



Andrej Verlič, Mitja Ferlan, Katarina Flajšman, Maarten de Groot, Tine Hauptman, Dušan Jurc, Lado Kutnar, Nikica Ogris, Mitja Skudnik, Daniel Žlindra, Urša Vilhar

### *Poročilo o izvajanju projekta*

**»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 števil. 356-23/2010-6



Sofinancer projekta: Mestna občina Ljubljana

Ljubljana, november 2013

## Vsebina

1	Dejavnosti za spremljanje stanja urbanega gozda v Mestni občini Ljubljana .....	1
1.1	Gozdna inventura in ocena zdravstvenega stanja dreves .....	1
1.1.1	Metodologija .....	1
1.1.2	Preliminarni rezultati .....	4
1.2	Meteorološke in mikrometeorološke meritve .....	5
1.2.1	Metodologija .....	5
1.2.2	Preliminarni rezultati .....	6
1.3	Biodiverziteta .....	8
1.3.1	Vegetacija .....	8
1.3.2	Ptice .....	24
1.3.3	Muhe trepetavke .....	25
1.4	Spremljanje zdravja gozda .....	27
1.4.1	Zbiranje podatkov .....	27
1.4.2	Obdelava podatkov .....	27
1.4.3	Predhodni rezultati .....	27
1.4.4	Slabosti .....	29
1.5	Spremljanje onesnaženosti zraka .....	30
1.5.1	Spremljanje ozona .....	30
1.5.2	Spremljanje drugih škodljivih plinov .....	31
1.6	Hidrološke meritve v urbanih gozdovih .....	32
1.6.1	Monitorinška lokacija Rožnik .....	32
1.6.2	Monitorinška lokacija Gameljne – Tacen .....	33
1.6.3	Slabosti .....	33
1.7	Spremljanje depozitov .....	34
1.8	Biomonitoring z mahovi – spremljanje onesnaženosti urbanih in periurbanih gozdov v MOL 38	
1.8.1	Območje Mestne občine Ljubljana .....	38
1.8.2	Preliminarni rezultati .....	40
1.9	Talne razmere .....	41
1.10	Obiskanost urbanih gozdov .....	42
1.10.1	Obremenjenost urbanih gozdov izven načrtovanih poti .....	42

1.10.2	Spremljanje frekvenca obiska .....	44
2	Predstavitve/diseminacija vsebin, rezultatov naloge.....	45
2.1	COST-FTP YOUNG RESEARCHERS' FORUM 2013.....	45
2.2	Konferenca EFUF 2013 .....	45
2.3	Članki in druge objave v tiskanih medijih .....	45
2.4	Objave na televiziji .....	46
2.5	Delavnica o intenzivnem spremljanju stanja (urbanih) gozdov .....	46
2.6	Predstavitve učencem, dijakom in študentom.....	48
2.6.1	Delavnice za otroke .....	48
2.6.2	Sodelovanje z Inštitutom za gozdno pedagogiko .....	48
2.6.3	Dijaki – YPEF .....	49
2.6.4	Študenti - BEST .....	50
2.7	Informativne table.....	51
2.8	Splet in Facebook .....	52
3	Viri .....	53
4	Priloge.....	56

Vodja slovenskega konzorcija projekta EMoNFUR LIFE+: dr. Urša Vilhar  
Tehnični koordinator slovenskega konzorcija projekta EMoNFUR LIFE+: Andrej Verlič

November, 2013  
Gozdarski inštitut Slovenije v okviru projekta EMoNFUR LIFE+

Fotografija na naslovnici: Andrej Verlič

## Kazalo preglednic

Preglednica 1. Merjeni kazalniki. ....	3
Preglednica 2. Ocena stopnje zastiranja/obilja po Barkman in sod. (1964).....	12
Preglednica 3. Ocena stopnje zastiranja/obilja po modificirani metodi po Londo (1975)14	
Preglednica 4. Primerjava učinkovitosti med ISM in UFMO metodo.....	27
Preglednica 5. Najpogostejši škodljivi dejavniki (prvih 15) .....	28
Preglednica 6. Akumulirani depoziti v razdobju devetnajstih 28-dnevnih period na ploskvi Rožnik .....	36
Preglednica 7. Akumulirani depoziti v razdobju devetnajstih 28-dnevnih period na ploskvi Brdo.....	36
Preglednica 8. Število presečišč transekta glede na kategorijo poti.....	43
Preglednica 9. Število prehodov v 14 dneh testiranja.....	44

