

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Maja POLENŠEK

**OMREŽJE GOZDNIH ZAPLAT IN DREVNINE KOT
IZHODIŠČE UREJANJA KMETIJSKE KRAJINE NA
PRIMERU IZBRANEGA DELA KRANJSKEGA
POLJA**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Maja POLENŠEK

**OMREŽJE GOZDNIH ZAPLAT IN DREVNINE KOT IZHODIŠČE
UREJANJA KMETIJSKE KRAJINE NA PRIMERU IZBRANEGA
DELA KRANJSKEGA POLJA**

MAGISTRSKO DELO

**NETWORK OF FOREST PATCHES AND TREES OUTSIDE FOREST
AS STARTING POINT FOR MANAGING AGRICULTURAL
LANDSCAPES IN KRANJSKO FIELD PART**

MASTER OF SCIENCE THESIS

Ljubljana, 2015

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete z dne 19. 1. 2015 je bilo potrjeno, da kandidatka izpolnjuje pogoje za opravljanje magisterija znanosti. Magistrsko delo je zaključek magistrskega Univerzitetnega podiplomskega študijskega programa bioloških in biotehniških znanosti na znanstvenem področju Varstvo naravne dediščine.

Za mentorja je bil imenovan doc. dr. Janez Pirnat.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Marina Pintar

Član: doc. dr. Janez Pirnat

Članica: prof. dr. Mojca Golobič

Datum zagovora: 20. 3. 2015

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

Maja POLENŠEK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Md
DK	GDK 91+907(497.4Kranjsko polje)(043.3)=163.6
KG	gozdne zaplate/drevnina/kmetijska krajina/biotska pestrost/povezanost/teorija grafov/ model najmanjših stroškov
AV	POLENŠEK, Maja, univ. dipl. inž. gozd.
SA	PIRNAT, Janez (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, podiplomski študij bioloških in biotehnoških znanosti, področje varstva naravne dediščine
LI	2015
IN	OMREŽJE GOZDNIH ZAPLAT IN DREVNINE KOT IZHODIŠČE UREJANJA KMETIJSKE KRAJINE NA PRIMERU IZBRANEGA DELA KRANJSKEGA POLJA
TD	Magistrsko delo
OP	XVII, 138 str., 20 pregl., 40 slik, 5 pril., 133 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	V nalogi obravnavamo ohranjanje naravne vegetacije v kmetijskih krajinah, ki je pod močnim pritiskom intenzivnega kmetovanja in širjenja urbanizacije. S prostorsko analizo gozdnih zaplat in drevnine zunaj gozda smo dobili vpogled v trenutno stanje naravne vegetacije. Nato smo s pomočjo metod, ki izhajajo iz teorije grafov, preverili povezanost gozdnih zaplat. Vozlišča grafa predstavljajo gozdne zaplate, povezave med njimi pa stroškovno najkrajše povezave, ki smo jih izračunali na podlagi izdelanega rastrskega sloja stroškovnih ploskev, ki vsebuje upore posamezne rabe zemljišč. Prispevek posamezne gozdne zaplate k povezanosti in dostopnosti habitatov smo izračunali s pomočjo izbranih kazalnikov. Za izbrane dolžine prehajanja smo prav tako na podlagi kazalnikov določili najpomembnejše povezovalne zaplate, ki največ prispevajo k ohranitvi povezanosti med gozdnimi zaplatami. Ugotovili smo, da osnovno ogrodje za povezanost predstavljajo največje gozdne zaplate, ki jih dopolnjujejo manjše zaplate, ki v prostoru pokrijejo dodatne strateške točke za povezanost. Največjo omejitev za povezanost predstavljajo težje premostljiva območja. Za drevnino na podlagi izbrane metode nismo ugotovili večjih vplivov na povezanost, izkazala pa se je kot pomemben element za preprečitev nastanka prostora brez naravne vegetacije kljub majhni površini, ki jo zavzema. Oblikovali smo karto z mrežo najpomembnejših povezovalnih zaplat in drugih pomembnih gozdnih zaplat, ki omogočajo ohranitev heterogenosti obravnavanega prostora. Na koncu smo podali usmeritve za usmerjanje in blažitev učinkov nadaljnjih krčitev ostankov naravne vegetacije.

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Md
DC FDC 91+907(497.4Kranjsko polje)(043.3)=163.6
CX Forest patches/trees outside forest/agricultural landscape/biodiversity/connectivity/graph theory/least-cost modeling
AU POLENŠEK, Maja
AA PIRNAT, Janez (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate study of biological and Biotechnical sciences, field: Conservation of Natural Heritage
PY 2015
TI NETWORK OF FOREST PATCHES AND TREES OUTSIDE FOREST AS STARTING POINT FOR MANAGING AGRICULTURAL LANDSCAPES IN KRANJSKO FIELD PART
DT M. Sc. Thesis
NO XVII, 138 p., 20 tab., 40 fig., 5 ann., 133 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The thesis discusses conservation of natural vegetation in agricultural landscapes, which is under strong pressure from intensive agriculture and the spread of urbanization. With spatial analysis of forest patches and trees outside the forest we gained an insight into the current state of natural vegetation. Then, using methods derived from graph theory, we examined connectivity between forest patches. The nodes of the graph represent forest patches, and the links between them the least-cost paths, which were calculated on the basis of cost surface containing resistance value of each land use. The contribution of each forest patch to overall habitat connectivity and accessibility was then calculated using selected indicators. Based on indicators, we identified, for selected dispersal distance values, the most important connecting patches that contribute most to maintain the connectivity between forest patches. We found that the largest forest patches represent the backbone for connectivity, complemented by smaller patches that cover other strategic points for connectivity. The biggest limitations for connectivity represented areas with the highest costs. On the basis of selected methods we did not find any major impact on connectivity for trees outside the forest, nevertheless they have proved to be an important element to prevent the occurrence of areas without natural vegetations, despite the modest size they occupied. We created a map with a network of most important forest patches, which act as connecting patches, and other forest patches that preserve landscape heterogeneity. Finally we gave guidelines for directing and mitigating the effects of further reducing of natural vegetation remains.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija	III
Key word documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	IX
Kazalo slik	XI
Kazalo prilog	XV
Okrajšave in kratice	XVI
Slovarček	XVII
1 UVOD	1
1.1 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE	2
1.2 RAZISKOVALNE HIPOTEZE	3
2 PREGLED OBJAV	4
2.1 NARAVNA VEGETACIJA V KMETIJSKI KRAJINI	4
2.2 VPLIV LASTNOSTI HABITATNIH ZAPLAT NA BIOTSKO PESTROST	8
2.3 IZGUBA IN RAZDROBLJENOST HABITATA	12
2.4 KAZALNIKI ZA OCENO BIOTSKE PESTROSTI KRAJINE.....	13
2.5 POVEZANOST HABITATNIH ZAPLAT	15
2.5.1 Osnove teorije grafov	17
2.5.2 Povezanost habitatnih zaplat na podlagi teorije grafov.....	20
3 RAZISKOVALNO OBMOČJE IN METODE DELA.....	23
3.1 PREDSTAVITEV RAZISKOVALNEGA OBMOČJA	23
3.1.1 Določitev območja	23
3.1.2 Zgodovina območja	25
3.1.3 Fitogeografska opredelitev območja.....	26
3.1.4 Podnebne značilnosti območja	27
3.1.5 Hidrološke razmere	28
3.1.6 Poselitev in prebivalstvo.....	28
3.2 METODE DELA	29

3.2.1	Izdelava digitalnega sloja osnovnih rab zemljišč z drevnino.....	29
3.2.2	Primerjava naše gozdne maske iz leta 2011 z gozdno masko Zavoda za gozdove iz leta 2009	31
3.2.3	Primerjava digitalnega sloja drevnine s slojem dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč MKO	31
3.2.4	Analiza gozdnih zaplat	33
3.2.4.1	Analiza zgradbe gozdnih zaplat.....	33
3.2.4.2	Delež smreke v gozdnih zaplatah	36
3.2.4.3	Raba zemljišč okoli gozdnih zaplat	37
3.2.5	Analiza drevnine	38
3.2.5.1	Oblike drevnine	38
3.2.5.2	Položaj drevnine v krajini.....	39
3.2.5.3	Določitev poudarjenih funkcij drevnin.....	40
3.2.6	Omrežje habitatnih zaplat	40
3.2.6.1	Izdelava digitalnega sloja stroškovnih ploskev	41
3.2.6.2	Povezave med gozdnimi zaplatami	44
3.2.7	Povezanost in dostopnost habitata	45
3.2.7.1	Najpomembnejše povezovalne zaplate.....	50
3.2.8	Komponente grafa in izolirane gozdne zaplate.....	50
3.2.9	Vpliv matice	51
3.2.10	Gluhi prostor.....	52
3.2.11	Mreža najpomembnejših gozdnih zaplat in drevnine	52
3.2.12	Predlog novih zasaditev posamične drevnine	53
3.2.13	Načrtovane širitve urbanih območij	54
4	REZULTATI.....	55
4.1	OSNOVNE RABE ZEMLJIŠČ Z DREVNINO	55
4.1.1	Spremembe v gozdni maski od 2009 do 2011.....	58
4.1.2	Vključenost drevnine v uradne evidence.....	58
4.2	ANALIZA GOZDNIH ZAPLAT	60
4.2.1	Velikost gozdnih zaplat	60
4.2.2	Obseg gozdnih zaplat	61

4.2.3	Oblika gozdnih zaplat	62
4.2.4	Notranje okolje gozdnih zaplat	64
4.2.5	Delež smreke v gozdnih zaplatah	65
4.2.6	Raba zemljišč okoli gozdnih zaplat.....	68
4.3	ANALIZA DREVNINE	68
4.3.1	Oblike drevnine	68
4.3.1.1	Posamična drevnina.....	69
4.3.1.2	Skupinska drevnina	72
4.3.1.3	Linijška drevnina	72
4.3.2	Položaj drevnine v krajini.....	73
4.3.3	Drevnina s poudarjenimi funkcijami.....	76
4.4	POVEZANOST IN DOSTOPNOST GOZDNIH ZAPLAT	80
4.4.1	Povezave med gozdnimi zaplatami	80
4.4.1.1	Število povezav	80
4.4.1.2	Razdalje povezav.....	81
4.4.2	Prispevek gozdnih zaplat k ohranitvi povezanosti in dostopnosti habitata pri različnih razdaljah prehajanja.....	82
4.4.3	Najpomembnejše povezovalne zaplate pri izbranih razdaljah prehajanja .	85
4.4.3.1	Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 800 stroškovnih metrov..	86
4.4.3.2	Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 1.500 stroškovnih metrov	87
4.4.3.3	Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 3.000 stroškovnih metrov	88
4.4.3.4	Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 7.100 stroškovnih metrov	89
4.4.3.5	Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 15.500 stroškovnih metrov	89
4.4.4	Komponente grafa in izolirane gozdne zaplate.....	92
4.4.5	Povezave in matica	96
4.5	GLUHI PROSTOR.....	97

4.6	MREŽA NAJPOMEMBNEJŠIH GOZDNIH ZAPLAT IN DREVNINE S PREDLOGI NOVIH ZASADITEV	99
4.6.1	Načrtovane širitve urbanih območij	100
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	105
5.1	OSNOVNE RABE ZEMLJIŠČ	105
5.2	GOZDNE ZAPLATE	109
5.3	DREVNINA	111
5.4	POVEZANOST IN DOSTOPNOST GOZDNIH ZAPLAT	113
5.5	USMERITVE ZA OMILITEV NADALJNJIH KRČITEV GOZDNIH POVRŠIN IN DREVNINE V KMETIJSKI KRAJINI	120
6	POVZETEK	122
7	SUMMARY	125
8	VIRI	128
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Ekološki pomen velikih in majhnih habitatnih zaplat (Forman, 1995: 47)...	9
Preglednica 2: Sedem korakov pri izdelavi grafa na osnovi zaplat (Galpern in sod., 2011: 49).....	21
Preglednica 3: Deleži gozdnih združb na ožjem raziskovalnem območju (digitaliziran grafičen sloj kart gozdnih združb iz let 1979 in 1980: Gozdne združbe ..., 1979; Gozdne združbe ..., 1980)	27
Preglednica 4: Šifrant z opisom vrst dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč za površine, kjer se lahko na kmetijskih zemljiščih nahaja drevnina (Pravilnik o evidenci ... , 2010: 16338 - 16339)	32
Preglednica 5: Strošek oz. upor celice po posameznih rabah zemljišč za tri različice rastrskega sloja stroškovnih ploskev	43
Preglednica 6: Osnovne rabe zemljišč na ožjem raziskovalnem območju.....	55
Preglednica 7: Osnovne rabe zemljišč na širšem raziskovalnem območju	56
Preglednica 8: Krčitve gozdov v obdobju od 2009 do 2011 po namenu.....	58
Preglednica 9: Deleži drevnine, zajete v dejanski rabi kmetijskih in gozdnih zemljišč.....	59
Preglednica 10: Kazalniki površine gozdnih zaplat po površinskih velikostnih razredih...	61
Preglednica 11: Kazalniki dolžine obsega gozdnih zaplat po površinskih velikostnih razredih	61
Preglednica 12: Kazalniki oblike gozdnih zaplat po površinskih velikostnih razredih.....	62
Preglednica 13: Kazalniki notranjega okolja gozdnih zaplat po površinskih velikostnih razredih	64
Preglednica 14: Delež smreke v razvojnih fazah.....	66
Preglednica 15: Dolžine in deleži sosednjih rab, ki mejijo na gozdne zaplate.....	68
Preglednica 16: Število posameznih dreves in grmov glede na vrsto	71
Preglednica 17: Število posamične drevnine glede na lokacijo pojavljanja.....	76

Preglednica 18: Komponente grafa (K) in izolirane gozdne zaplate pri stroškovnih razdaljah, krajših od 800, 1.500, 3.000 in 7.100 metrov, ter pri evklidskih razdaljah do 300 metrov	94
Preglednica 19: Potek vseh 268 povezav med gozdnimi zaplatami po skupinah rab zemljišč	96
Preglednica 20: Primerjava količine gluhega prostora na širšem raziskovalnem območju, če je drevnina prisotna ali ni prisotna	98

KAZALO SLIK

Slika 1: Vpliv oblike zaplate na razmerje med robnim habitatom in notranjim habitatom zaplate. Širina robu je 50 m (Collinge, 1996: 67)	10
Slika 2: Vpliv velikosti zaplate na razmerje med robnim habitatom in notranjim habitatom zaplate. Širina robu je 50 m (Collinge, 1996: 64)	11
Slika 3: Različni prikazi izgube in razdrobljenosti habitata (zeleno – habitat, belo – matica). Izguba površine habitata se lahko odraža v izgubi celotne habitatne zaplate (a) ali le dela habitatne zaplate (b). Razdrobljenost habitata je lahko prisotna skupaj z izgubo površine habitata (c) ali brez izgube površine habitata (d) (prirejeno po Fahrig, 2003: 493)	13
Slika 4: Primer grafa, ki se opiše s seznamom $m = 6$ točk $\{a,b,c,d,e,f\}$ in $n = 8$ povezav $\{ab, bc, be, bd, cd, de, df, ef\}$ (Urban in Keitt, 2001: 1206)	18
Slika 5: Različni primeri grafov: a) Povezan graf s cikli (primer cikla: vozlišča f, g, h). Vozlišče e je prerezno vozlišče, povezavi de in ef sta mostova. b) Nepovezan graf z dvema podgrafoma (komponenti). c) Graf drevo. č) Utežen graf, kjer imajo povezave podane uteži. Povezave cb, ed, fe, hf so usmerjene	19
Slika 6: Glavne razlike med klasičnimi in prostorskimi diagrami (Fall in sod., 2007: 449)	19
Slika 7: Pregledna karta ožjega in širšega raziskovalnega območja	24
Slika 8: Primer izračuna stroška povezave z uporabo algoritma najkrajše stroškovne razdalje (Drielsma in sod., 2007: 406).	45
Slika 9: Prispevek treh frakcij (<i>intra</i> – zelena, <i>flux</i> – modra, <i>connector</i> – rdeča) k <i>dPC</i> za zaplate i, j, k, m in n . Povezave so linije, debelejša črta pomeni močnejšo povezavo	49
Slika 10: Pregledna karta osnovnih rab zemljišč ožjega in širšega raziskovalnega območja	57
Slika 11: Deleži zajete drevnine po vrstah dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč .	59
Slika 12: Deleži nezajete drevnine po vrstah dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, znotraj katerih se nahajajo	60

Slika 13: Gozdne zaplate, razporejene v šest velikostnih razredov. V vsaki gozdni zaplati je zapisan njen indeks oblike (MSI)	63
Slika 14: Notranje okolje in gozdni rob gozdnih zaplat na ožjem raziskovalnem območju	65
Slika 15: Delež gozdne površine glede na delež smreke v drevesni sestavi	66
Slika 16: Delež smreke v drevesni sestavi gozdnih zaplat in gozdnih sestojih glede na podatke ZGS	67
Slika 17: Deleži glavnih skupin drevnine glede na število oziroma površino drevnin	69
Slika 18: Razdelitev posamične drevnine po podskupinah: eno drevo, dve drevesi, drevo in grm, en grm in dva grma	70
Slika 19: Deleži podskupin skupinske drevnine glede na število oziroma površino.....	72
Slika 20: Deleži podskupin linijske drevnine glede na število oziroma površino.....	73
Slika 21: Glavne skupine drevnin glede na lego na parceli.....	74
Slika 22: Glavne skupine drevnin glede na lastništvo: občinsko, državno in zasebno	75
Slika 23: Delež drevnin v oddaljenosti od naselja od 50 do 300 metrov po 50-metrskih pasovih. Delež posamičnih drevnin je prikazan glede na njihovo število, delež skupinskih in linijskih drevnin pa glede na njihovo površino	75
Slika 24: Število objektov nepremične kulturne dediščine (glede na tip objekta), ki imajo oziroma nimajo v neposredni bližini prisotne drevnine	78
Slika 25: Območja s poudarjenimi naravovarstvenimi in kulturnimi funkcijami na ožjem raziskovalnem območju.....	79
Slika 26: Gibanje števila povezav med gozdnimi zaplatami pri stroškovnih razdaljah od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih	80
Slika 27: Razlika v razdalji povezav, merjenih v stroškovnih in dejanskih metrih.....	82
Slika 28: Seštevki sprememb celostnega kazalnika povezanosti (ΣIIC) in seštevki sprememb kazalnika verjetnosti povezanosti (ΣdPC) pri razdaljah prehajanja od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih. A) ΣIIC in ΣdPC z upoštevanjem drevnine pri	

izdelavi stroškovnega sloja upora rab. B) $\Sigma dIIC$ in ΣdPC brez upoštevanja drevnine pri izdelavi stroškovnega sloja upora rab.....	83
Slika 29: Relativen prispevek posamezne $dIIC_k$ frakcije (θIIC_{intra} , θIIC_{flux} , $\theta IIC_{connector}$) k celotni pomembnosti posameznih krajinskih elementov za dostopnost in povezanost habitata pri razdaljah prehajanja od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih ($dIIC_k$: sprememba celostnega kazalnika povezanosti).....	84
Slika 30: Relativen prispevek posamezne frakcije dPC_k (θPC_{intra} , θPC_{flux} , $\theta PC_{connector}$) k celotni pomembnosti posameznih krajinskih elementov za dostopnost in povezanost habitata pri razdaljah prehajanja od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih (dPC_k : sprememba kazalnika verjetnosti povezanosti)	85
Slika 31: Gozdne zaplate širšega raziskovalnega območja, razvrščene po pomembnosti za ohranitev povezanosti pri izbranih razdaljah prehajanja	91
Slika 32: Gibanje števila komponent grafa v odvisnosti od stroškovnih razdalj prehajanja od 100 do 10.000 metrov po 100-metrskih korakih	92
Slika 33: Gozdne zaplate znotraj komponent pri stroškovnih razdaljah do 800, 1.500, 3.000 in 7.100 metrov ter evklidski razdalji do 300 metrov.....	95
Slika 34: Relativne spremembe kazalnika enakovredno povezane površine ($dECA(IIC)$ in $dECA(PC)$) po dolžinah prehajanja glede na vpliv drevnine oziroma prehodov čez avtocesto	97
Slika 35: Delež gluhega prostora na širšem raziskovalnem območju pri razdaljah 100, 300, 600 in 1.000 metrov ter glede na to, ali je drevnina prisotna ali je ni	98
Slika 36: Načrtovane širitve urbanih območij glede na občinske prostorske načrte	103
Slika 37: Državni prostorski načrt za letališče Jožeta Pučnika Ljubljana – Pobuda za pripravo državnega prostorskega načrta (Državni prostorski načrt ... , 2012)	104
Slika 38: Določanje meja ureditvenih območij naselij, kjer dvorišča in vrtovi niso na zazidljivih zemljiščih. Rumeno – zazidljiva zemljišča, rdeča črta – ročno popravljena meja naselja	106

Slika 39: A) Nezazidano zazidljivo zemljišče (rumena barva – zazidljiva zemljišča), ki je dejansko še vedno kmetijsko zemljišče. B) Hiša, zgrajena zunaj zazidljivih zemljišč 107

Slika 40: Šifre in meje (rdeča črta) dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč znotraj naselja (šifra 1.100 njive, 1.222 ekstenzivni sadovnjak, 1.300 trajni travnik in 3.000 pozidano zemljišče) 108

KAZALO PRILOG

Priloga A: Vrste namenskih rab prostora

Priloga B: Obrazec za popis drevnine na terenu.

Priloga C: Dvajset najpomembnejših povezovalnih zaplat pri razdaljah prehajanja do 800, 1.500, 3.000, 7.100 in 15.500 stroškovnih metrov

Priloga D: Gluhi prostor na širšem raziskovalnem območju med gozdnimi zaplatami z upoštevanjem drevnine (D1) in brez upoštevanja drevnine (D2)

Priloga E: Karta ožjega in širšega raziskovalnega območja s posebej označenimi najpomembnejšimi gozdnimi zaplatami. Vse gozdne zaplate so označene s številko. Poleg trenutne drevnine so prikazane lokacije predlaganih novih zasaditev

OKRAJŠAVE IN KRATICE

BC	mera središčnosti – kazalnik vmesnosti enote (angl. <i>betweenness centrality</i>)
CRP	ciljni raziskovalni program: raziskovalno-razvojni projekt »Konkurenčnost Slovenije 2001–2006«
DOF5	digitalni ortofoto načrti merila 1 : 5000
ECA	kazalnik enakovredno povezane površine (angl. <i>equivalent connected area index</i>)
EPO	ekološko pomembna območja
DKN	digitalni katastrski načrt
GERK	grafična enota rabe zemljišča kmetijskega gospodarstva
GGE	gozdnogospodarska enota
GGN	gozdnogospodarski načrt
GURS	Geodetska uprava Republike Slovenije
IIC	celosten kazalnik povezanosti (angl. <i>integral index of connectivity</i>)
MK	Ministrstvo za kulturo
MKGP	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
PC	kazalnik verjetnosti povezanosti (angl. <i>probability of connectivity</i>)
ZG	Zakon o gozdovih
ZGS	Zavod za gozdove
ZRSVN	Zavod Republike Slovenije za varstvo narave

SLOVARČEK

Drevnina – med drevnino smo vključili vse drevesne in grmovne vrste, ki rastejo zunaj gozda in ureditvenih območij naselij, ne glede na obliko pojavljanja.

Matica – vse površine na območju, ki niso habitatne zaplate.

Pot – pot je zaporedje gozdnih zaplat med dvema gozdnima zaplatama, kjer se nobena zaplata ne ponovi.

Povezave – izraz povezave smo uporabili za povezave med dvema gozdnima zaplatama, kjer povezava ne prečka nobene druge gozdne zaplate.

Povezovalne zaplate – v nalogi smo izraz uporabili za vse gozdne zaplate, ki prek izbranih kazalnikov prispevajo k ohranitvi povezanosti med dvema drugima habitatnima zaplatama.

Strošek oziroma uporabe zemljišč – strošek oziroma uporaba ponazarja težavnost prehoda čez določeno rabo, v smislu primernosti habitata in stopnje mortalitete.

1 UVOD

Krajine, ki jih poznamo danes, so rezultat človekovega preoblikovanja naravnega prostora, njegove potrebe po razvoju in preživetju. Z začetki poljedelstva in živinoreje se je začel proces intenzivnejšega spreminjanja t. i. prajakrajine (Anko, 1982). Skozi vrsto stoletij so se v Evropi tako oblikovale kmetijske kulturne krajine, katerim so se prilagodile številne vrste, ki so tu našle svoj življenjski prostor in postale odvisne od prepleta naravnih in kmetijskih habitatov. Kmetovanje je tako na nek način povečalo heterogenost evropskega prostora (Riffe in sod., 2009).

Po drugi svetovni vojni se je v Evropi začelo obdobje bliskovite mehanizacije kmetijstva. Ročno delo so zamenjali stroji, s katerimi se je proces obdelave močno spremenil. Strojno delo zahteva večja zaokrožena polja, kar vodi v izginjanje drobne posesti (Agger in Brandt, 1988). Zemljišča, ki niso primerna za strojno obdelavo, izpadejo iz sistema obdelovalnih površin (Krajina in prostorski ..., 2002). Zahteve po povečani produkciji polj in enostavnejši obdelavi botrujejo vse večjim poljem monokultur (Agger in Brandt, 1988), ki zmanjšujejo pestrost obdelovalnih površin in kmetijskih vrst. Posledično se povečuje uporaba pesticidov (Regionalna razdelitev ..., 1998) in mineralnih gnojil, ki imajo negativne vplive na kakovost voda (Krajina in prostorski ..., 2002). Vse skupaj je rezultat zahtev trga po znižanju stroškov predelave in povečevanju produktivnosti pridelovalnega sistema (Krajina in prostorski ..., 2002). Tradicionalne kmetijske krajine se tako spreminjajo v t. i. odprte krajine, krajine z velikimi osiromašenimi obdelovalnimi površinami ter vse večjim deležem gluhega prostora, to je prostora brez naravne vegetacije (Pirnat, 2000). Po drugi strani je na območjih, neprimernih za mehanizirano obdelavo, prisotno zaraščanje kmetijskih površin, kar prav tako vpliva na izginjanje tradicionalne kmetijske krajine (Krajina in prostorski ..., 2002).

Za obdobje po drugi svetovni vojni so značilni tudi širjenje urbanizacije in spremembe strukture prebivalstva v kmetijskih krajinah. Število kmetij in s tem kmečkega prebivalstva se je povsod po Evropi zmanjšalo, povečal pa se je delež nekmečkega prebivalstva. Podeželski prostor je tako postal prostor za bivanje in rekreacijo prebivalstva, ki ni povezano s kmetijstvom (Urbanc, 2002). Povečana urbanizacija je prisotna predvsem v zaledju večjih mest (Koncept prostorskega razvoja ..., 2001). Njena slaba stran je

predvsem ta, da pomeni trajnejšo izgubo zemljišč (McKinney, 2002), in to največkrat na predelih najbolj kakovostnih tal.

Zmanjševanje in drobljenje naravnih predelov je prepoznano kot glavni razlog za zmanjševanje biotske pestrosti (Bailey, 2007; Collinge, 1996). Primarne ekološke posledice se kažejo predvsem kot izguba avtohtonih vrst, povečanje invazivnih vrst, večanje erozije tal in zmanjševanje kakovosti vode (Collinge, 1996). Z izginjanjem habitatov se razdalje med njimi večajo in postajajo vedno bolj izolirani.

Kmetijske površine zavzemajo skoraj polovico površine v Evropi (Agriculture sector and ..., 2010), zato ima zmanjševanje naravnih površin v kmetijskih krajinah velik vpliv na biotsko pestrost Evrope. Obenem se je treba zavedati, da so kmetijska zemljišča prioriteto namenjena pridelavi hrane (Pravila za vzdržno ..., 2005), zato je treba najti ravnovesje med tržno naravnanim kmetijstvom in ohranjanjem biotske pestrosti. Po drugi strani pa družba sedaj od kmetijstva ne zahteva le kmetijskih proizvodov in storitev, ampak visoko kakovostne in varne pridelke ter hkrati paleta okoljskih storitev (Agriculture sector and ..., 2010).

V raziskavi smo raziskali možnosti ohranjanja naravnih predelov, kot so gozdovi in drevnina zunaj gozda, v kmetijski krajini, kjer prevladuje intenzivno kmetijstvo. Pod drevnino smo v nalogi zajeli vsa drevesa in grmovje, ki se pojavljajo na kmetijskih površinah. Ob zavedanju, da vseh predelov ob naraščajočih pritiskih s strani kmetijstva in urbanizacije ne bo možno ohraniti, smo se osredotočili na iskanje tistih predelov, ki v največji možni meri omogočajo ohraniti pestrost tega prostora. Nekoliko večji poudarek smo namenili ohranitvi povezanosti naravnih predelov na podlagi metod, ki izhajajo iz teorije grafov.

1.1 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE

Glavni namen naloge je na podlagi analize zgradbe izbrane kmetijske krajine ter povezanosti gozdnih zaplat oblikovati mrežo gozdnih zaplat in drevnine, s pomočjo katere bi lahko usmerjali krčitve teh predelov za potrebe kmetijstva in urbanizacije na način, ki bi v največji možni meri zagotavljal ohranjanje biotske pestrosti krajine s poudarkom na ohranitvi povezanosti gozdnih zaplat za prehode vrst. Namen je poleg tega poiskati načine,

kako z minimalnim vplivom na kmetijsko pridelavo izboljšati povezanost izoliranih gozdnih zaplat in v največji možni meri preprečiti oblikovanje predelov brez naravne vegetacije.

Konkretni cilji naloge so:

1. na obravnavanem območju evidentirati spremembe gozdne maske in popisati drevnino zunaj gozda ter ugotoviti, v kakšni meri uradne evidence zajamejo drevnino zunaj gozda. Združiti sloje uradnih evidenc in naših evidentiranih sprememb v sloj osnovnih rab zemljišč, razdeljen na gozd, drevnino, kmetijske površine, urbane in infrastrukturne površine ter večje vodne površine;
2. analizirati zgradbo in prostorsko lokacijo gozdnih zaplat ter drevnine z okoliško rabo zemljišč. Določiti, katera drevnina zunaj gozda ima poudarjene funkcije;
3. analizirati medsebojno povezanost gozdnih zaplat in vpliv drevnine na povezanost. Ugotoviti, kako in koliko posamezen element prispeva k povezanosti ter kateri deli že sedaj med seboj niso povezani oziroma kje obstaja gluhi prostor;
4. oblikovati in na karti prikazati mrežo tistih gozdnih zaplat in drevnine, ki omogočajo ohranjanje povezanosti in heterogenosti tega prostora. Prikazati še predele brez naravne vegetacije in možne rešitve z zasaditvijo;
5. podati usmeritve, kako omiliti oziroma usmerjati nadaljnje krčitve gozdnih zaplat in drevnine v kmetijski in predmestni krajini, da se ohrani čim večja pestrost krajine.

1.2 RAZISKOVALNE HIPOTEZE

1. Uradne evidence na obravnavanem območju pomanjkljivo obravnavajo drevnino.
2. Gozdne zaplate na obravnavanem območju so večinoma dobro povezane med seboj.
3. Drevnina ima na obravnavanem območju velik vpliv na povezanost.
4. Na nekaterih predelih obravnavanega območja je že prisoten gluhi prostor.

2 PREGLED OBJAV

2.1 NARAVNA VEGETACIJA V KMETIJSKI KRAJINI

V kmetijski krajini se poleg kmetijskih in urbanih površin pojavljajo tudi druge površine, kot so različni ostanki naravne vegetacije. Groznik Zeiler (2000) sestavne dele krajine imenuje krajinski gradniki, ki jih deli na ekosisteme, kamor prišteva gozdove, travnike, njive in urbane površine, in na rudimente, kamor uvršča omejke, posamezna drevesa in skupine dreves, grmovje in manjša vodna telesa. V Pravilih za vzdržno urejanje posegov v kmetijska zemljišča (2005) habitate in stopne kamne v kmetijski krajini poimenujejo kot prvine kmetijske krajine, kamor uvrščajo žive meje in suhozide, posamezna drevesa, gozdove in grmišča, kanale in jarke, obrežna območja, mokrišča ter trajno travinje. Številne manjše predele ostankov naravne in delno naravne vegetacije na Danskem imenujejo majhni biotopi (Agger in Brandt, 1988), kamor prištevajo žive meje, travnate pasove ob cesti, drenažne jarke, majhne potoke, močvirja, brezna, naravne ribnike, goščave in zgodovinske gomile, ki ležijo med polji. Poleg ekološkega pomena so pomembni še zaradi estetike, kulturne vrednosti in rekreacije.

Gozdne ostanke v kmetijski krajini je v revirju Polana v okviru diplomskega dela proučeval Horvat (Horvat in Pirnat, 1998), ki je ostanke razdelil na velike zaplate državnih gozdov, zaplate zasebnih gozdov, gozdne omejke in koridorje ter posamično gozdno drevje in skupine dreves. Na podlagi intenzivnosti rabe prostora, izražene potrebe po ekoloških, socialnih in proizvodnih vlogah drevnine ter razporeditve in ekoloških značilnosti krajinskih elementov je revir razdelil na šest krajinsko načrtovalskih enot, znotraj katerih je določil dolgoročne cilje in ukrepe za ohranitev gozdnih ostankov.

V mednarodni raziskavi, ki je zajela Finsko, Estonijo in Litvo, so naredili obsežen popis vrst v gozdnih zaplatah kmetijske krajine (Mikk in Mander, 1995), pri nas pa so Papež in sod. (1998) podrobneje popisali vegetacijo gozdnih zaplat v kmetijski krajini Goriških Brd.

V kmetijski krajini mestne občine Kranj (Fajon, 2004) in kmetijski krajini GGE Cerklje (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010) je v zadnjih desetletjih opazno zmanjševanje površin gozda predvsem na račun povečevanja urbanizacije in infrastrukture, manj pa je bilo krčitev zaradi potreb kmetijstva. V letu 1978 so bile večje krčitve gozdov zaradi obnove,

razširitve in modernizacije letališča Jožeta Pučnika (Gozdne združbe ..., 1979). V primerjavi z 19. stoletjem je gozdnih površin danes občutno več, predvsem na račun obširnih pašnih površin, ki so jih imeli v preteklosti na območju Kranjskega oziroma Cerkljanskega polja (Jamnik, 2005).

Številni raziskovalci, tako v Evropi kot po svetu, so se lotili raziskovanja mejic oziroma živih mej v kmetijski krajini. Mejice so namreč zaznamovale številne kulturne krajine, ki v zadnjih desetletjih zaradi intenzifikacije kmetijstva izginjajo. Največji delež raziskav je namenjen ekološkemu pomenom mejic, ki so habitati za številne vrste, spet za druge pomenijo koridorske povezave med habitatnimi zaplatami (Burel in Baudry, 1995). Mejice so tako pomemben habitat za mnoge gozdne rastline, še posebej v kmetijski krajini z majhno gozdno površino. Wehling in Diekmann (2009) sta v svojih raziskavah v Nemčiji ugotovila, da je največja gostota gozdnih vrst v mejicah v prvih 100 metrih od gozda. Kljub splošnemu prepričanju, da so v mejicah večinoma vrste gozdnih robov in generalisti, sta v svoji raziskavi ugotovila, da so bile v mejicah do širine petih metrov bolj pogoste notranje gozdne vrste. V mejicah sta našla celo nekatere ogrožene vrste. Od mejic so odvisne tudi številne vrste malih sesalcev, nekatere vse leto, druge le v zimskem času (Butet in Paillat, 1999). Mejice so lahko tudi pomemben dopolnjujoč prehranjevalni habitat, kot je primer mejic v Arizoni za čebele (Hannon in Sisk, 2009). Na začetku poletja ponujajo bolj bogato čebeljo pašo kot kmetijske površine ali drugi naravni habitati.

Fleury in Brown (1997) sta opozorila, da so mejice kot koridorske povezave učinkovite le, kadar se obravnavano vrsto in potrebne lastnosti koridorjev pazljivo analizira. Matica, v kateri se nahaja koridor, lahko namreč predstavlja prepreko ali alternativo. Za nekatere majhne sesalce so določene poljščine težje premostljive, spet za druge vrste, ki prehajajo skozi koridor, matica predstavlja prehranjevalni habitat. Na kakovost koridorja lahko prav tako vplivajo prekinitve koridorjev, predvsem s cestami in potoki. Med pomembne lastnosti koridorjev prištevata tudi njihovo dolžino, širino in obliko. Pestrost koridorjev se lahko poveča s kupi vej, kamenja ter s štori. Mejice so lahko koridor tudi za slabše mobilne vrste (Tischendorf in sod., 1998). Nekateri gozdni hrošči lahko v eni sezoni premostijo le do 100 metrov razdalje v mejicah. Za nadaljnje širjenje je pomembno, da mejica omogoča gnezdenje hroščev, tako da naslednja generacija lahko nadaljuje pot.

Raziskave ptic v Veliki Britaniji so pokazale, da se mejice in zaplate gozda med seboj dopolnjujejo (Fuller in sod., 2001). Določenih specialistov gozdov ni bilo v mejicah, v njih pa so bile vrste, ki so bile v gozdovih redke. Poleg teh vrst so bili v mejicah najbolj pogosti generalisti. Ugotovili so tudi razliko med obcestnimi in ostalimi mejicami, in sicer je bilo število vrst manjše v obcestnih mejicah.

Poleg ekoloških pomenov imajo mejice tudi ekonomski pomen za lastnike. V določenih predelih Francije so vir pridobivanja lesa za kurjavo in tako prinašajo določen dohodek lastnikom. Mejice vplivajo tudi na sosednje kmetijske površine, predvsem z omejevanjem erozije tal in s spreminjanjem mikroklima polj zaradi zmanjšanja hitrosti vetra. Nezamenljivi so tudi socialni pomeni mejic, kjer so v ospredju estetski, kulturni in rekreacijski vidiki (Burel in Baudry, 1995).

Ob vodotokih in jarkih je prisotna obvodna drevnina, ki ima velik vpliv na kakovost voda potokov v kmetijski krajini. Zadržuje površinski odtok vode in zmanjšuje izpiranje hranil v podtalnico (Vought in sod., 1995), predvsem dušika in fosforja, obenem pa tudi herbicidov (Borin in sod., 2010). Obvodna drevnina poleg tega poveča pestrost vrst v pretežno homogenih kmetijskih krajinah, stabilizira bregove potokov in izboljšujejo habitate za ribe in nevretenčarje (Vought in sod., 1995). Ob primernem gospodarjenju lahko prispeva tudi biomasa za kurjavo, veže ogljikov dioksid iz zraka in izboljšuje estetski vidik krajine (Borin in sod., 2010). Rauch (2005) je v svoji diplomski nalogi obširneje raziskal obvodno vegetacijo reke Kokre. Ugotovil je, da obvodna drevnina zagotavlja vse pomembne funkcije, kljub temu da je na nekaterih delih zožena le na niz posamičnih dreves oziroma celo prekinjena. Največjo grožnjo obvodni drevnini ob Kokri predstavljajo predvsem krčitve na račun gradnje naselij in infrastrukture, problematična sta tudi odvajanje kanalizacije ter odlaganje odpadkov v strugo reke.

Nezamenljiva v kmetijski krajini so tudi posamična drevesa. Njihov prispevek k ekosistemskim funkcijam je nesorazmerno večji od majhne površine, ki jo zavzemajo, majhne biomase posameznega drevesa in majhne gostote v prostoru. Njihova pomembnost je večja tam, kjer ni večjih zaplat gozda. V spreminjajočih se krajinah predstavljajo ekološko kontinuiteto skozi čas, ker so pogosto najstarejše žive strukture (Manning in sod., 2006). S svojo razporeditvijo v prostoru pomembno zmanjšujejo gluhi prostor brez naravne vegetacije, kar sta v svojih raziskavah pokazala Pirnat na Sorškem polju (2000) in Slabe v

občini Naklo (2003). Pozitiven vpliv na biotsko pestrost kmetijskih krajin imajo tudi sadna drevesa v obliki posamičnih dreves in ekstenzivnih sadovnjakov, ki tako kot gozdno drevje vplivajo na vlažnostni in temperaturni režim ter so habitat številnim, tudi ogroženim vrstam (Černelč, 2012).

Posamična drevesa v kmetijski krajini nimajo več svojih prvotnih vlog, zaradi katerih so jih zasadili oziroma ohranili v tem prostoru. Njihov nadaljnji obstoj je tako odvisen predvsem od novih vlog (Pirnat, 2000). Glavne vloge posamične drevnine so sedaj predvsem:

1. estetski vidik:

- v monotoni kmetijski krajini imajo večjo estetsko vlogo izrazita in opazna drevesa. Koliko je določeno drevo izrazito, je odvisno predvsem od gostote dreves na enoto površine in od velikosti kmetijske zaplate (Pirnat, 1991b);
- so ogrodje prostorske orientacije na križiščih poti, spremembah poljske delitve in obrobjih vasi (Pirnat, 2000);
- estetsko zanimiva drevesa glede na starost, dimenzijo in redkost (Pirnat, 2000).

2. zgodovinski vidik:

- tradicionalna mesta za drevnino v kmetijski krajini (Pirnat, 2000).

3. kulturni vidik:

- drevesa ob kulturni dediščini, kot so cerkve, znamenja in kapelice (Pirnat, 2000).

4. vidik biotske pestrosti:

- povečajo pestrost drugih krajinskih rudimentov, kot so omejki in živice, gomile, groblje in jame, kamniti zidovi, goščave, jarki, gramoznice, peskokopi in glinokopi (Pirnat, 2000);
- blažijo mikroklimo v neposredni okolici krošnje, vplive vetra in skrajne temperature (Manning in sod., 2006; Pirnat, 1991a);
- so lahko habitat številnim vrstam (Gibbons in Boak, 2000; Lumsden in Bennett, 2005) in s tem povečujejo število vrst na določenem območju (Manning in sod., 2006);
- povezujejo večje zaplate ostankov vegetacije (Gibbons in Boak, 2000; Manning in sod., 2006);
- v določenih predelih zmanjšujejo slanost tal in erozijo (Gibbons in Boak, 2000);

- omogočajo kroženje hranil v večjih globinah tal na pašnikih in travnikih (Gibbons in Boak, 2000) in povečujejo delež hranil v tleh (Manning in sod., 2006);
- vsebujejo genski material in so ključne točke za restavriranje ekosistemov (Manning in sod., 2006).

5. ekonomski vidik:

- lastnikom so pomembna zaradi oznake parcel, sence in plodov (Pirnat, 2000);
- lastnikom omogočajo pridobivanje lesa in lesne biomase zunaj gozdov (Prosenc, 2008). Omogočena je tudi pridelava visoko kakovostnega lesa, še posebej sadnega drevja, saj sta poleg gorskega javorja na licitacijah zelo aktualna oreh in sliva, visoko ceno dosega tudi hruška (Špegelj, 2010);
- pašni živini zagotavljajo senco (Gibbons in Boak, 2000).

Največja grožnja posamičnim drevesom je predvsem intenzifikacija rabe zemljišč (Manning in sod., 2006). Spremembe v številu posamičnega drevja zunaj gozda v kmetijski krajini sta proučevala Pirnat (1991b, 2000) na Soriškem polju in Slabe (2003) v občini Naklo. Ugotovila sta, da je bil najbolj opazen padec števila dreves v šestdesetih letih prejšnjega stoletja. V zadnjem času je zmanjševanje števila dreves še vedno prisotno, vendar ni več tako opazno in skokovito.

Največji potencial za ohranitev posamičnega drevja kažejo predvsem kmetijsko-gozdarski sistemi (Manning in sod., 2006). Ključno za ohranitev tako posamičnih dreves kot skupin drevja, mejic in obvodne drevnine je zainteresiranost lastnika za njihovo ohranitev, nadomeščanje in nove zasaditve (Horvat in Pirnat, 1998; Pirnat, 1991b).

2.2 VPLIV LASTNOSTI HABITATNIH ZAPLAT NA BIOTSKO PESTROST

Habitatne zaplate se razlikujejo predvsem po velikosti, obliki, deležu notranjega prostora, razčlenjenosti robov, kakovosti, sestavi in starosti. Ekološki pomen habitatnih zaplat je v veliki meri odvisen od njihove velikosti. Večje habitatne zaplate imajo več prednosti kot majhne, vendar so te drugačne od prednosti majhnih habitatnih zaplat (preglednica 1). Zato lahko rečemo, da manjše habitatne zaplate predstavljajo dodatek oziroma dodatno vrednost krajini. Manjše habitatne zaplate ne morejo nadomestiti velikih habitatnih zaplat (Forman, 1995). V premajhnih habitatnih zaplatah lahko pride celo do lokalnega izumrtja vrste (Kindvall, 1996). Kljub temu lahko v nekaterih primerih tudi majhne zaplate, katerih

površina je premajhna za vzdrževanje določene vrste, delujejo kot habitat, in sicer kadar so dovolj blizu in je njihova skupna površina dovolj velika ali pa okoliška matica lahko služi kot nadomestni habitat (Andersson in Bodin, 2009). Za preprečevanje nekaterih motenj, kot so na primer požari, je večje zaplate bolje razdeliti na manjše, da se lahko ustvari oviro, ki preprečuje širjenje motnje (Pravila za vzdržno ..., 2005). Za obstoj populacij je pogosto pomembna tudi heterogenost zaplat, zato so lahko manjše in heterogene zaplate boljše kot velike in homogene zaplate (Kindvall, 1996). Hipotetično je optimalna krajina tista, ki ima velike habitatne zaplate, ki jih dopolnjujejo majhne, po prostoru razpršene habitatne zaplate (Forman, 1995). V preglednici 1 so predstavljeni ekološki pomeni velikih in majhnih habitatnih zaplat.

Preglednica 1: Ekološki pomen velikih in majhnih habitatnih zaplat (Forman, 1995: 47)

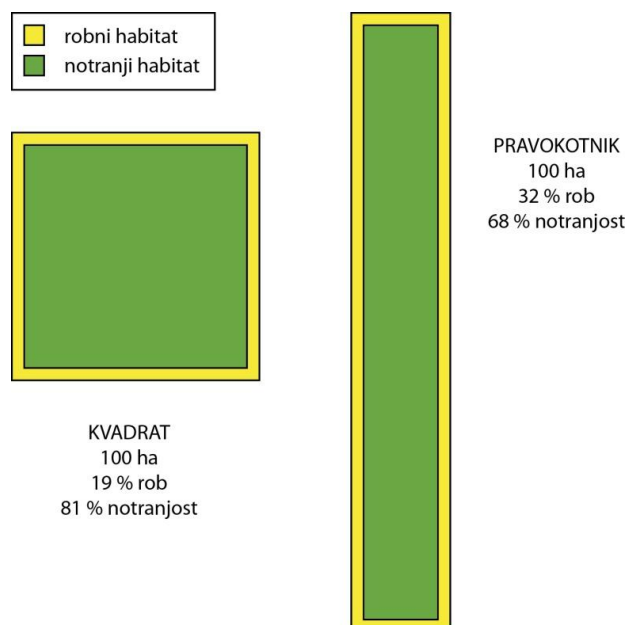
Velike habitatne zaplate:	Majhne habitatne zaplate:
- ščitijo kakovost vode, - ohranjajo vrste notranjega prostora, - so osnovni habitat in zavetišče za vretenčarje z velikim domačim okolišem, - predstavljajo vir vrst, ki se širijo v matico, - vsebujejo več majhnih habitatov za vrste z več habitatni, - režim motenj je bolj podoben naravnim motnjam, - blažijo izginjanje vrst pri spremembah v okolju.	- so habitatni in stopni kamni za širjenje vrst in za ponovno kolonizacijo po lokalnih izumrtjih vrst notranjega prostora, - vsebujejo večjo gostoto in številčnost robnih vrst, - večajo heterogenost matice (zmanjšuje se odtok in erozija, zavetje pred plenilci), - so habitat za vrste, ki živijo v manjših zaplatah in jih v večjih ne najdemo, - ščitijo manjše razpršene habitate in redke vrste.

Število vrst je pogosto najbolj odvisno od velikosti zaplat, kot je v primeru pestrosti rastlinskih vrst (Mikk in Mander, 1995), malih sesalcev (Vieira in sod., 2009) in členonožcev (Duelli in Obrist, 2003) v gozdnih zaplatah kmetijske krajine. Nasprotno določene vrste niso odvisne od velikosti habitatnih zaplat, kot je to v primeru gozdne miši in gozdne voluharice, ki prebivata v manjših habitatnih zaplatah. Na ti dve vrsti imajo večji vpliv razdalje med habitatnimi zaplatami, gostota in povezanost mejic s habitatnimi zaplatami, kakovost habitata v zaplatah ter tip pridelka v okolici zaplat (Fitzgibbon, 1997).

Obširno raziskavo vpliva velikosti zaplat na gostoto populacij so naredili Bender in sod. (1998) z analizo 25 raziskav. Ugotovili so, da se robne vrste z večanjem velikosti zaplat zmanjšujejo, medtem ko se specialisti notranjega prostora povečujejo. Na generaliste, ki uporabljajo tako notranjost kot rob zaplat, velikost zaplat nima vpliva, ima pa vpliv

količina habitata v krajini. Notranje vrste so bolj podvržene zmanjšanju gostote pri drobljenju zaplat kot izgubi habitatne površine. Tudi robne vrste so manj pod vplivom zmanjševanja habitata. Notranje vrste so bolj pod vplivom izgube velikih zaplat, robne pa bolj pod vplivom izgube malih zaplat. Selitvene vrste so manj odvisne od zmanjševanja in drobljenja habitatov kot vrste, ki se ne selijo.

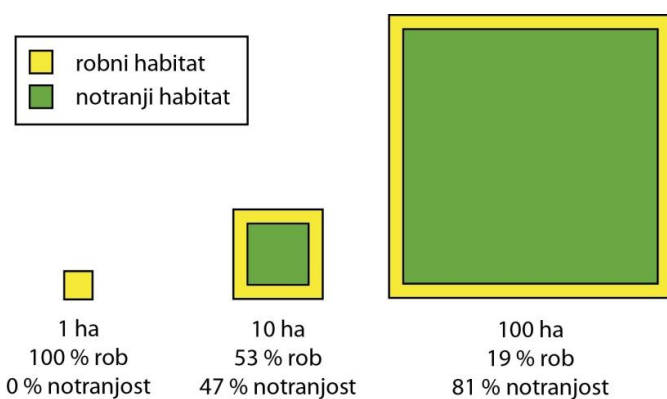
Oblika zaplat vpliva na delež robnih in notranjih habitatov. Bolj kot je oblika nepravilna, manjši je delež notranjega prostora in večji je delež robu (slika 1). Kompaktne oblike so učinkovite pri varovanju notranjih virov, ker varujejo notranje okolje. Zavite oblike povečujejo interakcije z okolico. Mrežaste oblike omogočajo večji pretok organizmov na večjih razdaljah (Forman, 1995). Podolgovate oblike lahko imajo več priseljevanja, kadar gre za krajše razdalje med zaplatami in za bolj neposredne prehode čez matico (Pfenning in sod., 2004). Nepravilne oblike lahko zmanjšajo populacije notranjih vrst za 10–100 %, odvisno od stopnje vpliva robu na vrsto. Oblika ima večji vpliv pri manjših kot večjih zaplatah, vendar se populacije lahko tudi pri velikih zaplatah zmanjšajo za 50–80 %, in sicer pri vrstah, ki so močno občutljive na vpliv robu. Znotraj zaplat se lahko pojavi več prostorsko ločenih jeder notranjega prostora, kar lahko predstavlja večjo omejitev pri vrstah, ki so močno občutljive na vpliv robu (Ewers in Didham, 2007).



