odmrla drevesa, največji delež glede na število, to je 28 odstotkov, zavzemajo sušice listavcev v prvem

debelinskem razredu. S precej izenačenima deležema sledijo podrtice listavcev in sušice iglavcev, oboji prav tako v prvem debelinskem razredu. V višjih debelinskih razredih so deleži najdenih dreves v primerjavi z gozdnogospodarsko enoto Ravensko manjši (slika 32).

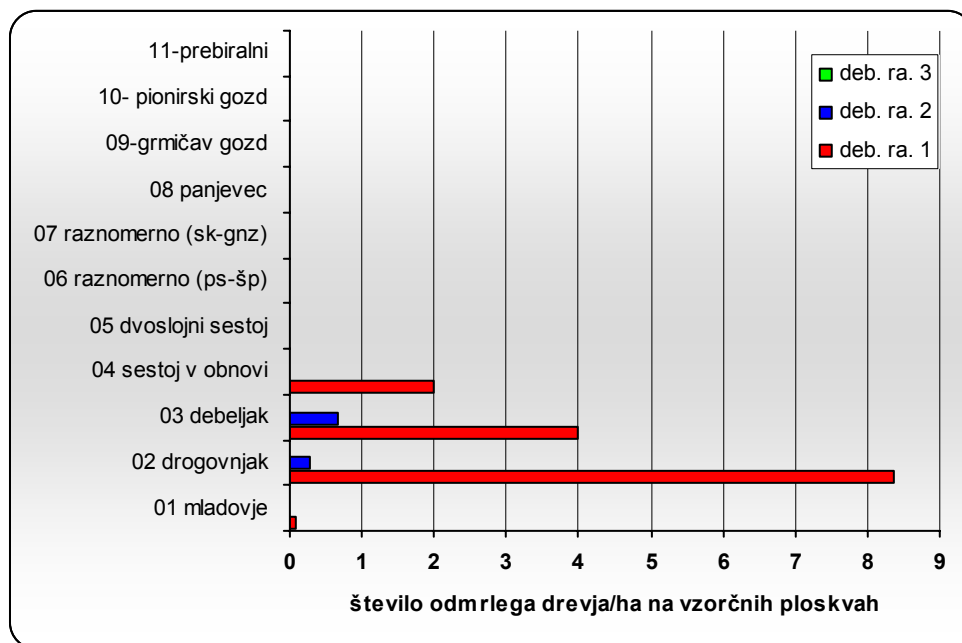


suši. ig. 1, suši. li. 1, po. ig. 1, po. ig. 1 = odmrta drevesa v prvem debelinskem razredu to je od 10 do 30 cm
suši. ig. 2, suši. li. 2, po. ig. 2, po. ig. 2 = odmrta drevesa v drugem debelinskem razredu to je od 30 do 50 cm
suši. ig. 3, suši. li. 3, po. ig. 3, po. ig. 3 = odmrta drevesa v tretjem debelinskem razredu to je d > 50 cm

Slika 32: Relativna struktura odmrlega drevja na vzorčnih ploskvah v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko

Figure 32: The relative structure of the dead trees on the sample plots in the Forest Management Unit Eastern Goričko

V enoti kot razvojna faza prevladujejo drogovnjaki, ki zavzemajo 2730,37 hektarja površine, sledijo pa debeljaki s 1860,91 hektarja. Največ odmrlih dreves na hektar je v razvojni fazi drogovnjaka, in sicer v prvem debelinskem razredu (slika 33).



Slika 33: Število odmrlega drevja na hektar po razvojnih fazah v enoti Vzhodno Goričko

Figure 33: The number of dead trees per hectare according to the development stages in Forest Management Unit Eastern Goričko

Tudi v tej enoti je največ dreves v prvem debelinskem razredu. Vzrok za odmiranje v tem razredu je večje naravno izločanje v mlajših razvojnih fazah. Zelo malo dreves je v drugem debelinskem razredu, medtem ko odmrlih dreves v zadnjem debelinskem razredu ni. Vzrok za pomanjkanje odmrlih dreves na tretji debelinski stopnji je »revna« debelinska struktura v enoti, saj je večina lesne zaloge porazdeljena v nižjih debelinskih razredih (preglednica 40).

Preglednica 40: Število odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko

Table 40: The number of dead trees according to the extension of the thickness classes in the Forest Management Unit Eastern Goričko

	Sušice N/ha; (N*)			Podrtice (N/ha); (N*)			Skupaj (N/ha); (N*)		
Razširjeni debelinski razred	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj
10–30 cm	4 (37)	3,91 (45)	7,91 (78)	2,19 (23)	2,7 (38)	4,88 (56)	6,19 (47)	6,6 (71)	12,79 (106)
30–50 cm	0,23 (3)	0,51 (9)	0,74 (12)	0 (0)	0,19 (3)	0,19 (3)	0,23 (3)	0,7 (12)	0,93 (15)
nad 50 cm	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Skupaj (N/ha)	4,23 (39)	4,42 (48)	8,65 (90)	2,19 (23)	5,07 (41)	5,07 (59)	6,42 (50)	7,3 (75)	13,72 (113)

N* = število ploskev na katerih so bili popisana odmrta drevesa

V preglednici 41 so prikazani koeficienti variance za v prejšnji tabeli prikazano število odmrlih dreves na hektar in navedeno število ploskev. Najvišjo številčno variabilnost zasledimo pri sušicah iglavcev v prvem debelinskem razredu.

Preglednica 41: Koeficienti variance za število dreves na hektar v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko

Table 41: The coefficient of variance for the number of trees per hectare in the Forest Management Unit Eastern Goričko

	Sušice KV (%)			Podrtice KV (%)			Skupaj KV (%)		
Razširjeni debelinski razred	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj
10–30 cm	84	67	60	67	68	68	79	68	75
30–50 cm	40	36	36	0	43	43	40	36	35
nad 50 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skupaj KV (%)	86	67	78	67	67	67	79	67	75

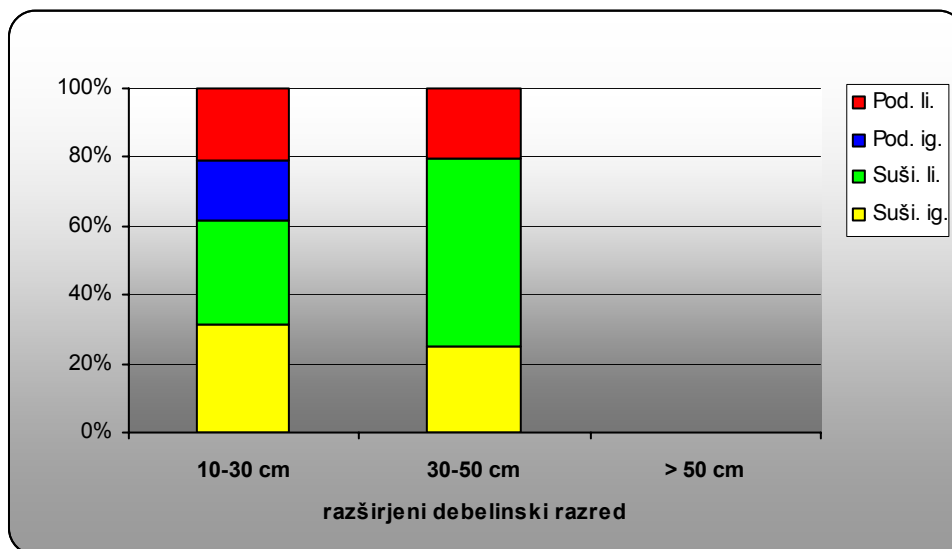
Povprečni volumen odmrlih dreves na hektar po razširjenih debelinskih razredih je podobno kot v enoti Ravensko majhen in znaša 4,09 m³/ha (preglednica 42).

Preglednica 42: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko

Table 42: The quantity of dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Unit Eastern Goričko

GOZDNOGOSPODARSKA ENOTA VZHODNO GORIČKO			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
Volumen (m ³ /ha)	2,94	1,15	0

V relativni strukturi prevladujejo sušice listavcev in iglavcev (slika 34).

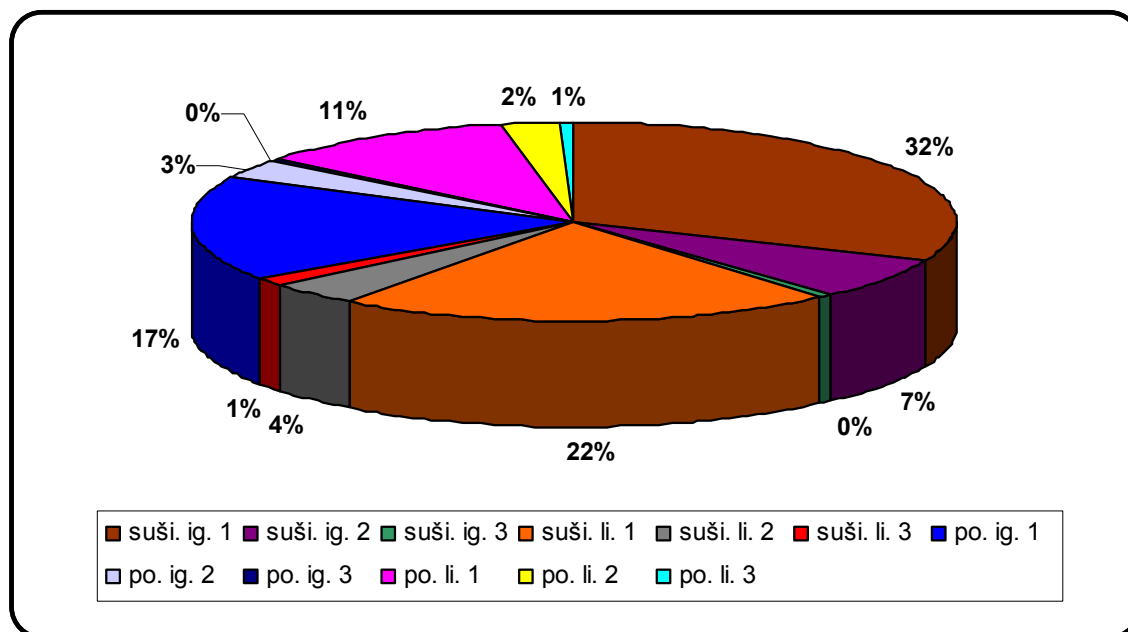


Slika 34: Relativna struktura odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko

Figure 34: The relative structure of the dead trees according to the extension of thickness classes in the Forest Management Unit Eastern Goričko

4.2.3 Gozdnogospodarska enota Tuhinj-Motnik

V enoti je skupaj 457 vzorčnih ploskev, odmrlo drevje pa je bilo popisano na 40 odstotkih ploskev. V enoti z 32 odstotki prevladujejo sušice iglavcev v prvem debelinskem razredu, sledijo sušice listavcev z 22 odstotki in podrtice iglavcev s 17 odstotki, oboji v prvem debelinskem razredu (slika 35).