## Kazalo slik

Slika 1. Pregled ploskev gozdne inventure na monitorinški lokaciji Rožnik. (Pripravil Mitja Skudnik).....	1
Slika 2. Primer zemljevida za delo na terenu. (Pripravil Mitja Skudnik) .....	2
Slika 3. Primer zemljevida z lidarskimi posnetki višin krošenj dreves (levo) in digitalnega ortofoto posnetka (desno). (Pripravil Mitja Skudnik) .....	3
Slika 4. Shema koncentrične ploskve in podploskev. (Pripravil Mitja Skudnik).....	4
Slika 5. Shema samodejnih meteoroloških postaj postavljenih v okviru projekt (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 pritiska (Freescale Semiconductor) in s hranilnikom podatkov, ki shranjuje podatke o padavinah, Sončevem sevanju, zračnem tlaku in vetru (Campbell Scientific datalogger CR200), 6 – Glavna baterija). (Pripravil Mitja Ferlan).....	5
Slika 6. Poletne temperature zraka v centru Ljubljane. (Izdela: Mitja Ferlan) .....	6
Slika 7. Preliminarni uporabniški vmesnik (slika) dostopen na spletnem naslovu <a href="http://spark.rstudio.com/sodmferl/Gameljne/">http://spark.rstudio.com/sodmferl/Gameljne/</a> . (Izdela: Mitja Ferlan) .....	7
Slika 8. Gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Rožnik, ki se nahaja na pobočju za stavbo Gozdarskega inštituta Slovenije v Ljubljani. (Foto: Lado Kutnar).....	9
Slika 9. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Rožnik v Ljubljani. (Pripravil: Matej Rupel).....	9
Slika 10. Pogled na gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Gameljne-topol v pomladanskem času. Ploskev se nahaja 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).....	10

Slika 11. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Gameljne-topol pri Ljubljani. (Pripravil: Matej Rupel) .....	10
Slika 12. Pogled na gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Gameljne-bor pri Ljubljani v poletnem času. Ploskev se nahaja v drugotnem gozdu rdečega bora na dvignjeni rečni terasi, ki je izven direktnega vpliva rečne vode. V pritalnih plasteh sestojev rdečega bora se vraščajo številne vrste listavcev. (Foto: Lado Kutnar) .....	11
Slika 13. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Gameljne-bor pri Ljubljani. (Pripravil: Matej Rupel).....	11
Slika 14. Primer vidne (začasne) označitve male vegetacijske ploskve na terenu. Vegetacijska ploskev se nahaja na monitorinški ploskvi Rožnik. (Foto: Lado Kutnar) ....	13
Slika 15. 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).....	15
Slika 16. 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 izraziti trend sušenja in umiranja dreves črnega topola. Na samih vegetacijskih ploskvah je vrsta razmeroma redka. Na osnovi vrstne sestave ploskev lahko sklepamo na sukcesijskih razvoj teh gozdov proti bolj sušnim, mezofilnim. (Foto: Lado Kutnar) .....	16
Slika 17. 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 zasedejo predvsem različne invazivne tujerodne vrste. (Foto: Lado Kutnar) .....	16
Slika 18. Osrednji del velike in srednje vegetacijske ploskve Gameljne-topol v pomladanskem času (25. april). V tem delu se pojavljajo posamezni mladi poganjki japonskega dresnika ( <i>Fallopia japonica</i> ), ki v tem času dosega višino do nekaj 10 centimetrov. (Foto: Lado Kutnar) .....	17
Slika 19. Osrednji del velike in srednje vegetacijske ploskve Gameljne-topol v poletnem času (18. junij). V tem času je japonski dresnik (na sliki je v ospredju) dosegel višine tudi preko 2 metrov, kar kaže na njegov izjemen rastni potencial in življenjsko moč. (Foto: Lado Kutnar) .....	17
Slika 20. Pogled na srednjo vegetacijsko ploskev Gameljne-bor v pomladanskem času (26. april). (Foto: Lado Kutnar) .....	18
Slika 21. 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) ..	18
Slika 22. Drobnocvetna nedotika ( <i>Impatiens parviflora</i> ) je invazivna tujerodna vrsta, ki smo jo našli na ploskvi Rožnik in ploskvi Gameljne-topol. (Foto: Lado Kutnar) .....	19
Slika 23. Na monitorinški ploskvi Rožnik se izven vegetacijskih ploskev pojavlja tudi navadna bodika ( <i>Ilex aquifolium</i> L.). Semena bodike so domnevno iz bližnjih vrtov in parkov zanesle živali. (Foto: Lado Kutnar).....	20