Slika 1: Vpliv oblike zaplate na razmerje med robnim habitatom in notranjim habitatom zaplate. Širina robu je 50 m (Collinge, 1996: 67)

Širina robnega območja se lahko spreminja glede na usmeritev in lego habitatne zaplate. Collinge (1996) navaja iz različnih raziskav širok razpon vpliva robu pri gozdnih zaplatah, in sicer od 8 do 240 metrov. Razpon je najbolj odvisen od matice, katere vpliv je največji, kadar predstavlja za vrste težko okolje (Ewers in Didham, 2007).

Vpliv velikosti zaplate na razmerje med robnim habitatom in notranjim habitatom zaplate je prikazan na sliki 2. Širina robnega habitata 50 metrov pomeni pri enem hektarju veliki zaplati, da nima notranjega prostora, pri 10 ha zavzema 5,3 ha rob in 4,7 ha notranji del, pri 100 ha pa le 19 ha rob in 81 ha notranji prostor (Collinge, 1996).



Slika 2: Vpliv velikosti zaplate na razmerje med robnim habitatom in notranjim habitatom zaplate. Širina robu je 50 m (Collinge, 1996: 64)

Funkcije gozdnih robov v kmetijski krajini so odvisne predvsem od širine, strukture in kompozicije gozdnega robu. Gozdni robovi so bogati z vrstami, predvsem generalisti, ker so v njih tako vrste notranjosti kot okolice pa tudi vrste, ki živijo le v robovih (Fry in Sarlöv-Herlin, 1997). Predstavljajo pomemben habitat za naravne plenilce poljskih škodljivcev (Fry in Sarlöv-Herlin, 1997), po drugi strani pa se v njih pogosteje pojavljajo invazivne vrste (Ewers in Didham, 2007). Večja gostota grmovnic in dreves v robu bolj varuje notranjost gozda pred vetrom, svetlobo in dotokom materiala. Za ljudi so pogosto pomembni predvsem z estetskega vidika, lahko pa imajo tudi proizvodno funkcijo v smislu lokacij za božična drevesa in ostalo dekorativno drevnino ter plodove (Fry in Sarlöv-Herlin, 1997).

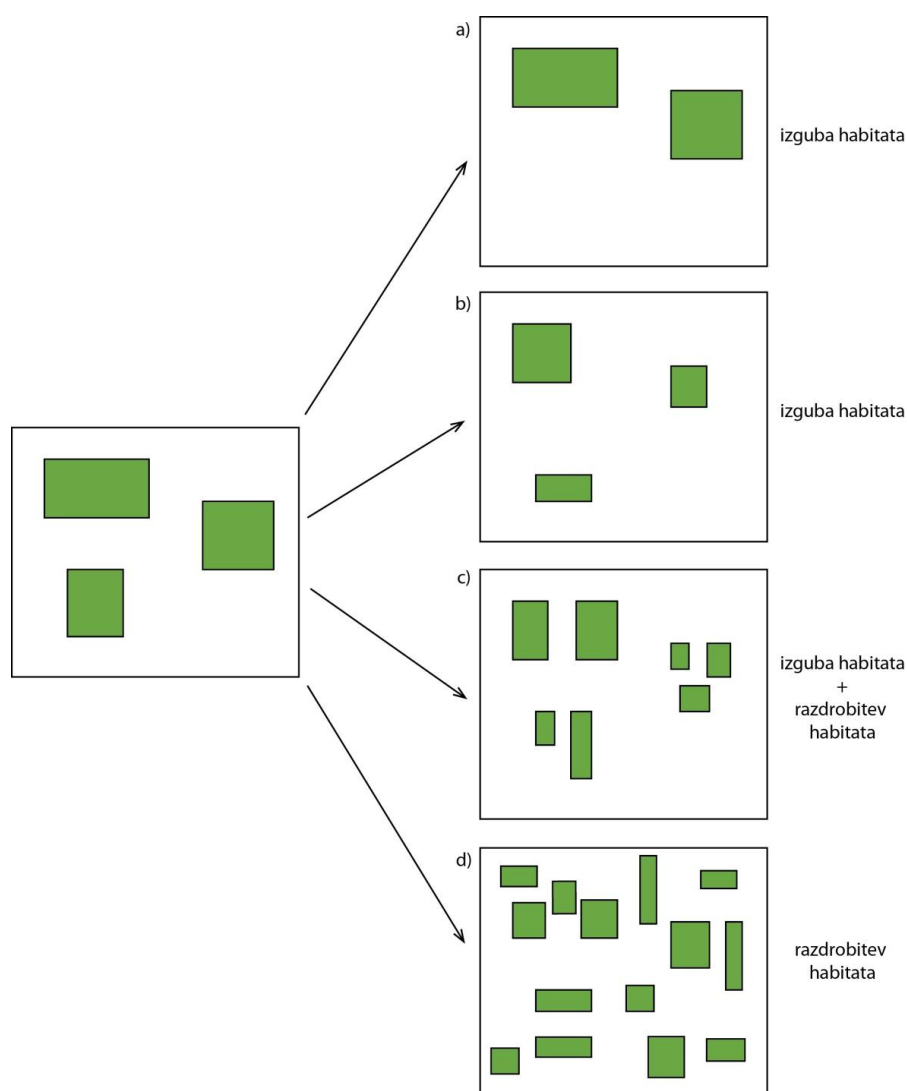
Pomembna lastnost habitatnih zaplat je lahko tudi starost. Starost in velikost neobdelanih površin v kmetijski krajini sta se namreč pokazali kot dva najpomembnejša dejavnika pri biološki kontroli škodljivcev (Thies in Tschardtke, 1999).

2.3 IZGUBA IN RAZDROBLJENOST HABITATA

V literaturi se pogosto ne loči izrazov izguba habitata (angl. *habitat loss*) in razdrobljenost habitata (angl. *habitat fragmentation*) oziroma se uporablja zelo različne definicije razdrobljenosti (Fahrig, 2003). Izguba habitata je, kadar se spremeni trenutna raba zemljišč v drugo rabo zemljišč, na primer krčitev zaplate gozda za namen urbanizacije ali kmetijstva. Razdrobljenost pomeni, da se neka celota razdrobi na več manjših kosov. Če nam krožnik pade na tla, se razdrobi na več manjših kosov, ki skupaj tvorijo enako veliko celoto. Pri razdrobitvi habitatov je večinoma prisotna tudi izguba habitata. Na primer, kadar cesta razdeli habitatno zaplato na dva dela, se zmanjša tudi skupna površina tega habitata. Da bi lahko govorili le o razdrobljenosti brez izgube habitata, bi morali izgubljeno površino nadomestiti drugje, kar lahko na primer storimo s t. i. nadomestnimi habitatmi (Kolarič, 2010). Na sliki 3 so prikazane različice izgube in razdrobitve habitata.

Z drobitvijo habitatnih zaplat se poveča število zaplat, zmanjša povprečna površina zaplat in poveča skupna dolžina robu zaplat (Rutledge, 2003). Manjšo površino zaplat in daljšo dolžino robu je Fahrig (2003) označila kot negativna vpliva razdrobljenosti. Pri zmanjševanju površine habitatnih zaplat lahko te postanejo premajhne za vzdrževanje populacije ali celo teritorija. Daljša dolžina robu vpliva na večje število prehajanj v matico, kar lahko vodi v večjo mortaliteto. Razdrobljenost pa lahko ima tudi pozitiven vpliv, kadar je z več manjšimi zaplatami omogočeno boljše skrivanje pred plenilci ali pa se na ta način skrajšajo razdalje do drugih habitatov, ki so tudi pomembni za obstanek določene vrste (Fahrig, 2003).

Merjenje razdrobljenosti zaplat je odvisno od definicije in merila zaplat, merilo zaplate pa je odvisno od merila raziskave. Z večanjem resolucije se zmanjša najmanjša velikost zaplat, posledično se lahko poveča število zaplat (Rutledge, 2003). Sprememba merila vpliva na številne kazalnike razdrobljenosti, zato je pomembno, da je pri primerjavah merilo enako (Šímová in Gdulová, 2012).



Slika 3: Različni prikazi izgube in razdrobljenosti habitata (zeleno – habitat, belo – matica). Izguba površine habitata se lahko odraža v izgubi celotne habitatne zaplate (a) ali le dela habitatne zaplate (b). Razdrobljenost habitata je lahko prisotna skupaj z izgubo površine habitata (c) ali brez izgube površine habitata (d) (prirejeno po Fahrig, 2003: 493)

2.4 KAZALNIKI ZA OCENO BIOTSKE PESTROSTI KRAJINE

Večinoma so se razvijali kazalniki za gozdnate krajine, manj za kmetijske krajine. Potencialni kazalniki biotske raznolikosti v gozdovih naj bi bili kombinacija zgradbe (zgradba sestojev, razvojna faza, vertikalna in horizontalna raznolikost sestojev, mrtva biomasa) in sestave (indikatorske vrste) (Ferris in Humphrey, 1999). V Veliki Britaniji so Dudley in sod. (2005) med kazalnike za trajnostno rabo gozdnate krajine uvrstili površino gozda s trajnostno rabo, proizvode iz gozda s trajnostno rabo, površino naravnih gozdov in

indikatorske vrste. V Avstriji so Geburek in sod. (2010) za oceno biotske pestrosti gozdov na ravni države predstavili indeks, sestavljen iz trinajstih kazalnikov, ki se v določenem časovnem obdobju merijo na stalnih vzorčnih ploskvah. Pri nas sta Papež in Černigoj (2008) predstavila kazalnike za oceno pomembnosti sestojev za ohranjanje biotske pestrosti v gozdni krajini na ravni krajine oziroma gozdnogospodarske enote, kamor sta uvrstila gozdne združbe in razvojne faze kot kazalnike prostorske sestave, tip gozdov kot kazalnik za zgradbo ter naravne motnje in človekove vplive kot kazalnika raznolikosti delovanja.

Med kazalnike za trajnostno rabo kmetijske krajine so v Veliki Britaniji Dudley in sod. (2005) uvrstili površino polj s trajnostno rabo, proizvode s kmetij s trajnostno rabo, površino naravnih površin v kmetijski krajini in indikatorske vrste. Pri nas so obširno metodo za ugotavljanje biotske pestrosti v kmetijski krajini predstavili Papež in sod. (1998). Temelji na naslednjih parametrih: površini gozdnega ostanka v hektarjih, dolžini zunanjega gozdnega roba v metrih, indeksu raznolikosti oblike IR, najkrajši razdalji do sosednjega gozdnega ostanka, površinskem deležu gozdnih združb, površinskem deležu sestojev robinije, ključnih in dominantnih vrstah ter ključnih biotopih in habitatih.

Velikokrat se za oceno biotske pestrosti krajine uporablja prostorske kazalnike, razvite v krajinski ekologiji, ki merijo razdrobljenost habitatov v prostoru. Ti kazalniki se v grobem delijo v tri skupine: kazalnike zgradbe, kjer se večinoma uporablja število in velikost habitatnih zaplat, kazalnike oblike, ki merijo kompleksnost zaplat, ter kazalnike razporeditve zaplat, ki merijo stopnjo povezanosti habitatnih zaplat oziroma njihovo izoliranost. Uporabljajo se na treh ravneh, ravni zaplate, ravni razreda in ravni krajine. Razvoj teh kazalnikov je šel vzporedno z razvojem krajinske ekologije, katere glavni namen je raziskovanje vplivov vzorcev na procese (Rutledge, 2003). Ti kazalniki so doživeli velik razmah z razvojem geografskih informacijskih sistemov in računalniških orodij, kot je na primer računalniško orodje FRAGSTAT (McGarigal, 2014), ki so omogočili hiter in enostaven izračun kazalnikov.

Prednost prostorskih kazalnikov je predvsem v tem, da ne potrebujejo obširnejših raziskav krajin in so večinoma enostavno določljivi na podlagi satelitskih ali letalskih posnetkov. Zato se pogosto uporabljajo za primerjavo ekoloških posledic različnih alternativnih načrtov ali za primerjavo različnih krajin med seboj in so lahko dober pripomoček pri

prostorskem načrtovanju. Njihova slabost je predvsem v širokem naboru kazalnikov in lokalno omejenih raziskavah brez splošnih usmeritev, kateri nabor kazalnikov naj se uporabi v postopkih prostorskega načrtovanja v praksi (Walz, 2011). Corry in Nassauer (2005) sta opozorila, da prostorski kazalniki ne odražajo vedno ekoloških procesov. Pri raziskavah habitatov malih sesalcev, kjer so bile manjše habitatne zaplate kakovostnejše od velikih habitatnih zaplat, sta ugotovila, da čeprav so kazalniki ločili prostorske vzorce, niso bili dosledni pri merjenju kakovosti habitatov.

2.5 POVEZANOST HABITATNIH ZAPLAT

Študije razdrobljenosti krajine so se razvile iz dveh klasičnih smeri, otoške biogeografije (MacArthur in Wilson, 1967, cit. po Ricketts, 2001) in metapopulacijske teorije (Hanski, 1998). Obe teoriji dojemata matico okoli habitatnih zaplat kot homogen prostor, tako kot je v primeru otokov na morju. Habitatne zaplate na kopnem pa so veliko bolj povezane z matico kot otoki z morjem (Ricketts, 2001). Preprosti metapopulacijski modeli so pogosto osnovani le na velikosti in izoliranosti habitatnih zaplat, vendar ti dve lastnosti nista zadosten pokazatelj populacijske dinamike, kadar se kakovost habitatnih zaplat spreminja neodvisno od velikosti (Walker in sod., 2003) ali kadar ima okoliška matica zaradi heterogenosti velik vpliv na povezanost habitatnih zaplat (Bender in Fahrig, 2005; Walker in sod., 2003). Zato pogosto uporabljen in enostaven kazalnik izoliranosti zaplat evklidska razdalja do najbližjega sosedu večkrat ne pokaže nobenega vpliva izolacije na populacije (Kindvall, 1996; Mikk in Mander, 1995). Izolacija habitatnih zaplat tudi nima vpliva pri vrstah, ki so slabo mobilne. Pri takih vrstah sta pomembni le velikost in kakovost habitatnih zaplat (Poniatowski in Fartmann, 2010). Kljub temu sta velikost in stopnja izolacije v določenih primerih lahko najboljša pokazatelja stanja populacije, kot je to v primeru majhnih gozdnih sesalcev v Braziliji (Vieira in sod., 2009).

V več raziskavah se je izkazalo, da je dominanten dejavnik obstoja določene vrste celotna površina habitata ne glede na razporeditev zaplat. Ko skupna količina habitata v krajini pade pod 50 % (Crouzeilles in sod., 2014; Flather in Bevers, 2002) oziroma po poročanju Andrena (1994) pod 30 %, postane razporejenost zaplat enako pomembna kot količina habitata.

Koncept povezanosti habitatov omogoča razumevanje in merjenje prepletenih ekoloških posledic izgube in drobljenja habitata (Laita in sod., 2011). Vrste lahko zelo različno dojemajo povezanost iste krajine, odvisno od njihove sposobnosti prehajanja. Kar je za neko vrsto povezano, ni nujno povezano tudi za drugo vrsto (Bunn in sod., 2000).

Ločiti je treba funkcionalno in strukturno povezanost. Slednja proučuje le, kako so elementi krajine povezani med seboj, funkcionalna povezanost pa upošteva vedenje organizmov glede na različne elemente krajine. Čeprav je krajina strukturno povezana, to še ne pomeni, da je tudi funkcionalno. Na primer, kljub koridorju med dvema zaplatama ga vrste ne morejo uporabljati, ker je lahko predolg ali kako drugače ne ustreza vrsti. Dve prostorsko ločeni habitatni zaplati pa sta lahko funkcionalno povezani brez vmesnega koridorja, ker lahko vrste brez problema prehajajo čez matico (Tischendorf in Fahrig, 2000).

Dolžine razdalj med habitatnimi zaplatami so se pogosto izkazale za pomemben dejavnik pri prehajanju vrst med habitatnimi zaplatami. Baguette in sod. (2000) so pri proučevanju več vrst metuljev ugotovili, da daljše razdalje med habitatnimi zaplatami vplivajo na manjšo verjetnost prehajanja in na manjše število premikajočih se metuljev. Pri simulacijah premikov hroščev in terenskih testih, ki sta jih izvedla Goodwin in Fahrig (2002), je bila dolžina razdalj med habitatnimi zaplatami odločilen dejavnik pri njihovi povezanosti. Tudi vrste, ki so sposobne prečkati zelo dolge razdalje, kot so na primer ptice selivke, pri postankih pogosteje prehajajo med habitatnimi zaplatami, kadar so razdalje med njimi krajše. Na ta način ohranjajo energijo (Farmer in Parent, 1997).

Razvili so se številni kazalniki za merjenje povezanosti, ki jih lahko v grobem delimo v tri skupine: kazalniki zgradbe, potencialni kazalniki in trenutni kazalniki. Kazalniki zgradbe so izpeljani le iz fizičnih lastnosti, kot so velikost, oblika in lokacija, ne vsebujejo pa podatkov o zmožnosti prehajanja. Mednje spadajo razdalje do najbližjega sosedu (angl. *nearest neighbor distance*), kazalniki prostorskih vzorcev (angl. *spatial pattern indices*) in nagib merila površine (angl. *scale-area slope*). Potencialni kazalniki vsebujejo tako fizične lastnosti kot osnovne podatke o zmožnosti prehajanja neke vrste, da s tem napovejo, kako dobro bo neka krajina ali zaplata povezana za določeno vrsto. Mednje spadajo kazalniki iz teorije grafov (angl. *graph-theoretic*), kazalniki polmera vplivnega pasu (angl. *buffer radius*) in kazalniki funkcije razširjenosti (angl. *incidence function metrics*). Aktualni

kazalniki se nanašajo le na dejanske podatke meritev spremljanj prehodov vrste iz in v zaplate. Mednje spadajo opazovano izseljevanje (angl. *observed emigration*), priseljevanje (angl. *immigration*) in stopnja razpršenosti (angl. *dispersal rates*) (Calabrese in Fagan, 2004).

V zadnjem desetletju se največ raziskav o povezanosti habitatnih zaplat opira na matematično teorijo grafov oziroma iz nje razvite mrežne teorije. Ta omogoča identifikacijo ključnih elementov krajine in merjenje njihovega prispevka k celotni povezanosti krajine, tako habitatnih zaplat, koridorjev in stopnih kamnov, ki predstavljajo vozlišča, povezave med njimi pa poti (Baranyi in sod., 2011). Do sedaj so na osnovi teorije grafov razvili številne kazalnike za oceno povezanosti krajin in habitatov, Rayfield in sod. (2011) jih navajajo več kot 60. Številni med njimi se prekrivajo, za nekatere vidike povezanosti jih je več, spet drugi vidiki so bolj pomanjkljivo obravnavani (Rayfield in sod., 2011).

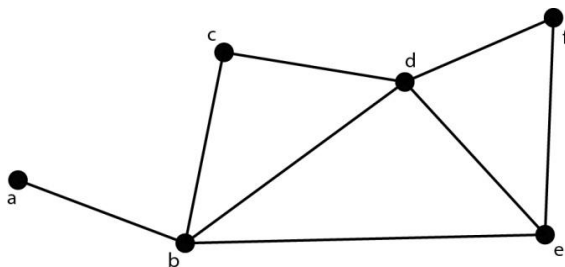
2.5.1 Osnove teorije grafov

Eulerjev članek o sedmih königsberških mostovih, objavljen leta 1736 v delu *Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis* (Rešitev problema, povezanega z geometrijo lege), velja za prvo delo, kjer se je avtor problema lotil na podlagi teorije grafov (Wilson in Watkins, 1997). Teorija grafov se je nato razvijala na številnih področjih, od naravoslovnih, socioloških znanosti do tehnike in matematike (Urban in sod., 2009). V nadaljevanju predstavljena teorija grafov je povzeta po Wilson in Watkins (1997) in Urban in Keitt (2001).

Graf G sestavlja množica elementov, poimenovana točke grafa ali vozlišča grafa $V(G)$, in seznam parov teh elementov, ki jih imenujemo povezave grafa ali robovi $E(G)$. Vsaka povezava $e = v_i v_j$ povezuje vozlišči v_i in v_j , ki sta krajišči povezave e . Graf G lahko opišemo s seznamom vozlišč $\{v\}$ in povezavami $\{e\}$. Pogosto se ga predstavi slikovno v obliki diagrama (Slika 4).

Sprehod med vozliščema v_0 in v_n je zaporedje vozlišč $v_0, v_1, \dots, v_n$ in povezav med njimi. Pri enostavnem sprehodu ali sledi so vse povezave sprehoda različne, vozlišča se lahko ponovijo. Kadar so v enostavnem sprehodu vsa vozlišča različna, se to imenuje pot.

Sklenjen sprehod ali obhod je zaporedje povezav, kjer začetno in končno vozlišče sovpadata ($v_0 = v_n$). Če so vse povezave obhoda različne, potem ga poimenujemo enostavni obhod ali sklenjena sled. Če so v obhodu vse povezave in vsa vozlišča različna (razen $v_0 = v_n$), potem ga imenujemo cikel.



Slika 4: Primer grafa, ki se opiše s seznamom $m = 6$ točk $\{a,b,c,d,e,f\}$ in $n = 8$ povezav $\{ab, bc, be, bd, cd, de, df, ef\}$ (Urban in Keitt, 2001: 1206)

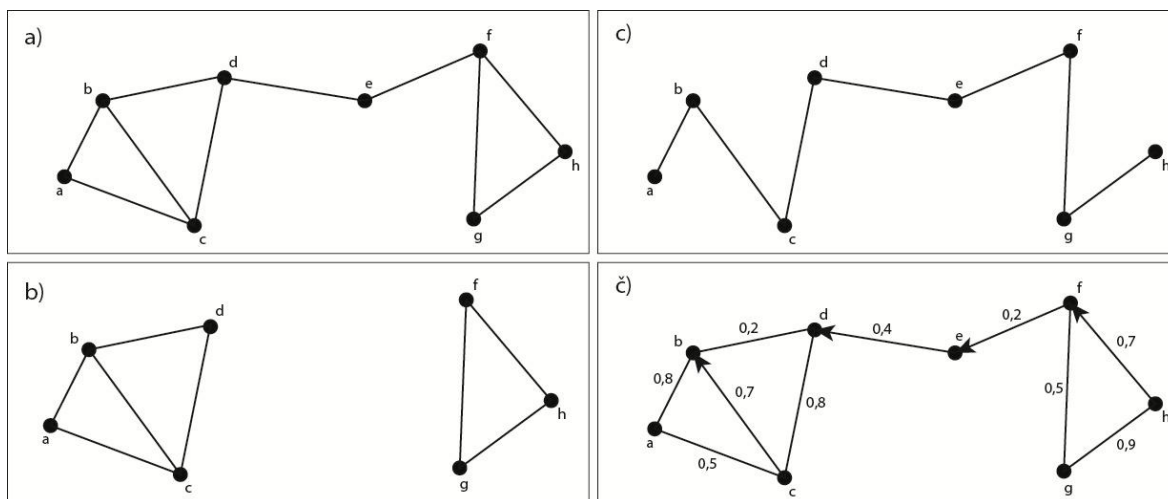
Graf G je povezan (slika 5a), kadar je vsako vozlišče dosegljivo od drugega vozlišča, sicer je nepovezan. Nepovezan graf razpade na nekaj povezanih podgrafov, ki jih imenujemo komponente grafa (slika 5b). Povezan graf brez ciklov imenujemo drevo (slika 5c). Podgraf povezanega grafa G , na katerem so vsa vozlišča grafa in je drevo, se imenuje vpeto drevo. Povezave drevesa imenujemo veje. Kadar ima vpeto drevo najkrajšo skupno pot v grafu G , ga imenujemo najmanjše vpeto drevo. Pot na sliki 4, opisana s povezavami ab, bc, cd, df, fe , je najmanjše vpeto drevo. Najmanjša vpeta drevesa omogočajo enostavno vizualizacijo topologije grafa.

Povezanost po točkah $\kappa(G)$ povezanega grafa G je najmanjše število vozlišč, brez katerih graf postane nepovezan. Vozlišče, brez katerega graf postane nepovezan, se imenuje prerezno vozlišče, kot je na primer vozlišče e na sliki 5a. Povezanost po povezavah $\lambda(G)$ povezanega grafa G je najmanjše število povezav, brez katerih postane graf G nepovezan. Povezava, brez katere graf ni več povezan, se imenuje most, kot sta na primer povezavi de in ef na sliki 5a. Premer grafa je dolžina najdaljše poti v grafu, kjer je razdalja med posamičnimi vozlišči najkrajša možna. Notranji obseg ali ožina grafa je dolžina najkrajšega cikla v grafu.

Povezave v grafu lahko imajo podane vrednosti povezav, imenovane uteži. Graf z uteženimi povezavami se imenuje utežen graf ali omrežje (slika 5č). Za vsak sprehod v

grafu se lahko izračuna njegova dolžina, ki je vsota uteži vseh povezav v sprehodu. Kadar graf ni utežen, je dolžina sprehoda podana s številom povezav v sprehodu.

Povezave med dvema vozliščema lahko potekajo v obe smeri ali pa so usmerjene in potekajo le v eni smeri (slika 5č). Tak graf imenujemo usmerjen graf ali digraf.



Slika 5: Različni primeri grafov: a) Povezan graf s cikli (primer cikla: vozlišča f, g, h). Vozlišče e je prerezno vozlišče, povezavi de in ef sta mostova. b) Nepovezan graf z dvema podgrafoma (komponenti). c) Graf drevo. d) Utežen graf, kjer imajo povezave podane uteži. Povezave cb, ed, fe, hf so usmerjene

Figure 9: Various examples of graphs: a) A connected graph with cycles (e.g. cycle: nodes f, g, h). Node e is a cut-node; links de and ef are cut-links. b) An unconnected graph with two subgraphs (components). c) Spanning tree. d) Weighted graph, where links have weights. Links cb, ed, fe, hf have a direction

Klasični diagrami prikazujejo vozlišča grafa kot točke. Pri prostorskih grafih so vozlišča dvodimenzionalne habitatne zaplate s točno lokacijo, površino in obliko (Fall in sod., 2007). Glavne razlike med klasičnimi in prostorskimi diagrami so podane na sliki 6. Povezave lahko potekajo iz središča vozlišč ali pa od roba do roba vozlišč (Fall in sod., 2007).

	Klasični diagrami		Prostorski diagrami	
Vozlišča	Točka brez dimenzije Poljubna lokacija		Dvodimenzionalne zaplate Prostorsko določena lokacija	
Povezave	Enodimenzionalna linija Uteži določene posebej		Enodimenzionalna linija Prostorsko določene poti Geometrične uteži (evklidska ali stroškovna)	

Slika 6: Glavne razlike med klasičnimi in prostorskimi diagrami (Fall in sod., 2007: 449)

2.5.2 Povezanost habitatnih zaplat na podlagi teorije grafov

Graf omogoča združitev populacijskih procesov s prostorskimi vzorci in oboje poveže z merami povezanosti tako na ravni krajine kot posameznih zaplat (Urban in Keitt, 2001). Analiza povezanosti habitatnih zaplat z uporabo metod teorije grafov omogoča oceno funkcionalne povezanosti tako na ravni celotne mreže kot na ravni posamezne zaplate. Slednjo se pogosto imenuje prioritizacija oziroma rangiranje zaplat, saj se uporablja za iskanje najpomembnejših zaplat znotraj mreže (Laita in sod., 2011). S tem lahko bolje usmerjamo izgubo habitatov, da je vpliv na njihovo povezanost čim manjši (Bunn in sod., 2000). Zetterberg in sod. (2010) so na primeru žab na Švedskem uspešno izločili habitatne zaplate, ki so pomembne povezovalne zaplate med ostalimi habitatnimi zaplatami.

Bunn in sod. (2000) so uporabili metodo povezanosti habitatnih zaplat na podlagi teorije grafov pri dveh vrstah z različnimi sposobnostmi prehajanja med habitatnimi zaplatami. Na ta način so dobili rezultate za različna merila. Ugotovili so, da je povezanost močno odvisna od najdaljše možne razdalje prehajanja.

V Belgiji so vpliv linijskih drevnin na efektivne razdalje med gozdnimi zaplatami raziskovali Adriaensen in sod. (2003) na primeru kmetijske krajine z večjimi gozdnimi kompleksi na severni in južni strani območja. Ugotovili so, da se efektivna razdalja v primeru odstranitve vseh linijskih drevnin poveča za 8,5 %.

Za oceno celotne povezanosti krajine med različnimi časovnimi obdobji ali različnimi prihodnjimi scenariji razvoja so Saura in sod. (2011) naredili raziskavo povezanosti evropskih gozdov na ravni pokrajin za obdobje od 1990 do 2000, tako da so merili spremembe v površini gozda ter spremembe v prepustnosti matice.

Zetterberg (2011) je v svoji doktorski disertaciji s pomočjo teorije grafov ugotavljal vplive različnih načrtovanih scenarijev razvoja. Mazaris in sod. (2013) so podobno preverjali učinkovitost omrežja Nature 2000 za štiri vrste ptičev glede na trenutno in prihodnjo povezanost habitatnih zaplat.

Potek izdelave grafov pri analizah povezanosti habitatov so v sedmih korakih strnili Galpern in sod. (2011). Prikazani so v preglednici 2.

Preglednica 2: Sedem korakov pri izdelavi grafa na osnovi zaplat (Galpern in sod., 2011: 49)

Konstrukcijski koraki z različicami		Tipični razlogi za uporabo določene različice
1.	Izbira geometrije zaplate	
a)	Zaplate kot točka	Središča zaplat ustrezno predstavljajo prostorsko razporeditev zaplat.
b)	Dvodimenzionalne zaplate	Središča zaplat slabo predstavljajo prostorsko razporeditev zaplat. Merilo študije zahteva omejitve povezav na njihov potek od meje do meje zaplat.
2.	Izbira uteži zaplate	
a)	Zaplate brez uteži	Analiza se osredotoča le na topološko razporeditev povezanih zaplat. Kazalniki povezanosti ne vsebujejo spremenljivke zaplat.
b)	Zaplate z utežmi	Analize poleg topološke razporeditve skupin zaplat upoštevajo njihove biološke ali krajinske lastnosti. Kazalniki povezanosti vsebujejo spremenljivke zaplat.
3.	Izbira geometrije povezav	
a)	Evklidske povezave	Matica je za vrste enolična. Premiki vrst so v povprečju najbolj enaki neposrednim potem.
b)	Stroškovne povezave	Matica za vrste ni enolična. Premiki vrst so v povprečju najbolj enaki potem najmanjših stroškov. Na voljo so podatki za osnivanje stroškovne ploskve za izračun poti najmanjših stroškov.
c)	Strukturne povezave	Vrste pri premikih uporabljajo vidne krajinske strukture.
4.	Izbira opisa povezav	
a)	Povezave kot razdalje	Verjetnost premikov je ustrezno modelirana z uporabo geografskih razdalj ali stroškov, ki predstavljajo geografske razdalje (efektivne razdalje).
b)	Povezave kot migracijski modeli	Verjetnost premikov je izboljšana z uporabo spremenljivk organizmov, populacij ali krajine, ki napovedujejo migracijske premike kot funkcijo razdalje. Na voljo so podatki za osnivanje migracijskega modela.
c)	Povezave kot tok	Verjetnost premikov je izboljšana z uporabo populacijskih ali krajinskih spremenljivk sosednjih zaplat kot funkcija razdalje. Zaplate imajo uteži.
5.	Izbira tipa povezav	
a)	Neutežene in neusmerjene povezave	Kazalniki povezanosti vključujejo prisotnost ali odsotnost povezave med zaplatami.

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Konstrukcijski koraki z različicami		Tipični razlogi za uporabo določene različice
b)	Utežene in neusmerjene povezave	Kazalniki povezanosti vključujejo lastnosti povezave, ki opisujejo moč povezave med zaplatami. Graf je izdelan z eno povezavo, naslednja spremenljivka je dodana za potrebe analize.
c)	Neutežene in usmerjene povezave	Kazalniki povezanosti vključujejo smer povezave med zaplatami.
d)	Utežene in usmerjene povezave	Kazalniki povezanosti vključujejo smer in moč toka povezave med zaplatami. Graf je izdelan z eno povezavo, naslednja povezava je dodana za potrebe analize.
6.	Izbira približnosti grafa	
a)	Točen graf	Običajno uporabljen.
b)	Približen graf	Približen graf je uporabljen za lažjo predstavitev na karti ali ker preveliko število povezav naredi celoten graf neuporaben za analizo. Približen graf ne ogroža analize.
7.	Izbira meje povezav	
a)	Graf sestavljen pri eni, nekaj ali številnih mejah povezav	Običajno uporabljen.
b)	Brez meje povezav	Uporabljene so utežene in/ali usmerjene lastnosti povezave. Kazalniki povezanosti vsebujejo uteži in/ali smer povezav.

3 RAZISKOVALNO OBMOČJE IN METODE DELA

3.1 PREDSTAVITEV RAZISKOVALNEGA OBMOČJA

3.1.1 Določitev območja

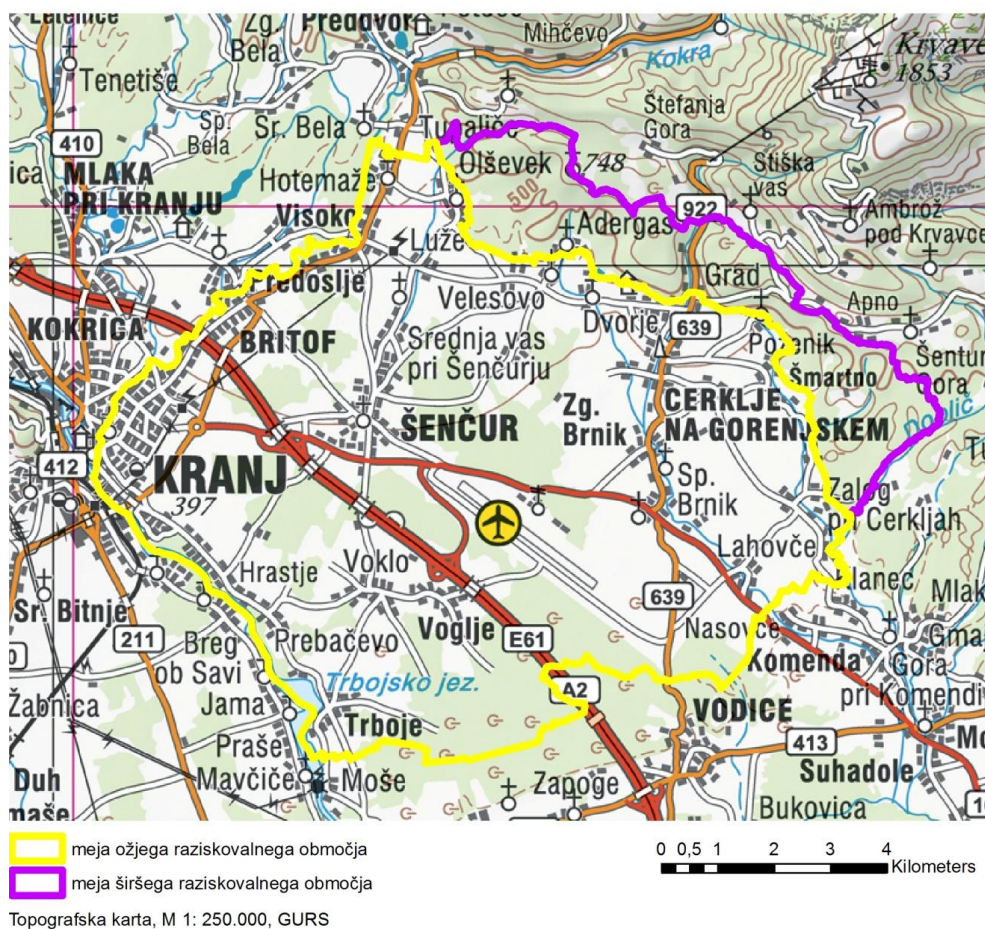
Za območje raziskave smo izbrali del Kranjskega polja, ki spada v ravninski del GGE Cerklje (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010). Območje spada v kmetijsko oziroma kmetijsko-primestno krajino, na katero imata močan vpliv intenzivno kmetijstvo (Brancelj Rejec, 2001) in urbanizacija. Slednja se odraža v večjem številu naselij z mestom Kranj. Večji vpliv na ta prostor imata tudi slovensko največje letališče, letališče Jožeta Pučnika Ljubljana, in gorenjska avtocesta.

Območje sega na področje treh občin, in sicer mestne občine Kranj, občine Šenčur in občine Cerklje na Gorenjskem, ter v grobem obsega 22 katastrskih občin, od katerih jih je 15 v celoti v ravninskem svetu (Britof, Primskovo, Klanec, Huje, Čirče, Hrastje, Visoko, Luže, Šenčur, Voglje, Trboje, Lahovče, Spodnji Brnik, Zgornji Brnik in Cerklje), sedem pa delno v ravninskem in delno v gričevnatem svetu (Olševke, Velesovo, Češnjevke, Grad, Pšata, Šmartno in Zalog). Gričevnati svet spada, za razliko od nižinskih predelov, v gozdnato krajino, kjer prevladujejo gozdne površine, in se precej razlikuje od ravninskega sveta. Zato smo kot glavno območje raziskave izbrali le nižinske predele vseh 22 katastrskih občin s površino 8.887,10 ha oziroma 88,87 km². V grobem smo mejo raziskovalnega območja določili po mejah katastrskih občin. Na vzhodu in severu območja, kjer katastrske občine prehajajo v gričevnat svet, smo mejo območja namesto po meji katastrske občine določili po gozdni maski. Na zahodnem delu območja, kjer meje katastrskih občin sledijo staremu poteku strug reke Kokre in Save, smo mejo območja določili glede na sedanjo lego strug, tako da poteka po sredini obeh rek.

Gozdne zaplate na območju raziskave so lahko pomembne tudi kot povezave med gozdnimi zaplatami zunaj območja raziskave. Neupoštevanje gozdnih zaplat zunaj območja nam lahko poda popačeno sliko pri raziskavi povezanosti gozdnih zaplat in iskanju najpomembnejših povezovalnih zaplat. Neka na videz nepomembna obrobna zaplata je lahko pomemben povezovalni element z zaledjem. Zahodna meja območja poteka po dveh večjih rekah, ki mnogim vrstam predstavljata večjo prepreko, zato površine

naprej proti zahodu nimajo večjega pomena. Na jugu večina meje poteka približno po sredini večje gozdne zaplate. Na severu in vzhodu se meja območja zaključuje s kmetijskimi in urbanimi površinami, ki se stikajo z obsežnimi gozdnimi površinami v gričevnatem in gorskem svetu. Zato smo za potrebe raziskave povezanosti gozdnih zaplat vključili tudi del gozdnih površin v zaledju, in sicer smo sledili kar mejam katastrskih občin, ki delno ležijo v ravninskem, delno pa v gričevnatem svetu. Na ta način smo dobili mejo širšega raziskovalnega območja, ki je za 1.536,55 ha večje od osnovnega ožjega območja ter meri 10.423,65 ha oziroma 104,24 km².

Na sliki 7 sta prikazani meji ožjega in širšega raziskovalnega območja. Podrobnejše analize prostora z gozdnimi zaplatami in drevnino ter določitev mreže najpomembnejših gozdnih zaplat smo izvedli na ožjem raziskovalnem območju, ki predstavlja kmetijsko krajino, analizo povezanosti gozda in drevnine pa na širšem raziskovalnem območju.



Slika 7: Pregledna karta ožjega in širšega raziskovalnega območja

Figure 7: Map of narrower and extended study area

3.1.2 Zgodovina območja

Kranjsko polje je bilo naseljeno že v prvem tisočletju pred našim štetjem z ilirsko-keltskim prebivalstvom. Rimljani so to območje naselili v dobi cesarja Avgusta. Ob sotočju Save in Kokre so zgradili vojaško postojanko *Carnium*, iz katere se je kasneje razvilo mesto Kranj. Rimljanom je ta prostor služil le zaradi transportnih poti, večjega zanimanja pa zaradi pomanjkanja naravnih bogastev na tem območju ni bilo. Območje so po padcu zahodnorimske države zavzeli Goti in pozneje Langobardi, ki so se proti koncu 6. stoletja pred Obri in Slovani umaknili v Italijo. Slovanska in obrška plemena so se ukvarjala pretežno z živinorejo. Živel so v bratskih skupnostih in so uživali nerazdeljeno zemljo. S koncem 8. stoletja, v dobi Karla Velikega, so območje prevzeli Nemci, ki so si pokorili slovanska in obrška plemena. Nemci so utrdili strateško pomembne točke z naselitvijo bavarskih kmetov, imenovanih gradiščani. Nemški vladarji so del ozemlja podarili revnim plemiškim rodovom in visokim cerkvenim dostojanstvenikom. Zemljiški gospodje so za služabnike vzeli tudi slovensko prebivalstvo, ki so mu dali službena zemljišča. Tako je nastal sloj manjših zemljiških gospodov oziroma vitezov slovenskega rodu. Z delitvijo zemljišč so v vaseh uredili viteška bivališča. Iz 12. in 13. stoletja so znani viteški rodovi iz Olševka, Hotemaž, Visokega, Šenčurja in Vogelj. V 14. in 15. stoletju so viteški rodovi postopoma propadli, njihove posesti pa so prešle v roke cerkvenih ustanov. S propadom fevdalnega sistema so zemljišča prešla v last podložnikov in se začela drobiti na manjše parcele. S koncem 19. stoletja je živinoreja močno nazadovala. Zaradi razvoja proizvodnje žaganega lesa je večji pomen dobilo gozdarstvo, najpomembnejša drevesna vrsta je postala smreka. Vsa manj donosna zemljišča so nasadili s smrekovimi monokulturami (Gozdnogospodarski načrt ..., 1970).

V letu 1900 so začeli razmišljati o železniški povezavi Kranj–Celje, ki bi potekala mimo Cerkelj na Gorenjskem in Kamnika, vendar je prva svetovna vojna nekoliko ustavila dela na zamisli. Po vojni so se pojavile prve ideje o letališču ob progi v bližini Brnika ali Cerkelj na Gorenjskem. Železnica zaradi izgradnje železnice Kamnik–Ljubljana nikoli ni bila uresničena, v letu 1952 pa so začeli z gradnjo letališča (Puhar, 2000). Konec leta 1963 se je tako odprlo novo letališče Brnik, sedaj imenovano letališče Jožeta Pučnika Ljubljana. V letu 1969 so uvedli dodatne linije, tudi tovornega prometa, ki so omogočale hitrejši gospodarski razvoj okolice letališča. Letališče je večje spremembe doživelo v letu 1990 s

povečanjem letališke ploščadi za 35.000 m², v letih 1992 in 1993 pa so razširili še potniški terminal za 2.000 m². V letu 2005 sta bila sprejeta dva prostorsko-izvedbena akta, in sicer lokacijski načrt za prestavitev glavne ceste in prostorsko-ureditveni pogoji območja ob letališču, ki sta omogočila nadaljnje povečanje letališča in s tem tudi njegov nadaljnji razvoj. V letu 2006 se je tako razširila parkirna ploščad za letala za 6.000 m², v letu 2009 pa so za 40.000 m² razširili letališko ploščad (Zgodovina letališča ..., 2014).

Obravnavano območje seka gorenjska avtocesta, ki so jo zgradili leta 1984. Nova prometna žila je povzročila intenzivnejši razvoj in gradnjo poslovnih, industrijskih, obrtnih in stanovanjskih con. Dodaten urbanističen razvoj je po osamosvojitvi pospešila delitev občine Kranj na občini Šenčur in Cerklje na Gorenjskem ter mestno občino Kranj, ki je pomenila večji pritisk na ravninske gozdove v okolici naselij in prometnic (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

3.1.3 Fitogeografska opredelitev območja

Območje spada pod Ljubljansko kotlino, ki se je v oligocenu in miocenu ob prelomih pogrezala, naplavine pa so jo zasipale. Nižino so v pleistocenu pomembno preoblikovale tekoče vode izpod talečih se gorskih ledenikov (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010). Tla na mlajšem in starejšem zasipu (konglomerat in prod) so plitve do srednje globoke rendzine in rjava pokarbonatna tla. Na takih tleh se v glavnem pojavljata le dve gozdni združbi: *Querco-Carpinetum typicum* in na zakisanih tleh *Querco-Carpinetum luzuletosum*. Na aluvialnih nanosih so ob vodnih tokovih sivorjava humuzna tla. Pod vplivom visoke talne vode so se na glinastih nanosih razvila sivorjava oglejena tla. Ta rastišča poraščajo *Querco-Carpinetum oreopteretosum*, *Robori-Carpinetum* in *Alnetum glutinosae* (Gozdne združbe ..., 1979; Gozdne združbe ..., 1980).

Bolj kot pridobivanje lesa je bilo v ravninskih gozdovih za kmete pomembno steljarjenje. S košnjo stelje so se gozdovi močno degradirali, stanje pa je poslabšalo tudi pospeševanje smreke, ki je ponekod oblikovala čiste monokulture. Najpogostejša drevesna vrsta ravninsko hrastovo-gabrovih gozdov je bil drugače hrast. Beli gaber je bil v večji meri izsekan, ker močno zasenči tla in onemogoča bujen razvoj svetloljubnih rastlin, ki so jih kosili za steljo živini. Rdeči bor v ravninskem delu tvori lastno združbo na diluvialnih ilovicah in miocenskih peščenjakih. S pomočjo človeka se je bor zaradi steljarjenja zelo

razširil na račun hrastovo-gabrovih gozdov. Na teh rastiščih rdeči bor tvori stadije bodisi samostojno ali v kombinaciji z drugimi drevesnimi ali grmovnimi vrstami (Gozdne združbe ..., 1979; Gozdne združbe ..., 1980).

Skoraj dve tretjini gozdov ožjega raziskovalnega območja spada pod hrastovo – gabrove gozdove, s prevladujočo združbo *Querco – Carpinetum lusuletosum* (preglednica 3). Tretjina gozdov spada med borove gozdove, s prevladujočo združbo *Vaccinio – Pinetum typicum*. Ostale gozdne združbe se pojavljajo na le 1,2 % gozdnih površin.

Preglednica 3: Deleži gozdnih združb na ožjem raziskovalnem območju (digitaliziran grafičen sloj kart gozdnih združb iz let 1979 in 1980: Gozdne združbe ..., 1979; Gozdne združbe ..., 1980)

Gozdna združba	Delež
	%
<i>Blechno – Fagetum typicum</i> Kisloljubni bukov gozd z rebrenjačo	0,3
<i>Querco – Carpinetum lusuletosum</i> Nižinski gozd gradna in belega gabra z belkasto bekico	58,7
<i>Querco – Carpinetum typicum</i> Nižinski gozd gradna in belega gabra	6,4
<i>Querco – Ostryerum</i> Gozd hrasta puhovca in gabrovca	0,3
<i>Robori – Carpinetum</i> Gozd doba in belega gabra in ozkolistnega jesena	0,2
<i>Salici Populetum</i> Združba topolov in vrb	0,4
<i>Vaccinio – Pinetum molinietosum</i> Acidofilni borov gozd, oblika s stožko	7,3
<i>Vaccinio – Pinetum typicum</i> Acidofilni borov gozd	26,3

3.1.4 Podnebne značilnosti območja

Podnebje enote je pod vplivom podnebja v Ljubljanski kotlini in podnebnih razmer Kamniških Alp predalpsko celinsko. Značilna so večja dnevna in letna temperaturna nihanja, v jeseni se pogosto pojavlja megla (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010). Povprečna letna temperatura zraka je 9 °C, povprečna januarska temperatura zraka se giblje od –2–0 °C, povprečna julijska pa od 18–20 °C. Letno v povprečju pade 1.400–1.600 mm padavin (Atlas okolja, 2013). Padavine so razporejene preko vsega leta.

Padavinski maksimum je pozno pomladi in pozno jeseni (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

3.1.5 Hidrološke razmere

Površinskih vodotokov je na obravnavanem območju malo. Največja vodotoka sta reki Kokra in Sava, ki tečeta po zahodni meji območja. Osrednji del obravnavanega območja je zaradi močnega zasipanja Save v preteklosti brez voda (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010). Na vzhodnem delu območja sta potok Reka s pritokoma Ušica in Češnjevica, ki ima povirje na jugozahodnih pobočjih Krvavca, ter potok Pšata, ki izvira v vasi Pšata na prehodu ravnine v predalpski svet. Pšata dobiva iz silikatnih obronkov Krvavca manjše pritoke Šmidol, Kamnek in Doblič. Na severnem delu pod Štefanjo goro pritečeta potoka Olševnica, ki ponikne pred Šenčurjem, in Ragušnica, ki se pri Praprotni polici izgubi oziroma ponikne v tla (Gozdne združbe ..., 1979). Nad jezo hidroelektrarne Mavčiče je akumulacijsko jezero, v Adergasu in Češnjevku pa dva bajerja (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

3.1.6 Poselitev in prebivalstvo

Znotraj obravnavanega območja so celotna občina Šenčur, ravninski del občine Cerklje na Gorenjskem in manjši del mestne občine Kranj. Največje naselje je mesto Kranj, sledita naselji Šenčur in Cerklje na Gorenjskem, okoli katerih je večje število večjih in manjših naselij.

Občina Cerklje na Gorenjskem meri 78 km² in se po površini uvršča na 86. mesto med slovenskimi občinami. Sredi leta 2012 je imela približno 7.250 prebivalcev, od tega približno 3.600 moških in 3.650 žensk. Po številu prebivalcev se je med slovenskimi občinami uvrstila na 72. mesto. Na kvadratnem kilometru površine občine je živel povprečno 93 prebivalcev, kar pomeni manjšo gostoto naseljenosti kot v celotni državi. Med delovno sposobnim prebivalstvom je bilo približno 61 % delovno aktivnih, kar je več od slovenskega povprečja (57 %). Med aktivnim prebivalstvom občine je bilo v povprečju 6,9 % registriranih brezposelnih oseb, to je manj od povprečja v državi (12 %). Povprečna mesečna plača na osebo, zaposleno pri pravnih osebah, je bila v tej občini v bruto znesku

za približno 24 % višja od letnega povprečja mesečnih plač v Sloveniji, v neto znesku pa za približno 20 % (Slovenske občine v številkah, 2012).

Občina Šenčur meri 40 km². Po površini se med slovenskimi občinami uvršča na 146. mesto. Sredi leta 2012 je imela občina približno 8.500 prebivalcev, od tega približno 4.200 moških in 4.300 žensk. Po številu prebivalcev se je med slovenskimi občinami uvrstila na 61. mesto. Na kvadratnem kilometru površine občine je živel povprečno 211 prebivalcev; kar pomeni večjo gostoto naseljenosti kot v celotni državi. Med delovno sposobnim prebivalstvom je bilo približno 61 % zaposlenih ali samozaposlenih oseb, 7,1 % je bilo registriranih brezposelnih oseb. Povprečna mesečna plača na osebo, zaposleno pri pravnih osebah, je bila v tej občini v bruto znesku za približno 1 % višja od letnega povprečja mesečnih plač v Sloveniji, v neto znesku pa prav tako za približno 1 % (Slovenske občine v številkah, 2012).

V mestu Kranj je v letu 2013 živel 37.151 prebivalcev, od tega 49 % moških in 51 % žensk. Gostota naseljenosti je bila 1.414 prebivalcev na kvadratni kilometer (Največja naselja po ... , 2013).

3.2 METODE DELA

3.2.1 Izdelava digitalnega sloja osnovnih rab zemljišč z drevnino

Širše in ožje raziskovalno območje smo razdelili na glavne rabe zemljišč: gozdne površine, kmetijske površine, urbane površine oziroma ureditvena območja naselij, vodne in infrastrukturne površine. Znotraj kmetijskih površin smo dodatno izločili še drevnino. Vektorski izris poligonov smo naredili z ekransko digitalizacijo v GIS-okolju s programom MapInfo ver. 10.5. Vsem površinam smo s funkcijo *Area* izračunali površino v hektarih.

