



establishing a monitoring network
to assess lowland forest
and urban plantation in Lombardy
and urban forest in Slovenia



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Andrej Verlič, Klemen Eler, Mitja Ferlan, Katarina Flajšman, Maarten de Groot, Tine Hauptman, Dušan Jurc, Milan Kobal, Lado Kutnar, Tom Levanič, Aleksander Marinšek, Nikica Ogris, Primož Simončič, Mitja Skudnik, Saša Vochl, Daniel Žlindra, Urša Vilhar

Zaključno poročilo o projektu

**»EMoNFUr – Zasnova mreže za spremljanje stanja nižinskega gozda in
pogozditev v urbanem prostoru v Lombardiji in urbanega gozda v Sloveniji«
(Life+10 ENV/IT/000399)**

po pogodbi št. 356-23/2010-6



Sofinancer projekta: Mestna občina Ljubljana
Ljubljana, november 2014

VSEBINA

1	Partnerji	1
2	Predstavitev LIFE+ projekta EMoNFUr	2
3	Popis urbanih gozdov v Sloveniji	2
4	Monitorinške lokacije	10
4.1	Rožnik	11
4.2	Gameljne - Tacen.....	14
5	Opredelitev delovnega protokola za testno spremljanje urbanega gozda	16
6	Potencialna uporaba metod gozdne inventure za spremljanje stanja urbanih gozdov.....	17
6.1	Zasnova gozdne inventure in zbiranje podatkov.....	17
6.2	Metoda izračunov.....	21
6.2.1	Izračuni tradicionalnih gozdarskih kazalnikov	21
6.2.2	Izračuni kazalnikov biotske raznolikosti	22
6.2.3	Izračuni zdravstvenega stanja dreves.....	22
6.2.4	Izračun zalog ogljika (C) v lesni masi.....	23
6.3	Rezultati, pridobljeni na podlagi gozdne inventure	24
6.3.1	Ekosistemske storitve gozda	24
6.3.2	Oskrbovalne storitve (»Provisioning Services«)	25
6.3.3	Regulacijske storitve (»Regulating Services«)	28
6.3.4	Kulturne storitve (»Cultural Services«)	33
6.4	Zaključki in priporočila.....	35
7	Meteorološke in mikrometeorološke meritve	36
7.1	Metode	36
7.2	Rezultati.....	37
8	Biodiverziteta	39
8.1	Flora in vegetacija.....	39
8.1.1	Popis rastlinskih vrst v urbanih gozdovih	39
8.1.2	Postavitev vegetacijskih ploskev in izvedba popisov na terenu	39
8.1.3	Priprava podatkov za analize.....	44
8.1.4	Rezultati.....	45

8.1.5	Zaključki in priporočila.....	58
8.2	Rast hrastov v urbanem okolju.....	60
8.2.1	Namen te naloge v projektu.....	60
8.2.2	Rast dreves.....	60
8.2.3	Vpliv klime na rast dreves.....	61
8.2.4	Ekstremni dogodki.....	63
8.2.5	Napotki za gojenje gozda in izbiro dreves ob upoštevanju klimatskih sprememb	64
8.3	Ptice.....	65
8.3.1	Uvod	65
8.3.2	Materiali in metode.....	65
8.3.3	Rezultati.....	66
8.3.4	Zaključki in priporočila.....	69
8.4	Muhe trepetavke.....	70
8.4.1	Uvod	70
8.4.2	Materiali in metode.....	70
8.4.3	Rezultati.....	71
8.4.4	Zaključki in priporočila.....	76
9	Spremljanje zdravja gozda.....	78
9.1	Zbiranje podatkov.....	78
9.1.1	Opis UFMO-metode.....	78
9.2	Obdelava podatkov	79
9.3	Rezultati.....	79
9.4	Zaključki in priporočila.....	85
10	Spremljanje onesnaženosti zraka	87
10.1	Spremljanje ozona	88
10.2	Spremljanje dušikovega dioksida	91
10.3	Spremljanje žveplovega dioksida	92
10.4	Spremljanje amonijaka	93
10.5	Zaključki in priporočila.....	94
11	Hidrološke meritve v urbanih gozdovih	96
11.1	Monitorinška lokacija Rožnik.....	100
11.2	Monitorinška lokacija Gameljne - Tacen	101
11.3	Zaključki in priporočila.....	102

12	Spremljanje usedlin	104
12.1	Količine	104
12.2	Usedline dušika.....	105
12.3	Usedline žvepla.....	107
12.4	Zaključki in priporočila.....	109
13	Biomonitoring z mahovi	110
13.1	Zbiranje podatkov.....	110
13.2	Rezultati.....	112
13.3	Zaključki in priporočila.....	112
14	Talne razmere.....	113
14.1	Uvod	113
14.2	Metode	113
14.2.1	Terensko delo	115
14.2.2	Laboratorijsko delo.....	115
14.3	Končni rezultati.....	116
14.3.1	Klasifikacija tal	116
14.3.2	Reakcija tal (pH).....	117
14.3.3	Elementna analiza CNS.....	118
14.3.4	Onesnaženje gozdnih tal s težkimi kovinami.....	119
15	Obremenjenost urbanih gozdov izven načrtovanih poti.....	121
15.1	Uvod	121
15.2	Zbiranje podatkov.....	121
15.3	Rezultati.....	123
15.4	Zaključki in priporočila.....	124
15.5	Spremljanje frekvence obiska	125
15.5.1	Zaključki in priporočila.....	125
16	Predstavitve/disemenacija vsebin, rezultatov naloge.....	126
16.1	Načrtovanje in vzpostavitev portala za vključitev meščanov v fenološka opazovanja dreves v mestu in urbanih gozdovih.....	126
16.2	COST-FTP YOUNG RESEARCHERS' FORUM 2013.....	126
16.3	Konferenca EFUF 2012	127
16.4	Konferenca EFUF 2013	127
16.5	Konferenca EFUF 2014	127
16.6	Članki in druge objave v tiskanih medijih.....	128

16.7	Objave na televiziji	131
16.8	Delavnica o intenzivnem spremljanju stanja (urbanih) gozdov	131
16.9	Predstavitve učencem, dijakom in študentom.....	133
16.9.1	Delavnice za otroke	133
16.9.2	Sodelovanje z Inštitutom za gozdno pedagogiko	133
16.9.3	Dijaki – YPEF	134
16.9.4	Študenti – BEST	135
16.10	Informativne table.....	136
16.11	Splet in Facebook	142
17	Priloge.....	148

Vodja slovenskega konzorcija projekta EMoNFUR LIFE+: dr. Urša Vilhar

Tehnični koordinator slovenskega konzorcija projekta EMoNFUR LIFE+: Andrej Verlič

November 2014

Gozdarski inštitut Slovenije v okviru projekta EMoNFUR LIFE+

Fotografija na naslovnici: Andrej Verlič

Kazalo preglednic

Preglednica 1. Pregled meritev na posameznih ploskvah na monitorinški lokaciji Gameljne - Tacen: P1 (topol ob vodi), P2 (topol), P3 (rdeči bor), P4 (na prostem), P5 (topol - mladje na otoku)	15
Preglednica 2. Seznam posnetih kazalnikov in velikost ploskve	20
Preglednica 3. Pretvorbeni faktorji za živo drevnino (povzeto po IPCC GPG 2003)	23
Preglednica 4. Pretvorbeni faktorji za odmrlo lesno biomaso (povzeto po Weggler K. in sod., 2012)	24
Preglednica 5. Povprečne količine ogljika (C), akumuliranega v lesni biomasi, standardni odklon ter minimalne in maksimalne vrednosti na vzorčnih ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib	31
Preglednica 6. Ocena stopnje zastiranja/obilja po Barkman in sod. (1964)	43
Preglednica 7. Ocena stopnje zastiranja/obilja po modificirani metodi po Londo (1975)	44
Preglednica 8. Rastlinska vrstna pestrost na treh monitorinških ploskvah in vegetacijskih ploskvah	47
Preglednica 9. Število in prisotnost različnih vrst ptic v parkih in urbanih gozdovih v MOL in okolici. Skupno število ptic je izračunano na podlagi vsote maksimalnega števila ptic posamezne vrste na posamezni opazovalni točki	68
Preglednica 10. Skupno število posameznih vrst muh trepetavk glede na lokacijo ter prikaz številčnosti po posameznih prehranskih skupinah	72
Preglednica 11. Primerjava učinkovitosti med ISM- in UFMO-metodo spremljanja zdravja gozda	80
Preglednica 12. Najpogostejši škodljivi dejavniki (prvih 15) v okviru spremljanja zdravja gozda	82
Preglednica 13. Deset najpogostejših drevesnih vrst (% vseh popisanih dreves) v okviru spremljanja zdravja gozda	84
Preglednica 14. Izbrani kazalniki za vpliv urbanih gozdov na uravnavanje količine vodnih virov, ohranjanje kakovosti virov pitne vode	97
Preglednica 15. Izbrani CORINE razredi rabe tal v MOL	98
Preglednica 16. Akumulirane usedline dušika v razdobju devetnajstih 28-dnevnih časovnih intervalov na ploskvi Rožnik in Brdo	106
Preglednica 17. Akumulirane usedline žvepla v razdobju devetnajstih 28-dnevnih časovnih intervalov na ploskvah Rožnik in Brdo	108
Preglednica 18: Število presečišč transeкта glede na kategorijo poti v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib	123

Kazalo slik

Slika 1. Urbani gozd Ljubljane. Pogled proti Krajinskemu parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib, v ozadju Šmarna gora (foto: Andrej Verlič)	3
Slika 2. Raba tal za del Ljubljane (temnozelena barva prikazuje urbano rabo s cestami in manjšimi pozidanimi površinami).....	5
Slika 3. Karta urbane rabe s cestami in manjšimi pozidanimi površinami (preveč podrobna za namen določitve območij urbanih gozdov)	5
Slika 4. Karta poenostavljenega območja urbane rabe, izdelana na podlagi uporabe pomanjšanja in povečanja robnega območja za 50 metrov	6
Slika 5. Karta poenostavljenega območja urbane rabe, izdelana na podlagi uporabe pomanjšanja robnega območja za 50 metrov in povečanja robnega območja za 100 metrov	7
Slika 6. Z aplikacijo zmanjšanja robnega območja urbane rabe za 50 metrov so bile s prikaza izločene ceste, manjše pozidane površine in reka.	8
Slika 7. Primerjava prikazov prvotne urbane rabe in urbanega območja po modifikaciji robnega območja za izločitev cest in manjših pozidanih površin	8
Slika 8. Prikaz teoretične razmejitev urbanih gozdov (zelena barva) za 7 slovenskih mest z več kot 20.000 prebivalci	9
Slika 9. Na karti sta prikazani dve lokaciji (Rožnik in Gameljne - Tacen), na katerih je Gozdarski inštitut Slovenije v okviru projektne naloge EMoNFUr testno izvajal meritve in popise po usklajenih in primerljivih metodologijah, ki bi bile lahko primerne za spremljanje stanja urbanih in periurbanih gozdov v Evropi. (Atlas okolja, ARSO, 2012). 10	
Slika 10. Prikaz monitorinške lokacije Rožnik na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib	11
Slika 11. Monitorinška lokacija Gameljne - Tacen obsega štiri ploskve: P2 (topol), P3 (rdeči bor), P4 (na prostem), P5 (topol - mladje na tacenskem otoku) ter podploskev P1 (topol ob vodi). (Atlas okolja, ARSO, 2012)	14
Slika 12. Ena od faz izdelave delovnega protokola za testno spremljanje urbanega gozda je potekala v obliki delavnice na Gozdarskem inštitutu Slovenije maja 2012 (foto: Matej Rupel).....	16
Slika 13. Pregled ploskev gozdne inventure v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib	17
Slika 14. Pregledna karta posnetih ploskev v okviru MGGE 2012 in pregled zgoščene mreže ploskev 500 x 500 m za Mestno občino Ljubljana	18
Slika 15. Primer zemljevida za delo na terenu	19
Slika 16. Primer zemljevida z lidarskimi posnetki višin krošenj dreves (levo) in digitalnega ortofoto posnetka (desno)	20

Slika 17. Shema koncentrične ploskve in podploskev	21
Slika 18. Glavne ekosistemske storitve gozda (povzeto po Millennium Ecosystem Assessment Board)	25
Slika 19. Število dreves na hektar, razdeljeno na petcentimetrške debelinske razrede za glavne drevesne vrste v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib (<i>Castanea sativa</i> - domači kostanj, <i>Picea abies</i> - smreka, <i>Pinus sylvestris</i> - rdeči bor, <i>Quercus</i> sp. - hrasti in other - drugo). Debelinski razred 3 tako pomeni drevesa premera od 10 do pod 15 cm itd.	26
Slika 20. Lesna zaloga glavnih drevesnih vrst (m^3/ha) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib glede na petcentimetrške debelinske razrede	26
Slika 21. Vsota temeljnic glavnih drevesnih vrst (m^2/ha) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib po petcentimetrskih debelinskih razredih	27
Slika 22. Prostorska razmestitev plodonosnih drevesnih vrst v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib (število/ha)	27
Slika 23. Prostorski prikaz lokacij z izračunanimi različnimi tipi odmrle lesne biomase (m^3/ha) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib	29
Slika 24. Lokacije opaženih tujerodnih drevesnih vrst v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib.....	29
Slika 25. Pestrost drevesnih vrst na ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. Višja vrednost pomeni večjo pestrost.	30
Slika 26. Izračunani Shannonov indeks za pestrost drevesnih vrst v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. Višja vrednost pomeni večjo pestrost.	31
Slika 27. Količina ogljika (C), akumuliranega v lesni biomasi v tonah na ha, ločeno za vsako popisano ploskev v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. C _{bg} - C v podzemni lesni biomasi (»below ground biomass«); C _{ag} - C v nadzemni lesni biomasi (»above ground biomass«); C _{dw} - C v odmrli lesni biomasi (»deadwood biomass«)	32
Slika 28. Prikaz količin ogljika (C), akumuliranega v lesni biomasi v tonah na ha, na vzorčnih ploskvah (C _{bg} - C v podzemni lesni biomasi, C _{ag} - C v nadzemni lesni biomasi, C _{dw} - C v odmrli lesni biomasi in C _{sum} - skupni C v lesni biomasi) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib	33
Slika 29. Število ploskev glede na različno razvojno fazo gozda v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib.....	34
Slika 30. Število habitatnih dreves (število/ha) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib.....	34
Slika 31. Povprečna osutost krošenj dreves v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib.....	35
Slika 32. Shema samodejnih meteoroloških postaj, postavljenih v okviru projekta (1 - merilnik hitrosti vetra, ki beleži tudi smer vetra (Davis Instruments), 2 - merilnik Sončevega sevanja (Davis Instruments), 3 - merilnik padavin (Davis Instruments), 4 - samodejni registrator temperature in relativne zračne vlage (Votcraft DL-120TH), 5 - omarica z merilnikom zračnega tlaka (Freescale Semiconductor) in s hranilnikom	

podatkov, ki shranjuje podatke o padavinah, Sončevem sevanju, zračnem tlaku in vetru (Campbell Scientific datalogger CR200), 6 - glavna baterija)	36
Slika 33. Poletne temperature zraka v središču Ljubljane	37
Slika 34. Preliminarni uporabniški vmesnik (slika), dostopen na spletnem naslovu http://spark.rstudio.com/sodmferl/Gameljne/	38
Slika 35. Gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Rožnik, ki leži na pobočju za stavbo Gozdarskega inštituta Slovenije v Ljubljani (foto: Lado Kutnar).....	40
Slika 36. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Rožnik v Ljubljani	40
Slika 37. Pogled na gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Gameljne - topol v pomladanskem času. Ploskev leži v obrežnem gozdu ali logu, na spodnji terasi ob strugi reke Save. Rastišča so pod stalnim vplivom vode (visoki nivo podtalnice, redno poplavljanje rečne vode, transport snovi po vodi in odlaganje, razširjenje rastlinskih vrst z vodnim tokom itd.) (foto: Lado Kutnar).	41
Slika 38. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Gameljne - topol pri Ljubljani	41
Slika 39. Pogled na gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Gameljne - bor pri Ljubljani v poletnem času. Ploskev leži v drugotnem gozdu rdečega bora na dvignjeni rečni terasi, ki je izven neposrednega vpliva rečne vode. V pritalne plasti sestojev rdečega bora se vraščajo številne vrste listavcev (foto: Lado Kutnar).....	42
Slika 40. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Gameljne - bor pri Ljubljani	42
Slika 41. Primer vidne (začasne) označitve male vegetacijske ploskve na terenu. Vegetacijska ploskev leži na monitorinški ploskvi Rožnik (foto: Lado Kutnar).	44
Slika 42. Raunkiaerjeve življenjske oblike. Rjavi okvirji označujejo položaj spečih popkov (brstov) (a) fanerofit (<i>Phanerophyte</i>), (b) nanofanerofit (<i>Nanophanerophyte</i>) - hamefit (<i>Chamaephyte</i>), (c) hemikriptofit (<i>Hemicryptophyte</i>), (č) geofit (<i>Geophyte</i>), (d) terofit (<i>Therophyte</i>), (e) epifit (<i>Epiphyte</i>).	45
Slika 43. DCA-ordinacija vseh vegetacijskih ploskev in monitorinških ploskev (lokacij)..	46
Slika 44. Deleži življenjskih oblik na vseh treh monitorinških ploskvah	48
Slika 45. Na monitorinški ploskvi Rožnik v pritalnih plasteh prevladuje srhkostebelna robida (<i>Rubus hirtus</i> W. & K.). Sestoj gradijo zelo različne drevesne vrste. V tem gozdnem sestoju se pojavljajo tudi drevesne vrste, ki nakazujejo poudarjen človekov vpliv (npr. intenzivno gospodarjenje) in motnje, ki se odražajo v pojavljanju tujerodnih, tudi invazivnih vrst (foto: Lado Kutnar).	49
Slika 46. V logih na širšem območju ploskve Gameljne - topol je črni topol (<i>Populus nigra</i> L.) ena od ključnih drevesnih vrst. V neposredni bližini ploskve smo opazili izrazit trend sušenja in umiranja dreves črnega topola. Na samih vegetacijskih ploskvah je vrsta razmeroma redka. Na osnovi vrstne sestave ploskev lahko sklepamo na sukcesijski razvoj teh gozdov proti bolj sušnim, mezofilnim gozdnim združbam (foto: Lado Kutnar).	49

Slika 47. Osrednji del velike in srednje vegetacijske ploskve Gameljne - topol v pomladanskem času (25. april 2013). V tem delu se pojavljajo posamezni mladi poganjki japonskega dresnika (<i>Fallopia japonica</i>), ki v tem času dosegajo višino do nekaj 10 centimetrov (foto: Lado Kutnar).....	50
Slika 48. Osrednji del velike in srednje vegetacijske ploskve Gameljne - topol v poletnem času (18. junij 2013). V tem času je invazivna tujerodna vrsta japonski dresnik (na sliki je v ospredju) dosegel tudi več kot 2 metra višine, kar kaže na njegov izjemni rastni potencial in življenjsko moč (foto: Lado Kutnar).	50
Slika 49. Na posameznih delih ploskve Gameljne - topol v pomladanskem času povsem prevladuje čemaž (<i>Allium ursinum</i> L.), ki se v poletnem času postopoma umika drugim vrstam. Njegova rastišča takrat zasedejo predvsem različne invazivne tujerodne vrste (foto: Lado Kutnar).	51
Slika 50. Pogled na srednjo vegetacijsko ploskev Gameljne - bor v pomladanskem času (26. april 2013) (foto: Lado Kutnar).....	51
Slika 51. V posameznih delih ploskve Gameljne - bor je pritalna vegetacija dobro razvita in raznovrstna. V poletnem času so na ploskvi najbolj razraščeni beli in sinjezeleni šaš (<i>Carex alba</i> , <i>C. flacca</i>) ter pisana šašulica (<i>Calamagrostis varia</i>) (foto: Lado Kutnar). ..	52
Slika 52. Delež tujerodnih, invazivnih in domačih rastlinskih vrst v preučenih urbanih in periurbanih gozdovih MOL	53
Slika 53. Drobnocvetna nedotika (<i>Impatiens parviflora</i>) je invazivna tujerodna vrsta, ki smo jo našli na ploskvah Rožnik in Gameljne - topol (foto: Lado Kutnar).	54
Slika 54. Na gozdnem robu v neposredni bližini monitorinške ploskve Rožnik raste tudi navadna amorfa (<i>Amorpha fruticosa</i>). Njeni listi po obliki nekoliko spominjajo na liste robinije (<i>Robinia pseudacacia</i>) (foto: Lado Kutnar).....	54
Slika 55. Na monitorinški ploskvi Rožnik se izven vegetacijskih ploskev pojavlja tudi navadna bodika (<i>Ilex aquifolium</i>). Semena bodike so domnevno iz bližnjih vrtov in parkov zanesle živali (foto: Lado Kutnar).	55
Slika 56. Velik del ploskve Gameljne - topol je v poletnem obdobju skoraj v celoti preraščen z invazivnimi tujerodnimi vrstami. Med invazivnimi vrstami na srednji vegetacijski ploskvi prevladujejo orjaška zlata rozga (<i>Solidago gigantea</i>), japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>) in deljenolistna rudbekija (<i>Rudbeckia laciniata</i>) (foto: Lado Kutnar).	55
Slika 57. Orjaška in kanadska zlata rozga (<i>Solidago gigantea</i> , <i>S. canadensis</i>) sta invazivni vrsti v obrežnih, poplavnih in močvirnih gozdovih. Razlikujeta se po tem, da ima orjaška zlata rozga golo steblo, pri kanadski pa je steblo gostodlakavo (foto: Lado Kutnar).	56
Slika 58. Japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>) je ena od pogostejših invazivnih tujerodnih vrst v obrežnih gozdovih. Vrsta zraste do 2 metra visoko in ima liste dolge do 15 centimetrov. Tej vrsti je nekoliko podoben sahalinski dresnik (<i>Fallopia sachalinensis</i>), ki pa za razliko od prvega zraste višje (tudi do 4 metre). Njegovi listi so dolgi do 30 centimetrov in imajo srčasto dno. Pri nas raste tudi križanec med tema vrstama dresnikov, češki dresnik (<i>F. × bohemica</i>) (foto: Lado Kutnar).....	56

Slika 59. Invazivna tujerodna vrsta deljenolistna rudbekija (<i>Rudbeckia laciniata</i>) je med bolj razširjenimi vrstami na ploskvi Gameljne - topol. Vrsta v nižinskih in poplavnih gozdovih lahko gradi obsežne in goste sestoje, ki onemogočajo rast domačim rastlinskim vrstam (foto: Lado Kutnar).	57
Slika 60. Žlezava nedotika (<i>Impatiens glandulifera</i>) se pojavlja na posameznih delih ploskve Gameljne - topol. V okolici ploskve je vrsta pogostejša v bolj odprtih sestojih, na gozdnem robu in ob strugi reke Save (foto: Lado Kutnar).	57
Slika 61. Topinambur ali laška repa (<i>Helianthus tuberosus</i>) je ena od invazivnih tujerodnih vrst na ploskvi Gameljne - topol (foto: L. Kutnar).	58
Slika 62. Kronologija širin branik za hraste, ki rastejo na vznožju hriba (ploskev Tivoli) in na njegovem vrhu (ploskev Rožnik), ki je ravno tako del urbanega gozda	61
Slika 63. Odziv debelinske rasti hrasta na povprečne mesečne temperature (zgornji graf) in mesečno vsoto padavin (spodnji graf). S temnejšo barvo smo obarvali tiste mesece, ki ključno vplivajo na rast, z velikimi črkami so prikazani meseci tekočega leta, z malimi pa meseci predhodnega leta.	62
Slika 64. Drseča korelacija med širino branike in povprečno mesečno junijsko temperaturo (spodnja, modra črta) in mesečno količino padavin v juniju (zgornja, oranžna črta)	63
Slika 65. Pozitivna in negativna značilna leta - hrasti na ploskvah Tivoli in Rožnik.....	63
Slika 66. Prikaz polmerov za štetje ptic po točkovni metodi na terenu	65
Slika 67. Lokacije opazovalnih točk na območju MOL, na katerih je potekalo spremljanje ptic v letu 2013.....	66
Slika 68. Akumulacijska krivulja vrst ptic v urbanih gozdovih in parkih v MOL in okolici. Iz krivulje je razvidno, da vrstna pestrost narašča, kar posledično pomeni, da se v urbanih gozdovih pojavlja še veliko drugih vrst ptic, ki pa v teh opazovanjih niso bile opažene.	67
Slika 69. Metoda transektov v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib je bila izvedena s pomočjo mreže na liniji dolžine od 128 do 220 m.	71
Slika 70. Malaisove pasti za lovljenje letečih insektov (npr. muh trepetavk) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib	71
Slika 71. Opazovano število muh trepetavk po metodi transektov v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib v letih 2012 in 2013. Sezonski trendi aktivnosti muh trepetavk so se na tej lokaciji med dvema letoma opazovanja razlikovali.	73
Slika 72. Število muh trepetavk, ujetih v malaisove pasti v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib v letih 2012 in 2013. Na osi x je prikazan datum v letu. V letu 2013 se je višek številčnosti pojavil kasneje, tj. v začetku julija namesto na koncu junija. ..	73
Slika 73. Številčnost muh trepetavk na transektih Gameljne v letu 2013. Vrh številčnosti se je na transektu 1 pojavil junija, medtem ko se je na transektu 2 pojavil šele avgusta.	74
Slika 74. Spremembe v prisotnosti vrst muh trepetavk med letoma 2012 in 2013 za a) vse vrste muh trepetavk skupaj, b) mikrofage vrste, c) fitofage vrste, č) predatorske vrste d) saproksilne vrste	75

Slika 75. Razlike v vrstni sestavi muh trepetavk, določeni z metodo transektov in metodo malaisovih pasti v letih 2012 in 2013 v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. Za prikaz razlik v vrstni sestavi med posameznimi leti in med različnima uporabljenima metodama je bil uporabljen Jaccardov indeks podobnosti.	76
Slika 76. Primer popisnega obrazca za spremljanje zdravja gozda po UFMO-metodi. Legenda: ID - identifikacijska številka drevesa (npr. zaporedna številka); DV - drevesna vrsta (šifra iz seznama drevesnih vrst); D1,3 - prsni premer drevesa; vzrok - povzročitelj poškodb (latinsko ime); opomba - opis ukrepa (npr. posek, kleščenje, sanitarni posek, redčenje); lok. - kratek opis poti, ki jo popisujemo; datum in čas popisa	79
Slika 77. ISM-popisne ploskve (ISM plots) in UFMO-poti (UFMO tracks) na lokaciji Rožnik v Ljubljani, kjer smo popisovali škodljive dejavnike v okviru spremljanja zdravja gozda .	80
Slika 78. Primer UFMO-transekta z lokacijami poškodovanih dreves ob poti.....	81
Slika 79. Vpliv dolžine poti na število predlaganih ukrepov in trajanje popisa pri UFMO-metodi	83
Slika 80. Primerjava povprečnega prsnega premera skupnih drevesnih vrst med ISM- in UFMO-metodo. Zvezdica (*) ob imenu drevesne vrste označuje statistično značilno razliko med povprečnim prsnim premerom med ISM- in UFMO-metodo pri 95-odstotnem zaupanju.	85
Slika 81. Lokacije pasivnih vzorčevalnikov za spremljanje onesnaženosti zraka na monitorinških lokacijah Rožnik (3), Golovec (1) in Gameljne (1) ter referenčne ploskve ARSO - Ljubljana Bežigrad (1).....	88
Slika 82. Povprečne 14-dnevne koncentracije ozona v vegetacijski dobi leta 2012 na ploskvi Rožnik in referenčni ploskvi ARSO - Ljubljana Bežigrad. Rdeča črta predstavlja kritično obremenitev AOT40 ($80 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$).	89
Slika 83. Povprečne 14-dnevne koncentracije ozona na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2013. Rdeča črta predstavlja kritično obremenitev AOT40 ($80 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$).	90
Slika 84. Povprečne 14-dnevne koncentracije ozona na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2014. Primerjalno z dvema ploskvama v gozdu izven urbanih območij (Brdo in Borovec). Rdeča črta predstavlja kritično obremenitev AOT40 ($80 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$).	91
Slika 85: Povprečne 14-dnevne vsebnosti dušikovega dioksida na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2013. Primerjalno z dvema ploskvama v gozdu izven urbanih območij (Borovec in Fondek). Na nobeni od ploskev v obdobju meritev ni bila presežena kritična obremenitev za varstvo rastlin ($30 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$, oranžna črta) oziroma letna kritična obremenitev za varovanje zdravja ljudi ($40 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$, rdeča črta).	92
Slika 86. Povprečne 14-dnevne vsebnosti žveplovega dioksida na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2013. Primerjalno z dvema ploskvama v gozdu izven urbanih območij (Borovec in Fondek). Označena je mejna vrednost SO_2 ($125 \mu\text{g m}^{-3}$) za povprečne dnevne vsebnosti (rdeča črta).	93

Slika 87. Povprečne 14-dnevne vsebnosti amonijaka na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2013. Primerjalno s tremi ploskvami v gozdu izven urbanih območij (Borovec, Fondek, Murska Šuma).....	94
Slika 88. Vodovarstvena območja, izviri in zajetja v gozdovih Mestne občine Ljubljana (Vilhar in sod., 2010)	96
Slika 89. Izbrani CORINE razredi rabe tal v MOL.....	97
Slika 90. Relativni prispevek izbranih rab tal a) k uravnavanju količine vodnih virov in b) ohranjanju kakovosti virov pitne vode	99
Slika 91. Skupni relativni prispevek izbranih rab tal k uravnavanju količine vodnih virov in ohranjanju kakovosti virov pitne vode	100
Slika 92. Meritve kakovosti vode v potoku s prenosnim merilnim inštrumentom HQ40d Multi meter (HachLange) (foto: Urša Vilhar).....	101
Slika 93. Pretok (Q v $l\ s^{-1}$) potoka pod Rožnikom, merjen v 6'' Parshallovem prelivu za spremljanje količine pretoka z avtomatsko tlačno sondo za spremljanje višine vode (HOB0 U20 Water Level Data Logger - U20-001-01) v 30-minutnem intervalu	101
Slika 94. Avtomatski merilniki na monitorinški lokaciji Gameljne - Tacen, raziskovalna ploskev P2 (topol), za kontinuirane meritve temperature zraka na višini 2 m, vsebnosti vlage v tleh in temperature tal na globini 0,1 in 0,3 m (foto: Urša Vilhar)	102
Slika 95. Količina padavin na prostem (modri stolpci) in v sestoju (zeleni stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v $l\ m^{-2}$).....	104
Slika 96. Usedline dušika v amonijevi obliki na prostem (modri stolpci) in v sestoju (rdeči stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v $kg\ N\ ha^{-1}$)	105
Slika 97. Usedline dušika v nitratni obliki na prostem (rumeni stolpci) in v sestoju (vijolični stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v $kg\ N\ ha^{-1}$).....	106
Slika 98. Razmerje usedlin dušika v obliki amonija na prostem in v sestoju na ploskvah Rožnik, Brdo in Borovec v letih 2012 a), 2013 b) in prvi polovici 2014 c)	107
Slika 99. Razmerje usedlin dušika v obliki nitrata na prostem in v sestoju na ploskvah Rožnik, Brdo in Borovec v letih 2012 a), 2013 b) in prvi polovici 2014 c)	107
Slika 100. Usedline žvepla v sulfatni obliki na prostem (modri stolpci) in v sestoju (rdeči stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v $kg\ S\ ha^{-1}$)	108
Slika 101. Razmerje usedlin žvepla v obliki sulfata na prostem in v sestoju na ploskvah Rožnik, Brdo in Borovec v letih 2012 a), 2013 b) in prvi polovici 2014 c)	109
Slika 102: Lokacije vzorčenja mahov v Mestni občini Ljubljana	111
Slika 103: Delo na terenu (foto: Mitja Skudnik)	111
Slika 104: Mah vrste <i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. ali »štorovo sedje« (foto: Mitja Skudnik)	112
Slika 105. Lokacija 31 monitorinških ploskev v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. Ploskve so razporejene v sistematični mreži 500 x 500 m. Na vseh monitorinških ploskvah smo odvzeli vzorce tal za pedološke analize. Izjema je ploskev 7, ki je znotraj Živalskega vrta Ljubljana in je nismo upoštevali pri vzorčenju.	114

Slika 106. Lokacija treh monitorinških ploskev na območju Gameljne - Tacen (obrečni gozdovi Mestne občine Ljubljana), kjer smo opravili vzorčenje tal	114
Slika 107. Jemanje vzorcev gozdnih tal na trajnih monitorinških ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib (foto: A. Marinšek)	115
Slika 108. Vzorce gozdnih tal smo na vsaki monitorinški ploskvi odvzeli na petih različnih horizontih/globinah tal (vzorci tal od leve proti desni: O_l podhorizont, O_f podhorizont, O_h podhorizont, globine 0-10, 10-20, 20-30 cm) (foto: A. Marinšek).....	116
Slika 109. V Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib prevladujejo globoka ter kisla distrična rjava tla (foto: A. Marinšek).	116
Slika 110. Psevdoglejna tla so značilna za ravninski del Krajinskega parka Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib, predvsem na njegovem zahodnem delu (Mostec in ob Večni poti) (foto: M. Kobal).	117
Slika 111. Obrečna tla so značilna za obrečne gozdove na lokaciji Gameljne (foto: A. Marinšek).	117
Slika 112. Vrednosti reakcije tal na 34 monitorinških ploskvah po različnih talnih horizontih/globinah. pH v povprečju narašča z globino tal.....	118
Slika 113. Vsebnost organskega ogljika (C_{org}) v tleh na monitorinških ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib in Gameljne (legenda: 0-40 = številka ploskve, 0-60 = količina ogljika (C_{org}) v g/100 g)	118
Slika 114. Vsebnost dušika (N) v tleh na ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib in Gameljne (legenda: 0-40 = številka ploskve, 0,00-2,50 = količina dušika (N) v g/100 g).....	119
Slika 115. Vsebnost žvepla (S) v gozdnih tleh na monitorinških ploskvah z globino pada (legenda: 0-40 = številka ploskve, 0,00-0,35 = količina žvepla (S) v g/100 g).	119
Slika 116. Vsebnost svinca (Pb) presega opozorilno vrednost (100 mg kg^{-1}) le na eni od ploskev v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib.....	120
Slika 117: Linijsko vzorčenje (povzeto po Esseen P. A. in sod., 2007)	122
Slika 118: Prostorski pregled transekt LIS v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib.....	123
Slika 119. Kabinetni del delavnice na Gozdarskem inštitutu Slovenije (foto: Andrej Verlič)	131
Slika 120. Terenski del delavnice v Gameljnah pri meteorološki postaji (foto: Andrej Verlič)	132
Slika 121. Levo - Gregor Božič je predstavil pomen poplavnih logov v Gameljnah; sredina - Mihej Urbančič je predstavil pomen spremljanja talnih razmer; desno - Lado Kutnar je predstavil popis vegetacije in pomen spremljanja tudi tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst (foto: Andrej Verlič).	132
Slika 122. Utrinek s praktičnega dela delavnice na monitorinški ploskvi na lokaciji Rožnik, ki jo je vodil Matej Rupel (foto: Andrej Verlič)	132
Slika 123. Sestanek z mag. Natalijo Györek z Inštituta za gozdno pedagogiko (foto: Matej Rupel).....	133

Slika 124. Utrinek s predstavitve vloge Gozdarskega inštituta Slovenije v projektu EMoNFUr (foto: Andrej Verlič)	134
Slika 125. Dijakom je aktivnosti na lokaciji Rožnik predstavila vodja projekta dr. Urša Vilhar, popestrila pa ga je s padavinami radodarna zima (foto: Andrej Verlič).	134
Slika 126. Udeleženci tečaja na lokaciji Rožnik, kjer smo predstavili aktivnosti in pomen spremljanja stanja urbanih gozdov (foto: Andrej Verlič)	135
Slika 127. Utrinek z ogleda gozdov ljubljanskega Rožnika (foto: Andrej Verlič)	136
Slika 128. Zaključek poti na Ljubljanskem gradu (foto: Andrej Verlič)	136
Slika 129. Veliki tabli na lokacijah Rožnik (desno) in Gameljne (levo) (foto: Andrej Verlič)	136
Slika 130. Levo - Mihej Urbančič med prikazom talnega profila in desno - Urša Vilhar med prikazom monitoringa gozdnohidroloških razmer na delavnici septembra 2013; v ozadju informativne table o gozdni vegetaciji, gozdnih tleh in gozdni hidrologiji (foto: Andrej Verlič)	137
Slika 131. Table o spremljanju kakovosti zraka, poplavnih logih in meteoroloških meritvah; na sliki desno Iztok Sinjur med predstavitvijo meteoroloških meritev na delavnici septembra 2013 (foto: Andrej Verlič)	137
Slika 132. Trajne table na lokaciji Rožnik (a-i) (foto: Andrej Verlič)	142

1 PARTNERJI



ERSAF - Regionalna agencija za kmetijske in gozdarske storitve

Regionalna agencija za kmetijske in gozdarske storitve (ERSAF) je operativno telo dežele Lombardije, ki opravlja tehnične in promocijske dejavnosti na področju kmetijstva, gozdarstva, razvoja podeželja in upravljanja naravnih virov ter varovanja z večnamenskim in povezovalnim pristopom.



PNM - Parco Nord Milano

Območje Parco Nord leži v severnem delu metropolitanskega območja Milana (približno 9 km od centra mesta). V preteklosti je območje pripadalo industrijskim družbam, specializiranim za proizvodnjo mehanskih izdelkov. Proizvodnja je prenehala v poznih šestdesetih letih prejšnjega stoletja. Glavne industrijske panoge so se odmaknile daleč od metropolitanskega območja Milana. V zgodnjih sedemdesetih letih je velik del območja kupila vlada Lombardije preko Parca Nord Milano (PNM), ki je bil zadolžen za gradnjo parka z odstranitvijo industrijskih odpadkov in za sajenje gozdnih dreves.



RL - Dežela Lombardija

Dežela Lombardija (RL) z Green Systems in Oddelkom za krajinarstvo upravlja regionalna omrežja Nature 2000 in njegovo povezovanje z drugimi zavarovanimi območji. V gozdarskem sektorju dejavnosti obsegajo zlasti razvoj urbanih in periurbanih zelenih površin ter razvoj celotnega sektorja gozdnolesne energije; namen je predvsem ohranjanje in varovanje zemljišč. Cilji Green Systems in Oddelka za krajinarstvo so krepitev teritorialne in socialnookoljske dediščine ter prepoznavanje lepote lombardijske pokrajine, njenega bogastva in raznolikosti. Green Systems in Oddelek za krajinarstvo delujeta na področjih zaščitene območij, biotske raznovrstnosti, krajine in gozdov.



GIS - Gozdarski inštitut Slovenije

Gozdarski inštitut Slovenije (GIS) je edini javni raziskovalni zavod nacionalnega pomena s področja temeljnega in aplikativnega raziskovanja gozdov, gozdne krajine, gozdnega ekosistema, gozdarstva, divjadi in lovstva v Sloveniji. GIS izvaja javne službe v okviru raziskovalnega programa in komplementarnih raziskav ter javne gozdarske in okoljske službe.

2 PREDSTAVITEV LIFE+ PROJEKTA EMONFUR

Cilj LIFE+ projekta EMoNFUR je bil izdelati predlog zasnove za evropsko mrežo spremljanja stanja urbanih gozdov ter testirati aktivnosti spremljanja urbanih gozdov v deželi Lombardiji in v Sloveniji. Na osnovi področnih evropskih politik so bili predlagani ukrepi za uskladitev in uporabo sinergij med različnimi programi spremljanja stanja gozdov na nacionalni, regionalni in evropski ravni. Projektni konzorcij je predstavil minimalne zahteve za spremljanje stanja urbanih gozdov. Poleg usklajenih metod za spremljanje komponent, kot so biodiverzitet (rastlinstvo in živalstvo), inventura gozdov, zdravje gozda in gozdna tla, smo spremljali tudi druge okoljske parametre glede na specifične razmere oziroma potrebe.

Eden od ciljev projekta je bil tudi pripraviti priporočila za upravljanje urbanih gozdov ter podati predloge za prihodnje projekte na temo spremljanja njihovega stanja. Pozornost je bila namenjena tudi ozaveščanju lokalnih interesnih skupin o pomenu spremljanja urbanih gozdov in o njihovi vlogi pri blažitvi posledic podnebnih sprememb (Verlič in sod., 2014).

3 POPIS URBANIH GOZDOV V SLOVENIJI

Gozd, gozdno drevje, parki in druge zelene površine v urbaniziranih območjih ali ob njih so sestavni del urbane krajine.

Gozd, ki je del mestnega oziroma urbanega okolja, v slovenskem jeziku poimenujemo z različnimi izrazi. V literaturi zasledimo pojme, kot so urbani gozd, parkovni gozd, mestni gozd, primestni gozd, zeleni pas mesta idr. (Anko, 1993; Lesnik in sod., 1993; Oven in sod., 1999). Kateri izraz je najprimernejši, je največkrat odvisno od tradicije, panoge, tipa lastništva ipd. Od definicije je odvisna izločitev območja gozdov, ki jih obravnavamo.

Po Odloku o varstvu zelenega pasu mesta Ljubljane (1955, 1. člen) je urbani gozd opredeljen kot zeleni pas, kamor »sodijo vsi gozdovi ter gozdno in okrasno drevje in grmičevje na območju mesta Ljubljane ne glede na lastništvo in ne glede na to, ali raste v gozdu, zunaj gozda, v ograjenih in neograjenih prostorih«.



Slika 1. Urbani gozd Ljubljane. Pogled proti Krajinskemu parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib, v ozadju Šmarna gora (foto: Andrej Verlič).

V tuji literaturi se največkrat uporablja zveza urbani in periurbani gozd (*urban and peri-urban forest*), v zadnjem času pa izraz zelena infrastruktura (*green infrastructure*). Pojma največkrat zajemata ulična drevesa, parke in vrtove znotraj mestnih površin ter gozdove znotraj mest in okoli njih. Hatzistathis in sod. (1999) definirajo urbani gozd na podlagi velikosti populacije v mestu ter glede na radij oddaljenosti gozda od mesta, Miller (1997) pa dodatno opredeli, da so te površine plod vestnega načrtovanja in gospodarjenja (tudi načrtne sadnje) ali pa rezultat slučajnih okoliščin pri rabi zemljišč, ekonomske nezanimivosti, topografije in zanemarjanja prostora. Gustavsson in sod. (1999) definicijo postavijo na podlagi nalog urbanega gozdarstva. Slednje definirajo kot dejavnost, ki skrbi za osnivanje in ohranjanje gozdov, gozdnatih površin, parkov in posameznih dreves znotraj urbanih območij ali v njihovi bližini, z osnovnim namenom ustvarjanja koristi in rekreacijskih danosti za prebivalstvo. Urbani gozd pa je opredeljen kot gozd ali gozdna površina znotraj urbanih območij ali v njihovi neposredni bližini, kot celota in ne kot posamezna drevesa (Osanič, 2002). Gustavsson poudari, da koristi in rekreacijska vrednost slonijo na gozdu in ne na parkih, drevoredih in posamičnih drevesih.

Na globalni ravni ni zakonsko zavezujočega dokumenta, ki bi se nanašal specifično na urbani in periurbani gozd (Knuth, 2005).

V okviru projektne naloge LIFE10/ENV/IT/000399 »ESTABLISHING A MONITORING NETWORK TO ASSESS LOWLAND FOREST AND URBAN PLANTATION IN LOMBARDY AND URBAN FOREST IN SLOVENIA« je med drugim predvidena izdelava predloga in testnih aktivnosti spremljanja urbanih in periurbanih gozdov v deželi Lombardiji in v Sloveniji.

Ta cilj predvideva validiran predlog za spremljanje urbanih in periurbanih gozdov ter predlog evropske mreže za spremljanje urbanih in periurbanih gozdov.

Projektni partnerji smo sklenili najprej preučiti različice pomenov in uporabe pojmov urbani in periurbani gozd, da bi se poenotili o prostorskem konceptu, ki ga pojma zajemata.

Kratka razprava o definicijah teh dveh pojmov je zapisana v delu »Evaluation of forest monitoring projects in Europe« (priloga), ki so ga izdelali člani Znanstvenega sveta projekta EMoNFUr.

Ena od predlaganih metodologij, ki bi bila z dopolnili primerna za prostorsko opredelitev obravnavanih gozdov, je metodologija, uporabljena v projektu MOLAND (*Monitoring Land Use / Cover Dynamics*) (EEA, 2008).

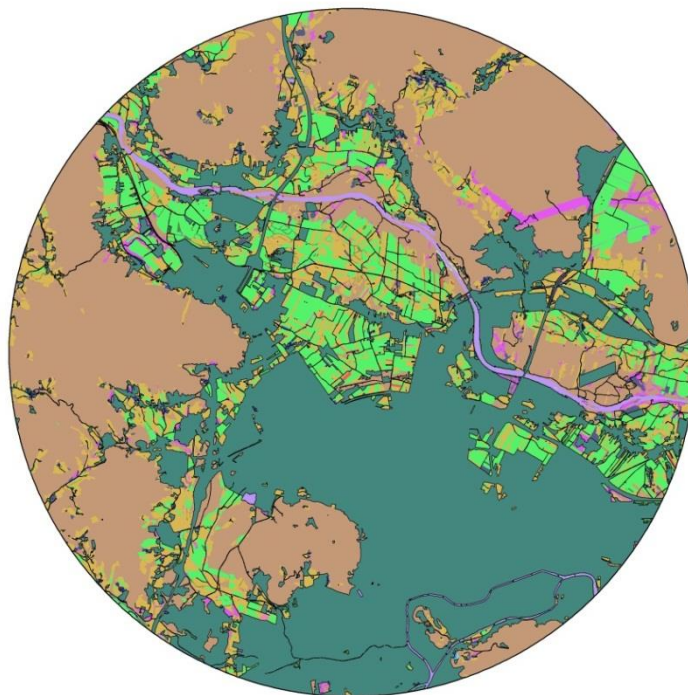
Metodologija MOLAND

Cilj metodologije MOLAND (*Monitoring Land Use / Cover Dynamics*) (JRC / EEA, 2008) je oceniti, spremljati in modelirati pretekli, trenutni in prihodnji razvoj mest in regij z vidika trajnostnega razvoja. To naj bi dosegli z vzpostavitvijo podatkovne baze rabe tal in prometnega omrežja različnih mest in regij v Evropi. Z našega vidika bi bila metodologija lahko uporabna za določanje območij urbanih in periurbanih površin, ki bi bilo primerljivo za različne države in bi posledično omogočalo skupne okvirje pri obravnavanju območij urbanih in periurbanih gozdov.

Postopek

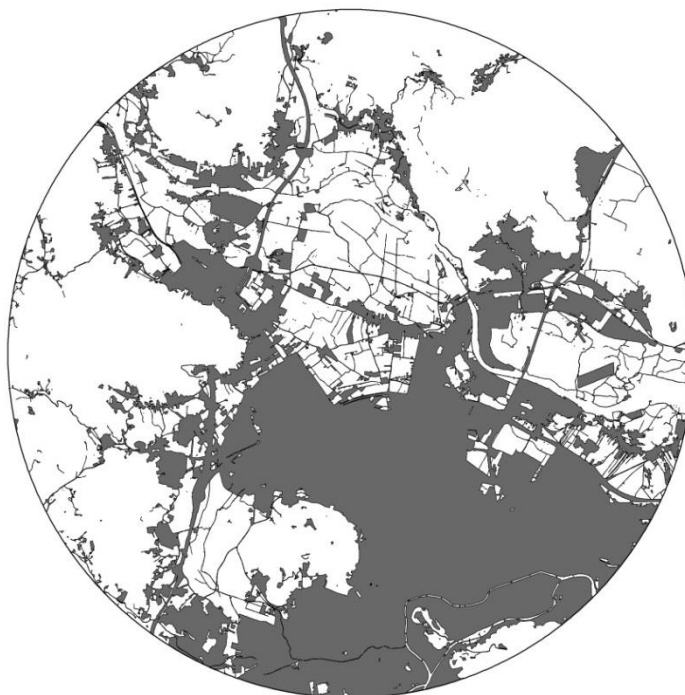
Območja so bila izločena na podlagi sloja kontinuiranih pozidanih površin - notranje območje (*core area*) - centrov mest in večjih krajev. Okoli njih je izločen pas periurbanega (primestnega) dela območja. Slednje po metodologiji MOLAND navadno sovpada s CORINE slojem umetnih površin (v formuli z oznako A). Pas okoli notranjega območja je bil izračunan po formuli $0,25 \times \sqrt{A}$.

Raba tal za najbolj urbanizirani predel Ljubljane je prikazana na Slika 2.



Slika 2. Raba tal za del Ljubljane (temnozeleno prikazuje urbano rabo s cestami in manjšimi pozidanimi površinami)

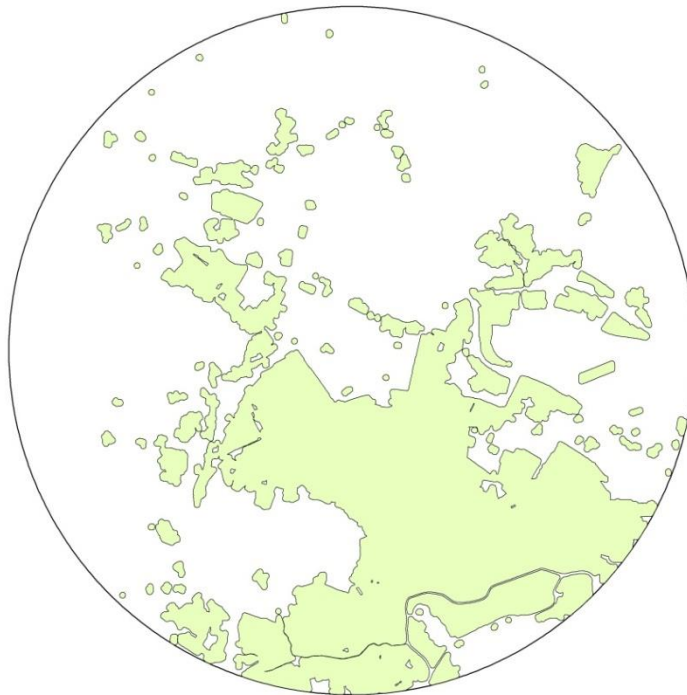
Urbano območje znotraj Ljubljane (upoštevanje cest in manjših pozidanih površin je za aplikacijo robnega območja (*buffer*) preveč podrobno, kar nakazuje Slika 3):



Slika 3. Karta urbane rabe s cestami in manjšimi pozidanimi površinami (preveč podrobna za namen določitve območij urbanih gozdov)

Primer 1 (-50 m → + 50 m)

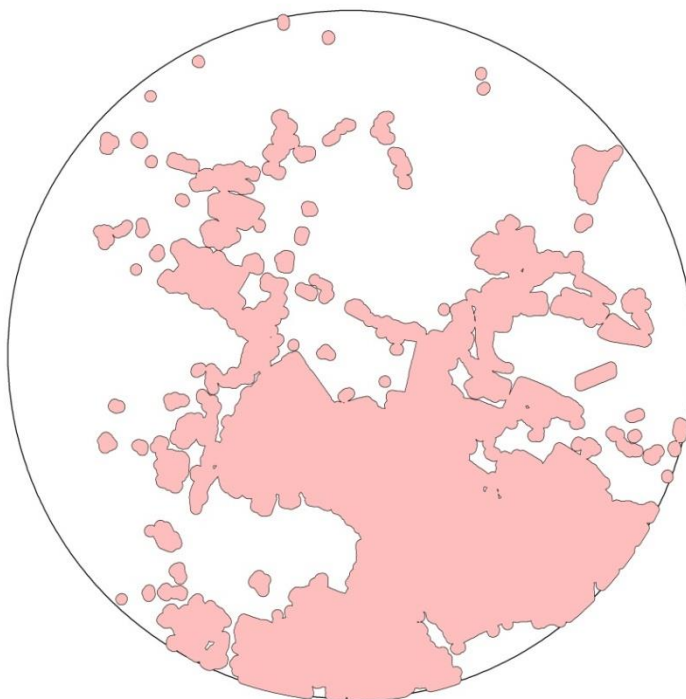
Z aplikacijo zmanjšanja robnega območja za 50 metrov in nato njegovim ponovnim povečanjem za 50 metrov so bile s prikaza izločene ceste in manjše pozidane površine. Še vedno pa območje deli reka (na spodnji strani prikaza Slika 4).



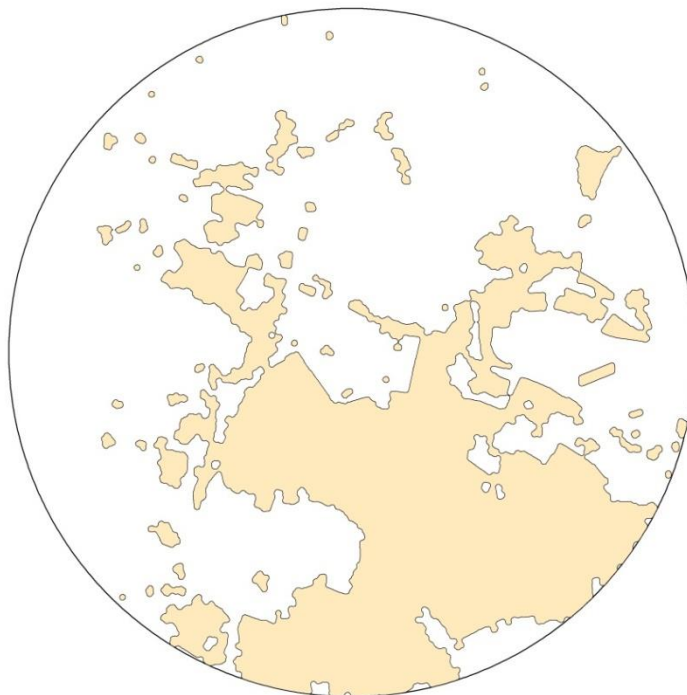
Slika 4. Karta poenostavljenega območja urbane rabe, izdelana na podlagi uporabe pomanjšanja in povečanja robnega območja za 50 metrov

PRIMER 2 (-50 m → + 100 m → - 50 m)

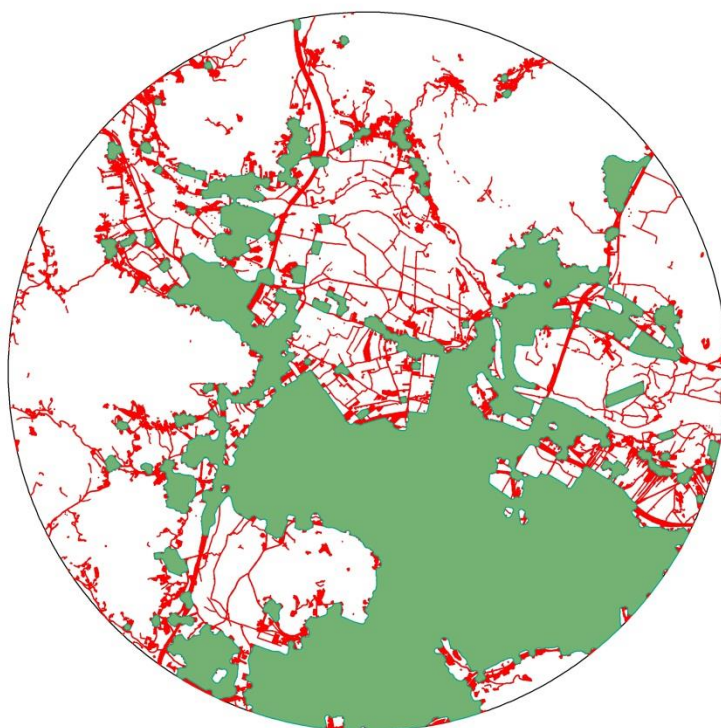
Za zaokrožitev območja, ki ga je v prejšnjem primeru ločila reka, je v tem primeru uporabljen učinek robnega območja, povečanega za 100 metrov (Slika 5).



Slika 5. Karta poenostavljenega območja urbane rabe, izdelana na podlagi uporabe pomanjšanja robnega območja za 50 metrov in povečanja robnega območja za 100 metrov

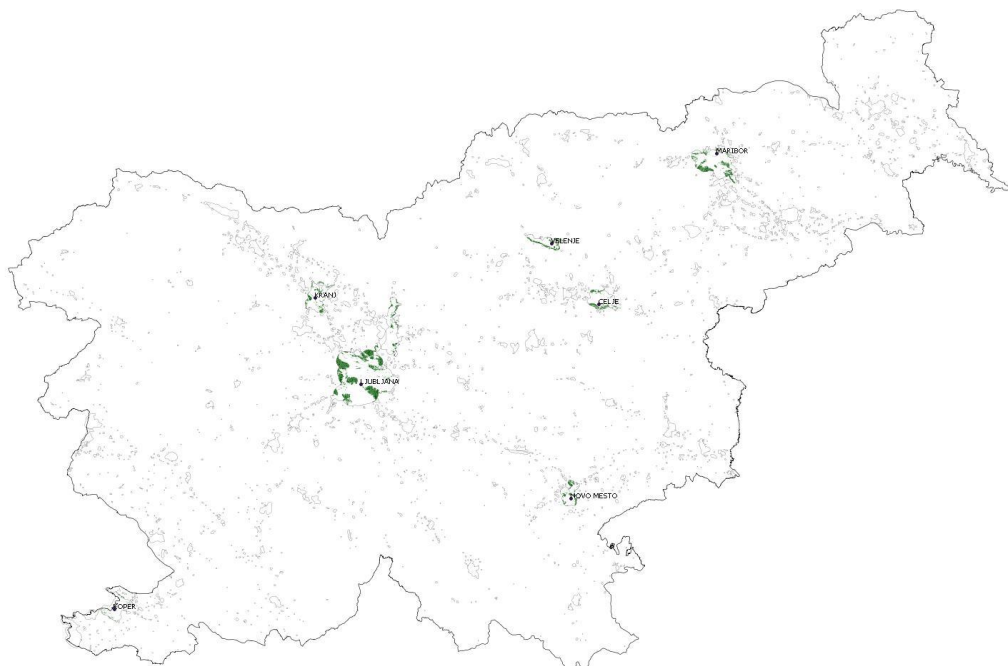


Slika 6. Z aplikacijo zmanjšanja robnega območja urbane rabe za 50 metrov so bile s prikaza izločene ceste, manjše pozidane površine in reka.