Slika 24. 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) .....	20
Slika 25. 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 je steblo gostodlakavo. (Foto: Lado Kutnar).....	21
Slika 26. 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 z 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) .....	21
Slika 27. 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) .....	22
Slika 28. 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).....	22
Slika 29: 39 točk za popis ptic v Ljubljani in okolici. (Pripravil: Maarten de Groot) .....	24
Slika 30: Opazovano število muh trepetavk po metodi transektov na območju Rožnika v letih 2012 in 2013. (Izdelal: Maarten de Groot) .....	25
Slika 31: Število muh trepetavk ujetih v malaisove pasti na območju Rožnika v letih 2012 in 2013. Na osi x je prikazan datum v letu. (Izdelal: Maarten de Groot) .....	26
Slika 32: Število muh trepetavk na transektih v Gameljnah v letu 2013. (Izdelal: Maarten de Groot) .....	26
Slika 33. ISM popisne ploskve (ISM plots) in UFMO poti (UFMO tracks) na Rožniku v Ljubljani, kjer smo popisovali škodljive dejavnike. (Pripravil: Nikica Ogris).....	28
Slika 34. Koncentracije ozona na EMO NFUr ploskvah Rožnik v letu 2013. Rdeča črta predstavlja mejo AOT 40. (Izdelal: Daniel Žlindra).....	30
Slika 35. Meritve kakovosti vode v potoku s prenosnim merilnim inštrumentom HQ40d Multi meter (HachLange). (Foto Urša Vilhar) .....	33
Slika 36. 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 m in 0,3 m. (Foto Urša Vilhar) .....	33
Slika 37. Količina padavin na prostem (modri stolpci) in v sestoju (zeleni stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v L/m <sup>2</sup> ). (Izdelal: Daniel Žlindra) .....	34
Slika 38. Depozit dušika v amonijevi obliki na prostem (modri stolpci) in v sestoju (rdeči stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v kg N/ha). (Izdelal: Daniel Žlindra) .....	35