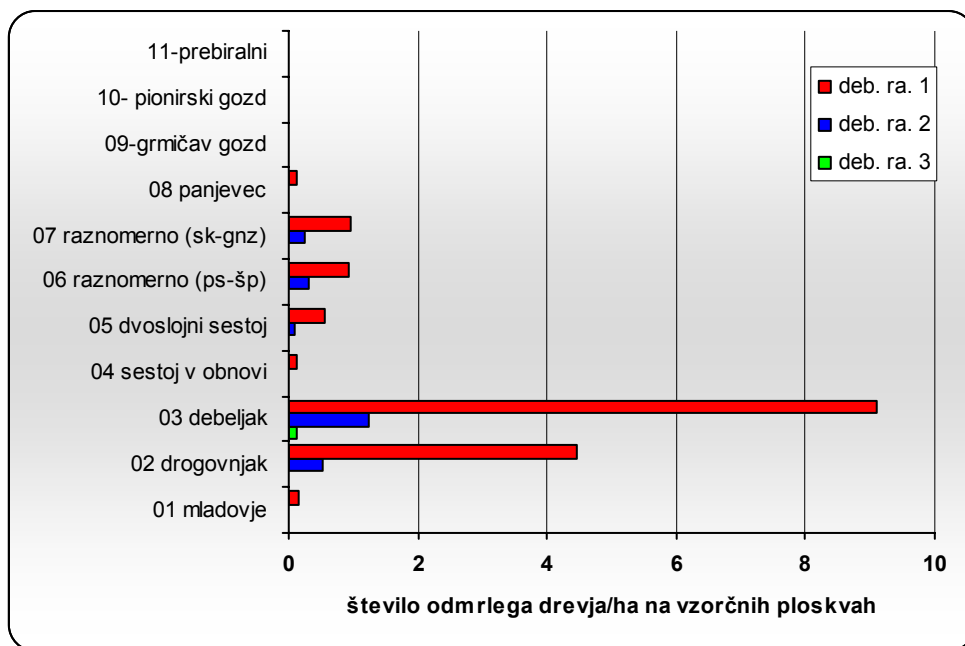


suši. ig. 1, suši. li. 1, po. ig. 1, po. ig. 1 = odmrta drevesa v prvem debelinskem razredu to je od 10 do 30 cm
suši. ig. 2, suši. li. 2, po. ig. 2, po. ig. 2 = odmrta drevesa v drugem debelinskem razredu to je od 30 do 50 cm
suši. ig. 3, suši. li. 3, po. ig. 3, po. ig. 3 = odmrta drevesa v tretjem debelinskem razredu to je d > 50 cm

Slika 35: Relativna struktura odmrlega drevja na vzorčnih ploskvah v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik

Figure 35: The relative structure of the dead trees on the sample plots in the Forest Management Unit Tuhinj-Motnik

Glede razvojnih faz v gozdnogospodarski enoti z 52 odstotki prevladujejo debeljaki, sledijo pa drogovnjaki z 31,6 odstotka. Tako je bilo pričakovano največ odmrlega drevja v vseh treh debelinskih razredih popisanega v razvojni fazi debeljakov (slika 36).



Slika 36: Število odmrlega drevja na hektar po razvojnih fazah v enoti Tuhinj-Motnik

Figure 36: The number of dead trees per hectare according to the development stages in the Forest Management Unit Tuhinj-Motnik

Tudi v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik se število odmrlega drevja v višjih debelinskih razredih naglo zmanjšuje (preglednica 43). Skupno število odmrlih dreves je nekoliko višje kot v enotah Ravensko in Vzhodno Goričko, medtem ko dreves s premerom nad 50 centimetrov primanjkuje.

Preglednica 43: Število odmrlega drevja po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik

Table 43: The number of dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Unit Tuhinj-Motnik

	Sušice N/ha; (N*)			Podrtice (N/ha); (N*)			Skupaj (N/ha); (N*)		
Razširjeni debelinski razred	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj
10–30 cm	6,78 (94)	3,58 (63)	10,36 (136)	3,7 (51)	1,96 (33)	5,66 (76)	10,48 (110)	5,54 (87)	16,02 (170)
30–50 cm	0,88 (21)	0,5 (12)	1,38 (30)	0,42 (10)	0,34 (7)	0,76 (17)	1,3 (28)	0,84 (18)	2,14 (42)
nad 50 cm	0,03 (1)	0,15 (4)	0,18 (5)	0,03 (1)	0,07 (2)	0,1 (3)	0,06 (2)	0,22 (6)	0,28 (8)
Skupaj (N/ha)	7,69 (102)	4,23 (68)	11,92 (140)	4,15 (55)	2,37 (40)	6,52 (84)	11,48 (126)	6,60 (57)	18,08 (183)

N* = število ploskev, na katerih so bili popisana odmrta drevesa

Koeficienti variance so najvišji v prvem debelinskem razredu, kar nakazuje višjo številčno in prostorsko variabilnost odmrlih dreves v tem razredu. V drugem debelinskem razredu so vrednosti koeficientov nizke (preglednica 44).

Preglednica 44: Koeficienti variance za število dreves na hektar v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik

Table 44: The coefficient of variance for the number of trees per hectare in the Forest Management Unit Tuhinj-Motnik

	Sušice KV (%)			Podrtice KV (%)			Skupaj KV (%)		
Razširjeni debelinski razred	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj
10–30 cm	73	48	68	75	54	70	73	55	48
30–50 cm	27	26	29	29	38	33	29	32	30
nad 50 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skupaj KV (%)	74	48	68	75	52	69	73	49	68

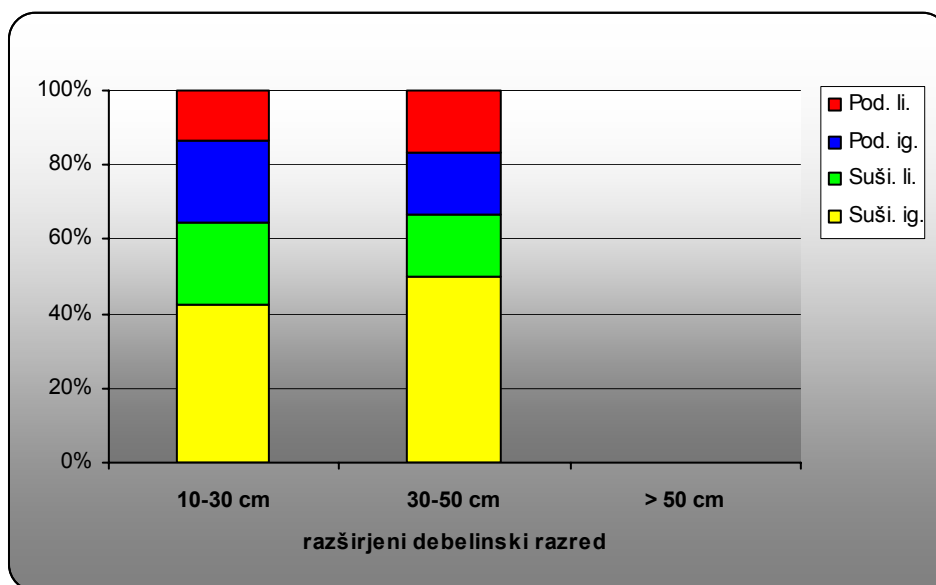
Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih je v primerjavi z enotama Ravensko in Vzhodno Goričko višja v vseh treh debelinskih razredih (preglednica 45).

Preglednica 45: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik

Table 45: The quantity of dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Unit Tuhinj-Motnik

GOZDNOGOSPODARSKA ENOTA TUHINJ-MOTNIK			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
Volumen (m ³ /ha)	4,73	3,38	1,18

Strukturni deleži odmrlih dreves so v prvih dveh debelinskih razredih precej izenačeni, največji delež pa pripada sušicam iglavcev (slika 37).



Slika 37: Relativna struktura odmrlega drevja v gozdnogospodarski enoti Tuhinj-Motnik

Figure 37: The relative number of the dead trees in the Forest Management Unit Tuhinj-Motnik

Primerjava skupnega števila in količine odmrlih dreves med posameznimi gozdnogospodarskimi enotami pokaže, da so vrednosti najnižje v enoti Vzhodno Goričko, najvišje pa v enoti Tuhinj-Motnik. Razlogi za tako stanje so:

- manjša površina gozdov in manjša gozdnatost v enoti Vzhodno Goričko in Ravensko;
- revna debelinska struktura gozdov v enoti Vzhodno Goričko;
- neugodne terenske razmere za sečnjo in spravilo lesa v enoti Tuhinj-Motnik ter
- večji delež iglavcev v enoti Tuhinj-Motnik in s tem večja izpostavljenost podlubnikom.

V vseh treh enotah količina odmrlih dreves dosega po pravilniku (Pravilnik o varstvu gozdov, 2000) določen delež lesne zaloge (preglednica 46). Količina puščenih odmrlih dreves po tem pravilniku naj bi znašala za 0,5 odstotka do tri odstotke lesne zaloge posamezne ureditvene enote, v tem primeru gozdnogospodarskih enot.

Preglednica 46: Primerjava količine odmrlih dreves med gozdnogospodarskimi enotami

Table 46: The dead trees quantity comparison among forest management units

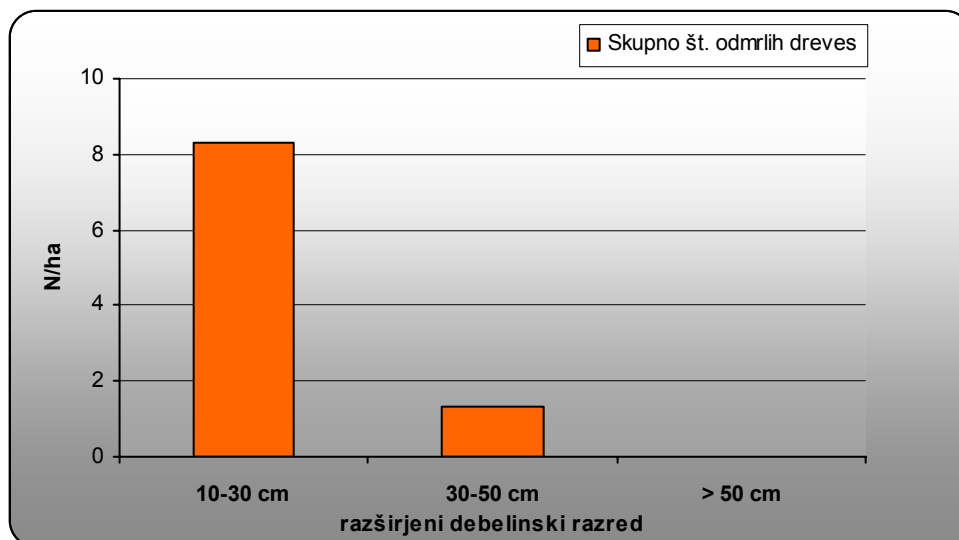
Gozdnogospodarska enota	Povprečna lesna zaloga (m ³ /ha)	Količina odmrlega drevja, določena s pravilnikom (m ³ /ha)	Dejansko stanje (skupna količina) v m ³ /ha
Ravensko	200	1,00–6,00	5,43
Vzhodno Goričko	219	1,09–6,57	4,09
Tuhinj-Motnik	212	1,06–6,36	9,92

4.2.4 Gozdnogospodarsko območje Murska Sobota in gozdnogospodarsko območje Ljubljana

Gozdnogospodarsko območje Murska Sobota obsega površino 133.650 hektarjev, površina gozda pa pokriva 37.878 hektarjev. Gozdnatost je 28-odstotna.

Območje je pokrito z 2673 vzorčnimi ploskvami, odmrli drevesa pa so bila popisana na 492 ploskvah oziroma na 18,4 odstotka ploskev. Iz podatkov o odmrlem drevju na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota smo lahko pridobili samo skupno število odmrlih dreves po razširjenih debelinskih stopnjah.

Največje število dreves je v prvem razširjenem debelinskem razredu, in sicer povprečno 8,3 na hektar. V drugem debelinskem razredu se število odmrlih dreves zmanjša na 1,3 na hektar. V najvišjem debelinskem razredu je bilo na vseh stalnih vzorčnih ploskvah naštetih 22 odmrlih dreves, kar povprečno znaša 0,16 na hektar (slika 38).



Slika 38: Skupno število odmrlih dreves po razširjenih debelinskih razredih na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota

Figure 38: A total number of the dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Area Murska Sobota

V preglednici 47 prikazani koeficienti variance so po pričakovanju visoki, saj je številčna variabilnost odmrlih dreves na celotnem območju velika, predvsem zaradi različnih biotskih in abiotskih dejavnikov, ki vplivajo na prostorsko porazdelitev odmrlih dreves.