Slika 7. Primerjava prikazov prvotne urbane rabe in urbanega območja po modifikaciji robnega območja za izločitev cest in manjših pozidanih površin

PRIMER UPORABE POSTOPKA ZA SLOVENIJO (mesta z več kot 20.000 prebivalci po podatkih SURS (2011))



Slika 8. Prikaz teoretične razmejitve urbanih gozdov (zelena barva) za 7 slovenskih mest z več kot 20.000 prebivalci

Glede na funkcijo urbanih gozdov, ki je najizrazitejša v strnjeno pozidanih mestih z veliko prebivalci in z dinamičnim tempom življenja, smo prikaz smiselno izdelali le za 7 slovenskih mest z več kot 20.000 prebivalci. Tako izločenih površin je približno 6500 ha (Slika 8).

Postopek avtomatizirane izločitve je dober prvi korak pri definiranju območij urbanih gozdov. V naslednjem koraku je treba posvetiti pozornost robnim območjem. S tem mislimo na gozdove, ki jih v prvem koraku določena meja preseka, ter na gozdove, ki bi morali biti po strokovni oceni vključeni v območje (glede na intenzivnost obiska).

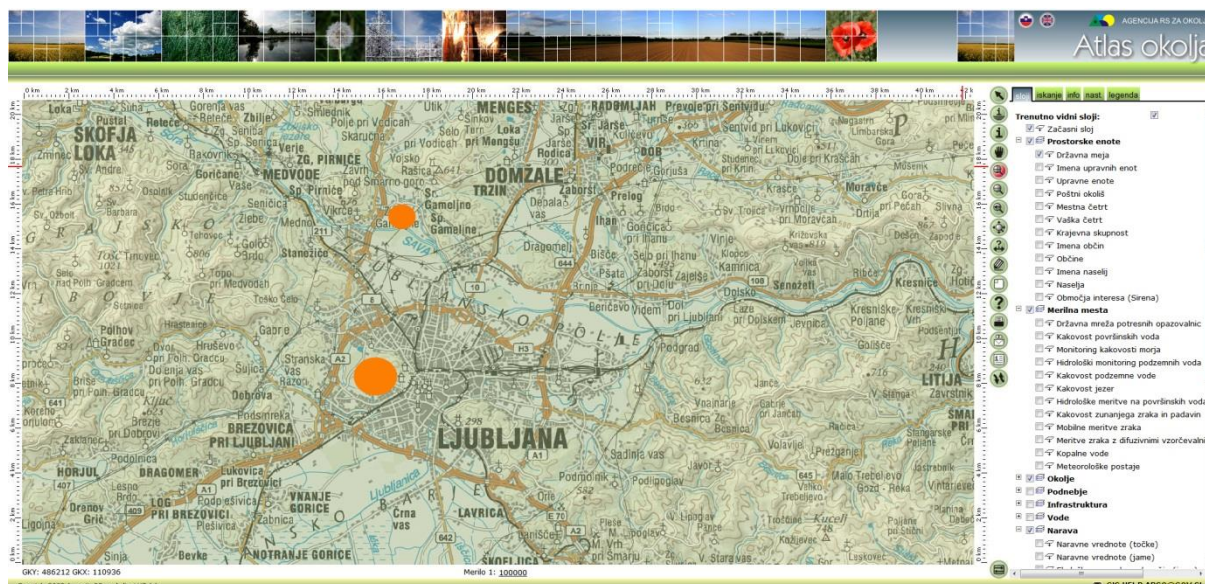
Za izbor najprimernejših postopkov bi bile potrebne dodatne raziskave, ki bi vključevale uporabo podatkov iz daljinskega zaznavanja in pristopov socioloških znanosti.

4 MONITORINŠKE LOKACIJE

V prvih mesecih projekta so člani slovenskega dela projektne skupine z Gozdarskega inštituta Slovenije organizirali posvetovalna srečanja s slovenskimi člani uporabniškega odbora (*User Committee*). Sodelovali so mag. Robert Hostnik (Zavod za gozdove Slovenije, Krajevna enota Celje), doc. dr. Janez Pirnat (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire), dr. Lena Marion (TISA, d. o. o., skupina za arboristiko) in mag. Zala Strojín - Božič (Mestna občina Ljubljana, Oddelek za Varstvo okolja).

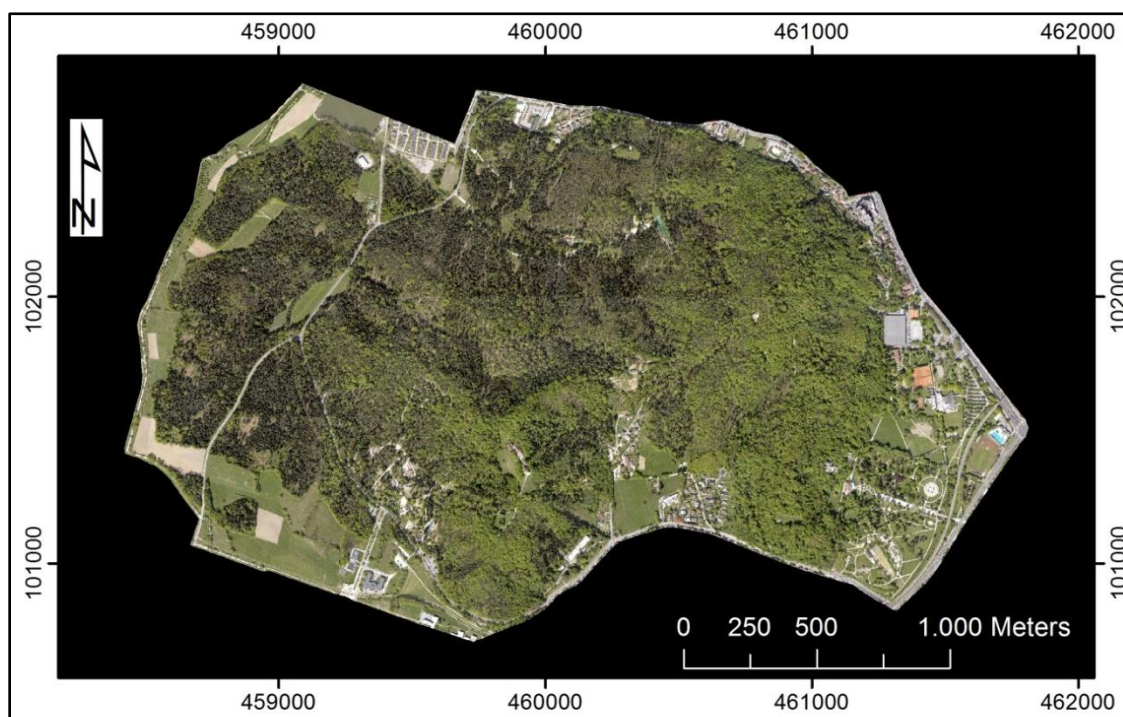
Sestankov in terenskih ogledov so se udeležili P. Simončič, A. Verlič, M. Kobal, M. Ferlan, M. Rupel, S. Grbec, L. Marion, J. Pirnat, L. Kutnar, M. de Groot, M. Skudnik, U. Vilhar ter po videokonferenci italijanska člana projektne skupine G. Sanesi in B. Selleri.

Določeni sta bili območji (lokaciji) testnih meritev in popisov znotraj meja Mestne občine Ljubljana (Slika 9). Prva lokacija je na območju urbanega gozda, ki je del Krajinskega parka Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib (imenovana Rožnik ali TRŠ), druga je na območju periurbanih poplavnih gozdov ob reki Savi v krajih Gameljne in Tacen (imenovana Gameljne).



Slika 9. Na karti sta prikazani dve lokaciji (Rožnik in Gameljne - Tacen), na katerih je Gozdarski inštitut Slovenije v okviru projektne naloge EMonFUr testno izvajal meritve in popise po usklajenih in primerljivih metodologijah, ki bi bile lahko primerne za spremljanje stanja urbanih in periurbanih gozdov v Evropi. (Atlas okolja, ARSO, 2012.)

4.1 Rožnik



Slika 10. Prikaz monitorinške lokacije Rožnik na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

Prva lokacija - Rožnik oziroma TRŠ (Slika 10) - je bila izbrana na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib, ki leži zahodno od središča mesta.

Na lokaciji Rožnik so izjemno poudarjene številne funkcije, predvsem ekološke in socialne, medtem ko so lesnoproizvodne funkcije vse manj pomembne. TRŠ uvrščamo zaradi lege in funkcij, ki jih opravlja, med urbane gozdove. Položaj v mestu, pestra reliefna zgradba, ki omogoča lahko orientacijo v prostoru, in rekreacijska infrastruktura so le nekateri razlogi za velik obisk tega območja (Verlič, 2006).

Kompleks TRŠ sestavlja razgiban, gričevnat svet z globoko vrezanimi kotlinami in sploščenimi hrbti. Izoblikovane ima štiri izrazite vrhove: na vzhodni strani Šišenski hrib (429 m), na južni Cankarjev vrh (394 m), na jugovzhodni Tivolski vrh (387 m) in na severni Debeli hrib (374 m).

TRŠ je bogat vir izvirov in potokov. Ob vznožju je pokrit s precej debelo humusno plastjo, ki postaja v višjih legah tanjša. Tam je na površini pogosto debela plast peščene ilovice, še višje pa prodirajo skladi glinastih skrilavcev in peščenjakov. Tla so rumene ali rdeče barve, kar je posledica geološke podlage. Gre za globoka ilovnata do ilovnato glinasta tla. V vrhnjih plasteh so zračna, prepustna in globoko prekoreninjena. Globlje pa so zaradi večje glinaste primesi manj rodovitna. Po kemičnih lastnostih so tla kisla, revna s hranili, kot na primer s fosforjem in kalcijem. Podnebje je zmerno kontinentalno. Posledica medgorske kotlinske lege so dokaj neugodne klimatske razmere. Zaradi zmanjšane vetrovnosti in povečane temperaturne inverzije naraščajo onesnaženost ozračja ter število dni z meglo, ki jih je v Ljubljani v dolgoletnem povprečju kar 150 na leto (Gozdnogospodarski načrt GGE Rast, 1997).

Na celotnem območju TRŠ so prisotne tri gozdne združbe:

- *Querceto - Castanetum* (mešani gozd gradna in domačega kostanja obvladuje predvsem severna in vzhodna pobočja, kjer so tla globlja in vlažnejša),
- *Pineto - Vaccinetum austroalpinum* (acidofilni borov gozd pokriva zlasti prisojne lege, in sicer južna in zahodna pobočja),
- *Alnetum glutinosae* (jelševi logi, ki se razprostirajo na zamočvirjenem predelu dolin na severni in severozahodni strani, so večinoma degradirani in niso nikjer več ohranjeni v svoji tipični obliki).

Rožnik naj bi se prvotno imenoval Rustovec, in sicer po rdeči zemlji (ruši). Današnje ime pa naj bi dobil po prevodu nemške besede Rosenbach (pach), tudi Rosenberg (Ovsec, 1982, cit. po Kočar, 1993). Nemško krajevno ime Rosenpach se je pojavilo v začetku 15. stoletja na pobočju Šišenskega hriba (listina iz leta 1403, cit. po Kočar, 1993).

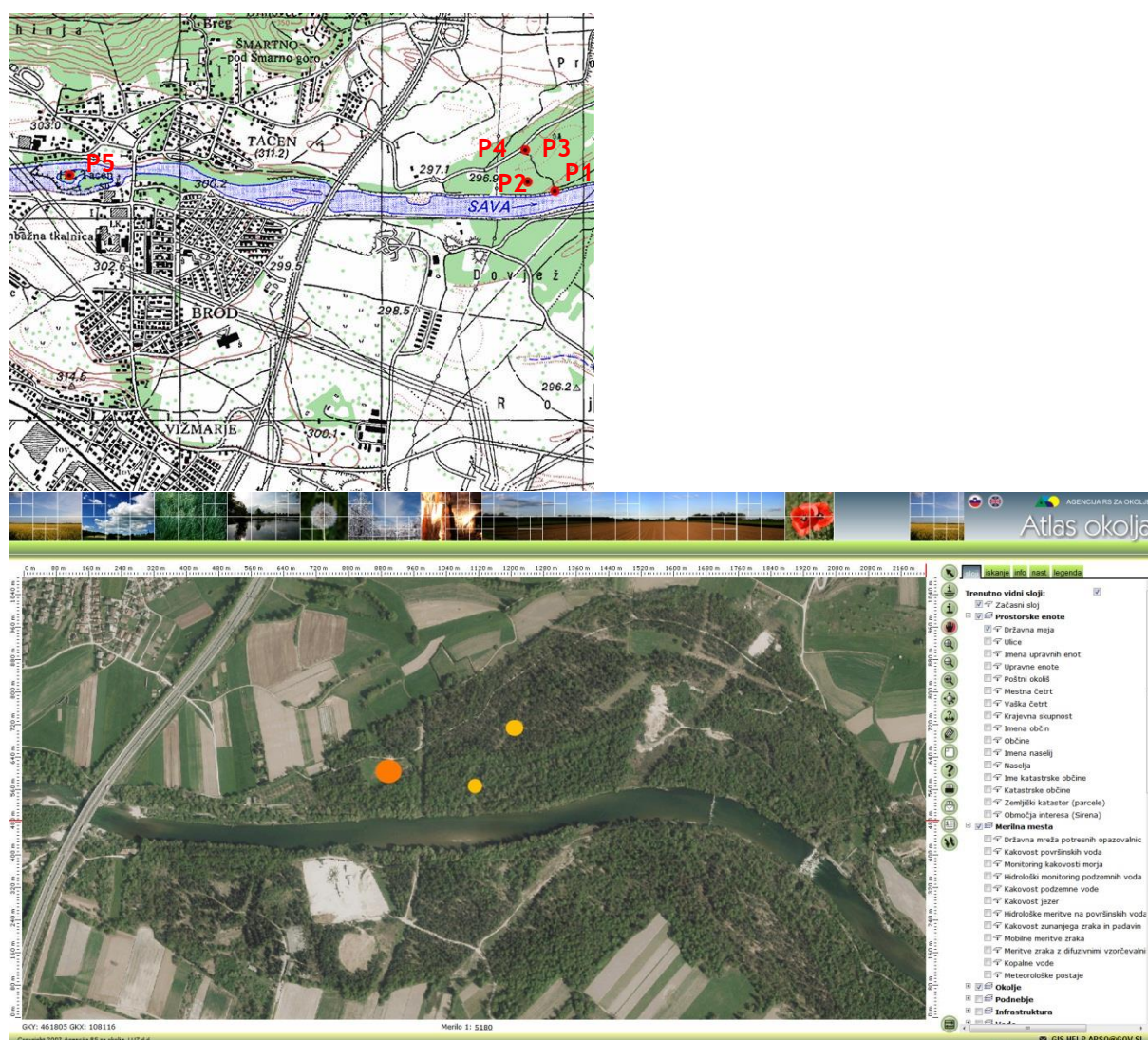
Na Rožniku so bogati meščani v 16. stoletju postavljali kolibe, ki so bile zavetišča za gobavce. Že pred kugo pa je bila postavljena na vrhu Rožnika kapelica Matere Božje. V obdobju med letoma 1444 in 1462 so zgradili gotsko cerkvico, novo baročno cerkev pa so postavili v prvi polovici 18. stoletja. V času francoske okupacije je postal Rožnik izletniška točka in verjetno so takrat pod cerkvijo zgradili gostilno Pri Matiji. Od leta 1910 do leta 1917 je tu živel in ustvarjal Ivan Cankar (Kočar, 1993).

Leta 1984 je bilo območje z odlokom razglašeno za krajinski park, sedaj pa je večji del območja gozda opredeljen z Odlokom o gozdovih s posebnim namenom (GPN, 2010). Merilo, da lahko obravnavamo gozd znotraj TRŠ kot gozd s posebnim namenom, je poudarjenost njegovih funkcij. V prvem odstavku 44. člena Zakona o gozdovih (1993, 2002) je opredeljeno, da se gozdovi, v katerih je izjemno poudarjena raziskovalna funkcija, higiensko-zdravstvena funkcija ali funkcija naravne in kulturne dediščine, razglasijo za gozdove s posebnim namenom. V gradivu Ljubljanski mestni gozd - pobuda za razglasitev ljubljanskih mestnih gozdov za gozdove s posebnim namenom (Tavčar in Vidmar, 1997) je razloženo, da imajo ljubljanski urbani gozdovi, kamor spada tudi območje TRŠ, močno poudarjeno higiensko-zdravstveno funkcijo, tj. po definiciji funkcijo varovanja bivalnih in turističnih naselij in rekreacijskih površin pred škodljivimi vplivi emisij, predvsem hrupa, prahu, plinov, žarčenja, nezaželenih učinkov industrije itd., poudarjena (ne izjemno) pa je tudi funkcija varovanja naravne in kulturne dediščine. V drugem odstavku istega člena pa je opredeljeno, da se gozdovi, v katerih je izjemno poudarjena zaščitna, rekreacijska, turistična, poučna, obrambna ali estetska funkcija, lahko razglasijo za gozdove s posebnim namenom. Poleg obrambne in delno turistične funkcije se na območju ljubljanskega urbanega gozda intenzivno prepletajo in so močno poudarjene tudi vse ostale zajete funkcije (Verlič, 2006).

Znotraj monitorinških lokacij smo v neposredni bližini Gozdarskega inštituta Slovenije izbrali manjše ploskve za testiranje metodologij v okviru naloge. Na teh ploskvah so bili v preteklosti že izvajani določene meritve in spremljanja, kar je dobro izhodišče za primerljivost testiranih metodologij v projektu EMoNFUR.

V skladu s protokoli za spremljanje stanja gozdov izven urbaniziranih središč (klasični monitoring gozdov) smo na prostem vzpostavili meteorološko postajo in izvajali vzorčenje padavin, ostale meritve pa so se izvajale na ploskvah v gozdnem sestoj.

4.2 Gameljne - Tacen



Slika 11. Monitorinška lokacija Gameljne - Tacen obsega štiri ploskve: P2 (topol), P3 (rdeči bor), P4 (na prostem), P5 (topol – mladje na tacenskem otoku) ter podploskvi P1 (topol ob vodi). (Atlas okolja, ARSO, 2012.)

Namen monitoringa na lokaciji Gameljne - Tacen (Slika 11) je pridobivanje celovitejših spoznanj za pripravo in izbiro primernih strategij dinamičnega ohranjanja avtohtonega črnega topola v nižinskih obvodnih logih v urbanih in periurbanih gozdovih, ki jih občasno še poplavlja voda.

Evropski črni topol (*Populus nigra* L.) je pionirska drevesna vrsta obvodnih ekosistemov in indikator sprememb v obrečnih gozdovih. Z biološko-ekološkega pogleda je črni topol nenadomestljiva drevesna vrsta, saj lahko gradi nižinske obvodne loge, ki jih občasno poplavlja visoke vode. Čeprav ima velik naravni areal, je črni topol danes že ena najbolj ogroženih drevesnih vrst v Evropi. Kljub sicer široki ekološki amplitudi in sorazmerni odpornosti proti onesnaženemu zraku lahko postane ogrožen v vseh obdobjih življenjskega razvoja zaradi sprememb v preskrbljenosti s talno vodo.

V Evropi je z regulacijami vodotokov s ciljem preprečevanja poplavljanja rek, gradnjami akumulacijskih jezov in hidroelektrarn, krčenjem gozdov za potrebe kmetijstva, sečnjo dreves za potrebe pridobivanja lesa, intenzivnim objedanjem živali ter spreminjanjem

naravnih habitatov v lesne njive (osnovanje intenzivnih nasadov hitrorastočih listavcev) in naseljevanjem invazivnih rastlinskih vrst prišlo do uničenja pribl. 90 odstotkov naravnih habitatov črnega topola. Ostale naravne površine so že v fazi degradacije. Zaradi vnosa tujega materiala (hitrorastočih topolovih klonov) v preteklosti na naravna rastišča črnega topola prihaja tudi do možnosti nastanka spontanov hibridov med vnesenimi in avtohtonimi vrstami črnega topola ter s tem do zmanjševanja genetskega potenciala avtohtonih populacij, ki je pogoj za njihovo prilagoditveno sposobnost na spremembe življenjskega okolja ter za razmnoževanje in preživetje v celoti. Črni topol je tudi indikator ohranjenosti obrežnih in poplavnih logov.

V okviru projekta »Raziskave populacijsko genetskih in rastiščnih značilnosti avtohtonega črnega topola (*Populus nigra* L.) na obrežnih in poplavnih območjih ter usmeritve za njegovo ohranitev« so bile v letu 2007 ob reki Savi pri Ljubljani na rečnem otoku in v poplavnem logu pri Gameljnah izbrane odrasle in mlade razvojne faze gozdnih sestojev na naravnih topolovih rastiščih, vključujoč prehod v združbo rdečega bora (Božič *in sod.*, 2008).

Monitorinška lokacija Gameljne - Tacen obsega štiri raziskovalne ploskve: P2 (topol), P3 (rdeči bor), P4 (na prostem) in P5 (topol - mladje na otoku); na njih so potekale monitorinške aktivnosti v skladu z metodologijo ICP Forests. Na teh ploskvah smo spremljali temperaturo zraka, sestojne padavine, padavine na prostem, vsebnost vlage v tleh in temperaturo tal (Preglednica 1). Dodatna podploskev z manj intenzivnimi meritvami je P1 (topol ob vodi).

Preglednica 1. Pregled meritev na posameznih ploskvah na monitorinški lokaciji Gameljne - Tacen: P1 (topol ob vodi), P2 (topol), P3 (rdeči bor), P4 (na prostem), P5 (topol – mladje na otoku)

Št. ploskve	Opis	Temperatura zraka (°C)	Padavine (mm)	Vsebnost vlage v tleh (vol %)	Temperatura tal (°C)
P1	topol ob vodi			√	√
P2	topol	√	√	√	√
P3	rdeči bor		√	√	√
P4	na prostem	√	√		
P5	topol – mladje na otoku	√	√	√	√

5 OPREDELITEV DELOVNEGA PROTOKOLA ZA TESTNO SPREMLJANJE URBANEGA GOZDA

V okviru projektne aktivnosti 5 je bil pripravljen in sprejet delovni protokol za testno spremljanje urbanega gozda.

Protokol zajema metodologije za postavitev ploskev, način spremljanja, opremo in parametre ter zajem podatkov.

Glede na pretekle izkušnje partnerjev je bilo treba predvsem uskladiti metodologije do te mere, da so izbrani parametri primerni za spremljanje urbanih gozdov, testni rezultati pa primerljivi.

Pri izdelavi protokola so sodelovali vsi partnerji, člani uporabnikov - na slovenski strani dr. Lena Marion (Tisa, d. o. o.), mag. Robert Hostnik (Zavod za gozdove Slovenije, KE Celje), Marjana Jankovič in mag. Zala Strojín - Božič (Mestna občina Ljubljana, Oddelek za varstvo okolja) ter člani Znanstvenega sveta projekta.

Na podlagi izkušenj in predlaganih prednostnih tem je bil protokol pripravljen za testno pridobivanje podatkov o biodiverziteti, gozdni inventuri, zdravstvenem stanju in tleh.

Protokol (*Definition of working protocol of artificial and natural urban and periurban forest sample plots monitoring*) je priloga k temu poročilu.



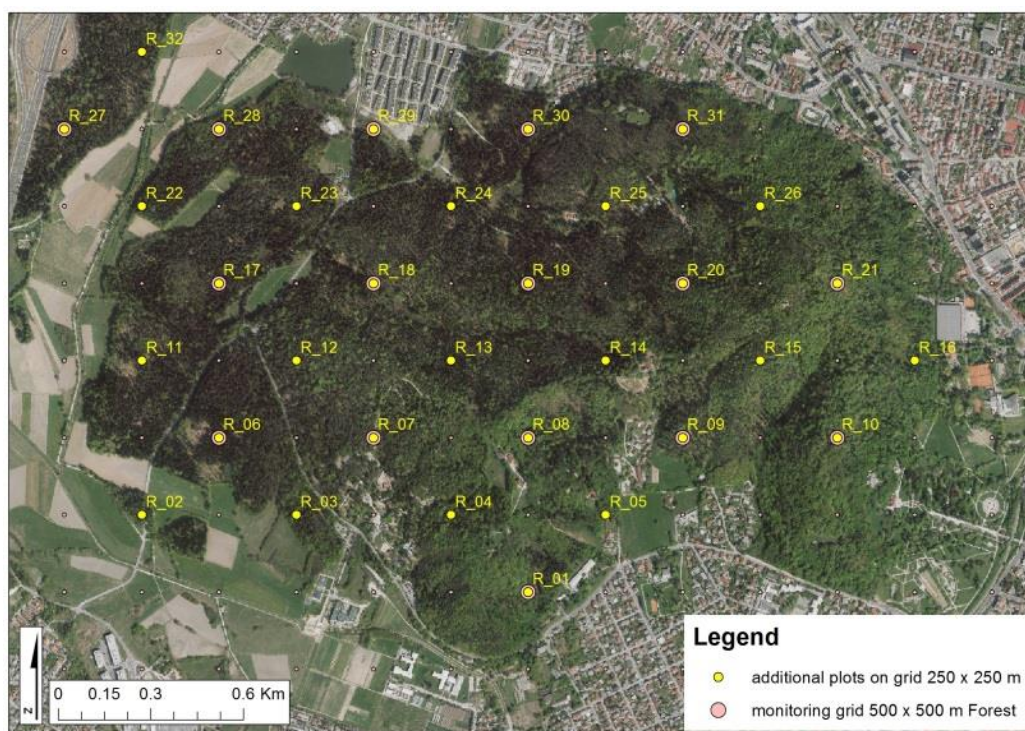
Slika 12. Ena od faz izdelave delovnega protokola za testno spremljanje urbanega gozda je potekala v obliki delavnice na Gozdarskem inštitutu Slovenije maja 2012 (foto: Matej Rupel).

6 POTENCIALNA UPORABA METOD GOZDNE INVENTURE ZA SPREMLJANJE STANJA URBANIH GOZDOV

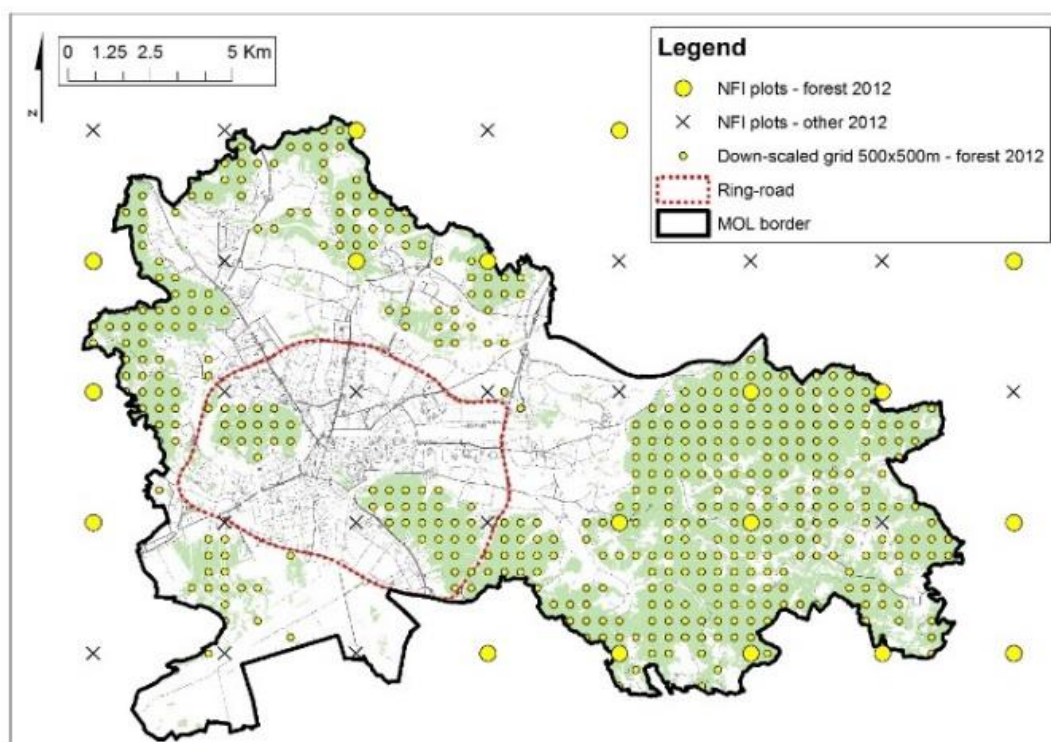
6.1 Zasnova gozdne inventure in zbiranje podatkov

Pripravili smo nabor kazalnikov, s katerimi bi lahko spremljali informacije o urbanih gozdovih in ki bi bili zanimivi za različne interesne skupine (gozdarske strokovnjake, lastnike gozdnih zemljišč, meščane, naravovarstvenike itd.). Za izbrane kazalnike smo pripravili terenska navodila in opisali metodologijo spremljanja. Pri tem smo upoštevali, da so mejne vrednosti in definicije kazalnikov postavljene tako, da bodo rezultati primerljivi z drugimi projektnimi partnerji. Navodila so priloga poročila.

V Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib (TRŠ) smo vzpostavili sistem stalnih vzorčnih ploskev. Skupno število vseh ploskev, na katerih smo spremljali stanje gozdov, je 31. Ploskve ležijo na kombinaciji presečišča mreže 500 x 500 m in 250 x 250 m (Slika 13). Ploskev R_07 leži znotraj ograjene površine Živalskega vrta Ljubljana in je bila izločena. Uporabljena mreža lokacij je podmnožica mreže monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE), ki je v letih 2000, 2007 in 2012 potekala na sistematični mreži 4 x 4 km po vsej Sloveniji (Slika 14). Mreža je namenjena poročanju o stanju gozdov za različna mednarodna poročila, kot so npr. FAO, MCPFE, ICP Forests itd. Prednosti takšnega pristopa so statistična primerljivost podatkov na različno gostih mrežah vzorčenja.



Slika 13. Pregled ploskev gozdne inventure v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib



Slika 14. Pregledna karta posnetih ploskev v okviru MGGE 2012 in pregled zgoščene mreže ploskev 500 x 500m za Mestno občino Ljubljana

Na terenu so bile ploskve zakoličene v maju 2013. Vsak centroid ploskve je označen z železnim količkom, ki je zakopan v tla in s tem neviden za naključne obiskovalce gozda. Za grobo postavitev ploskve v prostor (koordinate) smo uporabili GPS-navigacijo in zemljevide (Slika 15). Za izboljšanje natančnosti pa smo si na terenu pomagali še z višinami dreves, pridobljenimi iz radarskih podatkov LiDAR (Slika 16). V pisarni smo si tako pripravili zemljevide in na njih označili krošnje jasno vidnih dreves. Ta drevesa smo nato identificirali na terenu ter na podlagi azimutov in distanc določili centroid ploskve. S tem smo se izognili napaki GPS-a, ki je lahko v gozdu zaradi zastora dreves zelo spremenljiva.

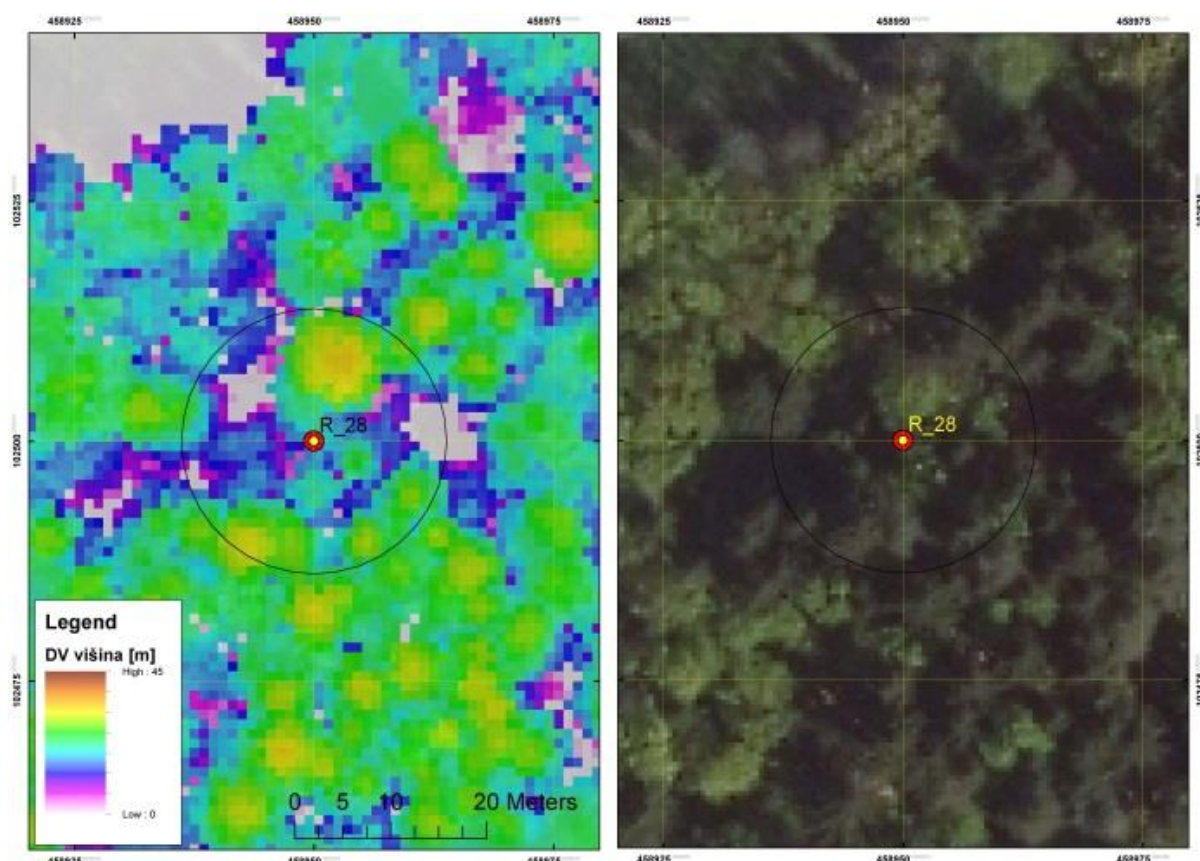


Slika 15. Primer zemljevida za delo na terenu

Popisna površina vsake ploskve je koncentrična in vsaka ploskev je razdeljena na podploskve. Razdelitev na podploskve je pomembna predvsem zaradi optimizacije dela. Tako se na manjši površini spremljajo bolj pogosti in na večji površini manj pogosti pojavi. Pri obračunu podatkov se nato vrednosti preračunajo na hektarsko površino.

Na podploskvah so bili izmerjeni naslednji kazalniki (glej tudi Preglednica 2 in Slika 17):

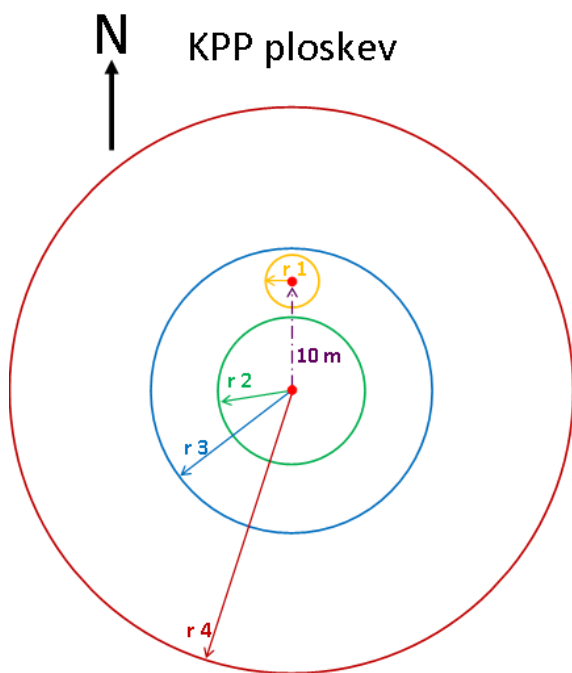
1. SA03ar (površina 0,3 ara, polmer 3,09 m) - vse drevesne vrste, višje od 0,5 m in prsnega premera oz. DBH < 10 cm.
2. SA2ar (površina 2,0 ara, polmer 7,98 m) - vsa živa drevesa DBH $\geq$ 10 cm, sušice/podrtice DBH $\geq$ 10 cm, panji, štrclji in odmrla lesna biomasa, osutost krošenj dreves in porumenelost.
3. SA6ar (površina 6,0 ara, polmer 13,82 m) - vsa živa drevesa DBH $\geq$ 30 cm, osutost krošenj dreves in porumenelost.
4. SA20ar (površina 20,0 ara, polmer 25,23 m) - sušice in podrtice DBH $\geq$ 30 cm, štrcelj D $\geq$ 30 cm, odmrla lesna biomasa D $\geq$ 30 cm, značilnosti lokacije, značilnosti sestoja, število živih dreves velikega obsega (DBH $\geq$ 50 cm), število neavtohtonih drevesnih vrst, število plodonosnih drevesnih vrst.



Slika 16. Primer zemljevida z lidarskimi posnetki višin krošenj dreves (levo) in digitalnega ortofoto posnetka (desno)

Preglednica 2. Seznam posnetih kazalnikov in velikost ploskve

Znak - skupina	SA03ar	SA2ar	SA6ar	SA20ar
r [m]	3,09	7,98	13,82	25,23
Površina podploskve [ar]	0,3	2,0	6,0	20,0
Značilnosti lokacije	Ekspozicija, naklon, kamnitost ...			
Značilnosti sestoja	Tip gozda, sklep, mešanost ...			
Živa stoječa drevesa	$0 \text{ cm} < D_{1,2} < 10 \text{ cm}$ $H \geq 0,5 \text{ m}$	$D_{1,3} \geq 10 \text{ cm}$	$D_{1,3} \geq 30 \text{ cm}$	/
Sušice	$D_{1,3} \geq 10 \text{ cm}$		$D_{1,3} \geq 30 \text{ cm}$	
Podrtice	$D_{1,3} \geq 10 \text{ cm}$		$D_{1,3} \geq 30 \text{ cm}$	
Panji	$D \geq 10 \text{ cm}$ $H \geq 20 \text{ cm}$		/	
Štrclji	$D \geq 10 \text{ cm}$ $H \geq 50 \text{ cm}$		$D \geq 30 \text{ cm}$ $H \geq 50 \text{ cm}$	
Odmrla lesna biomasa	$D \geq 10 \text{ cm}$ $L \geq 50 \text{ cm}$		$D \geq 30 \text{ cm}$ $L \geq 50 \text{ cm}$	



Slika 17. Shema koncentrične ploskve in podploskev

Terenske meritve smo zaključili v avgustu 2013. V septembru in oktobru istega leta smo vse na terenu zbrane podatke pripravili za izračune ter nadaljnje statistične analize.

6.2 Metoda izračunov

6.2.1 Izračuni tradicionalnih gozdarskih kazalnikov

Vsi tradicionalni gozdarski kazalniki temeljijo na izmerjenem prsnem premeru dreves in njihovi lokaciji na ploskvi. Prsni premer drevesa in tarifa sta vhodna podatka za izračun volumna drevesa.

Št. dreves/ha

- **Definicija kazalnika:** število dreves/ha, katerih prsni premer >10 cm.
- **Tip kazalnika:** direkten; izračunava se iz osnovnih podatkov o drevesih, posnetih na ploskvi.
- **Protokol izračuna:** število vseh merskih dreves na ploskvi. V prvi fazi se izračuna absolutno število dreves na ploskvi in nato hektarskih vrednosti. Nazadnje se upošteva tudi podatek o tem, kolikšen delež ploskve leži znotraj gozda (gozdni rob).

Temeljnica/ha

- **Definicija kazalnika:** temeljnica [m^2/ha] je opredeljena kot kumulativna hektarska površina presekov debel merskih dreves v prsni višini.
- **Tip kazalnika:** izveden; izračunava se iz premera dreves, posnetih na ploskvi.
- **Protokol izračuna:** na podlagi premera posameznega drevesa se za vsako drevo izračuna površina preseka debla v prsni višini, za katerega se predpostavi, da je v obliki kroga. Temeljnica vsakega drevesa se glede na njegov premer pomnoži s faktorjem površine. Temeljnica na ploskvi je vsota temeljnic dreves.

Lesna zaloga/ha

- **Definicija kazalnika:** lesno zalogo [m^3/ha] predstavlja prostornina živih dreves s prsnim premerom vsaj 10 cm. V prostornino drevesa je vključena prostornina debla s skorjo od tal do vrha oz. do višine, kjer doseže premer mejno vrednost 7 cm. Vključen je tudi volumen panja in vej, vendar le do dolžine, kjer doseže njihov premer 7 cm.
- **Tip kazalnika:** izveden; izračunava se iz premera in višine dreves, posnetih na ploskvi.
- **Protokol izračuna:** za izračun volumna dreves so bile uporabljene prilagojene enotne francoske tarife. Vrsta in razred tarif sta povzeta po bazi Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS), ki so na ravni odseka določene za 8 skupin drevesnih vrst. Lesna zaloga dreves za ploskev (m^3/ha) je izračunana kot volumen posameznega drevesa, pomnožen z ustreznim faktorjem površine, tako da je dobljen volumen dreves na ha (iz m^3 v m^3/ha).

6.2.2 Izračuni kazalnikov biotske raznolikosti

Kazalniki biotske raznolikosti so bili izračunani po formulah, predstavljenih v nadaljevanju besedila, v katerih N pomeni število različnih drevesnih vrst, π pa relativno številčnost vrste i glede na skupno število vrst ali relativno številčnost vrste i glede na temeljnico ali volumen.

Število različnih drevesnih vrst na ploskvi:

$$RI = N$$

Shannonov indeks:

$$SH = \sum_{k=i}^N (\log_2 \pi) \pi$$

Simpsonov indeks:

$$SI = \sum_{k=i}^N (1 - \pi) \pi$$

6.2.3 Izračuni zdravstvenega stanja dreves

Povprečna osutost krošenj dreves se izračuna za posamezno ploskev, in sicer kot aritmetična sredina ocen osutosti za posamezno drevo. Za izračun za koncentrično ploskev veljajo isti obrazci, le da je treba število dreves v vzorcu - imenovalec - vsakokrat posebej določiti, ker se na ploskvi pojavlja različno število dreves.

Povprečna osutost krošenj dreves:

$$pos_{ploskev} = \frac{\sum os_i}{n}, \text{ kjer je}$$

$pos_{ploskev}$ povprečna osutost krošenj dreves za ploskev,

OS_i osutost drevesa i na ploskvi,

n število dreves na ploskvi.

6.2.4 Izračun zaloga ogljika (C) v lesni masi

6.2.4.1 Ogljik v živi lesni biomasi

Ogljik (C) v lesni biomasi je bil izračunan iz volumnov posameznih tipov lesne mase (živo drevje in odmrta lesna biomasa). Pri izračunih količin C v nadzemni in podzemni biomasi smo upoštevali volumne živih dreves in uporabili pretvorbene faktorje - preglednica 2 (vir: IPCC GPG 2003). Vsakemu drevesu smo torej izračunali njegovo maso v tonah suhe snovi. Izračuni so bili narejeni ločeno za nadzemno in podzemno biomaso (glej spodaj formule 1 do 3). Težo posameznega drevesa smo nato pomnožili s faktorjem za preračun količin in dobili oceno, koliko ton C je akumuliranega v posameznem živem drevesu (glej spodaj formule 4 do 6). Seštevek vseh dreves na ploskvi predstavlja oceno, koliko ton C na hektar je shranjenega v živih drevesih gozda s podobno drevesno strukturo.

Preglednica 3. Pretvorbene faktorji za živo drevnino (povzeto po IPCC GPG 2003)

Drevesna vrsta	WBD	BEF	R	CC
smreka	0,400	1,15	0,23	0,5
bukev	0,584	1,15	0,24	0,5
jelka	0,400	1,15	0,23	0,5
hrasti	0,580	1,15	0,24	0,5
rdeči bor	0,420	1,15	0,23	0,5
javor	0,520	1,15	0,24	0,5
gaber	0,630	1,15	0,24	0,5
pravi kostanj	0,480	1,15	0,24	0,5
črni bor	0,420	1,15	0,23	0,5
ostali iglavci	0,400	1,31	0,30	0,5
ostali listavci	0,570	1,40	0,21	0,5

WBD - gostota (»Weight basic density«)

BEF - volumenski faktor (»Biomass expansion factor«)

R - razmerje korenin in vej (»Root-shoot ratio«)

CC - faktor za preračun količine C (»Carbon conversion factor«)

Formule za izračun biomase živega drevja:

1. Teža nadzemne biomase: $M_{agb} = V * BEF * WBD$ (t s. s.- tona suhe snovi)
2. Teža podzemne biomase: $M_{bgb} = V * R * WBD$ (t s. s.)
3. Teža skupne biomase: $M_{tb} = M_{agb} + M_{bgb}$ (t s. s.)

Formule za izračun količin C v živem drevju:

4. Nadzemna zaloga C: $C_{agb} = M_{agb} * CC$ (t C - tona C)
5. Podzemna zaloga C: $C_{bgb} = M_{bgb} * CC$ (t C)
6. Skupna zaloga C: $C_{tb} = M_{tb} * CC = C_{agb} + C_{bgb}$ (t C)

6.2.4.2 Odmrta lesna biomasa

Pri izračunih C v odmrli lesni biomasi je poleg drevesne vrste treba upoštevati tudi stopnjo razkroja lesa. Večja ko je razkrojenost lesnega kosa, manjša je njegova gostota, s tem pa se zmanjša tudi količina vezanega C. Pri izračunih smo uporabili faktorje, ki so prikazani v preglednici 3 (vir: Weggler K. in sod., 2012). Podobno kot pri živi drevnini smo tudi v tem primeru najprej izračunali maso vsakega kosa v tonah suhe snovi in jo nato pomnožili s faktorjem za preračun količin C (glej formuli 7 in 8).

Preglednica 4. Pretvorbeni faktorji za odmrlo lesno biomaso (povzeto po Weggler K. in sod., 2012)

Drevesna vrsta	Stopnja razkroja	WBD	CC
iglavci	1 > 90 % - popolnoma trdo	0,39	0,493
	2 90-61 % - večinoma trdo	0,33	0,493
	3 60-31 % - večinoma mehko	0,28	0,493
	4 ≤ 30 % - popolnoma mehko	0,25	0,493
listavci	1 > 90 % - popolnoma trdo	0,52	0,476
	2 90-61 % - večinoma trdo	0,32	0,476
	3 60-31 % - večinoma mehko	0,24	0,476
	4 ≤ 30 % - popolnoma mehko	0,23	0,476

WBD - gostota (»Weight basic density«)

CC - faktor za preračun količine C (»Carbon conversion factor«)

Formule za izračun količin C v odmrli lesni biomasi:

7. Teža odmrle biomase: $M_{cwd} = V * CWD_{den}$ (t d. m.– tona suhe snovi)

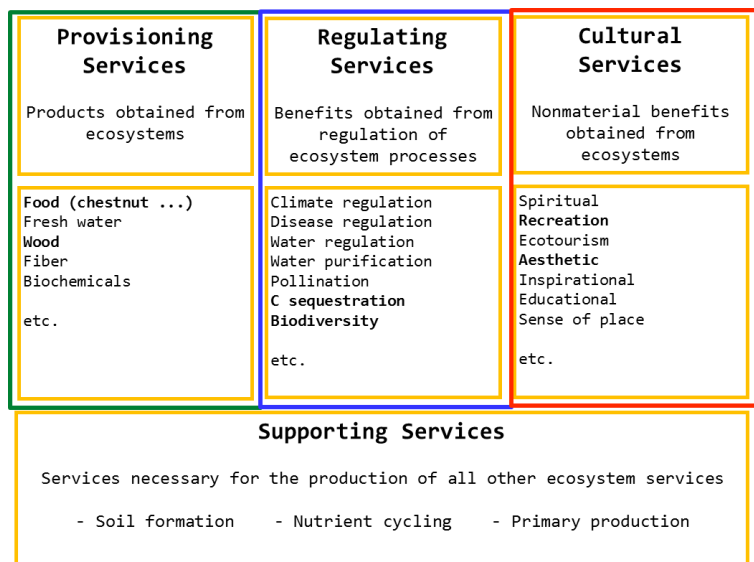
8. Izračun C: $C = M_{cwd} * CC$

6.3 Rezultati, pridobljeni na podlagi gozdne inventure

6.3.1 Ekosistemske storitve gozda

Od gozda imamo ljudje različne koristi, ki jih v skladu s pričakovanji in potrebami usmerjamo v procesu načrtovanja gozdov. Za uspešno načrtovanje razvoja gozdov so potrebne številne informacije. Pomemben del jih pridobimo z gozdno inventuro na sistematično izbranih lokacijah. S periodičnim zbiranjem podatkov na terenu in njihovo obdelavo pridobivamo pomembne informacije o zdravju gozda, lesni zalogi, pestrosti drevesnih vrst, starosti dreves idr. Pogosto se pomena rednega spremljanja gozda zavemo šele ob negativnih pojavih, kot so erozija, poplave, obsežnejša umiranja dreves ali pa neprimerne poti za prijeten sprehod v gozdu. S spremljanjem razvoja gozdov v času lahko ugotovimo spremembe, predvidimo nekatere posledice in temu primerno prilagodimo gozdnogospodarske ukrepe.

Vsi rezultati, pridobljeni v okviru projekta, so v nadaljevanju besedila razdeljeni v tri skupine glede na storitev, ki jo nudijo prebivalcem Mestne občine Ljubljana (MOL). Organizacija *Millennium Ecosystem Assessment Board* (MEAB) definira ekosistemske storitve kot koristi, ki jih ljudje prejemamo od ali iz ekosistema. Obstajajo tri glavne skupine ekosistemskih storitev: oskrbovalne (*provisioning services*), regulacijske (*regulating services*) in kulturne storitve (*cultural services*) (Slika 18).



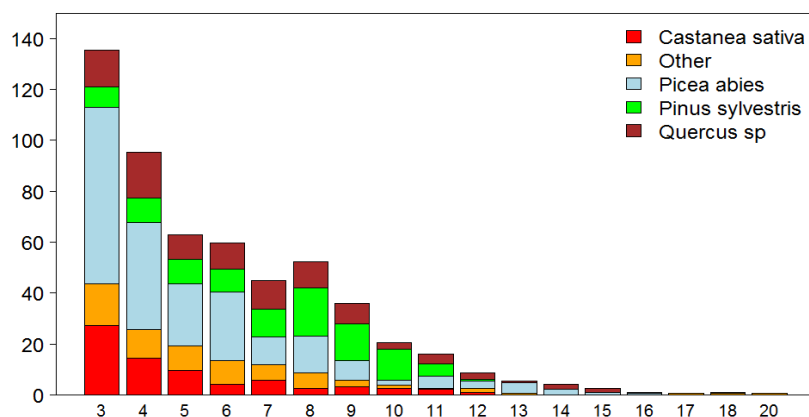
Slika 18. Glavne ekosistemske storitve gozda (povzeto po Millennium Ecosystem Assessment Board)

Med oskrbovalne storitve spadajo predvsem pridobivanje lesa in drugih gozdnih dobrin. Regulacijske storitve vključujejo delovanje ekosistema in vpliv na biotsko pestrost, zaloge ogljika, čiščenje vode itd. Kulturne storitve pa so direktno povezane s čutnim zaznavanjem ljudi; v to skupino štejemo estetsko vlogo gozda, rekreacijsko vlogo itd. V slovenski gozdarski literaturi so te storitve pogosto poimenovane kot funkcije gozda in jih na podoben način, kot jih deli MEAB, delimo na proizvodne, ekosistemske in socialne funkcije.

6.3.2 Oskrbovalne storitve (»Provisioning Services«)

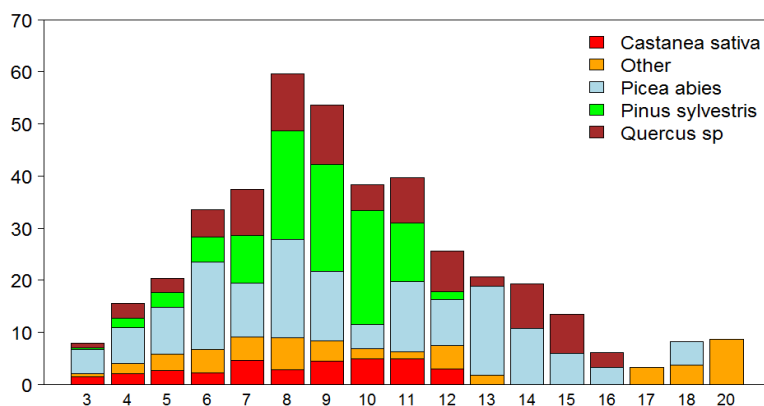
6.3.2.1 Drevnina

Rezultati, predstavljeni v tem poglavju, so najpogosteje uporabljeni za namene načrtovanja gozdov in gospodarjenja z njimi. Povprečna lesna zaloga v gozdnem delu Krajinskega parka Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib (TRŠ) znaša 411,5 m³/ha in je večja, kot je bila leta 2012 na državni ravni (333,7 m³/ha). Vsi trije kazalniki, to so število dreves, lesna zaloga in temeljnica (Slika 19, Slika 20, Slika 21), kažejo na to, da so gozdovi v TRŠ stabilni. O tem lahko sklepamo predvsem iz porazdelitve dreves glede na petcentimetske debelinske razrede. V primeru števila dreves (Slika 19) lahko torej opazimo, da je v gozdovih prisotno veliko število dreves premera med 10 in 15 cm. Ta so potencial, ki bo čez leta lahko nadomestil odrasla posekana ali posušena drevesa. Previsoko število in volumen iglavcev, posebno smreke in bora, nakazujeta, da je drevesna sestava gozdov v TRŠ spremenjena.

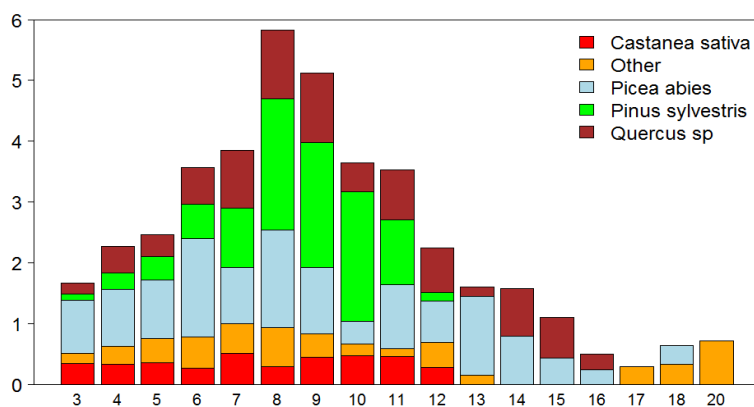


Slika 19. Število dreves na hektar, razdeljeno na petcentimetske debelinske razrede za glavne drevesne vrste v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib (*Castanea sativa* – domači kostanj, *Picea abies* – smreka, *Pinus sylvestris* – rdeči bor, *Quercus sp.* – hrasti in other – drugo). Debelinski razred 3 tako pomeni drevesa premera od 10 do pod 15 cm itd.

Lesna zaloga in temeljnica dreves sta med seboj odvisni. Najvišji delež lesne zaloge predstavljajo drevesa v osmem debelinskem razredu (od 35 do 40 cm prsnega premera). Visoko lesno zalogo dosega predvsem drevesna vrsta rdeči bor (*Pinus sylvestris*) (Slika 20, Slika 21). Opazimo lahko tudi, da v gozdovih TRŠ ni kostanjevih dreves (*Castanea sativa*), ki bi bila debelejša od 60 cm (12. debelinski razred). Največje dimenzije pa dosegajo smreke (*Picea abie*), hrasti (*Quercus sp.*) in druge drevesne vrste (*other*), kot so npr. bukve (*Fagus sylvatica*) in nekatere jelše (*Alnus glutinosa*).