Najprej smo se lotili izrisa gozdnih površin, kjer smo za osnovo uporabili grafični sloj gozdne maske ZGS (Prostorski informacijski sistem Zavoda za gozdove ..., 2009), ki je imela za podlago posnetke DOF5 iz leta 2006, popravljen pri terenskem obhodu leta 2009 (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010). S pomočjo DOF5 iz leta 2011 (Podatkovne zbirke Geodetske ..., 2011) smo popravili oziroma dopolnili meje gozdnih zaplat.

Glede na Zakon o gozdovih (2014) drevnino predstavljajo posamično gozdno drevje in skupine gozdnega drevja zunaj ureditvenih območij naselij. Kaj so ureditvena območja naselij, ne definira podrobneje, prav tako tega izraza ni zaslediti v nobeni drugi prostorski zakonodaji. Posledično grafični sloj ureditvenih območij naselij ne obstaja v nobenih uradnih evidencah. Meje ureditvenih območij naselij smo tako v grobem postavili po zazidljivih območjih prostorskih ureditvenih načrtov občin. Zazidljiva območja so določena z namensko rabo prostora, ki je določena v prostorskih ureditvenih načrtih občin. V mestni občini Kranj spadajo pod zazidljiva območja površine, namenjene poselitvi, v občini Šenčur območja stavbnih zemljišč ter v občini Cerklje na Gorenjskem poselitvena območja. V prilogi A so podani šifranti za vse vrste namenskih rab prostora za mestno občino Kranj (Odlok o prostorskih sestavinah ..., 2012), občino Šenčur (Odlok o občinskem ..., 2011) in občino Cerklje na Gorenjskem (Odlok o prostorskih ureditvenih ..., 2006). S pomočjo omenjenih šifrantov in grafičnih slojev prostorskih ureditvenih načrtov smo izrisali zazidljiva območja. Glede na posnetke DOF5 (Podatkovne zbirke Geodetske ..., 2011), grafične sloje dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Grafični podatki RABA ..., 2012) ter preverjanje na terenu smo meje zazidljivih območij popravili na dejansko stanje. Upoštevali smo le dejansko zazidane površine s pripadajočimi površinami, kot so dvorišča in vrtovi. Kmetijske površine znotraj naselij smo vključili v ureditveno območje naselij. Zazidljive površine po prostorskih ureditvenih načrtih občin, ki še niso bile pozidane, smo shranili na ločen sloj.

Pod infrastrukturne površine smo izrisali večje ceste zunaj naselij. Pri izrisu smo si pomagali s posnetki DOF5 (Podatkovne zbirke Geodetske ..., 2011), z grafičnimi sloji prostorskih ureditvenih načrtov občin in grafičnim slojem dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Grafični podatki RABA ..., 2012). S pomočjo katastra gospodarske javne infrastrukture (Podatkovne zbirke Geodetske ..., 2011) smo ceste razdelili v tri kategorije: avtocesto, državne in občinske ceste. Pri slednjih smo upoštevali vse javne ceste razen dveh manjših, ki edini nista bili asfaltirani. Javnih poti, gozdnih cest in poljskih poti pri izrisu nismo upoštevali. Železnice na obravnavanem območju ni.

Vodne površine smo izrisali s pomočjo posnetkov DOF5 (Podatkovne zbirke Geodetske ..., 2011) in grafičnega sloja dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Grafični podatki RABA ..., 2012). Pod kmetijske površine smo vključili vso preostalo površino. Na

koncu smo znotraj kmetijskih površin izrisali še vso drevnino. Poleg gozdnega drevja smo vključili tudi sadno drevje, razen površin intenzivnih sadovnjakov.

3.2.2 Primerjava naše gozdne maske iz leta 2011 z gozdno masko Zavoda za gozdove iz leta 2009

V programu MapInfo ver. 10.5 smo z ukazom *Erase* na grafičnem sloju gozdne maske (Prostorski informacijski sistem Zavoda za gozdove ..., 2009) izbrisali površine gozda, ki so se ujemale s površinami naše gozdne maske iz leta 2011. Tako smo dobili izkrčene površine gozda v obdobju 2009–2011. Z zaslonskim pregledom vseh površin smo naknadno izločili tiste, kjer je do razlik prišlo le zaradi drugačnega izrisa meje gozdne zaplate, brez dejanskih sprememb v prostoru. Preostalim površinam smo s funkcijo *Area* izračunali površine in na podlagi posnetka DOF5 (Podatkovne zbirke Geodetske ..., 2011) oziroma grafičnega sloja dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Grafični podatki RABA ..., 2012) določili, zaradi katere rabe se je gozd izkrčil. Krčitve smo glede na namen razdelili na krčitve za urbanizacijo, krčitve za infrastrukturo in krčitve za kmetijstvo.

Nato smo prav tako izbrisali površine na naši gozdni maski, ki so se ujemale s površinami gozdne maske ZGS (Prostorski informacijski sistem Zavoda za gozdove ..., 2009). Na ta način smo dobili morebitne na novo zaraščene površine z gozdom. Tudi te površine smo pregledali in izločili tiste, ki so nastale zaradi razlik v zarisu meje gozdne zaplate.

3.2.3 Primerjava digitalnega sloja drevnine s slojem dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč MKO

Podrobnejšega sloja drevnine zunaj gozda in ureditvenih območij naselij ni v nobeni uradni evidenci. Zadnji gozdnogospodarski načrti gozdnogospodarskih območij vsebujejo karto območja posamičnega in skupin gozdnega drevja, ki je narejena na podlagi dejanske rabe »drevesa in grmičevje« iz dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Gozdnogospodarski načrt ..., 2012). Ker sta pogoja za uvrstitev v to rabo površina, večja od 1.000 m², in pokrovnost, večja od 75 % (Pravilnik o evidenci ..., 2010), manjše površine, vključno s posamičnimi drevesi, niso vključene. V dejanski rabi kmetijskih in

gozdnih zemljišč je glede na šifrant (Pravilnik o evidenci ..., 2010) drevnina na kmetijskih površinah lahko zajeta znotraj petih različnih vrst dejanske rabe. Njihovi opisi so podani v preglednici 4. Za vse površine je najmanjša površina zajema 1.000 m². Edino vrsta dejanske rabe »drevesa in grmičevje« zajema le drevnino. Ostale vrste rab obsegajo večinoma travnate kmetijske površine, ki so v določenih deležih pokrite z drevjem in grmovjem. Dejanska raba trajni travniki primarno ni namenjena zajemu drevnine, vendar so lahko znotraj trajnih travnikov zajeta posamična drevesa, kadar njihova gostota ne presega 50 dreves na hektar.

Preglednica 4: Šifrant z opisom vrst dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč za površine, kjer se lahko na kmetijskih zemljiščih nahaja drevnina (Pravilnik o evidenci ..., 2010: 16338 - 16339)

Šifra	Vrsta dejanske rabe	Opis dejanske rabe
1222	Ekstenzivni oz. travniški sadovnjak	Sadovnjak, ki ni primeren za intenzivno pridelavo. To je običajno nasad visokodebelnih sadnih dreves, vzgojenih na bujni podlagi ali iz semena, z gostoto več kot 50 dreves na hektar. V ekstenzivnem oziroma travniškem sadovnjaku lahko raste ena ali več različnih sadnih vrst.
1300	Trajni travnik	Površina, porasla s travo, deteljami in drugimi krmnimi zelmi, ki se jo redno kosi oziroma pase. Takšna površina ni v kolobarju in se ne orje. Kot trajni travnik se šteje tudi površina, porasla s posameznimi drevesi, kjer gostota dreves ne presega 50 dreves na hektar.
1800	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	Površina, porasla s travinjem, na kateri rastejo posamična gozdna drevesa oziroma grmi in se redno, vsaj enkrat letno popase oziroma pokosi. Pokrovnost travinja je vsaj 80 %, pokrovnost drevesnih krošenj oziroma grmov pa je manjša od 75 %.
1410	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	Zemljišče, ki se zarašča zaradi opustitve kmetovanja ali preskromne kmetijske rabe. Pokrovnost dreves je 20–75 %. Če se takšno zemljišče 20 ali več let ne uporablja za kmetijske namene, če pokrovnost dreves preseže 75 % in če je premer debel več kot 10 cm, preide v gozd.
1500	Drevesa in grmičevje	Površina, porasla z drevesi in grmičevjem. Sem uvrščamo tudi obvodno zarast, če so obrečni pasovi porasli z drevjem oziroma grmovjem, ter mejice iz gozdnih dreves oziroma grmičevja.

Primerjavo našega grafičnega sloja drevnine s slojem dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Grafični podatki RABA ..., 2012) smo naredili tako, da smo grafičnemu sloju drevnine v programu MapInfo ver. 10.5 s funkcijo *Contains* pripisali šifro dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Nato smo vse drevnine pregledali, ali so dobile pripisano pravo šifro in ali so v dejanski rabi dejansko izrisane kot samostojni poligoni. Kadar je dejanska raba le delno zajela drevnino, smo to zabeležili v atributni tabeli. V primeru, da je

bila drevnina v dejanski rabi razdeljena na več različnih šifer, smo jih glede na dejansko rabo razdelili.

3.2.4 Analiza gozdnih zaplat

3.2.4.1 Analiza zgradbe gozdnih zaplat

Za analizo zgradbe gozdnih zaplat smo uporabili nekatere krajinske kazalnike, ki opisujejo število, velikost (enačbe 1–3), obseg (enačbe 4–7) in obliko (enačbi 8 in 9) zaplat ter notranji prostor (enačbe 10–12) zaplat. Zaradi lažje primerjave in prikaza večjega števila gozdnih zaplat smo jih razvrstili v šest velikostnih razredov:

- 1 – do pod 1 ha,
- 2 – od 1 do pod 5 ha,
- 3 – od 5 do pod 10 ha,
- 4 – od 10 do pod 30 ha,
- 5 – od 30 do pod 100 ha ter
- 6 – 100 in več ha.

Vse kazalnike razen kazalnikov za notranji prostor smo izračunali z vtičnikom V-Late 2.0 (Lang in Tiede, 2003) v programskem paketu ArcMap/ArcInfo ver. 10.0. Omenjeni vtičnik izračuna glavne in najbolj pogosto uporabljene kazalnike krajinskih struktur, ki so na voljo tudi v programskem okolju FRAGSTAT (McGarigal in sod., 2002), vendar za razliko od slednjega naredi izračune na grafičnih slojih v vektorski in ne rastrski obliki.

Notranji prostor gozdnih zaplat smo dobili tako, da smo v programu MapInfo ver. 10.5 z ukazom *Buffer* izbrisali rob gozdnih zaplat v širini 50 metrov. Širino gozdnega robu 50 metrov smo povzeli po Anku (2000). Nato smo z ukazom *Disaggregate* razdružili notranje prostore iz istih zaplat in s funkcijo *Area* izračunali površine notranjih prostorov. Nadaljnjo obdelavo in izračun kazalnikov za notranjo površino smo naredili v programu Excel ver. 2007 s pomočjo vrtilnih tabel. Notranjih površin gozda s površino, manjšo od 0,5 ha, nismo upoštevali.

Za analizo velikosti gozdnih zaplat smo izračunali:

- 1) površino (*AREA*) posameznih gozdnih zaplat v hektarjih:

$$AREA = \frac{a_i}{10.000} \quad \dots (1)$$

a_i = površina (m²) zaplate i .

- 2) skupno površino (CA) gozdnih zaplat v velikostnih razredih:

$$CA = \sum_{i=0}^n \frac{a_i}{10.000} \quad \dots (2)$$

CA je vsota površin (ha) vseh zaplat v razredu, ki pove, kolikšen delež krajine predstavlja določen tip zaplat.

- 3) povprečno površino (MPS) gozdnih zaplat v velikostnih razredih:

$$MPS = \frac{\sum_{i=1}^n AREA}{n_i} \quad \dots (3)$$

MPS je vsota površin (ha) vseh zaplat i , deljena s številom zaplat v razredu.

n_i = število zaplat v razredu.

- 4) najmanjšo in največjo površino zaplat v razredu.

Za analizo obsega gozdnih zaplat smo izračunali:

- 1) obseg (PERIM) gozdnih zaplat:

$$PERIM = \frac{p_i}{1.000} \quad \dots (4)$$

p_i = obseg (m) zaplate i , vključno z dolžino robu morebitnih lukenj v zaplati.

- 2) vsoto dolžin obsegov (TE) v razredu:

$$TE = \sum_{k=1}^n e_{ik} \quad \dots (5)$$

e_{ik} = skupna dolžina robu v določenem razredu.

- 3) povprečno dolžino obsega (MPE) v razredu:

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n PERIM}{n_i} \quad \dots (6)$$

- 4) najmanjši in največji obseg v razredu,

- 5) gostoto robu (ED) gozdnih zaplat:

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^n e_{ik}}{A} 10.000 \quad \dots (7)$$

A = površina krajine (ha), ED = dolžina robu na hektar za krajino.

Za analizo oblike gozdnih zaplat smo izračunali:

- 1) razmerje obseg-površina (*MPAR*):

$$MPAR = \frac{p_i}{a_i} \quad \dots (8)$$

Najenostavnejši indeks, vendar je problematičen, ker je odvisen od velikosti zaplate. Pri enaki obliki in vse večji površini zaplate se razmerje med obsegom in površino zaplate zmanjšuje (McGarigal, 2014).

- 2) indeks oblike (*MSI*):

$$MSI = \frac{p_i}{2\sqrt{\pi a_i}} \quad \dots (9)$$

Koliko je razmerje med obsegom in površino zaplate blizu idealni obliki (krogu) (Lang in Tiede, 2003). S tem se izognemo slabosti razmerja med obsegom in površino. Kadar je indeks oblike enak ena, je zaplata v obliki kroga. Bolj kot je oblika zaplate različna od kroga, večji je indeks oblike.

Za analizo notranjega okolja smo izračunali:

- 1) število notranjih okolij (*NCA*) v posamezni gozdni zaplati in velikostnem razredu

$$NCA = n_i^c \quad \dots (10)$$

n_i^c = število ločenih notranjih okolij v zaplati i , ki nastanejo pri določeni oddaljenosti od robu. V našem primeru smo vzeli širino gozdnega robu 50 metrov.

- 2) skupno površino notranjih okolij (*TCA*):

$$TCA = \sum_{i=1}^n a_i^c \left(\frac{1}{10.000} \right) \quad \dots (11)$$

a_i^c = površina notranjega okolja zaplate pri širini robu 50 metrov.

TCA je vsota vseh notranjih okolij znotraj razreda.

- 3) indeks notranjega okolja (*CAI*):

$$CAI = \frac{a_i^c}{a_i} (100) \quad \dots (12)$$

CAI je delež zaplate, ki je notranje okolje.

3.2.4.2 Delež smreke v gozdnih zaplatah

Poleg prostorskih podatkov o gozdnih zaplatah smo vključili delež smreke v gozdnih zaplatah, ki zaradi rasti v zanjo neprimernih rastiščih, kar se izraža v številnih napadih podlubnikov (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010), močno zmanjšuje stabilnost gozdnih sestojev in zmanjšuje kakovost gozdnih habitatov. Smreka po podatkih GGN GGE Cerklje (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010) zavzema največji delež v lesni zalogi, hkrati pa je edina rastiščem tuja drevesna vrsta v tako velikem obsegu. Za gozdne združbe, ki se pojavljajo v tem prostoru, je značilen majhen delež smreke v naravni sestavi drevesnih vrst, in sicer naj bi bilo v hrastovo-gabrovju do 32 % smreke, v obvodnih združbah do 25 % smreke in v kisloljubnih borovjih do 33 % smreke (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

Za izračun deleža smreke smo uporabili podatke ZGS za GGE Cerklje iz leta 2010. Atributne podatke o gozdnih sestojih smo dobili v datotekah *odsses* in *odssesdv* (Prostorski informacijski sistem Zavoda za gozdove ..., 2009). Datoteka *odsses* vsebuje podatke o vrsti lastništva, površini, smernici, razvojni fazi, zasnovi, sklepu, površini podmladka in njegovi zasnovi, negovanosti, vrsti sečnje, lesni zalogi iglavcev in listavcev, prirastku iglavcev in listavcev ter možnem etatu iglavcev in listavcev za vsak posamezen sestoj. Datoteka *odssesdv* vsebuje podatke o vrsti lastništva, drevesnih vrstah in njihovi lesni zalogi ter prirastek po razširjenih debelinskih razredih ter površino mladovja. Grafični sloj sestojev smo dobili v obliki sestojne karte (Prostorski informacijski sistem Zavoda za gozdove ..., 2009). Poleg tega smo dobili še grafični sloj gozdnih združb, ki je narejen na podlagi vpetih in digitaliziranih kart gozdnih združb iz let 1979 in 1980 (Gozdne združbe ..., 1979; Gozdne združbe ..., 1980). V programu MapInfo ver. 10.5 smo grafičnemu sloju sestojev dodali atributne podatke iz datotek *odsses* in *odssesdv*. S funkcijo *Contains* smo sloju sestojev nato dodali večinsko asociacijo iz grafičnega sloja gozdnih združb.

Nadaljnjo obdelavo smo naredili v programu Excel ver. 2007, kjer smo izračunali deleže smreke v lesni zalogi in v mladovju. Sestoje smo razdelili v tri skupine glede na delež smreke v lesni zalogi oziroma mladovju:

- 1 – pod 34 % smreke,

2 – od 34 do 67 % smreke,

3 – 67 % in več smreke.

Delež smreke v lesni zalogi smo računali pri sestojih v razvojnih fazah drogovnjak, Debenjak in sestoj v obnovi, če je imel 40 % in manj podmladka. Delež smreke v mladovju smo računali pri sestojih v razvojni fazi mladovje in sestoj v obnovi z več kot 40 % podmladka. Podmladek v nobenem sestoju v obnovi ni imel slabe zasnove. Na koncu smo iz deleža smreke po sestojih in površine sestojev izračunali delež smreke v posamezni gozdni zaplati ter jih prav tako razdelili v tri skupine glede na delež smreke.

3.2.4.3 Raba zemljišč okoli gozdnih zaplat

Okoliške rabe zemljišč imajo različne vplive na gozdne zaplate (Ewers in Didham, 2007) oz. na prehajanje organizmov, zato smo želeli ugotoviti dolžine meja med gozdnimi zaplatami in drugimi rabami zemljišč. V kmetijski krajini so za mnoge organizme pomembne tako gozdne kot kmetijske površine. Po drugi strani intenzivne kmetijske površine vplivajo na gozdni rob z večjim vnosom pesticidov, na raziskovalnem območju pa je pogosto tudi odstranjevanje grmiščnega in zeliščnega sloja v gozdnem robu. Pri stiku gozda z urbanimi naselji je na tem območju najbolj problematično postavljanje objektov in ograjenih vrtov ob gozdni rob, čeprav po GGN GGE Cerklje (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010) tako ograjevanje ni dovoljeno. Kjer je celotni ali pretežni del zaplate obkrožen z urbanimi naselji, so lahko gozdne zaplate v celoti ograjene. Bližina cest pri marsikateri vrsti povečuje mortaliteto.

Podatek o tem, na katere rabe zemljišč mejijo gozdne zaplate, smo dobili z izračunom dolžine meja v metrih med gozdno zaplato in drugo rabo. Izračun smo naredili s pomočjo funkcije *Polygon Neighbors* v programu ArcMap/ArcInfo ver. 10.1.2, ki izračuna dolžine meja sosednjih poligonov.

3.2.5 Analiza drevnine

3.2.5.1 Oblike drevnine

S pomočjo posnetkov DOF5 (Podatkovne zbirke Geodetske ..., 2011) smo drevnino razdelili v tri glavne skupine: posamična drevnina, skupinska drevnina in linijska drevnina. Nato smo skupine drevnin razdelili še na podskupine. Pri terenskem obhodu smo razdelitev preverili in popisali ostale lastnosti drevnine. Terenski popisni list je v prilogi B. Pri vseh drevninah smo popisali njihovo stanje, ali gre za živo, odmrlo ali posekano drevnino, njihovo sestavo, ali gre za gozdne, sadne ali mešane vrste ter opisali lokacijo.

Glavne skupine drevnin s podskupinami:

1.) posamična drevnina:

- a. eno drevo,
- b. dve drevesi,
- c. drevo in grm,
- d. en grm,
- e. dva grma.

Pod posamično drevnino smo uvrstili posamična ali v paru rastoča drevesa in grmovje, ki so prostorsko ločeni od drugih drevnin. Nismo vključili posamičnih drevnin, ki so del linij ob potokih ali poteh in imajo kratke medsebojne razdalje. Prav tako med posamična drevesa nismo vključili dreves iz sadovnjakov. Delitev na drevesa in grmovje smo naredili na podlagi njihove oblike. Vsem posamičnim drevninam smo določili, v katero vrsto spadajo.

2.) skupinska drevnina:

- a. skupine gozdnega drevja,
- b. ekstenzivni sadovnjaki,
- c. grmišča.

Pod skupinske drevnine smo uvrstili vse nepretrgane šope (tri in več) oz. skupine gozdnih dreves in grmovja, ki so manjši od 0,25 ha in zato po Zakonu o gozdovih (2014) ne spadajo pod gozdne površine in ne rastejo v liniji. Pod skupinske drevnine smo uvrstili tudi ekstenzivne sadovnjake, čeprav tu ne gre za strnjeno nasaditev.

3.) linijska drevnina:

- a. drevnina ob poteh,
- b. obvodna drevnina,
- c. drevnina na poljih.

Pod linijske drevnine smo uvrstili vse skupine oziroma posamične drevnine, ki rastejo v liniji. Razdelitev v podskupine smo naredili na podlagi njihove lokacije. Poleg razvrstitve v tri podskupine smo določili, ali so glede na obliko drevnine pretežno sestavljene iz dreves ali grmovja.

Vsem posamičnim poligonom drevnin smo v programskem paketu MapInfo ver. 10.5 določili identifikacijsko številko. Skupine in linije drevnin smo smiselno združili v celoto, kadar je kljub prostorsko ločenem izrisu poligonov po pomenu in prostoru šlo za isto skupino (npr. isti sadovnjak) ali linijo (npr. isti drevored). Zato smo vsem skupinam in linijam določili še identifikacijsko številko skupine oziroma linije.

Vsem drevninam smo v programskem paketu MapInfo ver. 10.5 s funkcijo *Area* izračunali površino. Pri linijskih drevninah smo v programu ArcMap ver. 10.0 s pomočjo dodatka *Arc Scan* avtomatsko izrisali sredinsko linijo poligonov in izračunali dolžino linijskih drevnin.

3.2.5.2 Položaj drevnine v krajini

S prekrivanjem grafičnega sloja drevnine in sloja DKN (Podatkovne zbirke Geodetske ..., 2011) z lastništvom smo vsem drevninam določili lego na parceli. Zanimalo nas je, ali je njihova lega odvisna od meja parcel, zato smo drevnino razdelili na tiste, ki ležijo na meji parcel, in tiste, ki ležijo znotraj parcel oziroma neodvisno od meja parcel. S parcelami, ki so razdeljene glede na lastništvo na zasebne, državne in občinske, smo drevnino razdelili tudi po lastništvu.

Za določitev oddaljenosti drevnin od naselij smo v programskem paketu ArcMap ver. 10.0 z orodjem *Multiple Ring Buffer* naredili pasove od 50 do 300 metrov okoli naselij po 50-metrskih korakih. Za naselja smo vzeli urbana območja iz našega digitalnega sloja osnovnih rab. S presekom (*Split*) drevnine in dobljenih pasov okoli naselij smo določili, katera drevnina oziroma kolikšen del drevnine se nahaja znotraj določene širine pasu okoli naselij. Za posamično drevnino smo izračunali število posamične drevnine po pasovih

oddaljenosti od naselij. Za skupinske in linijske drevnine, ki lahko le delno ležijo znotraj določenega pasu, smo izračunali površino drevnine po pasovih.

Posamični drevnini smo s pomočjo posnetkov DOF5 (Podatkovne zbirke Geodetske ..., 2011) in s pregledom na terenu določili tudi podrobnejšo lego v krajini v odvisnosti od ostalih elementov v krajini. Tako smo pridobili podatek, kje točno se nahaja posamična drevnina, ali je to na travniku, njivi ali pašniku ali stoji neposredno ob poti, jarku, na križišču poti, na meji dveh poljskih kultur, ob kozolcu ali ob kapelici.

3.2.5.3 Določitev poudarjenih funkcij drevnin

Določitev vseh funkcij bi bila preobširna naloga v okviru tega dela, zato smo se osredotočili le na dva vidika, in sicer na naravovarstveni in kulturni vidik. Za naravovarstveni vidik smo kot podlago uporabili evidence oziroma digitalne sloje Zavoda Republike Slovenije za varstvo narave iz leta 2009 (Prostorski informacijski sistem Zavoda Republike ..., 2009) za zaščitena območja, območja Nature 2000, EPO in naravnih vrednot. Poudarjeno naravovarstveno funkcijo imajo tako drevnine znotraj omenjenih območij in drevnina, ki je določena kot naravna vrednota. Za kulturni vidik smo kot podlago uporabili digitalni sloj kulturne dediščine z evidenco iz registra nepremične kulturne dediščine iz leta 2011 (Podatkovna zbirka Pravni ..., 2011). Pri vseh objektih nepremične kulturne dediščine smo preverili, ali imajo v neposredni bližini drevnino. Na območjih nepremične kulturne dediščine smo izračunali, kolikšen delež drevnine zajamejo. Drevnine znotraj teh območij in drevnine v neposredni bližini objektov nepremične kulturne dediščine imajo poudarjeno kulturno funkcijo.

3.2.6 Omrežje habitatnih zaplat

Za analizo omrežja habitatnih zaplat smo uporabili metodo omrežja, ki izvira iz teorije grafov. Habitatne zaplate po tej metodi predstavljajo vozlišča grafa, povezave med njimi pa poti prehajanja organizmov med habitatnimi zaplatami čez okoliško matico (Urban in Keitt, 2001). Habitatne zaplate oziroma vozlišča grafa v nalogi predstavljajo gozdne zaplate. Vsakemu vozlišču smo pripisali atributni podatek, in sicer njegovo površino. Vse povezave so neusmerjene, zanje pa smo uporabili tako binaren kot verjetnostni model. Pri

binarnem modelu ima vsaka povezava lahko le vrednosti 0 ali 1, kjer 0 pomeni, da povezave ni, in 1 pomeni, da povezava je. Pri verjetnostnem modelu, ki je večinoma oblikovan kot eksponentna padajoča funkcija, se meri čvrstost povezave kot verjetnost premika organizmov med vozliščema i in j (Zetterberg, 2011),:

$$p_{ij} = e^{-\alpha d_{ij}} \quad \dots (13)$$

kjer je d_{ij} najkrajša neposredna razdalja med zaplatama i in j , α je vrstno specifičen parameter, povezan z verjetnostjo prehoda določene razdalje. Razdalja d_{ij} je lahko evklidska ali efektivna.

3.2.6.1 Izdelava digitalnega sloja stroškovnih ploskev

Pod vplivom otoške biogeografije se matico okoli habitatnih zaplat pogosto obravnava kot homogen prostor. Premiki organizmov med habitatnimi zaplatami so največkrat izraženi kot funkcija evklidskih razdalj med njimi (Zetterberg, 2011). Izsledki vse več raziskav kažejo na to, da ima heterogenost matice močan vpliv na premike med habitatnimi zaplatami (Revilla in sod., 2004; Ricketts, 2001; Russell in sod., 2003). Matico sestavljajo različni elementi, ki različno vplivajo na prehode vrst. Nekateri predeli predstavljajo težje premostljive ovire, spet drugi omogočajo lažje prehajanje, pogosto z zagotovitvijo zavetja in hrane. Na podlagi tega se določi, kakšno utež oziroma upor ima določen predel, in se oblikuje stroškovno ploskev za obravnavano območje. Upore se lahko pridobi iz literature, lahko jih posredujejo strokovnjaki ali se izvede terenske raziskave (Adriaensen in sod., 2003). Na podlagi stroškovne ploskve in habitatnih zaplat se izračuna najkrajše stroškovne oziroma efektivne razdalje, ki predstavljajo najkrajše funkcionalne povezave med habitatnimi zaplatami. Funkcionalno krajša je na primer pot okoli jezera kot pot čez jezero, čeprav je slednja po evklidski razdalji krajša (Zetterberg, 2011). Z biološkega vidika je določitev uporov najpomembnejši korak pri izračunu efektivne razdalje. Predstavlja povezavo med neekološkimi informacijami, pridobljenimi s pomočjo geografskih informacijskih sistemov, in ekološkimi oziroma vedenjskimi vidiki mobilnosti organizma ali procesa, ki se proučuje (Adriaensen in sod., 2003).

V nalogi smo se osredotočili na efektivne razdalje, za primerjavo pa smo dodali tudi evklidske razdalje. Na širšem raziskovalnem območju smo kot osnovo za oblikovanje

stroškovne ploskve uporabili glavne rabe zemljišč z drevnino. Že pri izrisu razredov rab smo upoštevali priporočilo Adriaensen in sod. (2003), naj se pri izdelavi razredov rab izogibamo kompleksnim razredom rab, kot so na primer kmetijske površine z živimi mejami ali gozd z avtocesto. Na strošek namreč vplivata točna lokacija in usmeritev elementov krajine. Kompleksni razredi rabe vsebujejo podelemente, ki se tako izgubijo.

Pri določanju relativnega upora posameznih rab smo kot hipotetične vrste uporabili gozdne sesalce, ki se prehranjujejo tudi na kmetijskih zemljiščih. Za urbane, infrastrukturne in vodne površine smo predpostavili, da predstavljajo za njih neugodno okolje brez hrane, zavetja in z večjo stopnjo mortalitete. V preglednici 5 so podani stroški oziroma upori celic rastra po posameznih rabah, ki smo jih uporabili v nalogi. Pri določitvi višine uporov smo za osnovo vzeli upore, ki so jih uporabili Adriaensen in sod. (2003), in jih priredili glede na naše rabe zemljišč. Manjša številka pomeni manjši strošek in s tem manjši napor prečkanja določene rabe, obratno večja številka pomeni večji strošek. Gozdne površine so habitatne površine z najmanjšim uporom. Drevnini smo določili enak upor kot gozdnim površinam. Poleg tega smo naredili še različico (V2), kot da drevnina ni prisotna oziroma nima ugodnejšega vpliva. V tem primeru smo drevnini določili enak upor kot kmetijskim površinam, ki smo jim določili malo večji upor kot gozdnim površinam. Kmetijskih površin nismo podrobneje ločevali, čeprav imajo lahko različni tipi poljščin različen vpliv in s tem različen upor (Fitzgibbon, 1997). Kot najtežje premostljive površine smo določili avtocesto, urbane in vodne površine, ki za naše hipotetične vrste predstavljajo relativne, ne pa absolutne prepreke. Pri določanju višine upora najtežje prehodnih rab smo upoštevali izsledke raziskave Driezen in sod. (2007), da je pri določanju upora pomembna izrazita razlika med uporom težje prehodnih rab in uporom lažje prehodnih rab. Razlikovanje med lažje prehodnimi rabami naj ne bi imelo večjega vpliva. Med vodne površine smo uvrstili večje reke in ribnike, manjših potokov nismo upoštevali. Infrastrukturne površine smo razdelili na avtocesto, državne in večje občinske ceste, ki se razlikujejo predvsem po količini prometa in povprečni hitrosti vozil. Pod ali nad avtocesto na obravnavanem območju ni narejenih posebnih prehodov za živali, prisotni pa so cestni podvozi in nadvozi ter most čez reko Kokro. Prehode čez avtocesto smo določili s pomočjo posnetkov DOF5 (Prostorski informacijski sistem Geodetske ..., 2011) in seznama objektov ob avtocestah, objavljenega na Darsovi spletni strani (Spisek objektov 2011, 2011). Na obravnavanem

območju je prisotnih osem podvozov, dva nadvoza in en most čez reko Kokro. Po poročanju Adamiča in sod. (2000, cit. po Kranjc, 2012) so najmanj prehajanj živali zabeležili pri nadvozih, nekoliko več pa pri podvozih. V primeru, da je podvoz z gozdno cesto, je bilo zabeleženih prehodov več kot pri podvozih s cestami višje kategorije (Adamič in sod. 1996, cit. po Kranjc, 2012). Odločili smo se, da obeh nadvozov ne upoštevamo. V enem primeru gre za cesto v naselju, v drugem za zelo prometno državno cesto ob naselju. Poleg tega nismo upoštevali dveh podvozov, ki sta priključka na avtocesto. Ostale podvoze smo upoštevali in jih razdelili na podvoze z občinskimi cestami z višjim uporom in na podvoze z gozdnimi cestami z nižjim uporom. Še manjši upor smo določili prehodu pod mostom čez Kokro, ki poleg struge obsega ozek obalni pas brez prometnic. Poleg tega smo naredili še različico, kjer ne upoštevamo nobenega prehoda čez avtocesto (V3).

Preglednica 5: Strošek oz. upor celice po posameznih rabah zemljišč za tri različice rastrskega sloja stroškovnih ploskev

Table 5: Cell cost or resistance for individual land use for three versions of a cost surface raster

Raba zemljišč	Upor celice V1	Upor celice V2	Upor celice V3
Gozdne površine – habitat	1	1	1
Drevnina	1	5	1
Kmetijske površine	5	5	5
Državne ceste	20	20	20
Občinske ceste	10	10	10
Urbane površine	200	200	200
Vodne površine	200	200	200
Avtocesta	200	200	200
Avtocesta – podvoz občinska cesta	50	50	200
Avtocesta – podvoz gozdna cesta	30	30	200
Avtocesta – most čez reko	20	20	200

Vektorski digitalni sloj rab zemljišč z drevnino in prehodi čez avtocesto smo v programskem paketu ArcMap ver. 10.0 z uporabo orodja *Polygon to raster* pretvorili v rastrski sloj, kjer smo ohranili ločene rabe. Kadar je ena celica rastra vsebovala več različnih rab, je prevzela vrednost rabe, ki je imela največjo površino znotraj celice. Celicam rastra smo določili velikost en meter, da smo pravilno zajeli linijske elemente in najmanjšo drevnino.

Rae in sod. (2007) opozarjajo, da se s preveliko velikostjo celic rastra izgubi velika količina informacij, kar vodi v večje napake pri nadaljnjih analizah. Dobljeni rastrski sloj smo vizualno preverili glede na vektorski sloj. Pozorni smo bili, da je raster zajel vse poligone drevnine, da linijske rabe niso bile prekinjene in da poligoni niso bili razdeljeni na več delov. Pregledan rastrski sloj rabe zemljišč z drevnino smo izvozili v format GEOTIFF, kjer smo vsem celicam rastra brez zapisa (*No data*) pripisali vrednost 0.

3.2.6.2 Povezave med gozdnimi zaplatami

Izračun vseh povezav z efektivnimi in evklidskimi razdaljami smo naredili v programskem paketu Graphab ver. 1.1 (Foltête in sod., 2012), v katerega smo uvozili rastrski sloj rabe zemljišč z drevnino v formatu GEOTIFF. Indirektnih povezav, ki potekajo čez habitatne zaplate, nismo upoštevali. Stroškovno najkrajše razdalje izračuna program s pomočjo algoritma Dijkstra. Strošek premika se računa z vsoto vseh stroškov celic, ki padejo znotraj povezave. Povezava se meri od središča ene do središča sosednje celice, njen strošek je enak polovici vsote stroška obeh celic. Pri diagonalnem premiku med dvema celicama se strošek računa enako, le da se vsoto stroška obeh celic množi še s korenom od dve (Drielsma in sod., 2007). Prikaz izračuna z algoritmom je prikazan na sliki 8. Strošek celice je podan v zgornjem levem kotu. Svetlo zelene celice predstavljajo najkrajše stroškovne razdalje med zelenima celicama i in j , ki predstavljata habitatni celici. Vsaka vrstica v enačbi stroškovne razdalje (d_{ij}) predstavlja strošek prehoda med dvema središčima celic (Drielsma in sod., 2007).

Stroškovno razdaljo se enostavno pretvori v mersko dolžino, če se jo množi z velikostjo rastrske celice (Adriaensen in sod., 2003). V našem primeru so zaradi velikosti celice rastra en meter vrednosti stroškovne razdalje enake razdaljam v metrih. Program poleg stroškovnih razdalj izračuna tudi dejanske geografske razdalje. Dejanske geografske razdalje so razdalje stroškovnih povezav brez upoštevanja upora celic.

22	57	57	57	22	22 _j	57	57	$d_{ij} =$ $(22 + 3)\sqrt{2}/2 +$ $(3 + 14)/2 +$ $(14 + 3)/2 +$ $(3 + 3)\sqrt{2}/2 +$ $(3 + 14)/2 +$ $(14 + 5)/2 +$ $(5 + 5)\sqrt{2}/2 +$ $(5 + 5)/2$ $= 68,99$
57	57	57	22	57	57	3	57	
57	57	14	57	57	57	14	24	
57	57	57	14	22	22	3	24	
57	22	22	22	57	3	14	24	
57	57	57	8	25	14	59	24	
22	14	25	57	50	5	24	59	
14	22	22	22	50	22	5	5 _i	

Slika 8: Primer izračuna stroška povezave z uporabo algoritma najkrajše stroškovne razdalje (Drielsma in sod., 2007: 406).

3.2.7 Povezanost in dostopnost habitata

Za izračun povezanosti in dostopnosti habitata na obravnavanem območju smo izbrali kazalnika *IIC* in *PC* z njunimi tremi frakcijami in kazalnik *BC*. Te kazalnike sta predlagala Bodin in Saura (2010), ker podajo dovolj široko sliko povezanosti in dostopnosti habitata brez nepotrebnega podvajanja kazalnikov.

Kazalnik *BC*

Kazalnik vmesnosti enote *BC* (angl. *betweenness centrality*) spada med mere središčnosti, in sicer meri, kolikokrat je med vsemi pari vozlišč določeno vozlišče na najkrajši poti med poljubnima vozliščema. Podan je z enačbo (Zetterberg, 2011):

$$BC_k = \sum_i \sum_j \frac{g_{ij}(k)}{g_{ij}} \quad \dots (14)$$

g_{ij} = število najkrajših poti od i do j ,

$g_{ij}(k)$ = število najkrajših poti, ki gredo dejansko čez vozlišče k .

Kazalnik je za analizo socialnih omrežij razvil Freeman (Freeman, 1977), Bodin in Norberg (2007) pa sta ga uspešno uporabila za iskanje povezovalnih zaplat med habitatnimi zaplatami.

Kazalnik *IIC*

Celosten kazalnik povezanosti *IIC* (angl. *integral index of connectivity*) je podan z enačbo (Pascual-Hortal in Saura, 2006):

$$IIC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i a_j}{1 + nl_{ij}}}{A_L^2} \quad \dots (15)$$

a_i in a_j sta površini habitatnih zaplat i in j ,

nl_{ij} = število vseh povezav v najkrajši poti med zaplatama i in j ,

A_L = celotna površina krajine (habitat in matica).

Vrednosti *IIC* se gibljejo med 0 in 1, večja številka pomeni boljšo povezanost.

Kazalnik *IIC* je osnovan na binarnem modelu povezanosti, kar pomeni, da povezava med dvema zaplatama obstaja ali ne obstaja, brez vmesnega prilagajanja jakosti povezave (Saura in Pascual-Hortal, 2007).

Kazalnik *PC*

Kazalnik verjetnosti povezanosti *PC* (angl. *probability of connectivity*) je mera dostopnosti habitata v krajini. Določen je kot verjetnost, da pri danem številu n habitatnih zaplat in neposrednih povezav med njimi (p_{ij}) dve naključno postavljeni točki v krajini padeta znotraj habitata, ki je med seboj povezan (Saura in Pascual-Hortal, 2007). Podan je s formulo:

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j p_{ij}^*}{A_L^2} = \frac{PCnum}{A_L^2} \quad \dots (16)$$

a_i in a_j = površini habitatnih zaplat i in j ,

A_L = celotna površina krajine (habitat in matica).

Namesto površine zaplat se lahko uporabi tudi druge lastnosti zaplat, ki so pomembne pri analizi, kot so na primer kakovost zaplat, utežena s površino, ustreznost habitata ali notranji prostor zaplate.

p_{ij}^* = maksimalen zmnožek verjetnosti vseh možnih poti med zaplatama i in j .

Kadar sta zaplati i in j blizu, je maksimalen zmnožek verjetnosti neposreden korak med zaplatama i in j ($p_{ij}^* = p_{ij}$). Kadar sta zaplati i in j bolj oddaljeni, je najboljša pot čez druge

habitatne zaplate, ki ležijo na tej poti ($p_{ij}^* > p_{ij}$). Vmesne habitatne zaplate tako predstavljajo povezovalne zaplate med zaplatama i in j . Kadar sta dve habitatni zaplati med seboj izolirani, je $p_{ij}^* = 0$. Kadar je $i = j$, je $p_{ij}^* = 1$, ker je vsaka zaplata vedno povezana sama s seboj (Saura in Pascual-Hortal, 2007).

Vrednost PC_{num} se spreminja s prostorsko razporeditvijo in lastnostmi habitatnih zaplat ter s sposobnostjo premikanja vrst. Pri deljenju PC_{num} z A_L^2 so vrednosti PC omejene na vrednosti med 0 in 1. Vrednost PC je najvišja, kadar je ves habitat v krajini združen v eno samo habitatno zaplato, se pravi habitat ni razdrobljen. Najvišja je tudi v primeru, ko je habitat razdeljen na več zaplat in med vsakim parom zaplat obstaja neposredna povezava (Saura in Rubio, 2010).

Relativno razvrščanje zaplat glede na njihov doprinos k celotni razpoložljivosti in povezanosti habitata je najbolj uporabno pri določanju prednostnih elementov krajine, to je zaplat in povezav med njimi (Laita in sod., 2011; Urban in Keitt, 2001). Relativno razvrščanje habitatnih zaplat poteka večinoma po dveh metodah (Bodin in Saura, 2010). Pri prvi se na podlagi izbranega kazalnika izračuna povezanost krajine, nato se z odstranjevanjem vsake posamične habitatne zaplate izračuna povezanost krajine po odstranitvi te zaplate. Nato se habitatne zaplate razvrsti glede na to, koliko se je zmanjšala povezanost krajine po njihovi odstranitvi (Saura in Pascual-Hortal, 2007). Kot najboljša kazalnika za to metodo sta se glede na dosedanje raziskave izkazala kazalnika IIC in PC . Druga metoda oceni pomembnost posamezne habitatne zaplate za povezanost glede na trenutno stanje krajine. Gre za koncept osrednje lege v mreži, kjer se glede na topološki položaj habitatne zaplate v mreži določi vpliv posamezne habitatne zaplate. Kot uspešen kazalnik po tej metodi se je izkazal kazalnik BC . Ker imata obe metodi svoje prednosti in slabosti, sta Bodin in Saura (2010) predlagala uporabo obeh metod.

Pomembnost posameznega elementa se izračuna iz spremembe PC (dPC_k), ki nastane zaradi odstranitve vsakega posameznega elementa iz krajine (Saura in Rubio, 2010):

$$dPC_k = 100 \times \frac{PC - PC_{remove,k}}{PC} = 100 \times \frac{\Delta PC_k}{PC} \quad \dots (17)$$

dPC_k = pomembnost elementa k , ki ga ima pri ohranitvi celotne razpoložljivosti habitata v krajini,

PC = vrednost kazalnika v prvotni krajini, kjer so prisotni vsi elementi, vključno s k ,

$PC_{remove,k}$ = vrednost kazalnika po odstranitvi elementa k .

Kadar se z izgubo elementa k prekine edina povezava med ostalimi zaplatami, se to odrazi v večjem dPC_k . Kadar predstavlja element k le eno od več alternativnih poti med zaplatami, odstranitev elementa k nima večjega vpliva, kar se odrazi v manjšem dPC_k (Saura in Rubio, 2010).

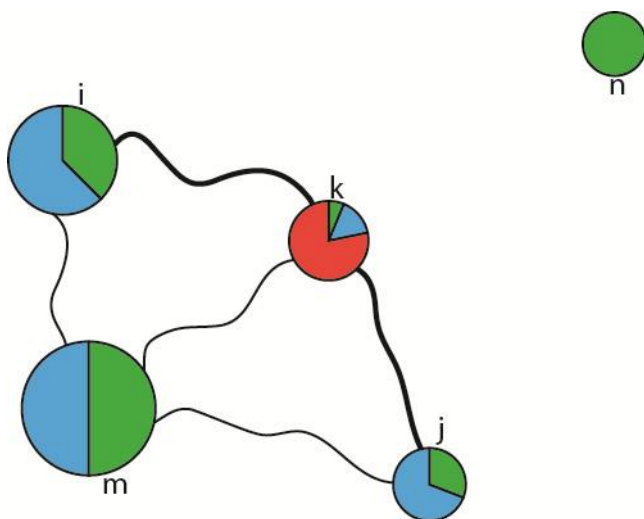
Vrednost dPC_k se lahko razdeli v tri različne frakcije glede na to, na kakšen način določen element k prispeva k dostopnosti in povezanosti habitata v krajini (Saura in Rubio, 2010):

$$dPC_k = dPCintra_k + dPCflux_k + dPCconnector_k \quad \dots (18)$$

- $dPCintra_k$ predstavlja povezanost oziroma dostopnost habitata, ki obstaja znotraj zaplate k in je odvisna od njenih lastnosti, kot sta na primer površina ali kakovost habitata. Neodvisna je od povezanosti zaplate k z ostalimi zaplatami. Prek te frakcije lahko prispevajo le vozlišča;
- $dPCflux_k$ je s površino utežen migracijski tok, ki poteka skozi povezave zaplate k od ali k drugim zaplatam v krajini, kadar je zaplata k začetna ali končna točka poti migracije. Odvisen je od lastnosti (npr. površine) zaplate k in od njene lege v krajinski mreži. Meri, kako dobro je zaplata k povezana z ostalimi zaplatami, ne pa, kako pomembna je za ohranitev povezanosti med ostalimi zaplatami. Povezave ne prispevajo k tej frakciji, ker nimajo površine in ne morejo biti začetna ali končna točka migracijskih tokov;
- $dPCconnector_k$: je prispevek zaplate ali povezave k k povezanosti z ostalimi zaplatami kot povezovalni element med njimi. Odvisen je le od topološke lege zaplate ali povezave v krajinski mreži in neodvisen od površine ali drugih lastnosti zaplate k . Določena zaplata ali povezava k prispeva prek te frakcije le, kadar je del najboljše poti med dvema drugima zaplatama i in j .

Čisto izolirana zaplata prispeva k dPC_k le prek $dPCintra_k$. Ko je zaplata povezana z drugimi zaplatami, prispeva k dPC_k prek $dPCintra_k$ in $dPCflux_k$. Prek $dPCconnector_k$ pa le, kadar je del najboljše poti med vsaj dvema zaplatama znotraj celotne krajinske mreže obravnavanih zaplat (Saura in Rubio, 2010). Za ponazoritev je na sliki 9 podanih pet zaplat, razdeljenih po barvah glede na prispevek posamezne frakcije. Linije predstavljajo stroškovno najkrajše povezave med njimi, debelejša črta pa pomeni močnejšo povezavo.

Zaplata n je izolirana in prispeva le prek frakcije *intra*. Zaplate i , j in m prispevajo prek frakcij *intra* in *flux*, ker so povezane z drugimi zaplatami. Delež frakcije *intra* je odvisen od notranje lastnosti zaplat, najbolj pogosto je v uporabi kar njihova velikost, lahko pa se uporabi tudi druge lastnosti, na primer kakovost. Le zaplata k prispeva k frakciji *connector*, ker edina leži na najboljši poti med zaplatama i in j .



Slika 9: Prispevek treh frakcij (*intra* – zelena, *flux* – modra, *connector* – rdeča) k dPC za zaplate i , j , k , m in n . Povezave so linije, debelejša črta pomeni močnejšo povezavo

Figure 9: The contribution of three fractions (*intra* - green, *flux* - blue, *connector* - red) to the dPC for patches i , j , k , m and n . Links are lines, thick line indicates a stronger link

Tako kot pri kazalniku PC se tudi pri kazalniku IIC lahko izračuna sprememba IIC ($dIIC_k$), ki se prav tako deli na tri frakcije, $dIICintra_k$, $dIICflux_k$ in $dIICconnector_k$ (Saura in Rubio, 2010).

Izračun vseh kazalnikov smo naredili v ukazni vrstici programskega paketa Conefor ver. 2.6 (Saura in Torné, 2009) na podlagi podatkovnih tabel, ki smo jih izvozili iz programskega paketa Graphab ver. 1.1 (Foltête in sod., 2012). Izračune smo naredili za stroškovne razdalje od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih. Pri vseh razdaljah smo nato izračunali relativen prispevek frakcij *intra*, *flux* in *connector* za kazalnika $dIIC$ in dPC (Saura in Rubio, 2010):

$$\theta_{PCfraction} = \frac{\sum_{k=1}^n dPCfraction_k}{\sum_{k=1}^n dPC_k} \quad \dots (19)$$

Glede na analizo celotne krajine pri razdaljah do 20.000 stroškovnih metrov smo izbrali razdalje, kjer so glede na gibanje kazalnika dPC in $dIIC$ največje spremembe.

3.2.7.1 Najpomembnejše povezovalne zaplate

Za iskanje najpomembnejših povezovalnih zaplat, to je tistih habitatnih zaplat, ki imajo ključno vlogo za ohranitev povezanosti omrežja habitatnih zaplat, naj bi bili glede na raziskavo trinajstih najpogostejše uporabljenih kazalnikov (Baranyi in sod. 2011) najbolj uspešni kazalniki *BC*, *dIICconnector* in *dPCconnector*, ki ne ocenjujejo le, kako dobro je določena zaplata povezana z ostalimi zaplatami, ampak kako pomembna je za ohranitev povezanosti. Med vsemi kazalniki, ki so jih zajeli v raziskavi, so se ti trije kazalniki izkazali za najbolj unikatne pri iskanju povezujočih elementov, zato lahko z njimi brez nepotrebnega podvajanja dosežemo bolj celovit pregled nad vlogami elementov pri ohranjanju povezanosti. Le en kazalnik ne more zajeti vseh vidikov, zato priporočajo skupek več kazalnikov. V želji, da zajamemo kar najbolj širok spekter različnih lastnosti gozdnih zaplat, smo za iskanje najpomembnejših povezovalnih zaplat uporabili vse tri kazalnike.

Metodo razvrščanja gozdnih zaplat po pomembnosti smo povzeli po Lee in sod. (2001), tako da smo razvrstili oziroma rangirali gozdne zaplate po posameznem kazalniku, njihove range sešteli in na podlagi vsote rangov določili nov skupni rang. Pri izbranih razdaljah prehajanja smo gozdne zaplate v programskem paketu IBM SPSS Statistics ver. 21 rangirali tako, da je rang 1 dobila gozdna zaplata z najvišjo vrednostjo posameznega kazalnika. Vse tri range po posameznih gozdnih zaplatah smo nato sešteli in na podlagi vsote rangov zopet rangirali gozdne zaplate tako da je najvišji rang dobila zaplata z najmanjšo vsoto rangov. Glede na skupni rang smo gozdne zaplate razdelili v tri skupine po pomembnosti. Kot najpomembnejše smo po skupnem rangi določili prvih dvajset gozdnih zaplat. Med manj pomembne smo uvrstili vse gozdne zaplate, ki še nekoliko prispevajo glede na te tri kazalnike, v zadnjo skupino pa smo uvrstili vse gozdne zaplate, ki glede na omenjene kazalnike ne prispevajo nič.