Preglednica 47: Koeficienti variance za število dreves na hektar na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota

Table 47: The coefficient of variance for the number of trees per hectare in the Forest Management Area Murska Sobota

Gozdnogospodarsko območje Murska Sobota	
Razširjeni debelinski razred	KV (%) (N*)
10–30 cm	113 (431)
30–50 cm	116 (91)
nad 50 cm	66 (12)
Skupaj iglavci in listavci	115 (492)

N* = število ploskev, na katerih so bila popisana odmrla drevesa

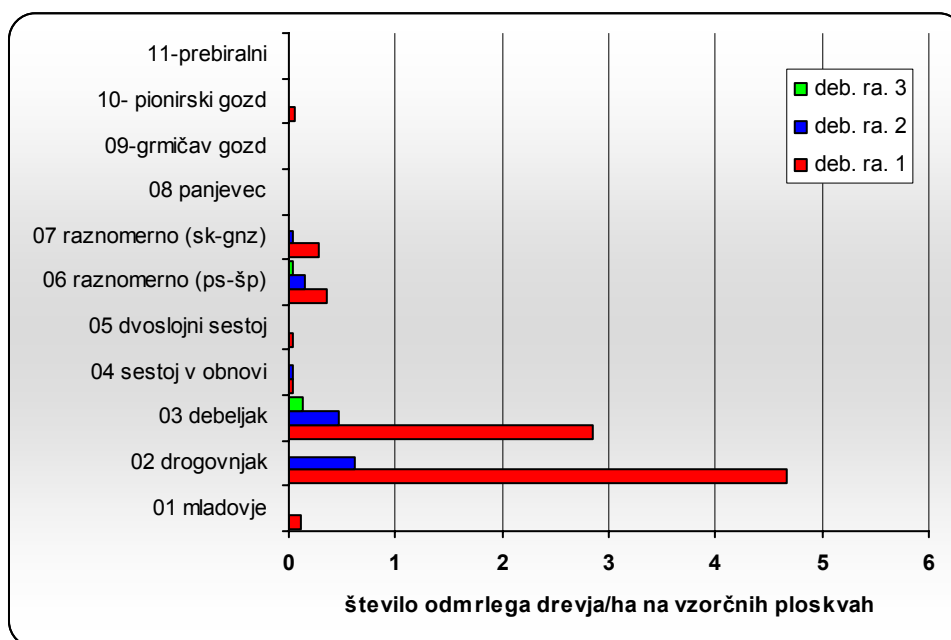
Povprečna količina odmrlih ostankov na hektar je na območju majhna (preglednica 48).

Preglednica 48: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota

Table 48: The quantity of dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Murska Sobota

GOZDNOGOSPODARSKO OBMOČJE MURSKA SOBOTA			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
Volumen m ³ /ha	2,56	1,81	0,54

Največ odmrlih dreves v Prekmurju je bilo popisanih v razvojni fazi drogovnjaka (slika 39), ki na območju tudi sicer prevladuje na 59,6 odstotka površine. Tudi za celotno gozdnogospodarsko območje enoto Murska Sobota smo ugotovili, da je bilo največ odmrlih dreves evidentiranih na rastiščih gabrov in dobrav, ki sicer zavzemajo največji površinski delež na območju, to je 68,02 odstotka. Sledijo rastišča logov, ki zavzemajo le 11,54 odstotka površine območja.

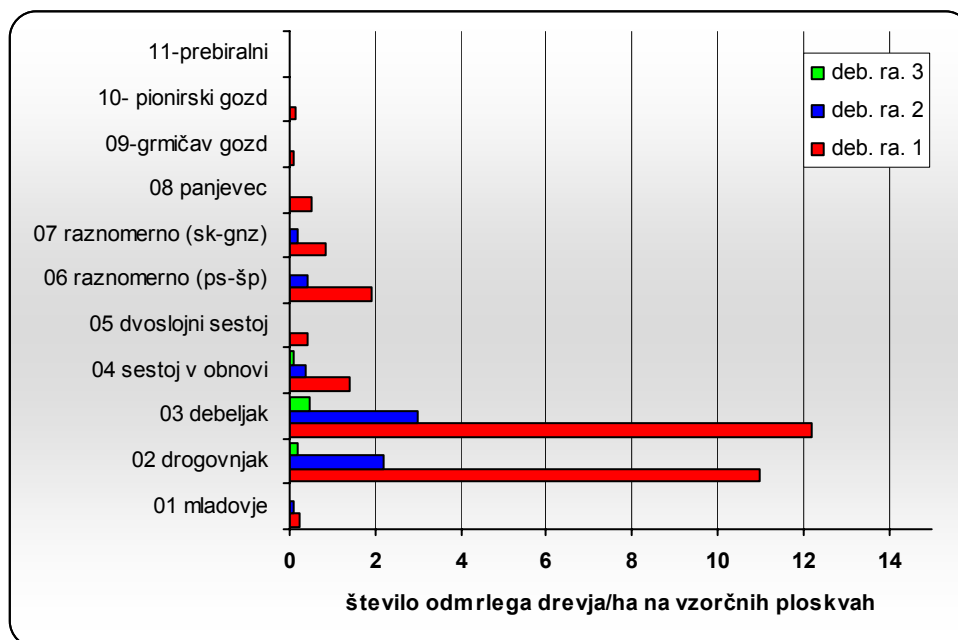


Slika 39: Število odmrlega drevja po razvojnih fazah v gozdnogospodarskem območju Murska Sobota

Figure 39: The number of dead trees according to the development stages in the Forest Management Area Murska Sobota

Gozdnogospodarsko območje Ljubljana obsega površino 250.361 hektarjev, gozdna površina pa 140.344 hektarjev. Gozdnatost je 56-odstotna.

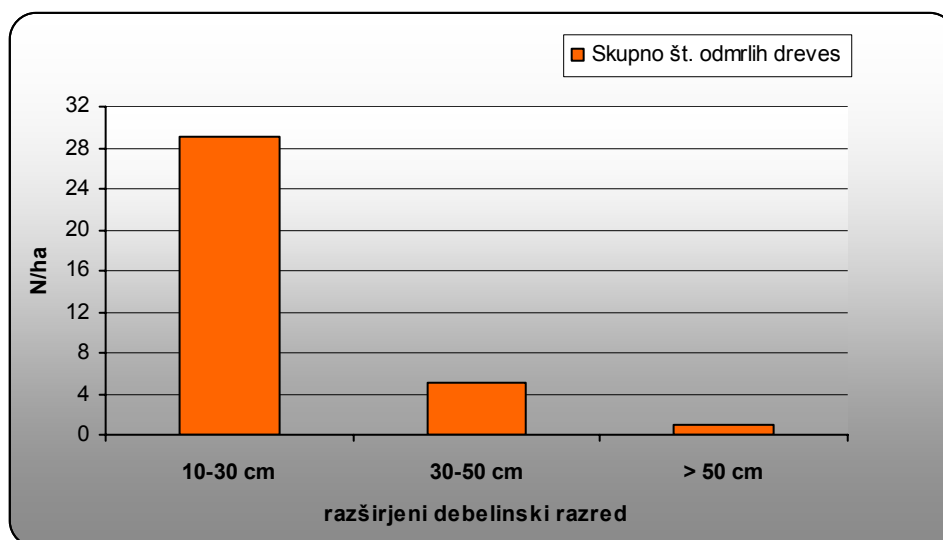
Območje je pokrito z 8088 vzorčnimi ploskvami, odmrta drevesa pa so bila popisana na 4429 ploskvah (54,76 odstotka). Na območju je bilo največ odmrlih dreves popisanih v razvojni fazi debeljaka (slika 40) in v združbi *Blechno-Fagetum typicum*, ki na omenjenem območju tudi sicer prevladuje.



Slika 40: Število odmrlega drevja na hektar po razvojnih fazah v gozdnogospodarskem območju Ljubljana

Figure 40: The number of dead trees per hectare according to the development stages in the Forest Management Area Ljubljana

Povprečno je na ljubljanskem gozdnogospodarskem območju 34 dreves na hektar, od tega jih je največ v prvem debelinskem razredu, nato se število naglo zmanjšuje. Tako je v drugem debelinskem razredu povprečno pet dreves na hektar, v tretjem pa 0,94 (slika 41).



Slika 41: Število odmrlih dreves po razširjenih debelinskih razredih na gozdnogospodarskem območju Ljubljana

Figure 41: The number of dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Area Ljubljana

Koeficienti variance za število dreves na hektar v območni enoti Ljubljana so visoki, in sicer iz podobnih vzrokov kot v primeru območne enote Murska Sobota (preglednica 49).

Preglednica 49: Koeficienti variance za število dreves na hektar na gozdnogospodarskem območju Ljubljana

Table 49: The coefficient of variance for the number of trees per hectare in the Forest Management Area Ljubljana

GGO Ljubljana	
Razširjeni debelinski razred	KV (%); (N*)
10–30 cm	94 (3896)
30–50 cm	103 (1403)
nad 50 cm	77 (240)
Skupaj iglavci in listavci	99 (4429)

N* = število ploskev na katerih so bili popisana odmrta drevesa

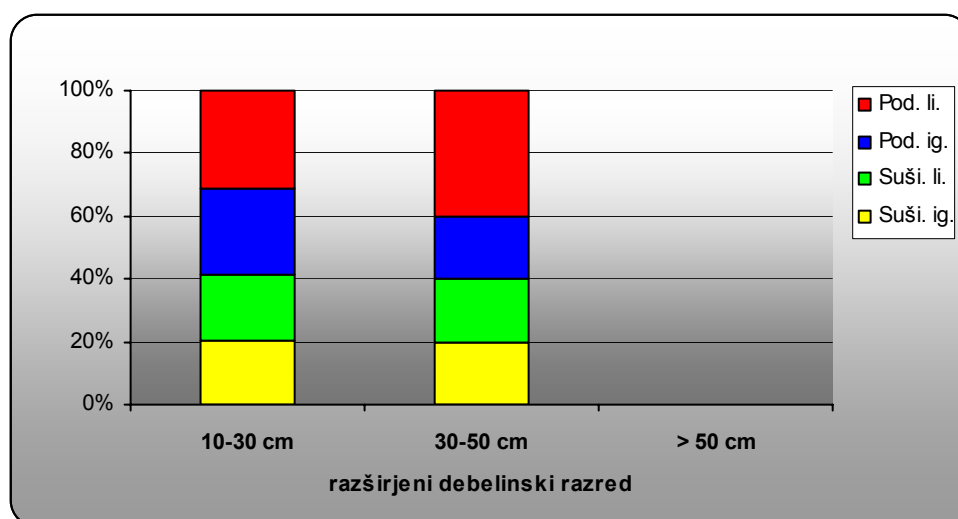
Količina drevesnih ostankov na hektar je višja kot v območni enoti Murska Sobota (preglednica 50) in znaša 22,37 m³/ha.

Preglednica 50: Količina odmrlih drevesnih ostankov po razširjenih debelinskih razredih na gozdnogospodarskem območju Ljubljana

Table 50: The quantity of dead trees according to the three diameter classes in the Forest Management Area Ljubljana

GOZDNOGOSPODARSKO OBMOČJE LJUBLJANA			
Razširjeni debelinski razred	I RDR	II RDR	III RDR
Volumen m ³ /ha	8,37	10,11	3,89

Relativna struktura drevesnih ostankov je v prvih dveh debelinskih razredih precej podobna in tudi v posameznem debelinskem razredu se pojavljajo vse vrste drevesnih ostankov v izenačenih strukturnih deležih (slika 42).