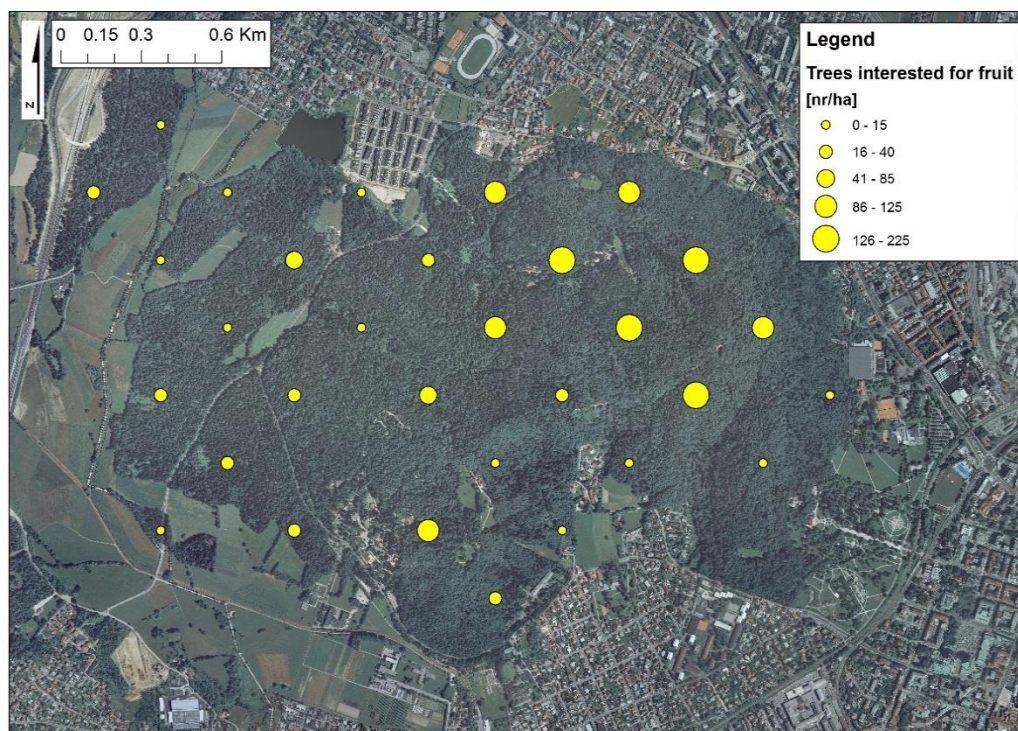
Slika 20. Lesna zaloga glavnih drevesnih vrst (m³/ha) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib glede na petcentimetske debelinske razrede



Slika 21. Vsota temeljnic glavnih drevesnih vrst (m²/ha) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib po petcentimetrskih debelinskih razredih

6.3.2.2 Plodonosne drevesne in grmovne vrste

Plodonosne drevesne vrste, kot je npr. domači kostanj (*Castanea sativa*), so lahko pomembne za prebivalce mesta. Rezultati kažejo, da se predvsem na severnem in severovzhodnem delu TRŠ pojavlja večje število kostanjevih dreves. Najvišja izmerjena vrednost je bila 225 dreves na hektar površine (Slika 22).



Slika 22. Prostorska razmestitev plodonosnih drevesnih vrst v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib (število/ha)

6.3.3 Regulacijske storitve (»Regulating Services«)

6.3.3.1 Odmrla lesna biomasa

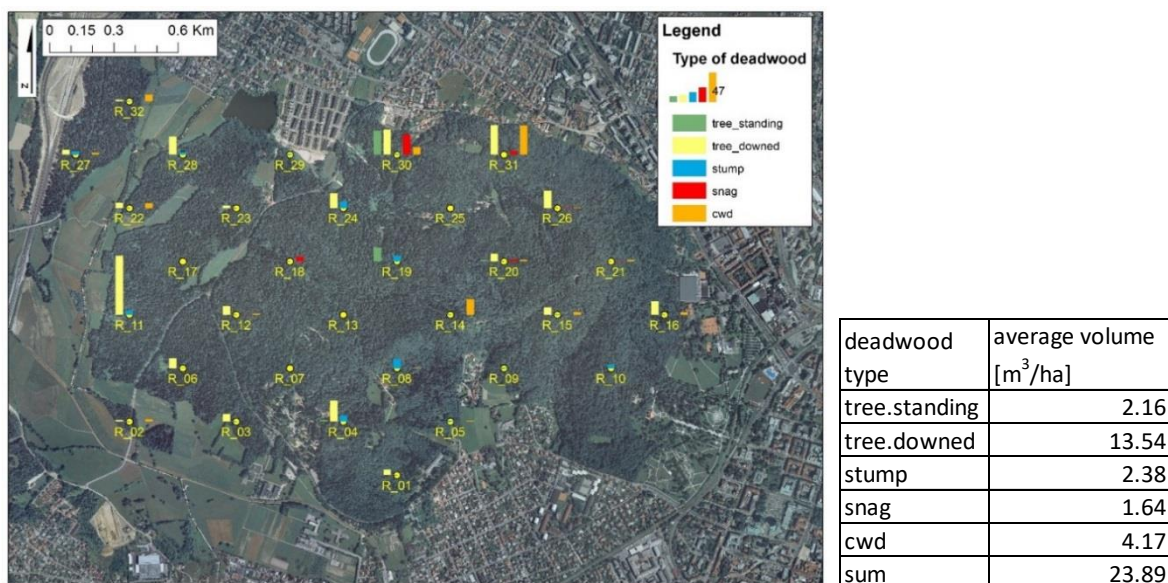
Z besedno zvezo odmrle biomase poimenujemo maso organske snovi, ki je izpostavljena procesu razkroja in ne več procesu akumulacije, torej rasti. Odmrle lesne biomase tako vključuje vsa drevesna tkiva, od drobnih korenin, vej, panjev, lesnih kosov do odmrlih dreves. V grobem lahko odmrlo lesno maso delimo na velike lesne ostanke (angl. *coarse woody debris*) in majhne lesne ostanke (angl. *fine woody debris*).

Odmrle lesne biomase ima pomembno vlogo pri zagotavljanju življenjskega prostora številnim rastlinskim in živalskim vrstam. Živali lahko uporabljajo odmrlo lesno maso kot vir hrane, neposredno za svoje bivališče, posredno kot gradbeni material itd. Za številne rastline je odmrle lesne biomase pomemben rastni substrat. Odmrle biomase, predvsem majhni lesni ostanki, pa je zelo pomembna tudi z vidika kroženja hranil. Kar 50 odstotkov hranil, ki jih sprejmejo drevesa v gozdu, izvira iz razkroja detritusa. Detritus ne vsebuje samo majhnih lesnih ostankov, marveč tudi mrtvo listje, koreninice, mikorizne hife in mikroopad.

Različne živalske in rastlinske vrste potrebujejo različne tipe odmrle lesne biomase - npr. lesne sove so odvisne od sušic, nekatere vrste mahu od količine debelejših lesnih kosov, muhe trepetavke pa potrebujejo različne kose odmrle lesne biomase in so bolj podrobno predstavljene v ločenem poglavju tega poročila. Da bi ugotovili razporeditev odmrle lesne biomase glede na nekatere glavne tipe, smo na ploskvah izmerili količino in število petih tipov odmrle biomase, in sicer sušic, podrtic, štrcljev, panjev in večjih lesnih kosov. Zaradi optimizacije terenskega dela smo meritve na ploskvah opravljali na različno velikih površinah.

Slika 23 prikazuje količino odmrle lesne biomase v gozdovih znotraj TRŠ. V povprečju je bilo v tem urbanem gozdu izmerjenih 23,9 m³/ha odmrle lesne biomase, kar je več, kot je bilo povprečje za Slovenijo v letu 2012 (19,8 m³/ha). Od slovenskega povprečja odstopa predvsem volumen podrtic, ki je v TRŠ večji, kar priča o ugodnem stanju habitata za nekatere zavarovane rastlinske in živalske vrste (npr. kozlički).

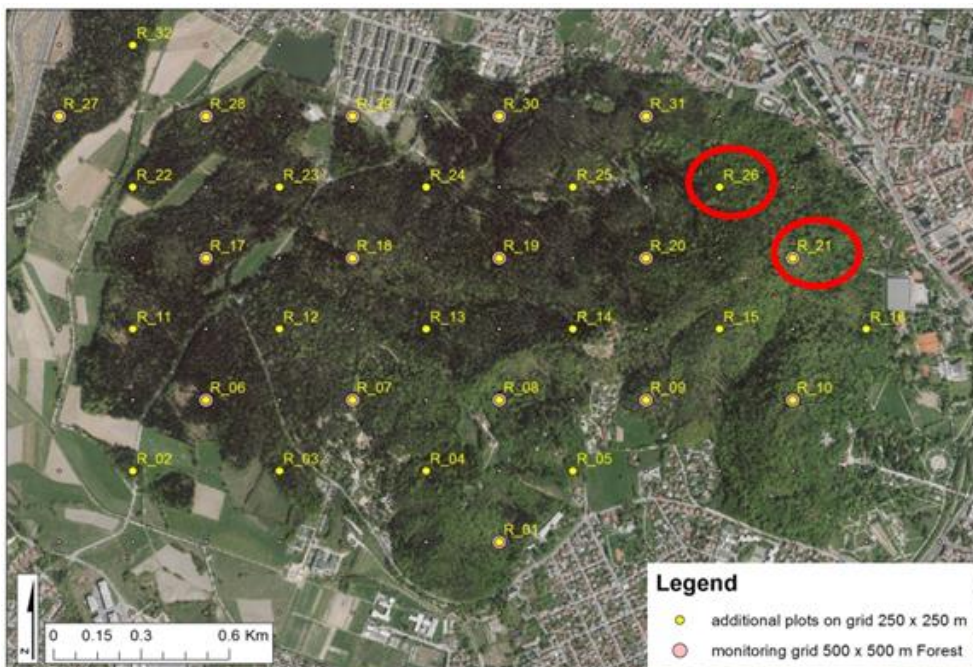
Poznavanje količine odmrle lesne biomase je pomemben podatek pri številnih mednarodnih poročanjih, kot so npr. ministrska konferenca o varstvu gozdov v Evropi, poročilo o izpolnitvah obvez Kjotskega protokola itd. Spremljanje različnih tipov odmrle lesne biomase postaja vse pomembnejše tudi z vidika naravovarstva. V prihodnje so tako pridobljeni podatki lahko pomembni pri poročanju o ugodnem stanju habitatov za natančno določene zavarovane živalske in rastlinske vrste in pri ocenjevanju naravnosti gozdov tudi v mestih.



Slika 23. Prostorski prikaz lokacij z izračunanimi različnimi tipi odmrle lesne biomase (m³/ha) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

6.3.3.2 Neavtohtone drevesne vrste

Okolica urbanih gozdov je običajno gosto poseljena in posledično lahko ljudje vnesejo v gozd številne neavtohtone oz. tujerodne drevesne vrste. Tujerodne drevesne vrste (rdeči hrast) so bile opažene samo na dveh lokacijah (Slika 24). Od tu pa se lahko razširijo, zato bi bilo treba v bodoče podrobneje spremljati stanje tujerodnih drevesnih vrst, še posebej intenzivno v delu TRŠ, kjer so že prisotne.



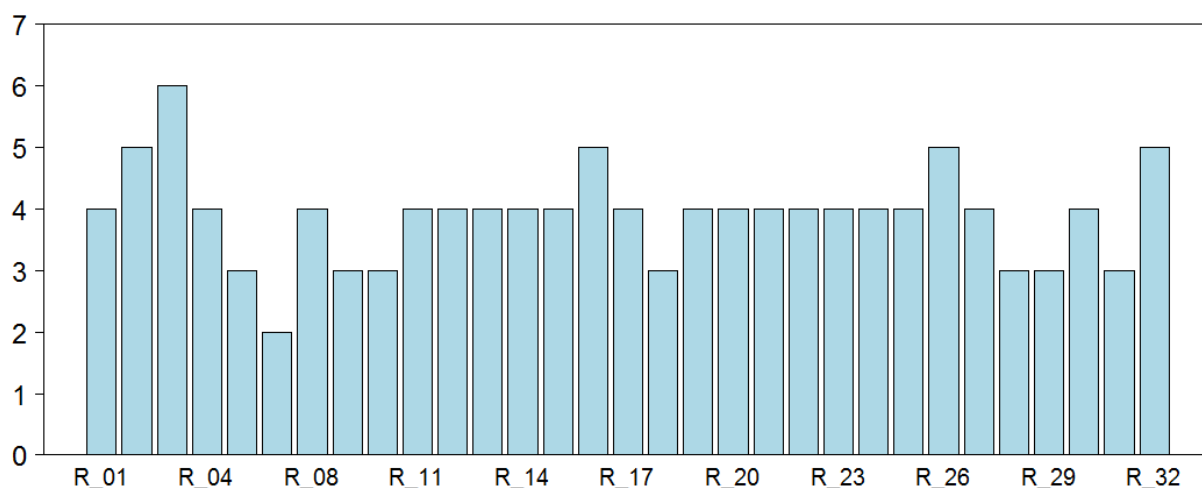
Slika 24. Lokacije opaženih tujerodnih drevesnih vrst v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

6.3.3.2.1 Biotska raznolikost

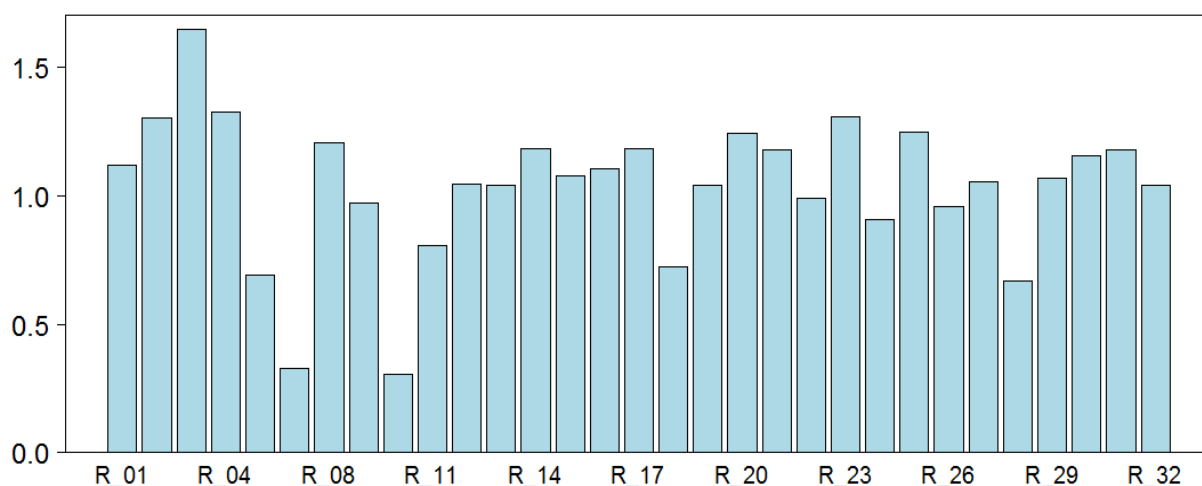
Biotsko raznolikost lahko v grobem delimo na gensko, vrstno in ekosistemsko. Pri načrtovanju v gozdarstvu se pogosto srečujemo predvsem z zadnjima dvema, torej z ekosistemsko in vrstno raznolikostjo.

Pod kategorijo kazalnikov vrstne raznolikosti uvrščamo preproste kazalnike, kot je npr. število različnih drevesnih vrst na ploskvi (Slika 25), in bolj kompleksne (izračunane), kot sta npr. Shannonov in Simpsonov indeks (Slika 26). Pri slednjih se za izračun ne upošteva samo število različnih drevesnih vrst, marveč tudi relativna številčnost vrste na ploskvi glede na skupno število vrst na ploskvi. Pri izračunu omenjenih kazalnikov je lahko namesto podatka o številu vrst vhodni podatek tudi temeljnica ali volumen drevesa. V tem primeru lahko govorimo že o kazalnikih strukturne raznolikosti gozdov. Podobno kot pri vrstni raznolikosti poznamo tudi pri strukturni raznolikosti za izračun manj zahtevne kazalnike, kot je npr. debelinska struktura (slika 16), ki se v gozdarstvu že tradicionalno uporablja za ugotavljanje trajnosti razvoja gozdov. Številni kazalniki strukturne raznolikosti pa upoštevajo odvisnosti med najbližjimi sosednjimi drevesi, vendar teh bolj kompleksnih kazalnikov tukaj ne bomo predstavili.

Vrstna pestrost gozdov v TRŠ je visoka v primerjavi z ostalo Slovenijo, saj se v povprečju na vsaki ploskvi pojavijo vsaj štiri različne drevesne vrste. Je pa pri tem treba opozoriti, da je rezultat visoke vrstne pestrosti tudi sadnja drugih domačih drevesnih vrst, ki se naravno v teh gozdovih ne bi pojavljale (npr. smreka).



Slika 25. Pestrost drevesnih vrst na ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. Višja vrednost pomeni večjo pestrost.



Slika 26. Izračunani Shannonov indeks za pestrost drevesnih vrst v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. Višja vrednost pomeni večjo pestrost.

6.3.3.2.2 Zaloge ogljika (C) v lesni masi

Na terenu smo izmerili obsege 588 drevesom in zabeležili 176 kosov odmrle lesne biomase. Povprečne količine C za ploskve, standardna napaka ter minimalne in maksimalne količine na posamezni vzorčni ploskvi so prikazane v Preglednica 5. Izračuni so narejeni za nadzemno (C_{abg}), podzemno (C_{bg}) in odmrlo lesno biomaso (C_{dwb}). Skupne količine po vzorčnih ploskvah so prikazane tudi v sliki 23. Največja skupna količina C je bila izmerjena na ploskvi R 10 in je znašala 250 t C na hektar, najnižja pa na ploskvi R 25 in je znašala 58 t C na hektar (Slika 27).

Količina C, akumuliranega v lesni biomasi v TRŠ, je nad slovenskim povprečjem, ki je bilo v letu 2012 na podlagi rezultatov nacionalne gozdne inventure ocenjeno na 121 t C na hektar. Nadpovprečna zaloge C v gozdovih TRŠ, glede na slovensko povprečje, je predvsem za nadzemno lesno biomaso (112 t C/ha proti 94 t C/ha). Glede podzemne lesne biomase so rezultati iz TRŠ primerljivi s slovenskim povprečjem (22 t C/ha). Rezultati pa so pokazali na manjši del C, akumuliranega v odmrli lesni biomasi. V urbanih gozdovih je v povprečju v odmrli lesni biomasi akumuliranega 4 t C na hektar, medtem ko je slovensko povprečje 5 t C na hektar.

Preglednica 5: Povprečne količine ogljika (C), akumuliranega v lesni biomasi, standardni odklon ter minimalne in maksimalne vrednosti na vzorčnih ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

C pool	mean [t/ha]	sd [t/ha]	min [t/ha]	max [t/ha]
C_{bg}	22,49	7,80	9,79	43,04
C_{agb}	111,89	37,36	48,12	206,73
C_{dwb}	3,85	5,03	0,00	20,70
C_{sum}	138,23	44,28	57,91	250,43

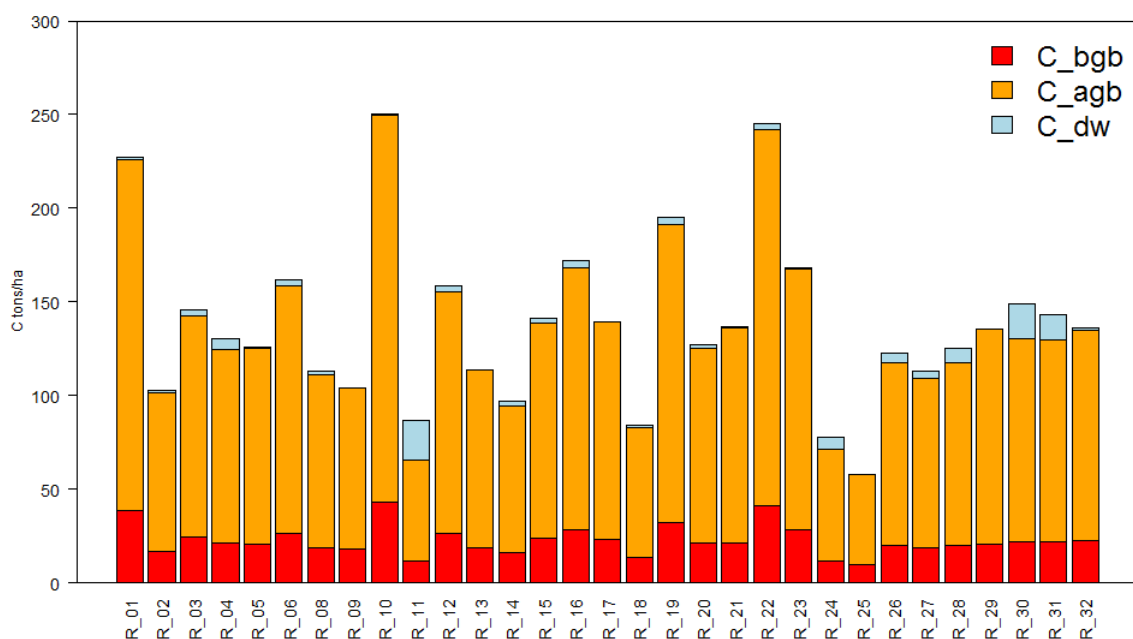
C_{bg} – C v podzemni lesni biomasi (»below ground biomass«)

C_{agb} – C v nadzemni lesni biomasi (»above ground biomass«)

C_{dwb} – C v odmrli lesni biomasi (»deadwood biomass«)

C_{sum} – skupni C v lesni biomasi

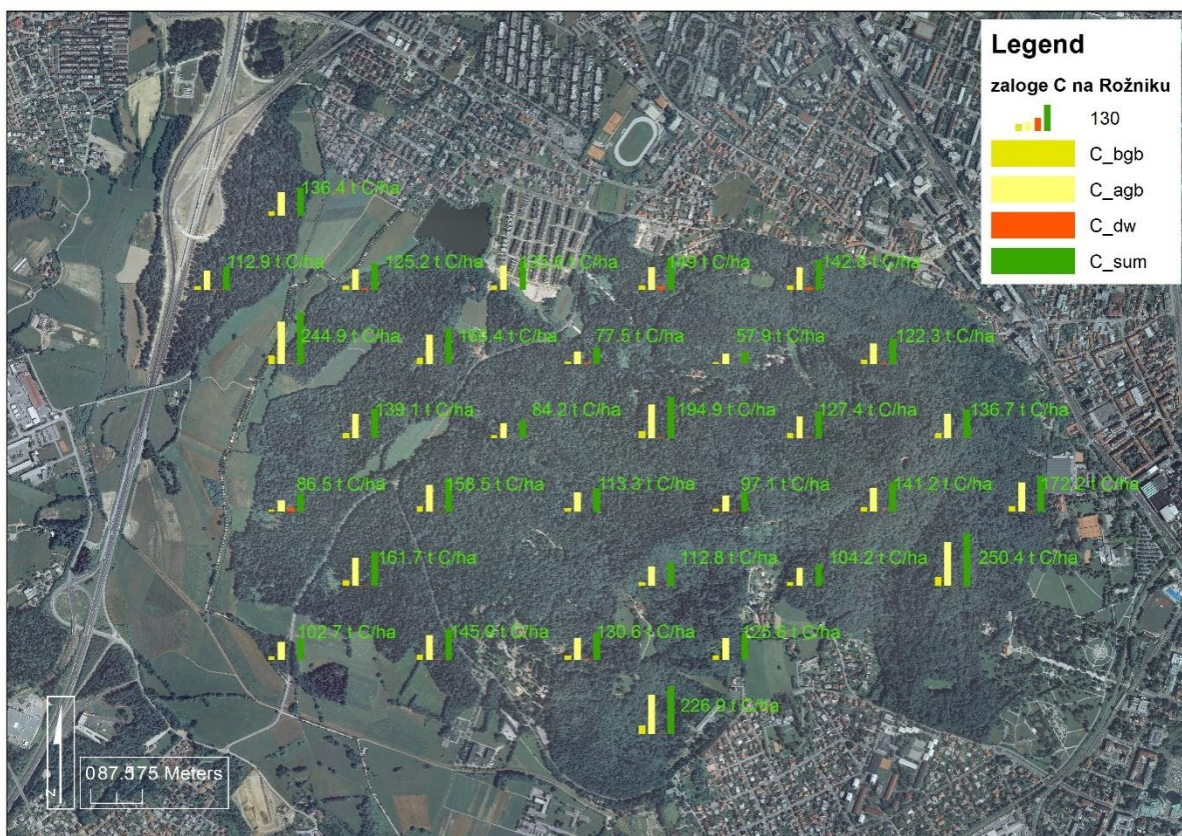
Carbon stock in above/below ground biomass and woody debris



Slika 27. Količina ogljika (C), akumuliranega v lesni biomasi, v tonah na ha, ločeno za vsako popisano ploskev v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. C_{bgb} – C v podzemni lesni biomasi (»below ground biomass«); C_{agb} – C v nadzemni lesni biomasi (»above ground biomass«); C_{dw} – C v odmrli lesni biomasi (»deadwood biomass«).

Lokacija Rožnik obsega 413 ha gozdov znotraj TRŠ, kjer je v obliki žive in odmrle lesne biomase shranjeno 57,089 t C; 9,288 t C je uskladiščeno v podzemni lesni biomasi (16 %), 46,209 t C v nadzemni lesni biomasi (81 %) in 1,592 t C v odmrli lesni biomasi (3 %).

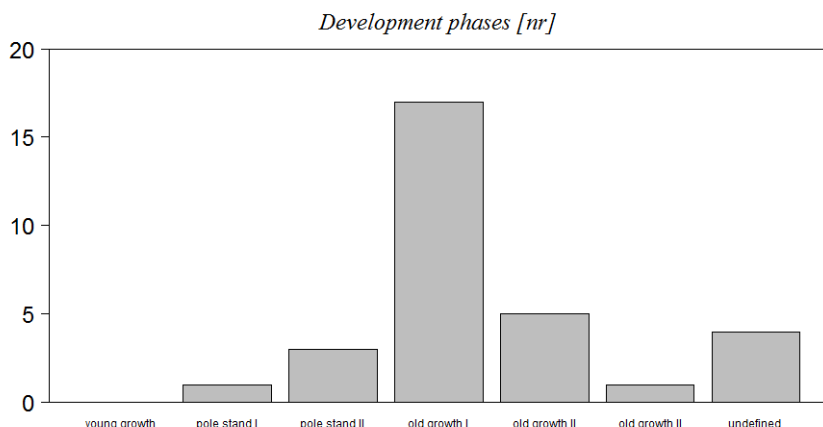
Rezultati kažejo na visok potencial dodatnega akumuliranja C v lesno biomaso in s tem nižanje C v atmosferi ter zmanjšanje koncentracije toplogrednih plinov v ozračju. Rezultati so bili že uporabljeni pri nominaciji Mesne občine Ljubljana za Zeleno prestolnico Evrope.



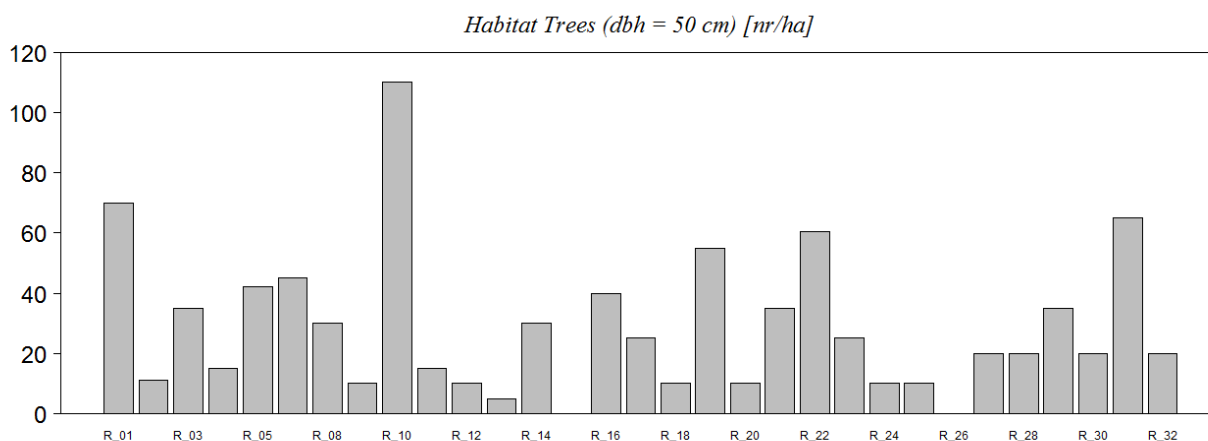
Slika 28. Prikaz količin ogljika (C), akumuliranega v lesni biomasi v tonah na ha, na vzorčnih ploskvah (C_{bgb} – C v podzemni lesni biomasi, C_{agb} – C v nadzemni lesni biomasi, C_{dwb} – C v odmrli lesni biomasi in C_{sum} – skupni C v lesni biomasi) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

6.3.4 Kulturne storitve (»Cultural Services«)

Literatura navaja, da imajo ljudje v gozdu rajši starejše razvojne faze - debeljake (angl. *old growth*). V takšnih gozdovih je preglednost nad prostorom večja in v njih je manj grmovnih vrst, ki otežujejo prehod. Ljudje opisujejo debela drevesa kot bolj impozantna. Na lokaciji Rožnik je bila najpogosteje zabeležena razvojna faza debeljaka, kar gre v prid rezultatom prej omenjenih raziskav oziroma ta gozd glede na delež debeljaka ponuja obiskovalcem kakovostno rekreacijsko izkušnjo (Slika 29). Visoko je tudi število debelih dreves - na eni lokaciji (R_10) je takšnih dreves celo več kot 100 na hektar (Slika 30).

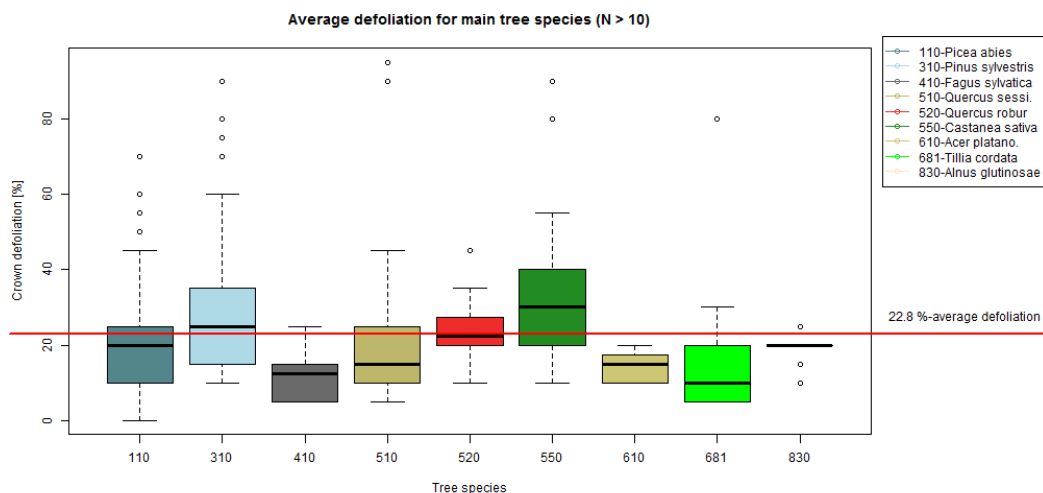


Slika 29. Število ploskev glede na različno razvojno fazo gozda v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib



Slika 30. Število habitatnih dreves (število/ha) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

Osutost krošenj dreves je eden od znakov zdravstvenega stanja dreves in je osnovni kazalnik za ocenjevanje življenjske moči drevesa. Kazalnik izraža okularno ocenjen delež (v odstotkih) manjkajočih asimilacijskih organov (listov, iglic) izbranega drevesa v primerjavi z normalno olistanim primerkom iste vrste, istega socialnega položaja in na enakem rastišču. Ocenjuje se na 5 odstotkov natančno. Za poškodovano se šteje tisto drevo, katerega osutost drevesne krošnje je višja od 25 odstotkov. Rezultati kažejo, da je bila v letu 2013 povprečna osutost dreves v TRŠ nižja, kot je bilo v istem letu povprečje za Slovenijo (23 proti 26 %) (Slika 31). Drevesna vrsta z najvišjo osutostjo krošenj v TRŠ je domači kostanj (*Castanea sativa*). Ocenjujemo, da je za takšno stanje kostanja kriva predvsem gliva kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*), ki je po celotni Evropi uničila veliko kostanjevih dreves. V zadnjih letih je domači kostanj prizadela še kostanjeva šiškarica, ki pa znatno zmanjša obrod domačega kostanja.



Slika 31. Povprečna osutost krošenj dreves v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

6.4 Zaključki in priporočila

Na podlagi izvedene gozdne inventure bi lahko sklepali, da so gozdovi v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib v dobrem stanju, pestrost drevesnih vrst, njihova razporeditev in delež debelih dreves pa nudijo obiskovalcem kakovostno rekreacijsko izkušnjo.

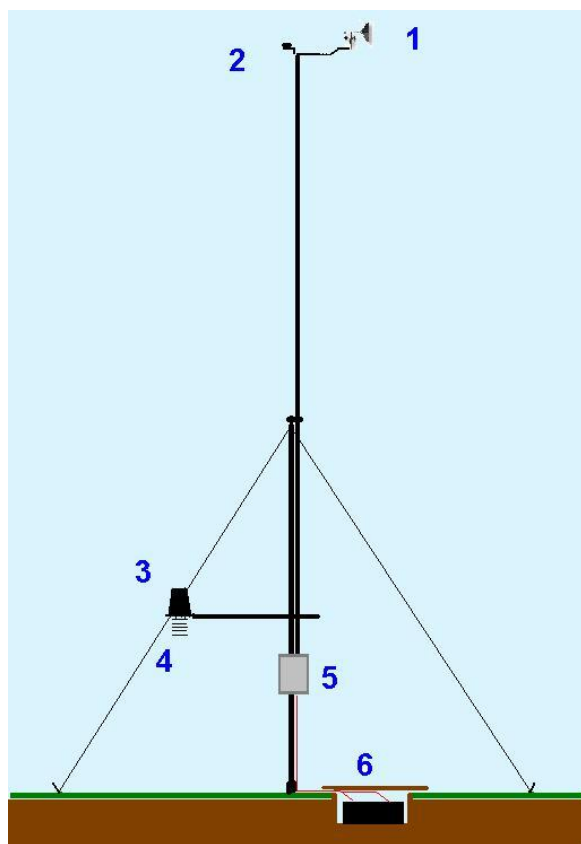
A rezultati naše inventure, ki je bila izvedena v letu 2013, so le pogojno uporabljeni. Težava je v posledicah, ki jih je povzročil žled v začetku leta 2014.

Ponovna inventura v najkrajšem možnem času bi omogočila edinstven vpogled v motnjo, ki jo lahko povzroči tak vremenski pojav, in bi bila hkrati edina zanesljiva osnova za načrtovanje prihodnjega upravljanja tega gozda.

7 METEOROLOŠKE IN MIKROMETEOROLOŠKE MERITVE

7.1 Metode

Na izbranih lokacijah Rožnika in Gameljn smo vzpostavili meteorološke meritve. V ta namen smo postavili dve meteorološki postaji (Slika 32). Samodejne meteorološke postaje nosijo merilne naprave 2 in 10 m nad tlemi. Pri načrtovanju nosilne konstrukcije meteorološke postaje smo upoštevali predpise Svetovne meteorološke organizacije ter izvedbo samodejnih meteoroloških postaj državne meteorološke službe. Nosilna palična konstrukcija je sestavljena iz nosilne pocinkane cevi dolžine 4 m, na katero je nameščena tanjša železna cev dolžine 9 m. Slednja je na nosilno cev pritrjena s »konjičkom«, ki omogoča, da se s pregibom merilna naprava z 10 m višine enostavno spusti na tla. Meteorološka postaja je na sidra v tleh pritrjena s tremi jeklenicami. Merilne naprave napajajo glavne baterije s kapaciteto 100 Ah in rezervne baterije za primer izpada napetosti na glavni bateriji.

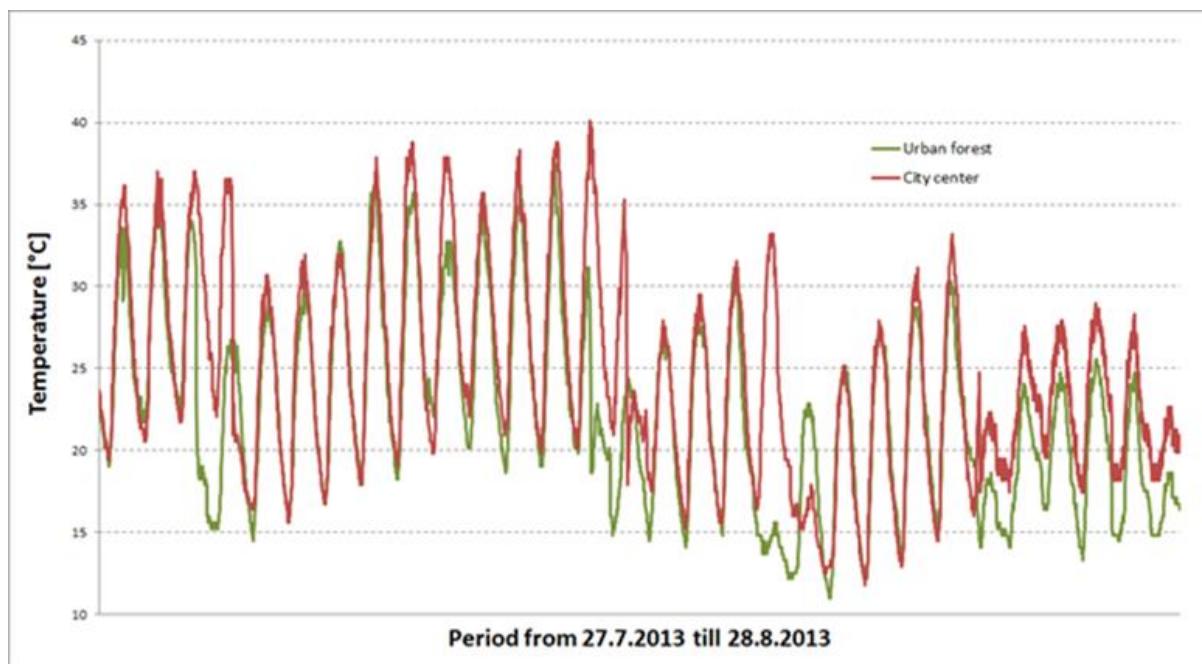


Slika 32. Shema samodejnih meteoroloških postaj, postavljenih v okviru projekta (1 – merilnik hitrosti vetra, ki beleži tudi smer vetra (Davis Instruments), 2 – merilnik Sončevega sevanja (Davis Instruments), 3 – merilnik padavin (Davis Instruments), 4 – samodejni registrator temperature in relativne zračne vlage (Votcraft DL-120TH), 5 – omarica z merilnikom zračnega tlaka (Freescall Semiconductor) in s hranilnikom podatkov, ki shranjuje podatke o padavinah, Sončevem sevanju, zračnem tlaku in vetru (Campbell Scientific datalogger CR200), 6 – glavna baterija)

Za opis mikroklimatskih razmer smo na lokaciji Gameljne vzpostavili 4 ploskve za spremljanje talne vlage in temperature ter zračne vlage in temperature. Temperaturo tal spremljamo na 2, 10 in 30 cm globine, talno vlago na 10 in 30 cm globine, zračno vlago in temperaturo pa na 2 m višine.

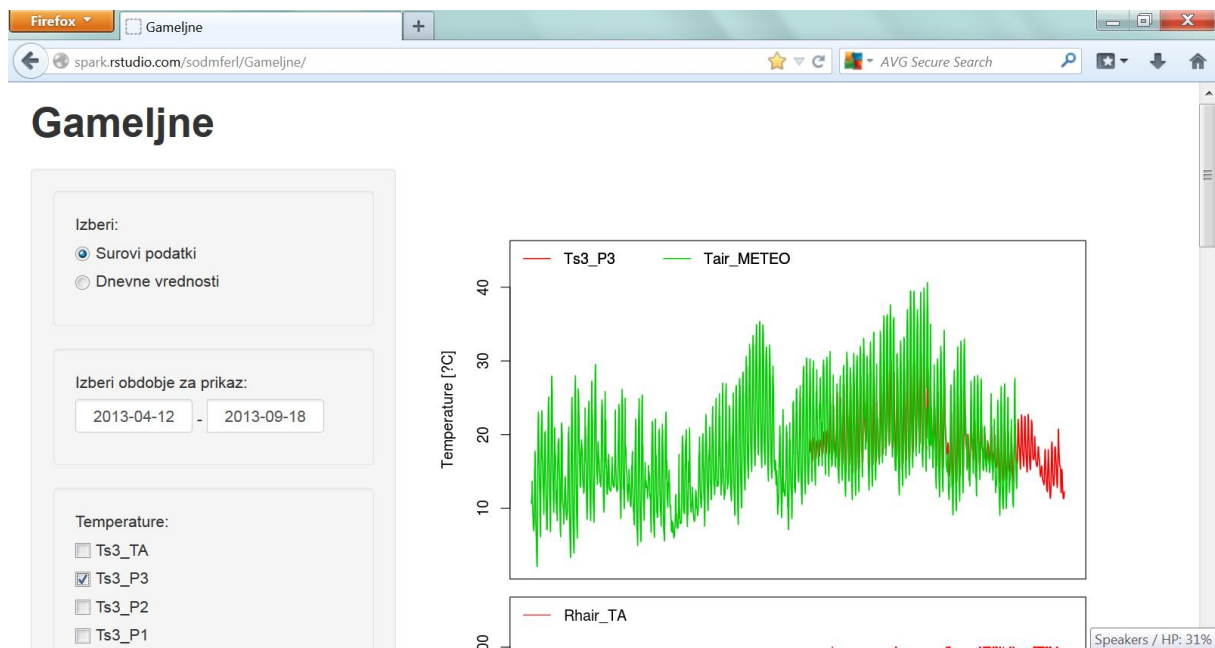
7.2 Rezultati

Temperatura, relativna vlažnost zraka in veter se lahko v mestu krajevno in časovno občutno razlikujejo. Tovrstno izmenjevanje okoljskih vplivov meščani še posebej občutijo med pozidanimi in gozdnimi površinami. Več kot 40 odstotkov površin MOL pokriva gozd, ki blaži temperaturne viške v poletnem vročinskem valu in zmanjšuje učinek toplotnega otoka mesta. V ta namen smo vzpostavili meritve zračne temperature in vlage na 2 m. V poletju 2013 so na primer razlike med središčem mesta in gozdom presegle 10 °C (Slika 33). Ob tem v gozdu temperatura ni presegla 40 °C niti na dan, ko je bila v Ljubljani dosežena rekordno visoka temperatura zraka 40,2 °C!



Slika 33. Poletne temperature zraka v središču Ljubljane

Kot pomoč pri pregledu in hitrem dostopu do podatkov smo pripravili uporabniški vmesnik (Slika 34), dostopen na spletnem naslovu <http://spark.rstudio.com/sodmferl/Gameljne/>. Vmesnik ponuja osnovne možnosti izbire posameznih merjenih parametrov ter prikaz in prenos surovih oz. agregiranih podatkov. Trenutno je vzpostavljen le za lokacijo Gameljne in prikazuje meteorološke in mikrometeorološke podatke, merjene na tej lokaciji (Slika 33). Za lokacijo Rožnik smo na spletnem naslovu http://meteo.gozdis.si/wp-content/grafi/zadnji_podatki_vrt.pdf pripravili pregled trenutnih meteoroloških parametrov, s prikazanimi indeksi toplotnega ugodja, ter opozorila v času vročinskega vala - Humidex (http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/humidex.html).



Slika 34. Preliminarni uporabniški vmesnik (slika), dostopen na spletnem naslovu <http://spark.rstudio.com/sodmferl/Gameljne/>

Predlagamo, da se spletna stran Mestne občine Ljubljana dopolni s prikazom teh podatkov.

8 BIODIVERZITETA

8.1 Flora in vegetacija

8.1.1 Popis rastlinskih vrst v urbanih gozdovih

Rastline in vegetacija (gozdne združbe) so med temeljnimi sestavinami gozdov, ki nam zaradi tesne povezanosti z drugimi sestavinami gozdnih ekosistemov omogočajo ugotavljanje in razumevanje splošnega stanja v gozdnem in širšem okolju. S popisom rastlinskih vrst (pojavljanje, razširjenost vrst, razmerja v gozdnih združbah itd.) lahko namreč sklepamo tudi na splošno stanje gozda. Popis rastlinskih vrst je posebej uporaben pri spremljanju stanja urbanih in periurbanih gozdov v daljšem časovnem obdobju, saj omogoča zaznavanje različnih procesov (tudi negativnih) in sprememb, povezanih s tem specifičnim okoljem. V urbanih gozdovih nas v povezavi z rastlinskimi vrstami, vegetacijo in habitatmi še posebej zanimajo pojav invazivnih tujerodnih vrst, negativni vplivi zaradi onesnaževanja okolja in zaradi podnebnih sprememb, vplivi zaradi fragmentacije (razkosanja) gozdnih kompleksov in vplivi različnih aktivnosti človeka v tem okolju (npr. rekreacija, kmetijstvo, gradnja infrastrukture).

8.1.2 Postavitev vegetacijskih ploskev in izvedba popisov na terenu

Rastlinsko vrstno pestrost in vegetacijo smo v Sloveniji v okviru projekta proučevali na dveh monitorinških lokacijah in treh monitorinških ploskvah v urbanih in periurbanih gozdovih MOL. Opazovanja in popisi so potekali na monitorinških lokacijah Rožnik in Gameljne. Na lokaciji Gameljne smo izbrali dve ploskvi, ki smo jih poimenovali po ključnih drevesnih vrstah v prevladujočih sestojih na tem območju. Prvo ploskev smo poimenovali Gameljne - topol, drugo pa Gameljne - bor.

Na vseh treh monitorinških ploskvah ((i) Rožnik, ii) Gameljne - topol in iii) Gameljne - bor) smo v začetku leta 2013 v skladu z dogovorjeno metodologijo projekta za spremljanje rastlinske in vegetacijske pestrosti (Padoa-Schioppa in sod., 2012) postavili po tri različne tipe vegetacijskih ploskev. Glavni namen postavitve vegetacijskih ploskev je popis pestrosti rastlinskih vrst in vegetacije ter habitatov.

Po dogovorjeni metodologiji (Padoa-Schioppa in sod., 2012) smo preučevali naslednje vegetacijske ploskve:

i) Na homogenem delu vsake ploskve smo postavili veliko vegetacijsko ploskev (LVP). Velikost ploskve je 2500 m² (kvadrat 50 x 50 m). Ploskve so namenjene predvsem vrednotenju habitatnega tipa (habitata). Na njih nismo izvajali intenzivnejših opazovanj oz. popisov rastlinskih vrst. Hkrati pa velika vegetacijska ploskev predstavlja robno cono in ogrodje za postavitve ostalih vegetacijskih ploskev (Slika 36, Slika 38, Slika 40).

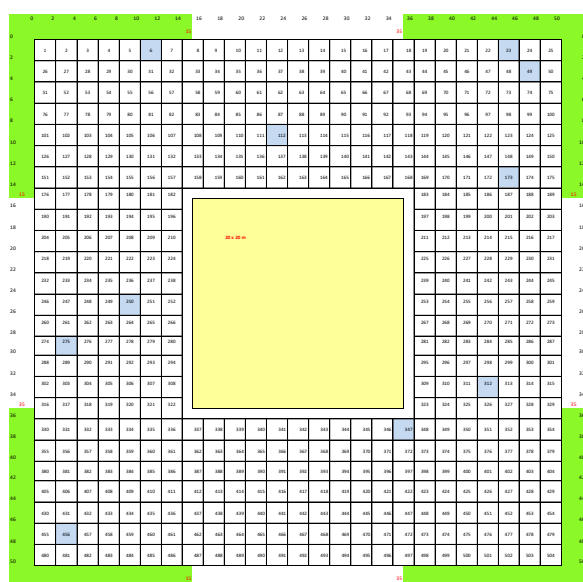
ii) Na sredino vsake velike vegetacijske ploskve smo postavili srednjo vegetacijsko ploskev (MVP) s popisno površino 400 m² (Slika 36, Slika 38, Slika 40). Srednja vegetacijska ploskev je kvadratne oblike, s stranicama 20 metrov.

iii) Z namenom, da bi zajeli tudi manjše spremembe v sestavi vegetacije in populacijski dinamiki rastlin, smo na zunanjem delu velike vegetacijske ploskve slučajnostno razmestili 10 malih vegetacijskih ploskev (SVP) z velikostjo 4 m² (2 x 2 m). Male vegetacijske ploskve smo razmestili izven območja srednje vegetacijske ploskve (Slika 36, Slika 38, Slika 40). Skupna popisna površina malih vegetacijskih ploskev na eni monitorinški ploskvi je 40 m². Pri postavitvi malih vegetacijskih ploskev smo se izogibali večjim heterogenostim (npr. poti in steze, potok, večji jarek, kurišče, kup odpadnega gradbenega materiala), ki bi lahko značilno

vplivale na stanje opazovanega parametra. Položaj vegetacijskih ploskev smo označili na karti posameznih monitorinških ploskev (Slika 36, Slika 38, Slika 40). Vegetacijske ploskve so trajno označene tudi na terenu (zakopani železni količki).



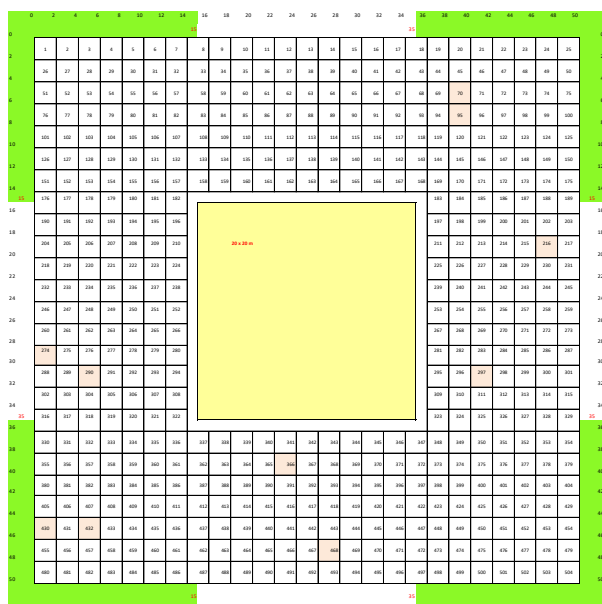
Slika 35. Gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Rožnik, ki leži na pobočju za stavbo Gozdarskega inštituta Slovenije v Ljubljani (foto: Lado Kutnar)



Slika 36. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Rožnik v Ljubljani



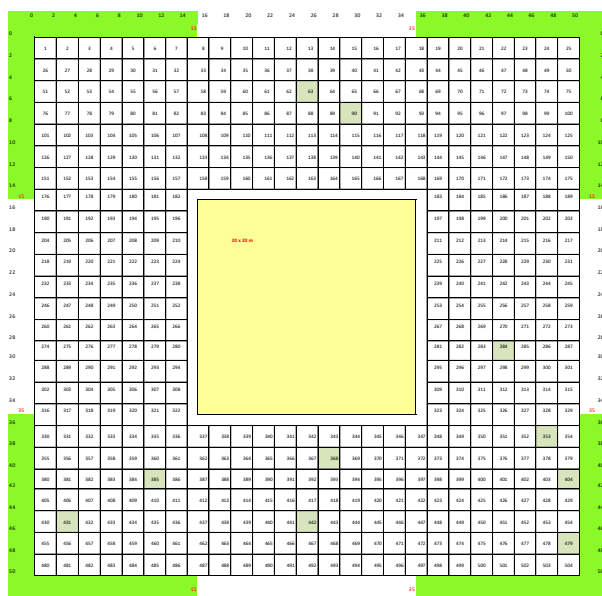
Slika 37. Pogled na gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Gameljne – topol v pomladanskem času. Ploskev leži v obrežnem gozdu ali logu, na spodnji terasi ob strugi reke Save. Rastišča so pod stalnim vplivom vode (visoki nivo podtalnice, redno poplavljanje rečne vode, transport snovi po vodi in odlaganje, razširjenje rastlinskih vrst z vodnim tokom itd.) (foto: Lado Kutnar).



Slika 38. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Gameljne – topol pri Ljubljani



Slika 39. Pogled na gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Gameljne – bor pri Ljubljani v poletnem času. Ploskev leži v drugotnem gozdu rdečega bora na dvignjeni rečni terasi, ki je izven neposrednega vpliva rečne vode. V pritalne plasti sestojev rdečega bora se vraščajo številne vrste listavcev (foto: Lado Kutnar).



Slika 40. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskv na monitorinški ploskvi Gameljne – bor pri Ljubljani

Na srednjih in malih vegetacijskih ploskvah smo rastlinsko vrstno sestavo in vegetacijo popisali med aprilom in julijem 2013. Na teh ploskvah smo ocenili stopnjo zastiranja (pokrovnost) vertikalnih vegetacijskih plasti (mahovna, zeliščna, grmovna in drevesna plast). Za posamezno plast smo izdelali okularno oceno deleža zastrtih tal. Poleg tega pa smo ocenili

tudi delež nezastrtih (neporaščenih, golih) tal ter delež površinske skalnatosti oz. kamnitosti (Canullo in sod., 2011).

Rastlinske vrste (praprotnice in semenke ali vaskularne rastline) in njihovo stopnjo zastiranja smo ocenili ločeno po vertikalnih plasteh (zgornja in spodnja drevesna plast, grmovna plast in zeliščna plast). Oceno stopnje zastiranja rastlin na srednjih vegetacijskih ploskvah smo izdelali na osnovi modificirane metode po Barkmanu in sodelavcih (1964) (Preglednica 6).

Preglednica 6. Ocena stopnje zastiranja/obilja po Barkmanu in sod. (1964)

Lestvica	Stopnja zastiranja (%)	Srednja stopnja zastiranja (%)	Količinska opredelitev
r	<5,0	0,01	posamezni osebki (1–2 osebka/ploskev)
+		0,5	malo osebkov (3–20 osebkov/ploskev)
1		2,0	številni osebki (20–100 osebkov/ploskev)
2m		4,0	zelo številni osebki (> 100 osebkov/ploskev)
2a	5,0–12,5	8,8	
2b	12,5–25,0	18,8	
3	25,0–50,0	37,5	
4	50,0–75,0	62,5	
5	75,0–100,0	87,5	

Na malih vegetacijskih ploskvah (4 m²) smo oceno stopnje zastiranja vertikalnih vegetacijskih plasti (mahovna, zeliščna, grmovna in drevesna plast) izdelali na enak način kot na srednjih vegetacijskih ploskvah (400 m²). Okularne ocene zastiranja tal za posamezno vertikalno plast, oceno deleža povsem nezastrtih tal in površinske skalnatosti oz. kamnitosti smo izdelali v skladu z metodologijo po Canullu in sodelavcih (2011). Ločeno po vertikalnih plasteh (zgornja in spodnja drevesna plast, grmovna plast in zeliščna plast) smo popisali rastlinske vrste (praprotnice in semenke ali vaskularne rastline) in ocenili njihovo stopnjo zastiranja. Na malih vegetacijskih ploskvah smo oceno stopnje zastiranja rastlinskih vrst izdelali na osnovi modificirane metode po Londu (1975) (Preglednica 7).



Slika 41. Primer vidne (začasne) označitve male vegetacijske ploskve na terenu. Vegetacijska ploskev leži na monitorinški ploskvi Rožnik (foto: Lado Kutnar).

Preglednica 7. Ocena stopnje zastiranja/obilja po modificirani metodi po Londu (1975)

Lestvica	Stopnja	Srednja stopnja
0,1	<1	0,5
0,2	1-3	2
0,4	3-5	4
1	5-15	10
2	15-25	20
3	25-35	30
4	35-45	40
5	45-55	50
6	55-65	60
7	65-75	70
8	75-85	80
9	85-95	90
10	95-100	97,5

Popise rastlinskih vrst na treh monitorinških ploskvah (Rožnik, Gameljne - topol in Gameljne - bor) in vseh vegetacijskih ploskvah smo ponovili dvakrat, tako da smo v analizo zajeli pomladanski in poletni aspekt vegetacije. Pomladanske popise smo opravili v drugi polovici aprila, poletne pa med koncem junija in začetkom julija.

Kot nomenklaturne vire smo za imena rastlinskih vrst uporabljali domači (nacionalni) vir Mala flora Slovenije (Martinčič in sod., 2007) in evropski vir Flora Europaea (Tutin in sod., 1964-1980, 1993).

8.1.3 Priprava podatkov za analize

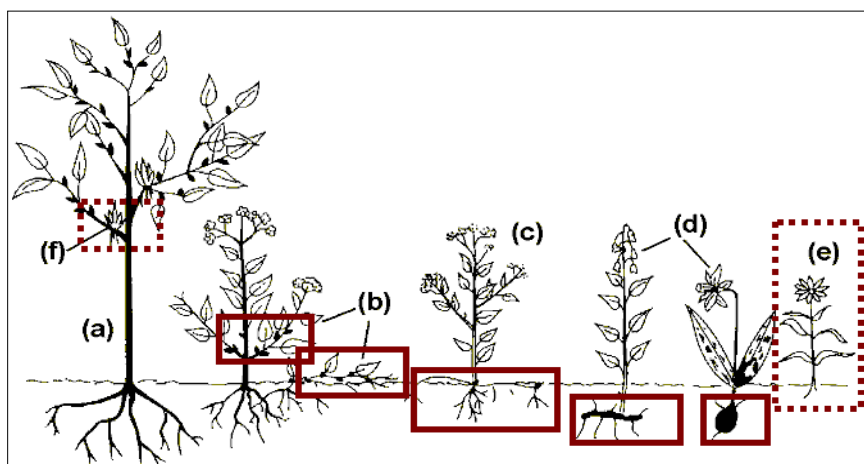
Na osnovi dodatne literature (npr. različni rastlinski določevalni ključi), primerjalnega herbarijskega materiala in drugih virov (npr. različne botanične internetne strani) smo

preverili nekatere vprašljive oz. težavnejše določitve rastlinskih vrst. Pregledane in urejene vegetacijske (fitocenološke) popise smo vnesli v računalniško metapodatkovno bazo. Za vsako vegetacijsko ploskev smo z združevanjem popisa pomladanskega in poletnega aspekta izdelali enoten popis rastlinskih vrst. V enotnem popisu so bile upoštevane vse rastline, ki se pojavijo v obeh ločenih popisih. Pri vrstah, ki se pojavijo obakrat, je bila za analizo upoštevana višja ocena stopnje zastiranja.