3.2.8 Komponente grafa in izolirane gozdne zaplate

Gibanje števila komponent grafa smo prikazali vse do razdalje prehajanja, kjer nastane le ena komponenta, se pravi postanejo vse gozdne zaplate na obravnavanem območju povezane med seboj. Primerjavo komponent grafa in izoliranosti gozdnih zaplat smo

naredili pri izbranih razdaljah prehajanja, ki smo jim za primerjavo dodali tudi evklidske razdalje do 300 metrov. Razdalja 300 metrov naj bi bila po Wildermuthu (1980, cit. po Pirnat, 2000) razdalja, pri kateri lahko številne vrste prehajajo med habitatnimi zaplatami. Izoliranost gozdnih zaplat smo dobili s pomočjo števila gozdnih zaplat v posameznih komponentah grafa, kjer so izolirane tiste, kjer se v komponenti pojavlja le ena gozdna zaplata.

3.2.9 Vpliv matice

Za primerjavo, čez katere rabe zemljišč potekajo povezave, smo grafični sloj vseh povezav v programskem paketu MapInfo ver. 10.5 s funkcijo *Split* prerezali z mejami naših rab zemljišč in s funkcijo *ObjectLen* izračunali dejanske geografske dolžine povezav po posamezni rabi. Iz osnovnega sloja rab zemljišč smo povezavam dodali šifro rabe. Primerjavo dolžin smo naredili s pomočjo dejanske geografske in ne stroškovne razdalje povezav.

Vpliv drevnine in avtoceste smo preverili s pomočjo kazalnika enakovredno povezane površine *ECA* (angl. *equivalent connected area index*), ki so ga razvili Saura in sod. (2011). Kazalnik *ECA* je definiran kot velikost ene same maksimalno povezane habitatne zaplate, ki bi omogočala enako verjetnost povezanosti kot dejanski vzorec habitatnih zaplat v krajini. Izpeljan je lahko iz kazalnika *PC* ($ECA(PC)$) ali pa iz kazalnika *IIC* ($ECA(IIC)$), in sicer je kvadratni koren *PCnum* ali *IICnum*. S tem ohranja karakteristike in obnašanje kazalnika *PC* ali *IIC*. Njegova prednost je v tem, da ima za mersko enoto površino z bolj logičnim in uporabnim intervalom odklona, s tem pa je omogočena enostavnejša in bolj razumljiva interpretacija rezultatov. Kazalnik *ECA* ni nikoli manjši od površine največje habitatne zaplate v krajini, kar onemogoča zelo majhne vrednosti. Je vrsta omrežnega kazalnika, ki pri izračunu upošteva povezano površino znotraj habitatnih zaplat, ocenjen tok migracij med habitatnimi zaplatami in prispevek zaplat in povezav kot povezovalnih elementov, ki vzdržujejo povezanost med ostalimi habitatnimi zaplatami. Ni omejen le na površino habitatnih zaplat, ampak se lahko uporablja za katerokoli izbrano lastnost habitatnih zaplat (Saura in sod., 2011).

Relativna sprememba kazalnika *ECA* predstavlja razliko med vrednostjo kazalnika *ECA* pred in po spremembi v krajini in je podana po enačbi (Saura in sod., 2011):

$$dECA = \frac{ECA_{prihodnji} - ECA_{trenutni}}{ECA_{trenutni}} \quad \dots (20)$$

Kazalnik *dECA* zazna pozitivne (povečanje habitatnih površin) ali negativne (zmanjšanje habitatnih površin) spremembe v habitatni površini. Kako močno vpliva sprememba na povezanost habitata v krajini, se lahko meri s primerjavo kazalnika z relativno spremembo površine habitata (*dA*). Spremembe povezanosti zazna kazalnik *dECA* tudi ob spremembah v matici, kadar ta postane bolj ali manj prepustna (Saura in sod., 2011). Ta način smo uporabili za primerjavo povezanosti na obravnavanem območju med tremi različnimi variacijami matice, in sicer kadar drevnino upoštevamo oziroma ne upoštevamo ter upoštevamo oziroma ne upoštevamo prehode čez avtocesto. Izračun kazalnika *ECA* smo naredili v ukazni vrstici programskega paketa Conefor ver. 2.6 (Saura in Torné, 2009).

3.2.10 Gluhi prostor

Prisotnost t. i. gluhega prostora na širšem raziskovalnem območju smo preverili pri medsebojnih razdaljah 100, 300, 600 in 1.000 evklidskih metrov med gozdnimi zaplatami oziroma gozdnimi zaplatami in drevnino. Naredili smo primerjavo deleža gluhega prostora z upoštevanjem drevnine in brez upoštevanja drevnine, da smo lahko primerjali razliko v količini gluhega prostora, če je drevnina na območju prisotna ali ne. V programskem paketu MapInfo ver. 10.5 smo okoli gozdnih zaplat s funkcijo *Buffer* naredili 50-, 150-, 300- in 500-metrске pasove. Nato smo s funkcijo *Erase* na podlagi teh pasov izbrisali vse površine, kjer gluhi prostor ne obstaja. Na ta način so vse ostale površine gluhi prostor. Iz tega gluhega prostora smo izločili urbane površine, ker teh površin nismo zajeli pri izrisu drevnine. Celoten postopek smo od začetka ponovili z gozdnimi zaplatami in drevnino. Delež gluhega prostora smo izračunali glede na celotno površino širšega raziskovalnega območja in glede na kmetijske površine na širšem raziskovalnem območju.

3.2.11 Mreža najpomembnejših gozdnih zaplat in drevnine

Za osnovo v mreži smo uporabili gozdne zaplate, ki so se uvrstile med dvajset najpomembnejših povezovalnih zaplat pri katerikoli od podrobneje analiziranih razdalj prehajanja. Dodali in preverili smo njihove ostale lastnosti, ki smo jih proučevali pri

analizi gozdnih zaplat. Tako smo preverili njihovo zastopanost po velikostnih razredih, deležu notranjega prostora, obliki in deležu smreke. Pri lastnostih, kjer najpomembnejše povezovalne zaplate niso zajele večjega dela najboljših gozdnih zaplat glede na posamezno lastnost, smo dodali še gozdne zaplate, ki so zapolnile manjkajoče lastnosti. Na ta način smo dobili osnovno mrežo gozdnih zaplat, ki na obravnavanem območju največ prispevajo k medsebojni povezanosti gozdnih zaplat in ohranjajo njihovo heterogenost v prostoru. Mreži izbranih gozdnih zaplat smo dodali vso drevnino zunaj gozda.

3.2.12 Predlog novih zasaditev posamične drevnine

Za predele brez naravne vegetacije smo izdelali predlog novih zasaditev posamičnih dreves. Za posamična drevesa smo se odločili, ker so na obravnavanem območju večinoma prisotna kmetijska zemljišča prve kategorije, ki jih praviloma ne zasajamo. Posamezno drevo pa zavzame tako majhno površino, da praktično ne predstavlja spremembe površine kmetijskih zemljišč. Za osnovo smo vzeli območje gluhega prostora, ki je prisoten ob evklidskih razdaljah 300 metrov med gozdom in drevnino, ter območja gluhega prostora, ki je prisoten ob evklidskih razdaljah 600 metrov med gozdom in drevnino. Prednost smo dali večjim sklenjenim območjem gluhega prostora, kjer je prisoten gluhi prostor glede na obe obravnavani razdalji. S pomočjo posnetkov DOF5 (Prostorski informacijski sistem Geodetske ..., 2011) in lastništva parcel smo prioritetno iskali lokacije na križiščih poljskih poti (Pirnat, 1991b) in na posestih v državni lasti. Kjer ni bilo primernih križišč, smo izbrali lokacije ob poljskih poteh, še posebno tam, kjer se stikata meji dveh poljskih kultur. Le izjemoma smo določili lokacije sredi polj, vedno le ob meji različnih poljskih kultur.

Dobljenim novim lokacijam smo v programskem paketu MapInfo ver. 10.5 s funkcijo *Buffer* dodali ustrezen pas (150 ali 300 metrov) in nove površine s pomočjo funkcije *Erase* izrezali iz površin obstoječega gluhega prostora pri razdaljah 300 in 600 metrov. Na ta način smo dobili podatek, za koliko bi nove predlagane zasaditve zmanjšale trenutni gluhi prostor. Kolikšno površino kmetijskega prostora bi nove zasaditve zajele, smo izračunali tako, da smo vsem novim posamičnim drevninam pripisali povprečno površino posamičnih drevnin na obravnavanem območju, in njihovo vsoto primerjali s površino kmetijskih površin na ožjem raziskovalnem območju.

3.2.13 Načrtovane širitve urbanih območij

Podlago za nadaljnje širitve urbanih predelov smo povzeli po grafičnih slojih občinskih prostorskih načrtih vseh treh občin (Odlok o občinskem ..., 2011; Odlok o prostorskih sestavinah ..., 2012; Odlok o prostorskih ureditvenih ..., 2006), in sicer smo za ta območja določili vsa zazidljiva območja, ki še niso bila pozidana. Poleg občinskih načrtov smo dodali trenutno predlagane širitve letališča, ki so podane v pobudi za izdelavo državnega prostorskega načrta za letališče Jožeta Pučnika Ljubljana (Državni prostorski načrt ..., 2012). Te površine smo vizualno primerjali z mrežo naših najpomembnejših gozdnih zaplat in drevnine. Na ta način smo pridobili podatek, kam je trenutno usmerjen razvoj urbanih površin in katere površine gozda in drevnine bi na ta način izgubili ter koliko od teh smo jih mi uvrstili med najpomembnejše površine za ohranitev.

4 REZULTATI

4.1 OSNOVNE RABE ZEMLJIŠČ Z DREVNINO

Celotna površina ožjega raziskovalnega območja znaša 8.887,10 ha oziroma 88,87 km². Celotna površina širšega raziskovalnega območja je za 1.536,55 ha večja od ožjega območja in meri 10.423,65 ha oziroma 104,24 km². Površine na ožjem raziskovalnem območju po osnovnih rabah zemljišč so podane v preglednici 6, za širše raziskovalno območje pa v preglednici 7. Na sliki 10 so prikazane osnovne rabe zemljišč z drevnino tako za ožje kot širše raziskovalno območje. Na ožjem raziskovalnem območju je največ kmetijskih površin, ki obsegajo dobro polovico (53,3 %) območja. Največji delež pripada njivam, ki pokrivajo 39,2 % ožjega raziskovalnega območja. Gozdnatost je 27,7 %, 16,6 % je urbanih površin. Najmanjši je delež drevnine, ki pokriva 0,5 % celotne površine območja oziroma 0,9 % kmetijskih površin. Po številu zaplat je zaradi majhne površine posamezne zaplate drevnine daleč največ zaplat drevnine. Med vsemi osnovnimi rabami je povprečna površina posamičnih zaplat največja pri kmetijskih površinah. Gozdne zaplate so v povprečju le nekoliko večje od urbanih površin. Pod urbane površine smo zajeli 1.480,05 ha ureditvenih območij naselij, zazidljivih površin po občinskih prostorskih načrtih pa je 1.633,79 ha. Znotraj slednjih je zajetih 1,40 ha drevnine, 144,92 ha gozda in 156,57 ha kmetijskih površin, manjka pa 208,20 ha dejanskih površin naselij.

Preglednica 6: Osnovne rabe zemljišč na ožjem raziskovalnem območju

Table 6: Basic land use on a narrow study area

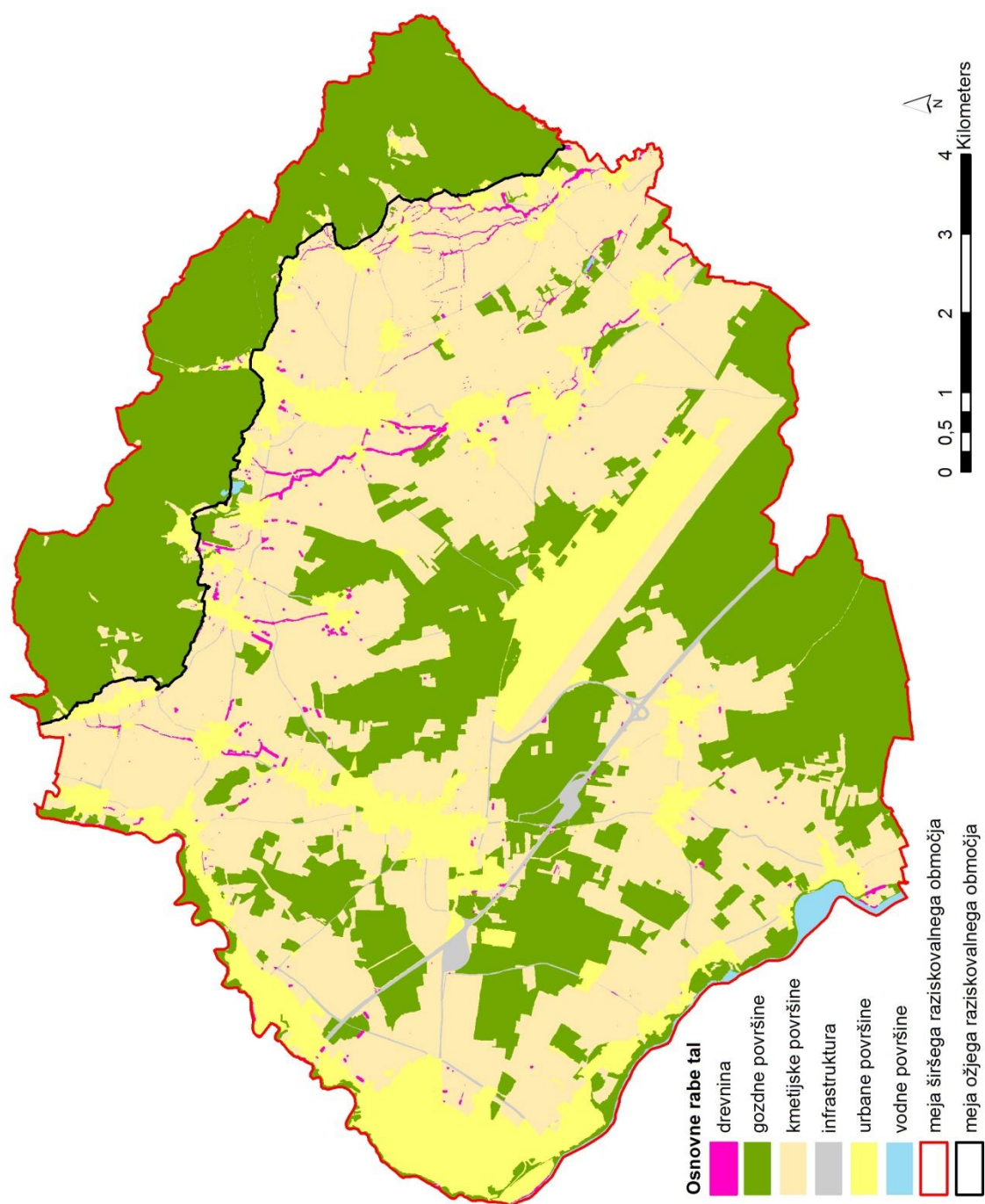
Osnovne rabe zemljišč	Površina	Delež	Povprečna površina zaplat	Najmanjša površina zaplat	Največja površina zaplat	Število zaplat
	ha	%	ha	m ²	ha	N
Gozdne površine	2.461,09	27,7	16,41	2.581	366,96	150
Drevnina	41,21	0,5	0,04	2	3,22	1.009
Kmetijske površine	4.734,57	53,3	26,90	14	348,54	176
Urbane površine	1.480,05	16,6	12,03	306	401,48	123
Infrastrukturne površine	107,08	1,2	1,13	178	65,45	95
Vodne površine	63,10	0,7	9,01	314	59,81	7
Skupaj	8.887,10	100,0	5,70			1.560

Na širšem raziskovalnem območju prav tako prevladujejo kmetijske površine, vendar obsegajo manj kot polovico območja (46 %) na račun večje gozdnosti območja (37,4%). Večjih razlik v deležu ostalih osnovnih rab ni. Na širšem raziskovalnem območju je za razliko od ožjega območja največja povprečna površina gozdnih zaplat, ki je za 1,6-krat večja od povprečne površine gozdnih zaplat ožjega območja. Povprečne površine ostalih rab zemljišč pa so nekoliko manjše kot v ožjem območju. Razlik pri najmanjših površinah zaplat med obema območjema praktično ni, pri obeh znaša najmanjša površina zaplate 2 m² na račun izrisa posamičnih drevnin. Prav tako praktično ni razlik pri največjih površinah zaplat z izjemo gozdnih površin, kjer je površina največje zaplate na širšem območju skoraj dvakrat večja od površine na ožjem območju. Število zaplat po osnovnih rabah med ožjim in širšim območjem ni primerljivo, ker smo na širšem raziskovalnem območju z združevanjem zaplat enake rabe lahko združili zaplate, ki so bile na ožjem območju prostorsko ločene.

Preglednica 7: Osnovne rabe zemljišč na širšem raziskovalnem območju

Table 7: Basic land use on extended study area

Osnovne rabe zemljišč	Površina	Delež	Povprečna površina zaplat	Najmanjša površina zaplat	Največja površina zaplat	Število zaplat
	ha	%	ha	m ²	ha	N
Gozdne površine	3.901,46	37,4	26,01	2.581	718,97	150
Drevnina	41,98	0,4	0,04	2	3,37	1.051
Kmetijske površine	4.793,54	46,0	23,61	14	348,54	203
Urbane površine	1.511,40	14,5	10,95	306	401,48	138
Infrastrukturne površine	111,09	1,1	1,19	123	65,45	95
Vodne površine	64,18	0,6	6,42	314	59,81	10
Skupaj	10.423,65	100,0	6,34	2	718,97	1.647



Slika 10: Pregledna karta osnovnih rab zemljišč ožjega in širšega raziskovalnega območja

Figure 10: Basic land use map for narrower and extended study area

4.1.1 Spremembe v gozdni maski od 2009 do 2011

Pri analizi sprememb gozdne maske smo ugotovili, da se je v obdobju dveh let izkrčilo 9,1 ha gozdov, kar znaša 0,4 % gozdne površine. Na novo zaraščenih gozdnih površin ni bilo. Zabeležili smo 43 lokacij krčitev gozda s povprečno površino 0,21 ha. Največja površina ene krčitve je znašala 0,9 ha, in sicer za potrebe urbanizacije. Več kot dve tretjini površin krčitev (70 %) je bilo izvedenih na račun urbanizacije, 18 % zaradi širitve kmetijskih površin in 12 % zaradi izgradnje infrastrukture (preglednica 8).

Preglednica 8: Krčitve gozdov v obdobju od 2009 do 2011 po namenu

Table 8: Deforestation in the period from 2009 to 2011 according to purpose

Namen krčitve	Površina	Delež
	ha	%
Urbanizacija	6,37	70
Kmetijstvo	1,66	18
Infrastruktura	1,07	12
Skupaj	9,10	100

4.1.2 Vključenost drevnine v uradne evidence

Primerjava dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč ter našega grafičnega sloja drevnine je pokazala, da je v dejanski rabi zajetih kar 86 % površin drevnine, 1 % površin drevnine pa delno zajete (preglednica 9). Le 13 % površin drevnin ni zajetih v dejanski rabi. Po površini je v dejansko rabo vključeno največ linijske drevnine (92 %), sledi skupinska drevnina s 73 %, najmanj, le 3 %, je zajetih površin posamične drevnine. Drugačno sliko dobimo pri primerjavi zajete drevnine glede na število zajetih posamičnih zaplat drevnine. Po številu zaplat je v dejanski rabi zajete le 36 % drevnine. Tudi tukaj je največ zajete linijske drevnine (55 %), sledi skupinska drevnina s 40 %, posamičnih zaplat drevnin je zajetih le 2 %.

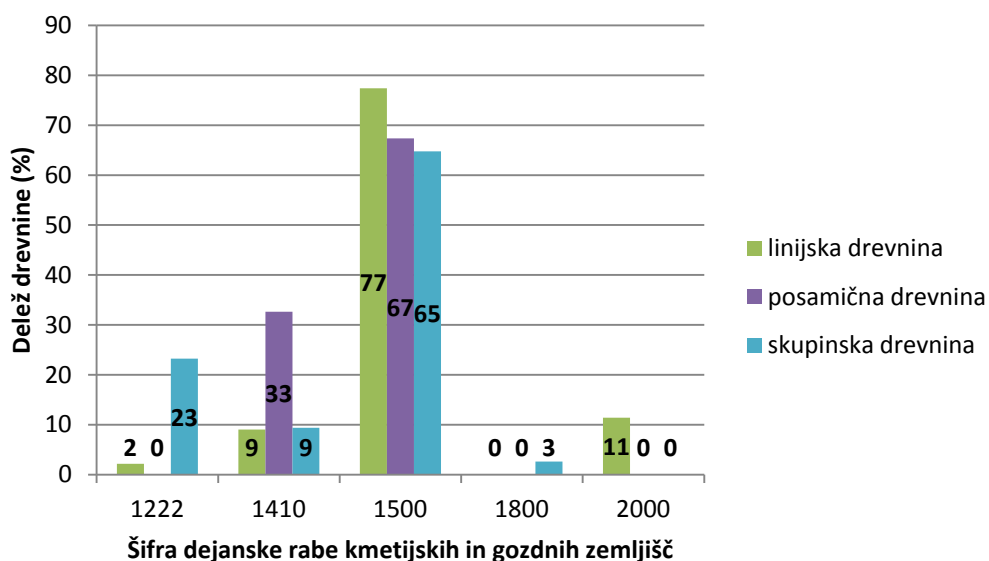
Drevnina se pojavlja znotraj različnih vrst dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (slika 11). Največ površin drevnine (75 %) je zajetih v šifri dejanske rabe »1.500 – drevesa in grmičevje«. 10 % površin drevnin je zajetih pod šifro »2.000 – gozd«. Te površine smo mi zaradi površine, manjše od 0,25 ha, uvrstili pod linijske drevnine in ne pod gozdne površine. V šifri »1.410 – zaraščanje« je zajetih 9 % površin drevnin, kjer se nahaja največ

posamične drevnine, 5 % površin drevnin je zajetih v šifri »1.222 – ekstenzivni sadovnjaki«. Večinoma gre za sadno drevje, ki smo ga mi uvrstili pod skupinsko drevnino. 3 % površin skupinske drevnine pade tudi v šifro »1.800 – kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem«.

Preglednica 9: Deleži drevnine, zajete v dejanski rabi kmetijskih in gozdnih zemljišč

Table 9: The proportions of trees outside forest covered by the actual use of agricultural and forest land

Skupine drevnine	Po številu zaplat			Po površini zaplat		
	Niso zajete	So zajete	Delno zajete	Niso zajete	So zajete	Delno zajete
	%	%	%	%	%	%
Linijske	44	55	1	7	92	1
Posamične	98	2	0	97	3	0
Skupinske	60	40	0	27	73	0
Skupaj	64	36	0	13	86	1

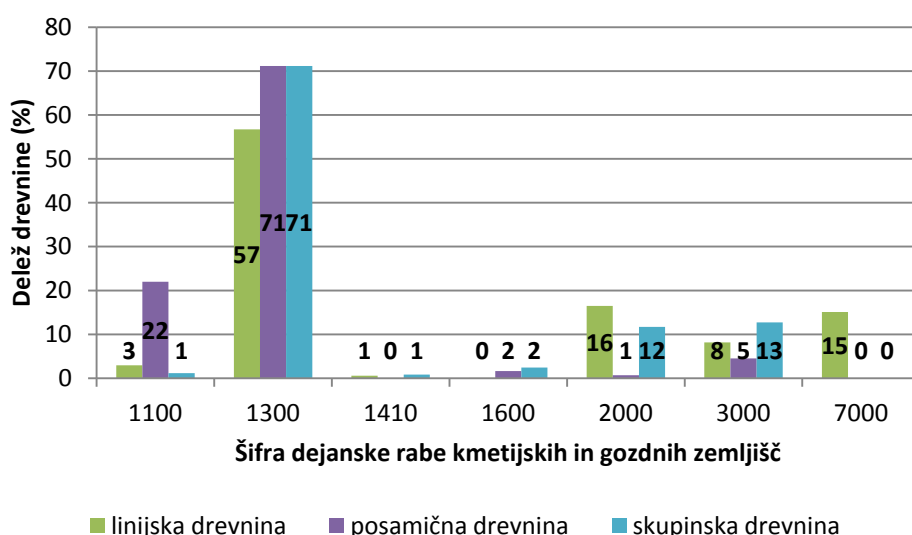


Slika 11: Deleži zajete drevnine po vrstah dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč

Figure 11: The proportions of included trees outside forest by type of actual use of agricultural and forest land

Drevnina, ki ni zajeta v izrisu dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, se večinoma (65 %) pojavlja na površinah s šifro »1.300 – trajni travniki« (slika 12). 12 % površin drevnin pade pod dejansko rabo gozd, vendar teh nismo šteli v zajeto, ker je v dejanski rabi zemljišč del večje gozdne zaplate. Enako je z 1 % površin drevnin, ki pade na površine v

zaraščanju. 9 % površin drevnin se nahaja znotraj šifre »3.000 – pozidana zemljišča«, 7 % znotraj šifre »7.000 – voda«, 6 % znotraj šifre »1.100 – njive« in 1 % znotraj šifre »1.600 – neobdelana zemljišča«.



Slika 12: Deleži nezajete drevnine po vrstah dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, znotraj katerih se nahajajo

Figure 12: The proportions of excluded trees outside forest by type of actual use of agricultural and forest land, within which they are located

4.2 ANALIZA GOZDNIH ZAPLAT

4.2.1 Velikost gozdnih zaplat

Vseh gozdnih zaplat je 150 s skupno površino 2.461,09 ha in povprečno površino 16,41 ha (preglednica 10). Najmanjša gozdna zaplata meri 0,26 ha, največja pa 366,96 ha. Dve tretjini gozdnih zaplat ima površino manjšo od 5 ha, vendar zavzemajo le 6,8 % površine gozda na ožjem raziskovalnem območju. Nad 100 ha površine je sedem gozdnih zaplat, ki predstavljajo manj kot 5 % vseh gozdnih zaplat, vendar zavzemajo skoraj dve tretjini gozda po površini.

Preglednica 10: Kazalniki površine gozdnih zaplat po površinskih velikostnih razredih

Table 10: Forest patches area metrics by surface size classes

Velikostni razred	Število zaplat	CA	MPS	Najmanjša površina zaplate	Največja površina zaplate	Delež zaplat po številu	Delež zaplat po površini
ha	N	ha	ha	ha	ha	%	%
Do 1	44	26,62	0,60	0,26	1,00	29,3	1,1
1 do 5	56	139,76	2,50	1,04	4,92	37,3	5,7
5 do 10	23	163,37	7,10	5,13	9,95	15,3	6,6
10 do 30	14	236,87	16,92	10,53	26,90	9,3	9,6
30 do 100	6	337,52	56,25	31,36	84,12	4,0	13,7
100 in več	7	1.556,96	222,42	128,45	366,96	4,7	63,3
Skupaj	150	2.461,09	16,41	0,26	366,96	100,0	100,0

(CA – skupna površina gozdnih zaplat, MPS – povprečna površina gozdnih zaplat)

4.2.2 Obseg gozdnih zaplat

Skupna dolžina gozdnega robu znaša 280,70 km, povprečna dolžina obsega gozdnih zaplat je 1,87 km (preglednica 11). Najmanjša dolžina obsega gozdne zaplate je 0,21 km, največja pa 20,54 km. Dobra polovica (55 %) gozdnih zaplat ima obseg manjši od 1 km, od tega imajo vse, razen ene velikosti 5,17 ha, površino manjšo od 5 ha. Le šest gozdnih zaplat ima obseg večji od 10 km. To so večinoma gozdne zaplate, večje od 170 ha, razen ene velikosti 26,9 ha. Gostota gozdnega robu na ožjem raziskovalnem območju je 114,05 m/ha.

Preglednica 11: Kazalniki dolžine obsega gozdnih zaplat po površinskih velikostnih razredih

Table 11: Forest patches edge metrics by surface size classes

Velikostni razred	Število zaplat	TE	MPE	Najmanjši obseg zaplate	Največji obseg zaplate
ha	N	km	km	km	km
Do 1	44	19,16	0,44	0,21	1,17
1 do 5	56	54,60	0,98	0,44	2,57
5 do 10	23	39,14	1,70	0,94	3,13
10 do 30	14	48,04	3,43	1,49	10,13
30 do 100	6	29,49	4,91	2,74	7,53
100 in več	7	90,27	12,90	7,39	20,54
Skupaj	150	280,70	1,87	0,21	20,54

(TE – vsota dolžin obsegov, MPE – povprečna dolžina obsega)

4.2.3 Oblika gozdnih zaplat

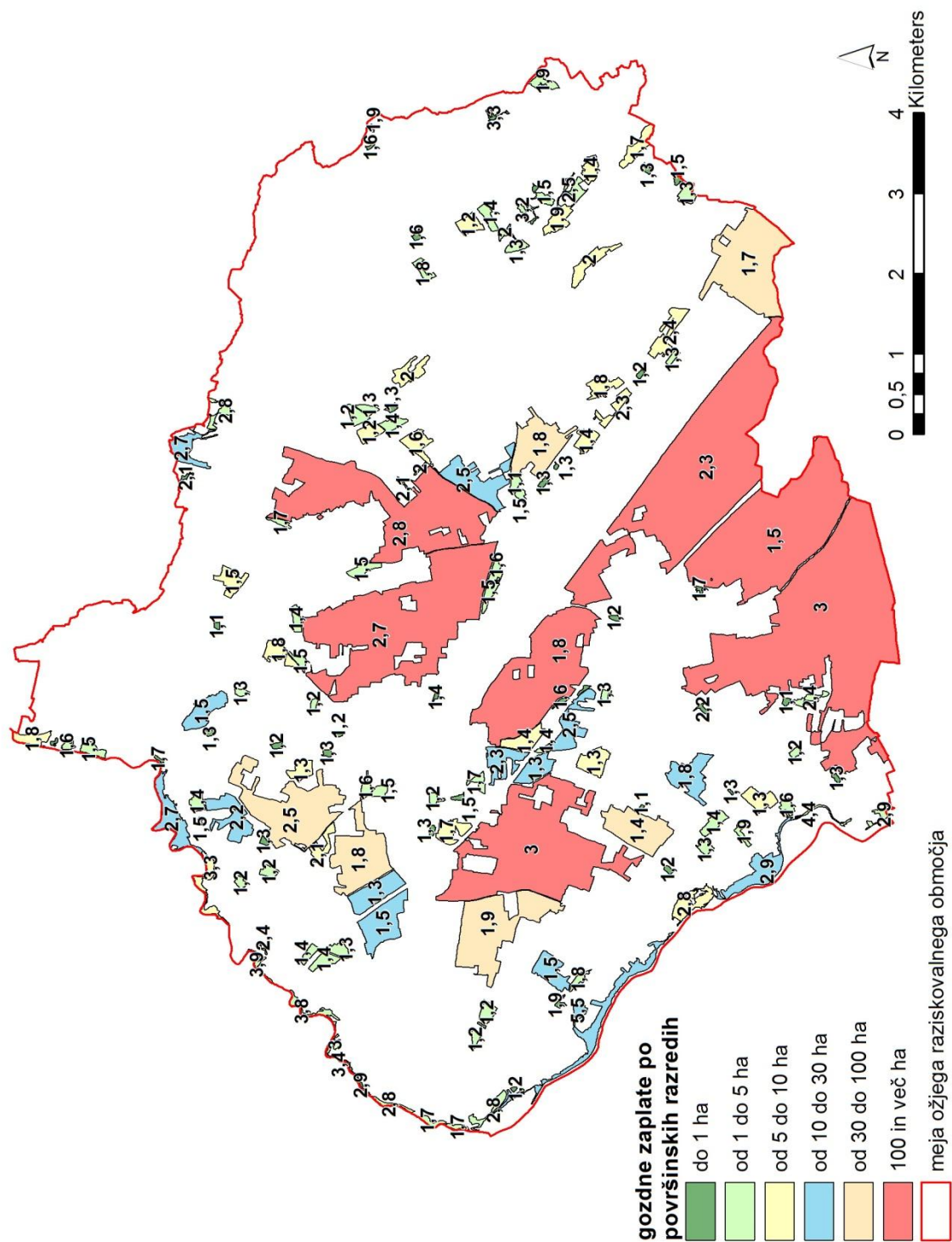
Razmerje obsega in površine se z večanjem površin gozdnih zaplat zmanjšuje (preglednica 12). Po velikostnih razredih gozdnih zaplat je povprečni indeks oblike najmanjši pri gozdnih zaplatah do velikosti enega hektarja. Največji je v največjem velikostnem razredu nad 100 ha in v razredu od 10 do 30 ha. Indeksi oblike za posamezno gozdno zaplato se gibljejo od 1,109 do 5,511. Večina gozdnih zaplat (74 %) ima indeks oblike manjši od 2, znotraj tega pa so zajete gozdne zaplate različnih površin in iz vseh razredov po površini, vendar prevladujejo gozdne zaplate, manjše od 5 ha, ki jih je 73 %. Kar 81 % gozdnih zaplat s površino, manjšo od 5 ha, ima indeks oblike manjši od 2. Dve gozdni zaplati z indeksom oblike pod 2 spadata v zadnji velikostni razred. Prva velikosti 128,45 ha z indeksom oblike 1,848 ter druga velikosti 194,5 ha z indeksom oblike 1,494. Z vrednostjo indeksa oblike od 2 do 3 je 20 % gozdnih zaplat, z vrednostjo indeksa oblike od 3 do 4 je 5 % gozdnih zaplat. Dve gozdni zaplati imata indeks oblike nad 4, in sicer indeks oblike 4,442 ima manjša gozdna zaplata velikosti 1,76 ha, indeks oblike 5,511 ima gozdna zaplata velikosti 26,9 ha.

Preglednica 12: Kazalniki oblike gozdnih zaplat po površinskih velikostnih razredih

Table 12: Forest patches shape metrics by surface size classes

Velikostni razred	Število zaplat	Razmerje obseg – površina	Indeks oblike
ha	N		
Do 1	44	0,077	1,605
1 do 5	56	0,043	1,789
5 do 10	23	0,024	1,798
10 do 30	14	0,020	2,301
30 do 100	6	0,009	1,848
100 in več	7	0,006	2,433
Skupaj	150	0,045	1,817

Na sliki 13 so prikazane gozdne zaplate, po barvah razporejene v šest velikostnih razredov, s pripisanim indeksom oblike. Največji indeks oblike imajo podolgovate gozdne zaplate, ki se pojavljajo predvsem ob vodotokih. Od sedmih največjih zaplat imata le dve indeks oblike manjši od 2, kar pomeni, da ima večina velikih gozdnih zaplat zelo razčlenjeno obliko.



Slika 13: Gozdne zaplate, razporejene v šest velikostnih razredov. V vsaki gozdni zaplati je zapisan njen indeks oblike (MSI)

Figure 13: Forest patches arranged in six size classes. In each forest patch its shape index (MSI) is written

4.2.4 Notranje okolje gozdnih zaplat

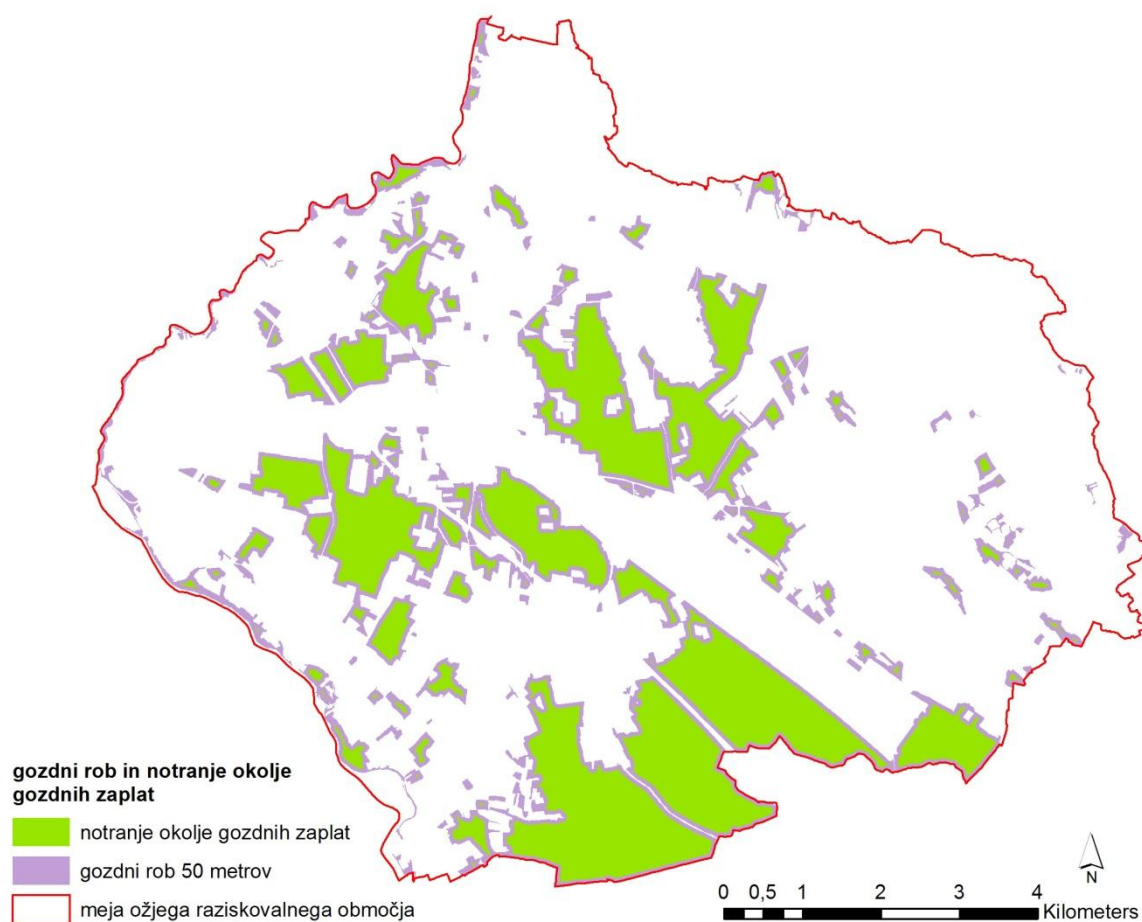
Dve tretjini (67 %) gozdnih zaplat v ožjem raziskovalnem območju nima nobenega notranjega okolja oziroma je ta manjši od 0,5 ha. Brez notranjega okolja so vse gozdne zaplate v prvem velikostnem razredu, 91 % gozdnih zaplat v drugem velikostnem razredu in 22 % v tretjem velikostnem razredu. Notranje okolje ima 50 gozdnih zaplat, večina teh (86 %) ima eno notranje okolje, ostalih sedem gozdnih zaplat ima dva notranja okolja. Na sliki 14 so prikazana notranja okolja gozdnih zaplat z gozdnim robom širine 50 metrov.

Velikosti notranjih okolij so zelo različne, najmanjše meri 0,52 ha, največje pa 282,30 ha in pripada največji gozdni zaplati. Delež površine gozdne zaplate, ki predstavlja njeno notranje okolje, narašča po velikostnih razredih gozdnih zaplat (preglednica 13). Najmanjši delež notranjega okolja (4 %) ima gozdna zaplata velikosti 26,9 ha. V tretjem velikostnem razredu je po številu največ notranjih okolij, vendar obsegajo le 18 % površine gozda v tem velikostnem razredu. V največjem velikostnem razredu gozdnih zaplat obsega notranje okolje 74 % površine tega razreda. Na celotnem ožjem raziskovalnem območju je 60 % gozdne površine notranje okolje.

Preglednica 13: Kazalniki notranjega okolja gozdnih zaplat po površinskih velikostnih razredih

Table 13: Forest patches core area metrics by surface size classes

Velikostni razred	Število zaplat	Število notranjih okolij	Skupna površina notranjih okolij	Indeks notranjega okolja
ha	N	N	ha	%
Do 1	44	0	0,00	0
1 do 5	56	5	3,44	2
5 do 10	23	18	29,66	18
10 do 30	14	15	75,23	32
30 do 100	6	8	212,68	63
100 in več	7	11	1.153,38	74
Skupaj	150	57	1.474,39	60

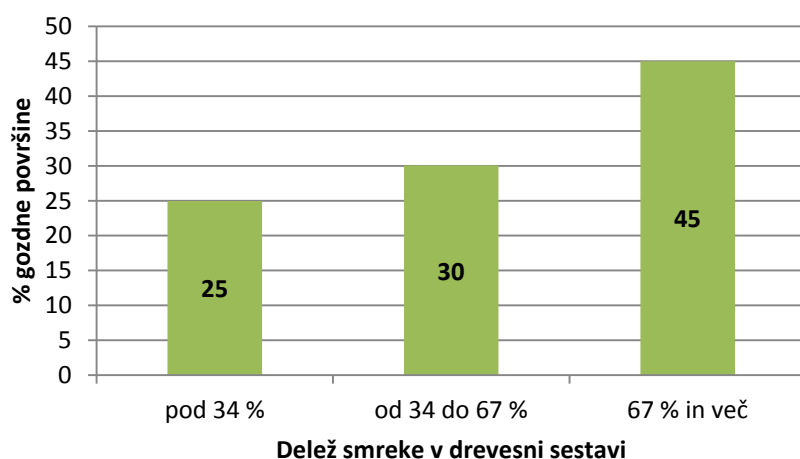


Slika 14: Notranje okolje in gozdni rob gozdnih zaplat na ožjem raziskovalnem območju

Figure 14: Core area and forest edge of forest patches in a narrow study area

4.2.5 Delež smreke v gozdnih zaplatah

Skoraj polovica (45 %) gozdnih površin ima delež smreke v drevesni sestavi višji ali enak 67 % (slika 15). Četrtnina gozdov ima majhen delež smreke, vendar so to večinoma manjši sestoji oziroma manjše gozdne zaplate (slika 16). Večje gozdne zaplate v osrednjem delu območja imajo visok delež smreke v drevesni sestavi. Tu so predvsem hrastovo-gabrova rastišča. V južnem delu območja so prav tako prisotne večje gozdne zaplate. Te imajo v zgornji polovici, kjer so pretežno hrastovo-gabrova rastišča, visok delež smreke, v spodnji polovici, kjer so rastišča kisloljubnih borovij, pa majhen delež smreke.



Slika 15: Delež gozdne površine glede na delež smreke v drevesni sestavi

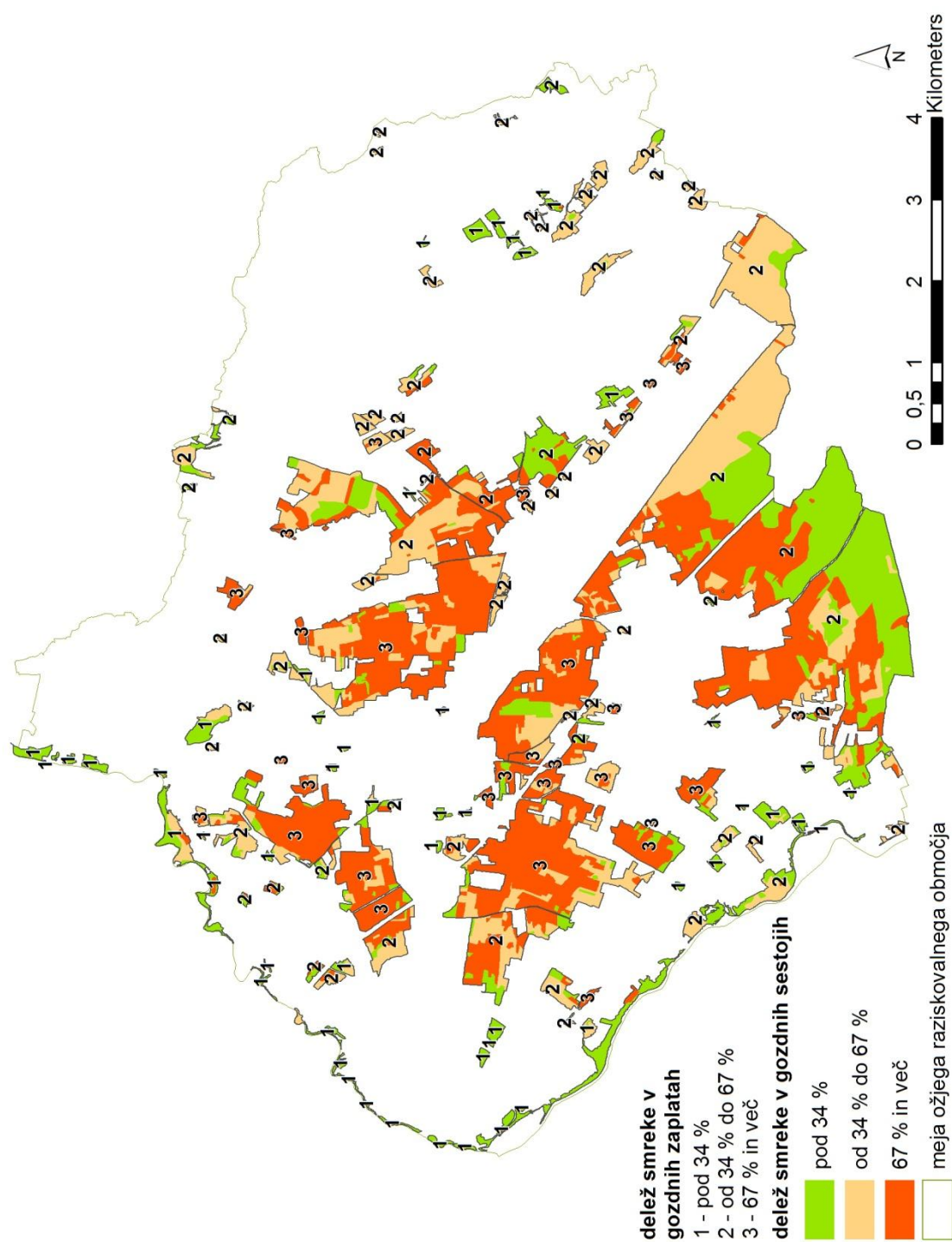
Figure 15: The proportion of forest area according to the proportion of spruce in a tree species composition

Najvišji delež smreke v drevesni sestavi imajo drogovnjaki. Kar 62 % površin drogovnjakov ima 67 % ali več smreke v drevesni sestavi (preglednica 14). Sledijo debeljaki s 46 % površin s 67 % ali več smreke v drevesni sestavi. Najmanj je smreke v mladovjih, kjer ima 31 % površin mladovij delež smreke v drevesni sestavi manjši od 34 %, 37 % površin mladovij pa 67 % in več smreke.

Preglednica 14: Delež smreke v razvojnih fazah

Table 14: The proportion of spruce in development phases

Delež smreke v drevesni sestavi	Razvojne faze			
	Mladovje	Drogovnjak	Debeljak	Sestoj v obnovi
	%	%	%	%
Pod 34 %	31	19	24	28
Od 34 do 67 %	32	19	30	34
67 % in več	37	62	46	38
Skupaj	100	100	100	100



Slika 16: Delež smreke v drevesni sestavi gozdnih zaplat in gozdnih sestojih glede na podatke ZGS

Figure 16: The proportion of spruce in tree species composition of forest patches and forest stands according to the ZGS data

4.2.6 Raba zemljišč okoli gozdnih zaplat

Gozdne zaplate najbolj pogosto (67,8 %) mejijo na kmetijska zemljišča (preglednica 15). Kar 109 zaplat (73 %) si deli več kot polovico svoje dolžine robu s kmetijskimi površinami, od tega jih je 37 v celoti znotraj kmetijskih površin. Na urbana zemljišča meji 17,2 % ali 46,28 km gozdnih robov, če prištejemo še avtocesto, je to 53,96 km oziroma petina vsega gozdnega robu. Več kot polovico svojega robu si z urbanimi površinami deli 26 zaplat in ena z avtocesto. Dvanajst gozdnih zaplat je v celoti znotraj urbanih površin. Gre za manjše gozdne zaplate, največja meri 5,48 ha, skupaj pa merijo 18,69 ha.

Preglednica 15: Dolžine in deleži sosednjih rab, ki mejijo na gozdne zaplate

Table 15: Length and proportions of neighbouring uses, adjacent to forest patches

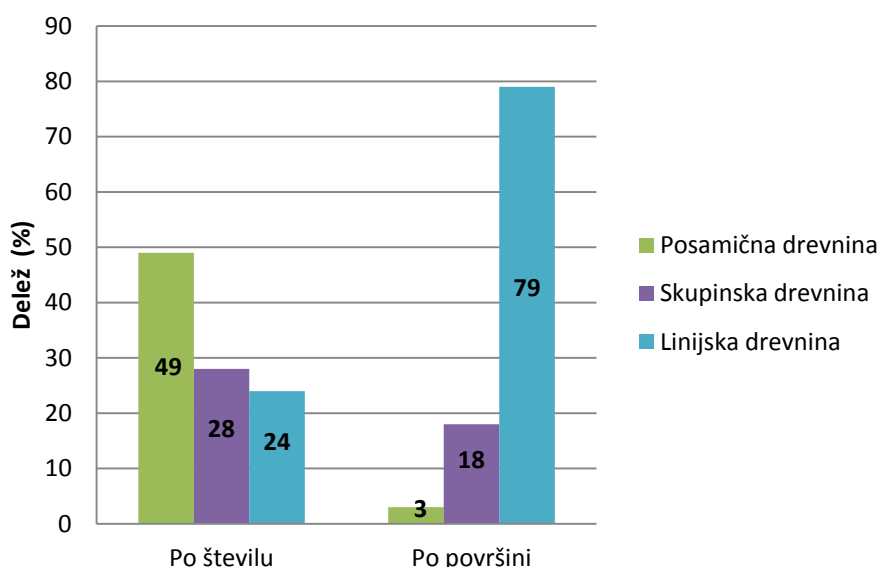
Sosednja raba	Dolžina	Delež
	km	%
Kmetijska zemljišča	181,92	67,8
Urbana zemljišča	46,28	17,2
Avtocesta	7,68	2,9
Državne ceste	1,49	0,6
Občinske ceste	15,10	5,6
Vodne površine	14,89	5,5
Linijska drevnina	1,11	0,4
Skupaj	268,47	100,00

4.3 ANALIZA DREVNINE

4.3.1 Oblike drevnine

Drevnino na ožjem raziskovalnem območju smo razdelili v tri glavne skupine glede na obliko pojavljanja: posamične, skupinske in linijske. Število vseh drevnin je 527 in pokrivajo 41,21 ha površine. Delež drevnin znotraj glavnih skupin je prikazan na sliki 17 z ločenim prikazom glede na število in površino drevnin znotraj skupin. Po številu je največ posamične drevnine, ki jih je 256 oziroma 49 %, pokrivajo pa le majhen del površine, le 1,11 ha oziroma 3 % površine drevnin. Največjo površino pokrivajo linijske drevnine z 32,76 ha oziroma 79 % površine drevnin, ki jih je po številu najmanj (126 oziroma 24 %).

Skupinske drevnine je po številu nekoliko več kot linijskih drevnin (145 oziroma 28 %), po površini pa obsegajo 18 % od celotne površine drevnin (7,34 ha).