Slika 39. Depozit dušika v nitratni obliki na prostem (rumeni stolpci) in v sestoji (vijolični stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v kg N/ha). (Izdelal: Daniel Žlindra) .....	35
Slika 40. Depozit žvepla v sulfatni obliki na prostem (modri stolpci) in v sestoji (rdeči stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v kg S/ha). (Izdelal: Daniel Žlindra) .....	36
Slika 41. Razmerje depozita dušika v obliki amonija na prostem in v sestoji na ploskvah Rožnik in Brdo. (Izdelal: Daniel Žlindra).....	37
Slika 42. Razmerje depozita dušika v obliki nitrata na prostem in v sestoji na ploskvah Rožnik in Brdo. (Izdelal: Daniel Žlindra).....	37
Slika 43. Razmerje depozita žvepla v obliki sulfata na prostem in v sestoji na ploskvah Rožnik in Brdo. (Izdelal: Daniel Žlindra).....	37
Slika 44. Lokacije vzorčenja mahov v mestni občini Ljubljana. (Pripravil: Mitja Skudnik) .....	39
Slika 45. Delo na terenu. (Foto: Mitja Skudnik) .....	39
Slika 46. Mah vrste <i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. ali »Štorovo sedje«. (Foto Mitja Skudnik).....	40
Slika 47. Vzorčenje na točkah sondiranja. (Foto: Aleksander Marinšek) .....	41
Slika 48. Odvzem materiala za laboratorijske analize. (Foto: Aleksander Marinšek) .....	41
Slika 49. Linijsko vzorčenje (Povzeto po Esseen P. A. in sod. 2007). .....	42
Slika 50. Prostorski pregled transekta LIS. (Pripravil: Mitja Skudnik).....	43
Slika 51. Kabinetni del delavnice na Gozdarskem inštitutu Slovenije. (foto: Andrej Verlič) .....	46
Slika 52. Terenski del delavnice v Gameljnah pri meteorološki postaji. (foto: Andrej Verlič) .....	47