V bazo smo vnesli splošne podatke in popise rastlinskih vrst za tri srednje (400 m²) in 30 malih vegetacijskih ploskev (4 m²). Za nadaljnje analize, pri katerih se upoštevajo stopnje zastiranja vrst, smo ocene transformirali v srednje vrednosti zastiranja (sredina razreda), kot npr. ocene r do 5 po Barkmanu in sod. (1964) v vrednosti 0,01 do 87,5 %; ocene 0,1 do 10 po Londu (1975) v vrednosti od 0,5 do 97,5 % (glej Preglednica 6, Preglednica 7).

Na osnovi terenskih popisov smo analizirali rastlinsko vrstno pestrost, izračunali indekse pestrosti in deleže invazivnih tujerodnih vrst na malih in srednjih vegetacijskih ploskvah. Na ploskvah smo analizirali biološki spekter življenjskih oblik po Raunkiaerju (Slika 42).

Na podlagi rastlinske vrstne sestave po vertikalnih plasteh na 33 ploskvah smo s korespondenčno analizo z odstranjenim trendom (DCA) ordinacije (McCune & Mefford, 2011) analizirali relativna razmerja med vegetacijskimi in monitorinškimi ploskvami ter glavne ekološke gradiente.



Slika 42. Raunkiaerjeve življenjske oblike. Rjavi okvirji označujejo položaj spečih popkov (brstov) (a) fanerofit (*Phanerophyte*), (b) nanofanerofit (*Nanophanerophyte*) – hamefit (*Chamaephyte*), (c) hemikriptofit (*Hemicryptophyte*), (d) geofit (*Geophyte*), (e) terofit (*Therophyte*), (f) epifit (*Epiphyte*)

8.1.4 Rezultati

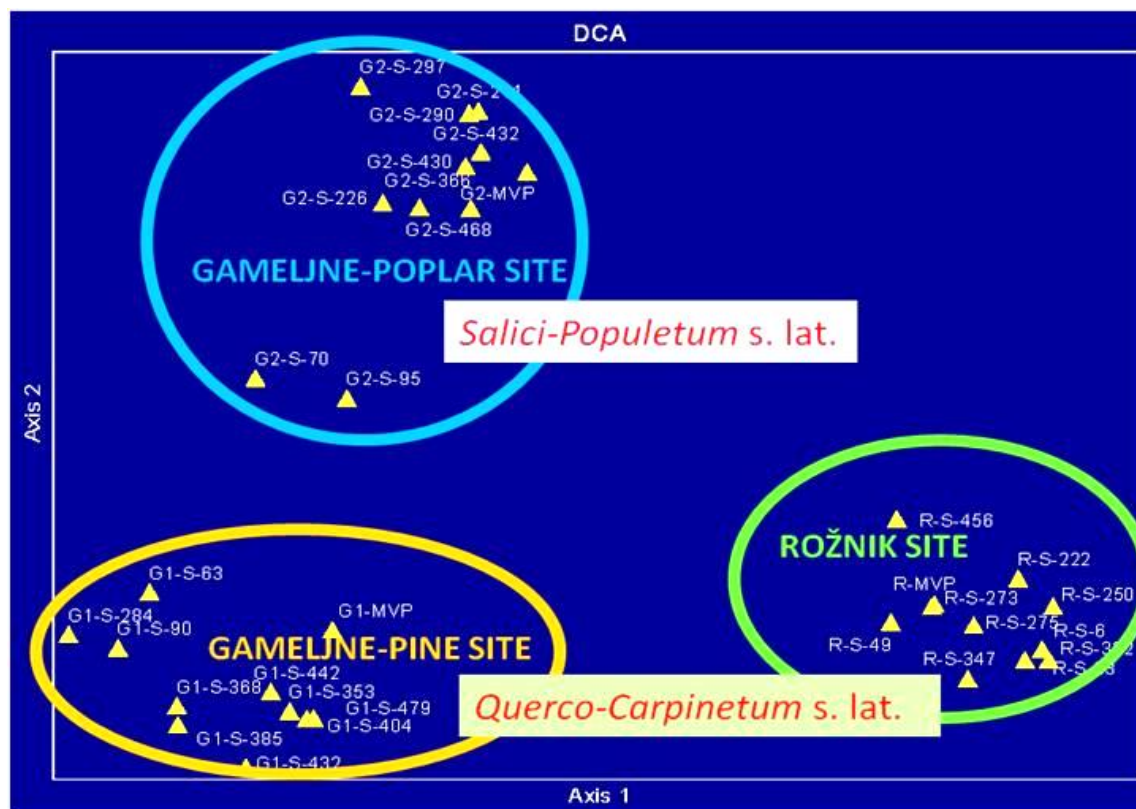
8.1.4.1 Glavni ekološki gradienti

Porazdelitev vegetacijskih ploskev in monitorinških lokacij (ploskev) v DCA-dvorazsežnem ordinacijskem prostoru na osnovi pojavljanja rastlinskih vrst po vertikalnih plasteh dobro odraža glavne ekološke gradiente (Slika 43). Druga ordinacijska os (DCA 2) je tesno povezana z gradientom vsebnosti vode v tleh. Pri višjih vrednostih DCA 2 se pojavljajo vegetacijske ploskve na objektu Gameljnah - topol, kjer ima visoka podtalnica ali poplavna voda izrazit vpliv na delovanje gozdnega ekosistema. V spodnjem delu DCA-ordinacijskega prostora so

vegetacijske ploskve z objektov Gameljne - bor in Rožnik, kjer neposredni učinki vode niso tako izraziti.

Poleg tega so ploskve in lokacije dobro ločene tudi vzdolž prve ordinacijske osi (DCA 1), ki je v tesni korelaciji z gradientom reakcije tal (pH). Vegetacijske ploskve z lokacije Rožnik, ki imajo v povprečju nižje vrednosti pH tal (relativno bolj kisla tla) kot ploskve v Gameljnah, se pojavljajo pri višjih vrednostih osi DCA 1.

Slika 43 dokazuje, da je rastlinska vrstna sestava dober pokazatelj rastiščnih (ekoloških) razmer, saj relativna razmerja med ploskvami jasno odražajo gradiente nekaterih ključnih dejavnikov.



Slika 43. DCA-ordinacija vseh vegetacijskih ploskev in monitorinških ploskev (lokacij)

8.1.4.2 Rastlinska vrstna pestrost

Na treh monitorinških ploskvah (Rožnik - gozdni sestoj za stavbo Gozdarskega inštituta Slovenije; Gameljne - topol - obrežni gozd (log) na spodnji terasi ob strugi reke Save; Gameljne - bor - drugotni gozd rdečega bora s podraslo listnato vegetacijo na dvignjeni savski terasi) smo skupaj popisali 161 vaskularnih rastlinskih vrst (praprotnice in semenke oz. višje rastline) (Preglednica 8).

V različnih vertikalnih plasteh (drevesna, grmovna in zeliščna plast) smo ugotovili 36 drevesnih vrst. Mednje smo prišteli tudi nekaj grmovnih vrst, ki na raziskanih ploskvah dosega drevesno višino (nad 5 metrov). Število popisanih grmovnih vrst in vzpenjavk (plezalk), ki smo jih našli v grmovni ali zeliščni plasti vegetacijskih ploskev, je bilo 21. Na vegetacijskih ploskvah smo našli tudi 104 zeliščne (nelesnate) vrste (Preglednica 8).

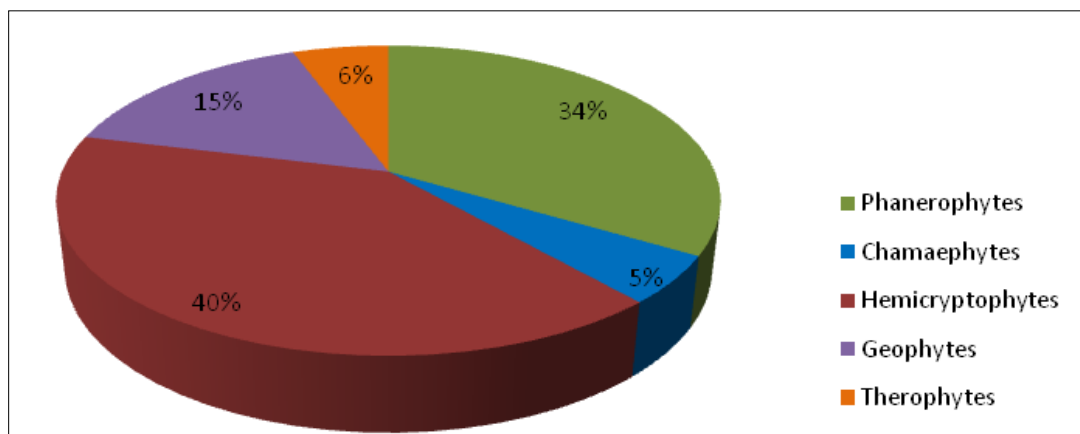
Preglednica 8. Rastlinska vrstna pestrost na treh monitorinških ploskvah in vegetacijskih ploskvah

	VSE PLOSKVE	ROŽNIK	GAMELJNE - topol	GAMELJNE - bor
ŠT. PLOSKEV	<i>n = 3</i>	<i>n = 1</i>	<i>n = 1</i>	<i>n = 1</i>
ŠT. VIŠJIH RASTLIN	161	61	85	69
ŠT. DREVESNIH VRST	36	22	14	21
ŠT. GRMOVNIH VRST (z vzpenjavkami)	21	7	15	14
ŠT. ZELIŠČNIH VRST	104	32	56	34
SREDNJE VEG. PLOSKVE (MVP) (400 m²)	<i>n = 3</i>	<i>n = 1</i>	<i>n = 1</i>	<i>n = 1</i>
POVPREČNO ŠT. RASTLINSKIH VRST	63,3	56	68	66
SHANNON INDEKS H	3,39	3,48	3,51	3,172
MALE VEG. PLOSKVE (SVP) (4 m²)	<i>n = 30</i>	<i>n = 10</i>	<i>n = 10</i>	<i>n = 10</i>
POVPREČNO ŠT. RASTLINSKIH VRST	19,3	18,1	22,1	17,7
SHANNON INDEKS H	2,24	2,09	2,34	2,26

8.1.4.3 Biološki spekter

Na treh monitorinških ploskvah (Rožnik, Gameljne - topol, Gameljne - bor) smo analizirali biološki spekter oz. delež različnih življenjskih oblik (Raunkiær) (Slika 44). Med 161 popisanimi vrstami prevladujejo hemikriptofiti (65 vrst ali 40 %) in fanerofiti (54 vrst ali 34 %). Na vegetacijskih ploskvah smo popisali tudi razmeroma veliko število geofitov (25 vrst ali 15 %). Velik delež geofitov nakazuje, da so preučeni urbani in periurbani gozdovi v starejši

(poznejši) sukcesijski fazi (odrasli oz. zreli gozdovi) z razmeroma sklenjenim sklepom krošenj.



Slika 44. Deleži življenjskih oblik na vseh treh monitorinških ploskvah

8.1.4.4 Rastlinska vrstna sestava

8.1.4.4.1 Drevesne vrste

Na srednji vegetacijski ploskvi Rožnik so prevladovala naslednje drevesne vrste: graden (*Quercus petraea*), smreka (*Picea abies*), pravi kostanj (*Castanea sativa*) in robinija (*Robinia pseudacacia*).

Na srednji vegetacijski ploskvi Gameljne - topol so imele najvišjo stopnjo zastiranja naslednje drevesne vrste: gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), črna jelša (*Alnus glutinosa*), siva vrba (*Salix eleagnos*) in veliki jesen (*Fraxinus excelsior*). Črni topol (*Populus nigra*), po katerem se ploskev imenuje, je na njej prisoten z manjšim deležem.

Prevladujoče vrste v drevesni plasti srednje vegetacijske ploskve Gameljne - bor pa so bile naslednje: rdeči bor (*Pinus sylvestris*), beli gaber (*Carpinus betulus*), lipovec (*Tilia cordata*) in navadna leska (*Corylus avellana*).

8.1.4.4.2 Grmovne vrste

Med najpogostejšimi grmovnimi vrstami na srednji vegetacijski ploskvi Rožnik je bila srhkostebelna robida (*Rubus hirtus*), na ploskvi Gameljne - topol sinjezelena robida (*Rubus caesius*) in rdeči dren (*Cornus sanguinea*) ter na ploskvi Gameljne - bor navadna kalina (*Ligustrum vulgare*), kovačnik (*Lonicera caprifolium*) in dobrovita (*Viburnum lantana*).

8.1.4.4.3 Zeliščne vrste

V enotnem popisu (združen popis pomladanskega in poletnega aspekta vegetacije) so bile v zeliščni plasti ploskve Rožnik najbolj površinsko zastopane naslednje vrste: podlesna vetrnica (*Anemone nemorosa*), pasji zob (*Erythronium dens-canis*), orlova praprotnica (*Pteridium aquilinum*), pomladanski žafran (*Crocus vernus* subsp. *vernus*) in dvolistna senčnica (*Maianthemum bifolium*).

Prevladujoče vrste zeliščne plasti (brez lesnatih rastlin) na ploskvi Gameljne - topol so bile naslednje: orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), mali zvonček (*Galanthus nivalis*), čemaž (*Allium ursinum*), navadna regačica (*Aegopodium podagraria*), japonski dresnik (*Fallopia*

japonica), velecvetna mrtva kopriva (*Lamium orvala*) in navadna lopatica (*Ranunculus ficaria*).

Na ploskvi Gameljne - bor pa so prevladovale naslednje vrste: beli šaš (*Carex alba*), pisana šašulica (*Calamagrostis varia*), trilstna vetrnica (*Anemone trifolia*), sinjezeleni šaš (*Carex flacca*), mali zvonček (*Galanthus nivalis*) in kimasta kraslika (*Melica nutans*).



Slika 45. Na monitorinški ploskvi Rožnik v pritalnih plasteh prevladuje srhkostebelna robida (*Rubus hirtus* W. & K.). Sestoj gradijo zelo različne drevesne vrste. V tem gozdnem sestoji se pojavljajo tudi drevesne vrste, ki nakazujejo poudarjen človekov vpliv (npr. intenzivno gospodarjenje) in motnje, ki se odražajo v pojavljanju tujerodnih, tudi invazivnih vrst (foto: Lado Kutnar).



Slika 46. V logih na širšem območju ploskve Gameljne – topol je črni topol (*Populus nigra* L.) ena od ključnih drevesnih vrst. V neposredni bližini ploskve smo opazili izrazit trend sušenja in umiranja dreves črnega topola. Na samih vegetacijskih ploskvah je vrsta razmeroma redka. Na osnovi vrstne sestave ploskev lahko sklepamo na sukcesijski razvoj teh gozdov proti bolj sušnim, mezofilnim gozdnim združbam (foto: Lado Kutnar).



Slika 47. Osrednji del velike in srednje vegetacijske ploskve Gameljne – topol v pomladanskem času (25. april 2013). V tem delu se pojavljajo posamezni mladi poganjki japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), ki v tem času dosegajo višino do nekaj 10 centimetrov (foto: Lado Kutnar).



Slika 48. Osrednji del velike in srednje vegetacijske ploskve Gameljne – topol v poletnem času (18. junij 2013). V tem času je invazivna tujerodna vrsta japonski dresnik (na sliki je v ospredju) dosegla tudi več kot 2 metra višine, kar kaže na njen izjemni rastni potencial in življenjsko moč (foto: Lado Kutnar).



Slika 49. Na posameznih delih ploskve Gameljne – topol v pomladanskem času povsem prevladuje čemaž (*Allium ursinum* L.), ki se v poletnem času postopoma umika drugim vrstam. Njegova rastišča takrat zasedejo predvsem različne invazivne tujerodne vrste (foto: Lado Kutnar).



Slika 50. Pogled na srednjo vegetacijsko ploskev Gameljne – bor v pomladanskem času (26. april 2013) (foto: Lado Kutnar)



Slika 51. V posameznih delih ploskve Gameljne – bor je pritalna vegetacija dobro razvita in raznovrstna. V poletnem času so na ploskvi najbolj razraščeni beli in sinjezeleni šaš (*Carex alba*, *C. flacca*) ter pisana šašulica (*Calamagrostis varia*) (foto: Lado Kutnar).

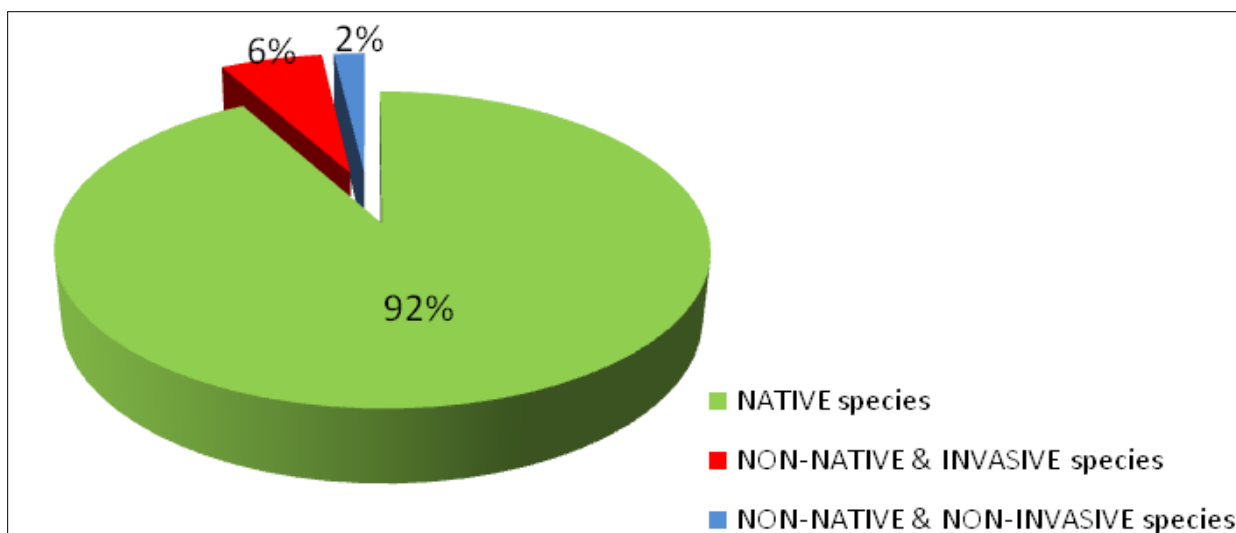
8.1.4.5 Tujerodne in invazivne vrste

Posebno pozornost v analizi flore in vegetacije urbanih in periurbanih gozdov v MOL smo posvetili invazivnim tujerodnim rastlinskim vrstam, ki - tako kot v drugih nižinskih gozdovih - pomenijo resno grožnjo. V MOL imajo velik delež različni nižinski gozdovi, med katerimi so pogosti tudi obrečni, močvirni in poplavni gozdovi. Obrečni, močvirni in poplavni gozdovi so med vsemi našimi gozdnimi tipi najbolj izpostavljeni vdoru in subspontanemu širjenju invazivnih tujerodnih vrst.

Predvsem na monitorinških ploskvah Gameljne - topol in Rožnik smo popisali več tujerodnih rastlinskih vrst, in večina od njih je invazivnih. Invazivne tujerodne rastlinske vrste ogrožajo gozdne habitate in neposredno izpodrivajo avtohtone rastlinske vrste.

Med 161 vrstami, popisanimi na vseh vegetacijskih ploskvah, je bilo skupaj 8 odstotkov tujerodnih rastlinskih vrst (Slika 52). Med vsemi vrstami pa je bilo 6 odstotkov invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst.

Invazivne vrste so na ploskev Gameljne verjetno prišle večinoma po reki Savi ali pa so jih tja z odlaganjem odpadnega materiala vnesli okoliški prebivalci. Na obeh monitorinških lokacijah se kot vektor prenosa z vrtov in parkov pogosto pojavljajo različne živalske vrste (največkrat ptiči, tudi veverice itd.). Domovini popisanih invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst sta predvsem Severna Amerika in Azija.



Slika 52. Delež tujerodnih, invazivnih in domačih rastlinskih vrst v preučenih urbanih in periurbanih gozdovih MOL

Med invazivnimi tujerodnimi vrstami na ploskvi Rožnik smo popisali robinijo (*Robinia pseudacacia*), Thunbergov češmin (*Berberis thunbergii*) in drobnocvetno nedotiko (*Impatiens parviflora*). Poleg teh smo na ploskvi popisali tudi nekaj drugih tujerodnih rastlinskih vrst, ki pa ne izkazujejo potenciala invazivnosti. Med njimi so bile navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum*), lovorikovec (*Prunus laurocerasus*) in mandžurski oreh (*Juglans mandshurica*). Na ploskvi smo popisali tudi nekaj vrst, ki so sicer avtohtone v Sloveniji, vendar po naravi ne sodijo v ta tip gozda. Med njimi je bila tudi tisa (*Taxus baccata*), ki so jo iz bližnjih parkov in vrtov verjetno razširili ptiči.

Delež invazivnih tujerodnih vrst je bil največji na ploskvi Gameljne - topol v neposredni bližini reke Save. Od 68 popisanih rastlinskih vrst na tej ploskvi je bilo kar 8 invazivnih, kar znaša 11,8 odstotka vseh popisanih rastlinskih vrst na tej ploskvi. Invazivne rastlinske vrste na tej ploskvi so bile naslednje: orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*), deljenolistna rudbekija (*Rudbeckia laciniata*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*), topinambur ali laška repa (*Helianthus tuberosus*), žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*), drobnocvetna nedotika (*Impatiens parviflora*) in kalinolistni pokalec (*Physocarpus opulifolius*).

Po dosedanjih ocenah bi v proučevanih urbanih in periurbanih gozdovih med drevesnimi vrstami lahko imela večji vpliv predvsem robinija. Vendar pa imamo od te vrste tudi številne koristi, kot npr. stabilizacija neustaljenih podlag, les za kurjavo, uporabnost za čebelarstvo, okrasni vidiki itd. V preučenih gozdovih ob Savi smo jasno zaznali tudi negativno vlogo nekaterih invazivnih grmovnih in še posebej zeliščnih vrst. Te vrste lahko že močno ovirajo normalen razvoj gozdov (npr. motnje naravnega pomlajevanja, izpodrivanje avtohtonih rastlinskih vrst, spremembe (mikro)rastiščnih razmer).



Slika 53. Drobnocvetna nedotika (*Impatiens parviflora*) je invazivna tujerodna vrsta, ki smo jo našli na ploskvah Rožnik in Gameljne – topol (foto: Lado Kutnar).



Slika 54. Na gozdnem robu v neposredni bližini monitorinške ploskve Rožnik raste tudi navadna amorfa (*Amorpha fruticosa*). Njeni listi po obliki nekoliko spominjajo na liste robinije (*Robinia pseudacacia*) (foto: Lado Kutnar).



Slika 55. Na monitorinški ploskvi Rožnik se izven vegetacijskih ploskev pojavlja tudi navadna bodika (*Ilex aquifolium*). Semena bodike so domnevno iz bližnjih vrtov in parkov zanesle živali (foto: Lado Kutnar).



Slika 56. Velik del ploskve Gameljne – topol je v poletnem obdobju skoraj v celoti preraščen z invazivnimi tujerodnimi vrstami. Med invazivnimi vrstami na srednji vegetacijski ploskvi prevladujejo orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*) in deljenolistna rudbekija (*Rudbeckia laciniata*) (foto: Lado Kutnar).



Slika 57. Orjaška in kanadska zlata rozga (*Solidago gigantea*, *S. canadensis*) sta invazivni vrsti v obrežnih, poplavnih in močvirnih gozdovih. Razlikujeta se po tem, da ima orjaška zlata rozga golo steblo, pri kanadski pa je steblo gostodlakavo (foto: Lado Kutnar).



Slika 58. Japonski dresnik (*Fallopia japonica*) je ena od pogostejših invazivnih tujerodnih vrst v obrežnih gozdovih. Vrsta zraste do 2 metra visoko in ima liste dolge do 15 centimetrov. Tej vrsti je nekoliko podoben sahalinski dresnik (*Fallopia sachalinensis*), ki pa za razliko od prvega zraste višje (tudi do 4 metre). Njegovi listi so dolgi do 30 centimetrov in imajo srčasto dno. Pri nas raste tudi križanec med tema vrstama dresnikov, češki dresnik (*F. × bohemica*) (foto: Lado Kutnar).



Slika 59. Invazivna tujerodna vrsta deljenolistna rudbekija (*Rudbeckia laciniata*) je med bolj razširjenimi vrstami na ploskvi Gameljne – topol. Vrsta v nižinskih in poplavnih gozdovih lahko gradi obsežne in goste sestoje, ki onemogočajo rast domačim rastlinskim vrstam (foto: Lado Kutnar).



Slika 60. Žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*) se pojavlja na posameznih delih ploskve Gameljne – topol. V okolici ploskve je vrsta pogostejša v bolj odprtih sestojih, na gozdnem robu in ob strugi reke Save (foto: Lado Kutnar).



Slika 61. Topinambur ali laška repa (*Helianthus tuberosus*) je ena od invazivnih tujerodnih vrst na ploskvi Gameljne – topol (foto: L. Kutnar).

8.1.5 Zaključki in priporočila

Na monitorinških lokacijah v urbanih in periurbanah gozdovih MOL smo ugotovili razmeroma veliko rastlinsko vrstno pestrost. V okviru projekta smo na 3 ekspertno izbranih monitorinških ploskvah popisali 161 rastlinskih vrst. Številčnost rastlinskih vrst v preučevanih gozdovih na območju MOL je značilno večja kot v urbanih gozdovih Lombardije (Italija). Na 14 monitorinških ploskvah v urbanih gozdovih Lombardije so po enaki metodologiji, ki je bila dogovorjena in usklajena v okviru projekta, popisali le 120 vrst praprotnic in semenk (višjih oz. vaskularnih rastlin) (Digiovinazzo & Padoa-Schioppe, 2014).

Ugotovili smo, da so urbani in periurbani gozdovi v MOL pod izrazitim pritiskom in vdorom invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst. Med popisanimi so tudi nižinski obrečni gozdovi v Gameljnah, ki so nasploh med gozdnimi tipi z največjim negativnim vplivom invazivnih tujerodnih vrst (Dakskobler in sod., 2013). Med vsemi rastlinskimi vrstami, popisanimi na območju Ljubljane, je bilo 8 odstotkov tujerodnih vrst (od 161 vrst) in 6 odstotkov invazivnih tujerodnih vrst. V urbanih gozdovih Lombardije, preučeni v projektu, je bil delež tujerodnih rastlinskih vrst še precej višji (15 % od 120 vrst) (Digiovinazzo & Padoa-Schioppe, 2014).

Vendar pa je treba v prihodnosti v urbanih in periurbanah gozdovih Ljubljane skrbno spremljati dinamiko širjenja invazivnih tujerodnih vrst (sistemsko financiran monitoring). Glede na stanje in dinamiko bo treba v bližnji prihodnosti vzpostaviti tudi sistem ukrepov za njihovo omejevanje. V prihodnjem obdobju bi morali izvesti več gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih aktivnosti za omejevanje širjenja in vplivov invazivnih tujerodnih vrst, ki že ovirajo razvoj gozdov (na primer motena naravna obnova gozdov, negativen vpliv na različne ekosistemske storitve v nekaterih urbanih in periurbanah gozdovih, izpodrivanje avtohtonih rastlinskih vrst).

Vsebine tega sklopa projekta neposredno podpirajo cilje in ukrepe, zapisane v Programu varstva okolja za Mestno občino Ljubljana (2014-2020), ki so usmerjeni v ohranjanje in izboljšanje stanja biotske raznovrstnosti. Med ključnimi elementi kakovostnega okolja v MOL so tudi raznovrstni in čim bolj ohranjeni gozdovi. Spremljanje populacij tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst in njihovo odstranjevanje sta pomembna naravovarstvena ukrepa za ohranitev in izboljšanje kakovosti gozdnih habitatov ter za ohranitev avtohtonih vrst.

V okviru projekta smo uporabili specifikam urbanih in periurbanih gozdov prilagojeno metodo spremljanja stanja gozdnih ekosistemov in vegetacije, ki jo v Evropi uporabljamo že daljše obdobje pod okriljem programa ICP Forests (Canullo in sod., 2011). Na osnovi zaključne analize menimo, da je uporabljena metodologija tudi primerno orodje za spremljanje stanja flore in vegetacije v urbanih in periurbanih gozdovih. Ta pristop nam omogoča tudi primerjavo z različnimi tipi gozdov, ki smo jih popisali po metodologiji ICP Forests, in sicer tako v Sloveniji (Kutnar, 2006, 2011) kot tudi v drugih evropskih državah (npr. Dobremez in sod., 1997; Petriccione, 2002; Seidling, 2005; Soriano in sod., 2005).

8.2 Rast hrastov v urbanem okolju

8.2.1 Namen te naloge v projektu:

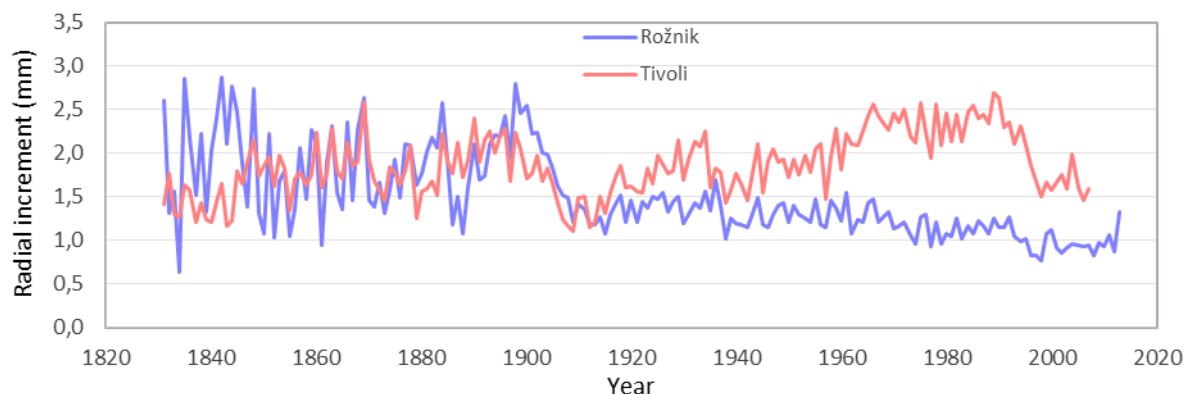
- preučiti odziv dreves na različne rastiščne razmere - ob vznožju in na vrhu pobočij gozdov znotraj TRŠ,
- preučiti odziv hrastov z različnih rastišč na klimo,
- preučiti spremenljivost odziva hrastov na klimo v času,
- pripraviti napotke za gospodarjenje z gozdom v luči spremenjenih okoljskih razmer.

Analize smo opravili na dveh ploskvah znotraj izbranega študijskega območja v urbanem gozdu znotraj TRŠ. Namen študije je bil preučiti rast dreves ob vznožju hriba (ploskev Tivoli) in na vrhu (ploskev Rožnik), kjer so rastiščne razmere nekoliko bolj ekstremne. Analizo smo opravili na hrastih dobih (*Quercus robur*) in gradnih (*Quercus petraea*). Sprva smo sicer želeli analizirati rast s pomočjo izvrtkov, vendar smo se pozneje zaradi močnega vetroloma v poletju 2013, ki je podrl veliko drevja, odločili, da vzorčimo raje kolute dreves, ki jih je podrl vihar. Ker je vihar podiral tako ob vznožju kakor tudi na vrhovih znotraj TRŠ, z izborom vzorcev ni bilo težav in se prvotna shema vzorčenja zato ni spremenila.

Kolute dreves smo v laboratoriju najprej razrezali na manjše kose na način, da smo iz koluta dobili dva odrezka, od katerih je eden vedno vseboval stržen, drugi pa ne. Odrezke smo potem zbrusili na industrijski tračni brusilki, poskenirali s sistemom ATRICS, izmerili v WinDendru in sinhronizirali v programu PAST-4. Vse meritve smo standardizirali s kubičnimi zlepkami, da smo odstranili starostni trend, standardizirane kronologije pa smo uporabili za nadaljnje statistične analize.

8.2.2 Rast dreves

Analiza debelinske rasti dreves ob vznožju in na vrhovih znotraj TRŠ je pokazala, da je rastišče ob vznožju nekoliko vlažnejše in zato bolj primerno za rast doba, medtem ko je rastišče na vrhu bolj sušno in bolj primerno za rast gradna. Razlike med obema rastiščema se kažejo predvsem v širini debelinskega prirastka - ob vznožju je nekoliko večji kot na vrhu hriba (Slika 62). Razlike med obema rastiščema so še posebej opazne po letu 1900, odkar drevesa na ploskvi Tivoli rastejo opazno bolj kot tista na ploskvi Rožnik. Z vidika varovanja naravne dediščine in ornamentalnih dreves pa se nam zdi še posebej pomembno dejstvo, da so drevesa v TRŠ stara tudi več kot 200 let.



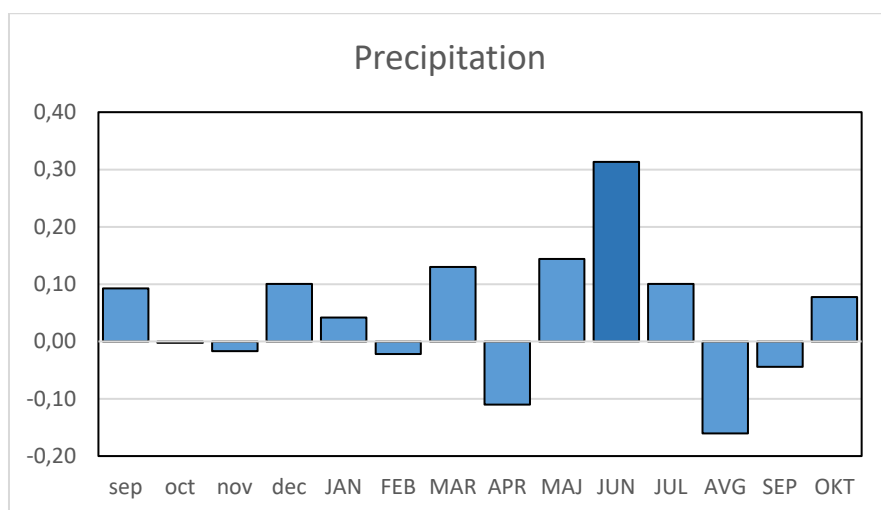
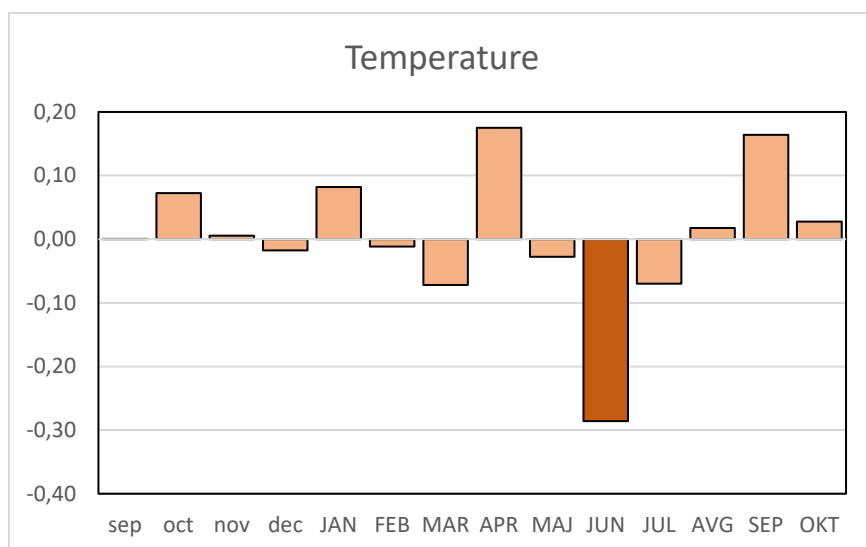
Slika 62. Kronologija širin branik za hraste, ki rastejo na vznožju hriba (ploskev Tivoli) in na njegovem vrhu (ploskev Rožnik), ki je ravno tako del urbanega gozda

8.2.3 Vpliv klime na rast dreves

Drevesa so izjemno zanimivi organizmi. So izjemno dolgoživa, in ker se ne premikajo, ostajajo tam, kjer so vznikla, ter beležijo vplive iz okolja in spreminjanje klime. V splošnem na rast dreves vplivajo klimatske razmere v času rasti ali pa tik pred začetkom rasti. Pri določenih drevesnih vrstah vpliva na rast tudi klima v letu pred nastankom opazovane branike. Za hraste je značilno, da formirajo rani les v času, ko še nimajo dobro razvitega asimilacijskega aparata, zato na širino ranega lesa vplivajo klimatske razmere v letu pred nastankom branike. Na kasni les pa vplivajo bolj ali manj razmere v obdobju, ko nastaja branika, to je nekje od maja do avgusta.

S primerjavo med povprečno mesečno temperaturo ali mesečno količino padavin in širino branike lahko ugotovimo, kateri meseci so ključni za nastanek branike. Ljubljana ima enega najdaljših klimatskih nizov v Sloveniji. Dolg je več kot 100 let, zato smo ga uporabili tudi v naši analizi. S pomočjo korelacijske analize in s pomočjo drseče korelacije smo naredili slike 62 in 64.

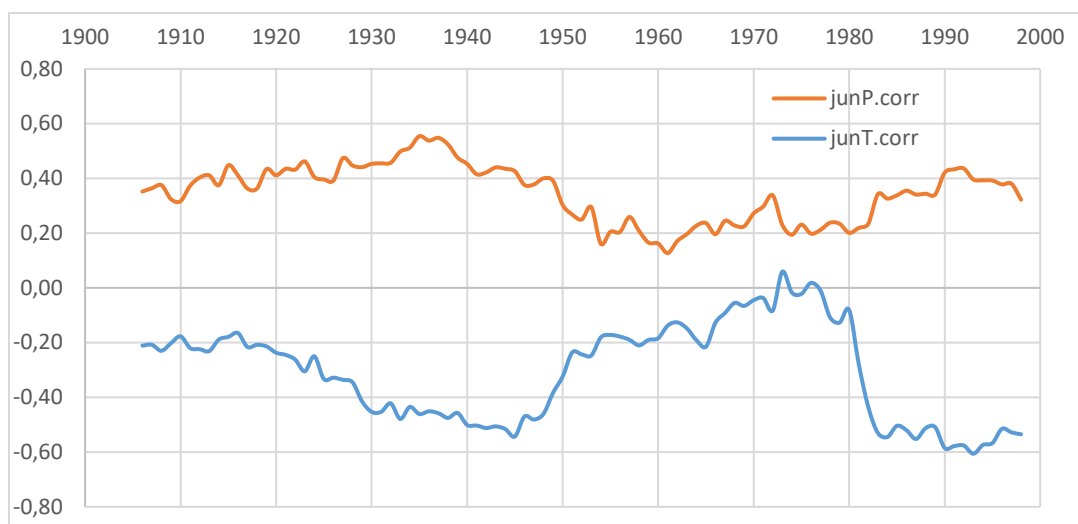
Prva ugotovitev je, da drevesa v urbanem gozdu v primerjavi z naravnim gozdom nimajo bistveno drugačnega odziva na klimo. Na širino branike hrastov v urbanem gozdu najpomembneje vplivajo klimatske razmere v juniju. Najširša branika nastane takrat, ko ni prevroče in ko je količina padavin nekoliko nad dolgoletnim povprečjem za junij (Slika 63).



Slika 63. Odziv debelinske rasti hrasta na povprečne mesečne temperature (zgornji graf) in na mesečno vsoto padavin (spodnji graf). S temnejšo barvo smo obarvali tiste mesece, ki ključno vplivajo na rast, z velikimi črkami so prikazani meseci tekočega leta, z malimi pa meseci predhodnega leta.

V širšem kontekstu klimatskih sprememb je smiselno spremljati tudi, kako se odziv dreves spreminja v času in prostoru. Pomembno postane tudi vprašanje, ali se urbana drevesa odzivajo na zviševanje temperatur in zmanjševanje količine padavin drugače kakor gozdna.

Analize so pokazale, da niti ne. Temporalna stabilnost odziva na klimo je primerljiva s tisto v gospodarjenem ali naravnem gozdu. V vseh primerih hrastovih gozdov v Sloveniji opazamo zelo podobno sliko odziva na klimo v daljšem časovnem obdobju. Tako v nobenem analiziranem sestoju v Sloveniji, in tudi ne v urbanem gozdu mesta Ljubljana, nismo našli značilnega odziva na klimo v obdobju med letoma 1950 in 1980. Zdi se, kot da je na rast dreves vplivalo nekaj drugega in ne temperature ali padavine ali pa da klimatske razmere preprosto niso bile omejujoče za rast. Nekaj popolnoma drugačnega pa je obdobje po letu 1980. Temperatura v juniju je začela igrati ključno, omejujočo vlogo v rasti dreves. Nadpovprečno visoke temperature v juniju so bistveno bolj omejujoč dejavnik kot junijske padavine.

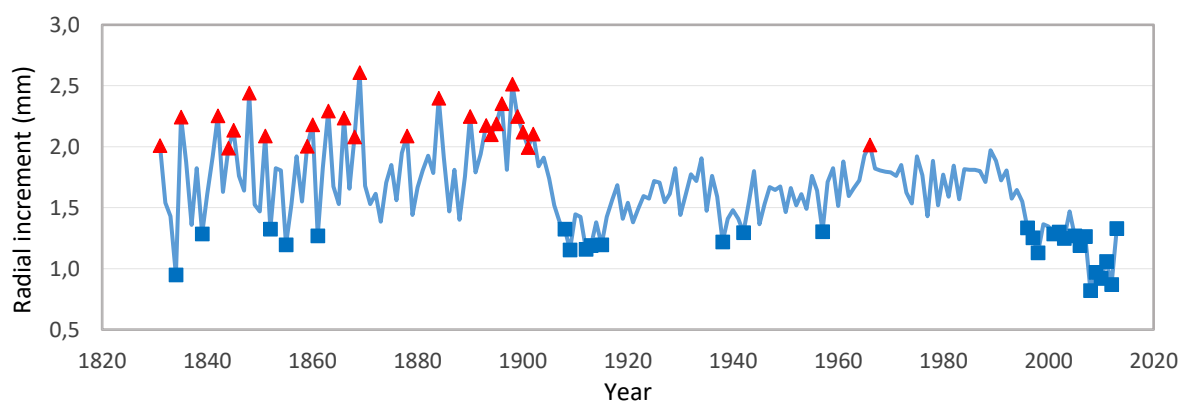


Slika 64. Drseča korelacija med širino branike in povprečno mesečno junijsko temperaturo (spodnja, modra črta) in mesečno količino padavin v juniju (zgornja, oranžna črta)

8.2.4 Ekstremni dogodki

V dendrokronologiji je ekstremni dogodek (ali kazalno leto) viden kot izjemno ozka ali izjemno široka branika. Če se kazalno leto pokaže pri večjem številu dreves, ga imenujemo značilno leto in je običajno povezano z okoljskimi ali klimatskimi dogodki, ki vplivajo na enak način na večje število dreves. Tako npr. so bile branike v vročem in sušnem letu 2003 zelo ozke, v vlažnem in toplen letu 2014 pa bodo verjetno precej široke.

Druga ugotovitev je, da so drevesa v urbanem okolju izpostavljena večjim toplotnim obremenitvam in suši kakor drevesa v gospodarjenem ali naravnem gozdu. Ko smo analizirali rast hrastov na ploskvah Tivoli in Rožnik, se je pokazalo, da so imela drevesa do leta 1900 približno enako število za rast ugodnih in neugodnih let. Po letu 1900 pa smo v glavnem zaznali samo še negativna značilna leta. Pri tem močno izstopa obdobje po letu 2000, ki je za rast dreves izrazito neugodno in zanesljivo vodi v povečano mortaliteto dreves (Slika 65).



Slika 65. Pozitivna in negativna značilna leta – hrasti na ploskvah Tivoli in Rožnik

8.2.5 Napotki za gojenje gozda in izbiro dreves ob upoštevanju klimatskih sprememb

Naše ugotovitve kažejo, da so se razmere za rast dreves v urbanem okolju v zadnjih letih močno poslabšale. Okolje je postalo za rast dreves bistveno bolj stresno kot pred letom 1980. To pomeni, da bodo morali upravljavci urbanih gozdov zelo resno pretehtati novonastale razmere in pri gospodarjenju z urbanim gozdom upoštevati fiziološke potrebe dreves, še posebej tistih, ki imajo velike zahteve po vodi, npr. hrastov.

Z vidika sestave drevesnih vrst priporočamo uravnavanje zmesi v smeri bolj toploljubnih drevesnih vrst oz. drevesnih vrst, ki bolje prenašajo sušo.

Z vidika gospodarjenja z gozdom bi bilo smiselno v MOL zaposliti strokovnjaka s področja gozdarstva, ki bi skrbel za komuniciranje z načrtovalci in gojitelji na Zavodu za gozdove Slovenije in z izvajalci del v gozdu. Hkrati bi lahko na ta način MOL bolj uveljavljal svoje interese v urbanem gozdu (npr. večji poudarek na socialnih in varovalnih funkcijah).

Ornamentalna drevesa so pomembna v urbanem gozdu, saj mu povečujejo estetsko vrednost, zato priporočamo posebno skrb za stara drevesa. V gozdovih znotraj TRŠ in v Tivoliju jih je kar nekaj, in zdi se nam smiselno, da se obiskovalce na njih opozori.

8.3 Ptice

8.3.1 Uvod

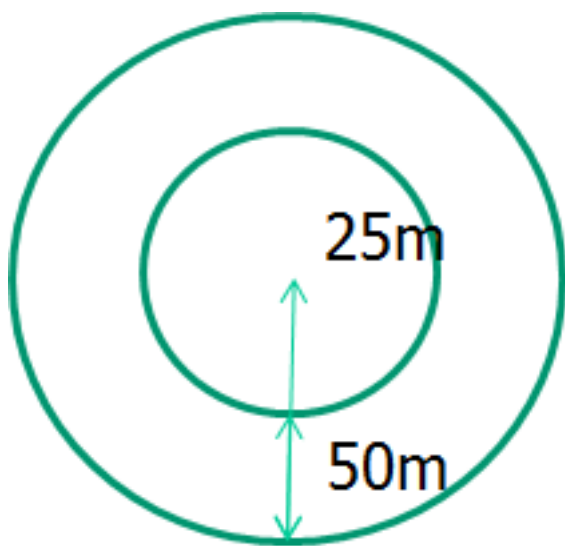
Ptice so pomembne indikatorske vrste zaradi več razlogov, in sicer: (1) dobrega razumevanja njihove ekologije; (2) dobro pojasnenih povezav med pticami, rastlinskimi združbami in teritoriji; (3) prisotnosti na različnih ravneh ekološke piramide v vsakem okolju; (4) enostavnega opazovanja, kar omogoča hitro zbiranje podatkov ne samo o njihovi prisotnosti/odsotnosti, temveč tudi o številčnosti. Že sama številčnost ene ali več vrst ptic na nekem območju je lahko pomemben kazalnik za ocenjevanje ohranjenosti habitatov tega območja. Pri tem je pomembno poudariti, da to sicer ne velja za vse vrste ptic oziroma za vsak tip krajine ali ekosistema. Kljub temu Bock in Jones (2004) potrjujeta, da je metoda uporabe številčnosti ptic kot posredne mere ohranjenosti habitatov povsem ustrezna.

Cilj projekta je bil vzpostaviti mrežo točk za monitoring ptic v urbanem gozdu in v parkih MOL. Poleg tega je bilo na podlagi pridobljenih podatkov prikazano tudi, kakšen je vpliv različnih atributov gozda na vrstno sestavo in pestrost.

8.3.2 Materiali in metode

Štetje ptic je v okviru projekta potekalo po točkovni metodi, ki so jo uvedli Bibby in sod. (2000). Na vsaki opazovalni točki na območju MOL in njene okolice je štetje ptic trajalo 10 minut, beležile pa so se ptice iz različnih oddaljenosti od točke, in sicer: (a) v polmeru 25 m; (b) v polmeru 25-50 m in (c) zunaj polmera 50 m (Slika 66). Končno je bil zaradi velike razdrobljenosti gozda upoštevan polmer 25 m, saj je bila velikost nekaterih fragmentov zgolj 50 m. Prvo štetje je bilo izvedeno v aprilu 2013, drugo pa konec maja oz. začetek junija 2013. Štetje je potekalo ob lepem vremenu brez dežja in vetra.

Pri analizi podatkov se je, ob predpostavki, da je večina vrst teritorialnih in se zadržujejo in ostanejo na istem območju dalj časa, upoštevalo maksimalno število osebkov iz prvega oz. drugega štetja. Tiste vrste ptic, ki niso značilne za gozd (npr. kmečka lastovka), v kasnejši analizi niso bile upoštevane. Vseeno pa so se v analizi upoštevale migratorne vrste. Za vsako vrsto so bili izračunani deleži lokacij, na katerih so se pojavljale. Analiziran je bil tudi vpliv različnih okoljskih spremenljivk na vrstno sestavo.



Slika 66. Prikaz polmerov za štetje ptic po točkovni metodi na terenu



Slika 67. Lokacije opazovalnih točk na območju MOL, na katerih je potekalo spremljanje ptic v letu 2013

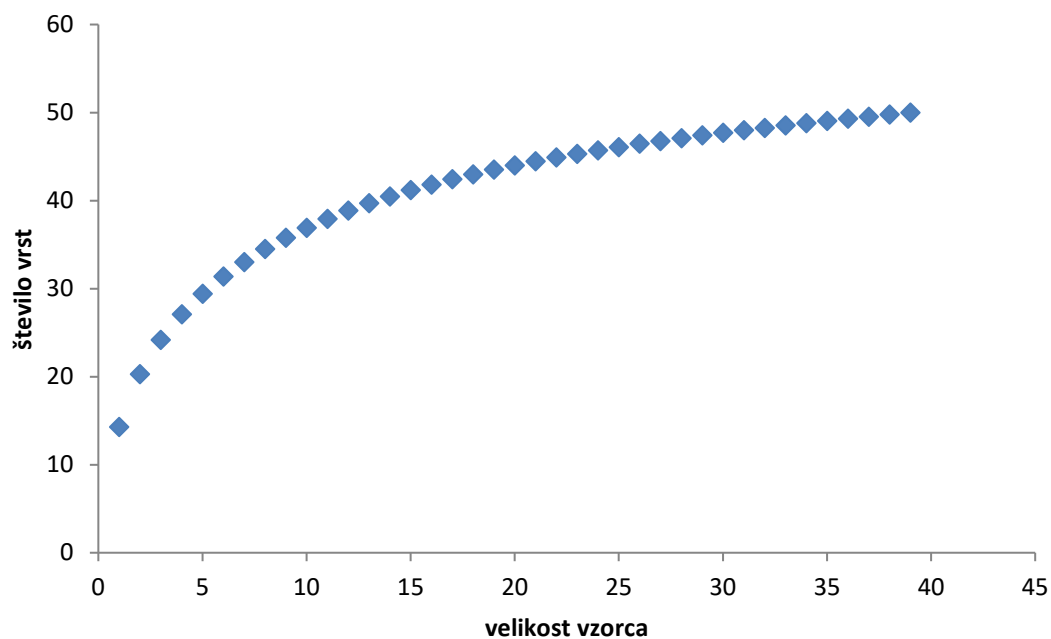
8.3.3 Rezultati

V gozdovih na območju MOL in njene okolice je bilo v celoti postavljenih 38 opazovalnih točk (Slika 67). V okviru dveh opazovanj (ponovitev) je bilo na opazovalnih točkah opaženih 1246 osebkov ptic, ki so pripadale petdesetim različnim vrstam (Slika 68). Na eni opazovalni točki je bilo v povprečju opaženih 14 različnih vrst ptic. Iz akumulacijske krivulje vrstne pestrosti je razvidno, da vrstna pestrost narašča. Posledično to pomeni, da se v urbanih gozdovih pojavlja še veliko drugih vrst ptic, ki pa v teh opazovanjih niso bile opažene.

Najpogostejše vrste so bile ščinkavec, velika sinica, siva vrana in kos (Preglednica 9). Najmanj pogoste vrste pa so bile kalin, siva pastirica, mlinarček, slavec, vinski drozg, grmovščica in vijeglavka. Med najbolj razširjenimi vrstami so bile velika sinica, ščinkavec, črnoglavka in kos, saj so bile prisotne na skoraj vseh opazovalnih točkah. Opaženi sta bili tudi dve vrsti, ki sta v skladu s »Ptičjo direktivo« zavarovani, in sicer pivka in črna žolna.

Analiza točkovnega štetja je pokazala, da je v urbanih gozdovih prisotno večje število različnih vrst ptic kakor pa v parkih. Na število vrst ugodno vpliva tudi velikost zaplate urbanega gozda oz. parka, poleg tega pa je pomemben tudi vpliv števila vrst ptic, ki se pojavljajo zunaj gozda. Vrste, ki so se pojavljale na majhnih gozdnih zaplatah, so pripadale tudi drugim habitatnim tipom. V gozdu je spremljanje ptic na večji razdalji nemogoče, v urbanih območjih pa bi bilo to sicer izvedljivo, vendar pa na ta način pridobljeni rezultati med seboj ne bi bili primerljivi. Ko je bila velikost opazovanega območja na vseh točkah standardizirana na polmer 25 m, pozitivne povezave med vrstno pestrostjo in velikostjo gozdnih zaplat ter razlike med parki in urbanih območji niso bile več značilne. Kljub temu

je bilo opaziti značilne spremembe med vrstami iz urbanih in periurbanih gozdov, med urbanih gozdovi in parki ter med večjimi in manjšimi zaplatami gozda.



Slika 68. Akumulacijska krivulja vrst ptic v urbanih gozdovih in parkih v MOL in okolici. Iz krivulje je razvidno, da vrstna pestrost narašča, kar posledično pomeni, da se v urbanih gozdovih pojavlja še veliko drugih vrst ptic, ki pa v teh opazovanjih niso bile opažene.

Preglednica 9. Število in prisotnost različnih vrst ptic v parkih in urbanih gozdovih v MOL in okolici. Skupno število ptic je izračunano na podlagi vsote maksimalnega števila ptic posamezne vrste na posamezni opazovalni točki.

ime	znanstveno ime	štetje na celotni površini		znotraj 25 m radiju	
		skupno število ptic	Delež lokacij s prisotnostjo	skupno število ptic	Delež lokacij s prisotnostjo
brglez	<i>Sitta europaea</i>	35	0.74	13	0.33
carar	<i>Turdus viscivorus</i>	5	0.13	1	0.03
cikovt	<i>Turdus philomelos</i>	30	0.62	6	0.13
čižek	<i>Carduelis spinus</i>	3	0.03		
čopasta sinica	<i>Parus cristatus</i>	4	0.10	1	0.03
črna žolna	<i>Dryocopus martius</i>	3	0.08		
črnoglavka	<i>Sylvia atricapilla</i>	49	0.90	26	0.56
dlesk	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	16	0.31	11	0.21
dolgoprsti plezalček	<i>Certhia familiaris</i>	7	0.15	3	0.08
dolgorepka	<i>Aegithalos caudatus</i>	7	0.18	4	0.10
domači golob	<i>Columba livia f. domestica</i>	27	0.08	2	0.05
domači vrabec	<i>Passer domesticus</i>	9	0.10	7	0.08
grilček	<i>Serinus serinus</i>	4	0.08		
grilček	<i>Serinus serinus</i>	2	0.05	1	0.03
grivar	<i>Columba palumbus</i>	16	0.36	5	0.13
grmovščica	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	1	0.03		
kalin	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	1	0.03	1	0.03
kavka	<i>Corvus monedula</i>	2	0.03		
kobilar	<i>Oriolus oriolus</i>	9	0.18	2	0.05
kos	<i>Turdus merula</i>	51	0.85	26	0.62
kratkoprsti plezalček	<i>Certhia brachydactyla</i>	8	0.21		
krivokljun	<i>Loxia curvirostra</i>	2	0.05		
kukavica	<i>Cuculus canorus</i>	4	0.10		
lišček	<i>Carduelis carduelis</i>	10	0.21	3	0.08
mali detel	<i>Dendrocopos minor</i>	2	0.05		
menišček	<i>Periparus ater</i>	28	0.49	13	0.31
mlinarček	<i>Sylvia curruca</i>	1	0.03		
močvirska sinica	<i>Poecile palustris</i>	14	0.31	7	0.15
pivka	<i>Picus canus</i>	6	0.15	1	0.03
plavček	<i>Cyanistes caeruleus</i>	31	0.62	15	0.38
poljski vrabec	<i>Passer montanus</i>	3	0.05	2	0.03
rumeni strnad	<i>Emberiza citrinella</i>	4	0.10	1	0.03
rumenoglavi kraljiček	<i>Regulus regulus</i>	6	0.15	6	0.15
ščinkavec	<i>Fringilla coelebs</i>	81	0.97	19	0.46
siva pastirica	<i>Motacilla cinerea</i>	1	0.03		
siva vrana	<i>Corvus corone cornix</i>	52	0.74	20	0.15
sivi muhar	<i>Muscicapa striata</i>	8	0.21	2	0.05
škorec	<i>Sturnus vulgaris</i>	25	0.38	14	0.21
slavec	<i>Luscinia megarhynchos</i>	1	0.03	1	0.03
šoja	<i>Garrulus glandarius</i>	25	0.56	9	0.23
sraka	<i>Pica pica</i>	3	0.08		
stržek	<i>Troglodytes troglodytes</i>	7	0.15	4	0.10
taščica	<i>Erithacus rubecula</i>	53	0.87	30	0.62
velika sinica	<i>Parus major</i>	72	1.00	24	0.56
veliki detel	<i>Dendrocopos major</i>	29	0.67	6	0.15
vijeglavka	<i>Jynx torquilla</i>	1	0.03		
vinski drozg	<i>Turdus iliacus</i>	1	0.03		
vrbi kovaček	<i>Phylloscopus collybita</i>	29	0.56	8	0.21
zelena žolna	<i>Picus viridis</i>	3	0.08	1	0.03
zelenec	<i>Carduelis chloris</i>	18	0.31	5	0.10

8.3.4 Zaključki in priporočila

V okviru projekta je bila vzpostavljena mreža za spremljanje (monitoring) ptic v urbanih gozdovih MOL. Skupno je bilo zabeleženih 50 vrst gozdnih ptic. Za veliko večino vrst ptic je sicer splošno znano in značilno, da se pojavljajo v urbanih območjih, poleg tega pa je bilo opaženih tudi nekaj bolj zanimivih vrst. Med drugim so bile v tem območju opažene tudi vrste, ki so v skladu s »Ptičjo direktivo« zavarovane: pivka je bila npr. opažena v središču mesta Ljubljana. Ptičja direktiva, sprejeta v EU leta 1979, je zavarovala tiste vrste ptic, ki so ogrožene na ravni EU. Po tej direktivi morajo vse države EU nameniti prav posebno pozornost varstvu teh vrst ptic. Poleg tega je bilo na podlagi direktive ustanovljeno tudi omrežje Natura 2000. Ker je urbanizacija eden izmed pomembnejših negativnih dejavnikov, ki vplivajo na učinkovito varstvo ptic, je treba varovanju ptic iz direktive, ki se pojavljajo tudi v urbanih območjih, nameniti še prav posebno pozornost.