Slika 17: Deleži glavnih skupin drevnine glede na število oziroma površino drevnin

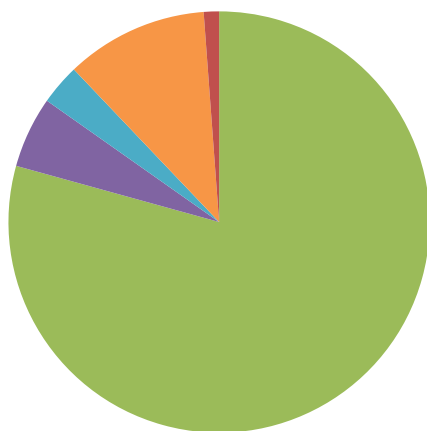
Figure 17: The proportion of trees outside forest main groups according to the number or surface area of trees outside forest

4.3.1.1 Posamična drevnina

Posamične drevnine je 256, vseh posamičnih dreves oziroma grmov pa 281, ker je 25 parov drevnine na isti lokaciji. V obdobju enega leta, od snemanj iz zraka v juliju leta 2011 do terenskega obhoda septembra leta 2012, se je število posamičnih drevnin zaradi poseka zmanjšalo za 4 %. Eno drevo lipe je odmrlo, vendar še stoji in smo ga upoštevali pri izračunih.

Razdelitev posamičnih drevnin v podskupine je prikazana na sliki 18. Največja je podskupina eno samo drevo, ki jih je 203 oziroma 79 %. Sledi skupina z enim grmom, katerih je 28 ali 11 %. Na 14 lokacijah (5 %) sta po dve drevesi in na osmih (3 %) v paru drevo in grm. Le tri lokacije imajo dva grma (1 %). Desetina posamične drevnine se pojavlja v paru. Po obliki prevladujejo drevesa, ki jih je 239 oziroma 85 %, grmov je 42 oziroma 15 %.

■ eno drevo ■ dve drevesi ■ drevo in grm ■ grm ■ dva grma



Slika 18: Razdelitev posamične drevnine po podskupinah: eno drevo, dve drevesi, drevo in grm, en grm in dva grma

Figure 18: The distribution of solitary trees outside forest by subgroups: one tree, two trees, tree and bush, one bush and two bushes

V preglednici 16 je prikazano število drevesnih in grmovnih vrst posamične drevnine. Popisali smo 32 različnih vrst, večinoma gre za gozdne vrste, pet pa je sadnih vrst, ki v skupnem zavzemajo 38 % dreves. Prevladujejo drevesne vrste, šest je grmovnih vrst. Po številu je največ jablan (18,9 %), češenj (14,2 %), orehov (13,9 %), lipovca (10,7 %), črne jelše (6,4 %) in lipe (5,3 %). Celoten rod sliv (*Prunus*) skupaj dosega enak delež kot jablane (18,9 %), lipovec z lipo pa 16 %. Med grmovnimi vrstami je največ črnega bezga (3,6 %) in trdoleske (1,8 %). Prevladujejo avtohtone vrste, od neavtohtonih vrst sta prisotni dve drevesi robinije in po eno drevo divjega kostanja in ameriškega kleka. Prav tako s 96,8 % prevladujejo listavci, od iglavcev je prisotna le smreka (2,5 %) in po eno drevo rdečega bora in macesna.

Preglednica 16: Število posameznih dreves in grmov glede na vrsto

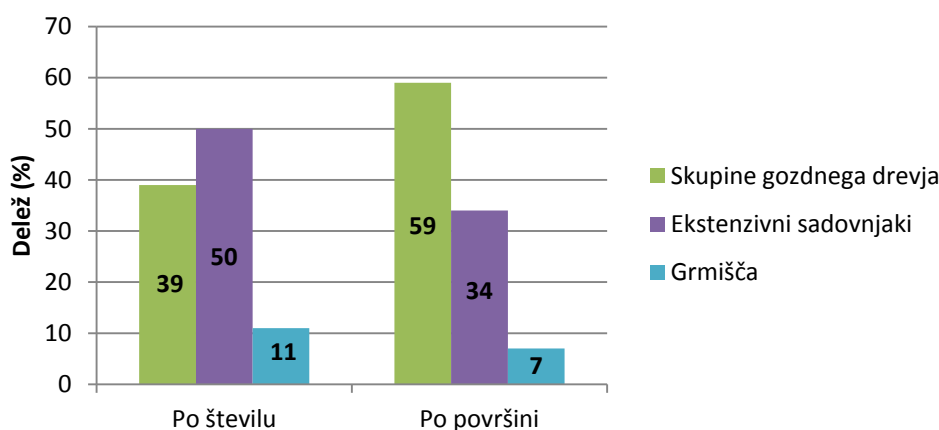
Table 16: The number of trees and bushes according to species

Latinsko ime	Število	Delež
	N	%
<i>Acer campestre</i>	1	0,4
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2	0,7
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	0,4
<i>Alnus glutinosa</i>	18	6,4
<i>Betula pendula</i>	4	1,4
<i>Carpinus betulus</i>	1	0,4
<i>Corylus avellana</i>	1	0,4
<i>Euonymus europaea</i>	5	1,8
<i>Frangula alnus</i>	2	0,7
<i>Fraxinus excelsior</i>	10	3,6
<i>Juglans regia</i>	39	13,9
<i>Larix decidua</i>	1	0,4
<i>Malus domestica</i>	53	18,9
<i>Ostrya carpinifolia</i>	1	0,4
<i>Picea abies</i>	7	2,5
<i>Pinus sylvestris</i>	1	0,4
<i>Populus nigra</i>	1	0,4
<i>Prunus avium</i>	40	14,2
<i>Prunus domestica</i>	5	1,8
<i>Prunus domestica</i> var. <i>syriaca</i>	6	2,1
<i>Prunus padus</i>	2	0,7
<i>Pyrus communis</i>	4	1,4
<i>Quercus petraea</i>	3	1,1
<i>Quercus robur</i>	6	2,1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2	0,7
<i>Rosa canina</i>	1	0,4
<i>Salix alba</i>	7	2,5
<i>Salix cinerea</i>	1	0,4
<i>Sambucus nigra</i>	10	3,6
<i>Thuja occidentalis</i>	1	0,4
<i>Tilia cordata</i>	30	10,7
<i>Tilia platyphyllos</i>	15	5,3
Skupaj	281	100,0

4.3.1.2 Skupinska drevnina

Vseh skupinskih drevnin je 145, ki jih sestavlja 394 ločenih poligonov s skupno površino 7,34 ha. 83 skupinskih drevnin je sklenjenih in jih sestavlja le en poligon, ostalih 53 pa sestavljajo prostorsko ločeni poligoni, in sicer od 2 do 14 ločenih poligonov znotraj ene skupine.

Na sliki 19 je prikazana razdelitev skupinske drevnine v tri podskupine. Po številu je največ ekstenzivnih sadovnjakov, ki predstavljajo polovico (50 %) vseh skupinskih drevnin. Glede na površino jih je 34 % oziroma 2,48 ha. Po površini zavzemajo največji delež – 59 % (4,32 ha) skupine gozdnega drevja, ki jih je po številu 39 %. Najmanj, tako po številu (11 %) kot površini (0,54 ha oziroma 7 %), je skupin grmišč.



Slika 19: Deleži podskupin skupinske drevnine glede na število oziroma površino

Figure 19: The proportion of small group element subgroups according to the number or surface area

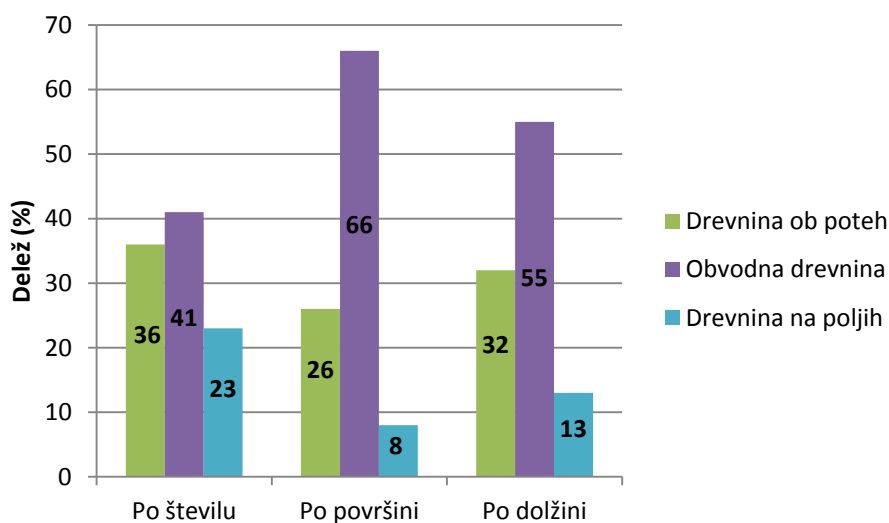
4.3.1.3 Linijska drevnina

Vseh linijskih drevnin je 126 in so sestavljene iz 359 ločenih poligonov. 64 linijskih drevnin je sklenjenih v enem kosu. 62 linijskih drevnin sestavlja več prostorsko ločenih poligonov, od dva do 23 poligonov znotraj ene linije. Skupna dolžina vseh linijskih drevnin znaša 51,7 km, ki skupno pokrivajo 32,76 ha površin. Razdelitev na podskupine je prikazana na sliki 20.

Prevladuje obvodna drevnina, ki predstavlja 41 % vseh linijskih drevnin oziroma dobro polovico (55 %) glede na dolžino linijskih drevnin, ki znaša 28,5 km. Še večji je njihov delež v primerjavi s celotno površino linijskih drevnin (66 % oziroma 21,53 ha). Več kot polovica obvodne drevnine (54 %) sestavljajo pretežno grmi, ostalo pretežno drevesa.

Približno tretjino (36 %) vseh linijskih drevnin predstavljajo linijske drevnine ob poteh s skupno dolžino 16,3 km in površino 8,68 ha. V tej skupini prevladujejo linijske drevnine, sestavljene pretežno iz dreves (71 %), štiri linije sestavljajo sadna drevesa.

Manjši del, 23 % vseh linijskih drevnin, predstavljajo linijske drevnine na poljih, predvsem na travnikih. S 6,9 km zavzemajo 13 % celotne dolžine linijskih drevnin s površino 2,55 ha pa 8 % od celotne površine linijskih drevnin. Večji del drevnine na poljih (75 %) bi lahko pripisali mejicam, ki ločujejo različne tipe poljščin. Več kot polovico (59 %) jih pretežno sestavljajo drevesa, sedem linij sestavlja sadno drevje.



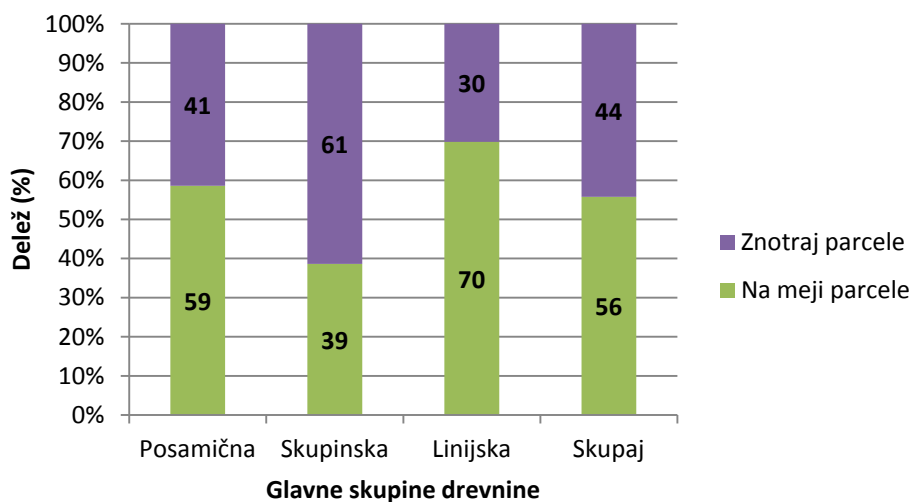
Slika 20: Deleži podskupin linijske drevnine glede na število oziroma površino

Figure 20: The proportion of linear wooded element subgroups according to the number or surface area

4.3.2 Položaj drevnine v krajini

Položaj drevnine glede na lego na parceli, razdeljene na glavne skupine drevnin, je razviden iz slike 21. Posamična drevnina se večinsko z 59 % pojavlja na mejah parcel.

Prav tako linijska s 70 %. Skupinska drevnina pa se večinsko (61 %) pojavlja znotraj parcel oziroma ne glede na meje parcel.

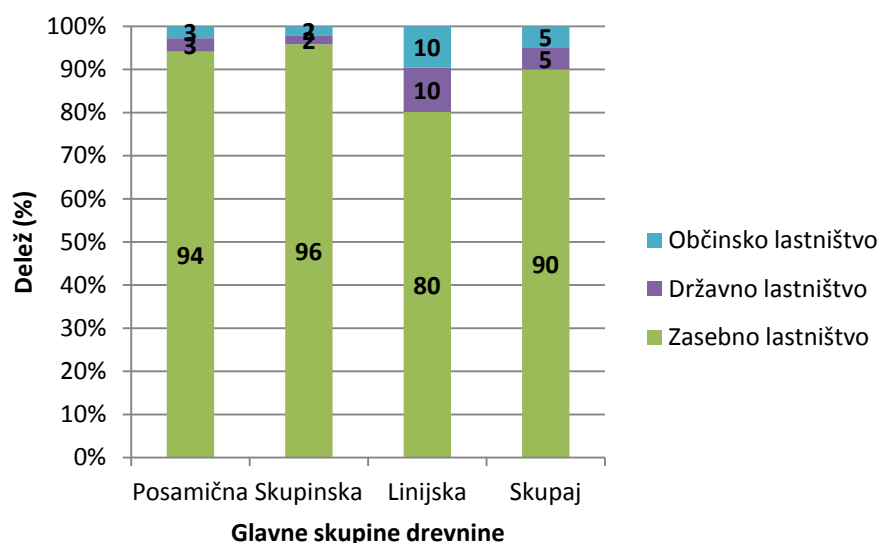


Slika 21: Glavne skupine drevnin glede na lego na parceli

Figure 21: The main groups of trees outside forest according to the position on the parcel

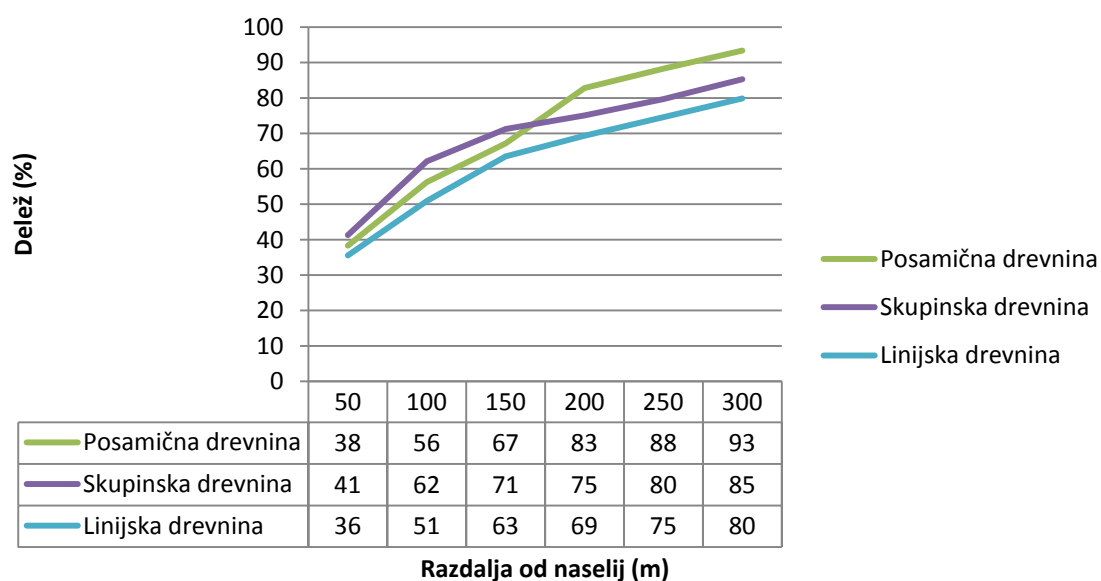
Razdelitev glavnih skupin drevnin glede na to, ali spadajo pod zasebno, državno ali občinsko lastništvo, je prikazana na sliki 22. Vse skupine drevnin večinsko spadajo pod zasebno lastništvo, z majhnim deležem državnega in občinskega lastništva. Največ drevnine pade pod državno in občinsko lastništvo v skupini linijske drevnine, kjer je tako državnega kot občinskega lastništva 10 %. Pri posamičnih drevninah je državnih in občinskih lastništev po 3 %, pri skupinskih drevninah pa obojih le po 2 %.

Oddaljenost drevnin od naselij je prikazana na sliki 23. Na razdalji do 50 metrov od naselij je prisotnih 38 % vseh posamičnih drevnin, 41 % površine skupinskih drevnin in 36 % površine linijskih drevnin. Na razdalji do 100 metrov od naselij se nahaja več kot polovica vseh posamičnih drevnin in več kot polovica površine skupinskih in linijskih drevnin. Na oddaljenosti do 100 metrov je celo že dve tretjini po površini vseh skupinskih drevnin. Večina posamične drevnine (93 %) se nahaja znotraj 300-metrske razdalje od naselij, prav tako je v tem pasu 85 % površine vseh skupinskih drevnin in 80 % površin vseh linijskih drevnin.



Slika 22: Glavne skupine drevnin glede na lastništvo: občinsko, državno in zasebno

Figure 22: The main groups of trees outside forest according to their ownership: municipal, state and private



Slika 23: Delež drevnin v oddaljenosti od naselja od 50 do 300 metrov po 50-metrskih pasovih. Delež posamičnih drevnin je prikazan glede na njihovo število, delež skupinskih in linijskih drevnin pa glede na njihovo površino

Figure 23: The proportion of trees outside forest in the distance from the settlement from 50 to 300 meters by 50 meter buffers. The proportion of solitary trees outside forest is shown according to their number, and the proportion of small group elements and linear wooded elements is shown according to their surface

Podrobnejši pregled lege posamične drevnine v krajini je pokazal (preglednica 17), da se slaba polovica (47,3 %) posamične drevnine nahaja na travnikih, petina (19,9 %) ob poteh, desetina (10,5 %) ob kozolcih, desetina (10,2 %) na mejah dveh rab zemljišč ter na križiščih poti 7,4 %. Manjši delež drevnine se nahaja tudi ob jarkih, njivah, pašnikih in ob kapelici.

Preglednica 17: Število posamične drevnine glede na lokacijo pojavljanja

Table 17: The number of solitary trees outside forest according to the location of occurrence

Lokacija	Število	Delež
	N	%
Jarek	5	2,0
Ob poti	51	19,9
Na križišču poti	19	7,4
Meja dveh rab zemljišč	26	10,2
Travnik	121	47,3
Pašnik	2	0,8
Njiva	4	1,6
Ob kozolcu	27	10,5
Ob kapelici	1	0,4
Skupaj	256	100,0

4.3.3 Drevnina s poudarjenimi funkcijami

Po podatkih ZRSVN (Prostorski informacijski sistem Zavoda Republike ..., 2009) je na ožjem raziskovalnem območju enajst območij naravnih vrednot. Tri zajemajo le vodne površine, dve zajemata le urbane površine, pri šestih so znotraj območja naravne vrednote gozdne zaplate in drevnina. To so soteska Kokre v Kranju, bajer v Češnjevku, reka Kokra, potok Pšata s pritoki in reka Sava ter gabrovo-hrastov gozd v Hujah v Kranju. Poleg območij je še 24 točkovnih naravnih vrednot. Znotraj naravnih vrednot se nahaja 58 poligonov drevnine, od tega sedem posamičnih drevnin, 12 skupinskih drevnin s skupno površino 0,35 ha in 39 linijskih drevnin s skupno dolžino 6,5 km.

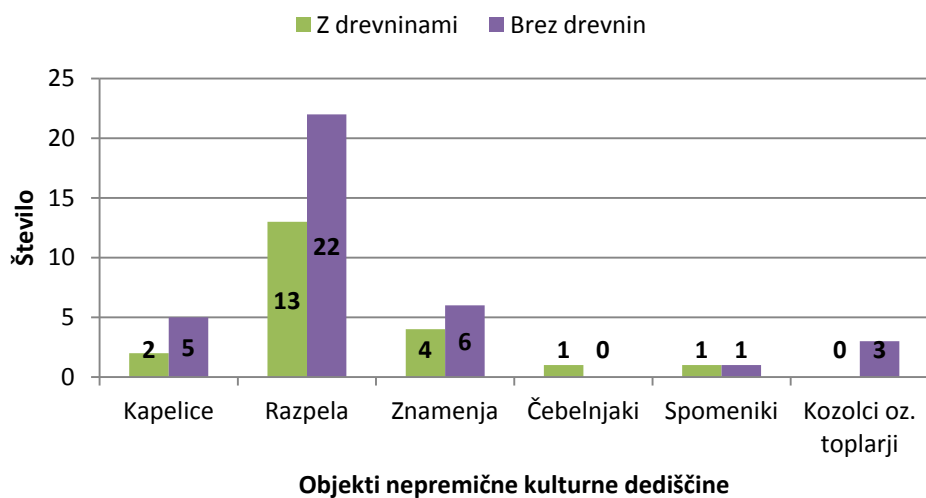
Vseh 24 točkovnih naravnih vrednot na obravnavanem območju spada med drevesne naravne vrednote. Večinoma gre za posamična drevesa, v dveh primerih za skupino petih dreves in v dveh primerih za dve drevesi, skupno 34 dreves. Kar 25 dreves, ki spadajo pod

naravne vrednote, se nahaja znotraj ureditvenih območij naselij. Na kmetijskih zemljiščih je preostalih devet dreves. Pri pregledu posnetkov DOF5 (Prostorski informacijski sistem Geodetske ..., 2011) in obhodu na terenu smo ugotovili, da so tri drevesne naravne vrednote posekane, in sicer lipovec na polju severno od Voklega ter dve lipi ob potoku Pšata ob južnem delu naselja Pšata. V obravnavanem območju je tako šest dreves, ki so drevesne naravne vrednote. Med njimi so tri lipe, dva lipovca in en divji kostanj. Pri petih drevesih gre za posamično drevje na polju, en lipovec je del linijske drevnine ob jarku na polju.

Poleg območij naravnih vrednot je na ožjem raziskovalnem območju eno zavarovano območje Kanjon reke Kokre, znotraj katerega so večinoma gozdne površine ter dve linijski drevnini skupne dolžine 355 metrov in dve skupinski drevnini skupne površine 0,02 ha. Območij Natura 2000 v ožjem raziskovalnem območju ni oziroma se ob severni meji območja nahaja manjši del območja Natura Gozd Olševek – Adergas, in sicer na območju bajerja Češnjevek, znotraj katerega pade manjša skupinska drevnina površine 0,04 ha.

Ekološko pomembna območja so na ožjem raziskovalnem območju ob reki Kokri: Kokra – spodnji tok, kjer se nahaja 18 poligonov linijske drevnine skupne dolžine en kilometer in dve skupinski drevnini skupne površine 0,02 ha ter Možjanca – Štefanja gora, ki tako kot Natura območje zajema le predel ob bajerju Češnjevek, preostali del območja je zunaj ožjega raziskovalnega območja. Prav tako je tu le ena skupinska drevnina površine 0,04 ha, ki spada tudi pod območje Natura 2000.

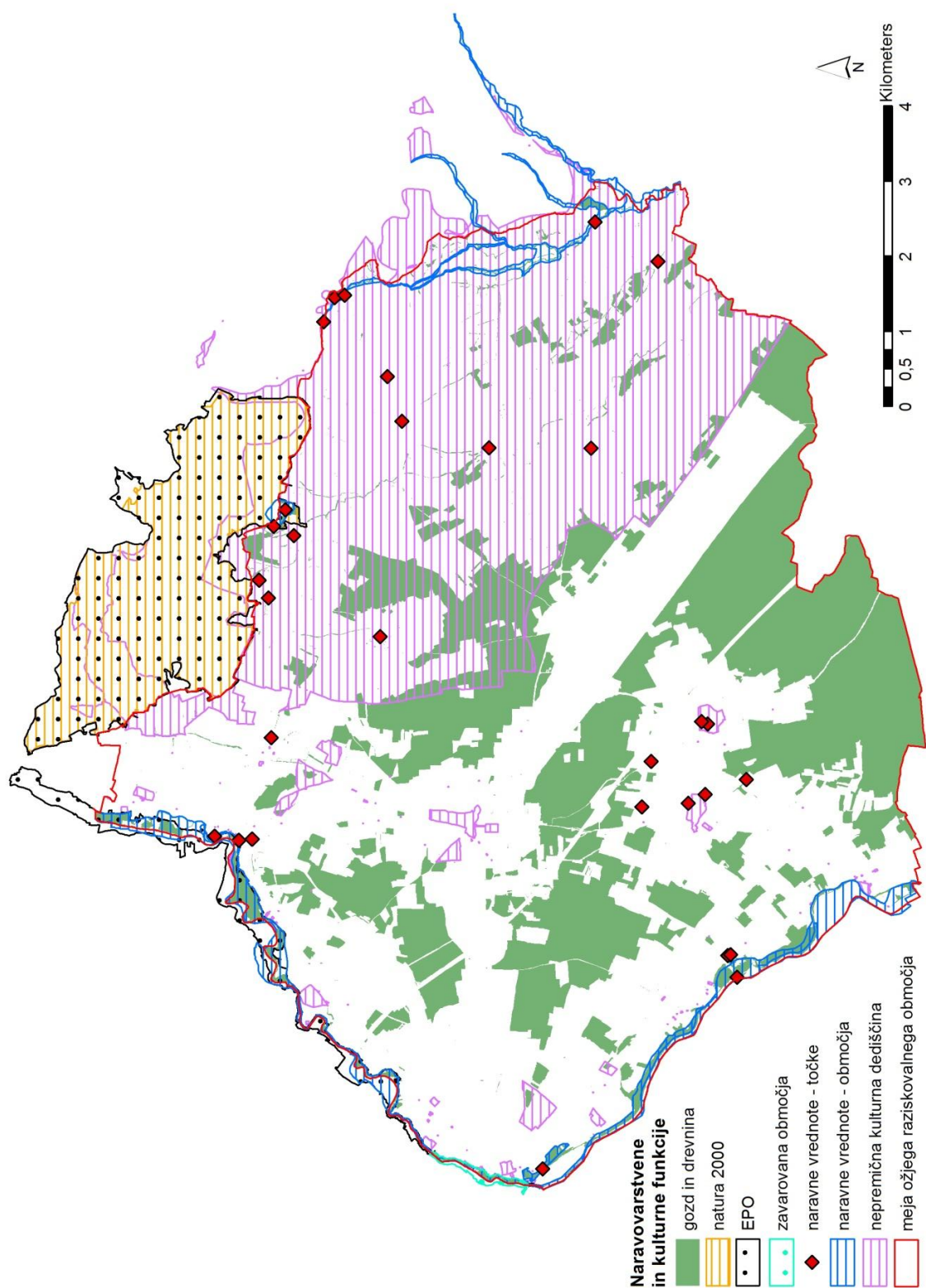
Po podatkih iz registra Kulturne dediščine (Podatkovna zbirka Pravni ..., 2011) je na obravnavanem območju 58 nepremičnih točkovnih kulturnih objektov, od tega jih ima 21 (31 %) poleg prisotno drevnino. 13 objektov ima zraven posamično drevnino, 8 pa linijske drevnine. Na sliki 24 je prikazano, kateri tipi in njih število objektov nepremične kulturne dediščine imajo oziroma nimajo poleg drevnine. Največ (60 %) je prisotnih razpel, od katerih jih ima 37 % poleg prisotno drevnino. Od desetih znamenj imajo poleg drevnino štirje (40 %), od sedmih kapelic pa imata dve poleg drevnino (29 %). Od dveh spomenikov ima eden poleg drevnino (50 %). Prisoten je le en čebelnjak, ki ima zraven prisotno drevnino. Nobeden od treh kozolcev oziroma topelarjev, ki spadajo pod kulturno dediščino, nima poleg prisotne drevnine.



Slika 24: Število objektov nepremične kulturne dediščine (glede na tip objekta), ki imajo oziroma nimajo v neposredni bližini prisotne drevnine

Figure 24: The number of cultural heritage structures (regarding structures type), which have or do not have trees outside forest in close proximity

Poleg posamičnih nepremičnih kulturnih dediščin so po podatkih registra prisotna tudi manjša in večja območja nepremične kulturne dediščine, kot so grobišča, arheološka najdišča, kulturna krajina oziroma vplivna območja naselij in cerkva. Na ožjem raziskovalnem območju jih je največ v SZ polovici območja oziroma v občini Cerklje (slika 25). Kar 65 % vse drevnine pade znotraj enega ali več območij nepremičnih kulturnih dediščin.



Slika 25: Območja s poudarjenimi naravovarstvenimi in kulturnimi funkcijami na ožjem raziskovalnem območju

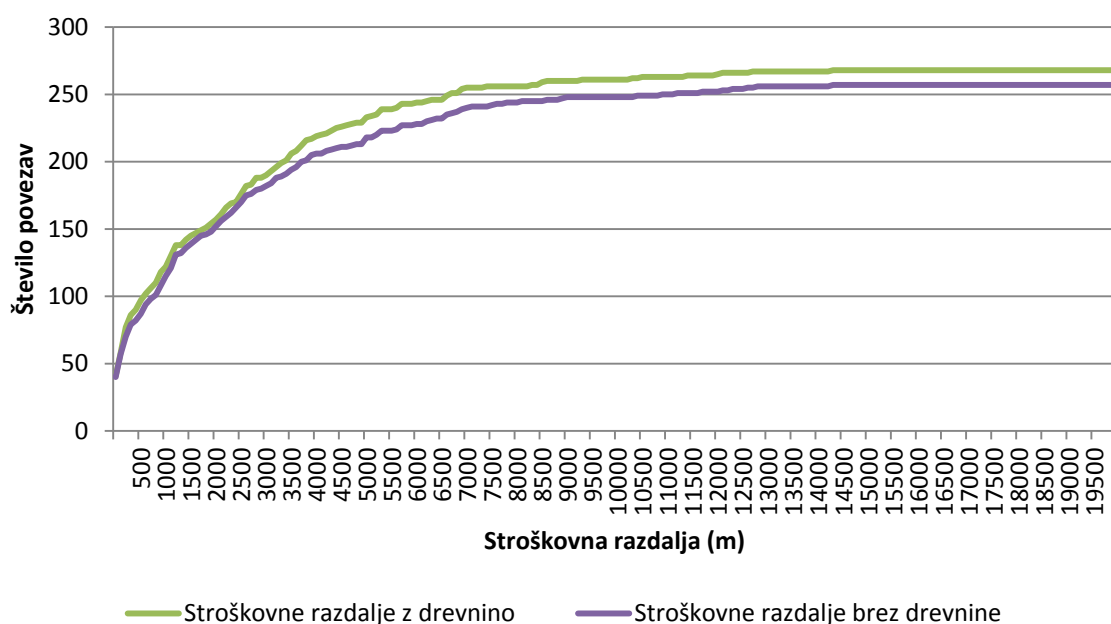
Figure 25: Areas with emphasized nature conservation and cultural functions in a narrow study area

4.4 POVEZANOST IN DOSTOPNOST GOZDNIH ZAPLAT

4.4.1 Povezave med gozdnimi zaplatami

4.4.1.1 Število povezav

Na širšem raziskovalnem območju je med 150 gozdnimi zaplatami, ne glede na razdaljo, vseh možnih povezav 11.175. Z izločitvijo posrednih povezav, ki potekajo čez gozdne zaplate, ostane 268 stroškovno najkrajših povezav, ki smo jih upoštevali pri nadaljnjih obdelavah. V primeru, da se drevnine ne upoštevajo, je neposrednih stroškovno najkrajših povezav 257. Gibanje števila povezav je odvisno od najdaljše možne stroškovne razdalje, in sicer večja kot je najdaljša možna stroškovna razdalja, več je povezav med gozdnimi zaplatami. Gibanje števila povezav z najdaljšo možno razdaljo je prikazano na sliki 26 za oba primera, ko drevnino upoštevamo ali je ne upoštevamo. Prag, kjer se število povezav ne povečuje več, je pri razdalji 14.400 metrov.



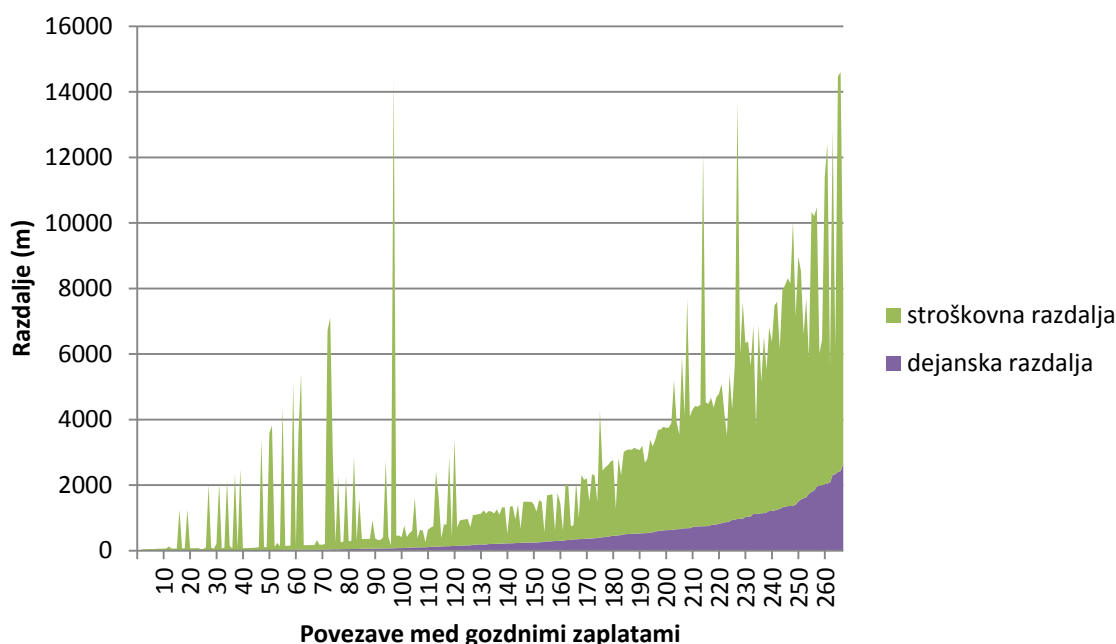
Slika 26: Gibanje števila povezav med gozdnimi zaplatami pri stroškovnih razdaljah od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih

Figure 26: Changes in the number of links between forest patches in the cost distances from 100 to 20,000 meters in 100-meter increments

4.4.1.2 Razdalje povezav

Razdalje stroškovno najkrajših povezav se gibljejo od štirih do 14.361 metrov s povprečno razdaljo 2.289 metrov. V primeru, da se drevnine ne upoštevajo, je najkrajša povezava dolga 17 metrov, povprečna pa je daljša za 134 metrov. Vsota vseh stroškovno najkrajših povezav znaša 613,55 km, brez upoštevanja drevnine 622,62 km. Tretjina povezav (33 %) poteka čez drevnino, njihove razdalje pa so od povezav brez upoštevanja drevnine krajše za od devet do 1.989 metrov. Štiri povezave imajo razliko večjo od enega kilometra, predvsem na račun obvodne drevnine.

Razdalje stroškovno najkrajših povezav, merjene v stroškovnih metrih, so lahko zelo različne od dejanskih geografskih metrov. Na sliki 27 so prikazane razlike med razdaljami v stroškovnih in dejanskih metrih za vseh 268 stroškovno najkrajših povezav. Razlike se gibljejo od 0 do 14.288 metrov. 18 % povezav ima razliko manjšo od 100 metrov, polovica manjšo od 1.000 metrov. Nekaj stroškovno najdaljših razdalj je dejansko, prostorsko gledano, kratkih razdalj. To so predvsem predeli, kjer sta si dve gozdni zaplati dejansko blizu, velik upor rabe zemljišč med njima pa močno poveča stroškovno razdaljo med njima. Tri povezave imajo razliko med stroškovnimi in dejanskimi metri večjo od 10.000 metrov, vse tri na račun visokega upora urbanih površin. Ravno stroškovno najdaljša povezava ima največjo razliko v primerjavi z dejansko razdaljo, ker je dejansko dolga le 73 metrov. Avtocesto prečka enajst povezav, vse na podvozih, ki smo jih posebej izločili na sloju upora zemljišč. Stroškovno najkrajša povezava, ki poteka čez avtocesto, je dolga 1.507 metrov, dejansko 100 metrov, stroškovno najdaljša povezava čez avtocesto meri 4.546 metrov, dejansko pa 647 metrov.



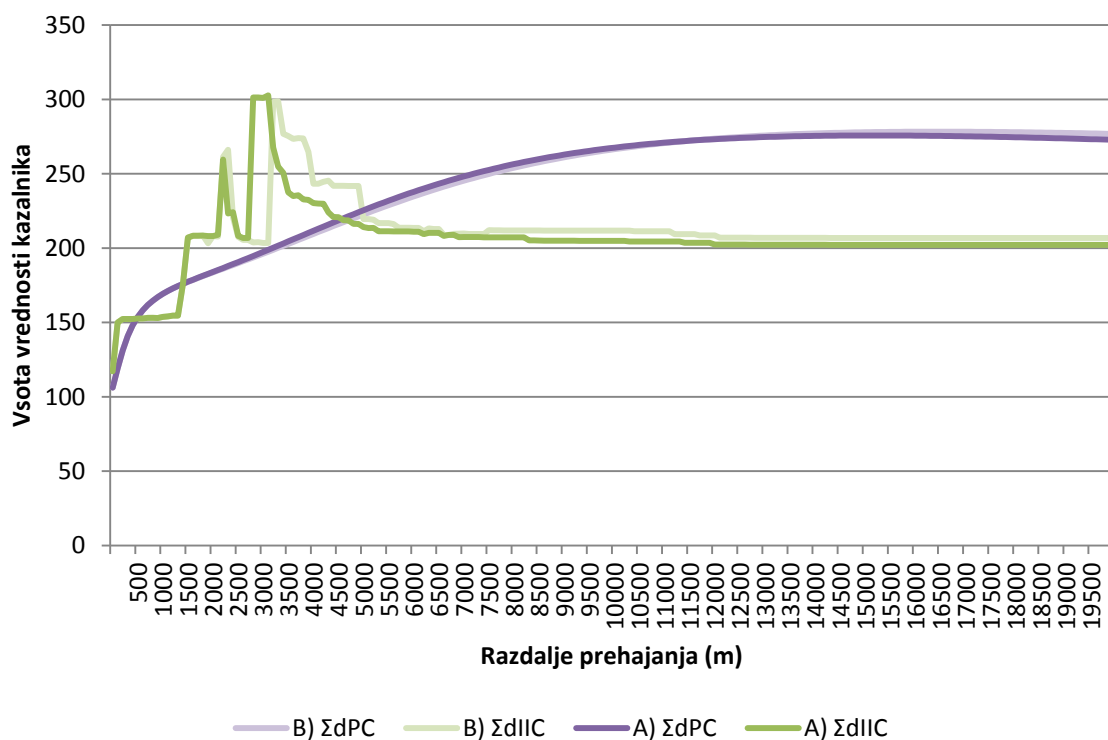
Slika 27: Razlika v razdalji povezav, merjenih v stroškovnih in dejanskih metrih

Figure 27: The difference in distance of links, measured in cost and actual meters

4.4.2 Prispevek gozdnih zaplat k ohranitvi povezanosti in dostopnosti habitata pri različnih razdaljah prehajanja

Spreminjanje kazalnikov *dIIC* in *dPC* glede na spremembe v dolžinah najdaljših možnih razdalj prehajanja od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih je prikazano na sliki 28. Spremembe obeh kazalnikov so prikazane za primer, ko je pri izračunu stroškovnih razdalj upoštevana drevnina in brez upoštevanja drevnine. Najvišjo vrednost, ob upoštevanju drevnine, doseže kazalnik *dIIC* pri razdalji 2.900 in 3.000 metrov, ko postane večina gozdnih zaplat povezanih med seboj. Vrednosti *dIIC* nato začnejo upadati in se ustalijo pri razdalji 14.400 metrov. Pri krajših stroškovnih razdaljah so največji skoki v vrednosti pri stroškovnih razdaljah 200, 1.500 in 2.300 metrov, kjer so prisotni večji skoki v številu komponent grafa. Če drevnine ne upoštevamo, kazalnik *dIIC* doseže najvišjo vrednost pri stroškovni razdalji 3.400 metrov. Do razdalje 5.000 efektivnih metrov njegove vrednosti upadajo bolj skokovito kot v primeru upoštevanja drevnine. Vrednosti kazalnika *dPC* se ne spreminjajo tako skokovito kot pri kazalniku *dIIC*, zato kritične razdalje prehajanja niso tako očitne. Kazalnik najvišjo vrednost doseže pri najdaljši možni

stroškovni razdalji 15.500 metrov, kar je petkrat več kot pri kazalniku *dIIC*. Nekoliko večje spremembe so pri razdalji 700 oziroma 800 metrov in 7.300 metrov. Drevnina nima opaznega vpliva na vrednosti *dPC*.

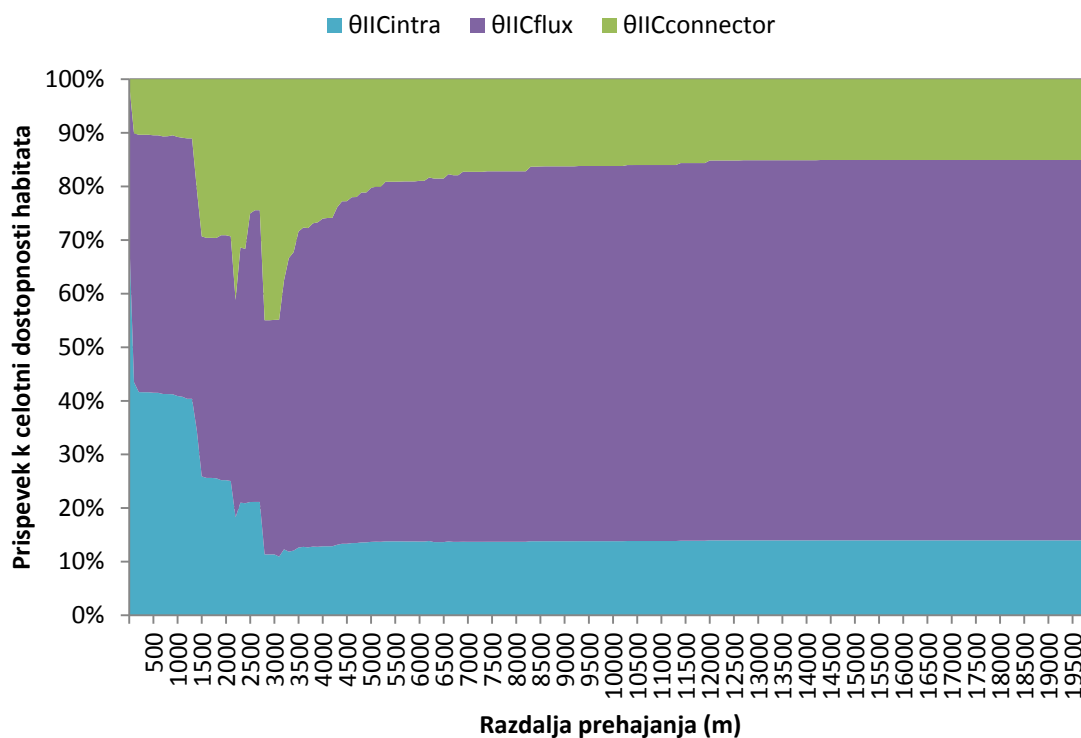


Slika 28: Seštevki sprememb celostnega kazalnika povezanosti ($\Sigma dIIC$) in seštevki sprememb kazalnika verjetnosti povezanosti (ΣdPC) pri razdaljah prehajanja od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih. A) $\Sigma dIIC$ in ΣdPC z upoštevanjem drevnine pri izdelavi stroškovnega sloja upora rab. B) $\Sigma dIIC$ in ΣdPC brez upoštevanja drevnine pri izdelavi stroškovnega sloja upora rab

Figure 28: Totals of integral index of connectivity variations ($\Sigma dIIC$) and the totals of probability of connectivity metric variations (ΣdPC) at the dispersal distances from 100 to 20,000 meters by 100-meter increments. A) $\Sigma dIIC$ and ΣdPC with taking into account the cost of trees outside forest in the composition of cost surface layer. B) $\Sigma dIIC$ and ΣdPC without taking into account the cost of trees outside forest in the composition of cost surface layer

Relativni prispevki posameznih frakcij so za kazalnik *dIIC* prikazani na sliki 29. Pri stroškovni razdalji 100 metrov je večina gozdnih zaplat nepovezanih med sabo, kar se odraža tako v velikem številu komponent grafa kot visokem prispevku frakcije *dIICintra*. Kar 71 % *dIIC* zavzema frakcija *dIICintra*, 28 % *dIICflux* in *dIICconnector* le en odstotek. Že pri naslednji stroškovni razdalji 200 metrov močno upade prispevek frakcije *dIICintra*, in sicer na 43 %, močno pa se poveča prispevek frakcije *dIICflux* (46 %). Na 10 % naraste prispevek frakcije *dIICconnector*. Do stroškovne razdalje 1.500 metrov ni večjih

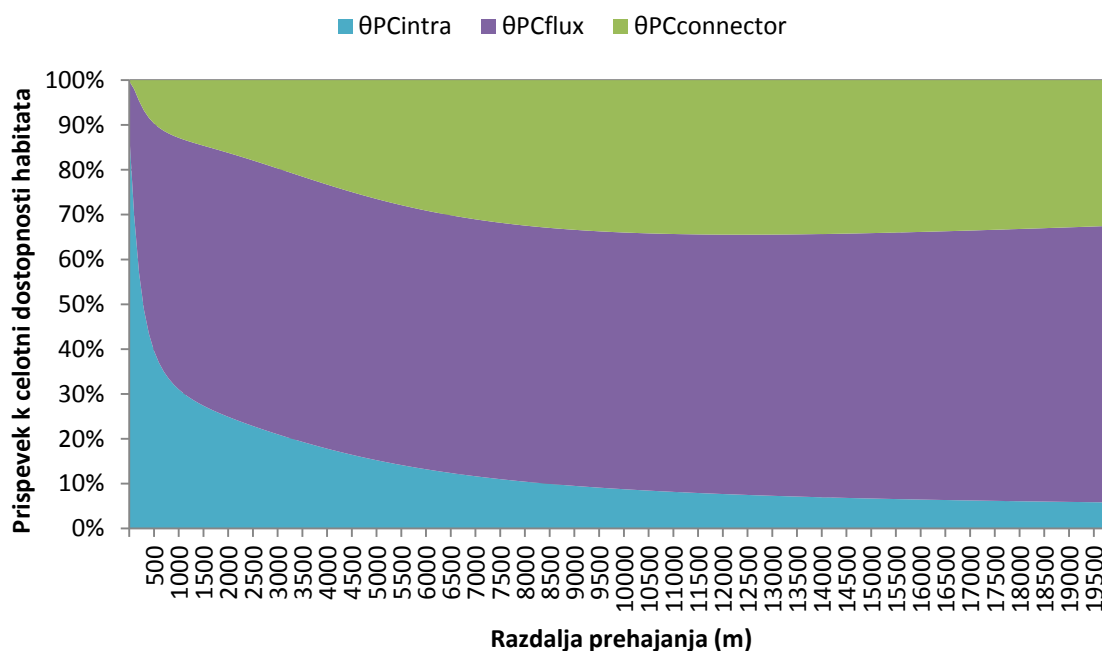
sprememb v prispevku posamezne frakcije. Pri tej razdalji pade prispevek frakcije *dIICintra* na 34 %, prispevek *dIICflux* ostane praktično nespremenjen (45 %), na 21 % pa se poveča prispevek *dIICconnector*. Enak trend se nadaljuje tudi pri stroškovni razdalji 1.600 metrov, kjer prispevek frakcije *dIICintra* pade na 26 %, prispevek *dIICconnector* pa se poveča na 29 %. Do večjega skoka frakcije *dIICconnector* pride nato pri stroškovni razdalji 2.300 metrov, in sicer na 41 %, prispevek frakcije *dIICintra* pa se zniža na 18 %. Frakcija *dIICconnector* največ prispeva pri stroškovnih razdaljah od 2.900 do 3.200 metrov, kjer za en odstotek prehitijo celo prispevek frakcije *dIICflux*. Prispevek frakcije *dIICintra* pa je pri teh razdaljah najmanjši, le 11 %. Pri nadaljnjem povečevanju razdalje delež frakcije *dIICconnector* hitro upade na račun frakcije *dIICflux*. Pri stroškovni razdalji 5.100 metrov se počasi ustali razmerje na dveh tretjinah frakcije *dIICflux*, petini frakcije *dIICconnector*, preostalo pa odpade na frakcijo *dIICintra*.



Slika 29: Relativen prispevek posamezne *dIIC_k* frakcije (θIIC_{intra} , θIIC_{flux} , $\theta IIC_{connector}$) k celotni pomembnosti posameznih krajinskih elementov za dostopnost in povezanost habitata pri razdaljah prehajanja od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih (*dIIC_k*: sprememba celostnega kazalnika povezanosti)

Figure 29: Relative contribution of individual *dIIC_k* fractions (θIIC_{intra} , θIIC_{flux} , $\theta IIC_{connector}$) to the overall importance of individual landscape elements for accessibility and connectivity of habitat at the dispersal distances from 100 to 20,000 meters by 100-meter increments (*dIIC_k*: variation in integral index of connectivity metric)

Prispevki frakcij dPC so manj skokoviti kot pri $dIIC$ (slika 30). Pri 100 metrih prevladuje frakcija dPC_{intra} s kar 89 %, ostalo odpade na frakcijo dPC_{flux} , $dPC_{connector}$ pa pri tej razdalji še nič ne prispeva. Pri stroškovni razdalji 500 metrov postane delež frakcije dPC_{flux} za 5 % večji od deleža dPC_{intra} , 5 % odpade na $dPC_{connector}$. Pri stroškovni razdalji 1.500 metrov se delež dPC_{flux} ustali na okoli 58 %, delež $dPC_{connector}$ pa še naprej narašča na račun dPC_{intra} . Pri stroškovni razdalji 8.200 metrov se razmerja počasi ustalijo tako, da odpade tretjina na $dPC_{connector}$, 9 % na dPC_{intra} in ostalo na dPC_{flux} .



Slika 30: Relativen prispevek posamezne frakcije dPC_k (θPC_{intra} , θPC_{flux} , $\theta PC_{connector}$) k celotni pomembnosti posameznih krajinskih elementov za dostopnost in povezanost habitata pri razdaljah prehajanja od 100 do 20.000 metrov po 100-metrskih korakih (dPC_k : sprememba kazalnika verjetnosti povezanosti)

Figure 30: Relative contribution of individual dPC_k fractions (θPC_{intra} , θPC_{flux} , $\theta PC_{connector}$) to the overall importance of individual landscape elements for accessibility and connectivity of habitat at the dispersal distances from 100 to 20,000 meters by 100-meter increments (dPC_k : variation in probability of connectivity metric)

4.4.3 Najpomembnejše povezovalne zaplate pri izbranih razdaljah prehajanja

Glede na gibanje kazalnika $dIIC$ in dPC pri različnih razdaljah prehajanja smo izbrali razdalje, kjer kazalnika beležita največje spremembe v povezanosti in dostopnosti habitata. Tako smo izbrali pet razdalj prehajanja, in sicer 800, 1.500, 3.000, 7.100 in 15.500

stroškovnih metrov. Pri teh smo podrobneje analizirali gozdne zaplate glede njihove pomembnosti kot povezovalnih zaplat glede na kazalnike *BC*, *dIICconnector* in *dPCconnector*. Vrednosti 20 po skupnem rangju najpomembnejših povezovalnih zaplat za vsako izbrano razdaljo prehajanja so prikazane v preglednicah v prilogi C. Gozdne zaplate so na sliki 31 razvrščene v tri skupine po pomembnosti ohranjanja povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami za vseh pet razdalj prehajanja. V prilogi E so na karti vse gozdne zaplate oštevilčene.