Slika 42: Relativna struktura odmrlega drevja na gozdnogospodarskem območju Ljubljana

Figure 42: The relative number of the dead trees in the Forest Management Area Ljubljana

Če primerjamo stanje odmrlih drevesnih ostankov med območjema, ugotovimo, da je odmrlih dreves na hektar v vseh razširjenih debelinskih razredih na ljubljanskem območju približno štirikrat več kot v Prekmurju. Podobna ugotovitev velja tudi za količino odmrlih dreves na hektar. Na razlike v številu in količini odmrlih dreves med območjema verjetno vpliva več vzrokov:

- večja površina gozdov in posledično višja stopnja gozdnatosti na ljubljanskem območju;
- velik delež sanitarno-varstvene sečnje na ljubljanskem gozdnogospodarskem območju od leta 2003 naprej vpliva na visok porast števila odmrlih dreves; tako je na primer v letu 2006 na tem območju delež omenjene sečnje obsegal 55

- odstotkov celotnega poseka, na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota pa le 16 odstotkov (poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2006);
- visok delež iglavcev, to je 47-odstotni, v skupni lesni zalogi ljubljanskega območja in s tem večja izpostavljenost podlubnikom.

Na količino odmrlih drevesnih ostankov na obeh območjih verjetno vpliva tudi realiziran posek. Tako sta se po zadnjih podatkih Zavoda za gozdove Slovenije površina gozdov in lesna zaloga v zadnjih petdesetih letih nenehno povečevala (poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leta 2004, 2005 in 2006).

V nasprotju s temi trendi pa se je posek v gozdovih po letu 1990 zmanjšal. Primerjava z možnim posekom po gozdnogospodarskih načrtih pokaže za obdobje med letoma 1990 in 2006 zaostajanje količine izbranega drevja za količino, ki bi jo bilo v slovenskih gozdovih dopustno posekati v enem letu. Tako so lastniki v letu 2005 izvedli le 75 odstotkov dovoljenega poseka, v letu 2006 pa 81 odstotkov (Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije..., 2004, 2005 in 2006).

Glavni razlog za manjši posek je v družbenih spremembah, razdrobljeni gozdni posesti, v visokih stroški pridobivanja lesa v težje dostopnih predelih, ki lastniku ne prinesejo zadovoljivega prihodka, ter opuščanje sečnje v sestojih, kjer prevladuje tanjše in manj kakovostno drevje.

Če primerjamo dejansko količino odmrlih dreves med območjema, ugotovimo, da povprečna količina odmrlih dreves v Prekmurju in na ljubljanskem območju (preglednica 51) dosega količino, določeno s pravilnikom (Pravilnik o varstvu gozdov, 2000). Količina puščenih odmrlih dreves po tem pravilniku naj bi znašala od 0,5 odstotka do tri odstotke lesne zaloge posamezne ureditvene enote, v tem primeru obeh območij (preglednica 51).

Preglednica 51: Primerjava količine dreves med območjema

Table 51: The trees' quantity comparison among the areas

Gozdnogospodarsko območje	Povprečna lesna zaloga (v m ³ /ha)	Količina odmrlega drevja, določena s pravilnikom (v m ³ /ha)	Dejansko stanje (skupna količina) v m ³ /ha
Murska Sobota	198,6	0,99–5,95	4,91
Ljubljana	219	1,09–6,57	22,37

4.2.5 Primerjava rezultatov terenskega vzorčenja z rezultati s stalnih vzorčnih ploskev

Če primerjamo število in količino odmrlih drevesnih ostankov na hektar po razširjenih debelinskih razredih, ugotovimo, da je v negospodarjenih stratumih več odmrlih ostankov na hektar, kot v posameznih enotah in na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota. Vzrok je verjetno v različnih metodah vzorčenja, saj se pri popisu na stalnih vzorčnih ploskvah popišejo samo vsa odmrla drevesa, dolga štiri metre ali več. Prav tako se pri popisih odmrlih dreves na stalnih vzorčnih ploskvah ne določa intenzivnost gospodarjenja v sestojih in nimamo vseh ocen strukture odmrlih dreves.

Izjema je ljubljansko območje, kjer imamo povprečno 22,37 kubikov odmrlih dreves na hektar, kar je dvakrat več kot znaša izračunana povprečna vrednost s stalnih vzorčnih ploskev za celotno Slovenijo. Verjetno lahko kot vzrok navedemo, da je to gozdnogospodarsko območje največje v Sloveniji in, da je relief znotraj območja zelo razgiban s strminami in visokimi nadmorskimi višinami Kamniško-Savinjskih Alp, s hribovji in gričevji Menine planine, Zasavja, Krimskega pogorja, Menišije in Hrušice ter Polhograjskega hribovja, pa tudi z nižinami kot so Ljubljansko barje, Ljubljanska kotlina in Grosupeljska kotline...(Zavod za,...2008)

Stratum ob reki Muri, kjer je največ odmrlih drevesnih ostankov, spada v gozdnogospodarsko enoto Ravensko, kjer je količina odmrlih ostankov v celotni enoti majhna. Gozdne površine s tako količino odmrlih drevesnih ostankov so v pretežno agrarni enoti zelo redke.

Stratumi, tako gospodarjeni kot negospodarjeni, na Bukovnici in v Kančevcih spadajo v gozdnogospodarsko enoto Vzhodno Goričko. Tudi v tej enoti je povprečno zelo malo odmrlih drevesnih ostankov. Negospodarjeni stratum v Kančevcih zelo dobro prikazuje stanje v večini negospodarjenih sestojev v enoti, za katere sta značilna slabša kakovost in nizka produktivnost. Lastniki ne sekajo tanjših dreves na razdrobljeni gozdni posesti. Stanje v negospodarjenem stratumu na Bukovnici je specifično, saj je v drugem razširjenem debelinskem razredu celo nekoliko več odmrlih drevesnih ostankov kot v prvem. Kljub ugodni debelinski strukturi in kakovosti asortimentov se lastniki ne odločajo za sečnjo. Gospodarjena stratumna na Bukovnici in v Kančevcih se glede količine odmrlih ostankov bolj približata povprečni količini v enoti, izmerjeni na stalnih vzorčnih ploskvah.

Oba stratuma na Šipku spadata v gozdnogospodarsko enoto Tuhinj-Motnik. Količina odmrlih drevesnih ostankov v prvem razširjenem debelinskem razredu je v negospodarjenem stratumu višja, kot je povprečna količina v enoti, medtem ko se razlike v količini, glede na enoto, v drugem in tretjem razširjenem debelinskem razredu zmanjšajo. Količina odmrlih ostankov v gospodarjenem stratumu na Šipku se podobno kot v obeh gospodarjenih stratumi v Prekmurju bolj približa povprečni količini, izračunani iz rezultatov meritev na stalnih vzorčnih ploskvah.

Glede na rezultate o odmrlih drevesnih ostankih, ki smo jih pridobili na terenu, lahko ugotovimo, da jih ne moremo posploševati za področje celotne enote oziroma območja, prav tako pa rezultati popisa s stalnih vzorčnih ploskev ne omogočajo prikaza specifičnega stanja v posameznih gozdnih sestojih.

5 RAZPRAVA

Poznavanje količine in delno tudi strukture odmrlih dreves v slovenskih zasebnih gozdovih temelji predvsem na rezultatih, ki jih pridobimo s stalnih vzorčnih ploskev. Malo raziskav količine in strukture odmrlih drevesnih ostankov je bilo do zdaj izvedenih v gospodarjenih gozdovih in malo je raziskav o odmrlem drevju glede na rastiščne razmere, sestojne značilnosti, povezanost s floro in favno, kroženje hranil, spojin in elementov ekosistema itd.

Po pričakovanjih ima režim gospodarjenja pomemben vpliv na količino odmrlih drevesnih ostankov. Za gospodarjene stratumne je v primerjavi z negospodarjenimi značilna manjša količina odmrlih drevesnih ostankov, medtem ko med vsemi tremi intenzivno gospodarjenimi stratumi nismo ugotovili statistično značilnih razlik v količini in strukturi odmrlih drevesnih ostankov. Do razlik v količini in strukturi odmrlih drevesnih ostankov med intenzivno gospodarjenimi zasebnimi gozdovi in negospodarjenimi gozdovi prihaja predvsem zaradi načina gospodarjenja. Rezultati so pokazali, da intenzivno gospodarjenje vpliva tudi na velikost in strukturo odmrlih drevesnih ostankov. V intenzivno gospodarjenih stratumi smo ugotovili, da večji delež odmrlih ostankov sestavljajo panji in manjši ležeči ostanki, v primerjavi z negospodarjenimi stratumi pa je manjša tudi pestrost oblik in razkrojnih faz.

Povprečni volumen odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev) v gospodarjenih stratumih znaša 2,72 m³/ha, iz stalnih vzorčnih ploskev pa za ljubljansko območje 22,37 m³/ha in za gozdnogospodarsko območje Murska Sobota 4,91 m³/ha. Podobne rezultate navajajo tudi raziskovalci v drugih evropskih državah in tudi v Sloveniji.

Tako literatura in izsledki raziskav (Fridman in Walheim, 2000; Erdmann in Wilke, 1997; UNECE/FAO, 2000) po posameznih državah kažejo, da je količina drevesnih ostankov v gospodarjenih gozdovih manjša od 10 m³/ha. Po švicarski nacionalni inventuri (EAFV, 1988, cit. po Bretz Guby in Dobbartin, 1996) znaša volumen stoječih odmrlih dreves v švicarskih gozdovih 3 m³/ha, medtem ko so z raziskavami ugotovili, da je skupni volumen odmrlih drevesnih ostankov v gospodarjenih švicarskih gozdovih 10 m³/ha (Bretz Guby in Dobbartin, 1996), Leuba (1996) pa za Švico navaja podatek 4–6,5 m³/ha. Za Nemčijo Albrecht (1991) navaja, da v gospodarjenih gozdovih povprečni volumen ležečih odmrlih ostankov znaša 1–5 m³/ha, za Poljsko pa je Kirby s sodelavci (1991) ugotovil povprečni

volumen 10 m³/ha. Podobne rezultate navajajo nekateri raziskovalci za gospodarjene sestoje v skandinavskih državah, tako Linder in Östlund (1998) navajata, da znaša povprečna količina odmrlih drevesnih ostankov v švedskih gospodarjenih gozdovih 0,5–1 m³/ha, Siitonen (2000) navaja za smrekove odrasle sestoje 14 m³/ha, Lämås in Fries (1995) pa za borealne gozdove 2 m³/ha.

Količina najmanjše potrebne odmrle lesne biomase v gospodarjenih gozdovih je odvisna od gozdne združbe in stanja sestoja (Papež in sod., 1996). Tako Kirby (Kirby in sod., 1998) za listopadne gozdove v Veliki Britaniji predlaga, da se določi število sušic na hektar glede na količino (m³/ha) skupnih odmrlih drevesnih ostankov v gozdni sestoji. Tako naj bi imeli v gozdovih z veliko količino odmrlih drevesnih ostankov (> 40 m³/ha) več kot 50 sušic na hektar, od tega nekaj s premerom, večjim od 40 centimetrov. Za Nemčijo Ammer (1991) predlaga, da naj bi bila ciljna vrednost skupnih odmrlih drevesnih ostankov 5–10 m³/ha, optimalne količine pa naj bi bile med 15 in 30 m³/ha. Lastniki na Švedskem naj bi puščali naravnemu razvoju in odmiranju od pet do dvajset dreves na hektar (Essen in sod., 1992) oziroma deset dreves na hektar ter pri gospodarjenju ohranili vsa odmrla drevesa (Proposed Swedish..., 1997).

Skupna količina načrtno puščene biomase v Sloveniji se za gozdnogospodarske enote okvirno določi v gozdnogospodarskem načrtu za enoto, natančneje pa se njen delež določi v gozdnogojitvenem načrtu. Pravilnik o varstvu gozdov (Pravilnik o varstvu gozdov, 2000) določa okvirno odmrlo lesno maso (stoječih dreves) v višini 0,5 odstotka do tri odstotke lesne zaloge, ki naj bi zagotavljala primerno biotsko raznovrstnost. Od tega bi morala biti vsaj polovica odmrle lesne mase (sušic), debelejša od povprečne debeline drevja v gospodarjenem gozdu (Papež in sod., 1996).