V primerjavi z drugimi mesti v EU je število vrst ptic v MOL glede na velikost te mestne občine zelo veliko (Tome in sod., 2011). Za primerjavo: v Rimu, na primer, je število vrst ptic manjše, kljub temu da mesto obsega veliko večje območje. To je mogoče pojasniti s tem, da je Ljubljana relativno majhno mesto, ki ga v bližini obkroža veliko gozdov in drugih habitatnih tipov. V okoliških območjih je vrstna pestrost relativno visoka, veliko vrst iz teh območij pa se pojavlja tudi v sekundarnih habitatih, kot so urbana področja. Poleg tega je na območju MOL prisotnih veliko različnih habitatnih tipov. Eden izmed najpomembnejših znotraj mesta, ki prispevajo k visoki vrstni pestrosti ptic, so urbani gozdovi in parki (Tome in sod., 2011, glej rezultate).

Ugotovljeno je bilo, da površina gozdov tako znotraj kot zunaj mesta in pa tip gozda (park ali urbani gozd) vplivata na vrstno sestavo. V gozdnih zaplatah z večjo površino so se pojavljale predvsem bolj gozdne vrste ptic, npr. pivka, medtem ko so bile v manjših zaplatah prisotne tudi vrste, ki spadajo med generaliste, npr. kos in velika sinica. Pomembna je bila tudi razlika med urbanim gozdom znotraj in zunaj mesta. Vrste, ki so bolj občutljive za motnje, so se pogosteje pojavljale v periurbanih gozdovih. Poleg tega so se pokazale tudi razlike v habitatnih tipih znotraj mesta v primerjavi s habitatnimi tipi zunaj njega, kar je lahko tudi razlog za razlike v vrstni sestavi znotraj in zunaj mesta. Razlika med parki in gozdovi je bila posledica vpliva različnih habitatnih tipov. Parki so namreč bolj odprtega značaja, kar tudi privablja določene vrste. V parkih so poleg tega prisotni obiskovalci, ki ptice tudi hranijo, kar privablja predvsem generaliste, ki se pojavljajo v urbanih območjih. V urbanih gozdovih je prisotnih več vrst ptic, ki so vezane predvsem na gozd.

Urbanizacija je obravnavana predvsem kot pomemben vzrok za upad diverzitete ptic (Sol in sod., 2014). V urbanih območjih imajo zelene površine, kot so urbani gozdovi, velik pomen za ohranjanje ptičje biodiverzitete. Žal so te nepozidane površine pogosto tudi podvržene pritiskom gradnje. Na območju MOL je veliko ostalih fragmentov nižinskega poplavnega gozda. Ta območja so sicer majhna, vendar je v njih veliko število vrst. Poleg tega so tudi vir hrane za okoliška suburbana območja ter povezava (koridor) do večjih območij gozda. Po popisu v letu 2012 so bili nekateri fragmenti gozda v Ljubljani delno izsekani ali pa je bil gozd drastično razredčen in je bila iz njega odstranjena podrast. Spet drugi fragmenti so bili zmanjšani za potrebe rekreacije. Če se bo tak način gospodarjenja z gozdom nadaljeval tudi v prihodnje, se lahko posledice tega odražajo tudi na vrstni pestrosti ptic na območju MOL.

V zaključku je pomembno poudariti, da je v urbanih gozdovih na območju MOL prisotno veliko število različnih vrst ptic, na nekaterih območjih pa se pojavljajo celo varstveno pomembne vrste. Ravno zaradi prisotnosti slednjih bi bilo z namenom ohranjanja biotske raznovrstnosti smiselno izvesti tudi določene ukrepe za izboljšanje njihovih habitatov. V urbanih območjih so ustrezni habitatni namreč pod nenehnim pritiskom urbanizacije, ki znotraj mesta pomeni potencialno nevarnost predvsem za manjše fragmente gozda, kar bi

bilo pomembno upoštevati tudi v kontekstu »zelenega« razvoja MOL. Poleg varovanja in izboljševanja obstoječih habitatov pa bi veliko vrednost k ohranjanju biodiverzitete prispevali tudi na novo ustvarjeni habitati, ki jih je mogoče pridobiti npr. z revitalizacijo degradiranih površin. Za zanesljivo določitev trendov ptic v mestu bi bilo treba monitoring ptic nadaljevati tudi v prihodnje.

8.4 Muhe trepetavke

8.4.1 Uvod

Muhe trepetavke so znane kot dobri okoljski kazalniki, ekosistemom pa zagotavljajo pomembne koristi (Sommaggio, 1999). Odrasli osebkovi so pomembni opraševalci dreves in drugih rastlin (Rader in sod., 2009), za larve različnih vrst muh trepetavk pa so značilne različne oblike prehranjevanja, kot npr. prehranjevanje z bakterijami, z rastlinami, plenjenje listnih uši, mravelj, čebel in os (Rotheray, 1993). Plenilske larve so pomembne za biološko zatiranje listnih uši (Smith in sod., 2008), posledično pa so zaradi njihove odvisnosti od listnih uši tudi dober kazalnik za prisotnost in številčnost te skupine insektov v okolju. Med muhe trepetavke spada velika podskupina vrst, ki zasedajo različne niše v gozdu. Pomembna značilnost muh trepetavk kot indikatorskih vrst je tudi to, da jih je relativno enostavno določiti. V eni izmed preteklih raziskav so določili tudi nabor vrst muh trepetavk, ki jih je mogoče določiti na terenu (Graham-Taylor in sod., 2009). Za veliko vrst muh trepetavk je znano, da so občutljive za uničevanje habitatov (Speight in sod., 2010). To so predvsem saproksilne vrste (Speight, 1989), velike vrste s kratkim obdobjem izletavanja (Sullivan in sod., 2011) in vrste, pri katerih razvoj traja dolgo časa. Muhe trepetavke se kot kazalniki uporabljajo že za določanje količine odmrlega lesa (Reemer, 2005), drugih dejavnikov gospodarjenja z gozdom (Nol in sod., 2006; Deans in sod., 2007; Smith in sod., 2009), velikosti gozdnih zaplat (Ouin in sod., 2006), starosti gozda (Speight in sod., 2010), klimatskih sprememb (Graham-Taylor in sod., 2009) in vplivov urbanizacije (Bates in sod., 2011).

Cilj projekta je bil prikazati uporabne metode za monitoring različnih vrst muh trepetavk in kako je pri vrednotenju mogoče uporabiti dobljene biološke podatke. Monitoring v MOL je potekal dve leti, zato je bilo mogoče podrobneje analizirati letno dinamiko in medletne razlike v vrstni sestavi.

8.4.2 Materiali in metode

V okviru projekta je monitoring muh trepetavk (Diptera: Syrphidae) v MOL potekal v letih 2012 in 2013. Uporabljeni sta bili dve metodi: 1) metoda transektov in 2) malaisove pasti. Širina transektov je bila na vsaki strani linije 2,5 m (Slika 69). Transekti so bili narejeni na območju TRŠ (lokacija Rožnik) in Gameljn. Dolžina transekta na lokaciji Rožnik je znašala 220 m, dolžini transektov na dveh mestih v Gameljnah pa 128 m (Gameljne 1) in 176 m (Gameljne 2). V letu 2012 je bilo na območju TRŠ štetje izvedeno petkrat, v letu 2013 pa je bilo izvedeno tako na območju TRŠ kot v Gameljnah, in sicer sedemkrat. Štetje na transektih je potekalo v času, ko je aktivnost muh trepetavk največja, torej med 11. in 14. uro. Štetje je bilo izvedeno le ob sončnem vremenu; za monitoring muh trepetavk je najustreznejše suho vreme, pri čemer mora biti oblačnost manjša od 1/8, temperatura pa višja od 18 °C. Malaisova past je bila postavljena na območju TRŠ, za stavbo Gozdarskega inštituta Slovenije (Slika 70).



Slika 69. Metoda transektov v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib je bila izvedena s pomočjo mreže na liniji dolžine od 128 do 220 m.



Slika 70. Malaisove pasti za lovljenje letečih insektov (npr. muh trepetavk) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

8.4.3 Rezultati

8.4.3.1 Vrstna sestava

Skupno je bilo na preučevanih območjih najdenih 63 vrst muh trepetavk. Na območju TRŠ je bilo najdenih 55 vrst, medtem ko je bilo v Gameljnah na transektu 1 najdenih 14 vrst, na transektu 2 pa 11 vrst (Preglednica 10). Najpogostejša vrsta na območju TRŠ je bila

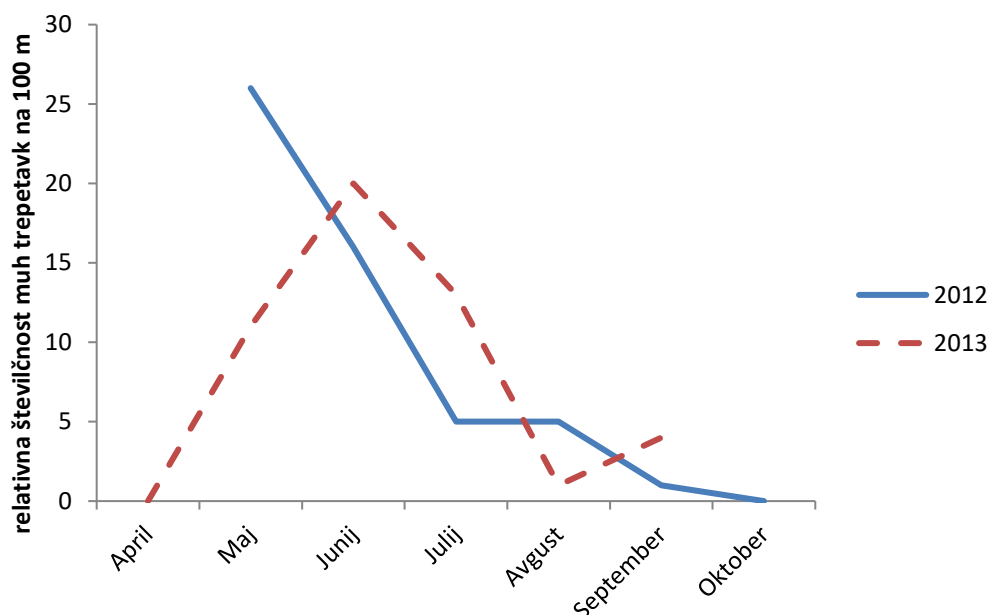
Episyrphus balteatus, tej pa sta sledili *Sphegina sibirica* in *Paragus albifrons*. Opaženih je bilo sedem saproksilnih vrst: *Brachypalpus laphriformis*, *Myathropa florea*, *Temnostoma bombylans*, *Temnostoma vespiforma*, *Xylota jakutorum*, *X. segnis* in *X. sylvarum*. Na transektu 1 v Gameljnah so bile najpogostejše vrste *Eristalis tenax*, *Eristalis arbustorum* in *Sphaerophoria scripta*. Zanimivo je izpostaviti *Eumerus ovatus*, ki se praviloma pojavlja predvsem na termofilnih travnikih. Najpogostejše vrste na transektu 2 v Gameljnah so bile *Eristalis tenax*, *Episyrphus balteatus* in *Melanostoma mellinum*. V vseh primerih so bile predatorske vrste tiste, ki so se najpogosteje pojavljale v gozdu (Preglednica 10). Fitofage in mikrofage vrste so bile enakomerno prisotne na transektih. Na lokaciji Rožnik je bila celo prvič v Sloveniji najdena vrsta *Xanthogramma stackelbergi*.

Preglednica 10. Skupno število posameznih vrst muh trepetavk glede na lokacijo ter prikaz številčnosti po posameznih prehranskih skupinah

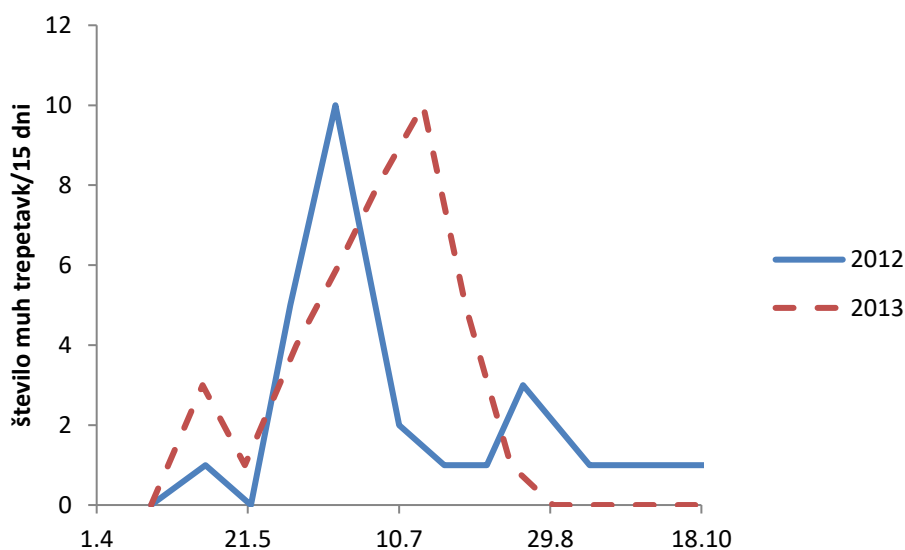
Prehranski tip	Gameljne 1	Gameljne 2	Krajinski park Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib
mikrofage vrste	2	3	9
fitofage vrste	3	2	9
predatorske vrste	9	6	37
Skupaj	14	11	55

8.4.3.2 Sezonski trendi

Sezonski trendi aktivnosti muh trepetavk so se v TRŠ med dvema letoma opazovanja razlikovali (Slika 71). V letu 2013 se je višek številčnosti pojavil kasneje, tj. v začetku julija, namesto na koncu junija. Drugi »jesenski« višek je bil bolj izrazit v letu 2012, ko so bile tudi septembrske temperature nekoliko višje.



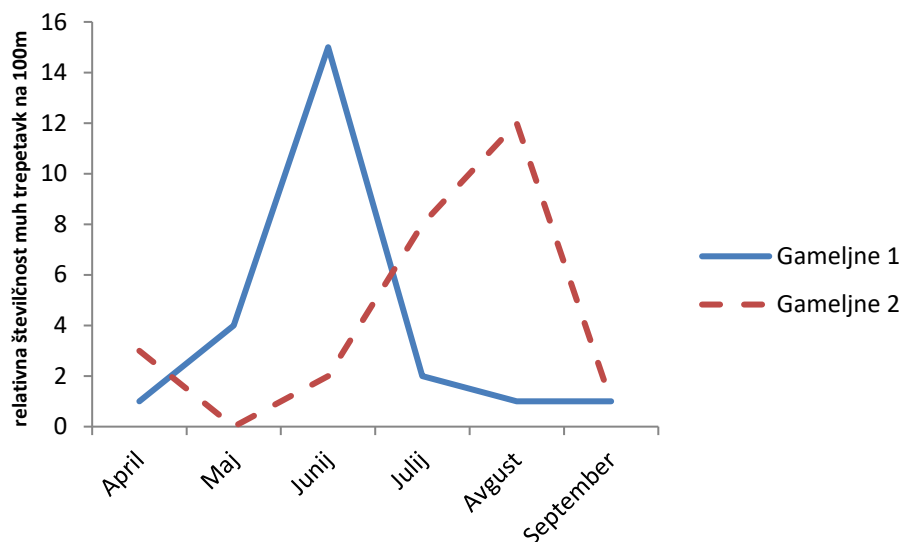
Slika 71. Opazovano število muh trepetavk po metodi transektov v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib v letih 2012 in 2013. Sezonski trendi aktivnosti muh trepetavk so se na tej lokaciji med dvema letoma opazovanja razlikovali.



Slika 72. Število muh trepetavk, ujetih v malaisove pasti v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib v letih 2012 in 2013. Na osi x je prikazan datum v letu. V letu 2013 se je višek številčnosti pojavil kasneje, tj. v začetku julija namesto na koncu junija.

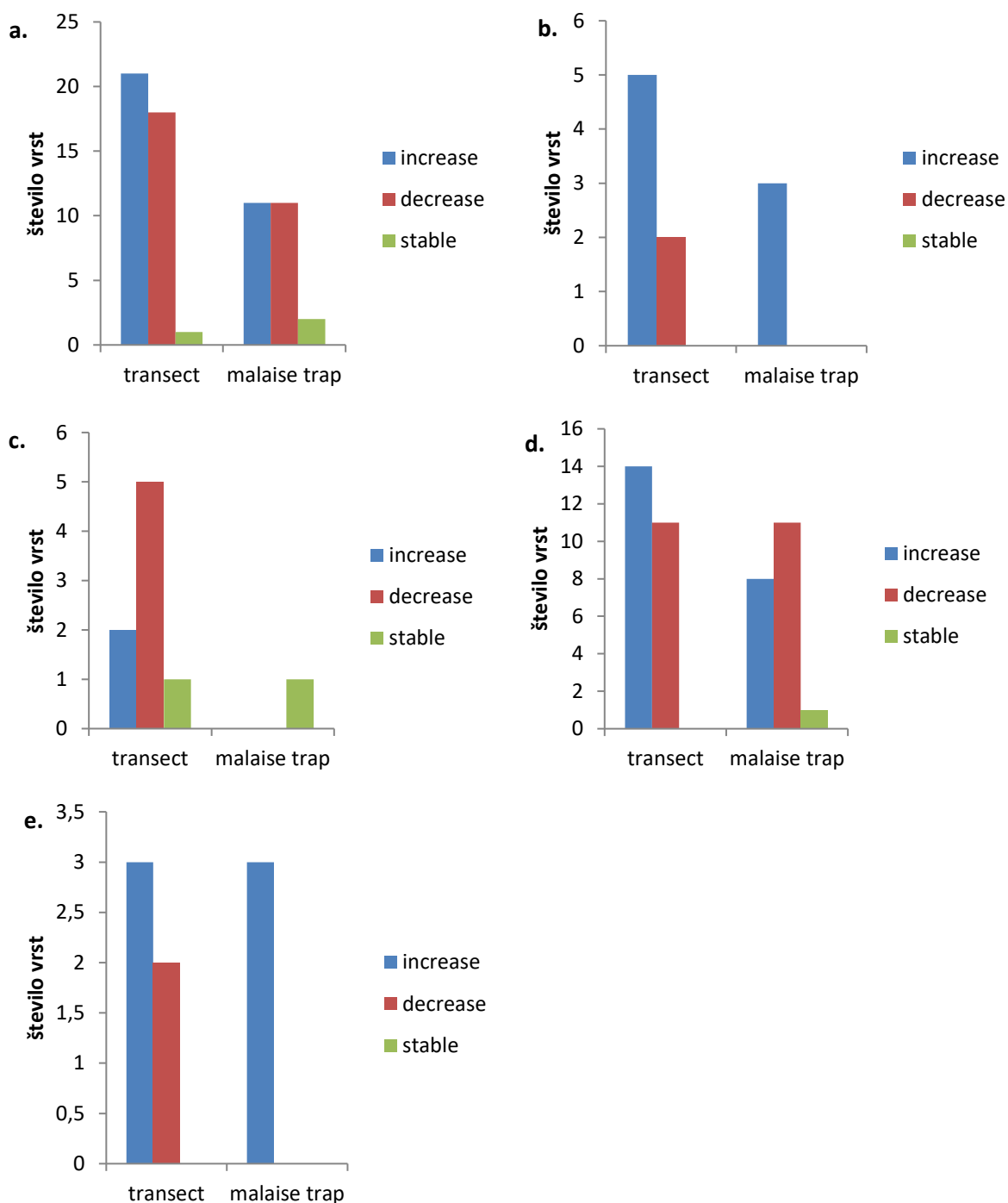
Zanimivo je, da so bile razlike med dvema transektoma na območju Gameljn precej velike (Slika 73). Vrh številčnosti se je na transektu 1 pojavil junija, medtem ko se je na transektu 2 pojavil šele avgusta. To je mogoče pojasniti z obdobjem cvetenja rastlin, saj so razlike v številčnosti muh trepetavk med transektoma sovpadale s časom cvetenja rastlin, ki so pomemben vir hrane za odrasle osebkje muh trepetavk. Rastline na transektu 1 so cvetele vso sezono, zato je številčnost muh trepetavk sovpadala z vzorcem, ki je značilen za širše

območje Slovenije. V nasprotju s tem je na transektu 2 v avgustu cvetela invazivna rastlina zlata rozga (*Solidago gigantea*) in v tistem času pritegnila največ vrst muh trepetavk. Pri tem je bila večina vrst muh trepetavk, ki so bile najdene na tej rastlini, generalistov in značilnih za Slovenijo.



Slika 73. Številčnost muh trepetavk na transektih Gameljne v letu 2013. Vrh številčnosti se je na transektu 1 pojavil junija, medtem ko se je na transektu 2 pojavil šele avgusta.

8.4.3.3 Medletni trendi



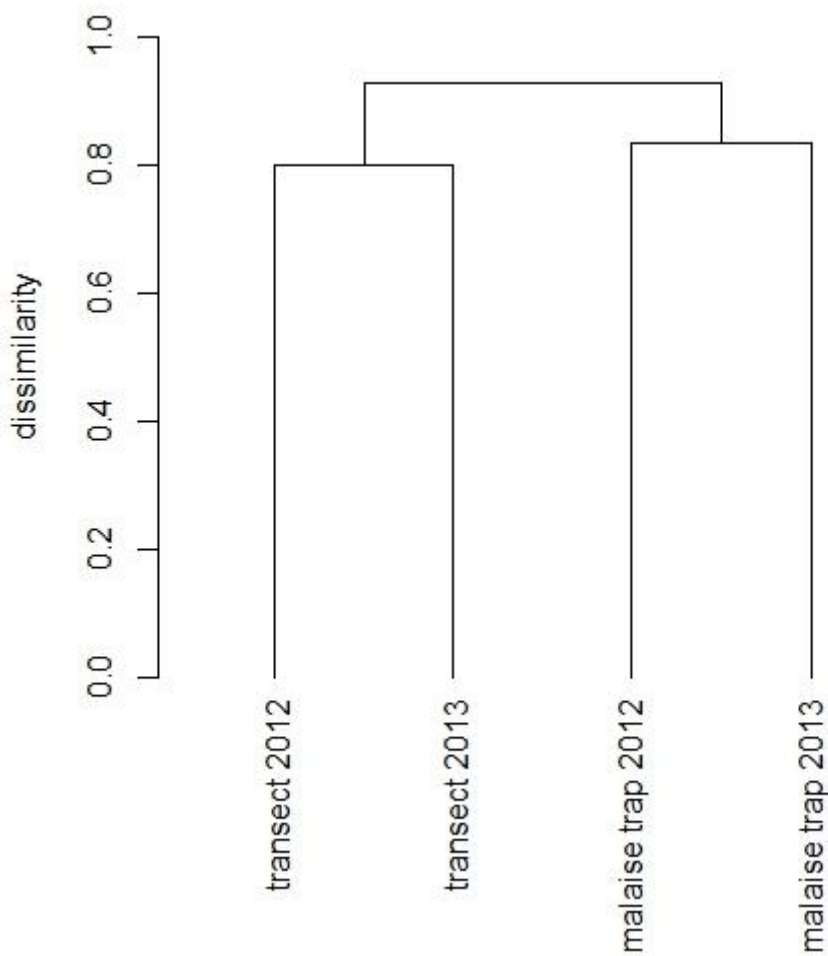
Slika 74. Spremembe v prisotnosti vrst muh trepetavk med letoma 2012 in 2013 za a) vse vrste muh trepetavk skupaj, b) mikrofage vrste, c) fitofage vrste, d) predatorske vrste e) saproksilne vrste

Rezultati na Slika 74 prikazujejo velike medletne spremembe na območju TRŠ. Tako po metodi transektov kot tudi po metodi malaisovih pasti je bila številčnost vrst v obeh letih približno enaka (Slika 74). V skupinah mikrofagih in saproksilnih vrst se je v naslednjem letu pojavilo več novih vrst (Slika 74 b in d). V skupini fitofagih vrst pa je bilo več vrst najdenih

v letu poprej (Slika 74 c). Številčnost predatorskih vrst in število na novo opaženih in nezabeleženih vrst je ostalo enako (Slika 74 d).

8.4.3.4 Razlike v metodah

V sklopu monitoringa sta bili uporabljeni dve različni metodi. Na Slika 75 je prikazano, kako je vrstna sestava muh trepetavk, ugotovljena s pomočjo metode malaisovih pasti, v primerjavi z vrstno sestavo muh trepetavk, ugotovljeno z metodo transektov, popolnoma različna. Ta razlika je bila še večja kot razlike med leti.



Slika 75. Razlike v vrstni sestavi muh trepetavk, določeni z metodo transektov in metodo malaisovih pasti v letih 2012 in 2013 v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. Za prikaz razlik v vrstni sestavi med posameznimi leti in med različnima uporabljenima metodama je bil uporabljen Jaccardov indeks podobnosti.

8.4.4 Zaključki in priporočila

V tem poglavju so muhe trepetavke predstavljene kot kazalniki za monitoring urbanih gozdov. Vrstna sestava muh trepetavk na nekem območju nam lahko da veliko informacij o

tem, kakšen vpliv ima gospodarjenje z godnimi habitatmi na biodiverziteti. Glede na prehranske značilnosti larv lahko vrstno sestavo muh trepetavk razdelimo na različne skupine, s tem pa je mogoče prikazati tudi vpliv gospodarjenja v različnih mikrohabitatih. Mikrofage vrste se lahko delijo na vrste, ki se pojavljajo v vodi, in na tiste, ki se pojavljajo v odmrlem lesu. Prisotnost velikega števila saproksilnih vrst nakazuje, da je v gozdu na voljo zadostna količina odmrlega lesa, ki pripomore k ohranjanju teh populacij. Podobno tudi velika številčnost vrst s predatorskimi larvami kaže na to, da je na tistem območju prisotnih tudi veliko kolonij listnih uši, s katerimi se larve prehranjujejo.

Razlike v sezonskih nihanjih kažejo na to, da na muhe trepetavke v veliki meri vpliva temperatura. Podobno kot pri metuljih je tudi pri muhah trepetavkah lahko pričakovati, da bo nadaljnji monitoring teh vrst pokazal tudi, kakšen vpliv imajo vremenski ekstremi, ki jih povzročajo klimatske spremembe.

Vremenske razmere sicer niso edini faktor, ki vpliva na dolgoročne trende pri muhah trepetavkah. Zaradi povečanja količine dostopnega odmrlega lesa v februarju 2014 (vzrok je bil žled) je pričakovati porast številčnosti saproksilnih vrst. Prav tako pa ima na prisotnost predatorskih vrst velik vpliv tudi populacijska dinamika listnih uši. Številčnost vrst muh trepetavk s plenilskimi larvami namreč praviloma sovпада s številčnostjo listnih uši.

Medletne razlike v prisotnosti vrst so bile prikazane zgolj na podlagi dveh letnih opazovanj. Za zanesljivo določitev trendov bi bilo treba izvajanje monitoringa nadaljevati še v prihodnjih letih, saj bi bilo na podlagi tako dobljenih podatkov mogoče tudi filtrirati stohastične medletne vplive.

Ugotovljena vrstna sestava je bila v veliki meri odvisna tudi od uporabljene metode. Zaradi takšnih razlik je za potrebe monitoringa pomembno uporabiti kombinacijo različnih metod. Obe uporabljeni metodi - metoda malaisovih pasti in metoda transektov - imata tako pozitivne kot negativne strani. Pozitivna stran metode transektov je ta, da lahko zajame veliko območje, medtem ko malaisova past stoji le na enem mestu. Po drugi strani pa je z malaisovo pastjo mogoče neprenehoma loviti daljše časovno obdobje, kar pomeni več možnosti za ulov večjega števila vrst. Tako je med drugim mogoče uloviti tudi vrste, ki imajo krajše obdobje izletavanja in se jih zaradi tega zlahka spregleda. Če bi želeli enako število vrst uloviti s pomočjo metode transektov in bi jo izvajali enkrat tedensko, bi to pomenilo dosti večji vložek za enak učinek. Slaba stran malaisovih pasti je tudi ta, da so zaradi svoje velikosti in videza v gozdu zelo opazne, posledično pa so zaradi tega večkrat podvržene vandalizmu.

Zaključimo lahko, da so muhe trepetavke potencialno zelo pomemben biološki kazalnik, saj se pojavljajo v velikem številu mikrohabitatom, izkazujejo pa tudi različne znake. Monitoring teh vrst na območju MOL bi bilo smiselno nadaljevati tudi v prihodnje, saj zaradi indikatorskih značilnosti teh vrst lahko na ta način zaznamo morebitne spremembe v habitatih ter ob neugodnih trendih tudi ustrezno ukrepamo, kar je z vidika ohranjanja biotske raznovrstnosti izjemno pomembno. Poleg tega lahko na podlagi monitoringa muh trepetavk ugotavljamo tudi vplive klimatskih sprememb na biodiverziteti, saj so te vrste zelo občutljive za klimatske ekstreme. Ker se zlahka odzivajo tudi na druge spremembe v gozdnih habitatih, bi lahko z ustreznim gospodarjenjem in naravovarstvenimi ukrepi (npr. povečanjem količine odmrle lesne mase v gozdu in puščanjem starih dreves z luknjami v parkih) učinkovito izboljšali in ohranili njihove habitate, posledično pa bi s tem prispevali tudi k ohranjanju biotske raznovrstnosti.

9 SPREMLJANJE ZDRAVJA GOZDA

9.1 Zbiranje podatkov

Podatki o zdravju gozda so bili pridobljeni z dvema metodama: pri prvi metodi smo uporabili priročnik za popis ploskev intenzivnega monitoringa (ISM), ki so ga razvili v okviru mednarodnega programa sodelovanja za popis poškodovanosti gozdov (International Cooperative Programme, Forests Expert Panel on Crown Condition Assessment, Group Biotic Damage), drugo metodo pa je razvila slovenska skupina v okviru projekta s ciljem izboljšanja metode in primerjave pridobljenih rezultatov s prvo metodo - imenujemo jo metoda izboljšanja gospodarjenja z urbani gozdovi (UFMO).

Popis po obeh metodah smo opravili v juliju in avgustu 2013 v istem območju urbanega gozda na lokaciji Rožnik v Ljubljani (Slika 77).

Z ISM-metodo smo beležili naslednje podatke za vsako drevo na ploskvi: vrsta drevesa, delež defoliacije, prizadeti del drevesa, podrobni opis prizadetega dela, lokacija prizadetega dela v krošnji, simptom, specifikacija simptoma, povzročitelj/škodljivi dejavnik, starost poškodbe, obseg poškodbe, obseg poškodbe debla.

Z UFMO-metodo smo za vsako drevo, ki zahteva oskrbo (sečnja, obžagovanje, redčenje, sanitarna sečnja), zabeležili naslednje podatke: vrsta drevesa, prsni premer, povzročitelj/škodljivi dejavnik, GPS-lokacijo in GPS-pot. Za vpogled v splošno stanje zdravja urbanega gozda pa so bili zabeleženi tudi drugi biotski in abiotski škodljivi dejavniki.

9.1.1 Opis UFMO-metode

Materiali: GPS-naprava, gozdarska klupa, obrazci, pisalo.

Metode dela: Na začetku popisa vključimo GPS in omogočimo beleženje sledi. Sprehajalna pot, po kateri se premikamo, predstavlja popisno ploskev. Pot je vrsta linearnega transekt, zato katerakoli druga pot ali gibanje izven poti lahko zamenja sprehajalno pot, ker naše gibanje predstavlja transekt, ki ga beležimo z GPS-sledjo. Med premikanjem po poti opazujemo in popisujemo vsa poškodovana drevesa, katerih prsni premer je večji kot 10 cm. Ocenjujemo samo drevesa, ki so znotraj 2 m širokega pasu na vsaki strani poti. Ko opazimo poškodovano drevo, zabeležimo GPS-lokacijo drevesa in označimo točko z zaporedno številko; s to identifikacijsko številko povežemo vse ostale podatke o poškodovanem drevesu. Za vsako poškodovano drevo zabeležimo njegov prsni premer, drevesno vrsto in povzročitelja/škodljiv dejavnik. Zabeležimo vse škodljive dejavnike na drevesu. Če poškodovano drevo potrebuje oskrbo, to posebej zabeležimo na popisnem listu. Predlagani ukrep zapišemo v posebnem stolpcu na popisnem listu. Vse atributne podatke lahko bodisi shranimo na GPS-napravi bodisi na papirnatem obrazcu (Slika 76). Na koncu popisa izklopimo GPS-napravo. V pisarni snamemo podatke iz GPS-naprave in podatke s papirnatih obrazcev prepisemo v preglednico na računalniku, npr. Excel. Podatke iz GPS in z obrazcev povežemo preko identifikacijske številke. Na tak način atributni podatki postanejo geolocirani. Tako so podatki pripravljeni za posredovanje skrbniku urbanih gozdov, ki jih lahko uporabi za izvedbo ustreznih ukrepov na poškodovanih drevesih.

UFMO-metodo lahko še izboljšamo, če se odločimo, da popisujemo samo tista drevesa, ki potrebujejo oskrbo. Izpustimo lahko tudi beleženje povzročiteljev, tj. beležimo samo GPS-lokacijo in predlagani ukrep. Če pa želimo dobiti širši vpogled v stanje zdravja urbanih

gozdov, popis vseh povzročiteljev poškodb ni samo zaželen, ampak nujen. V tem primeru je zaželeno tudi snemanje digitalnih fotografij poškodovanih dreves, vendar to ni predpogoj.

Primarno popisujemo poti z večjim številom obiskovalcev in območja gozdov, ki so blizu nepremičnin, drugih zgradb, cest in druge javne infrastrukture ali se jih celo dotikajo. Drugotno popisujemo poti z nižjim številom obiskovalcev. Razporeditev prioritet popisa poti je odvisna od cilja popisa. UFMO-metoda je namenjena za uporabo v urbanih gozdovih, kjer izstopa rekreacijska, estetska in zdravstvena funkcija gozdov. Zato želimo obvarovati obiskovalce urbanih gozdov pred poškodovanimi drevesi, ki lahko padejo nanje oz. lahko kakorkoli ogrožajo njih in/ali njihovo lastnino. Posledično imajo višjo prioriteto poti z večjo obiskanostjo in tiste, ki so v bližini nepremičnin ali parkirišč.

Lok.: _____ Datum: _____ Čas od _____ do _____

ID	DV	D1,3	Vzrok	Opomba

Slika 76. Primer popisnega obrazca za spremljanje zdravja gozda po UFMO-metodi. **Legenda:** ID – identifikacijska številka drevesa (npr. zaporedna številka); DV – drevesna vrsta (šifra s seznama drevesnih vrst); D1,3 – prsni premer drevesa; vzrok – povzročitelj poškodb (latinsko ime); opomba – opis ukrepa (npr. posek, kleščenje, sanitarni posek, redčenje); lok. – kratek opis poti, ki jo popisujemo; datum in čas popisa

9.2 Obdelava podatkov

Obdelava podatkov je bila usmerjena v primerjavo rezultatov med ISM- in UFMO-metodo. Uspešnost izražamo s primerjavo porabljenega časa za določeno površino (čas/površina), številom zabeleženih škodljivih dejavnikov, številom ocenjenih dreves, številom zabeleženih mrtvih dreves, številom ugotovljenih ukrepov.

9.3 Rezultati

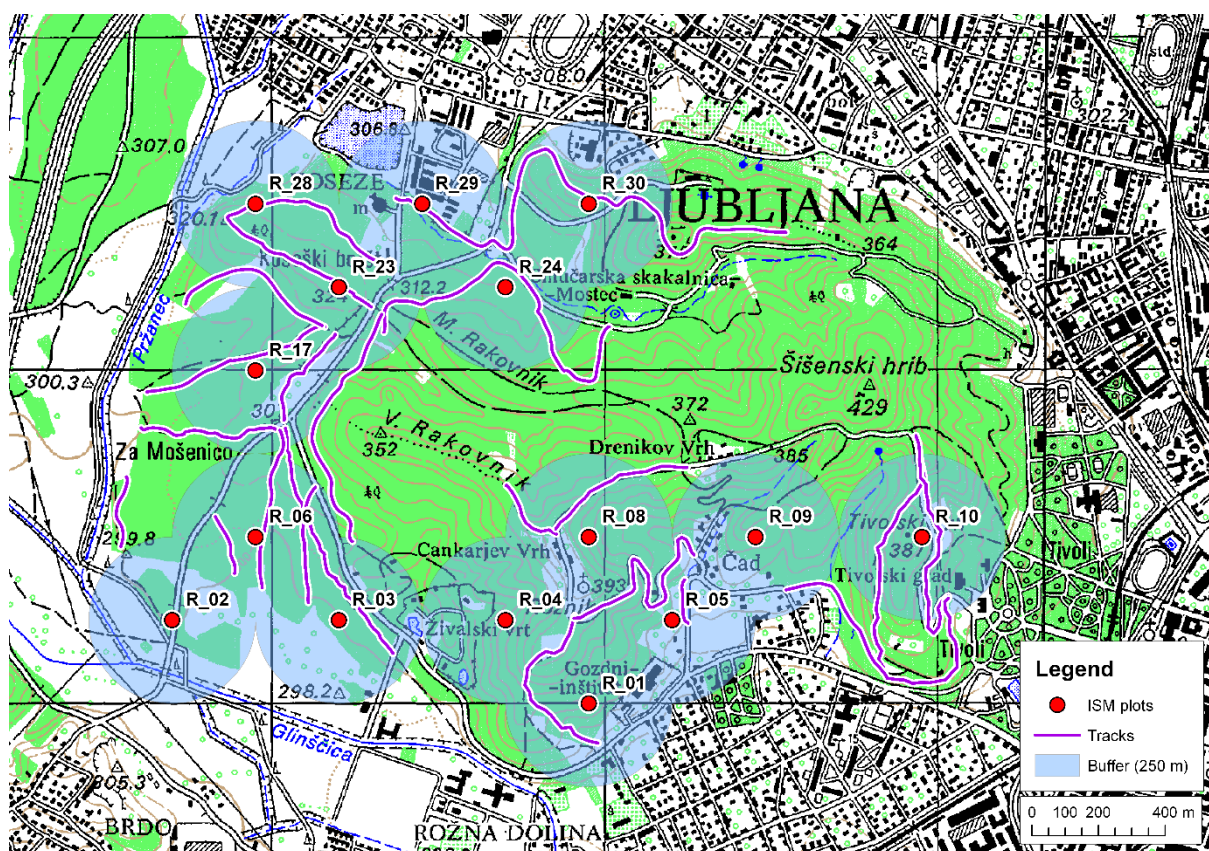
Ocenili smo stanje krošenj in škodljive dejavnike na 15 ISM-ploščah, katerih površina je znašala 92,0 ara (1 ar je 1/100 ha); porabljeno je bilo 1640 minut. Ocena po UFMO-metodi je obsegala površino 518,1 ara in je bila opravljena v 1700 minutah, tj. 20 poti (traktov) v skupni dolžini 12,95 km in 2 m širok pas na vsaki strani poti, kjer smo izvajali popis (Slika 77, Slika 78). Učinkovitost ISM-metode je bila 17,8 minute/ar, pri uporabi UFMO-metode pa 3,28 minute/ar. To pomeni, da se je UFMO-metoda izkazala za 5,4-krat boljše kot ISM-metoda glede na razmerje čas/površina (Preglednica 11). UFMO-metoda je zajela 1,55-krat več škodljivih dejavnikov, 2,8-krat več dreves je bilo ocenjenih, 13,9-krat več pomembnih mrtvih dreves je bilo zabeleženih in 7,2-krat več ukrepov je bilo ugotovljenih. Ugotavljamo, da je uspešnost UFMO-metode presegala uspešnost ISM-metode v vseh izbranih kriterijih.

Preglednica 11. Primerjava učinkovitosti med ISM- in UFMO-metodo spremljanja zdravja gozda

Kriterij uspešnosti	ISM	UFMO
površina (ar)	92,0	518,1
čas (minute)	1640	1700
čas/površina (minute/ar)	17,8	3,28
škodljivi dejavniki	40	62
drevesa	260	730
drevesne vrste	13	22
mrtva drevesa, pomembna*	13	181
priporočeni ukrepi**	101	730

* Pomembna mrtva drevesa so stoječa mrtva drevesa blizu sprehajalnih poti.

** Priporočeni ukrepi so obsegali sanitarno sečnjo, obžagovanje, redčenje, posek in druge gojitvene ukrepe.



Slika 77. ISM-popisne ploskve (ISM plots) in UFMO-poti (UFMO tracks) na lokaciji Rožnik v Ljubljani, kjer smo popisovali škodljive dejavnike v okviru spremljanja zdravja gozda



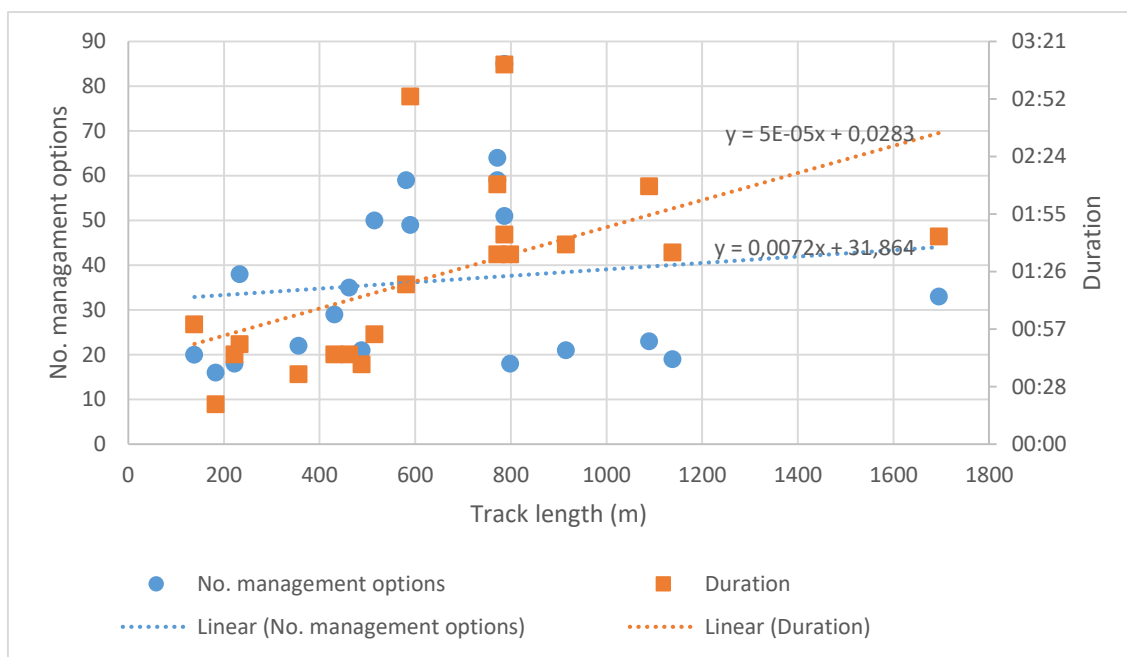
Slika 78. Primer UFMO-transekta z lokacijami poškodovanih dreves ob poti

Preglednica 12. Najpogostejši škodljivci dejavniki (prvih 15) v okviru spremljanja zdravja gozda

ISM		UFMO	
<i>Lophodermium piceae</i> (rdečenje smrekovih iglic)	46*	odmrle veje	187*
<i>Diplodia pinea</i> (sušica najmlajših borovih poganjkov)	42	odmrlo drevo	163
<i>Dryocosmus kuriphilus</i> (kostanjeva šiškariča)	33	<i>Cryphonectria parasitica</i> (kostanjev rak)	123
<i>Lophodermium</i> spp.	29	gojitveni razlogi	58
<i>Cryphonectria parasitica</i> (kostanjev rak)	23	mehanske poškodbe	56
<i>Rhynchaenus quercus</i> (hrastov rilčkar)	17	oslabelost	25
pomanjkanje svetlobe	15	<i>Chalara fraxinea</i> (jesenov ožig)	25
<i>Erysiphe alphitoides</i> (hrastova pepelovka)	15	snegolom	18
defoliatorji	11	<i>Erysiphe alphitoides</i> (hrastova pepelovka)	17
<i>Apiognomonia</i> spp.	11	obviselo drevo - nagnjeno	16
suša	9	mrazna razpoka	15
<i>Tomicus minor</i> (mali borov strženar)	9	<i>Rhytisma acerinum</i> (javorova katranasta pegavost)	14
<i>Tomicus piniperda</i> (veliki borov strženar)	8	vetrolom	14
<i>Rhynchaenus fagi</i> (bukov rilčkar skakač)	8	<i>Lophodermium</i> spp.	13
<i>Tischeria ekebladella</i>	5	<i>Diplodia pinea</i> (sušica najmlajših borovih poganjkov)	13

* Število dreves.

Primerjava najpogostejših škodljivih dejavnikov, ki so bili ugotovljeni z ISM- in UFMO-metodo, je pokazala, da sta bila seznama ugotovljenih dejavnikov zelo različna (Preglednica 12). Z ISM-metodo so bili zabeleženi predvsem defoliatorji krošenj, npr. *Lophodermium* spp., *Dryocosmus kuriphilus* in *Diplodia pinea*; z UFMO-metodo pa so bili zabeleženi predvsem škodljivi dejavniki, ki zahtevajo posege, npr. odmrle veje - obžagovanje, mrtva drevesa - posek, *Cryphonectria parasitica* - sanitarni posek in drugi gozdnogojitveni ukrepi. Razlike v rezultatih med metodama so bile pričakovane že zaradi razlik v osnovnem namenu in posledično zaradi njihove zasnove.



Slika 79. Vpliv dolžine poti na število predlaganih ukrepov in trajanje popisa pri UFMO-metodi

Presenečeni smo bili nad tem, da dolžina poti ni imela bistvenega vpliva na število predlaganih gojitvenih ukrepov in na trajanje popisa po UFMO-metodi (Slika 79). Trajanje popisa in število predlaganih ukrepov sta zelo rahlo naraščala glede na dolžino poti.

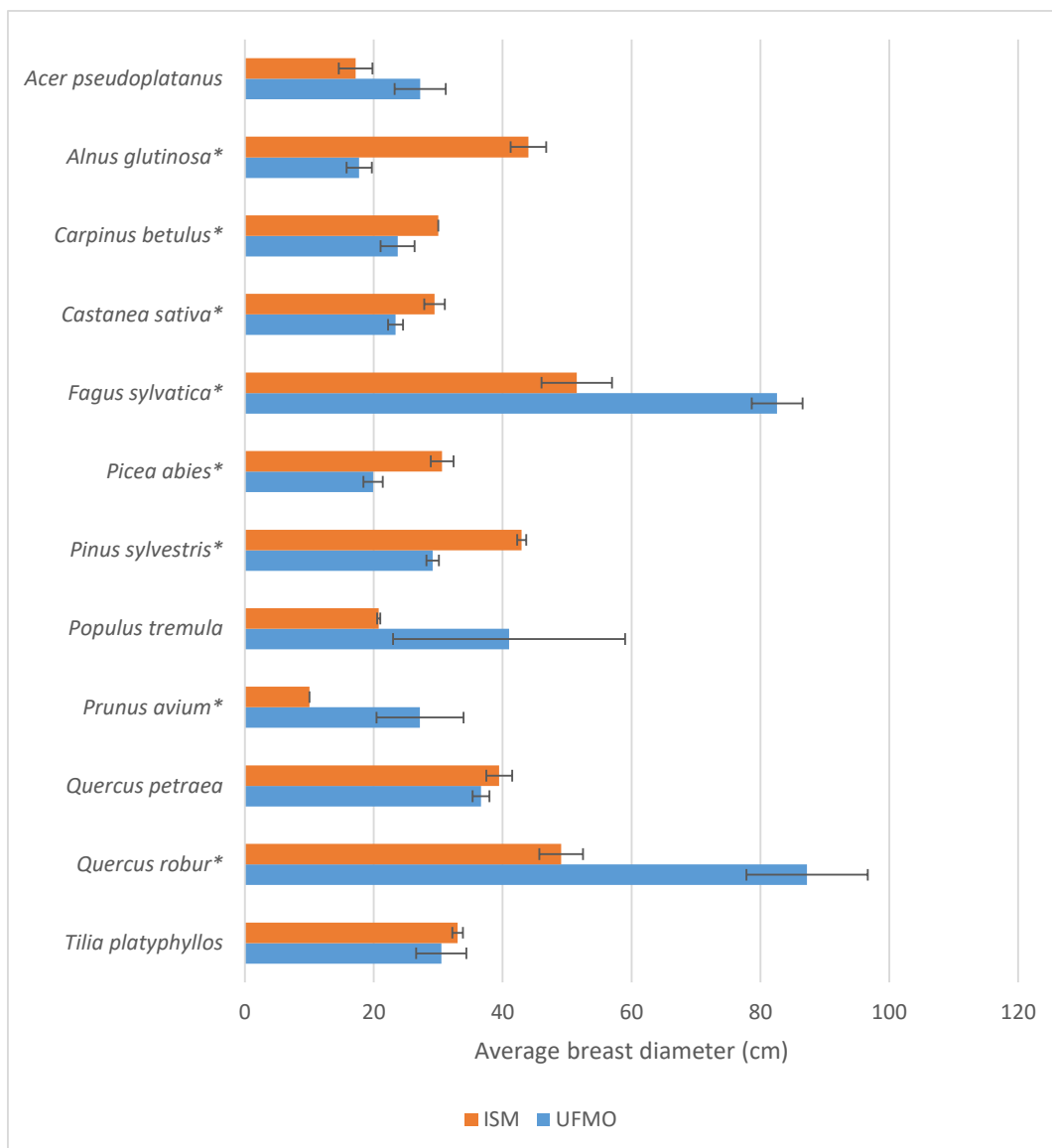
Med ISM- in UFMO-metodo je bila zabeležena različna drevesna sestava, tj. pri ISM-metodi smo zabeležili 13 drevesnih vrst, pri UFMO-metodi pa 22 drevesnih vrst (Preglednica 13). Pričakovali smo, da bo drevesna sestava podobna pri obeh metodah, saj so bile UFMO-poti opravljene v neposredni bližini ISM-ploskev. Kljub temu je bilo samo 12 drevesnih vrst skupnih obema metodama. Pri ISM-metodi so bile najpogostejše drevesne vrste rdeči bor, smreka in graden in so skupaj predstavljale 65,9 odstotka vseh popisanih dreves. Pri UFMO-metodi so bile najpogostejše drevesne vrste graden, domači kostanj in smreka in so predstavljale 76,6 odstotka vseh popisanih dreves po tej metodi; upoštevali smo samo drevesa, ki jih moramo oskrbeti. Dodatne drevesne vrste, ki so bile zajete v UFMO-popis, so predstavljale samo 4,5 odstotka vseh popisanih dreves; to so jelka, ostrolistni javor, divji kostanj, veliki jesen, navadni oreh, macesen, češplja, robinija in vrbe. ISM-popis je zabeležil dodatno drevesno vrsto, ki pa jo UFMO-metoda ni zajela, tj. lipovec.

Preglednica 13. Deset najpogostejših drevesnih vrst (% vseh popisanih dreves) v okviru spremljanja zdravja gozda

ISM		UFMO*	
<i>Pinus sylvestris</i>	23,4	<i>Quercus petraea</i>	34,3
<i>Picea abies</i>	23,2	<i>Castanea sativa</i>	21,3
<i>Quercus petraea</i>	19,3	<i>Picea abies</i>	19,1
<i>Castanea sativa</i>	16,2	<i>Pinus sylvestris</i>	8,6
<i>Fagus sylvatica</i>	6,9	<i>Tilia platyphyllos</i>	2,9
<i>Quercus robur</i>	4,1	<i>Carpinus betulus</i>	2,7
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2,1	<i>Acer pseudoplatanus</i>	2,7
<i>Tilia platyphyllos</i>	1,4	<i>Fraxinus excelsior</i>	2,6
<i>Alnus glutinosa</i>	1,4	<i>Alnus glutinosa</i>	1,5
<i>Tilia cordata</i>	1,0	<i>Prunus avium</i>	0,8

* Pri UFMO-metodi so upoštevana samo drevesa, na katerih je potreben ukrep.

Razlikovala se je tudi struktura prsnih premerov drevesnih vrst med ISM- in UFMO-metodo (Slika 80). Večina drevesnih vrst je imela značilno različen srednji prsni premer. Samo štiri drevesne vrste so imele enak srednji prsni premer pri 95-odstotnem zaupanju, tj. gorski javor, trepetlika, graden in lipa.



Slika 80. Primerjava povprečnega prsnega premera skupnih drevesnih vrst med ISM- in UFMO-metodo. Zvezdica (*) ob imenu drevesne vrste označuje statistično značilno razliko med povprečnim prsnim premerom med ISM- in UFMO-metodo pri 95-odstotnem zaupanju.

9.4 Zaključki in priporočila

UFMO-metoda je presegala uspešnost ISM-metode v vseh izbranih kriterijih. UFMO-metoda se je izkazala za 5,4-krat boljše kot ISM-metoda glede na razmerje čas/površina, 2,8-krat več dreves je bilo ocenjenih, 13,9-krat več pomembnih mrtvih dreves je bilo zabeleženih in 7,2-krat več ukrepov je bilo ugotovljenih. **Zato predlagamo, da se za spremljanje zdravja urbanega gozda uporablja UFMO-metoda.**

Za uspešno implementacijo UFMO-metode v urejanje urbanih gozdov **potrebujemo kompetentnega skrbnika gozdov in izvajalca gozdnih del, ki učinkovito sodelujeta.** Če se odločimo, da bomo ocenjevali tudi zdravje urbanih gozdov, moramo v popis vključiti tudi kompetentnega fitopatologa in entomologa.

Spoznanja iz tega dela projekta bodo MOL-u **pripomogle pri uresničevanju naslednjih strateških ciljev in ukrepov** (Program varstva okolja za Mestno občino Ljubljana 2014-2020):

SC2: Zagotoviti varovanje naravnega okolja v MOL

OC2: Do leta 2020 vzpostaviti celovit sistem za učinkovito upravljanje naravnih vrednot in zavarovanih območij.

Ukrepi:

- pripraviti nov odlok o Krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, pripraviti nov odlok o Krajinskem parku Zajčja Dobrava, pripraviti nov odlok o razglasitvi Grajskega griča. **Priporočilo:** v pripravo novih odlokov vključiti skrbnike in upravljavce urbanih gozdov ter kompetentno organizacijo za spremljanje zdravja urbanih gozdov. **Predvideti letni popis zdravja urbanih gozdov po UFMO-metodi. Določiti sodelovanje med upravljavcem gozda in organizacijo za spremljanje zdravja gozda;**
- v proračunu rezervirati namenska sredstva za upravljanje zavarovanih območij. **Priporočilo:** v proračunu rezervirati namenska sredstva za spremljanje zdravja urbanih gozdov in izvajanje ukrepov sanacije poškodovanih in bolnih dreves ter dreves, ki ogrožajo ljudi in njihovo lastnino;
- določiti upravljavca za Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. **Priporočilo:** pri izboru upravljavca za TRŠ upoštevati določilo, da ima upravljavec vsaj enega certificiranega arborista. V pogodbo z upravljavcem napisati člen, ki bo upravljavca obvezal k sodelovanju z organizacijo, ki bo izvajala spremljanje zdravstvenega stanja urbanih gozdov;
- aktivno ozaveščati javnost in jo izobraževati. **Priporočilo:** podatki o spremljanju zdravja urbanih gozdov naj bodo javni, objavljeni na internetu in v glasilu Ljubljana. Na terenu vidno označiti in zavarovati poškodovana in bolna drevesa, ki jih je treba oskrbeti ali podreti. Zelo poškodovana drevesa, ki predstavljajo resno grožnjo mimoidočim, označiti tako, da bodo mimoidoči varni.

OC3: Do leta 2020 vzpostaviti celovit zeleni sistem mesta in njegovo učinkovito upravljanje.