Vsak od treh izbranih kazalnikov nekoliko drugače razvršča gozdne zaplate po pomembnosti. Kazalnik *BC* da prednost gozdnim zaplatam v komponentah z večjim številom gozdnih zaplat, ki imajo pomembne osrednje položaje znotraj komponent. Vse do razdalje 7.100 stroškovnih metrov kot pomembnih ne pokaže gozdnih zaplat v SV delu obravnavanega območja, ki jih *dIICconnector* in *dPCconnector* prepoznata kot pomembne. Gre za večje gozdne zaplate, ki so pomembne predvsem z vidika povezanosti ravninskih predelov z obsežnimi gozdnimi kompleksi v višjih gorskih predelih. Opaznejša razlika med *BC* in *dIICconnector* ter *dPCconnector* je tudi v tem, da slednja dva večkrat kot pomembnejše prikažeta večje gozdne zaplate kot *BC*. Pri manj pomembnih zaplatah je med kazalnikoma *BC* in *dIICconnector* manj razlik. Ker oba kazalnika uporabljata binarni model, kazalnik *dPCconnector* pa verjetnostnega, slednji pri nekaterih gozdnih zaplatah še vedno nekoliko prispeva, ko prva dva ne več. Razlike med binarnim in verjetnostnim modelom postanejo očitne pri daljših razdaljah prehajanja, kjer kazalnik *dPCconnector* razvršča gozdne zaplate vedno bolj drugače od drugih dveh kazalnikov, tako da med prvih 20 uvršča gozdne zaplate, ki jih druga dva prepoznata kot manj pomembne, in obratno po eno ali dve gozdni zaplata uvrsti med take, ki ne prispevajo, čeprav jih druga dva uvrstita med 20 najpomembnejših.

4.4.3.1 Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 800 stroškovnih metrov

Dvajset najpomembnejših gozdnih zaplat pri razdaljah prehajanja do 800 stroškovnih metrov obsega 1.728,27 ha oziroma 44 % gozdne površine širšega raziskovalnega območja. Površina najmanjše gozdne zaplate meri 1,21 ha. Sedem gozdnih zaplat spada v velikostni razred nad 100 ha površine, med katerimi ima največja površino 366,97 ha. Glede na skupni rang vseh treh kazalnikov je najpomembnejša gozdna zaplata 28, ki ima

površino 172,9 ha. Kazalnik *BC* je tej gozdni zaplati pripisal najvišjo vrednost, glede na kazalnik *dPCconnector* je na tretjem mestu, glede na kazalnik *dIICconnector* pa na drugem mestu. Gozdna zaplata 28 se nahaja nad letališčem Jožeta Pučnika, med naseljema Šenčur in Brnik, ter spada v komponento z največ gozdnimi zaplatami, s skupno površino 466,41 ha. Kazalnika *dIICconnector* in *dPCconnector* sta kot daleč najpomembnejšo gozdno zaplato označila gozdno zaplato 6 velikosti 161,94 ha, ki je po kazalniku *BC* šele na 37. mestu, zato je v skupnem šele na enajstem mestu. Spada v komponento z največjo gozdno površino, ki zavzema 37 % površine gozda na širšem raziskovalnem območju. Gozdna zaplata 6 leži v SZ delu območja in ni prisotna na ožjem raziskovalnem območju.

Poleg najpomembnejših zaplat so kazalniki pripisali pomen pri ohranitvi povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami še 63 gozdnim zaplatam, ki po številu predstavljajo 42 % gozdnih zaplat, po površini pa polovico gozdne površine. Njihove velikosti se gibljejo od 0,26 do 718,98 ha. Preostalih 67 (45 %) gozdnih zaplat nima vpliva na ohranjanje povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami. Gre za manjše gozdne zaplate, ki skupaj obsegajo le 181,58 ha gozda. Vse razen dveh so manjše od 10 ha, največja meri 26,90 ha.

4.4.3.2 Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 1.500 stroškovnih metrov

Dvajset najpomembnejših gozdnih zaplat pri razdaljah prehajanja do 1.500 stroškovnih metrov obsega 1.838,22 ha oziroma 47 % gozdne površine širšega raziskovalnega območja. Površina najmanjše gozdne zaplate meri 0,62 ha in je edina manjša od enega hektarja. Največ, sedem gozdnih zaplat spada v velikostni razred nad 100 ha površine. Največja gozdna zaplata meri 366,97 ha. Glede na skupni rang vseh treh kazalnikov je tako kot pri razdaljah do 800 metrov najpomembnejša gozdna zaplata 28. Kazalnik *BC* je tej gozdni zaplati pripisal najvišjo vrednost, glede na kazalnik *dPCconnector* je na drugem mestu, kazalnik *dIICconnector* pa jo je razvrstil šele na osmo mesto. Kot daleč najpomembnejšo gozdno zaplato sta kazalnika *dIICconnector* in *dPCconnector* tako kot pri razdaljah do 800 metrov označila gozdno zaplato 6, ki je po kazalniku *BC* šele na 55. mestu, zato je skupno na 15. mestu. Kar 14 najpomembnejših povezovalnih zaplat spada v eno samo komponento, ki leži v osrednjem delu območja in obsega zaplate nad in pod letališčem, ki so povezane po vzhodni strani letališča. Po številu zaplat je to največja komponenta, po gozdni površini druga največja. Vsebuje tudi gozdno zaplato 28.

Poleg najpomembnejših zaplat so kazalniki pripisali pomen pri ohranitvi povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami še 71 gozdnim zaplatam, ki tako po številu kot površini predstavljajo slabo polovico vseh gozdnih zaplat. Njihove velikosti se gibljejo od 0,26 do 718,98 ha, s tem da ima 79 % teh gozdnih zaplat površino manjšo od 10 ha. Preostalih 59 (39 %) gozdnih zaplat nima vpliva na ohranjanje povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami. Gre za manjše gozdne zaplate, ki skupaj obsegajo le 153,03 ha gozda. Vse razen dveh so manjše od 10 ha, največja meri 26,90 ha.

4.4.3.3 Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 3.000 stroškovnih metrov

Dvajset najpomembnejših gozdnih zaplat pri razdaljah prehajanja do 3.000 stroškovnih metrov obsega 2.777,40 ha oziroma 71 % gozdne površine širšega raziskovalnega območja, kar je za 939,18 ha več kot pri razdaljah prehajanja do 1.500 metrov. Površina najmanjše gozdne zaplate meri 1,54 ha. Največ, devet gozdnih zaplat spada v velikostni razred nad 100 ha površine. Največja gozdna zaplata meri 718,98 ha. Glede na skupni rang vseh treh kazalnikov sta najpomembnejši dve gozdni zaplati, in sicer gozdni zaplati 28 in 79. Kazalnik *BC* je zaplato 28 uvrstil na šesto mesto, kazalnik *dIICconnector* na tretje in kazalnik *dPCconnector* na četrto mesto. Zaplato 79 je kazalnik *BC* uvrstil na prvo mesto, kazalnik *dIICconnector* na sedmo in kazalnik *dPCconnector* na peto mesto. Kazalnik *dIICconnector* je na prvo mesto uvrstil zaplato 27, ki je v skupnem pristala na dvajsetem mestu, kazalnik *dPCconnector* pa je na prvo mesto zopet postavil zaplato 6, ki je v skupnem pristala na desetem mestu.

Poleg najpomembnejših zaplat so kazalniki pripisali pomen pri ohranitvi povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami še 95 gozdnim zaplatam, ki po številu predstavljajo 63 % vseh gozdnih zaplat, po površini pa 28 % gozdne površine. Velikosti teh gozdnih zaplat se gibljejo od 0,26 do 564,24 ha. Preostalih 45 gozdnih zaplat nima vpliva na ohranjanje povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami. Gre za manjše gozdne zaplate, ki skupaj obsegajo le 56,31 ha gozda. Vse razen ene so manjše od 10 ha.

4.4.3.4 Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 7.100 stroškovnih metrov

Dvajset najpomembnejših gozdnih zaplat pri razdaljah prehajanja do 7.100 stroškovnih metrov obsega 3.371,04 ha oziroma 86 % gozdne površine širšega raziskovalnega območja, kar je za 593,64 ha več kot pri razdaljah prehajanja do 3.000 metrov. Površina najmanjše gozdne zaplate meri 8,61 ha in je edina manjša od deset hektarov. Deset gozdnih zaplat spada v velikostni razred nad 100 ha površine, kjer največja gozdna zaplata meri 718,98 ha. Glede na skupni rang vseh treh kazalnikov je najpomembnejša gozdna zaplata 79. Kazalnik *dPCconnector* jo je uvrstil na prvo mesto, kazalnika *BC* in *dPCconnector* pa sta jo uvrstila na drugo mesto. Na prvo mesto je kazalnik *BC* uvrstil zaplato 70 s površino 186,80 ha, ki v skupnem zaseda šesto mesto, kazalnik *dPCconnector* pa zaplato šest, ki je v skupnem na sedmem mestu.

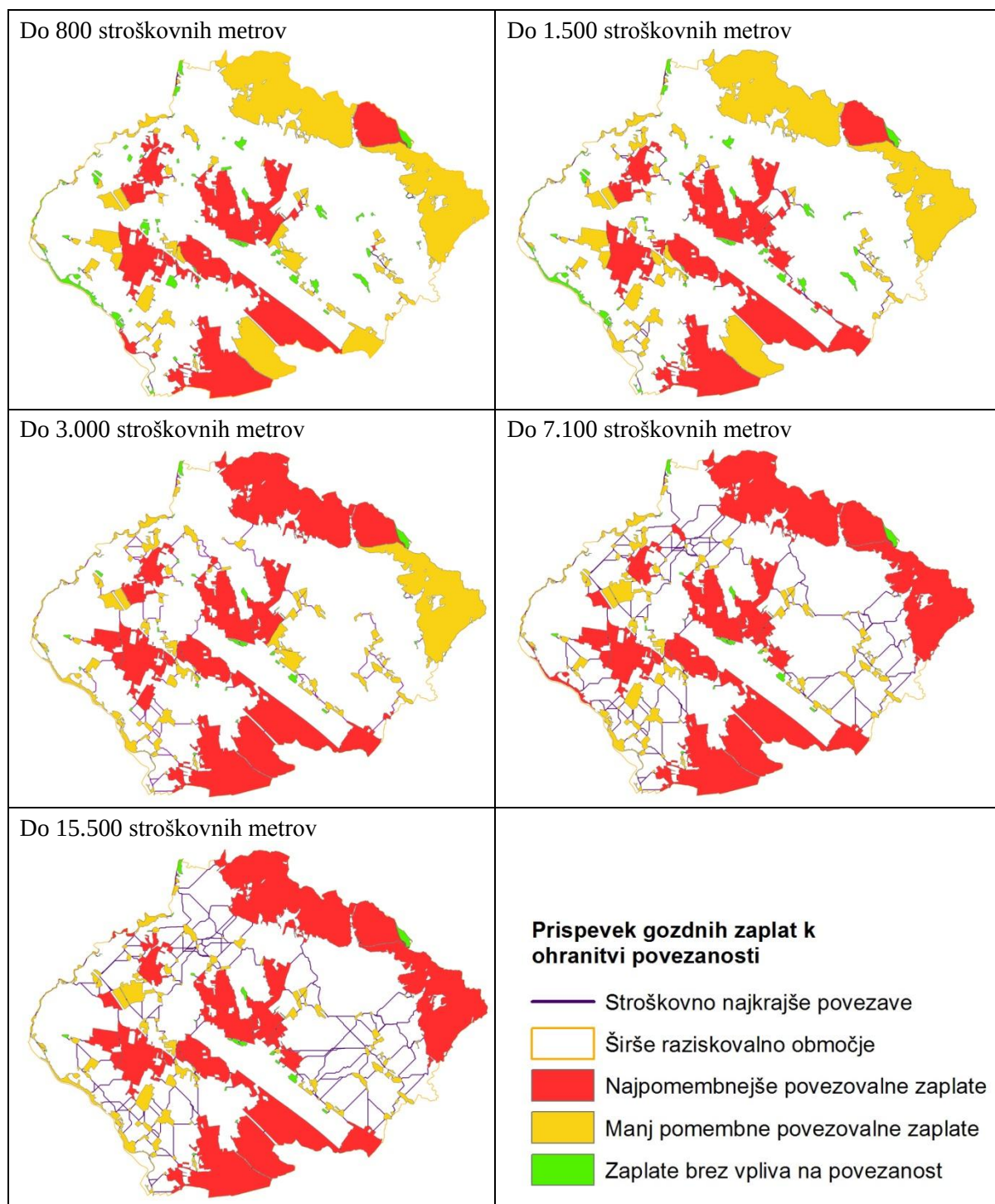
Poleg najpomembnejših zaplat so kazalniki pripisali pomen pri ohranitvi povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami še 103 gozdnim zaplatam, ki predstavljajo 69 % vseh gozdnih zaplat po številu, vendar zavzemajo le 13 % oziroma 482,37 ha celotne gozdne površine. Njihove velikosti se gibljejo od 0,26 do 46,16 ha. Preostalih 27 gozdnih zaplat nima vpliva na ohranjanje povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami. Gre za manjše gozdne zaplate, ki skupaj obsegajo le 48,06 ha gozda. Vse razen ene so manjše od 10 ha.

4.4.3.5 Povezovalne zaplate pri razdaljah prehajanja do 15.500 stroškovnih metrov

Dvajset najpomembnejših gozdnih zaplat pri razdaljah prehajanja do 15.500 stroškovnih metrov obsega 3.355,27 ha oziroma 86 % gozdne površine širšega raziskovalnega območja. Površina najmanjše gozdne zaplate meri 6,53 ha, največje pa 718,98 ha. Glede na skupni rang vseh treh kazalnikov je tako kot pri razdaljah do 7.100 metrov najpomembnejša gozdna zaplata 79. Kazalnik *BC* jo je uvrstil na tretje mesto, kazalnika *dPCconnector* in *dIICconnector* na drugo mesto. Kazalnik *BC* je na prvo mesto uvrstil zaplato 70, ki v skupnem zaseda peto mesto, kazalnika *dPCconnector* in *dIICconnector* pa sta na prvo mesto uvrstila zaplato šest, ki v skupnem zaseda sedmo mesto, ker jo je kazalnik *BC* uvrstil na dvajseto mesto.

Poleg najpomembnejših zaplat so kazalniki pripisali pomen pri ohranitvi povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami še 105 gozdnim zaplatam, ki predstavljajo 70 % vseh gozdnih

zaplat po številu, vendar zavzemajo le 13 % oziroma 499,29 ha celotne gozdne površine. Njihove velikosti se gibljejo od 0,26 do 46,16 ha. Preostalih 25 gozdnih zaplat nima vpliva na ohranjanje povezanosti med ostalimi gozdnimi zaplatami. Gre za manjše gozdne zaplate, ki skupaj obsegajo le 46,92 ha gozda. Vse razen ene so manjše od 10 ha.

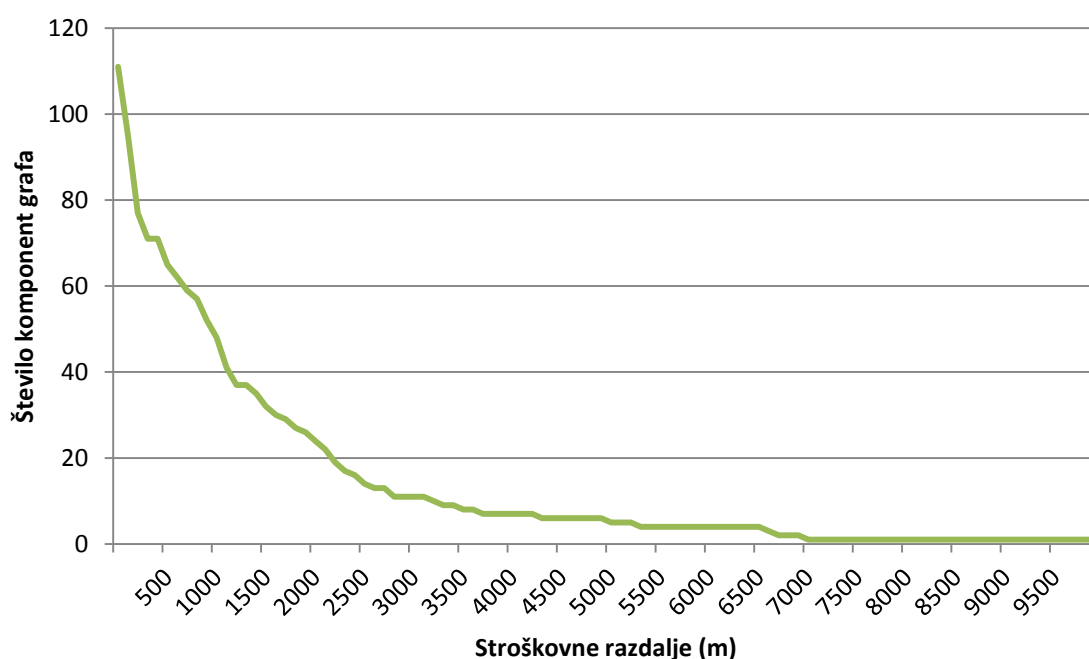


Slika 31: Gozdne zaplate širšega raziskovalnega območja, razvrščene po pomembnosti za ohranitev povezanosti pri izbranih razdaljah prehajanja

Figure 31: Forest patches of extended study area prioritized in order to maintain connectivity at selected dispersal distances

4.4.4 Komponente grafa in izolirane gozdne zaplate

Z večanjem najdaljše možne razdalje število nepovezanih gozdnih zaplat upada, kar se odraža v vedno manjšem številu podgrafov oziroma komponent grafa, katerih število z razdaljo prehajanja eksponentno pada (slika 32). Pri stroškovni razdalji 100 metrov je 150 gozdnih zaplat razvrščenih v 111 komponent grafa. Pri stroškovni razdalji 1.000 metrov pade število komponent za več kot polovico, pri stroškovni razdalji 7.100 metrov ostane le še ena komponenta, kar pomeni, da so vse gozdne zaplate znotraj širšega raziskovalnega območja povezane.



Slika 32: Gibanje števila komponent grafa v odvisnosti od stroškovnih razdalj prehajanja od 100 do 10.000 metrov po 100-metrskih korakih

Figure 32: Changes in the number of graph components as a function of the cost dispersal distances from 100 to 10,000 meters by 100-meter increments

V preglednici 18 so podani podatki o komponentah grafa in izoliranih zaplatah pri izbranih dolžinah prehajanja. Na sliki 33 so za izbrane razdalje prehajanja prikazane komponente z gozdnimi zaplatami. Pri stroškovnih razdaljah do 800 metrov je 59 komponent grafa, ki vsebujejo od ene do 17 gozdnih zaplat. Dve tretjini komponent vsebuje le eno gozdno zaplato, kar pomeni 39 izoliranih zaplat. Večinoma gre za manjše gozdne zaplate s površinami od 0,26 ha do 35,00 ha, ki skupno zavzemajo 4 % (168,11 ha) celotne gozdne

površine. Le tri izolirane zaplate imajo površino večjo od 10 ha. Več kot 100 ha gozdne površine ima šest komponent, ki skupno obsegajo 90 % celotne gozdne površine. Od teh šestih komponent dve vsebujeta po šest zaplat ter po ena komponenta osem, dvanajst, deset in sedemnajst gozdnih zaplat. Največ gozdnih zaplat ima komponenta s 17 gozdnimi zaplatami s skupno površino 466,41 ha, kar predstavlja 12 % celotne gozdne površine. Leži nad letališčem in vsebuje najpomembnejšo povezovalno zaplato, gozdno zaplato številka 28. Gozdne zaplate nad in pod letališčem niso povezane. Prav tako nobena povezava ne prečka avtoceste. Tri komponente imajo večjo gozdno površino kot komponenta z največ gozdnimi zaplatami. Komponenta z največjo gozdno površino obsega kar 1.458,91 ha, kar predstavlja 37 % celotne gozdne površine. Vsebuje šest gozdnih zaplat v SV delu območja, ki večinoma niso prisotne na ožjem raziskovalnem območju.

Pri stroškovnih razdaljah do 1.500 metrov je 35 komponent grafa, ki vsebujejo od ene do 33 gozdnih zaplat. Slaba polovica (48 %) komponent vsebuje le eno gozdno zaplato, kar pomeni 17 izoliranih zaplat. Večinoma gre za manjše gozdne zaplate s površinami od 0,26 do 26,90 ha, ki skupno zavzemajo 2 % (72,59 ha) celotne gozdne površine. Le ena izolirana zaplata ima površino večjo od 10 ha. Pet komponent ima več kot 100 ha gozdne površine, ki skupno obsegajo 92 % celotne gozdne površine. Največ gozdnih zaplat ima komponenta s 33 gozdnimi zaplatami s skupno površino 1.054,45 ha, kar predstavlja 27 % celotne gozdne površine. Ena komponenta ima še večjo površino, in sicer 1.459,90 ha, vsebuje pa sedem gozdnih zaplat, ki so večinoma zunaj ožjega raziskovalnega območja. Avtocesto prečka le ena povezava, in sicer pod mostom čez Kokro. Gozdovi v ravninskem delu območja so še vedno ločeni od gozdov v gričevnatem delu.

Pri stroškovnih razdaljah do 3.000 metrov se število komponent že močno zniža, in sicer na vsega skupaj enajst komponent. Večina gozdnih zaplat je združenih v eno komponento s 132 gozdnimi zaplatami, ki skupno obsegajo kar 99 % celotne gozdne površine. Ostale komponente obsegajo od ene do pet manjših gozdnih zaplat, ki se nahajajo ob vzhodni meji širšega raziskovalnega območja ter znotraj območja letališča Jožeta Pučnika. Sedem gozdnih zaplat je še vedno izoliranih.

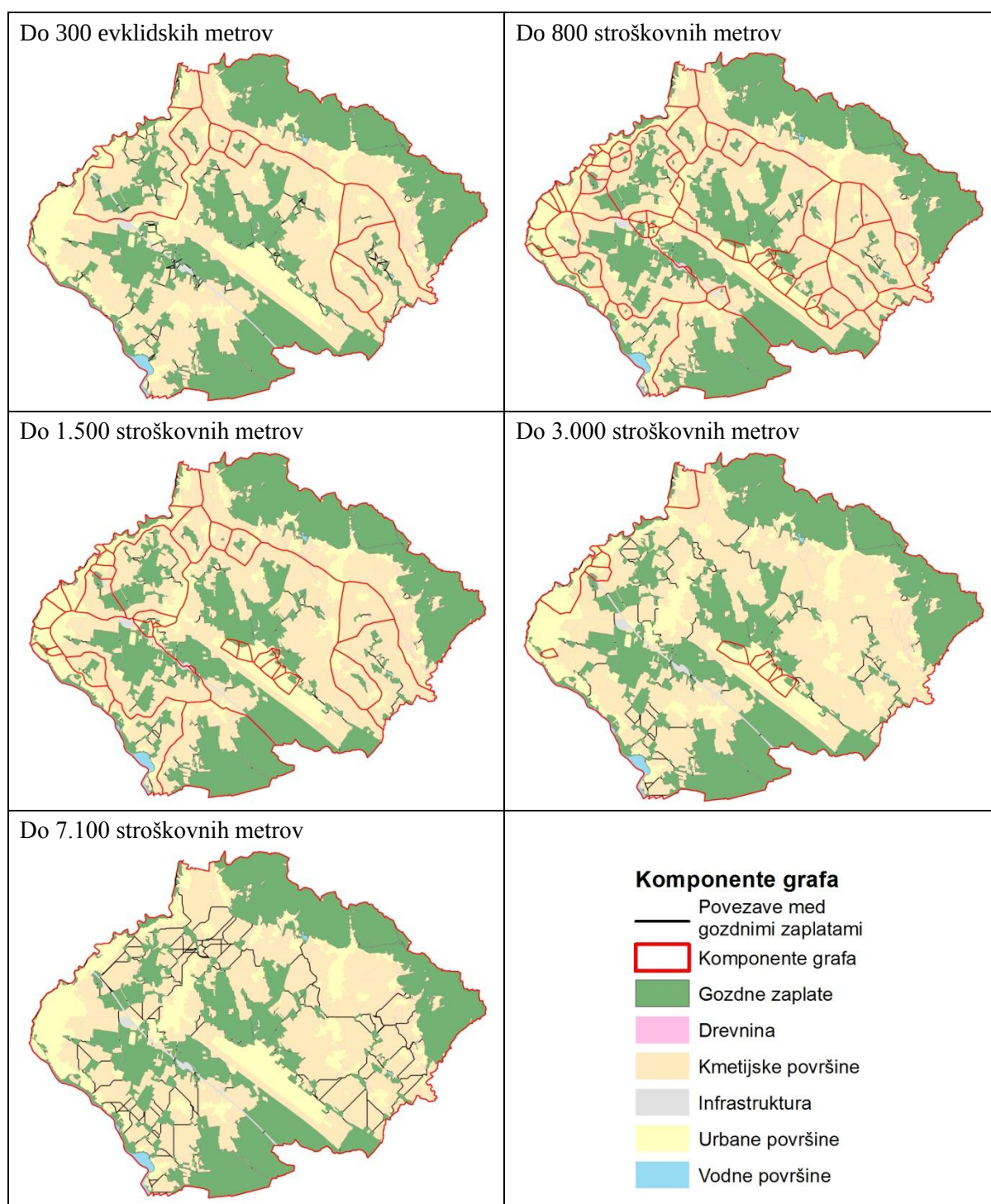
Za primerjavo smo vključili še evklidske povezave do 300 metrov, ki so glede na dolžino najbolj primerljive s stroškovnimi razdaljami do 1.500 metrov. V tem primeru imamo le deset komponent grafa, kar je celo ena manj kot pri stroškovnih razdaljah do 3.000 metrov,

ter le tri izolirane gozdne zaplate. Največja komponenta vsebuje 93 gozdnih zaplat s skupno površino 2.111,97 ha, kar pomeni 54 % celotne gozdne površine. Po površini druga največja komponenta je komponenta s sedmimi gozdnimi zaplatami s skupno površino 1.459,90 ha na severnem delu širšega raziskovalnega območja, ki obsega iste zaplate kot po gozdni površini največja komponenta pri stroškovnih razdaljah do 1.500 metrov. Med večjimi komponentami so še komponenta s 23 gozdnimi zaplatami s površino gozda 236,63 ha in komponenta s 15 gozdnimi zaplatami s skupno površino 47,65 ha.

Preglednica 18: Komponente grafa (K) in izolirane gozdne zaplate pri stroškovnih razdaljah, krajših od 800, 1.500, 3.000 in 7.100 metrov, ter pri evklidskih razdaljah do 300 metrov

Table 18: Graph components (K) and isolated forest patches in the cost distances of less than 800, 1,500, 3,000 and 7,100 meters, and the Euclidean distances up to 300 meters

Razdalje povezav do	Število K	Število zaplat v K	Površina gozda v najmanjši K	Površina gozda v največji K	Število izoliranih zaplat	Površine izoliranih zaplat
(m)	(N)	(N)	(ha)	(ha)	(N)	(ha)
300 (evklidska)	10	1–93	0,56	2.111,97	3	0,56–8,72
800	59	1–17	0,26	1.458,91	39	0,26–35,00
1.500	35	1–33	0,26	1.459,90	17	0,26–26,90
3.000	11	1–132	0,31	3.865,76	7	0,31–5,48
7.100	1	150	3.901,48	3.901,48	0	0



Slika 33: Gozdne zaplate znotraj komponent pri stroškovnih razdaljah do 800, 1.500, 3.000 in 7.100 metrov ter evklidski razdalji do 300 metrov

Figure 33: Forest patches within the components in cost distances up to 800, 1,500, 3,000 and 7,100 meters and the Euclidean distance up to 300 meters

4.4.5 Povezave in matica

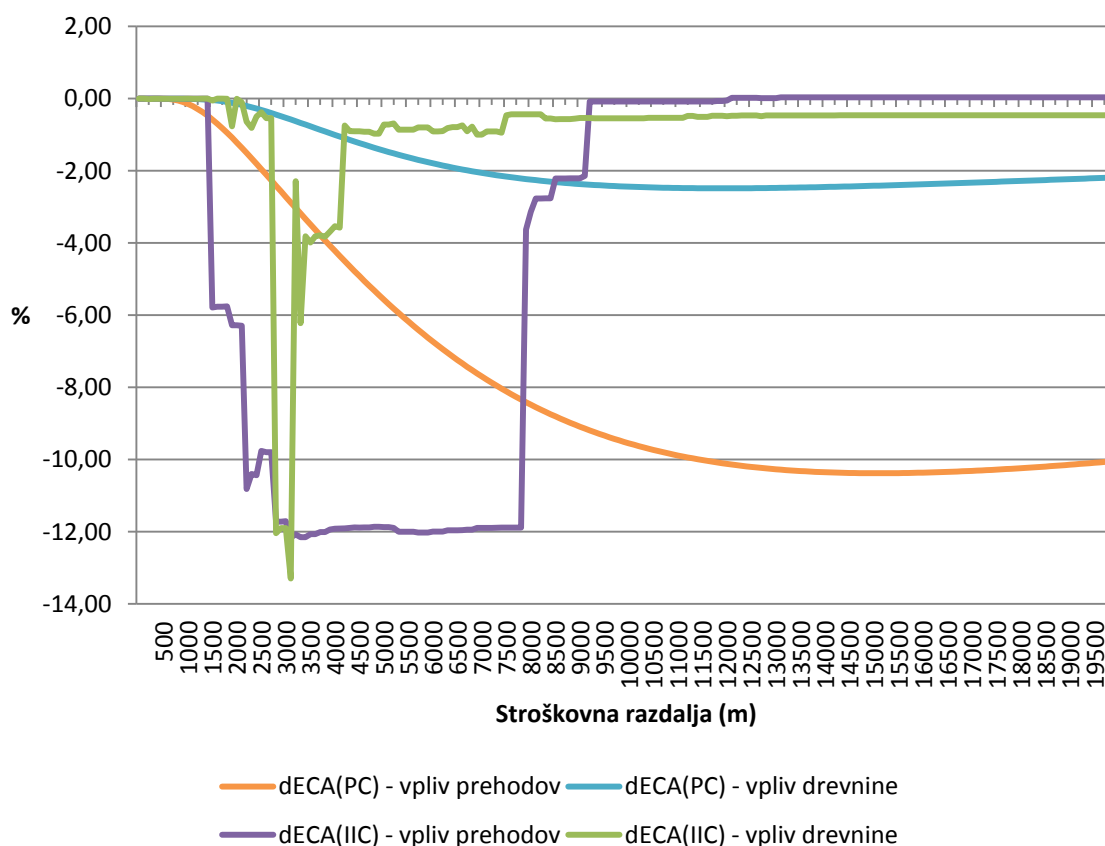
V preglednici 19 je predstavljeno, po kateri osnovni rabi zemljišč potekajo povezave, v kakšnem številu in dolžini. Pri dolžinah so zabeležene dejanske in ne stroškovne razdalje. Od vseh stroškovno najkrajših povezav med gozdnimi zaplatami jih 89 oziroma tretjina poteka po drevnini. Vsota dejanskih dolžin vseh delov povezav, ki potekajo čez drevnino, znaša 21,8 km. Glede na skupino drevnine dobra polovica (53 %) teh povezav poteka po linijskih drevninah, 29 % po skupinskih drevninah in 18 % po posamičnih drevninah. Ena povezava lahko poteka čez različne skupine drevnine. Petina drevnine se nahaja na stroškovno najkrajših povezavah med gozdnimi zaplatami, ki zavzemajo 59 % celotne površine drevnine oziroma 66 % površin linijske drevnine, tretjino (33 %) površin skupinske drevnine ter le 12 % posamične drevnine. Kar 85 % povezav poteka po kmetijskih površinah v skupni dejanski dolžini 90,8 km. Slaba polovica (47 %) povezav prečka infrastrukturne površine v skupni dejanski dolžini 1,7 km. Od teh jih 66 % poteka čez občinske ceste, 22 % čez državne ceste in ostale pod avtocesto. Najmanj povezav (24 %) poteka čez urbane površine v skupni dolžini 0,6 km.

Preglednica 19: Potek vseh 268 povezav med gozdnimi zaplatami po skupinah rab zemljišč

Table 19: Course of all 268 links between forest patches over groups of land uses

Osnovna raba zemljišč	Dejanska dolžina povezav	Število povezav
	km	N
Drevnina	21,8	89
Kmetijsko	90,8	227
Infrastruktura	1,7	127
Urbano	0,6	64

Spremembe kazalnikov $dECA(IIC)$ in $dECA(PC)$ po dolžinah prehajanja so prikazane na sliki 34. Izguba drevnine glede na kazalnik $dECA$ naj ne bi imela večjega vpliva na povezanost gozdnih zaplat, razen pri razdaljah prehajanja od 2.900 do 3.200 metrov glede na kazalnik $dECA(IIC)$. Večji vpliv na povezanost je pri avtocesti, in sicer je brez upoštevanja prehodov povezanost glede na kazalnik $dECA(IIC)$ slabša pri razdaljah prehajanja od 2.300 do 7.800 metrov, glede na kazalnik $dECA(PC)$ pa predvsem na razdaljah prehajanja od 8.000 do 16.000 metrov.



Slika 34: Relativne spremembe kazalnika enakovredno povezane površine ($dECA(IIC)$ in $dECA(PC)$) po dolžinah prehajanja glede na vpliv drevnine oziroma prehodov čez avtocesto

Figure 34: The relative changes in equivalent connected area index ($dECA(IIC)$ and $dECA(PC)$) upon dispersal distances with regard to the impact of trees outside forest or highway transitions

4.5 GLUHI PROSTOR

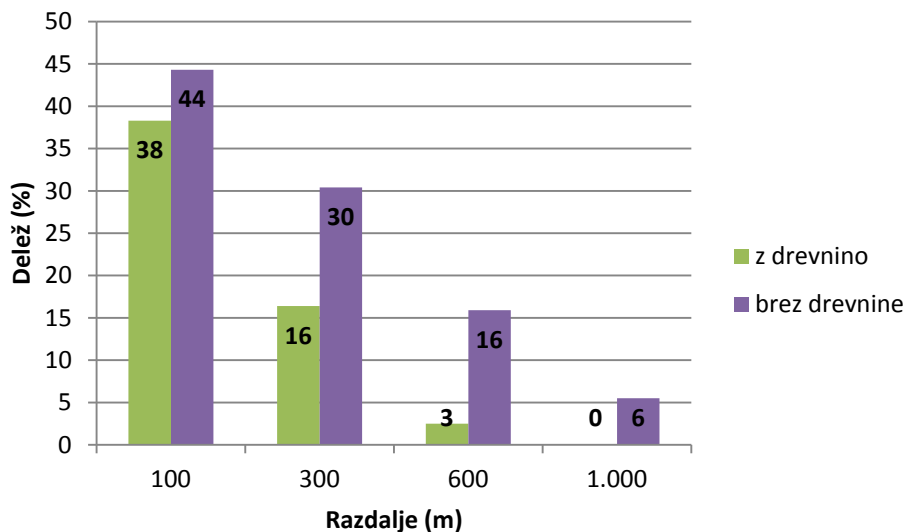
Na širšem raziskovalnem območju je pri razdaljah od 100 do 1.000 metrov prisoten gluhi prostor. Njegova količina je odvisna od razdalje in prisotnosti drevnine na kmetijskih zemljiščih (preglednica 20). Delež gluhega prostora na širšem raziskovalnem območju pri različni razdalji med gozdnimi zaplatami z drevnino in brez drevnine je prikazan na sliki 35, v preglednici 20 pa so podani deleži od kmetijskih površin. Največji delež gluhega prostora je pri 100-metrskih razdaljah, kjer ga je 38 % ob upoštevanju drevnine oziroma 44 %, če drevnine ne bi bilo prisotne. Drugače povedano, kar 71 % oziroma 82 % kmetijskih površin je pri 100-metrskih razdaljah brez naravne vegetacije. Pri 300-metrskih razdaljah se gluhi prostor z upoštevanjem drevnine na območju zmanjša za kar 22 %, brez drevnine pa le za 14 %. Pri 600-metrskih razdaljah je gluhega prostora z upoštevanjem

drevnine le še 3 %, medtem ko bi ga bilo brez drevnine 16 %, se pravi toliko kot pri 300-metrskih razdaljah z upoštevanjem drevnine. Pri razdaljah en kilometer gluhega prostora praktično ni, če drevnine ne bi bilo, bi bil prisoten še na 6 % območja. Prisotnost drevnine najbolj vpliva na delež gluhega prostora pri razdaljah 300 in 600 metrov.

Preglednica 20: Primerjava količine gluhega prostora na širšem raziskovalnem območju, če je drevnina prisotna ali ni prisotna

Table 20: A comparison of the amount of empty space on extended study area, where trees outside forest are present or not present

Medsebojne razdalje	Gluhi prostor			Delež kmetijskih površin kot gluhi prostor		
	Drevnina prisotna	Brez drevnine	Razlika	Drevnina prisotna	Brez drevnine	Razlika
m	ha	ha	ha	%	%	%
100	3.410,80	3.947,20	536,40	71	82	11
300	1.454,62	2.697,64	1.243,02	31	57	26
600	219,23	1.410,52	1.191,29	5	30	25
1.000	6,31	484,74	478,43	0	10	10



Slika 35: Delež gluhega prostora na širšem raziskovalnem območju pri razdaljah 100, 300, 600 in 1.000 metrov ter glede na to, ali je drevnina prisotna ali je ni

Figure 35: The proportion of empty space on extended study area at distances of 100, 300, 600 and 1,000 meters, and regardless of whether the trees outside forest are present or not

V prilogi D je na karti predstavljen gluhi prostor pri različnih dolžinah in ločeno glede na prisotnost drevnine.

4.6 MREŽA NAJPOMEMBNEJŠIH GOZDNIH ZAPLAT IN DREVNINE S PREDLOGI NOVIH ZASADITEV

Skupno je pri vseh podrobneje obravnavanih razdaljah prehajanja 41 gozdnih zaplat (priloga E), ki so pomembne povezovalne zaplate, kar predstavlja 27 % gozdnih zaplat na širšem raziskovalnem območju, ki obsegajo kar 92 % gozda oziroma 87 % gozda na ožjem raziskovalnem območju. Osem gozdnih zaplat je pomembnih pri vseh razdaljah prehajanja, od tega ene ter večinsko dveh ni na ožjem raziskovalnem območju. Gre za večje gozdne zaplate v severnem delu območja, ki že spadajo v gorski svet nad ravnino. Do razdalje 3.000 stroškovnih metrov je po skupnem rangi najpomembnejša gozdna zaplata s številko 28, ki se ji pri tej razdalji pridruži še gozdna zaplata s številko 79, ki je nato prva po skupnem rangi pri nadaljnjih razdaljah. Osemnajst gozdnih zaplat se pojavlja le pri eni razdalji prehajanja.

Površine pomembnih povezovalnih zaplat se gibljejo od 0,62 do 718,98 ha oziroma od zaplat na ožjem raziskovalnem območju od 0,62 do 366,96 ha. Spadajo v različne velikostne razrede, z večjim poudarkom na večjih zaplatah. Kar deset jih spada v največji velikostni razred nad 100 ha, le ena v najmanjši velikostni razred pod en hektar. Znotraj teh gozdnih zaplat je pri vseh razdaljah prehajanja tudi prvih 20 najpomembnejših glede na skupni rang kazalnikov *dIICintra* in *dPCintra*, glede na kazalnikov *dIICflux* in *dPCflux* pa ni prisotne le ene gozdne zaplate iz prvih 20 po skupnem rangi. Skladno z večjimi površinami povezovalnih zaplat jih ima kar 70 % notranji prostor pri gozdnem robu širine 50 metrov. Na ožjem raziskovalnem območju ima med vsemi gozdnimi zaplatami le tretjina notranji prostor.

Glede na obliko med povezovalnimi zaplatami prevladujejo gozdne zaplate z nekoliko višjim indeksom oblike v primerjavi z vsemi gozdnimi zaplatami na ožjem raziskovalnem območju. Le dobra polovica povezovalnih zaplat ima indeks oblike manjši od dve, medtem ko ima na ožjem raziskovalnem območju kar 74 % gozdnih zaplat indeks oblike manjši od dve.

Delež smreke je najmanjši v osmih zaplatah, ki predstavljajo 14 % vseh zaplat z majhnim deležem smreke na ožjem raziskovalnem območju, po površini pa kar 93 % gozdnih zaplat

z majhnim deležem smreke. Razlika v številu gozdnih zaplat gre predvsem na račun manjših gozdnih zaplat, ki niso med najpomembnejšimi povezovalnimi zaplatami.

Glede na opisane lastnosti povezovalnih zaplat so v grobem zajete vse pomembne lastnosti gozdnih zaplat, ki se pojavljajo na obravnavanem območju. Pomanjkljivo so vključeni obrečni gozdovi, gozdovi kompaktnih oblik in z majhnim deležem smreke. Dodatno smo zato izbrali obrečne gozdove ob Kokri in Savi. Gre za dodatnih 18 gozdnih zaplat s površinami od 0,43 do 16,78 ha oziroma skupno površino 58,03 ha. Poleg tega smo dodatno izbrali sedem gozdnih zaplat, ki imajo hkrati majhen indeks oblike in nizek delež smreke. Površine teh zaplat se gibljejo od 0,50 do 5,46 ha s skupno površino 14,66 ha. Skupno smo tako dobili mrežo 66 najpomembnejših gozdnih zaplat, ki največ prispevajo k ohranitvi heterogenosti tega prostora. V prilogi E so na karti ožjega in širšega raziskovalnega območja prikazane vse gozdne zaplate, posebej pa označene vse najpomembnejše povezovalne zaplate in ostale pomembne gozdne zaplate, ki dodatno prispevajo k ohranitvi heterogenosti krajine.

Na karti je prikazana tudi vsa obstoječa drevnina, ki smo ji dodali izbrane lokacije novih zasaditev posamičnega drevja, s katerimi bi lahko ob minimalnem posegu v kmetijske površine pomembno vplivali na zmanjšanje gluhega prostora. Od 32 novih lokacij zasaditev jih je 22 na zasebni posesti ter deset na državni posesti. Vse razen dveh, ki sta sredi polja ob meji dveh kultur, se nahajajo ob poteh. Deset lokacij je na križišču poljskih poti, dve na križišču poljske poti in ceste. Ob poljskih poteh jih je 16 in dve ob cesti. Če upoštevamo povprečno površino posamičnih dreves na obravnavanem območju (43 m^2), teh 32 lokacij pomeni dodatnih 0,14 ha drevnine, kar predstavlja le 0,003 % kmetijskih površin na ožjem raziskovalnem območju. Če upoštevamo dejstvo, da večinoma zemljo obdelujejo vse do debla dreves, to pomeni še manjši delež kmetijskih površin. Gluhi prostor se s predlaganimi zasaditvami zmanjša za 14 % v primeru oddaljenosti 300 metrov med gozdom oziroma gozdom in drevnino. Za kar 83 % se zmanjša gluhi prostor v primeru oddaljenosti 600 metrov med gozdom oziroma gozdom in drevnino.

4.6.1 Načrtovane širitve urbanih območij

Na sliki 36 so prikazana območja možnih nadaljnjih širitev urbanih predelov, ki smo jih povzeli po trenutno nezazidanih zazidljivih območjih iz prostorskih načrtov občin. Številke

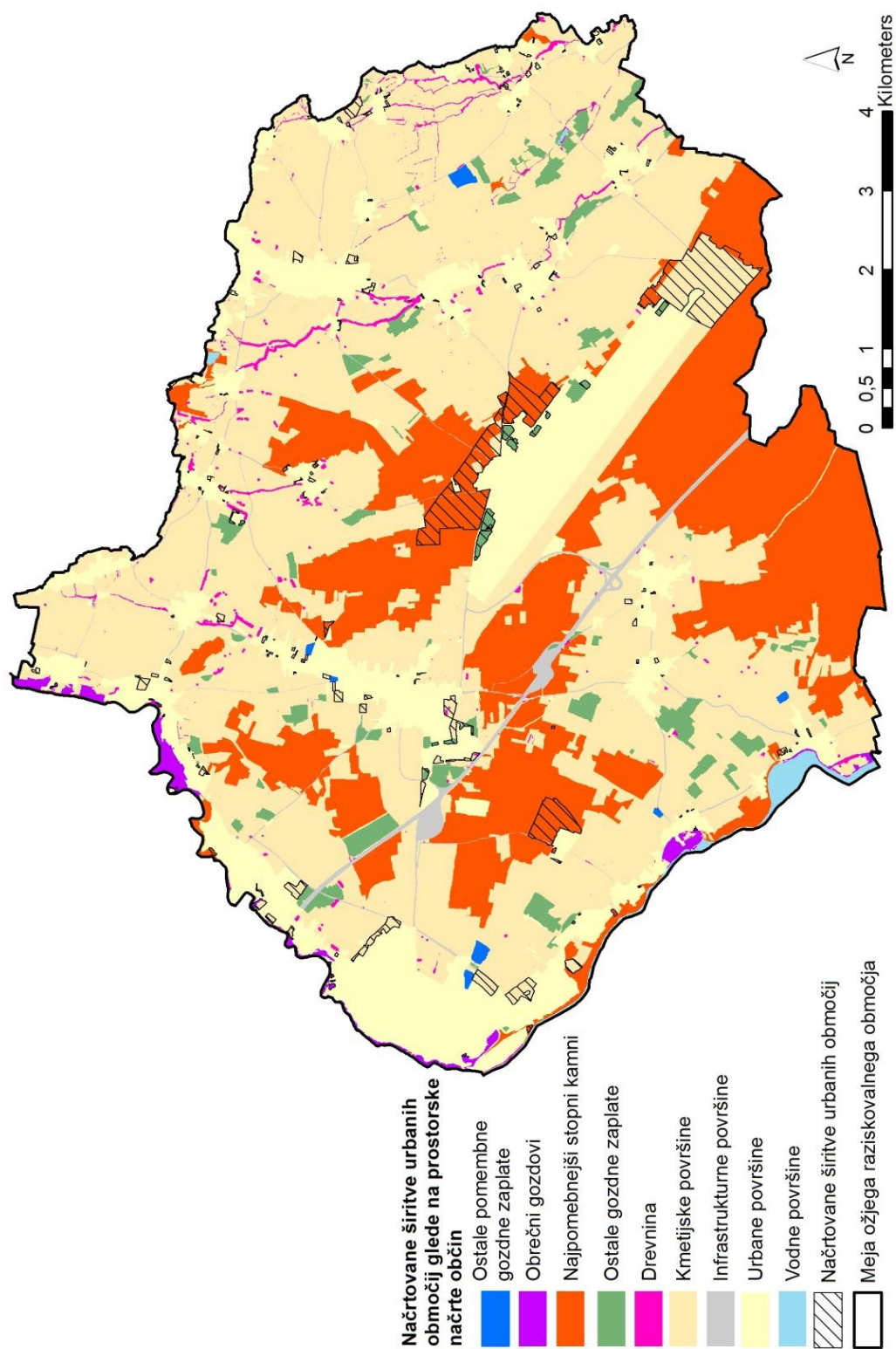
gozdnih zaplat so razvidne iz karte v prilogi E. Predvidene so tri večje širitve, vse tri posegajo v pomembne povezovalne zaplate.

Največja predvidena krčitev je na severnem delu letališča, kjer sta v igri prestavitve državne ceste in širitve poslovne cone letališča. Krčitev naj bi prizadela štiri gozdne zaplate, katerih površina se lahko zmanjša za približno 85,18 ha. Vse spadajo med najpomembnejše povezovalne zaplate, od tega sta dve gozdni zaplati s številko 28 in 35 najpomembnejši pri vseh podrobneje obravnavanih razdaljah prehajanja, ostali dve gozdni zaplati s številko 69 in 94 pa sta med najpomembnejšimi pri razdaljah 1.500, 7.100 in 15.500 stroškovnih metrov. Zaplati 28 in 35 sta obe veliki nad 100 ha, najbolj bo prizadeta zaplata 35, katere površina se naj bi zmanjšala za 17 %. Zaplata 69 s površino 26,70 ha naj bi se zmanjšala za 36 %, zaplata 94 s površino 35,00 ha pa kar za 68 %. Predvidene krčitve bodo na tem delu močno povečale razdalje stroškovnih povezav, še posebej med zaplatama 94 in 69 ter 28 in 35, kar pomeni slabšo povezanost gozdnih zaplat, ki ležijo v južnem in severnem delu obravnavanega območja. Na to povezanost vpliva tudi druga predvidena krčitev, ki je prav tako na račun širitve letališča, in sicer proti jugovzhodu. Večinoma zavzame kmetijske površine ter manjšo gozdno zaplato s številko 126, katere površina naj bi se zmanjšala za kar 80 %. Omenjena zaplata spada med najpomembnejše povezovalne zaplate pri razdalji 1.500 stroškovnih metrov. Tretja večja krčitev je predvidena pri Agromehaniki v Hrastju, ki naj bi zmanjšala površino gozdne zaplate številka 70 za 11 %. Gre za večjo gozdno zaplato s površino nad 100 ha, ki pri vseh obravnavanih razdaljah prehajanja spada med najpomembnejše povezovalne zaplate. Glede na lego stroškovno najkrajših poti in lego krčitve pa lahko predvidevamo, da krčitev ne bo imela večjega vpliva na povezanost.

Nekaj manjših delnih krčitev gozdnih zaplat je predvidenih pri obrečnih gozdovih, predvsem ob reki Kokri. Pri ostalih pomembnih gozdnih zaplatah krčitve trenutno niso predvidene. Tudi posegov v drevnino s strani urbanizacije skoraj ni predvidenih. Koliko je drevnina ogrožena zaradi kmetijske proizvodnje, ne moremo vedeti vnaprej.