Največ odmrlih drevesnih ostankov (brez panjev), to je 99,30 m³/ha, je bilo v negospodarjenem stratumu ob reki Muri, količina drevesnih ostankov pa se v tem stratumu značilno razlikuje od preostalih negospodarjenih stratumov. Količina odmrlih ostankov ob reki Muri je prav tako primerljiva z vrednostmi v nekaterih negospodarjenih in naravnih sestojih v drugih evropskih državah.

Linder navaja za naravne sestoje na Švedskem vrednost odmrlih drevesnih ostankov med 85 in 120 m³/ha (Linder in sod., 1998), Green in Peterken (1997) navajata za Veliko Britanijo vrednost med 47 in 128 m³/ha, Albrecht (1991) pa za Nemčijo od 50 do 100 m³/ha. Leibundgut (1993) je za pragozdove v Južni Evropi ugotovil, da znaša volumen stoječih odmrlih dreves med 20 in 422 m³/ha, odvisno od rastišča in razvojne faze.

Verjetno lahko razlike, ki smo jih ugotovili glede količine in strukture odmrlih dreves med negospodarjenimi stratumi, pojasnimo z različnimi razvojnimi fazami, različno drevesno sestavo ter mikroklimatskimi razmerami in različnostjo naravnih motenj.

Visoka količina in struktura odmrlih drevesnih ostankov ob reki Muri sta posledica:

- režima gospodarjenja oziroma nezainteresiranosti lastnikov za delo v gozdu;
- sestojne razvojne faze oziroma debelinske strukture, saj drevesa v tem sestoju dosega visoke debelinske razrede;
- drevesne sestave, saj sta za mehke listavce, kot so vrbe in topoli, značilna kratka življenjska doba in krajši čas razkroja;
- mikroklimatskih razmer ob reki Muri, ki pospešujejo razkroj odmrlih dreves ter
- naravnih motenj, na primer pogostih vetrolomov, ki izruvajo predvsem drevesa velikega jesena na nižjih debelinskih stopnjah ter z lomljenjem starih in debelih sušic ustvarjajo pestrost novih habitatnih oblik.

V drugih treh negospodarjenih stratumih je količina odmrlih drevesnih ostankov na hektar precej izenačena, čeprav smo potrdili statistično značilne razlike glede količine ostankov med stratumoma v Kančevcih in na Bukovnici ter v Kančevcih in na Šipku. Količina odmrlih ostankov na Bukovnici znaša enajst odstotkov lesne zaloge sestaja, v Kančevcih trinajst in na Šipku šest odstotkov lesne zaloge sestaja. Verjetno lahko statistično značilne razlike glede količine drevesnih ostankov med sestojem v Kančevcih in sestoji na Bukovnici in Šipku pripišemo mlajši razvojni fazi ter strukturi odmrlih drevesnih ostankov v Kančevcih. V teh sestojih je namreč zaradi snegoloma veliko sušic in podrtic, vendar jih je večina na tretji debelinski stopnji. Statistično značilnih razlik glede količine odmrlih drevesnih ostankov pa nismo potrdili pri primerjavi sestojev na Šipku in Bukovnici.

Na podlagi rezultatov terenskega popisa odmrlih drevesnih ostankov v stratumih smo ugotavljali, kakšna je njihova porazdelitev po debelinskih razredih, razkrojnih fazah in drevesnih vrstah ter v kateri obliki se odmrli drevesni ostanki pojavljajo (kot sušice, podrtice, ležeči ostanki).

Glede debelinske strukture odmrlih drevesnih ostankov lahko za vse izbrane stratumе potrdimo, da je največ odmrlih ostankov na nižjih debelinskih stopnjah, nato pa z naraščanjem premera število dreves upada. V vseh intenzivno gospodarjenih sestojih so

drevesni ostanki skoncentrirani na tretji, četrti in peti debelinski stopnji. Visoke debelinske vrednosti dosegajo drevesa ob reki Muri, kjer je največ sušic na hektar na deveti debelinski stopnji, v višjih debelinskih razredih pa zasledimo tudi vse druge vrste odmrlih drevesnih ostankov. Tudi na Bukovnici so na višjih debelinskih stopnjah tako sušice kot podrtice, število sušic na hektar pa doseže najvišjo vrednost na šesti debelinski stopnji. Na Šipku na višjih debelinskih stopnjah sušic in podrtic ni, vzrok pa je verjetno v tem, da gre za stabilne, zelo vitalne naravne sestoje na odličnih rastiščih. Najvišjo debelinsko stopnjo, to je 18, ima sušica topola ob reki Muri, in sicer znaša njen prsni premer 90 centimetrov.

Glede habitusa odmrlih dreves je stanje po posameznih stratumih zelo različno. V vseh intenzivno gospodarjenih sestojih so odmrli drevesni ostanki skoncentrirani na panje in posamezne ležeče ostanke, ki so ostali v gozdu po sečnji. Najpestrejšše oblike drevesnih ostankov so ob reki Muri.

Za vse negospodarjene stratumne lahko glede razkrojnih faz potrdimo, da je večina sušic in podrtic na drugi razkrojni stopnji, medtem ko so ležeči ostanki in panji tudi na višjih razkrojnih stopnjah. Vzrok je verjetno v manjših dimenzijah slednjih ter v zaradi drugačnih mikroklimatskih pogojev pri tleh časovno krajšem razkroju ležečih ostankov. Na stopnjo razkroja pa vpliva tudi drevesna sestava v sestojih, kajti razkroj odmrlih drevesnih ostankov mehkih listavcev poteka časovno hitreje kot pri rdečem boru in smreki (Tarasov in Birdsey, 2001).

Drevesna sestava odmrlih drevesnih ostankov se med stratumi zelo razlikuje in je odvisna od prevladujoče rastlinske združbe sestoja in tekmovalnih razmerij med drevesnimi vrstami. Tako ob reki Muri prevladujejo mehki listavci. Ob Bukovniškem jezeru je največ sušic in podrtic rdečega bora, ki ga v sestoju izpodriva konkurenčno močnejša bukev. Zelo enolično strukturo drevesnih ostankov smo ugotovili v Kančevcih in na Šipku, kjer v prvem stratumu med drevesnimi ostanki prevladuje rdeči bor, na Šipku pa smreka.

Med posameznimi vrstami odmrlih drevesnih ostankov smo med vsemi negospodarjenimi stratumi potrdili značilne razlike v količini sušic, kar verjetno lahko pojasnimo s pestro debelinsko strukturo in številom sušic v posameznih stratumih. Med podrticami nismo potrdili razlik med območjem ob Muri in na Bukovnici.

Če primerjamo količino in strukturo odmrlih drevesnih ostankov v stratumih z vrednostmi, ki jih določa Pravilnik o varstvu gozdov (Pravilnik o varstvu gozdov, 2000), ugotovimo, da

priporočene vrednosti glede količine in strukture odmrlih dreves dosegata negospodarjena stratuma ob reki Muri in na Bukovnici. V Kančevcih in na Šipku je sicer količina odmrlih dreves, izražena v deležu lesne zaloge, visoka, vendar struktura drevesnih ostankov ni zadovoljiva, saj je malo debelih dreves.

Primerjali smo tudi odmrla drevesa po gozdnogospodarskih enotah in gozdnogospodarskih območjih, kjer so bili izbrani stratumi. V gozdnogospodarski enoti Ravensko je bilo odmrlo drevje popisano le na 22,5 odstotka ploskev, kar je razumljivo, saj enota leži v zelo agrarnem delu in se je gozdna vegetacija ohranila le na absolutnih gozdnih tleh. V enoti je povprečno 5,43 m³/ha odmrlih dreves. Največ odmrlih dreves je bilo popisanih v razvojni fazi debeljaka. V drevesni sestavi odmrlih dreves močno prevladujejo listavci, ki so tudi v višjih debelinskih razredih. V enoti Ravensko je bilo kar 30 odstotkov odmrlega drevja popisane v združbi *Saliceto-Populetum*, ki zavzema le 20 odstotkov površine enote.

Celotno območje ob reki Muri je uvrščeno v območje Natura 2000. K temu območju spada po habitatni direktivi (pSCI – posebna ohranitvena območja) tudi obrečno vrbovje, jelševje in jesenovje. Prav tako so tudi sušice, podrstice, staro drevje in drevje z dupli opredeljeni kot pomembni habitati vrst Nature 2000.

Prav tako je bilo območje ob reki Muri izločeno po direktivi o ohranjanju prostoživečih ptic, ki jo je leta 1979 sprejel Ministrski svet Evropske skupnosti (Council Directive 79/409/EC on the conservation of wild birds) kot območje, pomembno za ptice (IBA – Important Bird Area). S seznama ptičjih vrst iz te direktive je kar nekaj takih, ki so vezane na habitate odmrlih dreves.

Taka vrsta je srednji detel (*Dendrocopus medius*), ki najvišje gostote (3,3 para/10 ha) dosega prav v vrbovo-topolovih sestojih, belovrati muhar (*Ficedula albicollis*), ki je pogost, še posebej tam, kjer mu je na voljo dovolj mrtvih stoječih dreves oziroma suhih vej na večjih drevesih. Ugotovljena skupna gostota vseh gnezdk v vrstno najbogatejšem vrbovo-topolovem gozdu ob reki Muri znaša kar 160 parov/10 ha (Božič, 2002). Na staro in odmrlo drevje ob reki Muri sta vezana še na primer duplar (*Columba oenas*) in vijeglavka (*Jynx torquilla*). Poleg ptic sta na seznamu živalskih vrst, ki za preživetje potrebujejo odmrle drevesne ostanke, še dva saproksilna hrošča, in sicer rogač (*Lucanus cervus*) in hrastov kozliček (*Cerambyx cerdo*). Slednji je vezan na hrastove gozdove.

Ti podatki in rezultati iz stratuma ob reki Muri kažejo na pomembnost habitatov odmrlih dreves v odraslih sestojih, ki jih sestavljajo mehki listavci.

V gozdnogospodarski enoti Vzhodno Goričko je bilo odmrlo drevje popisano na 26,27 odstotka ploskev. V enoti zavzemajo listavci 73,8 odstotka lesne zaloge, zelo majhen je delež mehkih listavcev. Med iglavci prevladuje rdeči bor, smreke je malo (GGN GGE Vzhodno Goričko, 2005–2014). Povprečno je v enoti 4,09 m³/ha odmrlih dreves. Največ odmrlih dreves je bilo popisanih v razvojni fazi drogovnjaka, v drevesni sestavi odmrlih dreves pa prevladujejo drevesa v prvem debelinskem razredu. Največ odmrlih dreves je bilo popisanih v združbah *Quercus-Carpinetum fagetosum* in *Quercus-Carpinetum pinetosum*, ki v enoti prevladujeta tudi po površini.

Zaradi premalo odmrlih dreves v višjih debelinskih razredih so ogrožene živalske vrste, katerih habitat se navezuje na debela odmrla drevesa (GGN GGE Vzhodno Goričko, 2005–2014). Tudi tu so vrste, ki so vezane na stara in odmrla drevesa, kot so hrastov kozliček (*Cerambix cerdo*), rogač (*Lucanus cervus*), podlesek (*Musccardinus avellanarius*) itd.

Glede na to, da je iglavcev v enoti manj, pa imajo v celotni lesni zalogi sušice in podrtice iglavcev 40-odstotni delež med odmrli drevesi. Vzroki za to so konkurenčno močnejši listavci, ki so bolj prilagojeni rastišču (stratum na Bukovnici), in nestabilne sestojne zgradbe borovih gozdov na neproduktivnih rastiščih (stratum v Kančevcih). Celotno območje enote leži v Krajinskem parku Goričko.