Ukrepi:

- pripraviti enotno evidenco načrtovanih in izvedenih zelenih površin MOL v GIS MOL. **Priporočilo:** v ukrepu predvideti tudi letno spremljanje zdravja urbanih gozdov. V Javni informacijski sistem prostorskih podatkov MOL vključiti podatke iz spremljanja zdravja urbanih gozdov;
- pripraviti pravilnik o načrtovanju, sajenju in negi lesnatih rastlin na javnih površinah v MOL. **Priporočilo:** v pravilniku predvideti določila o izboru kompetentnega upravljavca urbanih gozdov in določila o izboru kompetentnega izvajalca gozdnih del. **Predvideti določilo o spremljanju zdravja urbanih gozdov in lesnatih rastlin na javnih površinah: spremljanje zdravja lesnatih rastlin naj se izvaja po UFMO-metodi vsako leto, obstajati mora javna evidenca popisa zdravja lesnatih rastlin, priporočamo, da je to GIS MOL.**

10 SPREMLJANJE ONESNAŽENOSTI ZRAKA

Onesnaženost zraka lahko spremljamo na več načinov. Ob zagotavljanju neprekinjenega električnega napajanja lahko uporabimo avtomatske vzorčevalnike zraka, vendar so ti sami po sebi zelo dragi in potrebujejo neprestano kontrolo in vzdrževanje. Druga možnost, ki smo jo uporabili v tem projektu, pa je merjenje onesnaženosti zraka s pasivnimi vzorčevalniki, ki so poceni, robustni, nezahtevni za uporabo in vzdrževanje, ne potrebujejo električne energije ter jih je zaradi tega možno uporabiti na veliko več lokacijah (Koutrakis in sod., 1993; Gerosa in sod., 2007; Cox, 2003; Delgado in Esteve, 2007).

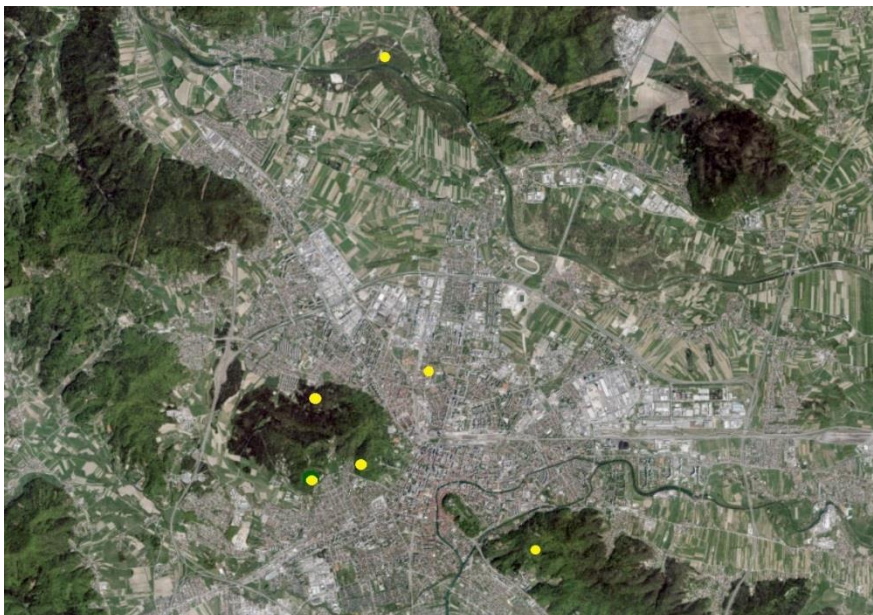
Onesnaženost zraka s pasivnimi vzorčevalniki smo spremljali na naslednjih lokacijah (Slika 81): Rožnik, Mostec, Tivoli, Golovec in Gameljne (EMoNFUr ploskve) ter ARSO (Ljubljana Bežigrad), Brdo pri Kranju, Fondek na Trnovski planoti, Borovec pri Kočevski Reki in Murska Šuma (referenčne ploskve).

Onesnaženost zraka z ozonom (O_3) smo spremljali v letu 2012 samo na lokaciji Rožnik in referenčni ploskvi ARSO - Bežigrad. V letih 2013 in 2014 pa smo pasivno spremljanje ozona razširili še na preostale lokacije urbanega gozda. V vseh treh letih smo meritve ozona izvajali samo v času vegetacijske dobe drevja, od pomladi do jeseni. Onesnaženost zraka s preostalimi škodljivimi plini, tj. dušikovim dioksidom (NO_2), žveplovim dioksidom (SO_2) in amonijakom (NH_3), pa smo pričeli spremljati spomladi 2013 in smo jih brez prekinitve spremljali do konca projekta (september 2014), torej smo opravljali merjenja tudi v zimskem času.

Škodljive pline v ozračju smo spremljali s pasivnimi vzorčevalniki - dozimetri -, ki so sestavljeni iz ohišja in aktivne raztopine, s katero je prepojen filtrirni papir in ki selektivno reagira s posameznim plinom. Vsak škodljiv plin ima svojo reakcijo z raztopino in nastane produkt, ki ga po vodni ekstrakciji filtrirnega papirja kvalitativno in kvantitativno določimo z ionsko kromatografijo. Vzorčevalnike smo menjali vsakih 14 dni. V Laboratoriju za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije smo dozimetre razstavili, pripravili na analizo in analizirali.

Po preračunu dobljenih rezultatov in vrednotenju podatkov lahko ocenimo, koliko je bilo ozračje obremenjeno z določenim škodljivim plinom v proučevanem časovnem intervalu.

V času trajanja vzorčenja nismo imeli težav z izgubo ali poškodovanjem dozimetrov. Zaradi tehničnih težav rezultati za ozon v poletnih mesecih leta 2014 niso na voljo.

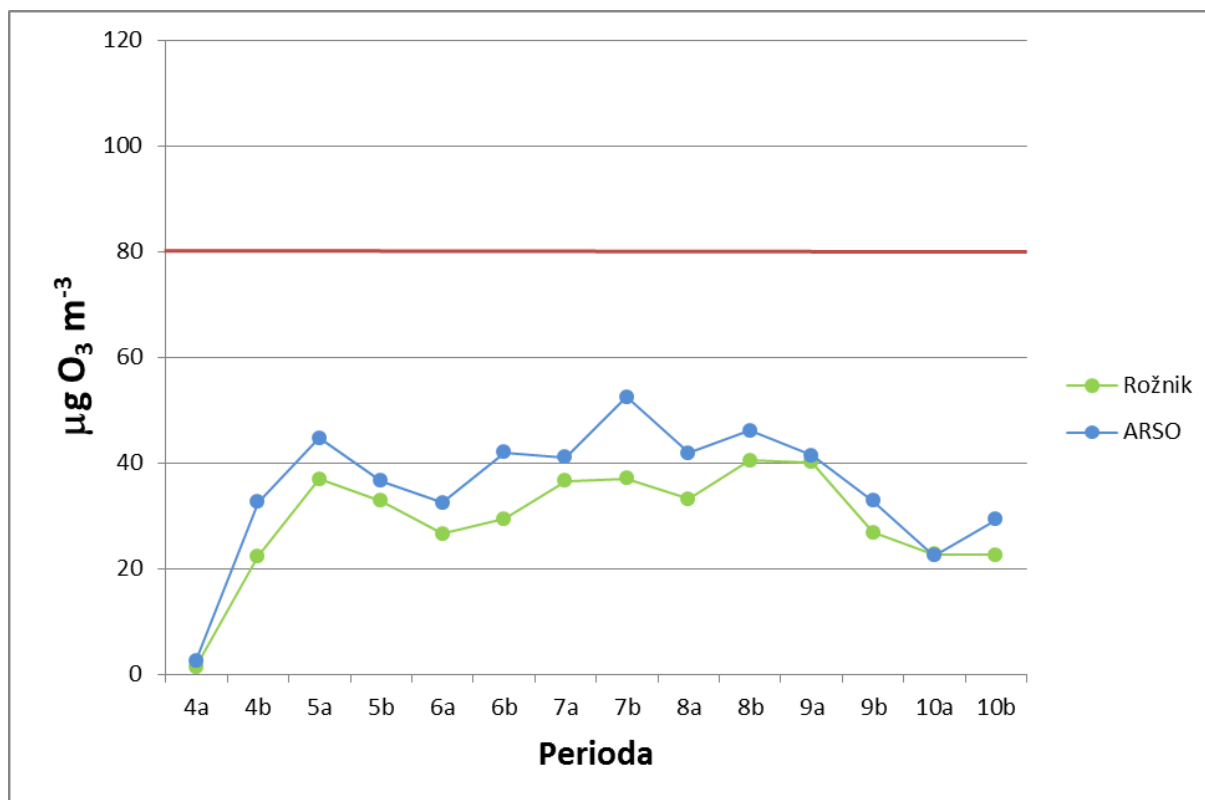


Slika 81. Lokacije pasivnih vzorčevalnikov za spremljanje onesnaženosti zraka na monitorinških lokacijah Rožnik (3), Golovec (1) in Gameljne (1) ter referenčne ploskve ARSO – Ljubljana Bežigrad (1).

10.1 Spremljanje ozona

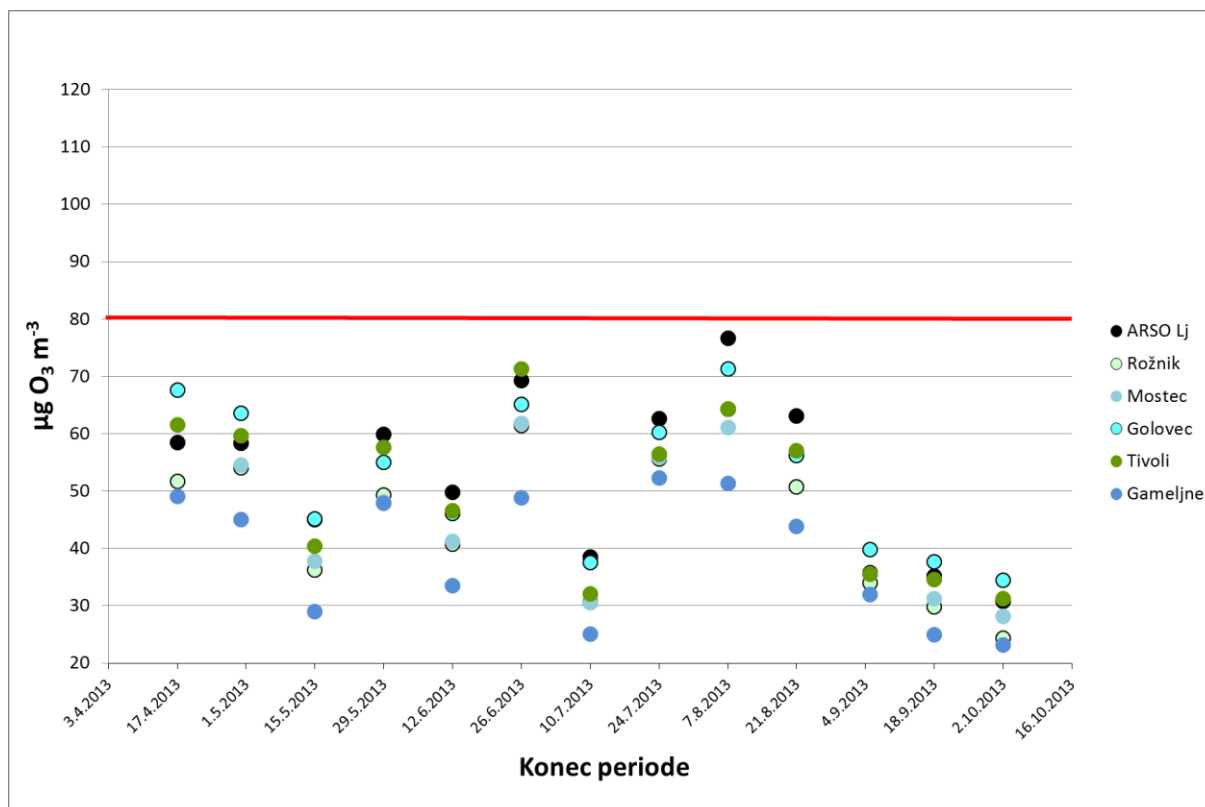
Ozon specifično reagira z nitratom(III) in ga oksidira v nitrat(V). Reakcija je selektivna in ravno dovolj občutljiva za uporabo v daljših časovnih intervalih (npr. 14 dni).

V letu 2012 smo spremljali ozon samo na ploskvi Rožnik ter referenčni ploskvi ARSO - Ljubljana Bežigrad. V povprečju so bile izmerjene 14-dnevne vsebnosti nižje od kritične obremenitve $80 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$ (Slika 82). V vsem vegetacijskem obdobju je opazna razlika med obema merilnima mestoma. Ozon ima sposobnost, da prepotuje velike razdalje, in torej vsebnost ozona v zraku ni toliko odvisna od kraja nastanka, temveč bolj od ostalih vremenskih parametrov, npr. smeri in hitrosti vetra, sončnega obsevanja, vlažnosti zraka itd. Kljub temu se v našem primeru gozd izkaže kot filter oz. »uničevalec« ozona, saj se ta ob stiku s primernimi mediji, na primer z respiratornimi organi rastlin, reducira v nenevaren kisik. Dokler ozona v zraku ni preveč, se poškodbe na rastlinah, ki nastanejo zaradi te reakcije, s prostim očesom ne vidijo in tudi bistveno ne vplivajo na zdravstveno stanje rastlin.



Slika 82. Povprečne 14-dnevne koncentracije ozona v vegetacijski dobi leta 2012 na ploskvi Rožnik in referenčni ploskvi ARSO – Ljubljana Bežigrad. Rdeča črta predstavlja kritično obremenitev AOT40 ($80 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$).

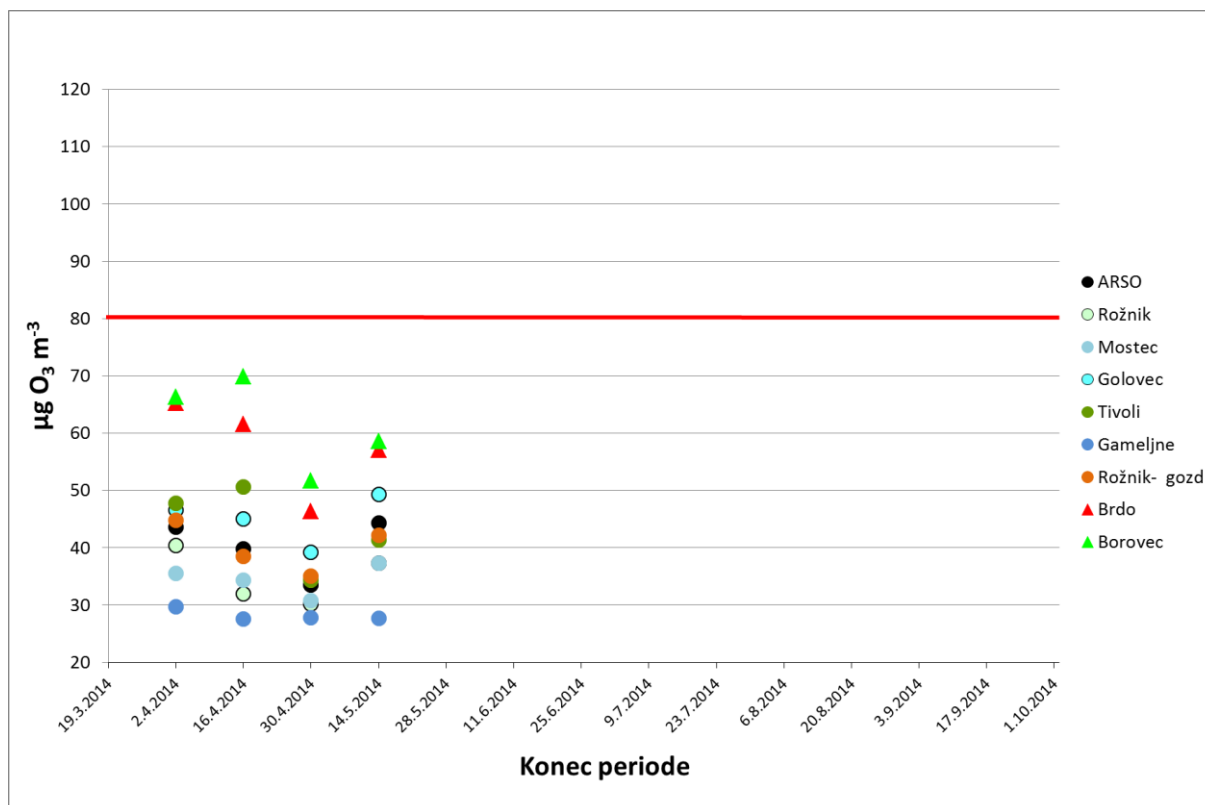
V letu 2013 smo razširili mrežo opazovalnih ploskev na več urbanih in periurbanih gozdov (Slika 83) lokacij Rožnik in Gameljne. Tudi v letu 2013 povprečna 14-dnevna vsebnost ozona v zraku ni bila višja od $80 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$. Zabeležene vrednosti pa so bile glede na leto poprej višje. Najvišje vsebnosti v posameznem časovnem intervalu so bile izmerjene na različnih ploskvah: za Bežigradom (ARSO - Ljubljana Bežigrad) ali pa v urbanem gozdu (Golovec, Tivoli). To je verjetno posledica vremenskih razmer v posameznem 14-dnevem obdobju. Za razliko od najbolj onesnaženih ploskev pa imamo najmanj onesnaženo samo eno, in to je Gameljne, ki leži v periurbanem gozdu.



Slika 83. Povprečne 14-dnevne koncentracije ozona na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2013. Rdeča črta predstavlja kritično obremenitev AOT40 ($80 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$).

Po preliminarnih rezultatih za leto 2014 so bile vsebnosti ozona v spomladanskem obdobju nekaj nižje kot leto poprej. Kritična obremenitev ni bila presežena, saj je bila najvišja vsebnost samo $51 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$ (Slika 84). Zanimivo je, da so bile izmerjene vsebnosti ozona v gozdu izven urbanih območij višje kot v urbanem okolju oz. urbanem in periurbanem gozdu. Upoštevajoč naše dolgoletne podatke, na ploskvi Borovec vsako leto zabeležimo najvišje vsebnosti ozona, kar velja tudi za vsebnosti, izmerjene v letu 2014.

V letu 2014 smo na lokaciji Rožnik, ploskev Rožnik, postavili dodatne dozimetre, oddaljene približno 200 m od prve lokacije. Razlika med obema ploskvama je, da je prva (Rožnik) postavljena na obronku gozda, druga (Rožnik - gozd) pa v samem gozdu, približno 20 m od gozdnega roba. Po preliminarnih rezultatih je bila izmerjena vsebnost ozona v gozdu višja kot izven gozda. Razlika v posameznih periodah ni bila velika, od 4 do $7 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$. Razlog za takšen vzorec lahko ponovno iščemo v lastnostih O_3 - velika mobilnost in zadrževanje na manj prevetrenih lokacijah, kar lokacija v gozdu vsekakor je.



Slika 84. Povprečne 14-dnevne koncentracije ozona na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2014. Primerjalno z dvema ploskvama v gozdu izven urbanih območij (Brdo in Borovec). Rdeča črta predstavlja kritično obremenitev AOT40 ($80 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$).

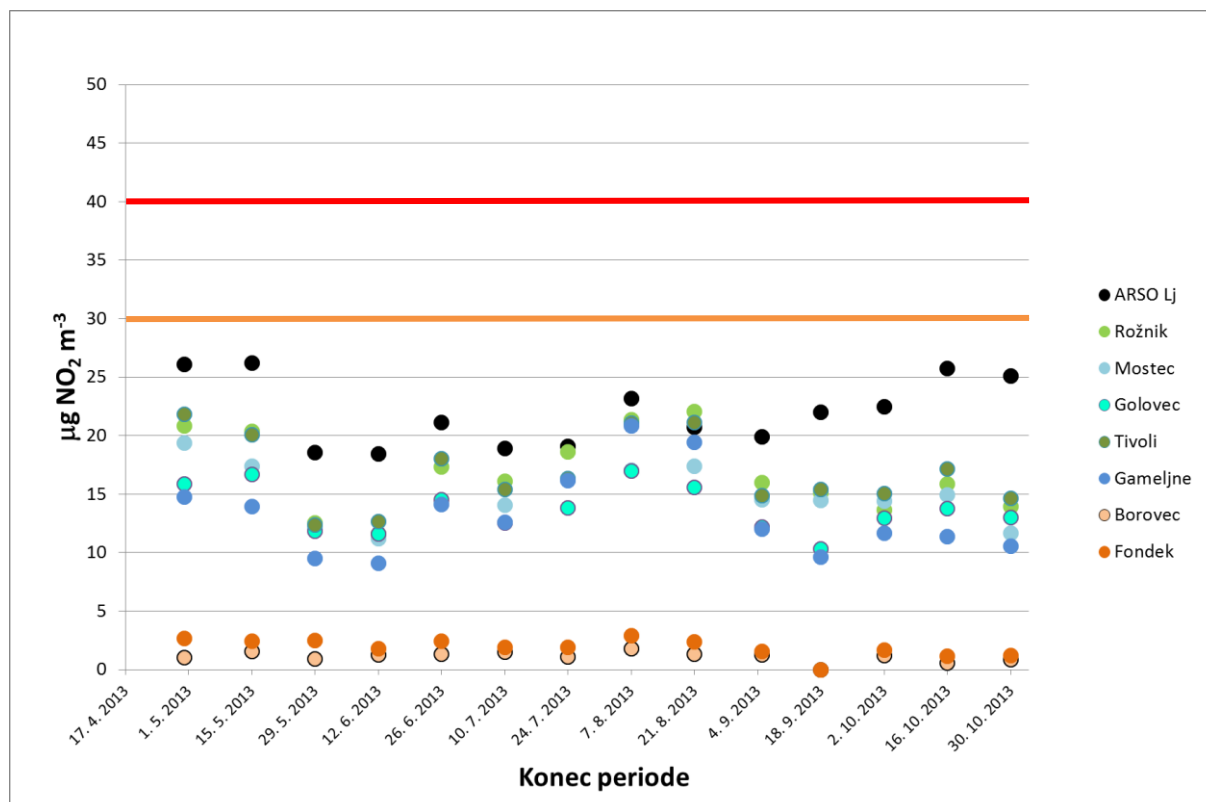
10.2 Spremljanje dušikovega dioksida

Testno smo v projektu spremljali dušikov dioksid v zraku s pasivnimi vzorčevalniki (Mulik in sod., 1989; Krochmal in Gorski, 1991; Krochmal in Kalina, 1997; De Santis in sod., 2002). Princip delovanja je enak kot pri ozonu: dušikov dioksid se adsorbira na filtrirnem papirju in nato absorbira, tj. reagira z reaktantom v aktivni raztopini, ki je v tem primeru raztopina trietanolamina (TEA). Časovni razpored vzorčenj je bil enak kot pri vzorčenju ozona. Ob analizi filtrirnih papirjev iz dozimetrom analiziramo količino nitritnih ionov v raztopini, ki je sorazmerna z vsebnostjo dušikovega dioksida v zraku v času izpostavitve.

Prvi rezultati spremljanja onesnaženosti zraka z dušikovim dioksidom kažejo, da je zrak na lokacijah Rožnik in Gameljne onesnažen, vendar povprečne 14-dnevne vrednosti niso presegle kritične obremenitve za varstvo rastlin ($30 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$) niti letne kritične obremenitve za varovanje zdravja ljudi ($40 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$) (Slika 85). V proučevanem in ovrednotenem obdobju od 17. 4. 2013 do 30. 10. 2013 se je kot najbolj obremenjena ploskev z NO_2 glede na naše meritve izkazala ARSO - Ljubljana Bežigrad (urbano področje mesta), z vsebnostmi od 18 do $26 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$, kar ustreza dognanjam, da je glavni vir NO_2 promet oz. prevozna sredstva z motorji z notranjim izgorevanjem (Jazbinšek Seršen in sod., 2014). V splošnem se vsebnosti NO_2 v zraku zmanjšujejo v transektu urbano področje - urbani gozd - periurbani gozd. Kot najmanj obremenjeni z NO_2 sta se v letu 2013 izkazali ploskvi Gameljne in Golovec, na katerih smo izmerili tudi do polovico nižje vsebnosti kot v urbanem delu mesta (Ljubljana Bežigrad).

Za primerjavo smo na sliki (Slika 85) dodali še povprečne 14-dnevne vrednosti NO_2 z dveh ploskev v gozdu izven urbanih območij (Fondek na Trnovski planoti in Borovec pri Kočevski Reki). Izmerjene vsebnosti NO_2 na teh ploskvah, ki so več kilometrov oddaljene od

obremenjenih prometnih cest in večjih mestnih središč, so znatno nižje in ne presegajo $3 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$.

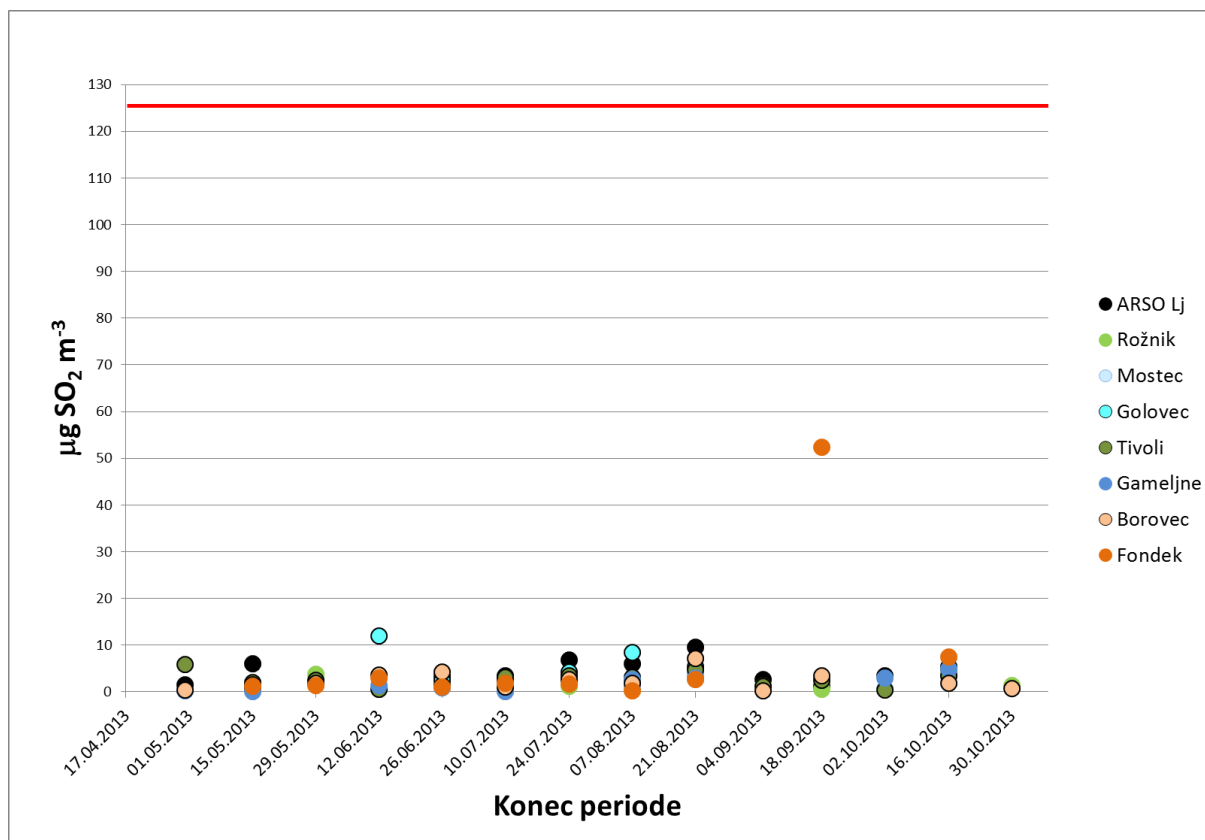


Slika 85. Povprečne 14-dnevne vsebnosti dušikovega dioksida na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2013. Primerjalno z dvema ploskvama v gozdu izven urbanih območij (Borovec in Fondek). Na nobeni od ploskev v obdobju meritev ni bila presežena kritična obremenitev za varstvo rastlin ($30 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$, oranžna črta) oziroma letna kritična obremenitev za varovanje zdravja ljudi ($40 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$, rdeča črta).

10.3 Spremljanje žveplovega dioksida

Prav tako testno smo v projektu spremljali žveplov dioksid v zraku s pasivnimi vzorčevalniki (Slika 86). Mehanizem reakcije je popolnoma identičen kot pri dušikovem dioksidu (Krochmal in Kalina, 1997): žveplov dioksid se adsorbira na filtrirnem papirju in nato reagira z reaktantom v aktivni raztopini, ki je enak kot pri dušikovem dioksidu: raztopina trietanolamina (TEA). Časovna razporeditev vzorčenj je bila enaka kot pri ozonu in dušikovem dioksidu. Ob analizi filtrirnih papirjev iz dozimetrom analiziramo količino sulfatnih ionov v raztopini.

Prvi rezultati spremljanja onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom v letu 2013 kažejo na minimalno obremenjenost zraka s tem onesnaževalom. Upoštevajoč Uredbo o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/2011), kjer je mejna vrednost SO_2 postavljena na $125 \mu\text{g m}^{-3}$ povprečno v enem dnevu, so bile meritve na vseh ploskvah v proučevanem obdobju močno pod to mejo. Vse meritve, razen dveh, so bile pod mejo določitve z uporabljenimi vzorčevalniki, kjer je ta meja po naših izkušnjah $10 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$. Najbolj odstopa meritev na Fondku (referenčna ploskev) od 4. do 18. septembra 2013. Ocenjujemo, da ta visoka vrednost ni odraz razmer v ozračju, ampak je verjetno prišlo do napake ali pri vzorčenju ali pri analizi vzorčevalnikov. Natančnega vzroka, zakaj je ta vrednost tako visoka, ne poznamo.



Slika 86. Povprečne 14-dnevne vsebnosti žveplovega dioksida na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2013. Primerjalno z dvema ploskvama v gozdu izven urbanih območij (Borovec in Fondek). Označena je mejna vrednost SO₂ (125 µg m⁻³) za povprečne dnevne vsebnosti (rdeča črta).

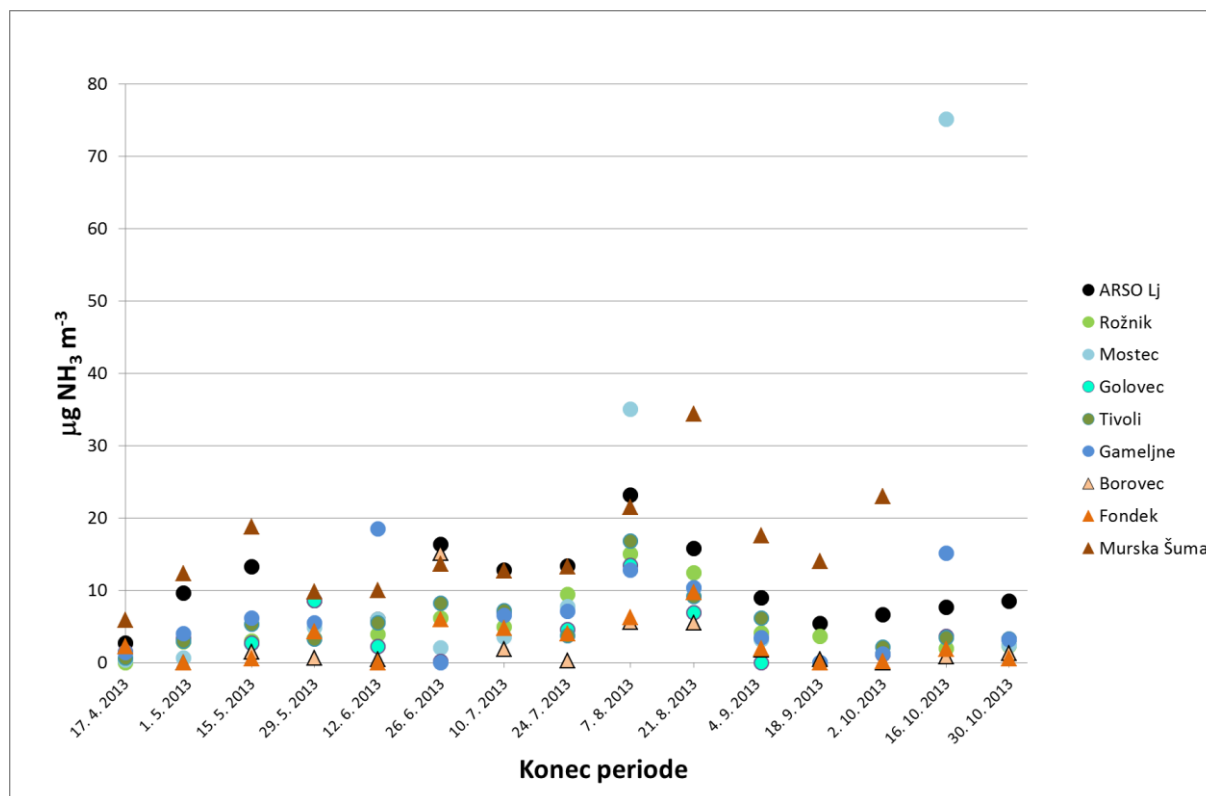
10.4 Spremljanje amonijaka

Tudi merjenje amonijaka v ozračju s pasivnimi vzorčevalniki (Krupa in sod., 2000; Roadman in sod., 2003) je za nas novo področje, ki smo se mu posvetili v tem projektu. Amonijak je brezbarven plin neprijetnega vonja. Več kot 99 odstotkov amonijaka v naravi je posledica naravnih procesov, predvsem biološke razgradnje organskih snovi (rastlinskih in živalskih ostankov ter živalskih odpadkov, predvsem urina). Glavni vir antropogenega amonijaka sta industrija gnojil ter pogojno kmetijstvo, saj gre v kmetijstvu prav tako za razgradnjo živalskih odpadkov in urina. V Sloveniji je po podatkih ARSO glavni vir amonijaka kmetijstvo, in to več kot 96 odstotkov (podatek velja za leto 2010, Splet). V Sloveniji je letna raven izpustov amonijaka približno 17.000 ton (prav tam). Amonijak je pomemben predhodnik pri nastajanju prašnih delcev, manjših od 2,5 mikrometra (PM_{2.5}), in je zato še posebej škodljiv za ljudi. Vpliv amonijaka na rastline je različen ob različnih vegetacijskih obdobjih in vsebnostih v zraku. Zaradi svoje hranilne vrednosti povzroča hitrejšo rast rastlin, obenem pa zaradi svoje strupenosti zavira npr. nastanek brstov in poganjkov (NN).

V letu 2013 smo v vsem obdobju spremljanja (od začetka aprila do konca leta) zabeležili zelo nizke vsebnosti amonijaka v zraku (Slika 87). Na ploskvah je bilo opazno povišanje vsebnosti amonijaka od konca julija do konca avgusta leta 2013. Z redkimi izjemami ni preseglo meje 25 µg NH₃ m⁻³. V vsem obdobju spremljanja smo zabeležili dve izjemi, in sicer na lokaciji Rožnik, ploskev Mostec, kjer smo enkrat v poletnem in enkrat v jesenskem času izmerili 35 in 75 µg NH₃ m⁻³. Gledano z vidika zdravja ljudi, živali in rastlin, sta ti dve višji

vrednosti še vedno zelo nizki, saj je meja, pri kateri zavohamo amonijak, pri približno 500 $\mu\text{g NH}_3 \text{ m}^{-3}$, zdravstvene težave pri ljudeh ob izpostavitvi amonijaku dva dneva po pet ur pa se začnejo pri vsebnosti okrog 10.000 $\mu\text{g NH}_3 \text{ m}^{-3}$.

Za primerjavo je na sliki (Slika 87) prikazana še vsebnost amonijaka na ploskvah v gozdovih izven urbanih območij. Pričakovano so zabeležene najvišje vsebnosti na ploskvi Murska Šuma, saj je na tistem območju zelo intenzivno kmetijstvo.



Slika 87. Povprečne 14-dnevne vsebnosti amonijaka na ploskvah Rožnik, Golovec, Gameljne in Ljubljana Bežigrad v letu 2013. Primerjalno s tremi ploskvami v gozdu izven urbanih območij (Borovec, Fondek, Murska Šuma).

10.5 Zaključki in priporočila

Onesnaženost zraka z glavnimi onesnaževali (ozon, dušikov dioksid, žveplov dioksid, amonijak) smo v projektu spremljali na več lokacijah s pasivnimi vzorčevalniki. Njihove prednosti pred avtomatskimi vzorčevalniki so preprostost, nizki stroški vzpostavitve in tekočega vzdrževanja, nepotrebna draga terenska oprema, ne potrebujejo električnega napajanja, ker jih lahko izpostavimo veliko, z njimi pokrijemo večje območje. Po drugi strani pa imajo pred aktivnimi vzorčevalniki nekaj slabosti, kot so višji stroški laboratorijskega dela, resolucija, interference z meteorološkimi parametri, najnižja meja detekcije, nezmožnost detekcije kratkotrajnih (velikostni razred ene ure) ekstremnih dogodkov.

Onesnaženost zraka smo spremljali s pasivnimi vzorčevalniki na naslednjih ploskvah: Rožnik, Mostec, Tivoli, Golovec in Gameljne (EMoNFUR ploskve) ter ARSO (Ljubljana Bežigrad), Brdo pri Kranju, Fondek na Trnovski planoti, Borovec pri Kočevski Reki in Murska Šuma (referenčne ploskve). Ugotovili smo, da je zrak v urbanem in periurbanem gozdu najmanj oz. minimalno onesnažen z SO₂ in NH₃, medtem ko so vsebnosti NO₂ in O₃ znatne, pa vendar še vedno pod mejami, ki bi zahtevale ukrepanje in opozorilo.

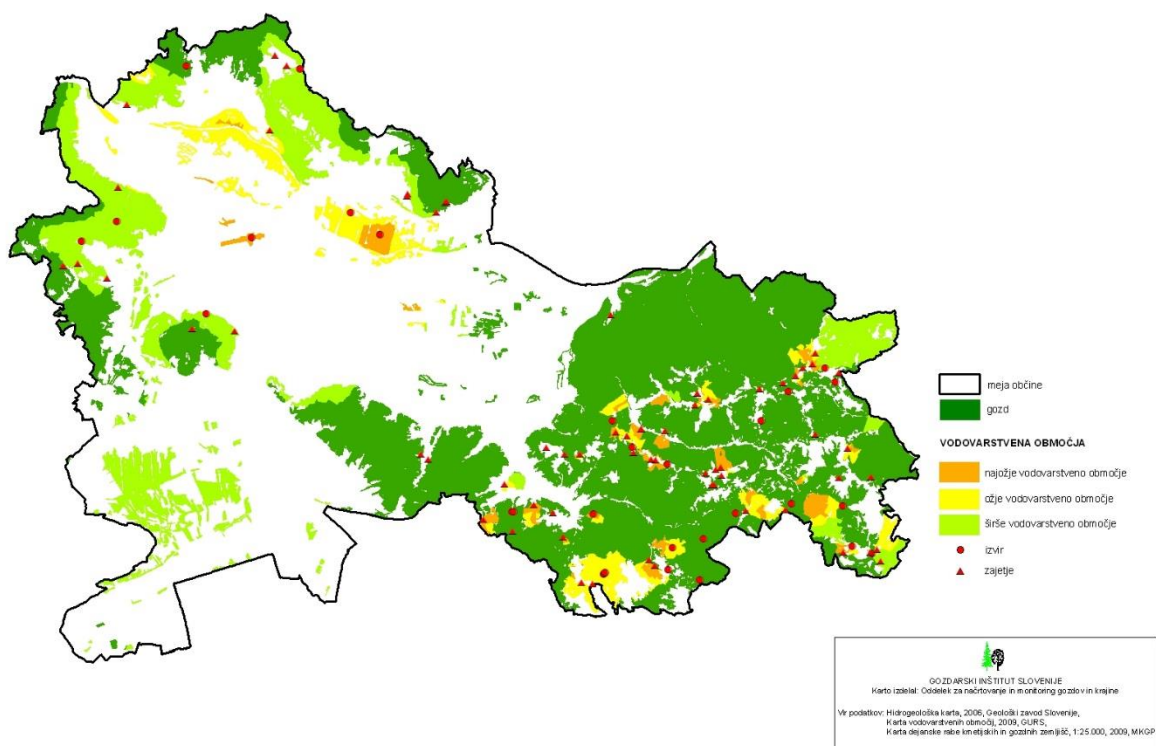
V prihodnje priporočamo spremljanje onesnaževal v zraku s pasivnimi vzorčevalniki na lokaciji Rožnik, kjer bi dodali še kakšno ploskev (npr. ob sprehajalnih poteh) in bi bili pozorni predvsem na vsebnost amonijaka, saj pričakujemo porast tega onesnaževala ob izdatnejši razgradnji lesnih ostankov po žledolomu leta 2014.

11 HIDROLOŠKE MERITVE V URBANIH GOZDOVIH

Gozd s svojimi gostimi krošnjami, listnim opadom, gozdnimi tlemi ter globokimi koreninskimi sistemi odločilno vpliva na kakovost vode, uravnavanje odtoka in ohranjanje stabilnosti tal v povodjih. Stabilni, dobro ohranjeni gozdovi na primernih rastiščih so najprimernejša oblika rabe tal za zadrževanje vode pri veliki količini padavin, za zaščito pred plazovi in zaščito pred kotalečim se kamenjem.

Za oskrbo MOL z vodo sta pomembni predvsem dve telesi podzemne vode: vodonosnik Ljubljanskega polja in vodonosni sistem Ljubljanskega barja. Od 102 zajetij in izvirov, ki so razpoložljivi in obnovljivi vodni viri v MOL (Urbanc in sod., 2001), jih je 36 v gozdu, 61 na gozdnem robu, pet pa izven gozda (Vilhar in sod., 2010). Slika 88 prikazuje vodovarstvena območja, izvire in zajetja v gozdovih MOL. Kar 30 odstotkov vseh gozdov v MOL sodi v vodovarstvena območja. V vodonosnikih so gozdovi z naravno ohranjeno rastlinsko sestavo in sestojno zgradbo pomemben filter za vnose onesnažil z okoliških kmetijskih površin, prometnic in urbanih površin v podtalnico in površinske vodotoke. Vloga gozda na erozijsko ogroženih območjih je z vidika ohranjanja režima in kakovosti vodnih virov predvsem ohranjanje stabilnosti gozdnih tal z močnimi koreninskimi sistemi, prestrezanje čim večje količine padavin in zadrževanje premikajočih se zemeljskih mas. Erozijsko ogrožena območja so predvsem v vzhodnem delu MOL, kjer prevladuje gričevnat in hribovit svet.

VODOVARSTVENA OBMOČJA, IZVIRI IN ZAJETJA NA OBMOČJU GOZDNIH TAL V MESTNI OBČINI LJUBLJANA



Slika 88. Vodovarstvena območja, izviri in zajetja v gozdovih Mestne občine Ljubljana (Vilhar in sod., 2010)

V okviru projekta smo na podlagi pregleda različnih programov, projektov in monitoringov določili najpomembnejše kazalnike za vpliv urbanih gozdov na:

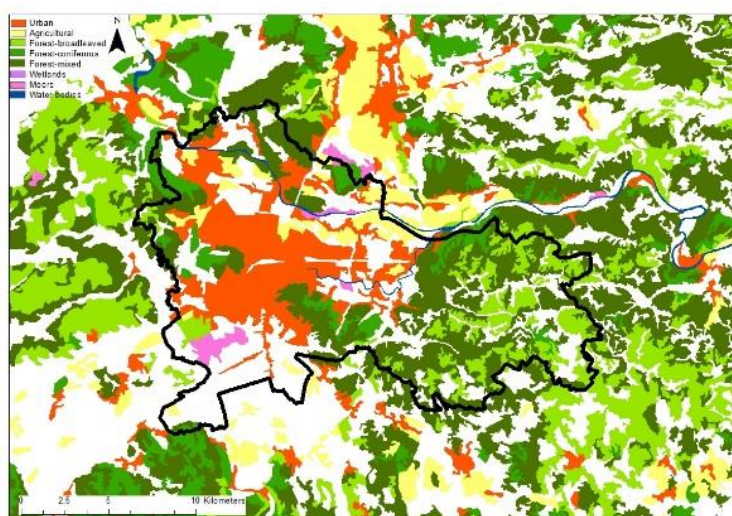
- uravnavanje količine vodnih virov,
- ohranjanje kakovosti virov pitne vode ter
- zadrževalno sposobnost urbanih gozdov za presežke vode v času nalivov in taljenja snega.

Izbrane kazalnike smo na izbranih monitorinških lokacijah Rožnik in Gameljne - Tacen v testnem obdobju tudi spremljali.

Preglednica 14. Izbrani kazalniki za vpliv urbanih gozdov na uravnavanje količine vodnih virov, ohranjanje kakovosti virov pitne vode

Ekosistemska storitev	Kazalnik	Enota	Vir
uravnavanje količine vodnih virov	zadrževalna sposobnost krošenj za padavine (intercepcija)	% letne količine padavin	ICP Forests & GIS podatkovna baza 2014
	zadrževalna sposobnost tal za vodo	g cm ⁻³	ICP Forests podatkovna baza 2014, Ausec 2008, 2009
ohranjanje kakovosti virov pitne vode	maksimalne koncentracije nitrata (NO ₃) v podtalnici Ljubljanskega vodonosnika	mg l ⁻¹	Jamnik 2003
	dozdevna gostota tal	g cm ⁻³	Pedološka karta Slovenije 2014, Ausec 2008, 2009
	C/N razmerje v tleh		

Za izbrane razrede rabe tal (Preglednica 15, Slika 89) smo določili na podlagi merjenih vrednosti ali virov iz literature relativni prispevek k ekosistemskim storitvam, ki se nanašajo na uravnavanje količine in ohranjanje kakovosti vodnih virov. Razpon relativnega prispevka je bil od 0 (brez prispevka) do 100 (največji možni relativni prispevek k zagotavljanju izbrane ekosistemske storitve) (Koschke in sod., 2012).

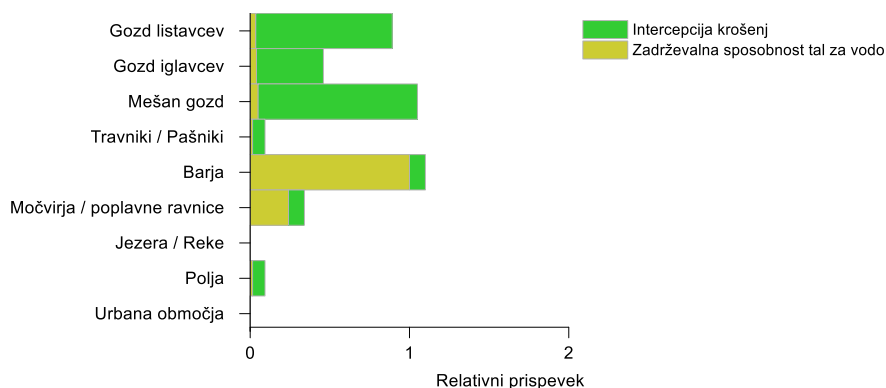


Slika 89. Izbrani CORINE razredi rabe tal v MOL

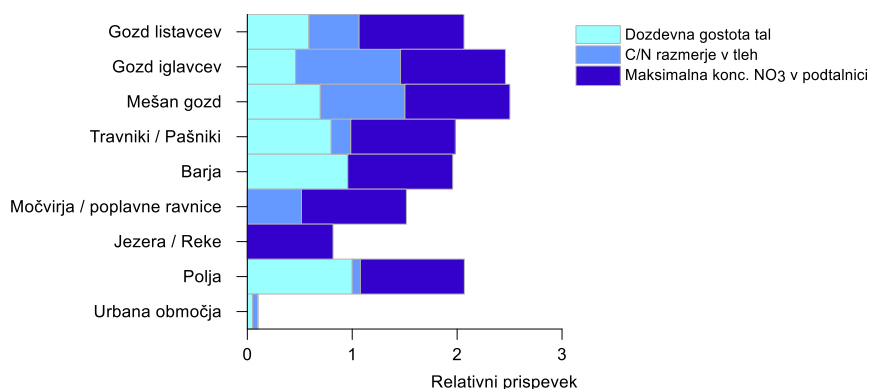
Preglednica 15. Izbrani CORINE razredi rabe tal v MOL

CORINE razredi rabe tal	Relativni prispevek
gozd listavcev	od 0 (brez prispevka) do 100 (največji možni relativni prispevek k zagotavljanju izbrane ekosistemske storitve)
gozd iglavcev	
mešani gozd	
travniki/pašniki	
barja	
močvirja/poplavne ravnice	
jezera/reke	
polja	
urbana območja	

Relativni prispevek izbranih rab tal k uravnavanju količine vodnih virov in ohranjanju kakovosti virov pitne vode je prikazan na Slika 90.



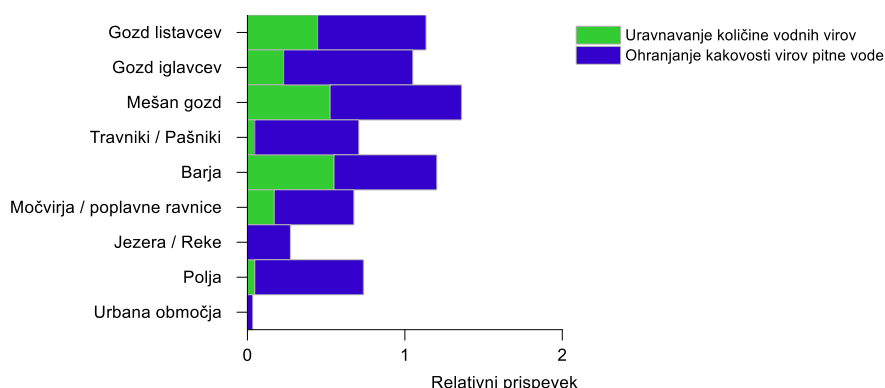
a)



b)

Slika 90. Relativni prispevek izbranih rab tal k a) uravnavanju količine vodnih virov in b) ohranjanju kakovosti virov pitne vode

Na podlagi primerjave indikatorskih vrednosti za izbrane rabe tal smo ovrednotili skupni relativni prispevek za krepitev ekosistemskih storitev, ki se nanašajo na uravnavanje količine in ohranjanje kakovosti vodnih virov v obravnavanih urbanih gozdovih (Slika 91).



Slika 91. Skupni relativni prispevek izbranih rab tal k uravljanju količine vodnih virov in ohranjanju kakovosti virov pitne vode

Na podlagi naših ugotovitev k ekosistemskim storitvam uravljanja količine vodnih virov največ prispevajo barja in mešani gozdovi, najmanj pa urbana območja. K ekosistemskim storitvam ohranjanja kakovosti virov pitne vode največ prispevajo gozdovi listavcev in gozdovi iglavcev, najmanj pa ponovno urbana območja. Skupni relativni prispevek izbranih rab tal k uravljanju količine vodnih virov in ohranjanje kakovosti virov pitne vode je bil največji za mešani gozd, sledijo barja, najmanjši pa je bil v urbanih območjih.

11.1 Monitorinška lokacija Rožnik

Meritve na monitorinški lokaciji Rožnik so se pričele 5. novembra 2012 in obsegajo:

a) redno spremljanje

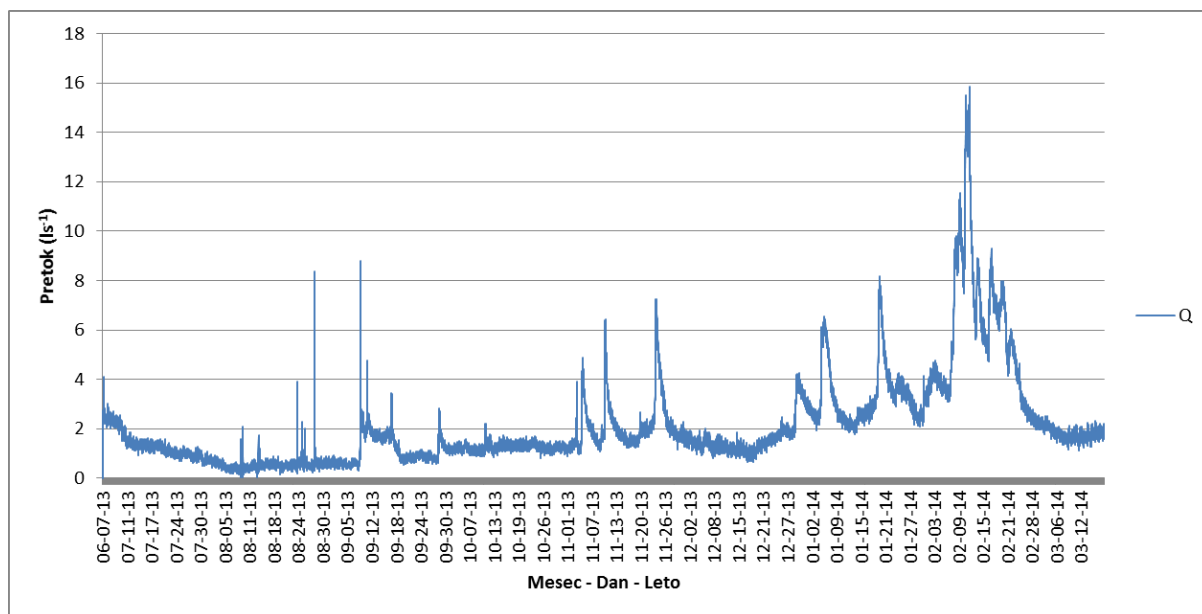
vodostajev in pretoka potoka v neposredni bližini ploskve na odprtem in ploskve v sestoju za spremljanje usedlin. Meritve vodostaja izvajamo v 6'' Parshallovem prelivu za spremljanje količine pretoka vsak drug 14-dnevni časovni interval z manualnimi meritvami ter kontinuirano v 30-minutnem intervalu z avtomatsko tlačno sondo za spremljanje višine vode (HOB0 U20 Water Level Data Logger - U20-001-01);

b) redno spremljanje kakovosti vode v potoku, kar izvajamo vsak drug 14-dnevni časovni interval z *in situ* meritvami pH, elektroprevodnosti ter raztopljenega kisika v vodi s prenosnim merilnim inštrumentom HQ40d Multi meter (HachLange), z meritvami vsebnosti sedimentov (TURBIDIMETER 2100P ISO, Hach) in kemijskimi analizami vzorca vode iz potoka v Laboratoriju za gozdno ekologijo za naslednje parametre:

- pH,
- elektroprevodnost,
- alkaliteta,
- kationi: NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ,
- anioni: Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{2-} , SO_4^{2-} ,
- N_{tot} ,
- TOC/DOC,
- Al, Fe, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni.



Slika 92. Meritve kakovosti vode v potoku s prenosnim merilnim instrumentom HQ40d Multi meter (HachLange) (foto: Urša Vilhar)



Slika 93. Pretok (Q v $l\ s^{-1}$) potoka pod Rožnikom, merjen v 6'' Parshallovem prelivu za spremljanje količine pretoka z avtomatsko tlačno sondo za spremljanje višine vode (HOB0 U20 Water Level Data Logger - U20-001-01) v 30-minutnem intervalu

11.2 Monitorinška lokacija Gameljne - Tacen

Monitorinška lokacija Gameljne - Tacen obsega štiri ploskve: P2 (topol), P3 (rdeči bor), P4 (na prostem) in P5 (topol - mladje na otoku), kjer od 6. novembra 2012 potekajo monitorinške aktivnosti v skladu z metodologijo ICP Forests. Na teh ploskvah izvajamo redne 14-dnevne meritve količine sestojnih padavin in padavin na prostem (poleg pasivnih vzorčevalnikov za ozon in samodejne meteorološke postaje), z avtomatskimi merilniki pa kontinuirano v 30-minutnem intervalu spremljamo vsebnost vlage v tleh in temperaturo tal (Slika 94). Dodatna podploskev z manj intenzivnimi meritvami je P1 (topol ob vodi), kjer z avtomatskimi merilniki spremljamo vsebnost vlage v tleh in temperaturo tal. Rezultati meritev se shranjujejo v podatkovno bazo.



Slika 94. Avtomatski merilniki na monitorinški lokaciji Gameljne - Tacen, raziskovalna ploskev P2 (topol), za kontinuirane meritve temperature zraka na višini 2 m, vsebnosti vlage v tleh in temperature tal na globini 0,1 in 0,3 m (foto: Urša Vilhar)

11.3 Zaključki in priporočila

Upravljanje urbanih gozdov v povirjih obsega gospodarjenje z gozdovi z namenom varovanja, obnavljanja in ohranjanja kvalitete in količine vode, pretokov ter celotnih povodij (Anonymus, 2003). Rezultati tega projekta so pomembna osnova za pripravo priporočil za krepitev ekosistemskih storitev, ki se nanašajo na uravnavanje količine in ohranjanje kakovosti vodnih virov v urbanih gozdovih MOL.