Slika 53. 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).....	47
Slika 54. Utrinek s praktičnega dela delavnice na raziskovalni ploskvi na lokaciji Rožnik, ki jo je vodil g. Matej Rupel. (foto: Andrej Verlič) .....	47
Slika 55. Sestanek z mag. Natalijo Györek z Inštituta za gozdno pedagogiko. (Foto: Matej Rupel) .....	48
Slika 56. Utrinek s predstavitve vloge Gozdarskega inštituta Slovenije v projektu EMoNFUr. (foto: Andrej Verlič) .....	49
Slika 57. Dijakom je aktivnosti na lokaciji Rožnik predstavila vodja projekta, dr. Urša Vilhar, popestrila pa ga je s padavinami radodarna zima. (foto: Andrej Verlič).....	49
Slika 58. Udeleženci tečaja na lokaciji Rožnik, kjer smo predstavili aktivnosti in pomen spremljanja stanja urbanih gozdov. (foto: Andrej Verlič) .....	50
Slika 59. Utrinek z ogleda gozdov ljubljanskega Rožnika. (foto: Andrej Verlič) .....	50
Slika 60. Zaključek poti na Ljubljanskem gradu. (foto: Andrej Verlič) .....	51

Slika 61. Veliki tabli na lokacijah Rožnik (desno) in Gameljne (levo). (foto: Andrej Verlič)	51
Slika 62. Levo - Mihej Urbančič med demonstracija talnega profila in desno - Urša Vilhar med demonstracijo monitoringa gozdno - hidroloških razmer na delavnici septembra 2013; v ozadju informativne table o gozdni vegetaciji, gozdnih tleh in gozdni hidrologiji. (foto: Andrej Verlič)	52
Slika 63. 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)	52



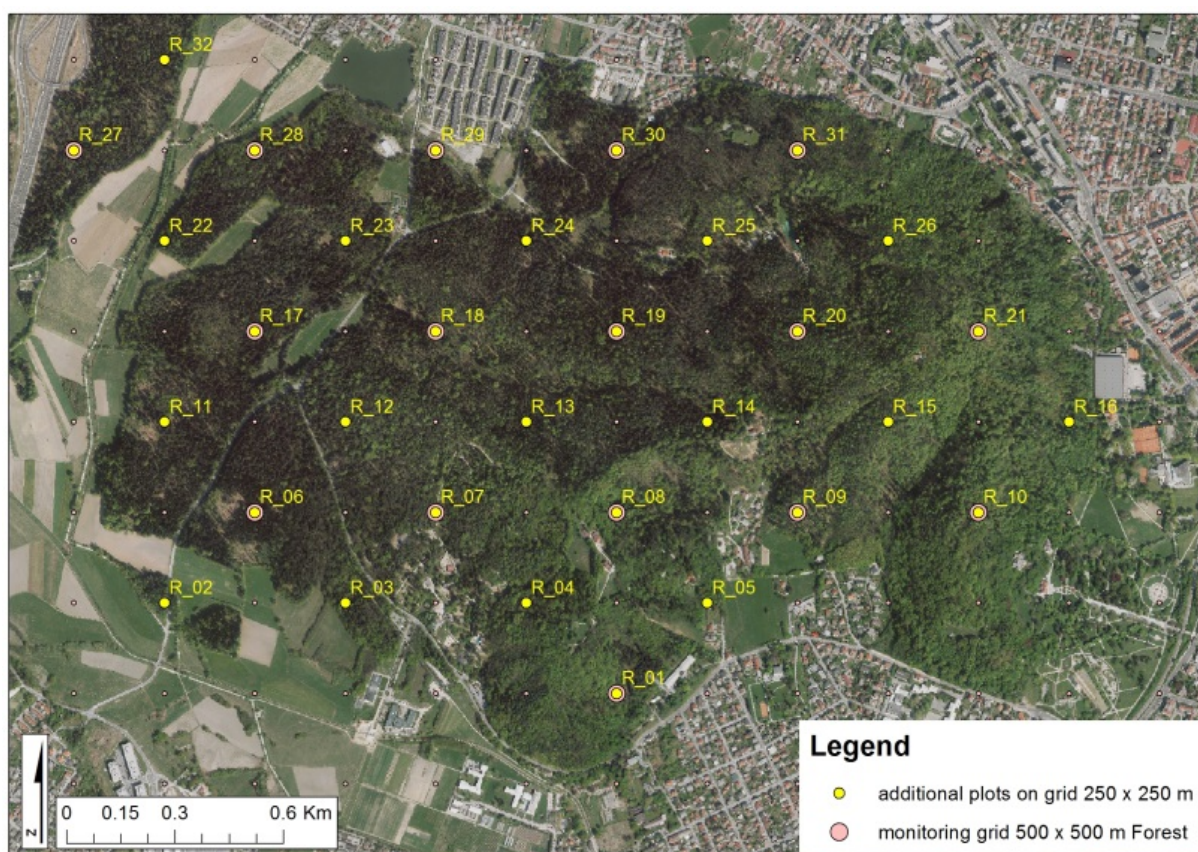
## 1 Dejavnosti za spremljanje stanja urbanega gozda v Mestni občini Ljubljana