Gozdnogospodarska enota Tuhinj-Motnik ima že dolgo zgodovino gospodarjenja z gozdovi, ki je ljudem že od nekdaj pomenil dodaten vir preživetja. Večina gozdov, to je 95 odstotkov, je v zasebni lasti. V lesni zalogi enote pripada 50-odstotni delež listavcem in enak delež iglavcem. Najpomembnejši drevesni vrsti sta smreka in bukev, katerih deleža sta skoraj enaka, in sicer je pri smreki 47-odstotni, pri bukvi pa 44-odstotni. Za druge vrste je značilen razmeroma majhen delež. V enoti je bilo odmrlo drevje popisano na 40 odstotkih ploskev, največ v združbah *Blechno-Fagetum typicum* in *Hacquetio-Fagetum typicum*. Obe združbi v enoti površinsko prevladujeta, tako da težko potrdimo ali ovržemo vpliv rastišča oziroma združbe na število odmrlih dreves. Večina odmrlega drevja je v prvem debelinskem razredu, v višjih debelinskih razredih pa odmrlega drevja ni. Povprečna količina odmrlih drevesnih ostankov je v tej enoti nekoliko višja kot v Prekmurju in znaša 9,29 m³/ha. Delež iglavcev v odmrlem drevju je 63-odstotni. Vzrok za večje

število odmrlih dreves v enoti ni samo višji delež gozdov, ampak tudi pogosti žledolomi in v zadnjih letih gradacije podlubnikov.

Podatke o odmrlem drevju smo v nadaljnji obravnavi združili še na ravni gozdnogospodarskih območij Ljubljana in Murska Sobota. Na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota je povprečno 4,91, na ljubljanskem območju pa 22,37 m³/ha odmrlih dreves. Pri primerjavi smo ugotovili, da je na ljubljanskem območju v vseh treh debelinskih razredih več odmrlih dreves na hektar, kot v Prekmurju. V Ljubljani ocenjujejo, da je odmrlega drevja, ki je pomembno z biotopskega vidika, dovolj, morda celo preveč, kar je posledica nezadostne sanacije naravnih ujm v zadnjem desetletju. Tudi struktura odmrlih dreves naj bi bila ustrezna (Biotopska funkcija..., 2001–2010).

Podatki s stalnih vzorčnih ploskvah kažejo, da so povprečne količine odmrlih dreves v gozdnogospodarskih enotah Ravensko, Vzhodno Goričko majhne, vendar dosegajo priporočeno vrednost, ki je podana v pravilniku o varstvu gozdov. Podobno stanje je na gozdnogospodarskem območju Murska Sobota, medtem ko je na ljubljanskem območju povprečna količina približno trikrat višja od zgornje meje kriterija.

Na splošno velja, da po posameznih gozdnogospodarskih enotah, ki sestavljajo gozdnogospodarsko območje, število odmrlih dreves na hektar niha in je najmanjše v enotah, kjer je gospodarjenje intenzivnejše. V enotah, kjer prevladuje drobna zasebna posest in je gospodarjenje skromno ter omejeno na trenutno potrebo lastnikov po lesu, pa se število odmrlih drevesnih ostankov povečuje.

V magistrskem delu smo poskušali prikazati dejavnike in opredeliti vzroke, ki vplivajo na količino in strukturo odmrlih drevesnih ostankov v zasebnih gozdovih v Sloveniji. Z rezultati smo izpolnili vse cilje in potrdili veljavnost postavljenih delovnih hipotez. Poleg intenzivnosti gospodarjenja vplivajo na količino in strukturo odmrlih drevesnih ostankov v izbranih stratumih tudi sestojne in rastiščne razmere. V negospodarjenih stratumih, kjer je bila izvedena raziskava, vplivata na večje količine odmrlih dreves predvsem narava in nezainteresiranost lastnikov za delo v gozdu. Tako rezultati s terena kot na ravneh enot in območij so potrdili predvsem pomanjkanje odmrlih dreves večjega premera. Na pestrost življenja, ki je vezano na debela odmrla drevesa, kažejo predvsem podatki o sestojih ob reki Muri. Pomembno vlogo imajo debela drevesa mehkih listavcev, ki zagotavljajo omenjeno pestrost.

6 ZAKLJUČEK

V Sloveniji je 80 odstotkov gozdov v zasebni lasti. Država je dobro poskrbela za zagotavljanje vseh funkcij slovenskih gozdov, zagotovljeno je tudi pravno varstvo gozdov, financira se javna gozdarska služba in stroški dela lastnikov v gozdu.

Raziskava je pokazala, da sta v večjem delu zasebnih gozdov količina in struktura odmrlih dreves prepuščeni naravi sami, saj je načrtnega dela na tem področju zelo malo. Težave povzroča tudi velika razdrobljenost gozdne posesti, zaradi česar je oteženo strokovno delo v zasebnih gozdovih, saj majhnim gozdnim posestnikom gozd v smislu gospodarstva ne pomeni veliko, zato ne kažejo zanimanja za načrtno delo v gozdu. Prav lastnik in stroka pa bi morala biti tesno povezana člena pri trajnem zagotavljanju ustreznega stanja naših gozdov.

V Sloveniji je 45 vrst ptic in 21 vrst sesalcev, ki uporabljajo dupla v sušicah za gnezdenje in zavetje. Njihova uporabnost za določeno živalsko vrsto je pogojena z lastnostmi sušic, kot so (po Papež in sod., 1992):

- drevesna vrsta (najbolj priljubljene drevesne vrste pri listavcih so vrbe, topoli in trepetlika, pri iglavcih sta na prvem mestu jelka in smreka);
- debelina in velikost (vsaka vrsta ima svoje potrebe glede najmanjšega premera in višine sušice);
- trde ali mehke sušice (nekateri vrste ptic lahko izdolbejo duplo le v mehkih sušicah, ki so potrebne tudi za razvoj nevretenčarjev, ki so hrana mnogih ptic);
- stopnja razkroja (vsaka stopnja razkroja ustreza različnim živalskim vrstam);
- število, ki vpliva na prisotnost in velikost populacij živalskih vrst.

Pravilnik o financiranju in sofinanciranju vlaganj v gozdove v 6. členu določa tudi sodelovanje lastnikov gozdov, in sicer: pri izbiri dreves za možni posek se v soglasju z lastnikom gozda načrtno ne izberejo še živa, odmrla in odmirajoča drevesa z dupli itd. V Pravilniku o spremembah in dopolnitvah odredbe o financiranju in sofinanciranju vlaganj v gozdove iz sredstev proračuna Republike Slovenije (Pravilnik o spremembah..., 2002) je

v 2. in 4. členu navedena možnost odškodnine, ki jo lahko prejme lastnik gozda, če ohranja drevesa, pomembna za vzdrževanje biotske pestrosti oziroma habitatov ogroženih vrst. Pri nas Zavod za gozdove to možnost financiranja ali izvajanja pogodbenega varstva za načrtno puščanje odmrlih dreves za zdaj še premalo izkorišča, čeprav se v zadnjem času kažejo pozitivni premiki.

Tako Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Brežice, sodeluje pri izvajanju projekta LIFE III – Natura, upravljavski model in informacijski sistem. V sodelovanju z Zavodom RS za varstvo narave in s krajevno skupnostjo Kapele so pripravili projekt zakupa sto stoječih starejših hrastov v Dobravi, in sicer z namenom vzpostavitve mreže ekocelic za redke gozdne gnezdilce (Ohranimo drevesa..., 2008).

V Sloveniji so v nekaterih gozdnogospodarskih načrtih za obdobje 2001–2010 glede biotopske funkcije že opredelili usmeritve za gospodarjenje z odmrlim drevjem, tako je na primer treba za ptice in male sesalce, ki gnezdijo v duplih, zagotoviti ustrezno število sušic, in sicer:

- v jelovo-bukovih in bukovih gozdovih tri do šest sušic na hektar tretje in četrte debelinske stopnje, dve do pet sušic na deset hektarjev od pete do osme debelinske stopnje in eno do tri sušice na dvajset hektarjev;
- v gozdovih toploljubnih listavcev eno sušico na hektar tretje in četrte debelinske stopnje, dve sušici na deset hektarjev od pete do osme debelinske stopnje;
- v vseh drugih gozdovih eno sušico na hektar tretje in četrte debelinske stopnje, dve sušici na deset hektarjev od pete do osme debelinske stopnje in eno sušico na deset hektarjev nad osmo debelinsko stopnjo (biotopska funkcija v območnih gozdnogospodarskih načrtih za obdobje 2001–2010 – izvleček iz načrtov). Podobne usmeritve zasledimo tudi že v gozdnogospodarskem načrtu za območno enoto Kočevje (Diaci in Perušek, 2004).

Splošno je sprejeto, da so pragozdovi in naravni gozdovi osnovni model za realizacijo naravi prijaznega gospodarjenja z gozdom. Če količino in strukturo odmrlih drevesnih ostankov, ki sta bili izmerjeni v pragozdovih in naravnih gozdovih, primerjamo z vrednostmi v gospodarjenih gozdovih, ugotovimo, da smo naravnemu razvoju in odmiranju pripravljeni prepustiti zelo malo dreves.

Sklepne ugotovitve, ki temeljijo na raziskavi, so, da v gozdovih, v katere lastniki posegajo s sečnjo, ni velikih drevesnih ostankov. Tako bo treba predvsem v intenzivno gospodarjenih sestojih vložiti veliko truda za ohranjanje in vzdrževanje količine in strukture odmrlih drevesnih ostankov. Ključnega pomena pri tem je sodelovanje lastnika in revirnega gozdarja. Odgovor na vprašanje, kolikšna je najmanjša količina odmrlih dreves, ki še zagotavlja preživetje vrst, je vse prej kot preprost. Verjetno ne gre toliko za znanstveno, temveč bolj za politično vprašanje o tem, koliko smo pripravljeni gozd prepustiti ekosistemu (Diaci in Perušek, 2004). V gozdovih, kjer se intenzivno ne gospodari, pa sta količina in struktura odvisni predvsem od naravnih dejavnikov.

Gospodarjenje z gozdom v obrečnih gozdovih ob Muri je na celotnem IBA-ju (IBA = Important Bird Area) intenzivno, kar ni ugodno za srednjega detla in belovratega muharja (Božič, 2002). Na takih območjih bi verjetno gospodarjenje z odmrlim drevjem moralo imeti določeno prednost. V drugih sestojih, na primer na Šipku, imajo debeli drevesni ostanki drugačno vlogo, skoraj za večino pa je značilen precejšen pomladek smreke in jelke, kar kaže, da različnost gozdnih sestojev zahteva posebne pristope glede gospodarjenja z odmrlimi drevesnimi ostanki.

V literaturi so opisani različni pristopi za povečevanje deleža predvsem velikih odmrlih drevesnih ostankov. Tako v skandinavskih državah vidijo možnost v podaljševanju proizvodnih obdobj in pri golosečnem sistemu gospodarjenja puščajo najmanj pet odstotkov sestojev v obliki posameznih dreves ali skupin dreves (Ranius in sod., 2005). Forest Stewardship Council Working Group (1997) predlaga puščanje petih panjev na hektar, visokih od tri do pet metrov, ki so primernejši za usedanje večjih ptic (Papež in sod., 1992). V literaturi (Diaci in Perušek, 2004; Ranius in sod., 2005; Löhmus in sod., 2005) se omenja tudi možnost puščanja velikih odmrlih drevesnih ostankov pri sanitarnih sečnjah.

Načeloma so v Sloveniji rezerve glede puščanja odmrlih dreves v gozdu, predvsem v poškodovanem, ekonomsko nezanimivem drevju, ki v gozdu nastane kot posledica gradacije podlubnikov.