Ugotovili smo, da urbani in periurbani gozdovi MOL pomembno vplivajo na uravnavanje količine vodnih virov in ohranjanje kakovosti virov pitne vode. Kar 30 odstotkov gozdov v MOL spada v vodovarstvena območja. Od 102 zajetij in izvirov, ki so razpoložljivi in obnovljivi vodni viri v MOL, jih je 36 v gozdu, 61 na gozdnem robu, 5 pa izven gozda. Oblikovali smo seznam najpomembnejših kazalnikov za vpliv urbanih gozdov na uravnavanje količine vodnih virov in ohranjanje kakovosti virov pitne vode ter jih na izbranih monitorinških lokacijah Rožnik in Gameljne - Tacen v testnem obdobju tudi spremljali. Na podlagi meritev in podatkov iz literature smo za izbrane CORINE razrede rabe tal določili relativni prispevek k ekosistemskim storitvam, ki se nanašajo na uravnavanje količine in ohranjanje kakovosti vodnih virov. Poleg gozdov smo obravnavali tudi travnike, barja, poplavne ravnice, reke, polja in urbane površine. Ugotavljamo, da k uravnavanju količine vodnih virov in ohranjanju kakovosti virov pitne vode največ prispevajo mešani gozdovi, sledijo barja, najmanj pa prispevajo urbana območja. Na podlagi rezultatov projekta smo oblikovali priporočila za ohranjanje režima in kakovosti vodnih virov v urbanih in periurbanih gozdovih MOL.

V skladu s Programom varstva okolja za Mestno občino Ljubljana 2014-2020 priporočamo:

1. ohranjanje gozdov, barij in čim večjega deleža zelenih površin;
2. spremljanje onesnaženosti gozdnih tal v vodovarstvenih območjih MOL;
3. spremljanje kakovosti vode v površinskih vodotokih MOL (mikrobiološki, fizikalni in kemijski parametri);
4. vzpostavitev ekoremediacijskih sistemov, ki so trajnostna metoda za sanacijo vodnih ekosistemov;
5. sanacijo obstoječih odlagališč odpadkov v gozdu ter omejevanje in preprečevanje nastajanja novih;
6. izobraževanja lastnikov gozdov v vodovarstvenih območjih MOL in individualna svetovanja tem lastnikom;
7. izračun vodne bilance vodnih virov v urbanih gozdovih MOL itd.

Rezultati te aktivnosti so bili predstavljeni na več znanstvenih konferencah in objavljeni v znanstvenem članku (glej poglavje 3. Predstavitve - diseminacija vsebin, rezultatov naloge).

12 SPREMLJANJE USEDLIN

Na lokaciji Rožnik sta bili v skladu z metodologijo projekta vzpostavljeni dve smiselno povezani ploskvi: ploskev na odprtem in ploskev v sestoju. Na obeh smo izvajali posredne meritve kakovosti zraka s spremljanjem usedlin na prostem in pod krošnjami dreves. Na prostem smo za to uporabljali tri lije premera 24 cm in z njimi povezane 8-litrne zbirne posode, v sestoju pa pet žlebičev dolžine 2 metrov in s širino lovilne odprtine 9 mm. Pozimi smo žlebiče nadomestili s korneti premera 24 cm zaradi padavin v obliki snega.

Vzorčenje smo izvajali vsakih 14 dni, pri čemer smo vzorce za analizo združevali po dva in dva 14-dnevna časovna intervala skupaj. Skupaj je bilo v enem letu 13 časovnih intervalov, in vzorce teh časovnih intervalov smo nato analizirali.

V poročilu smo poleg rezultatov s ploskve Rožnik uporabili tudi rezultate s ploskve Brdo (pri Kranju) ter Borovec (pri Kočevski Reki), na katerih Gozdarski inštitut Slovenije že deset let spremlja enake parametre. Podatki so primerni za primerjavo s tistimi iz urbanega gozda. Obe ploskvi sta locirani znotraj obsežnejšega gozdnega kompleksa z manjšim vplivom naselij, industrije, poljedelstva in drugih človeških aktivnosti.

Vsi postopki vzorčenja, analiz in izračunov so bili na vseh treh ploskvah enaki.

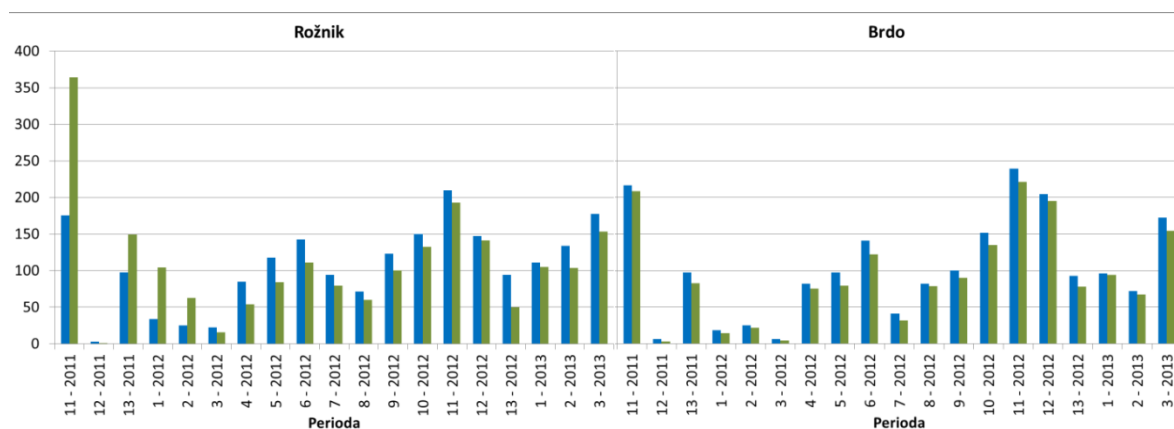
12.1 Količine

Od začetka spremljanja količine padavin (perioda 11, leto 2011) je bilo največ padavin na ploskvi Rožnik zabeleženo v 11. časovnem intervalu leta 2012, ko je na prostem padlo skoraj 210 l m^{-2} (Slika 95). Padavinski režim med oktobrom 2011 in marcem 2013 je bil različen. Zima v letu 2012 je bila zelo sušna, medtem ko je bila zima v letu 2013 zelo izdatna s padavinami.

V sestoju količina padavin sledi vzorcu količin padavin na prostem, le da je bilo do 2. časovnega intervala leta 2012 padavin več v sestoju kot na prostem, od 3. časovnega intervala 2012 naprej pa je padavin v sestoju manj kot na prostem.

Periodično nihanje količine padavin na ploskvi Brdo je zelo podobno razmeram na ploskvi Rožnik. Tudi tu je bilo največ padavin na prostem v 11. časovnem intervalu leta 2012, najmanj pa v zimi 2011/2012.

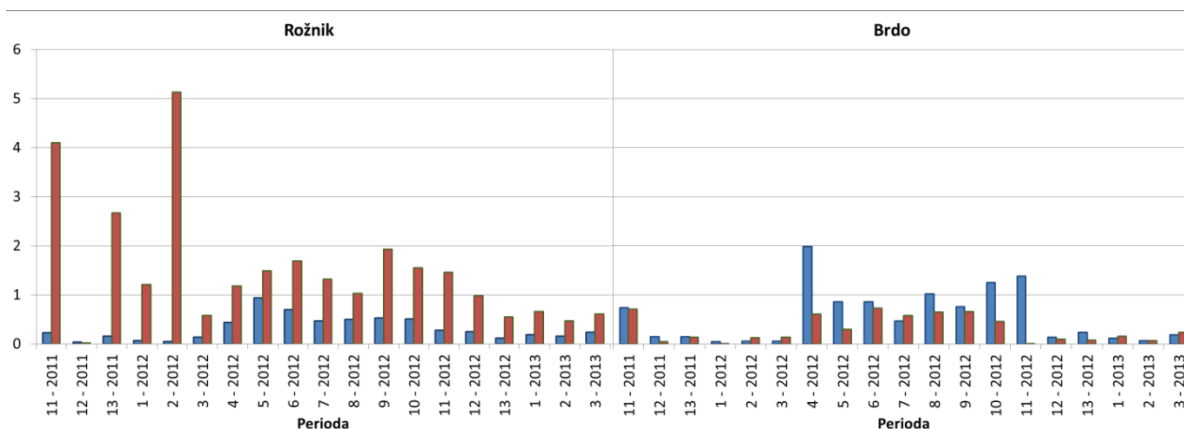
Vsak časovni interval je bilo padavin na prostem več kot v sestoju.



Slika 95. Količina padavin na prostem (modri stolpci) in v sestoju (zeleni stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v l m^{-2})

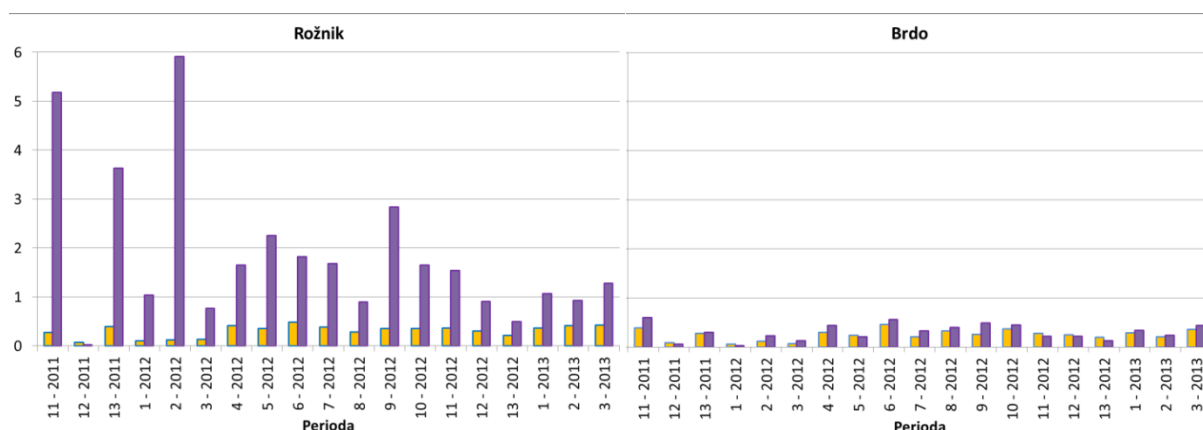
12.2 Usedline dušika

Kljub zelo podobnim količinskim razmeram med obema ploskvama pa je v usedlinah dušika v obliki amonija med ploskvama velika razlika. Na ploskvi Rožnik, za katero lahko rečemo, da je zelo obremenjena z aerosoli (trdnimi delci, dispergiranimi v zraku) - $PM_{2,5}$, PM_{10} (Bolte, 2010), ki prispevajo k suhemu depozitu, je razmerje med usedlinami amonija na prostem in v sestoju od 1 : 2 pa tudi do več sto. Na ploskvi Brdo je to razmerje obrnjeno: več amonija pade na prostem, medtem ko se v sestoju pojavi ali v enakih količinah (v primeru nizkih vsebnosti) ali v manjših (Slika 96). To kaže na različen vir nastanka amonija na obeh ploskvah. Na ploskvi Rožnik smo zabeležili v večini časovnih intervalov več kot 1 kg N ha^{-1} v sestoju (v povprečju $1,5 \text{ kg N ha}^{-1}$) in na prostem v povprečju okrog $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}$. Na ploskvi Brdo smo na prostem povprečno zabeležili $0,6 \text{ kg N ha}^{-1}$, v sestoju pa polovico tega. To kaže, da je amonij v mestu (ploskev Rožnik) adsorbiran tudi na trdnih delcih, ki se ujamejo v krošnje dreves, tam akumulirajo in ob padavinah sperejo na tla. Na ploskvi Brdo je opazen trend prisotnosti amonija od spomladi do jeseni (gnojenje, paša v okolici) ter veliko več amonija v padavinah na prostem, to pomeni, da se v vzorčevalnike spere amonij, ki je takrat v atmosferi, ni pa veliko trdnih delcev, na katere bi se amonij vezal in skupaj z njimi akumuliral v krošnjah dreves.



Slika 96. Usedline dušika v amonijevi obliki na prostem (modri stolpci) in v sestoju (rdeči stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v kg N ha^{-1})

Še bolj različni sta sliki nitratnega dušika na obeh ploskvah (Slika 97). Če so povprečne vsebnosti usedlin nitratnega dušika v časovnem intervalu na prostem skoraj enake ($0,31 \text{ kg N ha}^{-1}$ oz. $0,25 \text{ kg N ha}^{-1}$) na obeh ploskvah, pa je ogromna razlika med usedlinami nitratnega dušika v sestoju. Na ploskvi Rožnik smo zabeležili povprečno na časovni interval kar $1,9 \text{ kg N ha}^{-1}$, medtem ko je na ploskvi Brdo ta vrednost le malenkost višja kot na prostem ($0,3 \text{ kg N ha}^{-1}$).



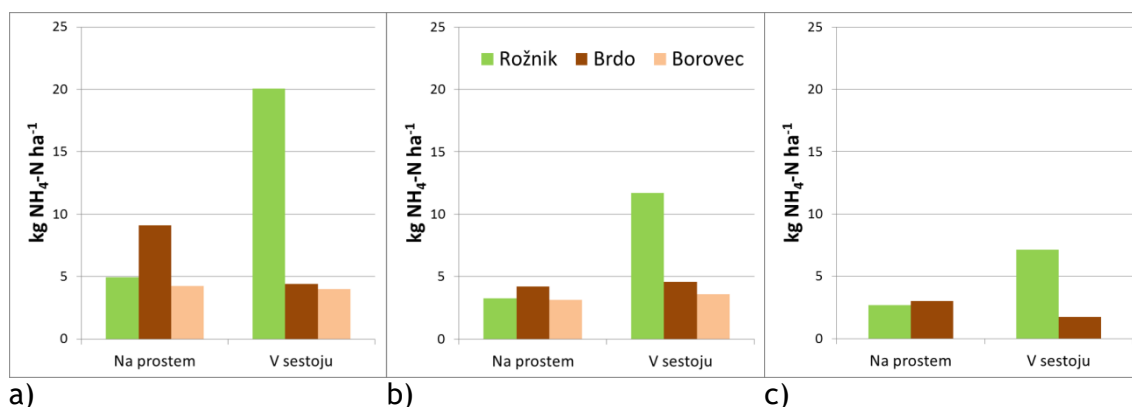
Slika 97. Usedline dušika v nitratni obliki na prostem (rumeni stolpci) in v sestoju (vijolični stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v kg N ha⁻¹)

V obdobju devetnajstih časovnih intervalov, kar ustreza približno letu in pol, smo izmerili skupaj 11,8 kg dušika na hektar površine (kg N ha⁻¹) na prostem in kar 62,4 kg N ha⁻¹ v sestoju (Preglednica 16). Slednja vrednost je kar trikratnik od največjih izmerjenih vrednosti v letu 2012 (ekstrapoliranih na isto časovno obdobje) na ploskvah, ki ležijo v gozdnem sestoju brez bližine večjih mest (Fondek v Trnovskem gozdu, Borovec pri Kočevski Reki) (Simončič, 2013).

Preglednica 16. Akumulirane usedline dušika v razdobju devetnajstih 28-dnevni časovnih intervalov na ploskvi Rožnik in Brdo

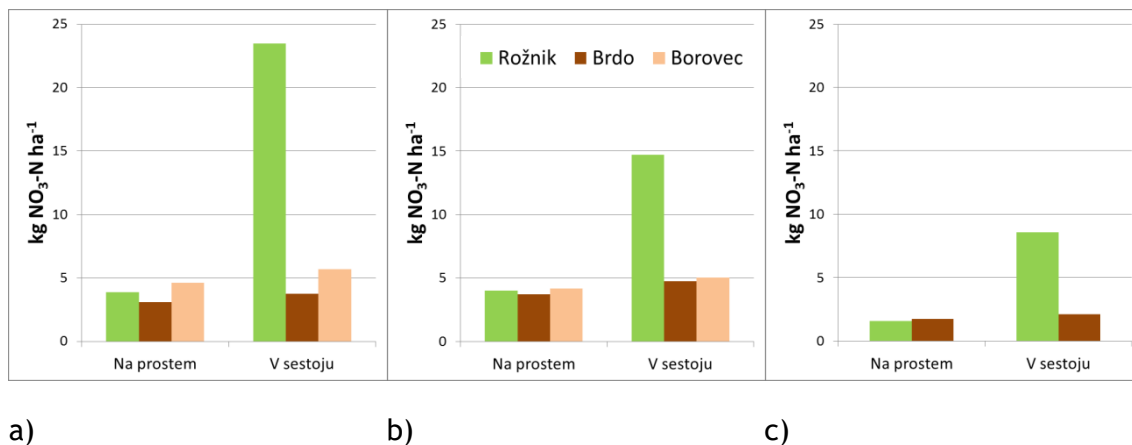
	Rožnik		Brdo	
	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N
	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)
Na prostem	6,0	5,8	10,5	4,7
V sestoju	27,9	34,5	5,7	5,7

Če primerjamo vrednosti za posamezna leta (2012, 2013, polovica 2014), se razmerja ne spremenijo. Usedline amonijevega dušika na prostem po ploskvah padajo iz leta v leto, medtem ko vrednosti v sestoju za kontrolni ploskvi Brdo in Borovec stagnirajo (Slika 98). Na prostem vsako leto zabeležimo največ usedlin amonijevega dušika na kontrolni ploskvi Brdo, saj je v resnici najbližje večjim kmetijskim površinam. V sestoju pa se količina usedlin na ploskvi Rožnik (urbani gozd) močno poveča, v prvi vrsti zaradi vpliva prašnih delcev v ozračju. Tako smo na njej v letu 2012 zabeležili kar 20 kg usedlin amonijevega dušika na hektar, v letu 2013 skoraj 12, nekaj podobnega pa lahko pričakujemo tudi v letu 2014.



Slika 98. Razmerje usedlin dušika v obliki amonija na prostem in v sestoju na ploskvah Rožnik, Brdo in Borovec v letih 2012 a), 2013 b) in prvi polovici 2014 c)

Usedline nitratnega dušika (Slika 99) na prostem na vseh treh ploskvah v proučevanih letih stagnirajo in znašajo med 3 in 5 kg N ha⁻¹ leto⁻¹. V sestoju se vrednosti na kontrolni ploskvi Brdo in Borovec prav tako občutno ne spreminjajo. Se pa spreminjajo usedline nitratnega dušika na ploskvi Rožnik v sestoju. Tu smo v letu 2012 izmerili kar 23,4 kg N ha⁻¹, naslednje leto malo manj kot 15 kg N ha⁻¹, v letu 2014 pa spet lahko pričakujemo povečanje te vrednosti, saj je v pri polovici leta 2014 padlo 8,6 kg N ha⁻¹. Glavni razlog visokih vrednosti usedlin dušika v obeh oblikah (amonijev in nitratni) na ploskvi Rožnik je promet. Promet je glavni vir dušikovih oksidov, iz katerih po različnih redoks procesih v ozračju nastaneta končni obliki dušikovih spojin, nitratni oz. amonijev ion. Glavni vir teh ionov pa so prašni delci, ki se usedajo že sami po sebi, pristanejo in se koncentrirajo na delih dreves (listi, iglice, veje, debla) in ob padavinah sperejo v tla.

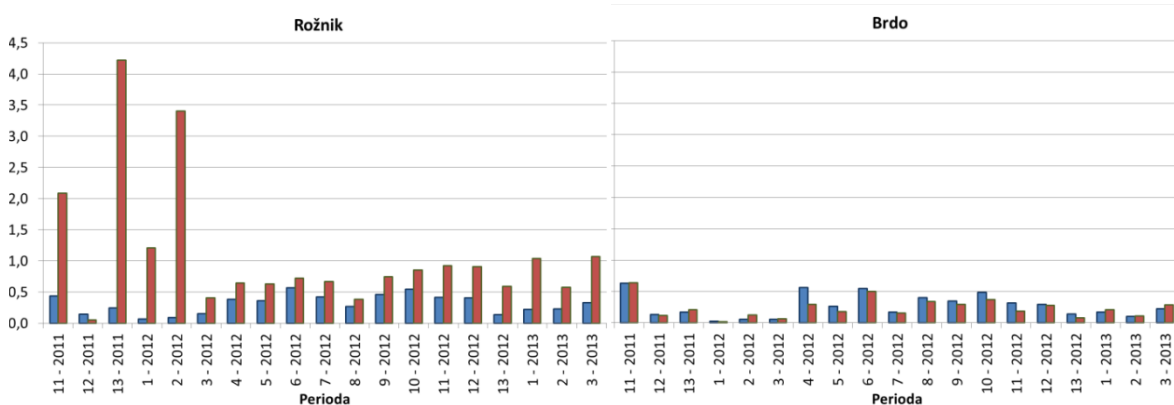


Slika 99. Razmerje usedlin dušika v obliki nitrata na prostem in v sestoju na ploskvah Rožnik, Brdo in Borovec v letih 2012 a), 2013 b) in prvi polovici 2014 c)

12.3 Usedline žvepla

Količine žvepla v usedlinah na prostem so med ploskvama zelo primerljive, in sicer tako po količini kot po letnem vzorcu (Slika 100). V obeh primerih smo izmerili zelo podoben

povprečni vnos žvepla na časovni interval (0,31 oz. 0,27 kg S ha⁻¹). Spet pa je razlika v vnosu žvepla pri usedlinah v sestoju. Zaradi istih vzrokov (promet, prašni delci, suhe usedline na krošnjah) se usedline žvepla v sulfatni obliki na ploskvi Rožnik v sestoju povečajo skoraj za štirikrat (1,1 kg S ha⁻¹), medtem ko se usedline žvepla na ploskvi Brdo v sestoju celo znižajo povprečno na 0,23 kg S ha⁻¹. Letni trend na ploskvi Rožnik nakazuje povišanje usedlin v zimskih mesecih, saj ob siceršnjem primarnem viru žvepla (dizel motorji) svoje dodajo še individualna kurišča na premog, kurilno olje in tudi lesno biomaso.



Slika 100. Usedline žvepla v sulfatni obliki na prostem (modri stolpci) in v sestoju (rdeči stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v kg S ha⁻¹)

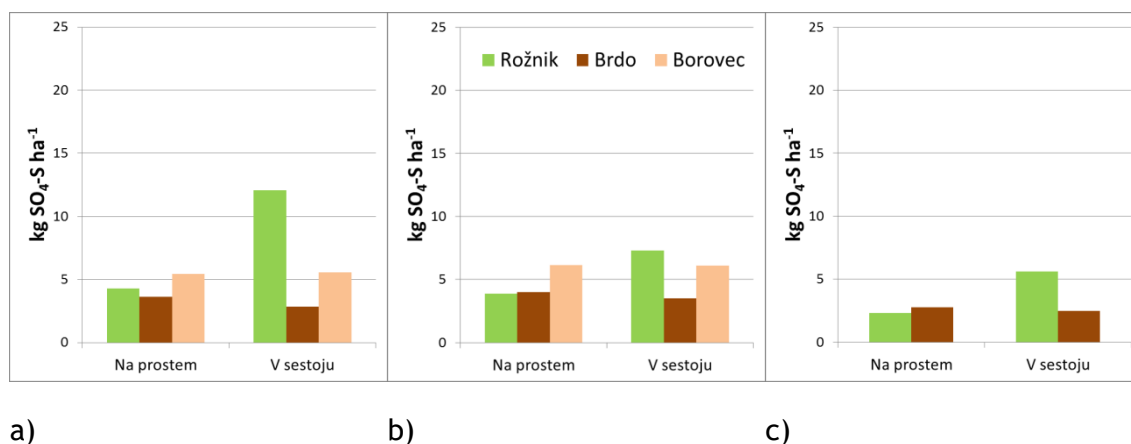
Izmerjene usedline žvepla na ploskvi Rožnik so dosegle v istem časovnem obdobju (približno leto in pol) vrednosti kar 20,1 kg S ha⁻¹ (Preglednica 17). Za primerjavo, na ploskvah, ki ležijo znotraj večjih gozdnih sestojev (Trnovski gozd, zahodna Kočevska), so znašale usedline na letni ravni (2012) do 5 kg S ha⁻¹.

Preglednica 17. Akumulirane usedline žvepla v razdobju devetnajstih 28-dnevni časovnih intervalov na ploskvah Rožnik in Brdo

	Rožnik	Brdo
	SO ₄ -S	SO ₄ -S
	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)
Na prostem	5,9	5,0
V sestoju	20,1	4,4

Usedline žvepla v obliki sulfata so na prostem na vseh ploskvah približno enake (Slika 101) in znašajo med 3,5 in 6 kg S ha⁻¹ leto⁻¹. V sestoju se te vrednosti na kontrolnih ploskvah Brdo in Borovec bistveno ne spremenijo, se pa spremenijo na ploskvi Rožnik. Te vrednosti se dvignejo na 7 do 12 kg S ha⁻¹ leto⁻¹. Še vedno so te vrednosti podobnega velikostnega razreda kot pri kontrolnih ploskvah in, kot smo ugotovili pri analizah žveplovega dioksida, ki je

predhodnik za sulfatne ione v usedlinah, v resnici onesnaženost z žveplovimi spojinami na proučevanem območju ni velik problem.



Slika 101. Razmerje usedlin žvepla v obliki sulfata na prostem in v sestoju na ploskvah Rožnik, Brdo in Borovec v letih 2012 a), 2013 b) in prvi polovici 2014 c)

12.4 Zaključki in priporočila

Na lokaciji Rožnik sta bili v skladu z metodologijo vzpostavljeni dve smiselno povezani ploskvi: ploskev na odprtem in ploskev v sestoju. Na obeh smo spremljali/vzorčili količino in kakovost usedlin. V poročilu smo poleg rezultatov s ploskve Rožnik uporabili tudi rezultate s ploskev Brdo (pri Kranju) in Borovec (pri Kočevski Reki), na katerih Gozdarski inštitut Slovenije že deset let spremlja enake parametre. Vsi postopki vzorčenja, analiz in izračunov so bili na vseh treh ploskvah enaki.

Na podlagi rezultatov lahko zaključimo, da je urbani gozd močno obremenjen z dušikom, saj se vrednosti na letni ravni gibljejo med 27 in 44 kg N ha⁻¹. Povečane količine dušika, ki ga rastline nujno potrebujejo za rast, pa so lahko dvorezen meč, če ni dovolj preostalih elementov, potrebnih za njihovo rast. Izostanek teh elementov lahko povzroči manjšo odpornost dreves proti vremenskim razmeram, posledično pa ta drevesa postanejo nevarna za obiskovalce gozdov.

V prihodnje predlagamo vzpostavitev še treh do štirih ploskev na lokaciji Rožnik (na severni, vzhodni in zahodni strani TRŠ ter v sredini), s katerimi bi lahko ob spremljanju kakovosti usedlin ocenili rastne pogoje na tem območju.

13 BIOMONITORING Z MAHOVI

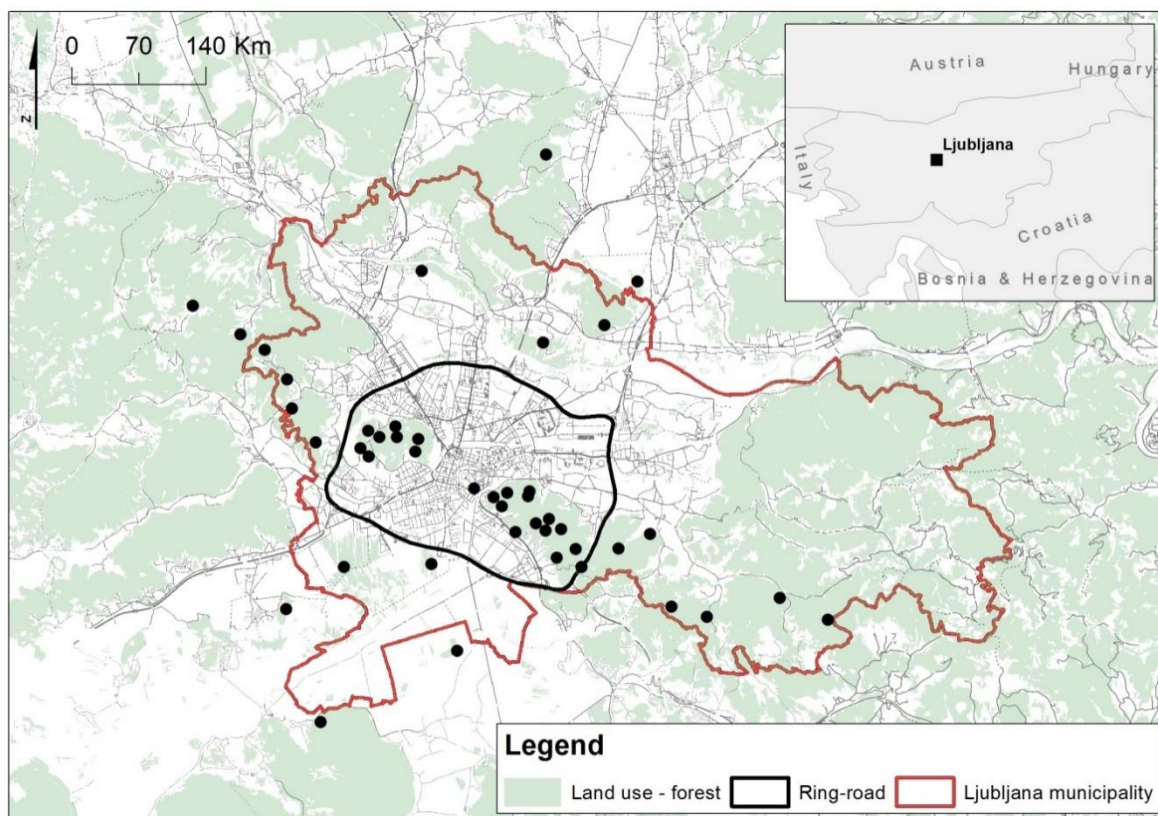
13.1 Zbiranje podatkov

Kompleksni sistemi interakcij in razmerij med onesnaževali ter ekosistemom otežujejo zbiranje kakovostnih informacij o količini in prostorski distribuciji onesnaževal. Iz tega razloga so bili razviti številni različni sistemi nadzora, od katerih nekateri temeljijo na fizikalnih in kemijskih meritvah padavin ter meritvah kakovosti zraka, medtem ko drugi temeljijo na uporabi različnih bioindikatorjev. Na načelih slednjega temelji tudi spremljanje onesnaženosti zraka z mahovi. Mahovi so namreč ektohidrični in torej večino mineralnih hranil in vode ter s tem tudi onesnažil sprejemajo preko celotne površine, preko korenin pa le v zelo omejenih količinah (Woolgrove in Woodin, 1996). Prednost spremljanja onesnaženosti zraka z mahovi je, da je enostavnejše in cenejše kot klasično spremljanje kakovosti padavin in zraka. Posledično lahko s tovrstnim načinom spremljanja dosežemo bistveno večjo gostoto vzorčenja in s tem boljše prostorske informacije (Harmens in sod., 2011).

V projektu smo uporabili vrsto mahu *Hypnum cupressiforme* Hedw (Slika 104). Mahove smo vzorčili v avgustu 2013 na 44 lokacijah (Slika 102 in Slika 103). Mesta vzorčenja smo razdelili v dve kategoriji, in sicer na mestne gozdove, ki ležijo znotraj mestnega avtocestnega obročja (Rožnik 8 lokacij in Golovec 14 lokacij, skupaj 22 lokacij), in primestne gozdove zunaj avtocestnega obročja (22 lokacij). Lokacije zunaj avtocestnega obročja smo nadalje razdelili na kmetijske (10 lokacij) in gozdne (12 lokacij).

Vzorčenje mahov je bilo opravljeno v skladu s smernicami Konvencije UN-ECE programa ICP Vegetation (ICP Vegetation coordination Centre, 2010). Na vsaki lokaciji je vzorec sestavljen iz 5-7 podvorcev, ki so bili nabrani na površini prbl. 50 x 50 m. Mahovi so bili vzorčeni vsaj 1 m od najbližje projekcije krošnje in vsaj 100 m od glavne ceste, naselja in industrijih objektov. S tem smo se želeli izogniti lokalni onesnaženosti lokacije vzorčenja mahu.

Na vsakem mestu vzorčenja smo na površini 25 m² popisali mahovne vrste in ocenili njihovo pokrovnost v odstotkih.



Slika 102: Lokacije vzorčenja mahov v Mestni občini Ljubljana



Slika 103: Delo na terenu (foto: Mitja Skudnik)

V zimi 2013/14 smo vzorce mahu posušili na sobno vlago in jih očistili vseh delcev substrata in zemlje. Za laboratorijsko analizo se uporabi le zeleni, živi del mahu, ki je prirasel v zadnjih treh letih. Vzorce smo homogenizirali v terilnikih in pripravili za analize. Analize vsebnosti skupnega dušika in žvepla v mahovih bodo izvedene v laboratoriju za gozdno ekologijo na Gozdarskem inštitutu Slovenije z elementnim analizatorjem LECO CNS-2000, analize težkih kovin pa v laboratoriju oddelka Znanosti o okolju na Inštitutu Jožef Stefan.

13.2 Rezultati

Na vseh lokacijah je bilo skupaj zabeleženih 296 vrst mahov, od tega 56 različnih vrst, kar je polovica vseh vrst (104), ki so jih za MOL (območje znotraj avtocestnega obroča) predstavili Skudnik in sod. (2013). Če upoštevamo, da je bila izbira lokacije popisa v našem projektu vezana na prisotnost vrste *Hypnum cupressiforme* v gozdu, medtem ko so Skudnik in sod (2013) poleg gozdnih površin upoštevali tudi mestne površine, je naš rezultat v skladu s pričakovanji. Poleg vrste *H. cupressiforme* sta bili najpogostejši vrsti še *Brachythecium rutabulum* in *Herzogiella seligeri*.



Slika 104: Mah vrste *Hypnum cupressiforme* Hedw. ali »štorovo sedje« (foto: Mitja Skudnik)

13.3 Zaključki in priporočila

Ideja o testiranju metodologije spremljanja onesnaženosti zraka na podlagi biomonitoringa z mahovi ni bila izvedena kot dodaten primer spremljanja stanja onesnaženosti urbanih gozdov. Zaradi izvedbe dodatnih meritev so v poročilu predstavljeni le preliminarni rezultati. Prednosti spremljanja onesnaženosti zraka z mahovi je predvsem v tem, da so analize cenejše, zaradi česar lahko vanje vključimo večje število lokacij in tako dobimo lokacijsko bolj podrobne informacije o vsebnosti onesnaževal. Vsekakor pa so takšne meritve manj natančne kot meritve usedlin.

Glede vrstne pestrosti je treba poudariti, da so urbani gozdovi MOL vrstno zelo bogati. Tako so bile na območju Golovca odkrite kar 104 različne vrste mahu, med njimi tudi nekatere redke in zavarovane, kot je npr. *Syntrichia papillosa* (Willson) Jur., *Lunularia cruciata* (L.) Lindb. in *Rhynchostegium rotundifolium* (Scop. ex Brid.) Schimp. Slednja je celo uvrščena na rdeči seznam evropskih vrst mahu. Več informacij je predstavljenih v prispevku Skudnik in sod. (2013) z naslovom »The bryophyte diversity of Ljubljana (Slovenia)« (Vrstna pestrost mahov v Ljubljani), ki je bil objavljen v mednarodni reviji Polish Botanical Journal.

14 TALNE RAZMERE

14.1 Uvod

Tla gozdnega ekosistema so očem dokaj skrit in zato slabše raziskan del gozda. Njihov pomen za delovanje gozda in kroženje snovi v gozdnih ekosistemih, kot so voda, ogljik, hranila, onesnažila ipd., pa je izjemno pomemben. Tla so nepogrešljivi del gozda, saj v njih in na njih živijo številne rastline, živali, glive in mikroorganizmi. Drevesom in drugemu gozdnemu rastju nudijo tla mehansko oporo, vodo, talni zrak in hranila, ki so nujno potrebni za njihovo rast. Gozdna tla vplivajo na stanje gozdov in na procese v gozdu oz. gozdnih ekosistemih. Nanje vplivajo s svojimi lastnostmi, kot so na primer rodovitnost gozdnih tal, onesnaženost, puferska sposobnost (tj. sposobnost, da tla ohranijo prvoten pH), zmožnost zadrževanja vode itn.

V projektu smo izvedli pedološke analize gozdnih tal v urbanem in periurbanem gozdu mesta Ljubljane, raziskali njihove fizikalne, kemijske in biološke značilnosti ter jih razvrstili v glavne talne tipe. Končni cilj je vzpostavitev trajnih ploskev za spremljanje stanja tal v obliki cikličnih meritev.

V okviru projekta smo si zastavili tudi nekaj dodatnih ciljev in nalog:

- ugotoviti stopnjo onesnaženosti gozdnih tal s težkimi kovinami. Pod drobnogled smo vzeli naslednje elemente - težke kovine: nikelj (Ni), kadmij (Cd), krom (Cr), baker (Cu), svinec (Pb) in cink (Zn);
- identificirati območja v TRŠ, kjer onesnaženost s težkimi kovinami presega dovoljene vrednosti.

14.2 Metode

Izbrali smo 34 monitorinških ploskev v urbanem in periurbanem gozdu MOL. Lokaciji teh ploskev sta Krajinski park TRŠ (Slika 105) in Gameljne (Slika 106).



Slika 105. Lokacija 31 monitorinških ploskev v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib. Ploskve so razporejene v sistematični mreži 500 x 500 m. Na vseh monitorinških ploskvah smo odvzeli vzorce tal za pedološke analize. Izjema je ploskev 7, ki je znotraj Živalskega vrta Ljubljana in je nismo upoštevali pri vzorčenju.



Slika 106. Lokacija treh monitorinških ploskev na območju Gameljne - Tacen (obrečni gozdovi Mestne občine Ljubljana), kjer smo opravili vzorčenje tal

Intenzivno analiziranje talnih razmer v gozovih MOL je potekalo v skladu s sprejetim protokolom projekta. Delo smo razdelili v 3 sklope:

- vzorčenje tal na 31 ploskvah v sistemu stalnih vzorčnih ploskev v Krajinskem parku TRŠ, v okviru katerih se izvajata tudi gozdna inventura in ocena zdravstvenega stanja dreves (Slika 107), za potrebe klasifikacije tal in ugotavljanja njihovih fizikalnih, kemičnih in bioloških lastnosti;
- vzorčenje tal na istih 31 ploskvah v sistemu stalnih vzorčnih ploskev v TRŠ za potrebe ugotavljanja vsebnosti težkih kovin v gozdnih tleh;
- intenzivno vzorčenje tal po genetskih horizontih tal in opisi talnih profilov na ploskvah na monitorinških lokacijah: 1 ploskev na monitorinški lokaciji Rožnik, 3 ploskve na monitorinški lokaciji Gameljne.



Slika 107. Jemanje vzorcev gozdnih tal na trajnih monitorinških ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib (foto: A. Marinšek)

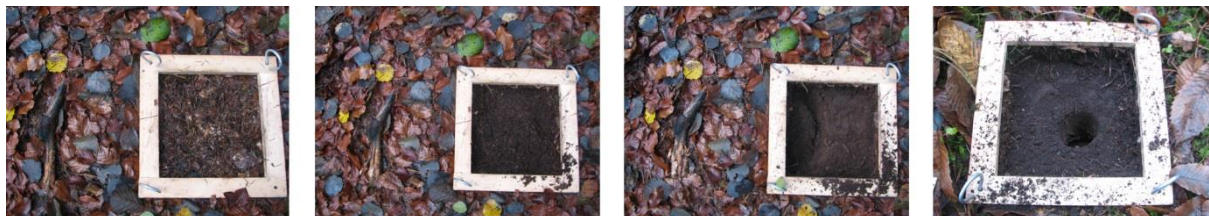
14.2.1 Terensko delo

Kvantitativne talne vzorce smo vzeli iz 5 različnih horizontov/globin: $O_l + O_f$ podhorizonta skupaj, O_h podhorizont, globina 0-10 cm, 10-20 cm ter 20-30 cm (Slika 108). Organski del tal (O_l , O_f in O_h) smo odvzeli ročno s pomočjo lesenih kvadratov dimenzije 25 x 25 cm (slika 108), mineralni del tal pa s pomočjo pedološke sonde (premer 7 cm) (slika 107). Klasifikacijo oz. uvrstitev v talne tipe smo naredili na podlagi dela World Reference Base for Soil Resources (WRB, 2006). Terensko delo smo zaključili novembra 2013.

14.2.2 Laboratorijsko delo

Pedološke analize so bile opravljene v Laboratoriju za gozdno ekologijo (LGE) na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Vzorce tal smo s terena prinesli v PE-vrečkah. V laboratoriju smo vsakemu vzorcu najprej dodelili edinstveno zaporedno številko, pod katero smo ga vodili v nadaljevanju postopkov analiz. Talni vzorci so se na pladnjih naslednjih 14 dni sušili na zraku. Nato smo iz vsakega vzorca izbrali korenine in skelet, večji od 2 mm, in jih izločili iz nadaljnjih analiz. Preostali vzorec tal smo strli v terilnici in presejali skozi dvomilimetrsko sito (v skladu s SIST ISO 11464:2006 Kakovost tal - Priprava vzorcev za fizikalno-kemijske analize). Del vzorca smo zmleli v planetarnem mlinu Fritsch Pulverisette 5 do frakcije 250 μm za potrebe elementne analize C, N in S. Vzorcem tal smo določili pH (v skladu s SIST ISO 10390:2005 Kakovost tal - Določevanje pH), skupni ogljik, dušik in žveplo po suhem sežigu vzorca (v skladu s SIST ISO 10694:1995, SIST ISO 13878:1998, SIST ISO 15178:2000) ter

organski ogljik posredno iz razlike med skupnim ogljikom in mineralnim (karbonatnim) ogljikom (v skladu s SIST ISO 10693:1995). Vsebnost izmenljivih kationov, nasičenost z bazami in kationske izmenjalne kapacitete smo vzorcem določili po ekstrakciji z BaCl₂ (v skladu s SIST ISO 11260:1996/Cor 1:2005). Vsi rezultati razen pH so bili korigirani z vsebnostjo vlage, ki smo jo določili gravimetrično (v skladu s SIST ISO 11465:1993). Poseben poudarek pri analizi je bil namenjen naslednjim parametrom gozdnih tal: reakcija tal (pH), vrednosti ogljika (C), dušika (N) in žvepla (S) v tleh ter vsebnost težkih kovin (Cd, Cr, Pb, Zn, Cu in Ni). Laboratorijske analize smo zaključili maja 2014.



Slika 108. Vzorce gozdnih tal smo na vsaki monitorinški ploskvi odvzeli na 5 različnih horizontih/globinah tal (vzorci tal od leve proti desni: O_i podhorizont, O_f podhorizont, O_h podhorizont, globine 0–10, 10–20, 20–30 cm) (foto: A. Marinšek)

14.3 Končni rezultati

14.3.1 Klasifikacija tal

Na monitorinških ploskvah v TRŠ smo na 26 od 34 ploskev gozdna tla uvrstili v globoka distrična rjava tla (Dystric Cambisol) (Slika 109). Ta tip tal se večinoma pojavlja na relativno strmejših terenih, predvsem pa se tam, kjer matično podlago gradijo glinasti skrilavci in peščenjaki. Na ravninskem delu TRŠ, to je predvsem na njegovem zahodnem delu, prevladujejo psevdoglejna tla (Pseudogley) (Slika 110). Ta tip tal smo našli na štirih od 34 ploskev.

Na petih od 34 ploskev pa smo ugotovili, da se pojavljajo obrečna tla (Fluvisol) (Slika 111). Ta tip tal je najpogostejši talni tip na lokaciji Gameljn, kjer smo imeli tri monitorinške ploskve.



Slika 109. V Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib prevladujejo globoka ter kislá distrična rjava tla (foto: A. Marinšek).



Slika 110. Pseudoglejna tla so značilna za ravninski del Krajinskega parka Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib, predvsem na njegovem zahodnem delu (Mostec in ob Večni poti) (foto: M. Kobal).



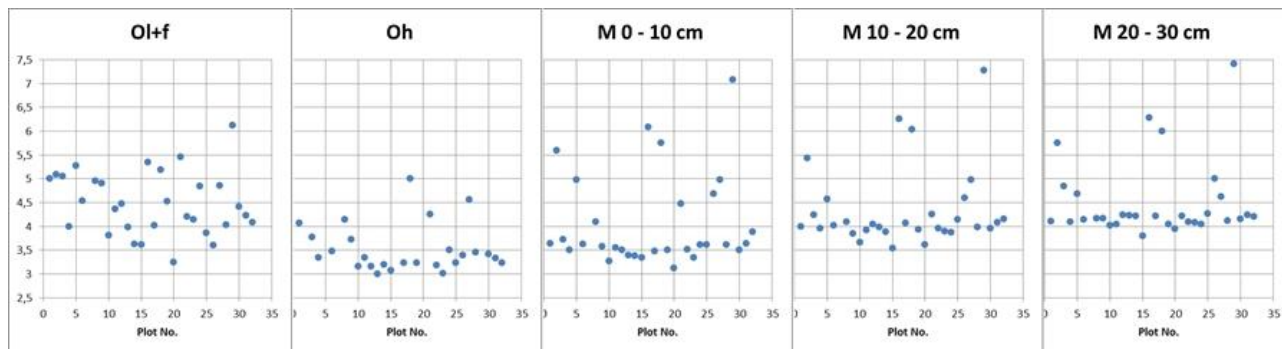
Slika 111. Obrečna tla so značilna za obrečne gozdove na lokaciji Gameljne (foto: A. Marinšek).

14.3.2 Reakcija tal (pH)

Primerjava rezultatov iz vseh monitorinških ploskev iz obeh lokacij (TRŠ in Gameljne) kaže na to, da pH-vrednost v organskih podhorizontih (O_l , O_f in O_h), variira med vrednostmi 3,2 in 6,2 (Slika 112). V teh treh podhorizontih je pH glede na ostale globine tal najvišji.

Na večini ploskev je pH-vrednost v organskih podhorizontih iz humificirane organske snovi (O_h) med 3,0 in 4,2. Splošni trend kaže, da se pH v mineralnem delu tal zvišuje z globino do

30 cm (Slika 112). Tla na štirih ploskvah, predvsem na lokaciji Gameljne (obrečni gozdovi), imajo na vseh globinah mineralnega dela tal pH-vrednosti višje od 5,5. To kaže na precej bolj bazična tla. Matična podlaga na tem območju je prod, kar tudi prispeva k bazičnim lastnostim tal.

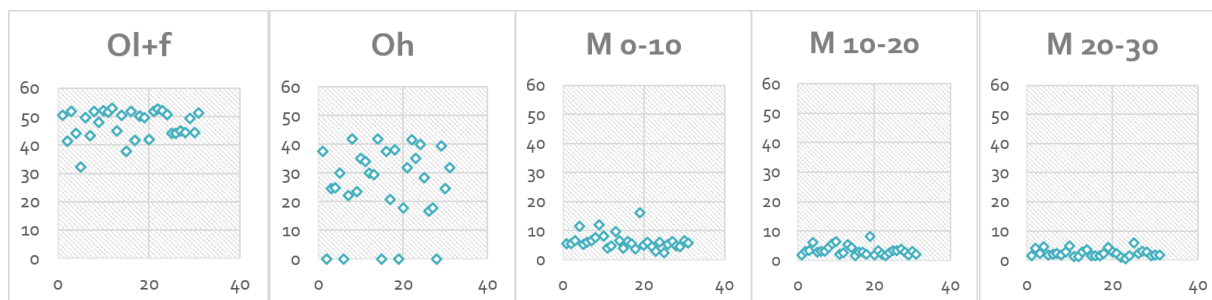


Slika 112. Vrednosti reakcije tal na 34 monitorinških ploskvah po različnih talnih horizontih/globinah. pH v povprečju narašča z globino tal.

14.3.3 Elementna analiza CNS

14.3.3.1 Ogljik (C_{org})

Slika 113 prikazuje, da se z globino tal količina organskega ogljika (C_{org}) v tleh niža. V mineralnem delu tal, na globini od 20 do 30 cm (M 20-30), je 10-krat manj ogljika kot v podhorizontu O_h . Iz tega lahko jasno vidimo, da so tla ponor ogljika, čeprav je shramba ogljika v organskih podhorizontih (O_l , O_f in O_h) veliko višja. Na določenih predelih TRŠ in Gameljne je mineralizacija organske snovi tako hitra in intenzivna, da ponekod O_h (podhorizont humificirane organske snovi) popolnoma manjka.

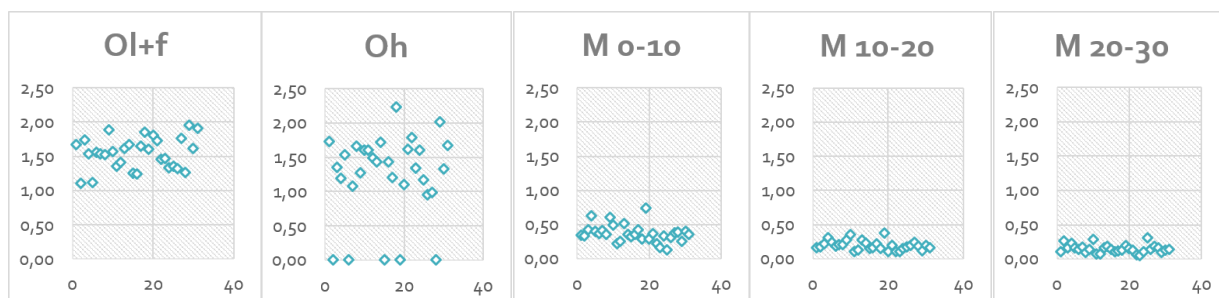


Slika 113. Vsebnost organskega ogljika (C_{org}) v tleh na monitorinških ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib in Gameljne (legenda: 0-40 = številka ploskve, 0-60 = količina ogljika (C_{org}) v g/100 g)

14.3.3.2 Dušik (N)

Podoben trend pojavljanja smo ugotovili tudi pri dušiku. Tako kot pri ogljiku se količina dušika zmanjšuje z globino tal (Slika 114). Količine dušika v mineralnem delu tal (M 0-10, M 10-20 in M 20-30 cm) se po posameznih ploskvah ne razlikujejo močno. Najvišji delež dušika

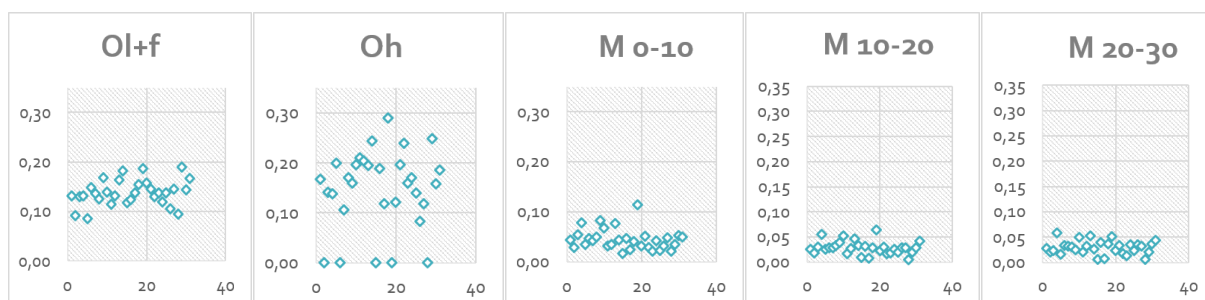
je v organskih podhorizontih (Slika 114). Na petih ploskvah horizont O_h ni bil zabeležen. Vzrok za to je hiter proces humifikacije organske snovi.



Slika 114. Vsebnost dušika (N) v tleh na ploskvah v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib in Gameljne (legenda: 0–40 = številka ploskve, 0,00–2,50 = količina dušika (N) v g/100 g).

14.3.3.3 Žveplo (S)

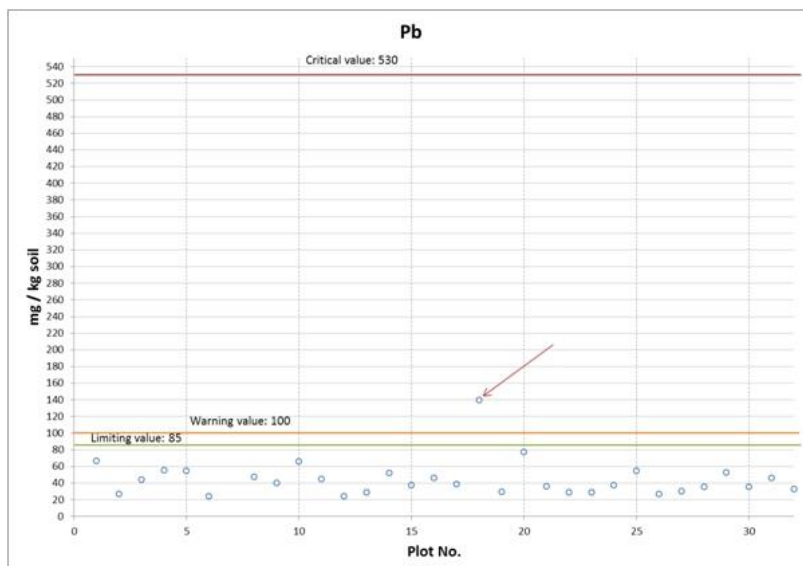
Najvišjo vsebnost žvepla smo na ploskvah našli v organskih podhorizontih O_l , O_f in O_h (Slika 115). Se pravi, da je trend zmanjševanja količine tega elementa z globino tal podoben kot v primeru ogljika in dušika. Na petih ploskvah nismo zabeležili horizonta O_h (iste ploskve kot v prejšnjih primerih). Ugotovili pa smo veliko variabilnost vsebnosti žvepla v podhorizontu O_h na ostalih ploskvah. Vrednosti se gibljejo med 0,09 in 0,30 g žvepla/100 g talnega vzorca.



Slika 115. Vsebnost žvepla (S) v gozdnih tleh na monitorinških ploskvah z globino pada (legenda: 0–40 = številka ploskve, 0,00–0,35 = količina žvepla (S) v g/100 g)

14.3.4 Onesnaženje gozdnih tal s težkimi kovinami

S pomočjo vzorcev gozdnih tal smo v Laboratoriju za gozdno ekologijo na Gozdarskem inštitutu Slovenije ugotavljali količine težkih kovin v gozdnih tleh v TRŠ. Posebno pozornost smo namenili naslednjim elementom, ki spadajo med težke kovine: niklju (Ni), kadmiju (Cd), kromu (Cr), bakru (Cu), svincu (Pb) in cinku (Zn). V ta namen smo na 31 ploskvah v TRŠ zbrali vzorce tal iz globine 0–10 cm.



Slika 116. Vsebnost svine (Pb) presega opozorilno vrednost (100 mg kg^{-1}) le na eni od ploskev v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib.

Na splošno so se gozdna tla v TRŠ izkazala za dobro ohranjena in neonesnažena ter so eno najčistejših okolij v Ljubljani.

Nobena od mejnih vrednosti za Cd, Cu, Ni in Cr ni bila presežena na nobeni od monitorinških ploskev v TRŠ.

Zmerno onesnaženost gozdnih tal, kjer količina svine (Pb) presega opozorilno vrednost 100 mg/kg , smo ugotovili le na eni ploskvi (št. 18) (Slika 116). Ta lokacija je v Mostecu in je v bližini površine, ki že nekaj desetletij služi kot parkirišče za obiskovalce krajinskega parka. Tudi mejna vrednost količine cinka v gozdnih tleh (200 mg/kg) je bila presežena le na eni ploskvi.

Glavni vzrok za onesnaženje gozdnih tal s svincem je promet, še posebej iz časa uporabe osvinčenega bencina pred letom 1999.

Čeprav nimamo več osvinčenega bencina (namesto svine je sedaj v bencinu ravno tako škodljivi benzen), lahko začrtamo nekaj smernic za ukrepanje, s katerimi lahko zmanjšamo onesnaženost tal (in zraka) v MOL:

- pospeševanje okolju prijaznih pogonskih goriv javnih in osebnih prevoznih sredstev (metan, elektrika(?)),
- uporaba javnih prevoznih sredstev namesto osebnih,
- zmanjševanje individualnega motoriziranega prometa znotraj območja TRŠ ipd.

Priporočila

S pomočjo projekta je vzpostavljena mreža stalnih vzorčnih ploskev v urbanem gozdu na lokaciji Rožnik. S projektom smo pridobili prve rezultate stanja gozdnih tal in njihove onesnaženosti in z veseljem ugotavljamo, da kažejo na ugodno stanje. V prihodnosti bi bilo smotno oboje uporabiti za nadaljnje spremljanje stanja (monitoring) gozda, gozdnih tal in s tem posredno tudi kakovosti življenja prebivalcev MOL.

15 OBREMENJENOST URBANIH GOZDOV IZVEN NAČRTOVANIH POTI

15.1 Uvod

Obstoječa mreža poti je bila zgrajena, upoštevajoč biološke in fizične lastnosti območja. Čezmerno poškodovanost povzročajo tako večji obisk od predvidenega kot tudi nekatere nove rekreacijske rabe, za katere poti niso bile načrtovane.

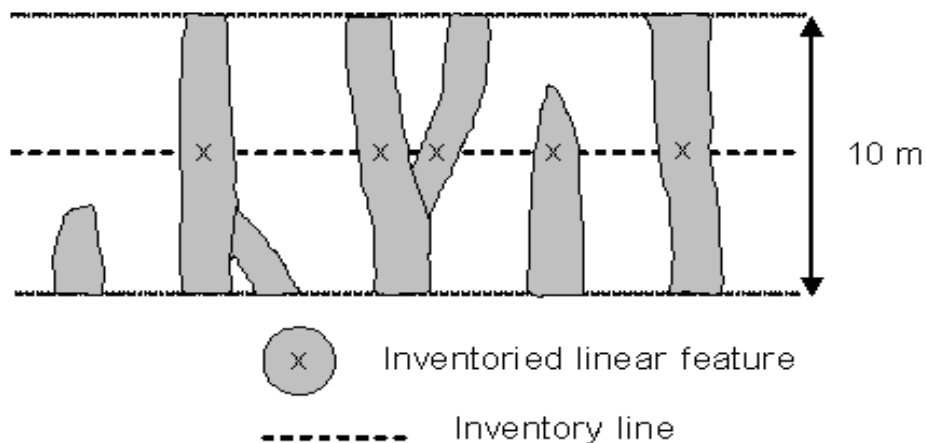
Obstoječe poti ne zadostijo povpraševanja obiskovalcev, ker po njih ni možno dostopati do predela gozda, ki bi ga nekateri želeli obiskati, ali pa uporabnikom ne ustreza izkušnja oziroma način obiska, ki ga uradna pot omogoča (Manning, 2011, str. 182). Posledice so razširitve poti, izpostavljene korenine, vzporedne poti in spontano ustvarjanje novih neformalnih poti - stez (Kissling in sod., 2009; Leung in Marion, 1999b; Marion in sod., 2011; Monz in sod., 2010a; Wimpey in Marion, 2010). Konflikti pa nastajajo tudi na gozdnih cestah, ki v osnovi niso namenjene rekreacijski rabi, a jih obiskovalci vseeno uporabljajo, ob tem pa niso zadovoljni, kadar se morajo umikati osebnim in gospodarskim vozilom (Verlič in sod., neobjavljeno).