### 1.1 Gozdna inventura in ocena zdravstvenega stanja dreves

#### 1.1.1 Metodologija

Pripravili smo nabor znakov s katerimi bi lahko spremljali informacije o urbanih gozdovih in ki bi bili zanimivi različnim interesnim skupinam (gozdarski strokovnjaki, lastniki gozdnih zemljišč, meščani, naravovarstveniki itd.). Za izbrane znake smo pripravili terenska navodila in opisali metodologijo spremljanja. Pri tem smo upoštevali, da so mejne vrednosti in definicije znakov postavljene tako, da bodo rezultati primerljivi z drugimi projektnimi partnerji. Navodila so priloga poročila.

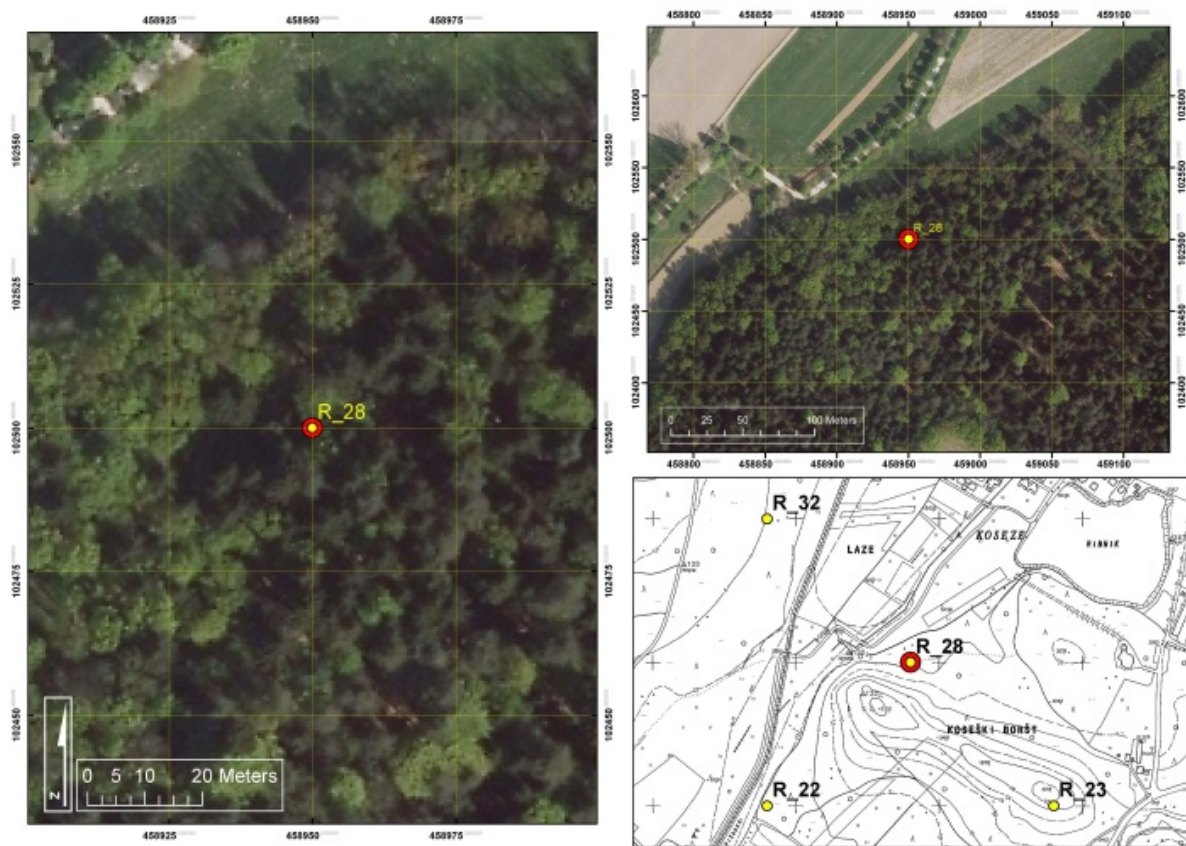
Na Rožniku smo vzpostavili sistem stalnih vzorčnih ploskev. Skupno število vseh ploskev na katerih se bo spremljalo stanje gozdov je 31 in se nahajajo na kombinaciji presečišča mreže 500 x 500 m in 250 x 250 m (Slika 1). Ploskev »R\_07« se nahaja znotraj ograjene površine živalskega vrta Ljubljana in je bila izločena. Uporabljena mreža lokacij je podmnožica mreže nacionalne gozdne inventure, ki je v letih 2000, 2007 in 2012 potekala na sistematični mreži 4x4 km preko celotne Slovenije. Mreža je namenjena poročanju o stanju gozdov za različna mednarodna poročila kot so npr. FAO, MCPFE, ICP-Forest itd. Prednosti takšnega pristopa so statistična primerljivost podatkov na različno gostih mrežah vzorčenja.