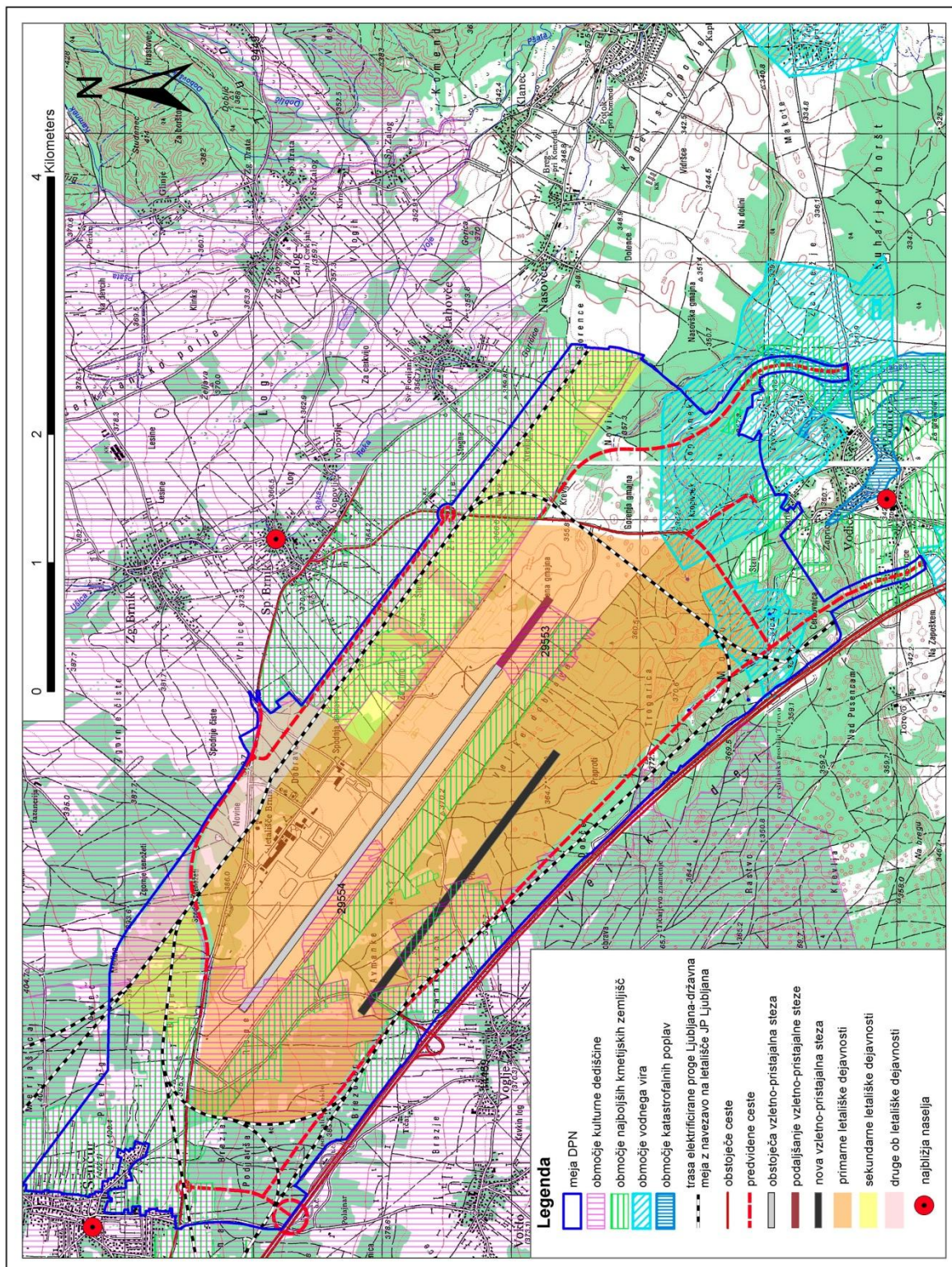
Na obravnavanem območju je trenutno v pripravi večji državni prostorski načrt za območje letališča Jožeta Pučnika Ljubljana (Državni prostorski načrt ... , 2012), ki predvideva nadaljnje širjenje letališča tudi zunaj okvirov načrtovane širitve po občinskih prostorskih načrtih. Načrt je še v fazi priprave. Na sliki 37 je prikazan začetni predlog načrta. Poleg

letališča naj bi se urejale tudi nove železniške povezave, ki bodo prav tako pomenile večji poseg na obravnavanem območju. Največji poseg bi letališče predstavljalo v primeru izgradnje dodatne pristajalno-vzletne steze, ki bi pomenila krčitev vseh gozdnih površin med letališčem in avtocesto. Tu se nahajati dve večji gozdni zaplati s številka 110 in 79 in površinama 283,71 in 128,45 ha, ki naj bi bile izkrčeni v celoti. Obe pri vseh podrobneje obravnavanih razdaljah prehajanja spadata med najpomembnejše povezovalne zaplate in skoraj vedno kotirata po rangi zelo visoko. Poleg njiju naj bi bila izkrčena v tem delu še manjša gozdna zaplata s številko 90, ki je pomembna povezovalna zaplata pri daljših razdaljah prehajanja. Širitev je predvidena tudi v JV smeri, kjer naj bi bila izkrčena gozdna zaplata s številko 138, površine 84,12 ha, ki je pomembna povezovalna zaplata pri vseh razdaljah prehajanja, razen pri razdaljah do 800 stroškovnih metrov. Ob upoštevanju krčitev gozdnih zaplat na severnem delu letališča bo tako v osrednjem delu območja nastalo obsežno, v večjem delu ograjeno območje z majhnim deležem naravne vegetacije, ki bo močno poseglo v obstoječe migracijske poti med južnim in severnim delom območja.



Slika 36: Načrtovane širitve urbanih območij glede na občinske prostorske načrte

Figure 36: The planned expansion of urban areas with regard to municipal planning documents



Slika 37: Državni prostorski načrt za letališče Jožeta Pučnika Ljubljana – Pobuda za pripravo državnega prostorskega načrta (Državni prostorski načrt ... , 2012)

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

V raziskavi smo se lotili problematike krčitev ostankov naravne vegetacije v že zelo spremenjenih krajinah, kot so to na primer kmetijske krajine, z manjšim deležem naravne vegetacije. Zato smo za območje raziskave izbrali del Kranjskega polja, ki leži v Ljubljanski kotlini severno od mesta Ljubljana in ob mestu Kranj.

Postavili smo štiri hipoteze, ki smo jih nato v raziskavi preverili:

1. Uradne evidence pomanjkljivo obravnavajo drevnino na obravnavanem območju.
2. Gozdne zaplate na obravnavanem območju so večinoma dobro povezane med seboj.
3. Drevnina ima na obravnavanem območju velik vpliv na povezanost.
4. Na nekaterih predelih obravnavanega območja je že prisoten gluhi prostor.

Prvo hipotezo smo preverjali na ožjem raziskovalnem območju, ki obsega le ravninski del območja. Drugo, tretjo in četrto hipotezo smo preverjali na širšem raziskovalnem območju, da smo pri izračunih povezanosti vključili tudi povezanost s pomembnim gozdnim kompleksom na severni in vzhodni strani območja.

Prvo hipotezo smo delno ovrgli, ker smo ugotovili, da so drevnine večjih površin zadovoljivo zajete znotraj dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Drugo hipotezo smo delno potrdili. Pri v raziskavi uporabljenih uporih rabe zemljišč so gozdne zaplate dobro povezane pri srednjih in dolgih dolžinah prehajanja. Tretjo hipotezo smo zavrnil. Drevnina nima večjega vpliva na povezanost gozdnih zaplat, še posebej tista manjših površin. Četrto hipotezo smo sprejeli, ker je prisotnih več območij, kjer ne obstaja nobena naravna vegetacija, niti v obliki posameznega drevesa.

5.1 OSNOVNE RABE ZEMLJIŠČ

Glede na izdelan sloj osnovnih rab zemljišč smo ugotovili, da nižinski svet izbranega dela Kranjskega polja spada v kmetijsko in primestno krajino, ker prevladujejo kmetijske površine, ki obsegajo več kot polovico območja. Dopolnjujejo jih urbane površine z mestom Kranj in večjimi naselji, ki s širjenjem najbolj posegajo v preostanek naravne vegetacije, ki jo v glavnini predstavljajo gozdne površine, ki skupaj z drevnino obsegajo manj kot 30 % površine območja. Razširjeno raziskovalno območje je zajelo tudi del

gozdnate krajine, ki obsega pretežno gozdne površine, saj gre kar 94 % povečanja površine raziskovalnega območja na račun gozdnih površin. Gozdnatost širšega raziskovalnega območja je zato večja in znaša 37,4 % površine.

Od vseh površin osnovnih rab je bil najbolj težaven izris urbanih površin oziroma naselij, ker nikjer ni opredeljeno, kaj spada v ureditveno območje naselij. Izraz izhaja iz Zakona o gozdovih (2014), ki izraza natančneje ne obrazloži. Na razpolago ni nobenega uradnega sloja ureditvenih območij naselij, prav tako nobena od uradnih evidenc ne omogoča enostavnega in hitrega izrisa urbanih površin. Zazidljiva območja iz občinskih prostorskih načrtov ne zajamejo celotnih naselij. Vrtovi in dvorišča hiš so pogosto na kmetijskih in ne na zazidljivih zemljiščih. Največji problem so predvsem kmetije na robu naselij, kjer je meja med dvoriščem in vrtom kmetije ter kmetijskimi zemljišči večinoma zabrisana, lažji je izris meje pri ograjenih dvoriščih oziroma vrtovih, kar je razvidno iz slike 38. Z rumeno barvo so označena zazidljiva zemljišča. Dvorišče kmetije in ograjen vrt ob hiši nista znotraj zazidljivih zemljišč. Z rdečo črto je označena ročno popravljena meja območja naselja.



Slika 38: Določanje meja ureditvenih območij naselij, kjer dvorišča in vrtovi niso na zazidljivih zemljiščih. Rumeno – zazidljiva zemljišča, rdeča črta – ročno popravljena meja naselja

Figure 38: Defining the boundary of settlements regulatory areas, where courtyards and gardens are not on building lands. Yellow - building land, the red line - manually corrected settlement boundary

Pod zazidljivimi zemljišči so v prostorskih ureditvenih načrtih označene tudi površine, ki še niso pozidane in so v resnici še vedno kmetijske ali gozdne površine. Obratno ponekod stojijo hiše na kmetijskih površinah. Tu gre v večini primerov predvsem za črne gradnje, ki so zgrajene na zemljiščih, ki niso namenjena pozidavi (slika 39).



Slika 39: A) Nezazidano zazidljivo zemljišče (rumena barva – zazidljiva zemljišča), ki je dejansko še vedno kmetijsko zemljišče. B) Hiša, zgrajena zunaj zazidljivih zemljišč

Figure 39: Undeveloped building land (yellow - building land), which is actually still agricultural land. B) The house, built outside the building land

Znotraj zazidljivih območij je v ožjem raziskovalnem območju tako zajetih 3 % površin drevnin, 6 % gozdnih površin in 3 % kmetijskih površin, manjka pa 14 % površin naselij. Ročno popraviljanje poligonov in preverjanje na terenu je časovno zamudno opravilo, kar pomeni, da v praksi pogosto ni uporabno. V primeru, da se okoli zazidljivih območij doda 50-metrski pas, bi na našem ožjem raziskovalnem območju pod naselja zajeli 11 % kmetijskih površin, 30 % površin drevnin in 8 % gozdnih površin, še vedno pa bi izpadlo 11 % dejansko zazidanih površin. Na tak način bi dobili še bolj popačeno sliko dejanskega stanja.

Poleg prostorskih načrtov zajamejo pozidana zemljišča tudi dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč. V naseljih so vse nezazidane površine razen majhnih vrtov zajete v drugih rabah, čeprav smiselno spadajo v ureditvena območja naselij (slika 40). Najbolj je to zopet problematično na meji naselij, predvsem na dvoriščih kmetij. Dejanska raba pa je ob hkratni uporabi grafičnega sloja DKN dober pripomoček pri ročnem popraviljanju meja naselij.



Slika 40: Šifre in meje (rdeča črta) dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč znotraj naselja (šifra 1.100 njive, 1.222 ekstenzivni sadovnjak, 1.300 trajni travnik in 3.000 pozidano zemljišče)

Figure 40: Code number and boundaries (red line) of the actual use of agricultural and forest land within the settlement (code number 1,100 fields, 1,222 extensive orchards, 1,300 permanent pastures and 3,000 built-up land)

V preteklih letih zasledimo v literaturi o drevnini zunaj gozda opozorila o pomanjkanju uradnih evidenc drevnine (Pirnat, 2000; Prosenc, 2008), kar onemogoča načrtovano gospodarjenje z njo. Za obravnavano območje smo zato izdelali digitalni sloj drevnine in ga primerjali s trenutno edino uradno podlago, v kateri je zajeta tudi drevnina, to je dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč.

Ugotovili smo, da dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč dobro evidentira večje zaplate drevnine, še posebej linijske drevnine, kot so obrežni pasovi in mejice, ter skupinske drevnine. Največ drevnine je zajete znotraj dejanske rabe »drevesa in grmičevje«, manjši del znotraj zaraščajočih površin, v dejanski rabi »ekstenzivni sadovnjaki« pa so zajete vse večje površine ekstenzivnih sadovnjakov. Nekaj razhajanj pri vključevanju površin v gozdne površine ali v drevnino zunaj gozda gre na račun tega, da gozdna maska ZGS in gozdne površine v dejanski rabi niso usklajene. Manjše površine, predvsem posamična drevnina in manjše skupine drevnine, niso zajete v digitalnem sloju

dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Prvo hipotezo, da uradne evidence pomanjkljivo obravnavajo drevnino, lahko delno zavržemo, ker uradne evidence pretežno zajamejo drevnino večjih površin, pomanjkljivo pa drevnino manjših površin.

V nadaljnjih raziskavah in pri prostorskem načrtovanju bi bilo smiselno kot osnovno podlago uporabiti dejansko rabo kmetijskih in gozdnih zemljišč. Gozdne površine se nato dopolni glede na gozdno masko oziroma sestojno karto ZGS, odvisno od tega, kako podrobno se bo razčlenjevalo gozdne površine. Pri izločitvi urbanih predelov je smiselna vključitev zazidljivih površin prostorskih načrtov občin, ki jih je treba ročno popraviti glede na posnetke ali dejansko rabo. Kmetijske površine se iz dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč lahko razčleni na različne ravni natančnosti, odvisno od potreb analize. S pomočjo dejanske rabe »drevesa in grmičevje«, »zaraščanje«, »ekstenzivni sadovnjaki« in »kmetijska zemljišča, porasla z gozdnim drevjem« lahko izločimo pretežni del večjih drevnin. Manjše drevnine in ostale krajinske rudimente je treba še vedno določiti ročno s pomočjo posnetkov. Odločiti se je treba tudi, ali je smiselno vključiti zelene površine v naseljih. Nekatere vrste so se že dobro prilagodile na bližino človeka, za nekatere vrste urbane površine celo predstavljajo bolj kakovostne habitate kot intenzivno obdelane kmetijske površine (Driezen in sod., 2007).

5.2 GOZDNE ZAPLATE

Za analizo gozdnih zaplat smo uporabili prostorske kazalnike za osnovne lastnosti zaplat, kot so število, velikost, obseg, oblika in notranji prostor zaplat. Z določitvijo deleža smreke v gozdnih zaplatah smo nato podali hitro oceno odstopanja od naravne sestave, ki pomeni večjo ogroženost stabilnosti sestojev zaradi dominantne vloge smreke med drevesnimi vrstami in ogroženost zaradi napadov podlubnikov (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

Ugotovili smo, da je zgradba gozdnih zaplat v kmetijski krajini Kranjskega polja dokaj heterogena. Ostanke gozda niso omejeni le na majhne zaplate, ki po številu prevladujejo, ker je prisotnih tudi sedem zaplat, večjih od 100 hektarjev. Največja meri 366,96 ha. Pričakovano pa na območju zaradi pretežno kmetijskih površin ni zelo velikih kompleksov gozda. V primerjavi s kmetijsko krajino na sosednjem Sorškem polju, kjer je gozdne zaplate popisal Pirnat (Pirnat, 2000), je na našem obravnavanem območju večji delež

zaplat nad 100 ha, ki predstavljajo 63 % gozdne površine, na Sorškem polju le 31 % gozdne površine.

Slabosti večjih gozdnih zaplat na obravnavanem območju so zelo razčlenjene oblike in visok delež smreke v drevesni sestavi, z izjemo predelov na borovih rastiščih. Obratno imajo manjše zaplate večinoma bolj kompaktne oblike. Omenjeno ne velja za gozdne zaplate ob vodotokih, ki imajo praviloma zaradi razpotegnjene oblike najvišje indekse oblike. Tretjina gozdnih zaplat ima pri širini gozdnega robu 50 metrov prisoten notranji prostor, ki v skupnem obsega 60 % celotne gozdne površine ožjega raziskovalnega območja. V primeru, da bi imele največje gozdne zaplate bolj kompaktne oblike, bi bil ta delež še višji. Delež smreke je najbolj problematičen v drogovnjakih, najmanj pa v mladovjih in sestojih v obnovi. To pomeni, da se v nadaljnjih nekaj desetletjih v odraslih sestojih delež smreke ne bo bistveno spreminjal. Kasneje lahko ob ustreznem gospodarjenju pričakujemo postopno zmanjšanje deleža smreke.

Večinoma gozdne zaplate mejijo na kmetijske površine, saj dobri dve tretjini gozdnega robu meji na kmetijske površine, četrtna gozdnih zaplat v celoti leži znotraj kmetijskih zaplat. Petina gozdnega robu meji na urbane površine in avtocesto, kjer lahko pričakujemo večje omejitve pri prehajanju iz in v gozdne zaplate ter večje motnje s strani človeka v gozdnih zaplatah. Problematična sta pozidava in ograjevanje vse do gozdnega robu, ki ima poleg oteženega prehajanja organizmov tudi druge negativne vplive, kot so oteženo gospodarjenje z gozdovi, večja verjetnost poškodb objektov s strani padlih dreves in močno senčenje objektov in vrtov, kadar je gozd na vzhodni, južni ali zahodni strani naselij.

Trenutno je na obravnavanem območju pester nabor gozdnih zaplat, kar lahko pomeni večjo verjetnost za ohranitev kar največjega števila vrst in boljše možnosti prilagajanja spremembam v prostoru. Izboljšave bi bile potrebne predvsem v smeri približevanja k naravni sestavi, ker je trenutno delež smreke prevelik. Smreka je po podatkih GGN GGE Cerklje (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010) na tem območju močno podvržena gradacijam podlubnikov, ki so glede na trenutni trend podnebnih sprememb v prihodnje lahko vse pogostejše in obsežnejše.

Podrobnejših analiz sestave in kakovosti gozdnih zaplat se v nalogi nismo lotili, ker nismo določili ključnih vrst, na podlagi katerih bi lahko ocenjevali primernost sestave in kakovosti. S podrobno določitvijo ključnih vrst bi namreč močno presegli okvirje te naloge. Z analizo gozdnih zaplat smo želeli dobiti le podatke, kakšne gozdne zaplate se pojavljajo na območju, da bi lahko za naprej ohranili predvsem po velikosti in obliki kar najbolj pester nabor gozdnih zaplat.

5.3 DREVNINA

V nalogi smo pod drevnino vključili drevje in grmovje vseh vrst in oblik, ki ne spada pod gozdne površine in se pojavlja na kmetijskih površinah. Na ožjem obravnavanem območju drevnina s svojimi 41,21 ha ne pokriva velike površine in zavzema komaj en odstotek kmetijskih površin.

Po številu prevladuje posamična drevnina, po površini pa linijska drevnina. Pri posamični drevnini gre pretežno za posamezna gozдна drevesa listavcev, predvsem so to lipovci, lipe in črne jelše. Glede na število dreves po posamezni vrsti prevladujejo sadna drevesa, kjer je največ jablan in češenj. Pri linijski drevnini prevladuje obvodna drevnina, ki se večinoma pojavlja v zahodni polovici ožjega raziskovalnega območja, ker na ostalih predelih večinoma ni prisotnih površinskih vodotokov. Najmanj je linijskih drevnin na poljih, kot so na primer mejice, več pa takih, ki se pojavljajo ob poteh. Pri skupinskih drevninah je po številu polovica ekstenzivnih sadovnjakov, po površini je največ skupin gozdnega drevja.

Linijska in posamična drevnina se večinoma nahaja na oziroma ob parcelnih mejah, kar je razumljivo, saj tako najmanj oteži delo na poljih. Hkrati taka lega pripomore k označitvi meja čeprav, kot navaja Pirnat (1991b) na podlagi ankete med lastniki posamične drevnine na Sorškem polju, to ni bil razlog za njihovo zasaditev. Z administrativnega vidika lahko lega drevnine na parcelni meji oteži iskanje lastnika, ker zaradi zamikov sloja DKN ne moremo točno določiti, na kateri parceli leži drevnina. Glede na lastniško strukturo na obravnavanem območju prevladujejo zasebni lastniki, ki imajo v lasti 90 % drevnine.

Zmanjševanje posamične drevnine je na obravnavanem območju prisotno, v roku enega leta smo zabeležili kar štiriodstotno zmanjšanje posamičnih drevnin. Da bi dobili bolj točne podatke, bi morali pregledati trende za daljše časovno obdobje, podobno kot sta

naredila Pirnat na Soriškem polju (1991b, 2000) in Slabe za občino Naklo (2003), ki sta prav tako zabeležila zmanjševanje drevnine. Oba sta večji padec števila posamičnih drevnin zabeležila v obdobju od začetka šestdesetih do konca osemdesetih let prejšnjega stoletja, v kasnejšem obdobju pa le še manjše zmanjševanje števila posamičnih drevnin. Čeprav gre pri naši raziskavi le za primerjavo razlik v enem letu, je ta zaskrbljujoč, ker na daljše obdobje nakazuje trend zmanjševanja, podoben tistemu, ki sta ga Pirnat in Slabe zabeležila v obdobju od začetka šestdesetih do konca osemdesetih let prejšnjega stoletja.

Podrobnejšega pregleda funkcij drevnin nismo izvedli, ker tako obsežna tema zahteva samostojno nalogo. Pregledali smo le, katera območja so pod zaščito s strani naravovarstvenih ali kulturnih vsebin. Ugotovili smo, da večjih površin z naravovarstveno vsebino ni prisotnih. Od devetih dreves, ki spadajo pod drevesne naravne vrednote, je prisotnih še šest dreves. Pri pregledu kulturnih spomenikov in znamenj smo ugotovili, da jih velika večina nima prisotne drevnine. Predlagamo sadnjo drevnin na te lokacije, ker bi tako na eni lokaciji lahko združili več funkcij. Glede na to, da je obravnavano območje tudi primestna krajina z velikim deležem nekmečkega prebivalstva, bi bilo za naprej treba bolj poglobljeno obravnavati tudi rekreacijsko funkcijo, ki je v tesni povezavi z estetsko in lahko tudi kulturno funkcijo.

Najpomembnejši dejavnik pri ohranitvi drevnine so lastniki, na kar je opozoril že Pirnat (Pirnat, 1991b, 2000). Kljub izobraževanju o pomembnosti in koristih drevnine imajo ti pred očmi bolj ekonomski vidik drevnine. Ta je lahko negativen, če pomeni le zmanjševanje kmetijskih površin, oteženo delo, manjši pridelek in izločitev teh površin iz subvencij. Problematično je predvsem izločevanje drevnine iz upravičenih površin za GERK. Po Pravilniku o registru kmetijskih gospodarstev (Pravilnik o registru ..., 2014) so v GERK lahko zajeti ekstenzivni sadovnjaki in posamično drevje do gostote 50 dreves na hektar ter vetrozaščitni pasovi, drevesa v vrsti, žive meje, omejki in mejice, kadar ne presegajo širine dveh metrov. Kadar omenjene linijske drevnine ležijo na meji dveh različnih GERK-ov, so lahko široke do štiri metre, ker se vsakemu GERK-u prišteje polovico širine pasu (Mejice, vetrozaščitni pasovi, ..., 2009). Poleg tega se ne upošteva širine, razvidne iz DOF5, ampak dejansko širino na terenu, kar pri drevesnih mejicah v eni vrsti, ki so zatravljene vse do debla drevesa, pomeni, da ne upoštevajo širine krošenj, ampak širino, ki jo zavzamejo debela dreves. Kljub delni vključitvi drevnin v sistem GERK

lastniki niso zainteresirani za nadaljnje ohranjanje drevnin, še posebej tistih večjih površin. Tukaj bi morala država bolj aktivno pristopiti k spodbujanju ohranjanja drevnin. Za naprej bi bilo smiselno pri lastnikih spodbujati iskanje novih ekonomskih koristi drevnine. Pri tem so lahko dober pripomoček kmetijsko-gozdarski sistemi (Manning in sod., 2006). V prvi vrsti pa je ureditev zakonodaje na način, da bi te sisteme spodbujala.

Trenutno je v pripravi nova skupna kmetijska politika za obdobje od 2014 do 2020, ki vključuje tudi zeleno komponento, kateri bo namenjeno 30 % sredstev za subvencije (Overview of CAP ..., 2013). V to zeleno komponento bodo vključene tudi površine z ekološkim pomenom. Kaj vse bodo te površine zajele, trenutno zaradi spreminjajočih predlogov še ne moremo natančno vedeti. Po našem mnenju so te površine pomembne zlasti v intenzivno obdelanih krajinah z majhnim deležem naravne vegetacije, zajeti pa bi morale širok spekter drevnine in ostalih krajinskih rudimentov, značilnih za neko področje.

Trenutno je edina možna uradna podlaga za evidenco drevnine dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč, vendar ta, kot smo v raziskavi ugotovili, zelo pomanjkljivo zajame manjše površine drevnine. Za uspešno uvedbo nove kmetijske politike, ki bi zadovoljivo omogočala in spodbujala ohranitev drevnine in ostalih krajinskih rudimentov, bi bilo treba odpraviti tudi pomanjkljivosti dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. S premišljeno vključitvijo kmetijsko-gozdarskih sistemov v zeleno komponento se lahko dodatno ohrani tudi ekonomski vidik teh površin, kar jih naredi bolj privlačne za lastnike.

5.4 POVEZANOST IN DOSTOPNOST GOZDNIH ZAPLAT

Za izračun stroškovno najkrajših povezav med gozdnimi zaplatami smo morali izdelati rastrski sloj stroškovnih ploskev, kjer se vsaki celici rastra določi višino stroška oziroma upora prehoda. Upore se določi na podlagi rabe zemljišč in obravnavanih vrst. Kot hipotetične vrste smo izbrali vrste gozdnih sesalcev, ki se prehranjujejo tudi na kmetijskih zemljiščih. Kot najtežje prehodne rabe smo določili urbane in vodne površine ter avtoceste.

Večje višine upora celice določene rabe močno vplivajo na razdalje in smer stroškovno najkrajših povezav. V našem primeru na razdalje najbolj vplivajo urbane in večje vodne površine ter avtoceste, ki se po višini upora najbolj razlikujejo od ostalih uporov rab. Drevnina ni imela večjega vpliva na dolžine efektivnih razdalj, saj se te brez drevnine

podaljšajo za le 1,5 %, kar je precej manj kot na primer v Belgiji, kjer je samo linijska drevnina vplivala na 8,5 % krajše efektivne razdalje (Adriaensen in sod., 2003). V našem primeru je majhen vpliv drevnine nastal na račun majhnih razlik v uporabi kmetijskih površin in drevnine. Ker smo kot ciljne vrste uporabili vrste kmetijske krajine, ki jim prehodi čez kmetijske površine ne povzročajo večjih težav, je razumljivo, da je doprinos drevnine manjši. Stroškovno se nekemu osebkju ne izplača narediti večjega ovinka samo zato, da bo pri prehodu uporabil neko oddaljeno drevnino. Obratno bi bilo pri vrstah, ki so pri prehodih čez kmetijske površine močno odvisne od drevnine. V tem primeru bi morali uporabiti ustrezno večjo razliko v uporabi kmetijskih površin in drevnine ali celo drevnino uvrstiti med habitatne zaplate. Obstaja tudi možnost, da se pri izdelavi sloja stroškovnih ploskev umetno poveča velikost manjših elementov in se na tak način poveča njihov vpliv pri izdelavi stroškovne površine (Adriaensen in sod., 2003). Na obravnavanem območju ima glede na zastavljeno metodo drevnina nekoliko večji pomen le v vzhodnem predelu, kjer ni prisotnih večjih gozdnih površin, prevladujejo pa obsežne kmetijske površine z vodotoki. Zaradi slednjih je tu večji delež obvodne drevnine, ki po površini predstavlja glavnino drevnine na območju. V primeru, da teh vodotokov ne bi bilo, bi bil po vsej verjetnosti precej manjši delež drevnine, ker je najmanj drevnine na sredi obsežnih polj, največ pa ob vodotokih in v bližini naselij predvsem v obliki ekstenzivnih sadovnjakov.

Pri oblikovanju sloja stroškovnih ploskev smo uporabili zelo majhno velikost celice, in sicer le en meter. Pri večjih območjih se to hitro izkaže kot večja omejitev pri izračunih, ki zahtevajo zmogljive računalnike. Za velikost našega območja nismo mogli izračunati poti najmanjših stroškov med gozdnimi zaplatami in drevnino. Verjetno bi bilo smiselno pri večjih območjih uporabiti večjo velikost celic, kjer bi sicer izgubili manjše površine. Če so te pomembne, bi jim morali površine umetno povečati, da bi jih z večjo velikostjo celic zajeli. Še posebej pazljivo je treba v tem primeru ravnati pri ozkih linijskih elementih, kot so na primer ceste. Pri večji velikosti celic lahko hitro nastanejo razpoke v liniji (Adriaensen in sod., 2003). Algoritem iskanja stroškovno najkrajših povezav namreč poišče vse, tudi najmanjše prekinitve površin z visokim uporom, kar se lepo vidi v primeru avtoceste. Vse povezave, ki prečkajo avtocesto, jo prečkajo na prehodih, ki smo jim določili manjši upor kot avtocesti. Pri večjih velikostih celic je pomembne linijske elemente prav tako treba ustrezno povečati. Kadar pri večjih merilih manjši elementi

nimajo večjega pomena, imajo pa ga v manjših merilih, lahko večje območje prostorsko smiselno razdelimo na več manjših in tam izvedemo izračun stroškovno najkrajših poti na sloju stroškovnih ploskev z manjšo velikostjo celic. V tem primeru bi lahko drevnino uvrstili med habitatne zaplate.

Oblikovanje sloja stroškovnih ploskev in določitev vrednosti upora posameznih rab je strokovno zelo zahtevno in ima glavno težo pri oblikovanju stroškovno najkrajših poti. Za preverjanje kakovosti slojev stroškovnih ploskev se je za uspešno izkazalo predvsem spremljanje organizmov vrst, na podlagi katerih se je oblikovalo sloje (Driezen in sod., 2007). Problem takih raziskav je, da so časovno in finančno zahtevne. Pri nadaljnjih raziskavah bi bilo verjetno smiselno izvesti primerjavo, kako različne višine upora enakih rab zemljišča vplivajo na stroškovno najkrajše povezave.

Problem stroškovno najkrajših povezav je v tem, da ne moremo točno vedeti, ali so to res najboljše poti za prehode vrst in ali vrste znajo izbirati le najbolj optimalne poti. Poleg tega se zanemarljiva tudi možnost alternativnih poti s podobnim stroškom (Urban in sod., 2009). Zato so se v zadnjem času pojavile nove raziskave, ki omogočajo izračun več alternativnih poti. Metodo najkrajših stroškovnih poti sta Pinto in Keitt (2008) razširila z razvojem dveh novih metod, in sicer z metodo MSPs – metodo več krajših poti in metodo CMTC – metodo odvisnih najmanjših tranzitnih stroškov. Z obema metodama se namesto ene najkrajše poti dobi šop več krajših poti s podobno dolžino in podobnim stroškom, ki skupaj oblikujejo koridor prehajanja. Na drugačen način so se iskanja alternativnih poti lotili McRae in sod. (2008) z uporabo metode, ki je osnovana na teoriji električnega krožnega toka, kjer z izračunom uporov, tokov in napetosti v grafu ocenijo alternativne migracijske poti.

Kritične razdalje prehajanja smo poiskali s pomočjo kazalnikov *dIIC* in *dPC*. Ugotovili smo, da kazalnik *dIIC* bolj nazorno prikaže kritične razdalje prehajanja, ker uporablja binaren model povezav, kjer povezava obstaja ali ne obstaja. Pri kazalniku *dPC* so kritične razdalje prehajanja veliko bolj zabrisane, ker uporablja verjetnostni model, pri katerem izguba povezovalne zaplate le zmanjša količino toka, ne razdeli pa krajinske mreže na dva nepovezana dela (Bodin in Saura, 2010). Na račun verjetnostnega modela kazalnik *dPC* za razliko do *dIIC* tudi pri dolgih dolžinah prehajanja še vedno zazna spremembe v

povezanosti krajinske mreže. Odločitev za enega ali oba kazalnika je tako predvsem v tem, kakšni so cilji raziskave in katere organizme se proučuje.

Pri kratkih razdaljah prehajanja je delež povezanih zaplat majhen, posledično pa večji delež popolnoma izoliranih zaplat. Težje prehodni predeli matice imajo večji vpliv na prehajanje kot lažje prehodni predeli. V našem primeru je pri kratkih razdaljah prehajanja večji negativen vpliv cest in naselij kot pozitiven vpliv drevnine. Za ohranjanje vrst so tako pri kratkih razdaljah prehajanja najpomembnejše lastnosti posamezne gozdne zaplate, kot sta velikost in kakovost habitata. Prostorska razporeditev ne igra večje vloge. Z večanjem najdaljše možne razdalje prehajanja zelo hitro postane pomembna povezanost habitatnih zaplat. Pri srednjih razdaljah prehajanja imajo največji pomen prav povezovalne zaplate, ki omogočajo povezanost bolj oddaljenih zaplat. Število povezav se nekoliko poveča. Obratno kot pri kratkih razdaljah dobijo večji vpliv lažje prehodna območja v matici, kot je v našem primeru drevnina. Najtežje prehodnih območij še vedno ni možno premostiti, razen v primeru prehodov, ki omogočijo lažje prehajanje. To se je na obravnavanem območju pokazalo pri prehodih čez avtocesto. Učinkovitost različnih prehodov je zelo odvisna različno glede na vrsto živali in glede na tip prehoda. Na obravnavanem območju gre glede na dosedanje raziskave prehodov čez avtocesto (Adamič in sod., 2000, cit. po Kranjc, 2012) za najslabši tip prehoda, to je cestni podvoz, razen pri prehodu ob reki Kokri. Pri slednjem bi bil pozitiven vpliv verjetno večji, če bi bil širši in ne bi bil z obeh strani obkrožen z naseljem. Točnejše podatke bi dobili z dodatnimi raziskavami živalskih vrst na obravnavanem območju. Pri daljših razdaljah prehajanja gozdne zaplate zopet izgubijo na pomenu kot povezovalne zaplate, ker se poveča število neposrednih povezav. Tudi bolj oddaljene zaplate postanejo medsebojno povezane in so manj odvisne od povezovalnih zaplat. Vpliv matice je pri dolgih razdaljah prehajanja majhen ne glede na to, ali gre za lažje ali težje premostljiva območja. Razporeditev habitatnih zaplat tako tudi nima več tako velikega pomena.

Na obravnavanem območju postane večina zaplat povezanih pri stroškovnih razdaljah do 3.000 metrov. To je tudi razdalja, kjer frakcija *dIICconnector* največ prispeva k vrednosti kazalnika *dIIC* in tako nazorno prikaže kritično razdaljo prehajanja. Glede na v nalogi oblikovano stroškovno ploskev lahko stroškovne razdalje do 3.000 metrov prevedemo v razdalje do 600 dejanskih metrov, če povezava poteka pretežno po kmetijskih površinah.

Na primer povezava med gozdno zaplato številka ena in gozdno zaplato številka 16 ima stroškovno razdaljo 2.832 metrov, kar dejansko pomeni 577 metrov. Povezava poteka pretežno po kmetijskih površinah in prečka dve občinski cesti, eno posamično ter eno linijsko drevnino. Pri stroškovnih razdaljah do 3.000 metrov postanejo ravninski gozdovi povezani z gozdovi v gričevju, ki se nadaljujejo v obsežnejše gozdne površine. Med bolj izoliranimi ostanejo manjše gozdne zaplate, ki so pretežno obkrožene z urbani in vodnimi površinami. Najbolj problematični so predeli ob Kokri, ki so zaradi urbanih površin slabo povezani z zaledjem.

Evklidske razdalje podajo veliko bolj popačeno sliko povezanosti, saj že pri razdaljah do 300 metrov, ki jo lahko primerjamo s stroškovnimi razdaljami do 1.500 metrov, avtocesta in urbani predeli nimajo nobenega vpliva na povezanost, prav tako skoraj ni prisotnih izoliranih gozdnih zaplat. To pa je vseeno prekratka razdalja, da bi bili ravninski gozdovi povezani z gozdovi v gričevju. Evklidske razdalje so uporabne predvsem v primerih, kadar vrste niso občutljive na rabe zemljišč v matici ali kadar imamo krajine s pretežno homogeno matico. Prednost evklidskih razdalj pred stroškovnimi razdaljami je predvsem v večji enostavnosti in hitrosti izračuna.

Hipotezo, da so gozdne zaplate večinoma dobro povezane med seboj, lahko delno sprejmemo, ker to drži pri srednjih (do 3.000 stroškovnih metrov) in dolgih (do 7.100 in 15.500 stroškovnih metrih) dolžinah prehajanja. Pri krajših (do 800 oziroma 1.500 stroškovnih metrov) dolžinah je povezanost veliko slabša. Za bolj natančen odgovor bi bile potrebne natančne analize ključnih vrst na območju, na podlagi katerih bi lahko bolj točno določili, katere površine so lažje in katere težje premostljive ter katere razdalje prehajanja so za njih kritične. Vrste namreč različno dojemajo povezanost neke krajine, in sicer odvisno od njihove sposobnosti premikanja (Bunn in sod., 2000).

Izbor najpomembnejših povezovalnih zaplat, ki največ prispevajo k ohranitvi povezanosti in dostopnosti habitatov med ostalimi gozdnimi zaplatami, je pokazal, da so najpomembnejše prav velike gozdne zaplate, saj se dolžine prehajanja z njihovo izgubo močno povečajo. Obenem jih dopolnjujejo manjše gozdne zaplate, ki s svojo razporeditvijo dodatno pripomorejo k boljši povezanosti bolj oddaljenih gozdnih zaplat. Primerjava izbranih razdalj prehajanja je pokazala, da se pri vseh obravnavanih razdaljah najpomembnejše povezovalne zaplate ne spreminjajo veliko. Povezovalne zaplate obsegajo

vsega 27 % gozdnih zaplat, ki v ravninskem predelu obsegajo 87 % celotne površine gozda. Najpomembnejše povezovalne zaplate so se izkazale kot pestre tudi po drugih lastnostih, ki smo jih proučevali v prvem delu naloge. Pomanjkljivo so vključeni le obrečni gozdovi, predvsem zaradi manjših površin in lege na obrobju območja. Ker med povezovalnimi zaplatami prevladujejo večje zaplate, so prav tako pomanjkljivo vključene zaplate kompaktnih oblik in z majhnim deležem smreke. Zato smo k mreži najpomembnejših povezovalnih gozdnih zaplat dodali še vse obvodne gozdne zaplate ter manjše gozdne zaplate kompaktnih oblik z majhnim deležem smreke. Tako smo dobili pestro mrežo gozdnih zaplat, ki omogočajo ohranitev heterogenosti v prostoru in so lahko dober pripomoček pri usmerjanju nadaljnjih krčitev gozdnih zaplat.

Pri preverjanju vpliva drevnine na povezanost gozdnih zaplat smo ugotovili, da drevnina glede na zastavljeno metodo nima večjega vpliva na povezanost, ima pa pomembno vlogo pri zmanjševanju gluhega prostora. Pri tem glede na izkazane površine ne posega bistveno v površine kmetijskih zemljišč. V primerjavi s Sorškim poljem (Pirnat, 2000) je na našem območju pri razdalji 300 metrov med gozdnimi zaplatami in gozdnimi zaplatami ter drevnino še enkrat večji delež gluhega prostora. Že posamična drevnina lahko pomembno zmanjša gluhi prostor, kar smo pokazali pri iskanju novih lokacij zasaditev posamične drevnine na predelih, kjer je že prisoten gluhi prostor. Ne smemo pa zanemariti ostalih krajinskih rudimentov, ki se pojavljajo v kmetijskih krajinah in še dodatno omogočajo popestritev krajine. Nekatere so vezane na naravne danosti, na primer majhne mlakuže in bajerji, spet druge so bolj povezane s kulturno krajino, kot so na primer suhozidi.

Hipotezo, da ima drevnina velik vpliv na povezanost, lahko glede na dobljene rezultate zavrnamo. Ne moremo pa z gotovostjo trditi, da to velja za vse vrste, še posebej tiste, ki jim drevnina predstavlja pomembne habitate. Za take vrste bi lahko hipotezo preverjali le v manjših merilih. Hipotezo, da je na nekaterih delih že prisoten gluhi prostor, lahko sprejememo. Kjer je že prisoten gluhi prostor, naj se spodbuja zasaditev drevnine različnih oblik, odvisno od tega, katera je v danem primeru najbolj optimalna, možna oziroma za katero je lastnik najbolj zainteresiran.

Povezanost gozdnih zaplat se lahko v prihodnje močno spremeni, če bodo izvedene vse, po občinskih prostorskih načrtih načrtovane krčitve gozdov v okolici letališča. Posegi so predvideni v pomembne povezovalne zaplate, ki omogočajo povezanost gozdnih zaplat

nad in pod letališčem. Še nekoliko slabšo sliko prihodnjega razvoja gozdnih površin in njihove povezanosti nam poda trenutni predlog državnega prostorskega načrta za območje letališča, ki omogoča še večje širitve letališča. Največji del širitve je v južnem delu letališča, kjer se lahko ta razširi vse do avtoceste, s tem pa pomembno poseže v večje gozdne zaplate v osrednjem delu območja. Obenem so to tudi najpomembnejše povezovalne zaplate, ki že ob tako pomanjkljivih prehodih čez avtocesto skrbijo za povezanost gozdnih zaplat na eni in drugi strani avtoceste. Z uresničitvijo tako velikega širjenja letališča se bo na območju močno zmanjšal delež gozda, ker močno posega v pet gozdnih zaplat s površino nad 100 ha. Čez sredino območja bo potekalo obsežno urbano območje, ki bo močno vplivalo na povezanost gozdnih zaplat, še posebej na povezanost gozda iz južnega dela območja z obširnimi gozdnimi kompleksi nad obravnavanim območjem. Tako velik poseg bi bilo treba podrobneje ovrednotiti prav z vidika povezanosti gozdnih zaplat in poiskati možne načine osnovanja prehodov in oblikovanja nove mreže manjših gozdnih zaplat z drevnino, ki bi vsaj nekoliko omilili posledice posega.

Povezanost habitatnih zaplat na podlagi teorije grafov se je izkazala kot dokaj enostaven pripomoček, ki ne rabi nujno veliko obsežnih in podrobnih podatkov o populacijah. Že z malo podatki se lahko oblikuje graf habitatnih zaplat, ki omogoči raziskovanje strukture grafa pri različnih razdaljah pojavljanja. Na ta način dobimo vpogled v to, kako je krajina povezana pri različnih sposobnostih premagovanja razdalj. Z nadaljnjimi raziskavami se lahko dopolni in izboljša podatke o populacijah, ki se jih brez težav lahko dodatno vključi v analizo povezanosti. Grafi so še posebej uporabni pri prostorskem načrtovanju, kjer pogosto ni na voljo podrobnih podatkov. Večinoma tudi ni časa, da bi se počakalo na boljše podatke, niti ni sredstev in časa, da bi se v okviru prostorskega načrtovanja poglobili v zahtevne teoretične modele (Urban in Keitt, 2001).

Za oceno sprememb habitatnih zaplat in matice na krajinski ravni je lahko dober pripomoček tudi kazalnik *dECA* (Saura in sod., 2011), ki je enostaven za izračun in na razumljiv način prikaže razlike med različnimi scenariji razvoja krajine.

Za iskanje najpomembnejših povezovalnih zaplat smo v nalogi uporabili tri kazalnike, in sicer *BC*, *dIICconnector* in *dPCconnector*, ki zajamejo širok spekter lastnosti zaplat (Baranyi in sod., 2011). To se je izkazalo tudi v našem primeru, in sicer pri oblikovanju mreže najpomembnejših gozdnih zaplat, ki smo ji na osnovi pomembnih povezovalnih

zaplat dodali le še nekatere manjše, bolj specifične gozdne zaplate. Za primere, ko želimo ohraniti kar najbolj heterogeno sliko krajine, priporočamo uporabo vseh treh kazalnikov. Za bolj specifične naloge pa se lahko izbere le enega ali dva, odvisno od tega, kakšne rezultate želimo dobiti in kakšne podatke imamo na voljo.

5.5 USMERITVE ZA OMILITEV NADALJNJIH KRČITEV GOZDNIH POVRŠIN IN DREVNINE V KMETIJSKI KRAJINI

Na podlagi obravnavane literature in ugotovitev naše raziskave želimo podati glavne usmeritve za omilitev nadaljnjih krčitev gozdnih površin in drevnine v kmetijski krajini:

- prednostno ohranjamo največje gozdne zaplate, še posebej tiste z večjim deležem notranjega prostora;
- prednostno ohranjamo vse najpomembnejše povezovalne zaplate;
- pri krčitvah dela zaplate naj se krčitev izvede na način, ki najmanj razčleni njeno obliko in po možnosti čim manj prizadene notranje okolje;
- od manjših gozdnih zaplat se prednostno ohranja pomembne povezovalne zaplate in tiste, ki imajo čim bolj naravno sestavo;
- ohrani naj se gozdne zaplate, ki omogočajo ohranitev močno poudarjenih funkcij;
- težiti k ohranitvi čim večjih površin, čeprav je trenutna sestava močno spremenjena. Veliko lažje je usmerjati razvoj obstoječih gozdnih površin kot snovati nove gozdne površine na pretežno intenzivnih kmetijskih površinah;
- pri večjih posegih ohraniti del gozdne vegetacije kot drevnino zunaj gozda oziroma zasaditi novo drevnino zunaj gozda, da se prepreči oblikovanje gluhega prostora. Ohranjanje obstoječih starih dreves, ki so rastla v gozdu, naj se izvaja le, kadar lahko prenesejo obremenitve novo nastalih okoliščin. Pogosto so taka drevesa bolj občutljiva, ker so bila prej zaščitena pred okoljskimi vplivi s sosednjimi drevesi. Še posebej so neprimerna drevesa z zelo majhno krošnjo ali zelo asimetrično krošnjo, ki so bolj podvržena vetrolomom in snegolomom. Spodbujanje novih nasaditev ni napačno v pogledu pomlajevanja drevnine, ki je v zadnjih desetletjih s tega vidika zelo zapostavljena. Verjetno najbolj optimalna pa je ohranitev stabilnih obstoječih dreves in dopolnitev z mladimi drevesci;

- pri prekinitvah večjih migracijskih poti poiskati nove možnosti za oblikovanje stroškovno čim bolj podobnih poti;
- ker je pogozdovanje kmetijskih površin v praksi zelo težavno, naj se večji napor vложи v iskanje in osnivanje prehodov čez stroškovno zahtevnejše površine, kot so na primer hitre ceste z večjo gostoto prometa in avtocesta;
- prednostno se ohranja obvodne drevnine, drevesne naravne vrednote, vetrozaščitne pasove in tisto drevnino, ki pomembno zmanjšuje delež gluhega prostora;
- osnivanje drevnine, še posebej grmičevja ob prometnih cestah, ni zaželeno z vidika varnosti na cesti. Bolje se je posluževati poljskih in manj obremenjenih poti in križišč, kjer je prav tako treba poskrbeti za dobro vidljivost v zavojih in križiščih;
- v čim večji meri naj se ohrani pestro strukturo drevnine;
- izobraževati lastnike o novih ekonomskih priložnostih, ki jih lahko ponuja drevnina;
- ob rekreacijskih poteh naj se načrtuje osnivanje in vzdrževanje drevnin.

6 POVZETEK

Vedno večji izziv predstavlja ohranitev ostankov naravne vegetacije v kmetijskih krajinah, kjer razvoj narekuje intenzivno kmetijstvo in naraščajoče urbane površine. Sprememba tradicionalnih kmetijskih krajin v intenzivno obdelane površine je močno zmanjšala delež naravne vegetacije, zmanjšala se je vrstna pestrost kmetijskih vrst in povečala uporaba škropiv. Vse skupaj je močno vplivalo na biotsko pestrost nekdanjih kmetijskih krajin. Krmiljenje na eni strani med ekonomskimi interesi po čim večji proizvodnji in po drugi strani ohranitvi biotske pestrosti je zelo zahtevno in zahteva znanje in povezovanje različnih strok, ki delujejo v teh krajinah. Najbolj pereč problem predstavlja širitev urbanih predelov, ki trajno ne uničijo le predelov naravne vegetacije, ampak tudi dragocene kmetijske površine. Zgrešena prostorska politika ima lahko veliko večje in dolgoročnejše posledice, kot jih prinese intenzifikacija kmetijstva.

V Sloveniji imamo kmetijske krajine, kjer prevladujejo intenzivno obdelane kmetijske površine, predvsem v ravninskem svetu. Za območje raziskave smo tako izbrali del Kranjskega polja, kjer obsežne intenzivne kmetijske površine prekinjajo večje urbane površine, ki se še vedno širijo. Delež naravne vegetacije, predvsem v obliki sicer pretežno gospodarskih gozdov ter drevnine zunaj gozda, je majhen, vendar trenutno obstajajo tudi večje zaplate gozdov. Območje raziskave smo razdelili na glavne rabe zemljišč, in sicer na gozdne, kmetijske, urbane, infrastrukturne in vodne površine. Na kmetijskih površinah smo dodatno izločili vso drevnino.

Glavni namen naloge je bil oblikovati mrežo najpomembnejših gozdnih zaplat in drevnine, ki v največji možni meri zagotavljajo ohranitev biotske pestrosti krajine s poudarkom na ohranitvi povezanosti gozdnih zaplat na način, ki bi omogočal prehajanje kar največjemu številu vrst ter ohranitev heterogenosti tega prostora.

Nalogo smo razdelili na dva sklopa. V prvem smo se lotili analize gozdnih zaplat in drevnine, s katero smo dobili vpogled v trenutno stanje in stopnjo heterogenosti obravnavanih elementov krajine. Zgradbo gozdnih zaplat smo analizirali s pomočjo krajinskih kazalnikov, s katerimi smo proučili velikost, obseg, obliko in notranje okolje gozdnih zaplat. Izračunali smo delež smreke v gozdnih zaplatah in sestojih ter gozdnim zaplatam izračunali deleže okoliške rabe zemljišč. Drevnino zunaj gozda smo popisali in jo

razdelili v tri glavne skupine: posamično, linijsko in skupinsko. Primerjali smo, v kolikšni meri drevnino zajame dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč.

V drugem sklopu naloge smo z metodami, osnovanimi na podlagi teorije grafov, poiskali povezave med gozdnimi zaplatami in proučili prispevek posamezne zaplate k povezanosti in dostopnosti habitata. Vpliv okoliške matice na povezave smo vključili z oblikovanjem rastrskega sloja stroškovnih ploskev. Vsem celicam rastra smo določili višino stroška oziroma upora prehoda, ki smo jo določili na podlagi rabe zemljišč in obravnavanih vrst. Kot hipotetične vrste smo izbrali gozdne sesalce, ki se prehranjujejo tudi na kmetijskih zemljiščih, izogibajo pa se urbanih predelov. Kot najtežje prehodne rabe smo določili urbane in vodne površine ter avtocesto. Na podlagi sloja stroškovnih ploskev smo izračunali povezave najmanjših stroškov med gozdnimi zaplatami za različne dolžine prehajanja. S pomočjo treh kazalnikov *BC*, *dIICconnector* in *dPCconnector* smo poiskali najpomembnejše povezovalne zaplate gozda.

Ugotovili smo, da so na izbranem delu Kranjskega polja prisotne po velikosti in obliki raznolike gozdne zaplate. Največji pomanjkljivosti večjih gozdnih zaplat sta močno spremenjena drevesna sestava, ki zmanjšuje stabilnost sestojev, in dokaj razčlenjena oblika, ki zmanjšuje delež notranjega okolja večjih gozdnih zaplat. Pestra je tudi zgradba drevnine, čeprav obsega le manjši del površine območja. Po številu prevladuje posamična drevnina, kjer največji delež predstavljajo gozdne drevesne vrste. Po površini prevladujejo linijske drevnine, ki pretežno obsegajo obvodno drevnino. Med skupinsko drevnino so najpogostejši ekstenzivni sadovnjaki in skupine gozdnega drevja. Dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč ima dobro zajeto drevnino večjih površin, zelo pomanjkljivo pa drevnino manjših površin, še posebej posamično drevnino.

Povezanost gozdnih zaplat je najboljša pri srednjih in dolgih stroškovnih razdaljah prehajanja, medtem ko so pri kratkih razdaljah preveč omejujoč dejavnik težje prehodne površine v matici. Med gozdnimi zaplatami smo pri različnih dolžinah prehajanja poiskali najpomembnejše povezovalne zaplate, ki največ pripomorejo k ohranitvi povezanosti med drugimi gozdnimi zaplatami. Večinoma so to večje gozdne zaplate, ki jih dopolnjujejo manjše gozdne zaplate.