K bogatenju gozdnih habitatov pa precej več prispeva načrtno vzpostavljanje mreže starih in odmrlih dreves. Primerna splošna usmeritev za celotno Slovenijo bi lahko bila trajno zagotoviti močnejšega seniorja ali dva na hektar oziroma do deset na deset hektarjev, in to v vseh gospodarjenih gozdovih, ne glede na lastništvo (Diaci in Perušek, 2004).

Po drugi strani pa se v zadnjih treh letih zaradi zviševanja cen naftnih derivatov v Sloveniji povečuje energetska raba lesa. Tako postaja tudi ekonomsko sicer nezanimivo drevje potencialni vir energije. Čeprav je potencial lesa iz slovenskih gozdov velik, lahko v prihodnjih letih pričakujemo povečan pritisk na slovenske gozdove. Prav zato bo treba vložiti veliko truda v načrtno delo s starim in z odmrlim drevjem.

7 POVZETEK

Pomen odmrlih drevesnih ostankov v gozdnih ekosistemih je bil v preteklosti precej neznan. Glavne ugotovitve raziskav v zadnjih treh desetletjih kažejo, da so odmrla drevesa pomembna sestavina gozda in da opravljajo številne funkcije – so življenjski prostor rastlin in živali, vir hrane in energije, primerno mesto za vznik mladja, povečujejo geomorfološko stabilnost itd.

V Sloveniji je 80 odstotkov gozdnih površin v zasebni lasti. Gospodarjenje z gozdovi v Sloveniji temelji na načelih sonaravnega, mnogonamenskega in trajnostnega razvoja. Kljub temu se na področju gospodarjenja z odmrliimi drevesi za zdaj kažejo še počasni premiki.

Po metodi tričetrtinskih kvadrantov (Point-Centred Quarter Method) smo popisali in nato analizirali odmrle drevesne ostanke na sedmih izbranih gozdnih površinah (v stratumih) v dveh fitogeografskih regijah Slovenije. Vsak stratum smo opredelili z eno izmed dveh stopenj intenzivnosti gospodarjenja, in sicer kot gospodarjene in negospodarjene gozdove.

Vzporedno s temi podatki smo analizirali podatke o odmrlem drevju s stalnih vzorčnih ploskev. Podatke smo združili na ravni treh gozdnogospodarskih enot, v katerih smo izbrali stratum, ter nato v okviru dveh gozdnogospodarskih območij, v katerih so enote.

Z analizo podatkov, zbranih v stratumih, smo potrdili domnevo, da na količino in strukturo odmrlih drevesnih ostankov vpliva režim gospodarjenja. Večjih odmrlih drevesnih ostankov v gospodarjenih stratumih skoraj ni. Rezultati so pokazali statistično značilne razlike v količini in strukturi odmrlih drevesnih ostankov tudi med negospodarjenimi stratumi, ki jih lahko pojasnimo z različnimi sestojnimi razmerami. Količina in struktura sta v stratumih, kjer se ne gospodari, optimalna ob reki Muri, kjer je v sestoji dovolj debelih odmrlih dreves in mehkih listavcev. V preostalih negospodarjenih stratumih je količina drevesnih ostankov blizu priporočilom, struktura pa ni zadovoljiva.

Po podatkih s stalnih vzorčnih ploskev v gozdnogospodarskih enotah Ravensko, Vzhodno Goričko in Tuhinj-Motnik povprečna količina odmrlih dreves dosega priporočene vrednosti, določene s pravilnikom o varstvu gozdov. Podobno stanje je na gozdnogospodarskem

območju Murska Sobota, medtem ko na ljubljanskem območju povprečna količina odmrlih dreves na hektar veliko višja od kriterija, ki je določen s pravilnikom.

Realno oceno, kakšna naj bosta količina in struktura odmrlih ostankov v sestojih, bi najbolje ugotovil revirni gozdar na ravni gozdnogojitvenega načrtovanja. Podatki s stalnih vzorčnih ploskev za zdaj omogočajo splošno oceno stanja, ne pa tudi podrobnejšega načrtovanja za gospodarjenje z odmrlim drevjem. Režim gospodarjenja naj bi bil oblikovan tako, da bi zagotavljal vse oblike in značilnosti odmrlih drevesnih ostankov, tj. količino, velikost, stopnjo razkroja, porazdelitev, orientacijo in drevesno vrsto.

8 SUMMARY

The significance of coarse woody debris in forest ecosystems was rather unknown in the past. In the last three decades, the main findings of the researches indicate that dead trees represent an important forest component and that they perform numerous functions— they are a habitat for plants and animals, source of food and energy, suitable place for saplings' growth, and what is more, they increase the geomorphic stability, etc.

In Slovenia, 80 percent of forest areas are privately owned. Forest management in Slovenia is based on the principles of a sustainable, many-a-purpose, and permanent development. Nevertheless, minor modifications are evident at present in the field of dead tree management.

In seven chosen forest areas (in strata) of the two fitogeographic regions of Slovenia, the coarse woody debris were inventoried and afterwards analysed according to the point-centred quarter method. Each stratum was defined in terms of one of the two levels of management intensity, namely as managed or unmanaged forests.

In parallel with these data, data on dead trees from permanent sample plots were analysed. Data were joined at the level of three forest management units, in which strata were chosen, and afterwards they were joined at the level of two forest management areas, in which the units are situated.

The hypothesis that the quantity and the structure of the coarse woody debris are influenced by the management regime was confirmed by the analysis of the data that were obtained in the strata. In managed strata there are nearly no greater coarse woody debris. In addition, results showed statistically significant differences in quantity and structure of the coarse woody debris in unmanaged strata. This can be explained with different stands. In unmanaged strata, the quantity and structure are optimal at the Mura River, where there are enough massive dead trees and soft deciduous trees in the stand. In other unmanaged strata, the quantity of coarse woody debris is approximate to recommendations, while the structure is not satisfying.

According to the data of permanent sample plots in the Forest Management Units Ravensko, Eastern Goričko and Tuhinj-Motnik, the average quantity of dead trees reaches recommended levels, which are stipulated by the rules of the forest protection. A

similar condition is present in the Forest Management Area Murska Sobota, while in the Ljubljana area, the average quantity of deteriorated trees per hectare is much higher than the criterion determined by the rules. Realistic estimation, that is to say, how the quantity and the structure of the coarse woody debris in the stands should be like, would best be assessed by the district forester at the level of forest fertilization planning. At the present time, the data of permanent sample plots render the general estimate of the situation, yet not a more detailed planning of dead tree management. The management regime should be formed with a view to provide all forms and characteristics of the coarse woody debris, namely, quantity, size, degradation stages, distribution and tree species.

9 LITERATURA IN VIRI

- Bilby E., Likens E. 1980. Importance of Organic debris Dams in the Structure and Function of stream Ecosystems. *Ecology*, 61, 5: 1107-1113
- Biotopska funkcija v Območnih gozdnogospodarskih načrtih za obdobje 2001–2010: izvleček iz načrtov: 31 str.
http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/priloga12.pdf (12. jan. 2008)
- Biotska funkcija v Območnih gozdnogospodarskih načrtih za obdobje 2001–2010: izvleček iz načrtov: 31 str.
http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/priloga12.pdf (25. 01. 2008)
- Bisson P. A., Bilby R. E., Bryant M. D., Dollof C. A., Grette G. B., House R. A., Murohy M. L., Koski K. V., Sedell J. R. 1987. Large woody debris in forested streams in the Pacific Northwest: past, present, future. *Streamside Management: Forestry and Fishery Interactions*. V: *Proceedings of a symposium*. College of Forest Resources, University of Washington, 57: 143-190
- Bowman J. C., Sleep D., Forbes G. J., Edwards M. 2000. The association of small mammals with coarse woody debris at log and stand scales. *Forest ecology and management* 129: 119-124
- Bowman J., Forbes G., Dilworth T. 1999. The spatial structure of small – mammal populations in a managed forest. *Science and Practice: sustaining the Boreal Forest*. Sustainable Forest Management Network, University of Alberta, Edmonton, Alberta: 58-63
- Božič L. 2002. Mednarodno pomembna območja za ptice v Sloveniji 2: predlogi Posebnih zaščitnih območij (SPA) v Sloveniji. Ljubljana, DOPPS – Birdlife Slovenia: 140 str.
- Bretz Guby N. A., Dobbertin M. 1996. Quantitive estimates of coarse woody debris and standing dead trees in selected Swiss forests. *Global ecology and bio geography letters*, 5: 327-341
- Brower J. E., Zar J. H. 1977. *Field and laboratory methods for general ecology*. W. C. Brown Co. Pub., Dubuque: 194 str.
- Butler J., Alexander K., Green T. 2002. *Decaying wood: an overview of its status and ecology in the United Kingdom and Continental Europe*. USDA Forest Service General technical report, PSW-GTR-181: 11-18
- Charlotte P., Brown M. M. 1999. Heterogeneity of wood decay classes within hardwood logs. *Forest ecology and management*, 144: 253-259

- Christensen M., Hahn K., Mountford E. P., Odor P., Standovar T., Rozenbergar 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, 1/3: 267-282
- Christy E. J., Mack R. N. 1984. Variation in demography of juvenile *Tsuga heterophylla* across the substratum mosaic. *Journal of Ecology* 72: 75-91
- Cottam G., Curtis J. T., Hale B. W. 1953. Some sampling characteristics of a population of randomly dispersed individuals. *Ecology*, 34: 741-757
- Crites S., Dale M. R. T. 1998. Diversity and abundance of bryophytes, lichens and fungi in relation to woody substrate and successional stage in aspen mixedwood boreal forests. *Canadian journal of botany* 76, 4: 641-651
- 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: zbornik referatov XXII. Gozdarskih študijskih dni*. Ljubljana Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 297-308
- Diaci J., Perušek M. 2004. Možnosti ohranjanja starega in odmrlega drevja pri gospodarjenju z gozdovi. V: *Staro in debelo drevje v gozdu: zbornik referatov XXII. Gozdarskih študijskih dni*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 227-240
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal L 327*, (22. dec. 2004): 0001-0073
- Edwards P. J., Kollmann J., Gurnell A. M., Petts G. E., Tockner K., Ward J. V. 1999. A conceptual model of vegetation dynamics on gravel bars of a large Alpine river. *Wetlands ecology and management* 7, 3: 141-153
- Ekbom B., Schroeder L. M., Larsson S. 2006. Stand specific occurrence of coarse woody debris in a managed boreal forest landscape in central Sweden. *Forest ecology and management*, 221: 2-12
- Enrong Y., Xihua W., Jianjun H. 2005. Concept and classification of coarse woody debris in forest ecosystems. *Acta Ecologica Sinica*: 76-84
- Erdmann M., Wilke H. 1997. Quantitative and qualitative deadwood inventory in commercial beech forests. *European journal of forest research*, 116, 1/6: 16-28

- Essen P - A., Ehnström B., Ericson L., Sjöberg K. 1992. Boreal forests – the focal habitats of Fennoscandia. V: Ecological principles of nature conservation: applied in temperate and boreal environments. Hansson L. (ur.). Elsevier: 252-325
- Feller M. C. 2003. Coarse woody debris in the old-growth forests of British Columbia. <http://er.nrc.ca/> (10. nov. 2007)
- Ferguson S.H., Archibald D.J. 2002. The 3/4 power law in forest management: how to grow dead trees. *Forest ecology and management*, 169: 283–292
- Fridman J., Walheim M. 2000. Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest ecology and management*, 131: 23–26
- Gaberščik A., 1996. Meje rečnega ekosistema. Mišičev vodarski dan, 72-76
- Gerk in raba: pregledovalnik podatkov (HTML), Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano <http://rkg.gov.si/GERK/> (10. dec. 2007)
- Goedhart P.W., Hees A., Werf B., Kramer K. 2004. Biodiversity on coarse woody debris, model description and parametrisation. Nat-Man project, Working Report 55, European Community 5th Framework Programme: 8 st.
- Gosz J. R. 1980. Biomass distribution and production budget for a nonaggrading forest ecosystem. *Ecology* 61: 507-514
- Gozdnogospodarski načrt GGE Ravensko 1997- 2006. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije OE Murska Sobota, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 79 str.
- Gozdnogospodarski načrt GGE Tuhinj-Motnik 1998-2007. 2002. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije OE Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 139 str.
- Gozdnogospodarski načrt GGE Vzhodno Goričko 2005-2014. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije OE Murska Sobota, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 107 str.
- Grebenc T., Piltaver A., Jurc D., Hočevar M., Kraigher H. 2004. The importance of coarse woody debris for conservation of fungi – comparative results from virgin forest reserves and managed forests in Slovenia. V: Zbirka prispevkov s srečanja mikološkega društva Monte Amiata. Siena, Università degli Studi di Siena: 22-31
- Gregorčič V. 1984. Tlotvorni činitelji.- V: Stepančič D. 1984. Komentar k listu Murska Sobota: osnovna pedološka karta SFRJ Pedološka karta Slovenije 1: 50000. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za pedologijo.
- Gregory K. J., Davis R. J. 1992. Coarse woody debris in stream channels in