Steze omogočajo obiskovalcem intimnejšo rekreacijsko izkušnjo z gozdom ali krajšo pot do želene lokacije (Verlič in sod., neobjavljeno). Toda takšne poti in njihova uporaba imajo tudi negativne vplive na gozdni ekosistem (Monz in sod., 2010a; Taylor in Knight, 2003). Nekateri od teh negativnih okoljskih vplivov so zbijanje vegetacije, tal, povečan in preusmerjen odtok padavinske vode, erozija tal, motenje zavarovanih območij in divjih živali ter ne nazadnje smetenje in vandalizem, odmaknjena od oči vzdrževalcev.

Steze imajo lahko dodaten negativen vpliv tudi na varnost in kakovost rekreacijske izkušnje nekaterih obiskovalcev (Verlič in sod., neobjavljeno). Obiskovalce lahko zavedejo, zaradi česar se ti lahko izgubijo oziroma se nenamerno podaljša čas njihovega obiska. Steze tudi niso del vzdrževalne sheme, zato kakovost in varnost rekreacije na njih ne moreta biti zagotovljeni do te mere, kot jo lahko vzdrževalci zagotavljajo na uradnih poteh. Nadzor nad stanjem uradnih poti in njihovih koridorjev vpliva na okolico omogoča upravljavcem sprotno prilagajanje odprtosti poti in preusmerjanja obiskovalcev (Verlič, neobjavljeno). Slednji se lahko preusmerijo zaradi sanacije poškodovanih poti ali zagotavljanja miru določeni živalski vrsti ali pa se glede na njihove preference do določenega videza gozda, pridobljene z anketo, preusmerijo v sestoje, katerih zgradba se v določenem obdobju večini obiskovalcev zdi bolj privlačna (Kaplan in Kaplan, 1989).

15.2 Zbiranje podatkov

Urbane in periurbane gozdove obiskovalci bistveno bolj obremenjujejo kot druge gozdove. Posledično so ekosistemske motnje nekoliko povečane. Obiskovalci se najpogosteje gibljejo po urejenih poteh, občasno pa tudi po neurejenih. Visoka frekvenca prehodov po neutrjenih poteh lahko vodi v erozijo gozdnih tal, ob večjih količinah padavin pa se tako poveča tudi verjetnost za nastanek erozijskih jarkov. Ker je podrobno snemanje različnih kategorij poti zamudno, smo želeli v TRŠ testirati metodo linijskega vzorčenja ali »*line intersect sampling*« (LIS). V statistiki je metoda linijskega vzorčenja definirana kot vzorčenje elementov na določeni površini, pri čemer je element vzorčen, če ga prečka daljica med dvema lokacijama (Slika 117). Metodo je prvi opisal Segebaden (1964). Danes se pogosto uporablja pri merjenju količine odmrle lesne biomase. Na Švedskem so podobno metodologijo uporabili za ugotavljanje dolžin gozdnih cest, gozdnega roba in drugih linijskih objektov (Esseen P. A. in sod., 2007).

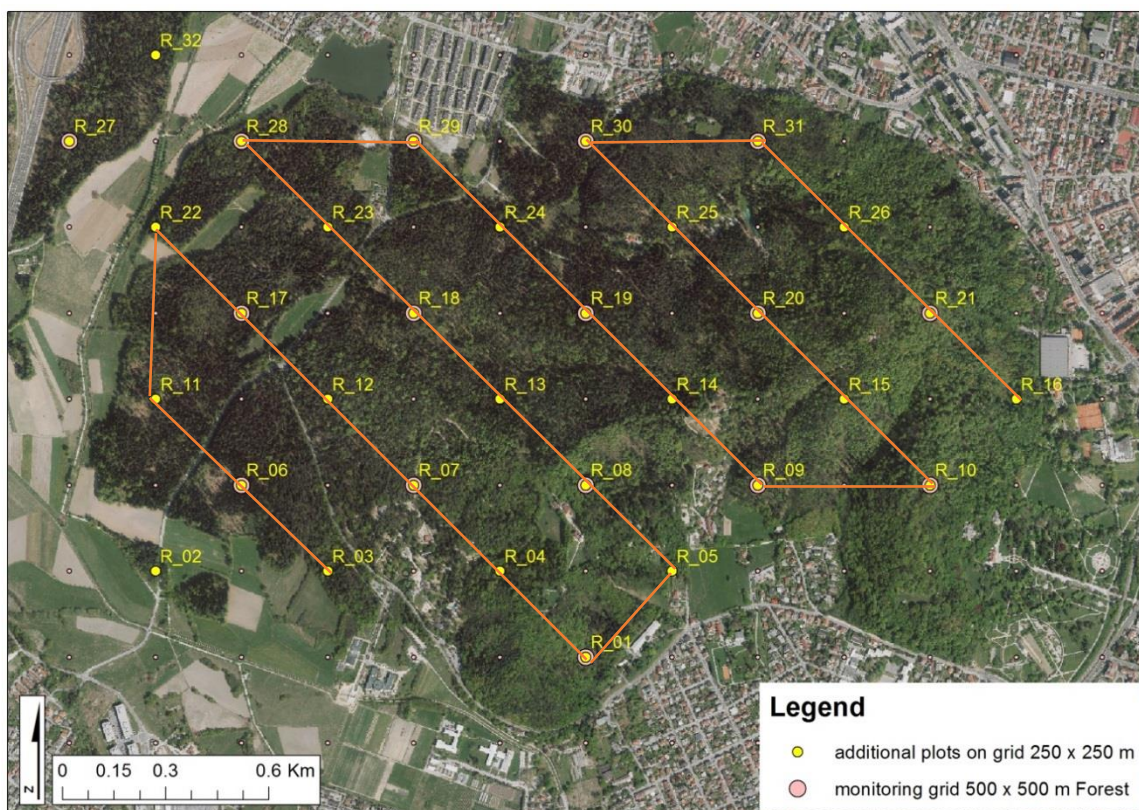


Slika 117. Linijsko vzorčenje (povzeto po Esseen P. A. in sod., 2007)

Metodo LIS smo testirali na primeru TRŠ z namenom ugotavljanja dolžine sprehajalnih poti. Posnet je bil transekt, kjer smo ob vsakem preseku inventurne linije ocenili kategorijo poti in izmerili povprečno širino poti na dolžini 5 m na vsako stran od presečišča. Inventurna linija je potekala med lokacijami ploskev gozdne inventure (Slika 118).

Kategorije:

- 1 - asfaltirana cesta
- 2 - makadamska cesta
- 3 - pot, utrjena s peskom
- 4 - pot, utrjena brez zaščitne plasti
- 5 - neutrjena pot, npr. vlaka
- 6 - gola, močno shojena steza
- 7 - shojena steza, delno še poraščena z vegetacijo
- 8 - komaj opažena steza (potlačena oz. shojena vegetacija)



Slika 118. Prostorski pregled transekta LIS v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

15.3 Rezultati

Prehojen je bil transekt dolžine 14 km. Na tej dolžini je bil transekt presekán z različnimi kategorijami poti kar 257-krat (Preglednica 18), kar pomeni, da na vsakih 54 metrov pot preseka snemalni transekt. Najpogosteje je bila zabeležena šesta kategorija poti - gola, močno shojena steza. Velika koncentracija poti v urbanih gozdovih lahko negativno vpliva na procese erozije.

Preglednica 18. Število presečišč transekta glede na kategorijo poti v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik, Šišenski hrib

presečišče	število presečišč
1 - cesta asfalt	10
2 - cesta makadam	19
3 - pot utrjena pesek	21
4 - pot utrjena brez zaščitne plasti	24
5 - pot neutrjena npr. vlaka	20
6 - steza gola močno shojena	63
7 - steza shojena tu in tam še poraščena z vegetacijo	56
8 - steza komaj opažena (potlačena oz. shojena vegetacija)	44
Skupaj	257

15.4 Zaključki in priporočila

Rezultati popisa mreže formalnih in neformalnih poti po metodi LIS kažejo na možno veliko dodatno obremenitev gozdnega ekosistema znotraj Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, na kar je opozorila že študija Geografskega inštituta Antona Melika (Smrekar in sod., 2010).

Predvsem neformalne steze kažejo po eni strani izražene potrebe obiskovalcev, po drugi strani pa neupoštevanje prepovedi hoje izven urejenih poti, na kar opozarjajo znaki na informacijskih tablah ob vstopu v krajinski park.

Posledica je širjenje okoljskih vplivov rekreacije v območja parka, na katerih rekreacija ni predvidena. To so lahko območja, pomembna za ohranitev rastlinskih in živalskih vrst, območja tal, ki so bolj občutljiva za erozijo, ali območja zasebnih gozdov - kjer lahko kljub zakonsko določenemu prostemu dostopu (hoji) v gozd (Zakon o gozdovih, 1993) zaradi velike intenzivnosti obiska in različnih oblik rekreacije prihaja do konflikta med lastniki, obiskovalci in upravljavci (Verlič, neobjavljeno).

Z metodo LIS lahko v primerjavi z inventuro vseh poti (Verlič, neobjavljeno) in njihovega stanja hitreje dobimo oceno količine neformalnih stez, kar je lahko dobra osnova za upravljavce za načrtovanje ukrepov in kontinuirano spremljanje stanja okoljskih vplivov rekreacije. Metoda ponuja možnost natančne opredelitve con glede na režim upravljanja. Na tak način je lahko območje razdeljeno na primer na tri cone: (1) cona območij brez rekreacijske rabe, (2) cona dinamičnega upravljanja mreže stez in (3) cona upravljanja koridorjev ob formalni rekreacijski infrastrukturi (Verlič, neobjavljeno).

V kombinaciji z dopolnilnimi spremljanji, na primer obiska, preferenc oziroma percepcije obiskovalcev, stanja gozda in posameznih dreves - na primer prisotnost debelejših dreves ali plodonosnih drevesnih vrst -, lahko upravljavci učinkovito načrtujejo in izvajajo ukrepe, ki so potrebni za trajnostno upravljanje urbanih gozdov za ohranjanje narave na eni strani ter kakovostno in varno rekreacijo za obiskovalce na drugi strani (Verlič, neobjavljeno).

15.5 Spremljanje frekvence obiska

Pogostost obiska je mogoče oceniti z različnimi vrstami števnih sistemov, ki uporabljajo različne vrste senzorjev in zapisovalnikov podatkov. Zaradi zagotavljanja anonimnosti kamere ne pridejo v poštev. Magnetni senzorji so bolj primerni za vozila, seizmični detektorji reagirajo na maso in vibracije, optični senzorji pa uporabljajo svetlobne vire in sprejemnike za odkrivanje premičnih tarč - obiskovalcev. Kljub dejstvu, da so urbani gozdovi in parki v bližini infrastrukture (kot so daljnovodi), ki bi jo lahko uporabili za napajanje sistemov za štetje, obstaja tudi nekaj krajev, kjer je treba uporabljati baterijsko napajanje. Da bi se izognili motnjam obiskovalcev in potencialnemu vandalizmu, mora biti sistem za štetje prehodov čim manjši, imeti mora nizko porabo energije, biti mora v majhnem ohišju in mora biti nameščen tako, da je praktično neviden. V okviru Laboratorija za elektronske naprave Gozdarskega inštituta Slovenije razvijamo lasten števec frekvence prehodov.

V začetku leta 2013 je potekalo prvo testiranje števcov. Povprečna pričakovana zanesljivost je bila 4-odstotna.

Na lokaciji Rožnik smo 9. 10. 2013 na tri tipe poti - na stezo, pot in cesto - namestili 6 senzorjev za spremljanje frekvence prehodov, na vsak tip poti po dva senzorja. Senzorji so bili ves čas v pripravljenosti in so beležili prehode z zapisom časa na sekundo natančno.

Podatki s senzorjev so se shranjevali v podatkovni bazi v rednih 14-dnevnih intervalih. Prehodi so se spremljali tudi v zimskem času. Meritve so bile namenjene testiranju naprav.

Žledolom v začetku leta 2014 je ključno vplival na potek poskusa spremljanja frekvence prehodov v modelnem območju gozda. Poti in steze, na katerih smo spremljali frekvence prehodov, so na mestih padlih dreves postale neprehodne in so jih obiskovalci opustili ali pa so poiskali nove poti. Obdobje poskusa do žledoloma je bilo prekratko, da bi bili podatki relevantni. Meritev bi morala regularno potekati vsaj eno leto, tega pa zadnji dve zimi z izjemnimi vremenskimi dogodki nista dovoljevali. Zaradi nevarnosti padajočih vej in napetosti v padlih drevesih senzorjev nismo mogli pobrati do začetka poletja (Verlič, neobjavljeno).

15.5.1 Zaključki in priporočila

Metoda spremljanja frekvence obiska na posameznih tipih poti je cenovno ugodna, z njo pa lahko ocenimo celoletno dinamiko obremenjenosti posameznih tipov poti. Na podlagi tega in na primer v kombinaciji z metodo LIS popisa poti po gozdovih MOL bi lahko izdelali oceno celoletne dinamike obremenjenosti ljubljanskih gozdov izven urejenih (ali tudi urejenih) poti. Taka informacija je osnova za učinkovito upravljanje gozda za rekreacijsko funkcijo in hkrati načrtno razbremenitev preobremenjenih območij narave za zagotavljanje ekoloških funkcij.

16 PREDSTAVITVE/DISEMENACIJA VSEBIN, REZULTATOV NALOGE

16.1 Načrtovanje in vzpostavitev portala za vključitev meščanov v fenološka opazovanja dreves v mestu in urbanih gozdovih

Dolgoletno spremljanje fenoloških faz dreves je pomemben kazalnik globalne podnebne spremenljivosti in z njimi povezanih bioloških odzivov v gozdovih. Fenološki podatki dreves so učinkovito orodje v raziskavah o podnebni spremenljivosti, saj je njihovo zbiranje relativno enostavno, omogočajo pa razumevanje medsebojnih vplivov različnih drevesnih vrst in okolja.

Namen fenoloških opazovanj dreves v mestu in urbanih gozdovih je vključiti meščane (učence, učitelje, upokoјence itd.) iz mesta in okolice v zbiranje podatkov o življenjskih fazah dreves (fenologiji) in prispevanje k znanstvenim raziskavam, ki raziskujejo učinke podnebnih sprememb na življenjske cikle dreves.

V marcu in juniju 2014 smo na Gozdarskem inštitutu Slovenije v sodelovanju z Inštitutom za gozdno pedagogiko organizirali seminarje za vzgoјno-izbraževalne delavce, na katerih smo s strokovnimi predavanji in praktičnimi pristopi predstavili možnosti za izvajanje kreativnih in inovativnih aktivnosti v lokalnih okoljih, nove inovativne raziskovalne pristope raziskovalcev ter pomen narave za razvoj otroka. Hkrati smo z vprašalnikom analizirali želje in pričakovanja udeležencev, ki so obiskali Gozd eksperimentov in laboratorije Gozdarskega inštituta Slovenije, ter se informirali glede poznavanja tematike in zanimanja za fenološka opazovanja dreves v urbanem okolju.

Med letom smo preko mreže gozdnih vrtcev in šol preverjali možnosti vzpostavitve fenoloških opazovanj na posameznih vrtcih oziroma šolah. Hkrati smo za starejšo populacijo prebivalstva tovrstne informacije zbirali na sestankih s predstavniki dnevnih centrov aktivnosti za starejše v Mestni občini Ljubljana.

Za potrebe vzgoјno-izbraževalnih delavcev smo pripravili »Priročnik za fenološka opazovanja dreves v mestu in urbanih gozdovih«, ki je dostopen v Gozdarski knjižnici, na spletu (<http://www.gozdis.si/za-radovedne/>) in kot Priloga A tega poročila. Z njegovo pomočjo lahko meščani določajo drevesne vrste, opazujejo in zbirajo podatke o drevesih v različnih fazah njihovega vegetacijskega obdobja: spomladansko odganjanje prvih listov ali iglic, prvo cvetenje, polno cvetenje, splošno rumenenje listja ter splošno odpadanje listja. Ko so podatki zbrani, meščani v učilnici ali doma analizirajo podatke in jih vpišejo v »fenološki obrazec«. Zbrane obrazce pošljejo na Gozdarski inštitut Slovenije, ki je vključen v zbiranje podatkov z območja celotne države.

Izdelan je tudi osnutek spletnega portala, ki pa zaradi časovnih in finančnih omejitev še ni zaživel.

16.2 COST-FTP YOUNG RESEARCHERS' FORUM 2013

Na srečanju COST-FTP YOUNG RESEARCHERS' FORUM 2013, ki je potekalo 11. in 12. marca 2013 v Barceloni, je dr. Urša Vilhar predstavila prispevek z naslovom "Core indicators for provisioning of fresh water, water purification and flood regulation services in urban forests".

16.3 Konferenca EFUF 2012

- Andrej Verlič, Enrico Calvo, Roberto Carovigno, Riccardo Gini, Benedetto Selleri, Primož Simončič, Giovanni Sanesi: LIFE+ project EMoNFUr - Establishing a monitoring network to assess lowland forest and urban plantation in Lombardy and urban forest in Slovenia.

16.4 Konferenca EFUF 2013

- Dr. Vilhar, Urša. »Towards a harmonized monitoring of water provisioning, regulating and purifying services in urban forests«.
- Dr. de Groot, Maarten. »The importance of urban forests for biodiversity: hoverflies (*Diptera: Syrphidae*) as indicators«.
- Dr. Marion, Lena. »Challenges and solutions associated with felling in a mature urban forest in Ljubljana, Slovenia«.
- Žlindra, Daniel. »Deposition measurements in urban forests through implementation of protocols of ICP-Forests intensive monitoring programme«.
- Verlič, Andrej. »Visitors' perception of visible environmental impacts on and along the walking trail in urban forest in Ljubljana – an exploratory study«.
- Dr. de Groot, Maarten. »Improvement of urban forest health monitoring«.
- Dr. Vilhar, Urša. »Meteorological stress indicators in riparian urban forest«.

Predstavitve so dostopne na spletni strani EMoNFUr, podstran konference <http://www.emonfur.eu/pagina.php?sez=91&pag=554&label=EFUF+2013>

16.5 Konferenca EFUF 2014

- Verlič in sod. Tree species classification using WorldView-2 and laser scanning data in a natural European urban forest.
- Vilhar in sod. An assessment of ecosystem services in urban forests: regulation of water flow, water purification and air pollution reduction.
- Hostnik. What do private urban forest owners really expect? A case study on payments for ecosystem services in urban forests of Celje, Slovenia.
- Jurc in sod. - Monitoring health of urban trees and forests.
- Marinšek in sod. Plant species diversity and invasibility of (peri-)urban forests of Ljubljana, Slovenia.
- Marinšek in sod. Heavy metals spatial distribution in the urban soils of the City of Ljubljana.
- Rupel in sod. Video film: Passive Monitoring of Air Pollution.
- Žlindra in sod. Measurements of nitrogen dioxide with passive samplers in urban forests of Ljubljana.

16.6 Članki in druge objave v tiskanih medijih

1.01 Znanstveni članek

- VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož. Identification of key indicators for drinking water protection services in the urban forests of Ljubljana. *South-east Eur. for.*, 2012, vol. 3, no. 2, str. 103–113, ilustr.
- Vilhar, U., Skudnik, M., Simončič, P., 2013. Fenološke faze dreves na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji. Phenological phases of trees on the Intensive monitoring plots in Slovenia. *Acta Silvae et Lignum (Zbornik gozdarstva in lesarstva)* 100, 5–17.
- Vilhar, Urša, Čarni, Andraž, Božič, Gregor. Rastne in vegetacijske značilnosti evropskega črnega topola (*Populus nigra* L.) v poplavnem gozdu ob reki Savi in temperaturne razlike med izbranimi rastišči. Growth and vegetation characteristics of European black poplar (*Populus nigra* L.) in a floodplain forest along the river Sava and temperature differences among selected sites. *Folia biologica et geologica* 45. 193–214.

1.04 Strokovni članek

- DE GROOT, Maarten, KUTNAR, Lado, GREBENC, Tine, VERLIČ, Andrej, Spremljanje biotske raznolikosti urbanih in primestnih gozdov. *Trdoživ : Bilten slovenskih terenskih biologov in ljubiteljev narave*, ISSN 2232-5999, junij 2014, letn. 3, št. 1, str. 4–5, [COBISS.SI-ID [3952038](#)].

1.05 Poljudni članek

- BOŽIČ, Gregor, DE GROOT, Maarten, DROLC, Tina, ELER, Klemen, FERLAN, Mitja, FLAJŠMAN, Katarina, GRBEC, Samo, GREBENC, Tine, HAUPTMAN, Tine, JAGODIČ, Špela, JAPELJ, Anže, JURČ, Dušan, KOBAL, Milan, KRAJNC, Robert, KUTNAR, Lado, LEVANIČ, Tom, MALI, Boštjan, OGRIS, Nikica, RUPEL, Matej, SENČAR, Natalija, SIMONČIČ, Primož, SINJUR, Iztok, SKUDNIK, Mitja, ŠPENKO, Magda, VERLIČ, Andrej, VILHAR, Urša, VOCHL, Saša, ŽELEZNIK, Peter, ŽLINDRA, Daniel, ŽLOGAR, Jure. Spremljanje stanja urbanega gozda v MOL v okviru Life+ projekta EMoNFur. *Ljubljana*, ISSN 1318-797X, marec 2013, letn. 18, št. 3, str. 32–33, ilustr. [COBISS.SI-ID [3586470](#)].
- VERLIČ, Andrej, VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož. "EMoNFur – Zasnova mreže za spremljanje stanja nižinskega gozda in pogozditev v urbanem prostoru v Lombardiji in urbanega gozda v Sloveniji". *Gozd. vestn.*, 2013, letn. 71, št. 3, str. 188–190.

1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

- KUTNAR, Lado, ELER, Klemen. Plant invaders and species diversity in (peri-) urban forests of Ljubljana, Slovenija. V: ČARNI, Andraž (ur.), JUVAN, Nina (ur.), RIBEIRO, Daniela (ur.). *Book of abstracts*. Ljubljana: ZRC Publishing House, 2014. [COBISS.SI-ID [3861158](#)].
- KUTNAR, Lado, ELER, Klemen, MARINŠEK, Aleksander. Plant species diversity and invasibility of (peri-) urban forests of Ljubljana, Slovenia. V: *Crossing boundaries : urban forests - green cities : abstracts*. [s. l.: s. n., 2014], str. 149–150. [COBISS.SI-ID [3900838](#)].

1.13 Objavljeni povzetek strokovnega prispevka na konferenci

- KUTNAR, Lado. Pestrost gozdov v Sloveniji. V: VILHAR, Urša (ur.). *"Gremo v gozd": predstavitev inovativnih pristopov k vzgojno-izobraževalnemu procesu: zbornik prispevkov*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: Inštitut za gozdno pedagogiko, 2014, str. 39–[92], ilustr. [COBISS.SI-ID [3894182](#)].
- KUTNAR, Lado, VOCHL, Saša. Drevesne in grmovne vrste. V: VILHAR, Urša (ur.). *"Gremo v gozd": predstavitev inovativnih pristopov k vzgojno-izobraževalnemu procesu: zbornik prispevkov*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: Inštitut za gozdno pedagogiko, 2014, str. 93–110, ilustr. [COBISS.SI-ID [3894438](#)].
- KUTNAR, Lado, ELER, Klemen. Invazivne tujerodne rastlinske vrste v mestnih in primestnih gozdovih Ljubljane. V: VILHAR, Urša (ur.). *Delavnica "Intenzivno spremljanje stanja gozdov": zbornik prispevkov*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2013, str. 121, ilustr. [COBISS.SI-ID [3775910](#)].
- KUTNAR, Lado. Biodiversity : flora and vegetation. V: SIMONČIČ, Primož (ur.). *Urban forest monitoring activities workshop proposals : Ljubljana, Slovenia, 14th and 15th of May 2012*. [Ljubljana: Slovenian Forestry Institute, 2012], str. 13–14, ilustr. [COBISS.SI-ID [3468710](#)].

2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

- PADOA - SCHIOPPA, E., KUTNAR, Lado, DE GROOT, Maarten, SKUDNIK, Mitja, KOVAČ, Marko, SIMONČIČ, Primož, PIŠKUR, Barbara, OGRIS, Nikica, HAUPTMAN, Tine, JURČ, Dušan, KOBAL, Milan, PIRNAT, Janez, in sod. *Definition of working protocol of artificial and natural urban and periurban forest sample plots monitoring : action 5*. [S. l.]: EMONFUR, 2012. 45 str., ilustr. http://www.emonfur.eu/include/file_system/download.php?dlc=cHVibGllL2VsZW5jaGlZmlsZS8=&dlf=YWN0XzVfLV9kZWZpbml0aW9uX29mX3dvcmtpbmdfcHJvdG9jb2x2ZfYXJ0aWZpY2lhbF9hbmlRf0dXJhbF91cmJhbF9hbmlRfcGVyaXVyYmFuX2ZvcmlvZdF9zYW1wbGVfcGxvdHNfbW9uaXRvcmluZzlwMTIxMDI5MTYwODEyLnBkZg==. [COBISS.SI-ID [3562406](#)].

2.13 Elaborat, predštudija, študija

- VERLIČ, Andrej, FERLAN, Mitja, FLAJŠMAN, Katarina, DE GROOT, Maarten, HAUPTMAN, Tine, JURC, Dušan, KUTNAR, Lado, OGRIS, Nikica, SKUDNIK, Mitja, ŽLINDRA, Daniel, VILHAR, Urša. *EMoNFUR – Zasnova mreže za spremljanje stanja nižinskega gozda in pogozditev v urbanem prostoru v Lombardiji in urbanega gozda v Sloveniji (Life+ 10 ENV/IT/000399) : poročilo o izvajanju projekta : po pogodbi št. 356-23/2010-6*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2013. 56 f., ilustr. [http://www.gozdis.si/data/publikacije/EMoNFUR_MKO_Mejnik%202\(1\).pdf](http://www.gozdis.si/data/publikacije/EMoNFUR_MKO_Mejnik%202(1).pdf), <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/114>. [COBISS.SI-ID 3788966].
- VERLIČ, Andrej, FERLAN, Mitja, FLAJŠMAN, Katarina, DE GROOT, Maarten, HAUPTMAN, Tine, JURC, Dušan, KUTNAR, Lado, OGRIS, Nikica, SKUDNIK, Mitja, ŽLINDRA, Daniel, VILHAR, Urša. *EMoNFUR – Zasnova mreže za spremljanje stanja nižinskega gozda in pogozditev v urbanem prostoru v Lombardiji in urbanega gozda v Sloveniji (Life+ 10 ENV/IT/000399) : poročilo o izvajanju projektne naloge : po pogodbi št. 2330-12-85-0004*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2013. 65 f., ilustr. <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/113>. [COBISS.SI-ID 3789222].
- VERLIČ, Andrej, FERLAN, Mitja, DE GROOT, Maarten, KOBAL, Milan, KUTNAR, Lado, SKUDNIK, Mitja, VILHAR, Urša, ŽLINDRA, Daniel, SIMONČIČ, Primož. *EMoNFUR – Zasnova mreže za spremljanje stanja nižinskega gozda in pogozditev v urbanem prostoru v Lombardiji in urbanega gozda v Sloveniji : poročilo o izvajanju projekta : po pogodbi št. 356-23/2010-6*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2012. 35 f., ilustr. <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/493>. [COBISS.SI-ID 3557286].
- VERLIČ, Andrej, FERLAN, Mitja, DE GROOT, Maarten, KOBAL, Milan, KUTNAR, Lado, SKUDNIK, Mitja, VILHAR, Urša, ŽLINDRA, Daniel, SIMONČIČ, Primož. *EMoNFUR – Zasnova mreže za spremljanje stanja nižinskega gozda in pogozditev v urbanem prostoru v Lombardiji in urbanega gozda v Sloveniji : poročilo o izvajanju projektne naloge : po pogodbi št. 2330-12-85-004*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2012. 30 f., ilustr. <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/497>. [COBISS.SI-ID 3495334].

3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

- KUTNAR, Lado, ELER, Klemen. *Monitoring of flora and vegetation in (peri-) urban forests of Ljubljana, Slovenia : presentation at EMONFUR Final Conference, Milano, 17. 6. 2014*. [COBISS.SI-ID 3903398].
- KUTNAR, Lado, ELER, Klemen. *Spremljanje stanja flore in vegetacije v (pri)mestnih gozdovih Ljubljane (Slovenija) = Monitoring of flora and vegetation in (peri-) urban forests of Ljubljana (Slovenia) : predstavitev na Konferenci s predstavitvijo rezultatov ob zaključku projekta (Conference and presentation of results at the end of the project), Ljubljana, 23. 9. 2014* [COBISS.SI-ID ???].

16.7 Objave na televiziji

- ANKO, Boštjan, DIACI, Jurij, VILHAR, Urša, LESNIK, Anton, TROŠT, Ivo, PRAH, Jože, JONOZOVIČ, Marko, BRUS, Robert, LEVANIČ, Tom. *Trajnostni razvoj gozdov: [v oddaji Dobra ura z Andrejem, Radio Slovenija, Prvi program, 21. marec 2013, ob 16.50]*. Ljubljana: TV Slovenija, 2013. <http://tvslo.si/predvajaj/dobra-ura/ava2.161785298/>.
- BOLTE, Tanja, ŽLINDRA, Daniel, SIMONČIČ, Primož, VERLIČ, Andrej. *Kakovost zraka: [v oddaji Dobra ura z Andrejem, Ugriznimo znanost, TV Slovenija, Prvi program, 21. marec 2013, ob 16.50]*. Ljubljana: RTV Slovenija, 2013. <http://tvslo.si/predvajaj/ugriznimo-znanost/ava2.161783034/>.

16.8 Delavnica o intenzivnem spremljanju stanja (urbanih) gozdov

Gozdarski inštitut Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije sta 19. septembra 2013 organizirala delavnico z naslovom »Intenzivno spremljanje stanja gozdov« v okviru LIFE+ projektov EMoNFur in MANFOR C.BD ter Javne gozdarske službe obeh ustanov. Glavni namen delavnice je bila izmenjava znanja in izkušenj s projektnimi partnerji in podizvajalci, izobraževanje zaposlenih, ki sodelujejo pri spremljanju stanja gozdov, in druge strokovne javnosti o pomenu, metodologijah in načinu dela pri spremljanju stanja urbanih gozdov ter zagotavljanje nadaljnega prenašanja znanja na strokovno in splošno javnost.

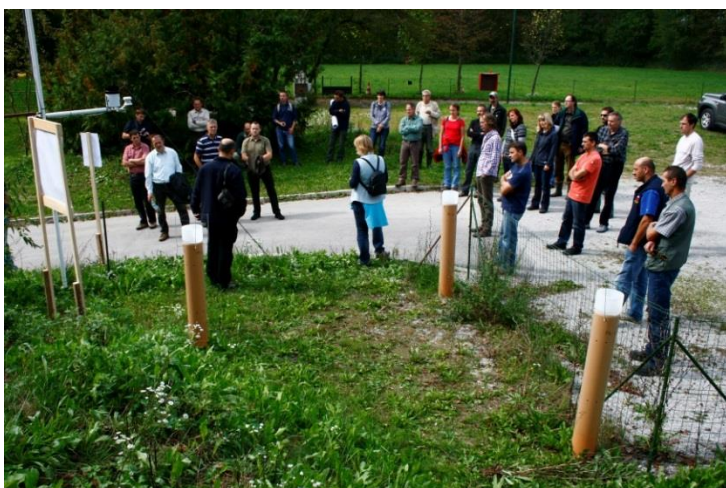
Sodelovanje z Zavodom za gozdove Slovenije je zaradi njegove mreže lokalnih izpostav in gozdarjev, ki poznajo lokalne posebnosti, povezane z gozdovi, ključno za aktivnosti, ki potekajo po vsej Sloveniji.



Slika 119. Kabinetni del delavnice na Gozdarskem inštitutu Slovenije (foto: Andrej Verlič)

Na delavnico so bili vabljeni predstavniki različnih organizacij in podjetij iz Slovenije, med njimi tudi člani »Odbora uporabnikov« projekta EMoNFur. Delavnica je bila namenjena tudi mreženju različnih projektov, tako so bile predstavljene aktivnosti in (preliminarni) rezultati nalog 1cJGS in LIFE+ projektov ManFor C.BD in EMoNFur.

Udeležencem so bile na lokacijah Rožnik in Gameljne predstavljene aktivnosti projekta EMoNFur LIFE+.



Slika 120. Terenski del delavnice v Gameljnah pri meteorološki postaji (foto: Andrej Verlič)



Slika 121. Levo – Gregor Božič je predstavil pomen poplavnih logov v Gameljnah; sredina – Mihej Urbančič je predstavil pomen spremljanja talnih razmer; desno – Lado Kutnar je predstavil popis vegetacije in pomen spremljanja tudi tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst (foto: Andrej Verlič).

Pomemben sklop delavnice je bilo ozaveščanje in izobraževanje zaposlenih na območnih enotah Zavoda za gozdove Slovenije o ciljih in pomenu stalnega spremljanja stanja urbanih gozdov. Na terenu so bili prikazani postopki za zbiranje podatkov in preliminarni rezultati naloge.



Slika 122. Utrinek s praktičnega dela delavnice na monitorinški ploskvi na lokaciji Rožnik, ki jo je vodil Matej Rupel (foto: Andrej Verlič).

16.9 Predstavitve učencem, dijakom in študentom

16.9.1 Delavnice za otroke

16.9.1.1 Teden gozdov 2013

Ob Tednu gozdov 2013 je Gozdarski inštitut Slovenije 28. maja 2013 v okviru projekta EMoNFUR organiziral delavnico za učence osnovnih šol.

Na delavnici smo otrokom v sproščenem vzdušju približali gozd ter življenje in dejavnosti v njem. Delavnica je potekala na Gozdarskem inštitutu Slovenije ter na vrtu in v gozdu okoli inštituta. Pot je vodila skozi urbani gozd po TRŠ in parku Tivoli. Spoznavali smo življenje živali v gozdu, lovili žuželke, videli škodljivce v lesu, se seznanili z delom v laboratorijih GIS, »sledili« volku, si ogledali meteorološko postajo in druge monitorinške aktivnosti na lokaciji Rožnik ter se sprehodili po dendrološkem parku pod Rožnikom.

Delavnico je Gozdarski inštitut Slovenije organiziral v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije, Univerzo v Ljubljani - Biotehniško fakulteto, Oddelkom za lesarstvo, in Projektno skupino SloWolf LIFE+ v smislu plodnega mreženja LIFE+ projektov.

16.9.1.2 Osnovna šola A. T. Linhartaradovljica

Učencem 5. c-razreda Osnovne šole A. T. Linhartaradovljica je Projekt EMoNFUR že pripravil dve delavnici o okolju, vodah, vremenu, meritvah padavin in urbanem gozdu. Učenci so si tako pri predmetu Naravoslovje in tehnika razširili znanje in se praktično seznanili z učno snovjo ter delom.

Objava v Deželnih novicah »Iz učilnice v naravo«, avtorica Marjana Ahačič.

16.9.2 Sodelovanje z Inštitutom za gozdno pedagogiko

Za trajni prenos znanj otrokom različnih starosti smo se povezali z Inštitutom za gozdno pedagogiko. Na sestanku v oktobru 2013 (Slika 123) smo se dogovorili, da pripravimo predlog organizacije seminarja za pedagoške delavce: Seminar "Gremo v gozd" za vzgojno-izobraževalne ustanove, Ljubljana, 27. marec 2014.



Slika 123. Sestanek z mag. Natalijo Györek z Inštituta za gozdno pedagogiko (foto: Matej Rupel)

16.9.3 Dijaki – YPEF

V petek, 22. februarja 2013, je na Gozdarskem inštitutu Slovenije potekalo zaključno srečanje mednarodnega mladinskega tekmovanja »Mladi v evropskih gozdovih«, ki sta ga v Sloveniji koordinirala Gozdarski inštitut Slovenije in Zveza tabornikov Slovenije. Srednješolci, ki so se udeležili tekmovanja, je nagovoril dr. Primož Simončič, direktor GIS (Slika 124). Srednješolci in njihovi mentorji so prejeli priznanja za uspešno udeležbo na tekmovanju, ki je usmerjeno v spoznavanje gozdov in zavarovanih območij v Evropi.



Slika 124. Utrinek s predstavitve vloge Gozdarskega inštituta Slovenije v projektu EMonFur (foto: Andrej Verlič)

Mednarodno mladinsko tekmovanje »Mladi v evropskih gozdovih« je prvo takšno tekmovanje, ki je organizirano z namenom ozaveščanja mladih o gozdovih in zavarovanih območjih v Evropi s posebnim poudarkom na "Naturi 2000". Organizator tekmovanja je mednarodna komisija YPEF na Poljskem, v Sloveniji sta tekmovanje koordinirala Gozdarski inštitut Slovenije in Zveza tabornikov Slovenije. Člana slovenske nacionalne komisije sta bila Saša Vochl in Andrej Verlič.



Slika 125. Dijakom je aktivnosti na lokaciji Rožnik predstavila vodja projekta dr. Urša Vilhar, dogodek pa je popestrila s padavinami radodarna zima (foto: Andrej Verlič).

Mladim raziskovalcem in njihovim mentorjem iz osmih srednjih šol (BIC Ljubljana - živilska šola, Biotehniška šola Maribor, Gimnazija Koper, Gimnazija Ledina, Gimnazija Moste, Srednja zdravstvena šola Murska Sobota, Biotehniški center Naklo in Gimnazija Šentvid Ljubljana) smo predstavili Gozdarski inštitut Slovenije in bližnje monitorinške ploskve, kjer potekajo aktivnosti spremljanja stanja urbanega gozda v okviru projekta EMonFur LIFE+ (Slika 125).

16.9.4 Študenti - BEST

Društvo BEST Ljubljana - združenje študentov tehnologije in naravoslovja - je organiziralo poletni tečaj »Game of Woods«. Potekal je od 12. do 21. julija 2013 v Ljubljani.

Udeležilo se ga je 22 študentov iz 14 evropskih držav, ki so jih na podlagi motivacijskega pisma izbrali izmed 160 prijav, poleg njih pa tudi do 15 študentov organizatorjev iz Ljubljane.



Slika 126. Udeleženci tečaja na lokaciji Rožnik, kjer smo predstavili aktivnosti in pomen spremljanja stanja urbanih gozdov (foto: Andrej Verlič)



Slika 127. Utrinek z ogleda gozdov ljubljanskega Rožnika (foto: Andrej Verlič)

Za te študente smo 15. julija 2013 organizirali predstavitev aktivnosti, ki potekajo v okviru projekta EMoNFUr LIFE+. Interaktivna debata o pomenu urbanih gozdov in spremljanju njihovega stanja je potekala med ogledom gozdov na poti od ljubljanskega Rožnika (Slika 127) do grajskega griča.



Slika 128. Zaključek poti na Ljubljanskem gradu (foto: Andrej Verlič)

16.10 Informativne table

V okviru projekta so bile postavljene trajne informativne table dveh tipov: manjše, ki predstavljajo posamezne vsebine monitoringa oziroma inventure, in večje, na katerih je predstavljeno spremljanje stanja urbanih gozdov širše. Prve so postavljene na samih ploskvah, druge pa na lokacijah Rožnik in Gameljne na mestih, kjer jih bodo lažje videli mimoidoči.



Slika 129. Veliki tabli na lokacijah Rožnik (desno) in Gameljne (levo) (foto: Andrej Verlič)

Osnutki tabel so bili pripravljeni že za delavnico »Intenzivno spremljanje stanja gozdov« (Slika 129, Slika 130, Slika 131), ki je potekala septembra 2013 in je bila namenjena predstavitvi aktivnosti monitoringa, aktivnosti LIFE+ projektov EMoNFUr in Man For C.BD, ter tečaju predstavnikov Zavoda za gozdove Slovenije za spremljanje stanja urbanih gozdov, ki ga je na terenskemu delu vodil Matej Rupel.



Slika 130. Levo – Mihej Urbančič med prikazom talnega profila in desno – Urša Vilhar med prikazom monitoringa gozdnohidroloških razmer na delavnici septembra 2013; v ozadju informativne table o gozdni vegetaciji, gozdnih tleh in gozdni hidrologiji (foto: Andrej Verlič)



Slika 131. Table o spremljanju kakovosti zraka, poplavnih logih in meteoroloških meritvah; na sliki desno Iztok Sinjur med predstavitvijo meteoroloških meritev na delavnici septembra 2013 (foto: Andrej Verlič)

Izbrane trajne table pa so prikazane na naslednjih slikah (Slika 132a-i).

a)



b)



c)



č)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



Slika 132. Trajne table na lokaciji Rožnik (a–i) (foto: Andrej Verlič)

16.11 Splet in Facebook

Dogodke redno objavljamo na spletni strani Gozdarskega inštituta Slovenije (www.gozdis.si) in Facebookovem profilu (Urban Forest EMonFur Project).

Anko, B., 1993. Drevo, gozd in človek v mestnem okolju. V: Mestni in primestni gozd - naša skupna dobrina. V: Mestni in primestni gozd - naša skupna dobrina: zbornik republiškega posvetovanja v okviru tedna gozdov, Ljubljana, 27. maj 1993. Golob, A. (ur.). Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije: 5-17.

Anonymus (2003). Watershed Forestry Assistance. Healthy Forests Restoration Act of 2003. Title III. USDA Forest Service, Washington, D.C. p.

Barkman, J. J., Doing, H., Segal, S., 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. Acta bot. neerl., 13: 394-419.

Bates, A. J., Sadler, J. P., Fairbrass, A. J., Falk, S. J., Hale, J. D, in Matthews, T. J. (2011). "Changing Bee and Hoverfly Pollinator Assemblages along an Urban-Rural Gradient." Plos One.

Beuker, E., Raspe, S., Bastrup-Birk, A., Preuhsler, T. (2010) Phenological Observations. Manual Part VI. United Nations Economic Commission for Europe Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, ICP Forests, Hamburg.

Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., Mustoe, S., in Lambton, S. (2000). Bird census techniques. London, Academy Press.

Bolte, T. (ur.): Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2009. (2010) Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje. ISSN 1855-0827. [<http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/kakovost%20zraka%20porocilo2009.pdf>].

Canullo, R., Starlinger, F., Granke, O., Fischer, R., Aamlid, D., Neville, P., 2011. Assessment of ground vegetation. Manual Part VII-SP1, In: ICP Forests. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordination Centre, Hamburg, http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL_GV.pdf.

Chen, X., Xu, L. (2012). Temperature controls on the spatial pattern of tree phenology in China's temperate zone. Agricultural and Forest Meteorology 154-155. 195-202.

Clarke, N., Zlindra, D., Ulrich, E., Mosello, R., Derome, J., Derome, K., König, N., Lövblad, G., Draaijers, G. P. J., Hansen, K., Thimonier, A., Waldner, P., 2010. Sampling and Analysis of Deposition. 66 pp. Part XIV. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1. [<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>].

Cox, R. M.: The use of passive sampling to monitor forest exposure to O₃, NO₂ and SO₂: a review and some case studies. Environmental Pollution 126 (2003) 301-311.

Dakskobler, I., Kutnar, L., Šilc, U., 2013. Poplavni, močvirni in obrežni gozdovi v Sloveniji: Floodplain woods, swamp woods and riverine forests in Slovenia: Forests of willows, alders, white elm, European and narrow-leaved ash, pedunculate oak and Scots pine along rivers and streams. Ljubljana: Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije: Zveza gozdarskih društev Slovenije - Gozdarska založba, 127 p. (in Slovenian with English abstract).

- Davi, H., Gillmann, M., Ibanez, T., Cailleret, M., Bontemps, A., Fady, B., Lefèvre, F. (2011). Diversity of leaf unfolding dynamics among tree species: New insights from a study along an altitudinal gradient. *Agricultural and Forest Meteorology* 151. 1504-1513.
- Deans, A. M., Smith, S. M., Malcolm, J. R., Crins, W. J., in Bellocq, M. I. (2007). "Hoverfly (Syrphidae) communities respond to varying structural retention after harvesting in canadian peatland black spruce forests." *Environmental Entomology* 36(2): 308-318.
- Dhami, I. (2011). Urban tree phenology: A comparative study between New York City and Ithaca, New York. ProQuest, UMI Dissertation Publishing.
- Digiovinazzo, P., Padoa-Schioppa, E., 2014. Vegetation and flora monitoring in urban forests of Lombardy: presentation at EMONFUR Final Conference, Milano, 17. 6. 2014.
- Dobremez, J. F., Camaret, S., Bourjot, L., Ulrich, E., Brêthes, A., Coquillard, P., Dumé, G., Dupouey, J. L., Forgeard, F., Gauberville, C., Gueugnot, J., Picard, J. F., Savoie, J. M., Schmitt, A., Timbal, J., Touffet, J., Trémolières, M. 1997. RENECOFOR - Inventaire et interpretation de la composition floristique de 101 peuplements du réseau (Campagne 1994/95). - Département des Recherches Techniques, Office National Forêts, Fontainebleau, Université de Savoie, 513 s.
- Esseen, P. A., Glimskär, A., Ståhl, G., Sundquist, S., 2007. Field instruction for the national inventory of the landscape in Sweden. Department of Forest Resource Management. Umea: 239 str.
- Ferenc, M., Sedláček, O., Fuchs, R., Dinetti, M., Fraissinet, M., & Storch, D., 2013. Are cities different? Patterns of species richness and beta diversity of urban bird communities and regional species assemblages in Europe. *Global Ecology and Biogeography*, first online.
- Graham-Taylor, L. G., Stubbs, A. E., in Brooke, M. d. L. (2009). "Changes in phenology of hoverflies in a central England garden." *Insect Conservation and Diversity* 2: 29-35.
- Harmens, H., Norris, D. A., Cooper, D. M., Mills, G., Steinnes, E., Kubin, E., Thöni, L., Aboal, J. R., Alber, R., Carballeira, A., Coskun, M., De Temmerman, L., Frolova, M., González-Miqueo, L., Jeran, Z., Leblond, S., Liiv, S., Mankovská, B., Pesch, R., Poikolainen, J., Rühling, Å., Santamaria, J. M., Simončič, P., Schröder, W., Suchara, I., Yurukova, L., Zechmeister, H. G., 2011. Nitrogen concentrations in mosses indicate the spatial distribution of atmospheric nitrogen deposition in Europe. *Environmental Pollution* 159 (10), 2852-2860.
- ICP Forests, 2013. the International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests operating under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution plots, <http://icp-forests.net/>.
- ICP Vegetation Coordination Centre, 2010. Monitoring of atmospheric heavy metal and nitrogen deposition in Europe using Bryophytes - Monitoring manual. In: Harmens, H. (Ed.). ICP Vegetation Coordination Centre, Gwynedd, pp. 9.
- Jogan, N., Eler, K., Novak, Š., 2012. Priročnik za sistematično kartiranje invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst. Zavod Symbiosis, Nova vas, 51 s.
- Koutrakis, P., Wolfson, J. M., Bunyaviroch, A., Froehlich, S. E., Hirano, K., Mulik, J. D.: Measurement of Ambient Ozone Using a Nitrite-Coated Filter. *Anal. Chem.* 1993, 65, 209-214.

Kutnar, L., 2006. Intenzivni monitoring vegetacije gozdnih ekosistemov v Sloveniji = Intensive monitoring of vegetation of forest ecosystems in Slovenia. V: Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino, Studia Forestalia Slovenica. Hladnik, D. (ed.). Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 277-290.

Kutnar, L., 2011. Pestrost lesnatih rastlin na ploskvah za spremljanje stanja gozdov v Sloveniji = Diversity of woody species on forest monitoring plots in Slovenia. Gozdarski vestnik, 69 (5-6): 271-278.

Kutnar, L., Pisek, R., 2013. Non-native and invasive tree species in the Slovenian forests. Gozdarski vestnik, 71 (9): 402-417 (in Slovenian with English summary).

Lesnik, T., Žonta, I., Pirnat, J., 1993. Opredelitev mestnih in primestnih gozdov na primeru Ljubljane. V: Zbornik republiškega posvetovanja. Ljubljana, ZDIT gozdarstva in lesarstva Slovenije: 32-49.

Londo, G., 1975. The decimale scale for relevées of permanent quadrats. In: Knapp, R. (ed.), Handbook of Vegetation Science, 4: 45-50.

Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Podobnik, A., Turk, B., Vreš, B., 2007. Mala flora Slovenije. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 967 str.

McCune, B., Mefford, M. J., 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

Nol, E., Douglas, H., in Crins, W. J. (2006). "Responses of syrphids, elaterids and bees to single-tree selection harvesting in Algonquin Provincial Park, Ontario." Canadian Field-Naturalist 120(1): 15-21.

Oven, P., Brus, R., Pirnat, J. 1999. Slovenia. V: COST Action E12 research and development in urban forestry in Europe. Bruselj, European Communities: 254-266.

Quin, A., Sarthou, J.-P., Bouyjou, B., Deconchat, M., Lacombe, J. P., in Monteil, C. (2006). "The species-area relationship in the hoverfly (Diptera, Syrphidae) communities of forest fragments in southern France." Ecography 29: 183-190.

Padoa-Schioppa, E., Kutnar, L., De Groot, M., Skudnik, M., Kovač, M., Simončič, P., Piškur, B., Ogris, N., Hauptman, T., Jurc, D., Kobal, M., Pirnat, J., 2012. Definition of working protocol of artificial and natural urban and periurban forest sample plots monitoring : action 5. [S. l.]: EMONFUR, 45 str.,

http://www.emonfur.eu/include/file_system/download.php?dlc=chVibGljL2VsZW5jaGlZmIsZS58=&dlf=YWN0XzVfLV9kZWZpbml0aW9uX29mX3dvcmtpbmdfcHJvdG9jb2xfb2ZfYXJ0aWZpY2lhbF9hbmRfbmF0dXJhbF91cmJhbl9hbmRfcGVyaXVyYmFuX2ZvcmlvZdF9zYW1wbGVfcGxvdHNfbW9uaXRvcmluZzlwMTIxMDI5MTYwODEyLnBkZg.

Petriccione, B., 2002. Survey and assessment of vegetation in the CONECOFOR permanent plots.- V: Mosello, R., Petriccione, B., Marchetto, A. (ur.), Long-term ecological research in Italian forests ecosystems. Journal of Limnology 61 (1): 19-24.

Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1. [http://www.icpforests.org/Manual.htm].

- Rader, R., Howlett, B. G., Cunningham, S. A., Westcott, D. A., Newstrom-Lloyd, L. E., Walker, M. K., Teulon, D. A. J., in Edwards, W. (2009). "Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as effective as honeybee in a mass flower crop." *Journal of Applied Ecology* 46: 1080-1087.
- Reemer, M. (2005). "Saproxylic hoverflies benefit by modern forest management (Diptera: Syrphidae)." *Journal of Insect Conservation* 9: 49-59.
- Rejmánek, M., Richardson, D. M., Pyšek, P., 2005. Plant invasions and invisibility of plant communities. In: van der Maarel, E. (ed.), *Vegetation ecology*. Blackwell Publishing, pp. 332-355.
- Barkman, J. J., Doing, H., Segal, S., 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta bot. neerl.*, 13: 394-419.
- Roadman, M. J., Scudlark, J. R., Meisinger, J. J., Ullman, W. J.: Validation of Ogawa passive samplers for the determination of gaseous ammonia concentrations in agricultural settings. *Atmospheric Environment* 37 (2003) 2317-2325.
- Rotheray, G. (1993). "Guide to Hoverfly Larvae (Diptera, Syrphidae)." *Dipterist digest* 9: 1-155.
- Rühling, Å., 1994. Atmospheric heavy metal deposition in Europe - estimation based on moss analysis, NORD, Copenhagen.
- Schaub, M., Calatayud, V., Ferretti, M., Brunialti, G., Lövblad, G., Krause, G., Sanz, M. J., 2010: Monitoring of Air Quality. 13 pp. Part XV. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests ICP Vegetation Coordination Centre, 2010. Monitoring of atmospheric heavy metal and nitrogen deposition in Europe using Bryophytes - Monitoring manual. In: Harmens, H. (Ed.). ICP Vegetation Coordination Centre, Gwynedd, pp. 9.
- Seidling, W. 2005. Ground floor vegetation assessment within the intensive (Level II) monitoring of forest ecosystems in Germany: chances and challenges.- *European Journal of Forest Research* 124: 301-312.
- Simončič, P., Ferlan, M., Levanič, T., Ogris, N., Rupel, M., Sinjur, I., Skudnik, M., Vilhar, U., Žlindra, D., Kovač, M.: Poročilo o spremljanju stanja gozdov za leto 2012. (2013), Gozdarski inštitut Slovenije.
[http://www.gozdis.si/data/publikacije/47_Stanje_Gozdov_2012_28jun13_fin.pdf].
- Skudnik, M., Sabovljević, A., Batič, F., Sabovljević, M., 2013. The bryophyte diversity of Ljubljana (Slovenia). *Polish Botanical Journal* 58, 319-324.
- Smith, G., Gittings, T., Wilson, M., French, L., Oxbrough, A., O'Donoghue, S., O'Halloran, J., Kelly, D., Mitchell, F. G., Kelly, T., Iremonger, S., McKee, A.-M., in Giller, P. (2009). Identifying practical indicators of biodiversity for stand-level management of plantation forests. *Plantation Forests and Biodiversity: Oxymoron or Opportunity?* E. Brockerhoff, H. Jactel, J. Parrottas sod, Springer Netherlands. 9: 67-91.
- Smith, H. A., Chaney, W. E., in Benses, T. A. (2008). "Role of syrphid larvae and other predators in suppressing infestations in organic lettuce on California's central coast." *Journal of Economic Entomology* 101(5): 1526-1532.
- Sol, D., González-Lagos, C., Moreira, D., Maspons, J., in Lapiedra, O. (2014). "Urbanisation tolerance and the loss of avian diversity." *Ecology Letters* 17(8): 942-950.

- Sommaggio, D. (1999). "Syrphidae: can they be used as environmental bioindicator?" *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 343-356.
- Soriano, C., Gastón, A., Bariego, P., 2005. Diversidad florística en las parcelas españolas de Nivel II de la Red Europea de Seguimiento Intensivo y Continuo de Ecosistemas Forestales.- *Actas del IV Congreso Forestal Español, Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 6 s.
- Speight, M. C. D. (1989). Saproxylic invertebrates and their conservation. *Nature and Environment series*. Strasbourg, Council of Europe. 42.
- Speight, M. C. D., Monteil, C., Castella, E., in Sarthou, J.-P. (2010). StN_2010. Syrph the Net on CD, Issue 7. The database of European Syrphidae. M. C. D. Speight, E. Castella, J.-P. Sarthou in C. Monteil. Dublin, Syrph the Net Publications.
- Sullivan, M. S., Gilbert, F., Rotheray, G., Croasdale, S., in Jones, M. (2000). "Comparative analyses of correlates of red data book status: a case study using European hoverflies (Diptera: Syrphidae)." *Animal Conservation* 3: 91-95.
- Tome, D., Bordjan, D., Vrezec, A., Koce, U., Denac, D., 2011: Ptice Ljubljane in okolice - končno poročilo, NIB str. 366.
- Tutin, T. G., Burges, N. A., Chater, A. O., Edmondson, J. R., Heywood, V. H., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., Webb, D. A., 1993. *Flora Europaea*, vol 1. Cambridge University Press, Cambridge, MA, 581 s.
- Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., Webb, D. A., 1964-1980. *Flora Europaea*, vol 2-5. Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Von Segebaden, G., 1964. Studies of cross-country transport distances and road net extension. *Stud for Suec* 18.
- Woolgrove, C. E., Woodin, S. J., 1996. Current and historical relationships between the tissue nitrogen content of a snowbed bryophyte and nitrogenous air pollution. *Environmental Pollution* 91 (3), 283-288.
- Rühling, Å., 1994. Atmospheric heavy metal deposition in Europe - estimation based on moss analysis, NORD, Copenhagen.
- Woolgrove, C. E., Woodin, S. J., 1996. Current and historical relationships between the tissue nitrogen content of a snowbed bryophyte and nitrogenous air pollution. *Environmental Pollution* 91 (3), 283-288.
- Skudnik, M., Sabovljević, A., Batič, F., Sabovljević, M., 2013. The bryophyte diversity of Ljubljana (Slovenia). *Polish Botanical Journal* 58, 319-324.
- WRB, 2006. World Reference Base for Soil Resources. A framework for international classification, correlation and communication. *World Soil Resources Reports*. Vol. 103. FAO: Rome, 128 str.

17 PRILOGE

- Harmonizirane metode za spremljanje stanja urbanih in periurbanih gozdov
- Priročnik za fenološka opazovanja dreves v mestu in urbanih gozdovih