Oblikovali smo mrežo najpomembnejših gozdnih zaplat, kjer smo za osnovo vzeli vse najpomembnejše povezovalne zaplate in jim dodali še nekaj manjših gozdnih zaplat, ki jih dopolnjujejo v drugih izbranih lastnostih. Mreži gozdnih zaplat smo dodali drevnino, za katero smo ugotovili, da močno vpliva na zmanjšanje prostora brez naravne vegetacije. Ker je prostor brez naravne vegetacije že sedaj prisoten na območju, smo poiskali tudi lokacije novih zasaditev posamične drevnine na način, ki bi čim manj vplival na kmetijsko proizvodnjo.

Z mrežo najpomembnejših gozdnih zaplat in drevnine smo dobili ogrodje za lažje usmerjanje nadaljnjih krčitev. Podali smo glavne usmeritve, ki lahko omilijo posledice zmanjševanja gozdnih površin in površin drevnin. Na obravnavanem območju so še posebej problematične širitve urbanih predelov, ki so bile že do sedaj največji razlog za krčitve in glede na prostorske načrte ostajajo tudi v prihodnje. Najbolj ogroženi predeli so predeli okrog letališča, kjer so predvideni največji posegi.

7 SUMMARY

The preservation of natural vegetation remains in agricultural landscapes, which is dictated by the development of intensive agriculture and growing urban areas, is becoming an increasing challenge. Traditional agricultural landscapes transformed into intensively farmed areas have sharply reduced the share of natural vegetation and the species diversity of agricultural species, and increased the use of pesticides. All this has had a strong impact on the biodiversity of former agricultural landscapes. Steering, on the one hand, between economic interests to maximize production and conservation of biodiversity on the other hand, is very complex and requires knowledge and integration of different experts working in these landscapes. The most difficult problem is represented by the expansion of urban areas, which not only permanently destroys areas of natural vegetation but also permanently destroys valuable agricultural land. False spatial policy can have a much larger and longer-term effect, than just the intensification of agriculture.

Slovenia has agricultural landscapes, dominated by intensive agricultural areas, mainly in the plain areas. For the study area we selected Kranj field, where large-scale intensive agricultural areas are cut off by larger urban areas, which are still expanding. The share of natural vegetation, mainly in the form of commercial forest and trees outside the forest, is small, but currently also larger patches of forest still exist. We divided the study area into primary land uses, forest, agricultural surfaces, urban surfaces, water surfaces and infrastructure. In agricultural areas we also extract all trees outside forest.

The main purpose of the thesis was to create a network of the most important forest patches and trees to the greatest extent possible to ensure the preservation of biodiversity, with an emphasis on maintaining the connectivity of forest patches in a way that would allow dispersal for a maximum number of species and preserve the heterogeneity of this area.

The thesis was divided into two parts. In the first part we analysed forest patches and trees outside forest, which gave us an insight into the current state and the degree of heterogeneity for analysed elements in the landscape. We analyzed forest patches structure with landscape indicators such as size, edge, shape and interior area of forest patches. We calculated the proportion of spruce in forest patches and forest stands, and calculated the

portions of the land surrounding forest patches. We registered the trees outside the forest and divided them into three main groups, solitary trees, linear wooded elements and small group elements. We compared to what extent the trees outside the forest are included in the actual agricultural and forest land use.

In the second part of the thesis we used methods based on the graph theory to find links between forest patches, and examined the contribution of individual patches for habitat connectivity and accessibility. The influence of the surrounding matrix was included by the creation of a raster cost surface layer. We determined the level of cost or resistance for all individual raster cells on the basis of land use and the species. As a hypothetical species we selected forest mammals that feed also on agricultural land, while avoiding urban areas. Urban areas, water areas and highway were determined as the most difficult land uses. Based on the cost surface layer we calculated least-cost paths between forest patches for different threshold distances. With the help of three indicators *BC*, *dIICconnector* and *dPCconnector* we found the most important connecting forest patches.

We found that in the selected part of Kranj field diverse forest patches, in size and shape, are present. The biggest disadvantage of larger forest patches are significantly modified tree structure, which reduces the stability of stands, and quite irregular shapes that reduce interior areas of major forest patches. Structures of trees outside forests are diverse, although they cover only a small part of the landscape. By numbers are prevailing solitary trees, where the largest share is represented by forest tree species. By surface are prevailing linear wooded elements, which mainly consist of riparian trees and shrubs. Among the small group elements are the most common extensive orchards and small groups of forest trees. The actual agricultural and forest land use has well covered larger areas of trees outside forest, and inadequately smaller areas, especially solitary trees.

When using medium and long least-cost dispersal distances, connectivity between forest patches is high while for short distances high cost areas in the matrix impede connectivity. For different dispersal threshold values we selected the most important connecting patches between forests patches that contribute the most to the connectivity between other forest patches. Most of them are larger forest patches, supplemented by a small forest patches.

We created a network of the most important forest patches where the most important connecting patches were taken as a basis and a few small forest patches that supplement connecting patches in other selected features were added. To the forest patches network we added trees outside the forest, which we found to significantly affect the reduction of the areas without natural vegetation. Since we already have had areas without natural vegetation present in the study area, we searched for new locations for plantings of solitary trees in a way that would minimize its impact on agricultural production.

With a network of the most important forest patches and trees outside forest, we obtained the framework to facilitate further guidance of deforestation. We have given the main orientations that can mitigate the consequences of deforestation and losses of trees outside forest. In the study area the expansions of urban areas are especially problematic, which were already by far the biggest reason for the deforestation, and according to spatial plans remain so also in the future. The most vulnerable areas are the areas around the airport where the biggest changes are planned.

8 VIRI

- Adriaensen F., Chardon J. P., De Blust G., Swinnen E., Villalba S., Gulinck H., Matthysen E. 2003. The application of "least-cost" modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning*, 64, 4: 233–247
- Agger P., Brandt J. 1988. Dynamics of small biotopes in Danish agricultural landscapes. *Landscape Ecology*, 1, 4: 227–240
- Agriculture sector and biodiversity conservation, best practice benchmarking outcome of a workshop by the European Union. 2010. IUCN. European Commission: 34 str. http://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/assets/pdf/sectors/FINAL_Agriculture.pdf (14.6.2011)
- Andersson E., Bodin Ö. 2009. Practical tool for landscape planning? An empirical investigation of network based models of habitat fragmentation. *Ecography*, 32, 1: 123–132
- Andren H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, 71: 355–366
- Anko B. 1982. Izbrana poglavja iz krajinske ekologije. Skripta. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 299 str.
- Anko B. 2000. Vloga gozdov pri ohranjanju biotske pestrosti na krajinski ravni - nekatera izhodišča za krajinskoekološko tipizacijo. *Zbornik Gozdarstva in Lesarstva*, 63: 183–198
- Atlas okolja. 2013. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje. http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (6. jun. 2014)
- Baguette M., Petit S., Queva F. 2000. Population spatial structure and migration of three butterfly species within the same habitat network: consequences for conservation. *Journal of Applied Ecology*, 37: 100–108
- Bailey S. 2007. Increasing connectivity in fragmented landscapes: an investigation of evidence for biodiversity gain in woodlands. *Forest Ecology and Management*, 238: 7–23
- Baranyi G., Saura S., Podani J., Jordán F. 2011. Contribution of habitat patches to network connectivity: Redundancy and uniqueness of topological indices. *Ecological Indicators*, 11: 1301–1310
- Bender D. J., Contreras T. A., Fahrig L. 1998. Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. *Ecology*, 79, 2: 517–533

- Bender D. J., Fahrig L. 2005. Matrix structure obscures the relationship between interpatch movement and patch size and isolation. *Ecology*, 86, 4: 1023–1033
- Bodin Ö., Norberg J. 2007. A network approach for analyzing spatially structured populations in fragmented landscape. *Landscape Ecology*, 22, 1: 31–44
- Bodin Ö., Saura S. 2010. Ranking individual habitat patches as connectivity providers: Integrating network analysis and patch removal experiments. *Ecological Modelling*, 221: 2393–2405
- Borin M., Passoni M., Thiene M., Tempesta T. 2010. Multiple functions of buffer strips in farming areas. *European Journal of Agronomy*, 32: 103–111
- Brancelj Rejec I. 2001. Kmetijsko obremenjevanje okolja v Sloveniji. Pokrajinski vidiki obremenjevanja iz razpršenih virov. Ljubljana, Inštitut za geografijo: 104 str.
- Bunn A. G., Urban D. L., Keitt T. H. 2000. Landscape connectivity: a conservation application of graph theory. *Journal of Environmental Management*, 59, 4: 265–278
- Burel F., Baudry J. 1995. Social, aesthetic and ecological aspects of hedgerows in rural landscapes as a framework for greenways. *Landscape and Urban Planning*, 33: 327–340
- Butet A., Paillat G. 1999. Small mammals in agricultural landscapes of Brittany (western France). V: *Agrarian landscapes with linear features: an exchange of Interdisciplinary Research Experiences between France and Denmark. Proceedings of a French/Danish Research Seminar in Rennes, 2-5 May 1998. Proceedings no 3-1999.* Jacobsen C. H., Thenail C., Nilsson K. (eds.). Hoersholm, Danish Forest and Landscape Research Institute: 59–65
- Calabrese J. M., Fagan W. F. 2004. A comparison-shoppe's guide to connectivity metrics. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2, 10: 529–536
- Collinge S. K. 1996. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning*, 36: 59–77
- Corry R. C., Nassauer J. I. 2005. Limitations of using landscape pattern indices to evaluate the ecological consequences of alternative plans and designs. *Landscape and Urban Planning*, 72: 265–280
- Crouzeilles R., Prevedello J. A., Figueiredo M. D. S. L., Lorini M. L., Grelle C. E. V. 2014. The effects of the number, size and isolation of patches along a gradient of native vegetation cover: how can we increment habitat availability? *Landscape Ecology*, 29, 3: 479–489

- Černelč A. 2012. Dolgoročno sonaravno upravljanje s travniškimi sadovnjaki na zavarovanih območjih projekta IPA »Od vijeglavke do soka« Podsreda, Javni zavod Kozjanski park: 59 str.
http://kozjanski-park.si/ipasl/attachments/084_DOLGOROCNO_SONARAVNO_UPRAVLJANJE.pdf (15. avg. 2013)
- Drielsma M., Manion G., Ferrier S. 2007. The spatial links tool: automated mapping of habitat linkages in variegated landscapes. *Ecological Modelling*, 200, 3–4:, 403–411
- Driezen K., Adriaensen F., Rondinini C., Doncaster C. P., Matthysen E. 2007. Evaluating least-cost model predictions with empirical dispersal data: A case-study using radiotracking data of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Ecological Modelling*, 209, 2–4: 314–322
- Državni prostorski načrt za letališče Jožeta Pučnika Ljubljana. Pobuda za pripravo državnega prostorskega načrta. Pobuda za pripravo DPN (PDPN). Povzetek za javnost. 2012. Ljubljana, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor: 2 str.
- Dudley N., Baldock D., Nasi R., Stolton S. 2005. Measuring biodiversity and sustainable management in forests and agricultural landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 360: 457–470
- Duelli P., Obrist M. K. 2003. Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology*, 4, 2: 129–138
- Ewers R. M., Didham R. K. 2007. The effect of fragment shape and species' sensitivity to habitat edges on animal population size. *Conservation Biology*, 21, 4: 926–936
- Fahrig L. 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 1: 487–515
- Fajon Š. 2004. Razvoj gozdnih površin v mestu Kranj: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 79 str.
- Fall A., Fortin M.-J., Manseau M., O'Brien D. 2007. Spatial graphs: principles and applications for habitat connectivity. *Ecosystems*, 10, 3: 448–461
- Farmer A. H., Parent A. H. 1997. Effects of the landscape on shorebird movements at spring migration stopovers. *The Condor*, 99, 3: 698–707
- Ferris R., Humphrey J. W. 1999. A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. *Forestry*, 72, 4: 313–328
- Fitzgibbon C. D. 1997. Small mammals in farm woodlands: the effects of habitat, isolation and surrounding land-use patterns. *Journal of Applied Ecology*, 34, 2: 530–539

- Flather C. H., Bevers M. 2002. Patchy reaction-diffusion and population abundance: the relative importance of habitat amount and arrangement. *The American Naturalist*, 159, 1: 40–56
- Fleury A. M., Brown R. D. 1997. A framework for the design of wildlife conservation corridors With specific application to southwestern Ontario. *Landscape and Urban Planning*, 37: 163–186
- Foltête J. C., Clauzel C., Vuidel G. 2012. A software tool dedicated to the modelling of landscape networks. *Environmental Modelling & Software*, 38: 316–327
- Forman R. T. T. 1995. *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, Cambridge University Press: 632 str.
- Freeman L. C. 1977. A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 40, 1: 35–41
- Fry G., Sarlöv-Herlin I. 1997. The ecological and amenity functions of woodland edges in the agricultural landscape; a basis for design and management. *Landscape and Urban Planning*, 37: 45–55
- Fuller R. J., Chamberlain D. E., Burton N. H. K., Gough S. J. 2001. Distributions of birds in lowland agricultural landscapes of England and Wales: how distinctive are bird communities of hedgerows and woodland? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84: 79–92
- Galpern P., Manseau M., Fall A. 2011. Patch-based graphs of landscape connectivity: a guide to construction, analysis and application for conservation. *Biological Conservation*, 144, 1: 44–55
- Geburek T., Milasowszky N., Frank G., Konrad H., Schadauer, K. 2010. The Austrian forest biodiversity index: all in one. *Ecological Indicators*, 10: 753–761
- Gibbons P., Boak M. 2000. The importance of paddock trees for regional conservation in agricultural landscapes. A discussion paper for consideration by the Riverina Highlands Regional Vegetation Committee. New South Wales National Parks and Wildlife Service: 13 str.
- Goodwin B. J., Fahrig L. 2002. How does landscape structure influence landscape connectivity? *Oikos*, 99: 552–570
- Gozdne združbe gozdnogospodarske enote Cerklje. 1979. Kranj, GG Kranj – Biološki sektor: 70 str.
- Gozdne združbe gozdnogospodarske enote Kranj. 1980. Kranj, GG Kranj, Sektor za urejanje gozdov: 68 str.

- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Cerklje 2010–2019. 2010. Kranj, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kranj: 514 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kranj (2011–2020). 2012. Kranj, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kranj: 478 str.
- Gozdnogospodarski načrt za dobo 1970–1979, gospodarska enota Kranj. 1970. Kranj: Gozdno gospodarstvo Kranj: 81 str.
- Grafični podatki RABA za celo Slovenijo. Podatkovna zbirka Dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč (10. sep 2012). Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
<http://rkg.gov.si/GERK/> (10. sep 2012)
- Groznik Zeiler K. 2000. Krajinska zgradba in biotska pestrost. Zbornik Gozdarstva in Lesarstva, 63: 199–229
- Hannon L. E., Sisk T. D. 2009. Hedgerows in an agri-natural landscape: potential habitat value for native bees. *Biological Conservation*, 142: 2140–2154
- Hanski I. 1998. Metapopulation dynamics. *Nature*, 396: 41–49
- Horvat D., Pirnat J. 1998. Pomen gozdnih ostankov v agrarni krajini na primeru revirja Polana. *Gozdarski Vestnik*, 56, 2: 67–80
- Jamnik S. 2005. Analiza sprememb kulturne krajine v občini Cerklje: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 60 str.
- Kindvall O. 1996. Habitat heterogeneity and survival in a bush cricket metapopulation. *Ecology*, 77, 1: 207–214
- Kolarič Š. 2010. Nadomestni habitati kot omilitveni ali izravnalni ukrep varstva narave pri posegih v prostor: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo). Ljubljana, samozal.: 130 str.
- Koncept prostorskega razvoja Slovenije. Končno poročilo. 2001. Ljubljana, Urbanistični inštitut Republike Slovenije: 100 str.
- Krajina in prostorski razvoj Slovenije. Končno poročilo. 2002. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: 122 str.
- Kranjc M. 2012. Ugotavljanje učinkovitosti izvedenih omilitvenih ukrepov za prehajanje prostoživečih živali na avtocestnem odseku Lendava – Pince: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo). Ljubljana, samozal.: 69 str.

- Laita A., Kotiaho J. S., Mönkkönen M. 2011. Graph-theoretic connectivity measures: what do they tell us about connectivity? *Landscape Ecology*, 26: 951–967
- Lang S., Tiede D. 2003. vLATE Extension für ArcGIS – vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse. Innsbruck, ESRI Anwenderkonferenz 2003: 10 str.
<https://sites.google.com/site/largvlate/gis-tools/v-late> (2. apr. 2014)
- Lee J. T., Woddy S. J., Thompson S. 2001. Targeting sites for conservation: using a patch-based ranking scheme to assess conservation potential. *Journal of Environmental Management*, 61, 4: 367–80
- Lumsden L. F., Bennett A. F. 2005. Scattered trees in rural landscapes: foraging habitat for insectivorous bats in south-eastern Australia. *Biological Conservation*, 122, 2: 205–222
- Manning A. D., Fischer J., Lindenmayer D. B. 2006. Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation. *Biological Conservation*, 132: 311–321
- Mazaris A. D., Papanikolaou A. D., Barbet-Massin M., Kallimanis A. S., Jiguet F., Schmeller D. S., Pantis J. D. 2013. Evaluating the connectivity of a protected areas' network under the prism of global change: the efficiency of the European Natura 2000 network for four birds of prey. *PloS One*, 8, 3, e59640
- McGarigal K. 2014. Fragstats help: 182 str.
http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats_documents.html (2. apr. 2014)
- McGarigal K., Cushman S., Neel M., Ene E. 2002. FRAGSTATS v3: Spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.
<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html> (2. apr. 2014)
- McKinney M. L. 2002. Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *BioScience*, 52, 10: 883–890
- McRae B. H., Dickson B. G., Keitt T. H., Shah V. B. 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. *Ecology*, 89, 10: 2712–2724
- Mejice, vetrozaščitni pasovi, žive meje, omejki, jarki, kamnite ograje, suhozidi, kozolci, kolovozi. 2009. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
http://rkg.gov.si/GERK/Pomoc/sc.jsp?action=entry&entry_id=3630 (8. sep. 2014)
- Mikk M., Mander Ü. 1995. Species diversity of forest islands in agricultural landscapes of southern Finland, Estonia and Lithuania. *Landscape and Urban Planning*, 31: 153–169

- Največja naselja po številu prebivalcev: podatki o izbranem naselju – Kranj. 2013. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije
http://www.stat.si/krajevnaimena/pregledi_naselja_najvecja_prebivalci.asp?tlist=off&txtIme=KRANJ&selNacin=celo&selTip=naselja&ID=1852 (12. apr. 2014)
- Odlok o občinskem prostorskem načrtu občine Šenčur. Uradno glasilo slovenskih občin, št. 7/11.
- Odlok o prostorskih sestavinah dolgoročnega in družbenega plana za območje Mestne občine Kranj. Uradni list RS, št. 76/03, 32/04, 22/06, 22/08, 33/10, 8/12.
- Odlok o prostorskih ureditvenih pogojih občine Cerklje na Gorenjskem. Uradni vestnik občine Cerklje na Gorenjskem, št. 3/04, 3/06.
- Overview of CAP Reform 2014-2020. 2013. Agricultural Policy Perspectives Brief, 5.
http://ec.europa.eu/agriculture/policy-perspectives/policy-briefs/05_en.pdf (13. nov. 2014)
- Papež, J., Černigoj V. 2008. Metodologija za oceno pomembnosti sestojev za ohranjanje biotske raznolikosti v gozdni krajini. Gozdarski Vestnik, 66, 3: 160–186
- Papež J., Dakskobler I., Perušek M., Černigoj V. 1998. Biotska raznolikost kmetijske krajine v k.o. Kozana v Goriških Brdih (zahodna Slovenija). Gozdarski Vestnik, 56, 7–8: 315–345
- Pascual-Hortal L., Saura, S. 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. Landscape Ecology, 21, 7: 959–967
- Pfenning B., Hovestadt T., Poethke H. J. 2004. The effect of patch constellation on the exchange of individuals between habitat-islands. Ecological Modelling, 180: 515–522
- Pinto N., Keitt T. H. 2008. Beyond the least-cost path: evaluating corridor redundancy using a graph-theoretic approach. Landscape Ecology, 24, 2: 253–266
- Pirnat J. 1991a. Nekateri krajinsko ekološki vidiki prosto rastočih dreves v agrarni krajini - nekatere vloge teh dreves v agrarni krajini. Zbornik Gozdarstva in Lesarstva, 38: 161–184
- Pirnat J. 1991b. Nekateri krajinsko ekološki vidiki prosto rastočih dreves v agrarni krajini - zgodovinski pregled in današnje stanje. Zbornik Gozdarstva in Lesarstva, 37: 177–199
- Pirnat J. 2000. Prostorastoča drevesa kot stopni kamni v kmetijski krajini. Zbornik Gozdarstva in Lesarstva, 63: 231–254

Podatkovna zbirka Pravni režimi varstva kulturne dediščine (eVrd) iz registra nepremične kulturne dediščine (Rkd). 2011- Ljubljana, Ministrstvo za kulturo.

Poniatowski D., Fartmann T. 2010. What determines the distribution of a flightless bush-cricket (*Metrioptera brachyptera*) in a fragmented landscape? Journal of Insect Conservation, 14: 637–645

Pravila za vzdržno urejanje posegov v kmetijska zemljišča. Končno poročilo. 2005.

Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: 43 str.

http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/prostor/pdf/crp/pravila_kmetijska_zemljisca.pdf (15. avg. 2011)

Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Uradni list RS št.122/08, 4/10, 110/10.

Pravilnik o registru kmetijskih gospodarstev. Uradni list RS, št. 73/14.

Prosenc P. 2008. Ocena razširjenosti drevnine na negozdnih površinah v republiki Sloveniji: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 64 str.

Prostorski informacijski sistem Geodetske uprave Republike Slovenije. Zbirke digitalnih prostorskih podatkov. 2011. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije.

Prostorski informacijski sistem Zavoda Republike Slovenije za varstvo narave. Zbirke digitalnih prostorskih podatkov. 2009. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za varstvo narave.

Prostorski informacijski sistem Zavoda za gozdove Slovenije. Zbirke digitalnih prostorskih podatkov. 2009. Kranj, Zavod za gozdove, Območna enota Kranj.

Puhar A. 2000. Kranj v stoletju neslutnih sprememb. Kranj, Gorenjski glas: 191 str.

Rae C., Rothley K., Dragicevic S. 2007. Implications of error and uncertainty for an environmental planning scenario: a sensitivity analysis of GIS-based variables in a reserve design exercise. Landscape and Urban Planning, 79, 3–4: 210–217

Rauch M. 2005. Gozd in obvodna drevnina v obrežnem pasu spodnjega toka Kokre: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 93 str.

Rayfield B., Fortin M.-J., Fall A. 2011. Connectivity for conservation: a framework to classify network measures. Ecology, 92, 4: 847–858

Regionalna razdelitev krajinskih tipov v Sloveniji. Metodološke osnove. 1998. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS, Urad RS za prostorsko planiranje: 120 str.

- Revilla E., Wiegand T., Palomares F., Ferreras P., Delibes M. 2004. Effects of matrix heterogeneity on animal dispersal: from individual behavior to metapopulation-level parameters. *The American Naturalist*, 164, 5: E130–E153
- Ricketts T. H. 2001. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist*, 158, 1: 87–99
- Riffe M., Dietzen C., Künast C., Day P., Schiansky J. 2009. Agriculture and Biodiversity. European Landowners Organization (ELO), European Crop Protection Association (ECPA), BASF SE, RIFCON: 40 str.
- Russell R. E., Swihart R. K., Feng Z. 2003. Population consequences of movement decisions in a patchy landscape. *Oikos*, 103: 142–152
- Rutledge D. 2003. Landscape indices as measures of the effects of fragmentation : can pattern reflect process? Wellington, Department of Conservation: 27 str.
- Saura S., Estreguil C., Mouton C., Rodríguez-Freire M. 2011. Network analysis to assess landscape connectivity trends: application to European forests (1990–2000). *Ecological Indicators*, 11, 2: 407–416
- Saura S., Pascual-Hortal L. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, 83: 91–103
- Saura S., Rubio L. 2010. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, 33: 523–537
- Saura S., Torné J. 2009. Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software* 24: 135–139
- Slabe M. 2003. Prostorastoča drevesa v kmetijski krajini nižinskega dela občine Naklo: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 81 str.
- Slovenske občine v številkah. 2012. Statistični urad Republike Slovenije.
<http://www.stat.si/obcinevstevilkah/Default.aspx?leto=2014> (12. apr. 2014)
- Spisek objektov 2011. 2011. Ljubljana, DARS.
https://www.dars.si/Dokumenti/O_avtocestah/Objekti_na_avtocestah_84.aspx (15. mar. 2014)
- Šimová P., Gdulová K. 2012. Landscape indices behavior: a review of scale effects. *Applied Geography*, 34: 385–394

- Špegelj V. 2010. Licitacija vrednejših lesnih sortimentov - na primeru Slovenj Gradca 2009: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 51 str.
- Thies C., Tschardt T. 1999. Landscape Structure and Biological Control in Agroecosystems. *Science*, 285: 893–895
- Tischendorf L., Fahrig L. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos*, 90: 7–19
- Tischendorf L., Irmeler U., Hingst R. 1998. A simulation experiment on the potential of hedgerows as movement corridors for forest carabids. *Ecological Modelling*, 106: 107–118
- Urban D., Keitt T. 2001. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. *Ecology*, 82, 5: 1205–1218
- Urban D. L., Minor E. S., Treml E. A., Schick R. S. 2009. Graph models of habitat mosaics. *Ecology Letters*, 12, 3: 260–73
- Urbanc M. 2002. Kulturne pokrajine v Sloveniji. Ljubljana, Založba ZRC: 224 str.
- Vieira M. V., Olifiers N., Delciellos A. C., Antunes V. Z., Bernardo L. R., Grelle C. E. V., Cerqueira R. 2009. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. *Biological Conservation*, 142: 1191–1200
- Vought L. B., Pinay G., Fuglsang A., Ruffloni C. 1995. Structure and function of buffer strips from a water quality perspective in agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 31: 323–331
- Walker R. S., Novaro A. J., Branch L. C. 2003. Effects of patch attributes, barriers, and distance between patches on the distribution of a rock-dwelling rodent (*Lagidium viscacia*). *Landscape Ecology*, 18: 187–194
- Walz U. 2011. Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity. *Living Reviews in Landscape Research*, 5, 3: 5–35
- Wehling S., Diekmann M. 2009. Importance of hedgerows as habitat corridors for forest plants in agricultural landscapes. *Biological Conservation*, 142: 2522–2530
- Wilson R. J., Watkins J. J. 1997. Uvod v teorijo grafov (Graphs: an introductory approach.) Ljubljana, Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije: 397 str.
- Zetterberg A. 2011. Connecting the dots: network analysis, landscape ecology, and practical application. Stockholm, Department of Land and Water Resources Engineering, Royal Institute of Technology (KTH): 52 str.

Zetterberg A., Mörtberg U. M., Balfors B. 2010. Making graph theory operational for landscape ecological assessments, planning, and design. *Landscape and Urban Planning*, 95, 4: 181–191

Zakon o gozdovih. Uradni list RS, št. 30/93, 56/99, 67/02, 110/02, 115/06, 110/07, 106/10, 63/13, 101/13, 17/14.

Zgodovina letališča Jožeta Pučnika. 2014. Aerodrom Ljubljana.
<http://www.lju-airport.si/sl/podjetje/zgodovina/> (3. sep. 2014)

ZAHVALA

V prvi vrsti se zahvaljujem staršem, ki so mi omogočili nadaljevanje študija, ter Blažu in Neži za vso potrpežljivost in požrtvovalnost v času izdelave naloge.

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Janezu Pirnatu, prof. dr. Mojci Golobič in prof. dr. Marini Pintar za vse podane usmeritve in pripombe.

Zahvaljujem se tudi sodelavcem na Zavodu za gozdove, ki so si vzeli čas za moja vprašanja in razmišljanja.

Za lekturo slovenskega besedila se zahvaljujem Kseniji Pečnik, za lekturo angleškega besedila pa Ani Kotnik.

Na koncu se želim zahvaliti vsem, ki so kakorkoli, čeprav z drobnimi nasveti, pripomogli k izdelavi naloge.

PRILOGE

Priloga A: Vrste namenskih rab prostora

Mestna občina Kranj

1) Površine, namenjene poselitvi:

- območja za stanovanja (S),
- območja za družbene dejavnosti (D),
- območja za centralne dejavnosti (C),
- območja za stanovanja in kmetijstvo (SK),
- območja za proizvodnjo (IP),
- območja za obrt in malo gospodarstvo (MG),
- območja za večje infrastrukturne objekte:
 - železniške infrastrukture (Ž.I.),
 - cestne infrastrukture (P.I.),
 - avtocestne poteke (AC),
- območja za mestoslužne dejavnosti (M),
- območja za pokopališča (P),
- območja za šport (Š),
- območja za rekreacijo na prostem (R),
- območja za turizem (T),
- območja za energetiko (E),
- območja specifičnih dejavnosti:
 - avtobusna postaja (AP),
- območja kmetijske proizvodnje (KP),
- območja sekundarnih bivališč (W).

2) Površine, ki niso namenjene poselitvi:

- površine za kmetijstvo (K1, K2),
- površine za gozdarstvo (G, Gv, Gn),
- vodne površine vodotokov in jezer (V),
- nerodovitne površine, skalovja in melišča (N),
- površine vodnih zadrževalnikov (Vz),
- površine za eksploatacijo (Ru).

Občina Šenčur

1) Območja stavbnih zemljišč:

- območja stanovanj (S),
- območja centralnih dejavnosti (C),
- območja proizvodnih dejavnosti (I),
- posebna območja (B),
- območja zelenih površin (Z),
- območja in omrežja prometne infrastrukture (P),
- območja komunikacijske infrastrukture (T),
- območja energetske infrastrukture (E),
- območja okoljske infrastrukture (O),
- območja za potrebe obrambe (F),
- površine razpršene poselitve (A).

2) Območja kmetijskih zemljišč:

- najboljša kmetijska zemljišča (K1),
- druga kmetijska zemljišča (K2).

3) Območja gozdnih zemljišč:

- gozdna zemljišča (G).

4) Območja voda:

- površinske celinske vode (VC),
- vodna infrastruktura (VI).

5) Območja drugih zemljišč:

- območja mineralnih surovin (L),
- območja za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami (N),
- območja za potrebe obrambe zunaj naselij (f).

Občina Cerklje na Gorenjskem

1) Poselitvena območja:

- območja stanovanj (S),
- območja stavb splošnega družbenega pomena (D),
- mešana območja (M),
- območja proizvodnih dejavnosti (P),
- območja športno-rekreacijskih in zelenih površin (Z).

2) Območja gospodarske javne infrastrukture:

- območja državnih cest (DC),
- območja občinskih lokalnih cest in javnih poti (LC),
- območje žičniških postaj (Ižp),
- območja za čiščenje voda (OC),
- območje telekomunikacijske infrastrukture (TO).

3) Namenska raba na območju krajine:

- vodna zemljišča celinskih voda (VC),
- območja vodne infrastrukture (VI),
- najboljše kmetijska zemljišča (K1),
- druga kmetijska zemljišča (K2),
- večnamenski gozdovi (G),
- varovalni gozdovi (Gv1),
- varovalni gozdovi (Gv2),
- gozdovi s posebnim namenom (Gp),
- območja za potrebe obrambe (OB).

[illegible]

Šifrant:

ID	Zaporedna številka drevnine na opisnem listu in karti	
STANJE	Ž	živa drevnina
	O	odmrla drevnina
	P	posekana drevnina
SKUPINA	D	eno drevo
	DD	dve drevesi
	DG	drevo in grm
	G	en grm
	GG	dva grma
	SK	skupina gozdnega drevja
	SK-S	ekstenzivni sadovnjak
	SK-G	skupina grmov
	L-P	linija drevnine ob poti
	L-V	linija drevnine ob vodotoku, jarku
	L-T	linija drevnine na polju
SESTAVA	F	gozdne vrste
	S	sadne vrste
	M	gozdne in sadne vrste
OBLIKA LINIJ	T	pretežno drevesa
	B	pretežno grmovje
LOKACIJA	Opis, kje se nahaja drevnina	
VRSTA 1	Vrsta drevnine pri posamični drevnini (prvih pet skupin drevnine)	
VRSTA 2	Vrsta drevnine pri posamični drevnini, kadar sta dve na isti lokaciji	
OPOMBA	Posebnosti drevnine	

Priloga C: Dvajset najpomembnejših povezovalnih zaplat pri razdaljah prehajanja do 800, 1.500, 3.000, 7.100 in 15.500 stroškovnih metrov

Do 800 stroškovnih metrov:

Gozdna zaplata št.	Površina	BC	dIICcon.	dPCcon.	Rang BC	Rang dIICcon.	Rang dPCcon.	Vsota rangov	Skupni rang
	ha		%	%					
28	172,90	0,0074	0,3971	0,6346	1,0	3,0	2,0	6,0	1,0
37	5,56	0,0025	0,1905	0,1856	7,0	5,0	6,0	18,0	2,0
95	10,53	0,0018	0,1699	0,1914	13,0	6,0	5,0	24,0	3,0
70	186,80	0,0018	0,1579	0,1929	13,0	8,0	4,0	25,0	4,5
35	223,63	0,0048	0,0814	0,1238	3,0	12,0	10,0	25,0	4,5
61	7,88	0,0059	0,1537	0,0210	2,0	9,0	15,0	26,0	6,0
102	1,21	0,0018	0,1676	0,1836	13,0	7,0	7,0	27,0	7,0
43	46,16	0,0024	0,0558	0,0573	8,0	14,0	11,0	33,0	8,5
19	72,31	0,0034	0,0509	0,0438	5,0	15,0	13,0	33,0	8,5
57	3,25	0,0044	0,1104	0,0076	4,0	10,0	23,0	37,0	10,0
6	161,94	0,0004	13,7476	15,8537	37,0	1,0	1,0	39,0	11,0
105	14,93	0,0019	0,0645	0,0187	10,5	13,0	16,0	39,5	12,0
31	2,16	0,0014	0,0897	0,1353	20,0	11,0	9,0	40,0	13,0
110	283,71	0,0004	0,4053	0,2516	37,0	2,0	3,0	42,0	14,0
133	366,97	0,0017	0,0442	0,0396	15,0	16,0	14,0	45,0	15,0
79	128,45	0,0005	0,2610	0,1798	34,0	4,0	8,0	46,0	16,0
140	18,83	0,0032	0,0186	0,0070	6,0	21,0	24,0	51,0	17,0
15	16,82	0,0016	0,0133	0,0146	16,0	22,0	18,0	56,0	18,0
144	2,58	0,0015	0,0114	0,0107	18,5	23,0	21,0	62,5	19,0
89	1,66	0,0021	0,0059	0,0020	9,0	26,0	32,0	67,0	20,0

Do 1.500 stroškovnih metrov:

Gozdna zaplata št.	Površina	BC	dIICcon.	dPCcon.	Rang BC	Rang dIICcon.	Rang dPCcon.	Vsota rangov	Skupni rang
	ha		%	%					
28	172,90	0,0243	2,0387	0,7531	1,0	8,0	2,0	11,0	1,0
69	26,70	0,0229	3,1165	0,0847	2,0	5,0	13,0	20,0	2,5
110	283,71	0,0146	1,2441	0,7407	8,0	9,0	3,0	20,0	2,5
79	128,45	0,0102	0,3767	0,3822	10,0	10,0	5,0	25,0	4,0
35	223,63	0,0129	0,1572	0,1647	9,0	13,0	10,0	32,0	5,0
138	84,12	0,0159	2,6704	0,0318	7,0	7,0	21,0	35,0	6,5
70	186,80	0,0050	0,1847	0,2922	16,0	12,0	7,0	35,0	6,5
37	5,56	0,0040	0,1897	0,2848	19,0	11,0	8,0	38,0	8,0
19	72,31	0,0071	0,0588	0,0791	12,0	15,0	14,0	41,0	9,0
86	12,18	0,0054	0,0569	0,0377	15,0	16,0	18,0	49,0	10,0
43	46,16	0,0034	0,0554	0,0973	22,0	17,0	12,0	51,0	11,0
126	9,69	0,0195	3,1478	0,0025	6,0	4,0	42,0	52,0	12,5
61	7,88	0,0089	0,0164	0,0523	11,0	24,0	17,0	52,0	12,5
123	0,62	0,0200	3,2019	0,0015	5,0	2,0	49,0	56,0	14,0
6	161,94	0,0005	13,1610	20,4759	55,0	1,0	1,0	57,0	15,0
57	3,25	0,0061	0,0204	0,0299	13,0	23,0	22,0	58,0	16,0
94	35,00	0,0224	2,9013	0,0013	3,0	6,0	52,0	61,0	17,0
50	5,17	0,0055	0,0286	0,0107	14,0	22,0	31,0	67,0	18,0
118	5,19	0,0218	3,1501	0,0004	4,0	3,0	61,0	68,0	19,5
133	366,97	0,0017	0,0422	0,0634	34,0	18,0	16,0	68,0	19,5

Do 3.000 stroškovnih metrov:

Gozdna zaplata št.	Površina	BC	dIICcon.	dPCcon.	Rang BC	Rang dIICcon.	Rang dPCcon.	Vsota rangov	Skupni rang
	ha		%	%					
28	172,90	0,2309	19,3279	1,7603	6,0	3,0	4,0	13,0	1,5
79	128,45	0,3404	6,0756	1,6698	1,0	7,0	5,0	13,0	1,5
110	283,71	0,2763	4,6349	2,5141	4,0	9,0	3,0	16,0	3,0
70	186,80	0,2902	3,5044	0,7579	3,0	10,0	7,0	20,0	4,5
35	223,63	0,2963	5,4692	0,5942	2,0	8,0	10,0	20,0	4,5
134	194,51	0,1043	3,4185	2,5686	21,0	11,0	2,0	34,0	6,0
90	8,61	0,1658	0,8088	0,6950	10,0	18,0	8,0	36,0	7,0
95	10,53	0,1624	0,7649	0,9338	12,0	19,0	6,0	37,0	8,5
138	84,12	0,2178	1,1355	0,1585	7,0	14,0	16,0	37,0	8,5
6	161,94	0,0571	14,9091	22,3516	35,5	4,0	1,0	40,5	10,0
19	72,31	0,1632	1,1470	0,1540	11,0	13,0	17,0	41,0	11,0
1	718,98	0,0680	9,8155	0,6717	33,0	5,0	9,0	47,0	12,0
75	68,56	0,1219	1,1560	0,0883	17,0	12,0	22,0	51,0	13,0
133	366,97	0,1122	0,3598	0,1587	19,0	32,0	15,0	66,0	14,0
120	31,36	0,1042	0,6107	0,0957	22,0	24,0	21,0	67,0	15,0
37	5,56	0,0847	0,3441	0,4285	28,0	33,0	11,0	72,0	16,5
26	6,99	0,1088	0,7202	0,0487	20,0	21,0	31,0	72,0	16,5
132	3,78	0,1758	0,8715	0,0089	8,0	15,0	52,0	75,0	18,0
43	46,16	0,0960	0,2626	0,2094	26,0	37,0	14,0	77,0	19,5
27	1,54	0,0996	21,6579	0,0089	23,0	1,0	53,0	77,0	19,5

Do 7.100 stroškovnih metrov:

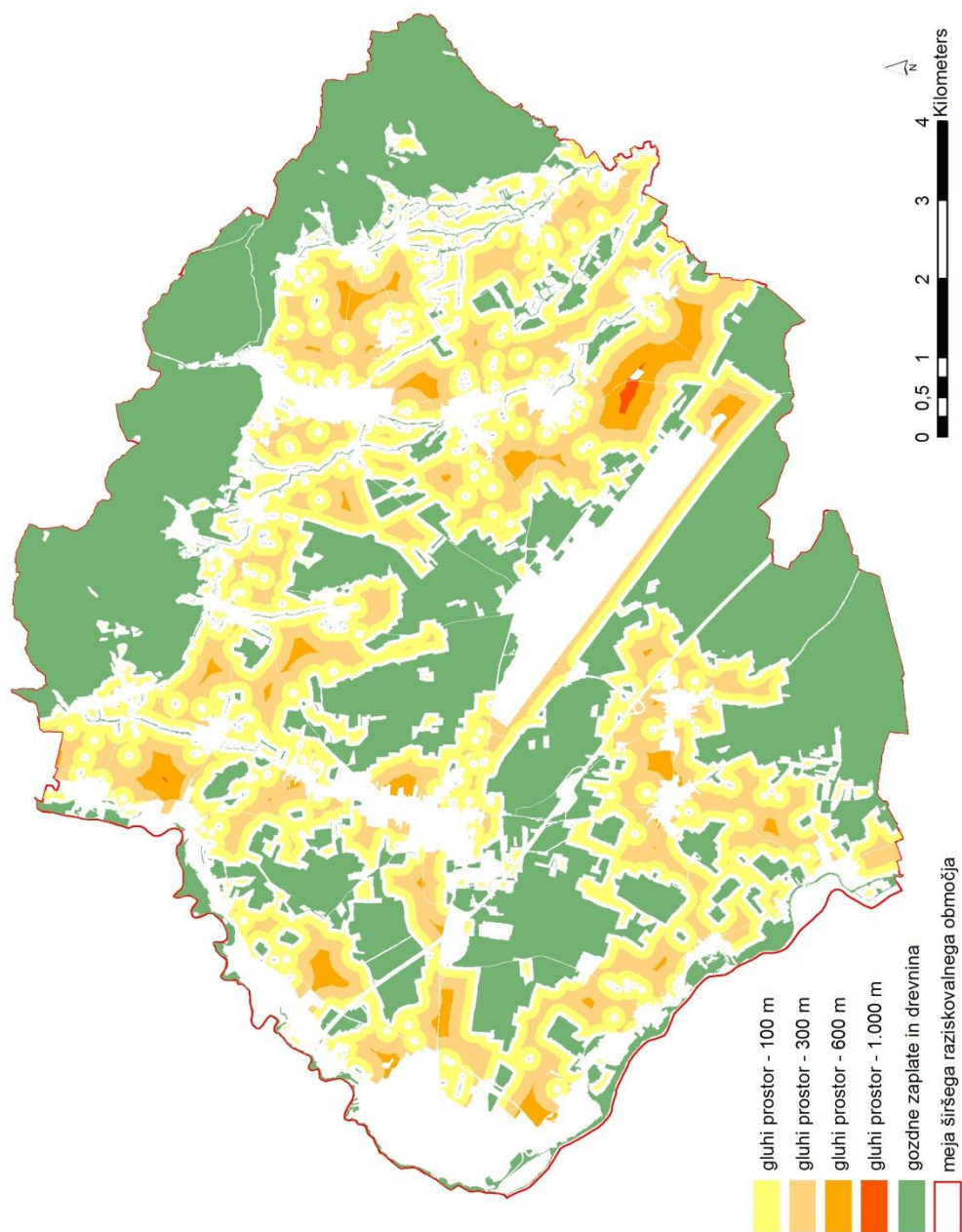
Gozdna zaplata št.	Površina	BC	dIICcon.	dPCcon.	Rang BC	Rang dIICcon.	Rang dPCcon.	Vsota rangov	Skupni rang
	ha		%	%					
79	128,45	0,2632	4,8613	7,5426	2,0	1,0	2,0	5,0	1,0
1	718,98	0,2396	3,7526	4,9135	3,0	4,0	6,0	13,0	2,5
35	223,63	0,2312	4,2349	4,4208	4,0	2,0	7,0	13,0	2,5
28	172,90	0,2300	3,2177	6,7881	5,0	5,0	4,0	14,0	4,0
110	283,71	0,1974	3,0613	7,2490	6,0	6,0	3,0	15,0	5,0
70	186,80	0,3511	2,0592	2,9520	1,0	7,0	8,0	16,0	6,0
6	161,94	0,1049	4,0736	21,1283	20,0	3,0	1,0	24,0	7,0
134	194,51	0,1279	1,8029	5,9828	14,0	8,0	5,0	27,0	8,0
51	23,97	0,1475	0,3994	0,9111	9,0	14,0	12,0	35,0	9,5
90	8,61	0,1397	0,3909	2,1586	10,0	15,0	10,0	35,0	9,5
133	366,97	0,1483	0,5329	0,4022	8,0	12,0	19,0	39,0	11,5
95	10,53	0,1352	0,3434	2,4718	12,0	18,0	9,0	39,0	11,5
138	84,12	0,1366	0,3867	0,5829	11,0	16,0	17,0	44,0	13,0
69	26,70	0,0915	0,5559	0,8493	23,0	11,0	13,0	47,0	14,0
19	72,31	0,1251	0,1061	0,6320	15,0	30,0	16,0	61,0	15,0
10	12,22	0,0892	0,3613	0,1886	25,0	17,0	26,0	68,0	16,0
18	564,24	0,0974	0,1386	0,3439	22,0	26,0	21,0	69,0	17,0
94	35,00	0,0724	0,2699	0,1407	28,0	20,0	31,0	79,0	18,0
75	68,56	0,0554	0,0706	0,3539	30,0	36,0	20,0	86,0	19,0
88	26,90	0,1586	0,3007	0,0135	7,0	19,0	66,0	92,0	20,0

Do 15.500 stroškovnih metrov:

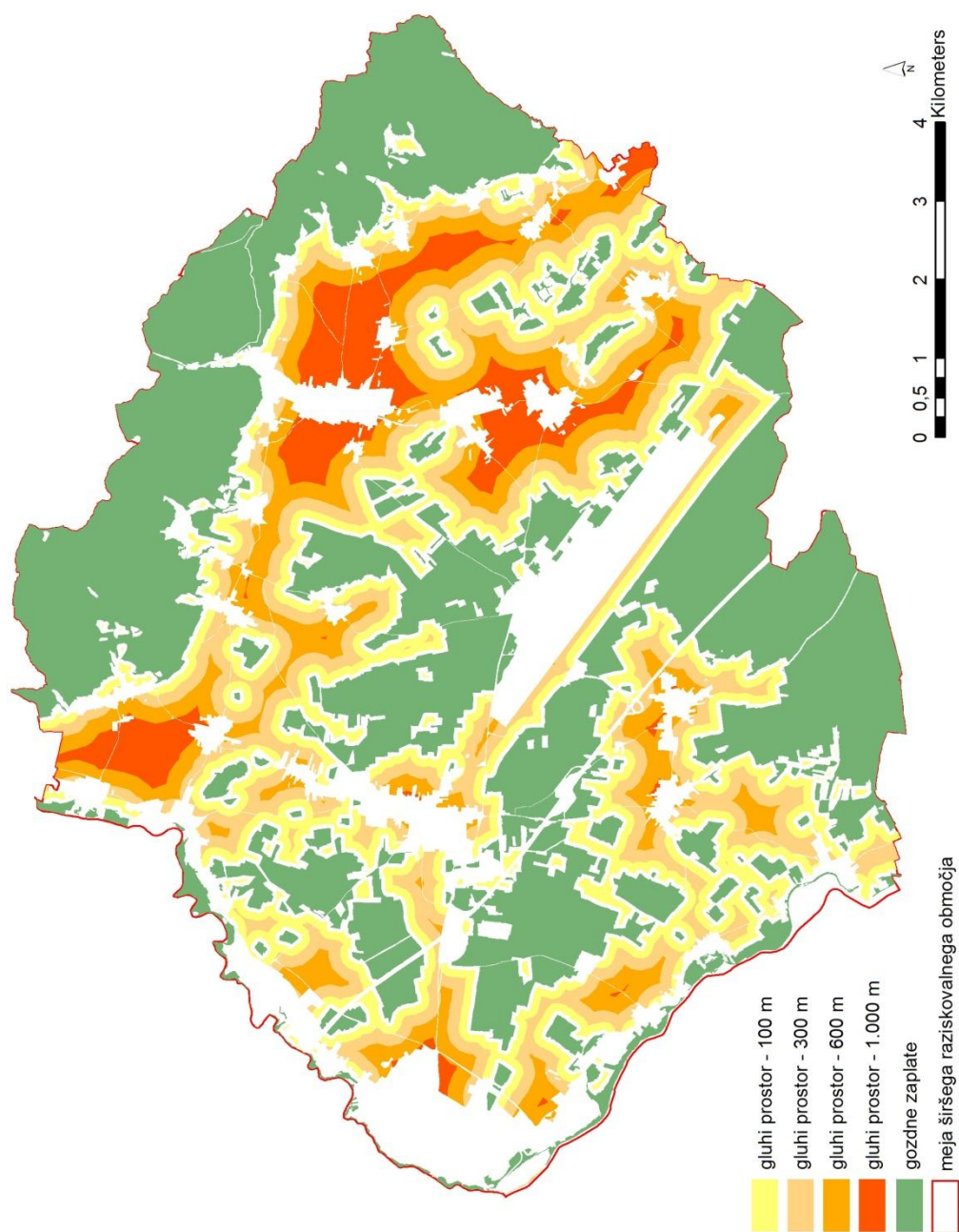
Gozdna zaplata št.	Površina	BC	dIICcon.	dPCcon.	Rang BC	Rang dIICcon.	Rang dPCcon.	Vsota rangov	Skupni rang
	ha		%	%					
79	128,45	0,2292	3,5287	10,3830	3,0	2,0	2,0	7,0	1,0
1	718,98	0,2566	3,4496	7,8119	2,0	3,0	5,0	10,0	2,0
35	223,63	0,2049	2,8665	7,5168	4,0	4,0	6,0	14,0	3,0
110	283,71	0,1797	2,8517	9,5672	7,0	5,0	3,0	15,0	4,0
70	186,80	0,3003	1,9347	4,6750	1,0	7,0	8,0	16,0	5,5
28	172,90	0,1958	2,7025	9,3773	6,0	6,0	4,0	16,0	5,5
6	161,94	0,0817	4,0011	17,0900	20,0	1,0	1,0	22,0	7,0
134	194,51	0,1263	1,7990	6,5569	13,0	8,0	7,0	28,0	8,0
51	23,97	0,1975	0,3985	1,3796	5,0	13,0	11,0	29,0	9,0
90	8,61	0,1169	0,3795	2,2535	15,0	14,0	10,0	39,0	10,0
133	366,97	0,1467	0,5315	0,4473	8,0	11,0	21,0	40,0	11,0
95	10,53	0,1117	0,3322	2,5863	16,0	16,0	9,0	41,0	12,0
138	84,12	0,1278	0,3478	0,7882	12,0	15,0	17,0	44,0	13,0
19	72,31	0,1396	0,1121	1,1057	10,0	25,0	15,0	50,0	14,0
69	26,70	0,0703	0,2230	0,9797	25,0	20,0	16,0	61,0	15,0
18	564,24	0,0724	0,1098	0,4996	22,0	26,0	20,0	68,0	16,0
75	68,56	0,0540	0,0699	0,5557	26,0	28,0	19,0	73,0	17,0
94	35,00	0,0461	0,1980	0,2620	28,0	22,0	25,0	75,0	18,0
12	6,53	0,0267	0,4109	0,3862	49,0	12,0	22,0	83,0	19,0
15	16,82	0,0393	0,0552	0,2392	32,0	33,0	27,0	92,0	20,0

Priloga D: Gluhi prostor na širšem raziskovalnem območju med gozdnimi zaplatami z upoštevanjem drevnine (D1) in brez upoštevanja drevnine (D2)

D1



D2



Priloga E: Karta ožjega in širšega raziskovalnega območja s posebej označenimi najpomembnejšimi gozdnimi zaplatami. Vse gozdne zaplate so označene s številko. Poleg trenutne drevnine so prikazane lokacije predlaganih novih zasaditev