- relation to river channel management in woodland areas. Regulated rivers: research & management, 7, 2: 117-136
- Grier C. C., Vogt K. A., Keyes M. R., Edmonds R. L. 1981. Biomass distribution and above- and below – ground production in young and mature *Abies amabilis* zone ecosystems of the Washington Cascades. Canadian journal of forest research 11: 155-167
- Gurnell A. M., Gregory K. J., Petts G. E. 2006. The role of coarse woody debris in forest aquatic habitats: implications for management. Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems, 5, 2:143-166
- Harmon M. E., Franklin J. F., Swanson F. J., Sollins P., Gregory S. V., Lattin J. D., Anderson N. H., Cline S. P., Aumen N. G., Sedell J. R., Lienkaemper G. W., Cromack K., Cummins K. W. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Advances in ecological Research, 15: 133–302
- Harmon M. E., Sexton J. 1996. Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems. (Publication No 20, U.S. LTER Network), University of Washington, College of Forest Resources :73 str.
- Hlad B. (ur.), Skoberne P. (ur.). 2001. Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. Ljubljana, MOP Agencija Republike Slovenije za okolje: 219 str.
- Hočevar M. 1993. Dendrometrija – gozdna inventura. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 274 str.
- Jurc M. 2004. Pomen saproksilnih hroščev ter njihovo ohranjanje v Sloveniji. V: Staro in debelo drevje v gozdu: zbornik referatov XXII. Gozdarskih študijskih dni. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 57-74
- Karjalainen L., Kuuluvainen T. 2002. Amount and diversity of coarse woody debris within a boreal forest landscape dominated by *Pinus sylvestris* in Vienansalo Wilderness, Eastern Fennoscandia. Silva Feenica, 36, 1: 147-167
- Kirby K. J., Reid C. M., Thomas R. C., Goldsmith F. B. 1998. Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. Journal of applied ecology, 35: 148-155
- Kutnar L., Ódor P., Dort van K. 2002. Vaskularne rastline na odmrlem bukovem drevju v dveh gozdnih rezervatih v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva 69
- Lämås T., Fries C. 1995. An intergrated forest inventory in a managed north – Swedish forest landscape for estimating growing stock and coarse wooded debris. V: The Monte Verita coference on forest survey designs, May 2 – 7, 1994, Schweiz. Swiss

- federal institute of technology, Zürich. Birmensdorf, Swiss federal institute of forest, snow and landscape research: 269 – 311
- Landon N., Piegay H., Bravard J. P. 1998. The Drôme river incision (France) from assessment to management. *Landscape and Urban Planning* 43, 1/3: 119-131
- Leuba D. Y. 1996. Totholz – quantitativ erfasst. *Wald und Holz*, 77: 8-10
- Linder P. 1998. Structural changes in two virgin boreal forest stands in central Sweden over 72 years. *Scandinavian journal forest research* 13: 451-461
- Lohmus A., Lohmus P., Remm J., Vellak K. 2005. Old-growth structural elements in a strict reserve and commercial forest landscape in Estonia. *Forest ecology and management*, 216,: 201-215
- Maser C., Trape J. M. 1984. The seen and unseen world of the fallen tree. USDA Forest Service General Technical Report PNW, 164: 56
<https://www.notes.fs.fed.us/pnw/DecAID/DecAID.nsf/HomePageLinks/863EEA66F39752C088256C02007DF2C0?OpenDocument> (10. okt. 2007)
- Matijašič D. 2008. Podatki s stalnih vzorčnih ploskev. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije Centralna enota (osebni vir, junij 2008)
- Matijašič D., Pisek R. 2004. Debelinska struktura slovenskih gozdov. V: Staro in debelo drevje v gozdu: zbornik referatov XXII. gozdarskih študijskih dni. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 33-46
- MCPFE 2003. Improved Pan – European Indicators for Sustainable Forest Management: 6 str.
<http://www.mcpfe.org> (23. feb. 2007)
- Mitchell K. 2007. Quantitative analysis by the point-centred quarter method. Geneva, Department of Mathematics and Computer Science: 32 str.
<http://people.hws.edu./mitchell/PCQM.pdf> (25. okt. 2007)
- Mlinšek D. 1992. Pragozd v naši krajini. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 157 str.
- Obal E. 2007. Drugačen pristop k urejanju nižinskih vodotokov v Pomurju. *Slovenski vodar*, 18: 6-11
http://www.drustvo-vodarjev.si/SLIKE/04_SLOVENSKI_VODAR/SV18.pdf (14. april. 2008)
- Ódor P., Dort van K. 2002. Mahovi na odmrlih lesnih ostankih v dveh gozdnih rezervatih v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 69: 135-153
- Ohranimo drevesa z dupli za ptice v Dobravi. NATURA 2000 v Sloveniji – upravljavski modeli in informacijski sistem – LIFE 04 NAT/SI/000240. Novo mesto, Zavod za gozdove Slovenije OE Brežice, Zavod RS za varstvo narave OE Novo Mesto: 2 str

- http://www.zrsvn.si/life/dokumenti/52/2/2006/Zlozenka__Gozd__Dobrava__397.pdf
(11. 01. 2008)
- Papež J., Perušek M., Kos I. 1997. Biotska raznolikost krajine z osnovami ekologije in delovanja ekosistema. Ljubljana, Gozdarska založba:162 str.
- Perko D. (ur.), Oražen Adamič M. (ur.) 1998. Slovenija – pokrajine in ljudje. Ljubljana. Mladinska knjiga, Ljubljana: 736 str.
- Perušek M. 2004. Prilagoditve nekaterih vrst ptic na staro, debelo in odmrlo drevje. V: Staro in debelo drevje v gozdu: zbornik referatov XXII. Gozdarskih študijskih dni. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 75-85
- Peterken G. F., Green P. 1997. Variation in the amount of dead wood in the woodlands of the Lower Wye Valey, UK in relation to the intensity of management. Forest ecology and management, 98: 229-238
- Piégay H., Gurnell A. M. 1997. Large woody debris and river geomorphological pattern: examples from S.E. France and S. England. Geomorfology, 19, 1/2: 99-116
- Piltaver A., Matočec N., Kosec J., Jurc D. 2002. Glive na odmrlem bukovem lesu v slovenskih gozdnih rezervatih Rajhenavski Rog in Krokar. Zbornik gozdarstva in lesarstva. 69: 171-196
- Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih 2004. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.
http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/Por_o_delu_2004.pdf (15. mar. 2007)
- Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih 2005. Zavod za gozdove Slovenije.
http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/ZGS_2005_prava____.pdf (15. mar. 2007)
- Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih 2006. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.
http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/Por_o_delu_2006.pdf (15. mar. 2007)
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Ur. I. RS 5/1998
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah odredbe o financiranju in sofinanciranju vlaganj v gozdove iz sredstev proračuna Republike Slovenije. Ur. I. RS, 83/2002
- Pravilnik o varstvu gozdov. Ur. I. RS 92/2000
- Proposed Swedish FSC Standard for Forest Certification, September 24, 1997. The Swedish FSC Advisory Board, Stockholm, Sweden.

- <http://www.forestry.se/fsc/english/standard/index.htm> (14. dec. 2007)
- Ranius T., Ekvall H., Jonsson M., Bostedt G. 2005. Cost-efficiency of measures to increase the amount of coarse woody debris in managed Norway spruce forests.- Forest ecology and management, 206, 1/3:119-133
- Ranius T., Kindvall O., Kruys N., Jonsson B.G., 2003. Modelling dead wood in Norway spruce stands subject to different management regimes. Forest Ecology and Management, 182:13–29
- Rheinhardt R., Brinson M. M., Fleming E., Sandifer J. G. 1997. Deciduous wetland flats interim HGM model.
www.pwrc.usgs.gov/wlistates/secoast.htm. (12. 12. 2007)
- Rouvinen S., Kuuluvainen T., Karjalainen L. 2002. Coarse woody debris in old *Pinus sylvestris* dominated forests along a geographic and human impact gradient in boreal Fennoscandia. Canadian journal of forest research, 32: 2184-2200
- Siitonen J., Martikainen P., Punttila P., Rauh J. 2000. Coarse woody debris and stand characteristic in mature managed and old – growth boreal mesic forests in southern Finland. Forest ecology and management, 128: 211–225
- Sollins P., Grier C. C., McCorison F. M., Cromack K., Fogel R., Fredriksen R. L. 1980. The internal element cycles of an old – growth Douglas – fir ecosystem in western Oregon. Ecology monograph, 50: 261-285
- Stuart J. D., Agee J. K. 1989. Lodgepole pine regeneration in an old, self - perpetuating forest in southcentral Oregon. Canadian journal forest research 19, 9: 1096–1104.
- Tarasov M. E., Birdsey R. A. 2001. Decay rate and potential storage of coarse woody debris in the Leningrad Region. Ecological bulletins, 49: 137-147
- Terrestrial Ecology: Old – Field Succesion
<http://www.msu.edu/course/lbs/158h/manual/TerresEcol.pdf> (12. 12. 2007)
- Van Hess A. F. M. 2003. Decay and physical –chemical characteristics of dead beech wood in The Netherlands. Nat-Man project, Working Report 45, European Community 5th Framework Programme: 10 str.
- Woldendorp G., Keenan R. J., Barry S., Spencer R. D. 2004. Analysis of sampling methods for coarse woody debris. Forest ecology and management, 198: 133-148
- Woodall C. W., Nagel L. M. 2006. Coarse woody type: a new method for analyzing coarse woody debris and forest change. Forest ecology and management 227, 1/2: 115-121
- Zakon o vodah. Ur. l. RS, št. 67/2002

ZAHVALA

Delo je nastalo pod mentorstvom prof. dr. Jurija Diacija. Hvaležna sem mu za vse koristne nasvete, napotke in pomoč, ki so mi zelo pomagali pri nastajanju magistrskega dela.

Prof. dr. Alenki Gaberščik z Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete in prof. dr. Francu Lovrenčaku z Oddelka za geografijo Filozofske fakultete se zahvaljujem za recenzijo magistrskega dela.

Za vso pomoč pri iskanju lokacij in zbiranju podatkov se iskreno zahvaljujem revirnim gozdarjem Območne enote Murska Sobota pod vodstvom Dejana Horvata in revirnim gozdarjem Krajevne enote Kamnik.

Hvala Simoni Foltin z Območne enote Murska Sobota za prijazno in potrpežljivo pomoč pri zbiranju terenskih podatkov v prekmurskih gozdovih in vse hitro prejete odgovore na moja številna vprašanja.

Za podatke o odmrlem drevju s stalnih vzorčnih ploskev iskrena hvala g. Draganu Matijašiću z Centralne enote Zavoda za gozdove.

Peter in Korl hvala, brez vajine podpore to delo ne bi nastalo.