Slika 1. Pregled ploskev gozdne inventure na monitorinški lokaciji Rožnik. (Pripravil Mitja Skudnik)

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 2), za izboljšanje natančnosti pa smo si na terenu pomagali še z višinami dreves

pridobljenimi iz radarskih podatkov LIDAR (Slika 3). V pisarni smo si tako pripravili zemljevide in na njih označili krošnje jasno vidnih dreves. Ta drevesa smo nato identificirali na terenu in 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.

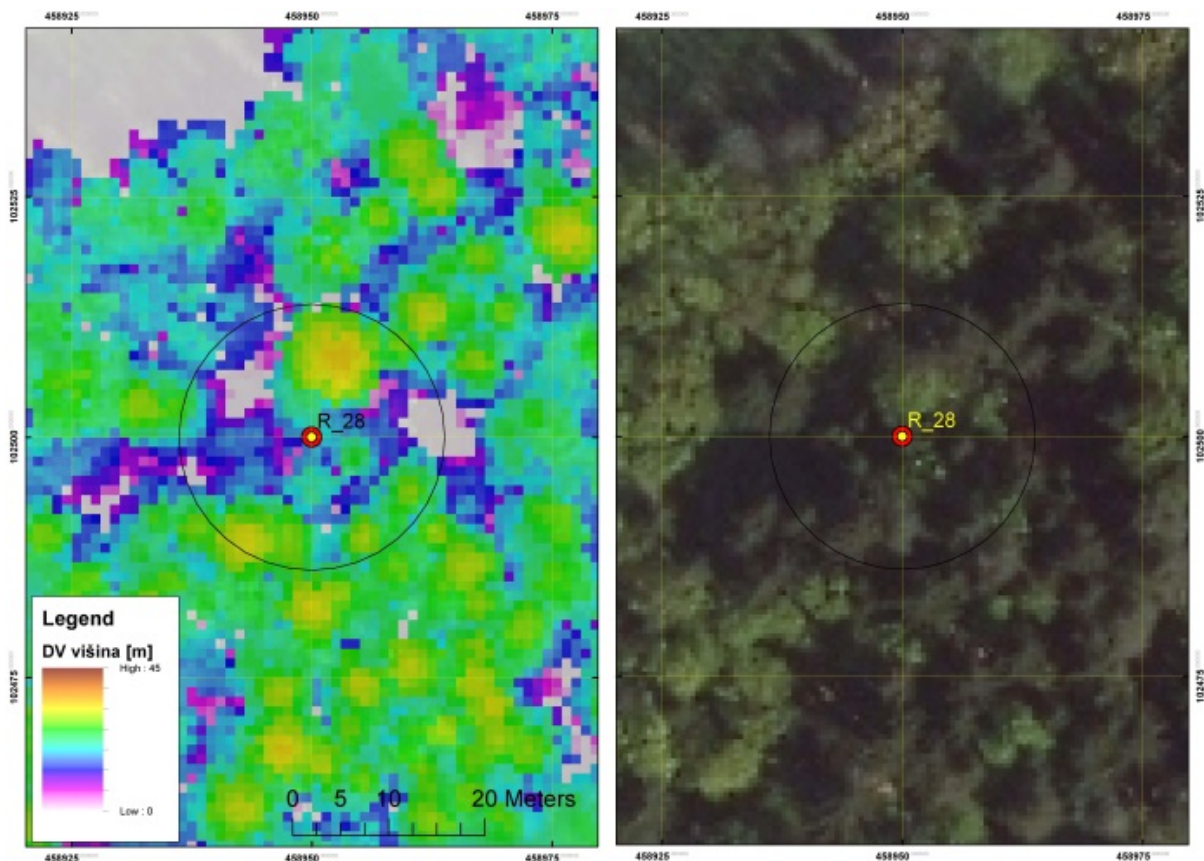


Slika 2. Primer zemljevida za delo na terenu. (Pripravil Mitja Skudnik)

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 spremlja bolj pogoste in na večji površini manj pogoste pojave. Pri obračunu podatkov se nato vrednosti preračunajo na hektarsko površino.

Na podploskvah so bili izmerjeni naslednji kazalniki (glej tudi Preglednica 1 in Slika 4):

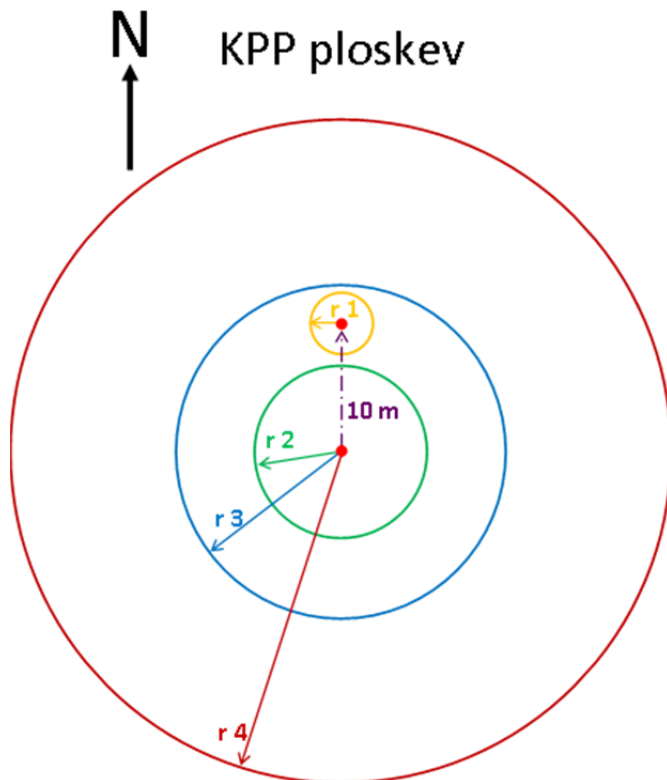
1. SA03ar (površina 0.3 ara, polmer 3.09 m) - vse drevesne vrste višje od 0.5 m in prsni premer oz. DBH < 10 cm
2. SA2ar (površina 2.0 ara, polmer 7.98 m) - vsa živa drevesa DBH  $\geq$  10 cm, sušice/podrtice DBH  $\geq$  10 cm, panji, štrclji in odmrla lesna biomasa, osutost dreves in porumenelost.
3. SA6ar (površina 6.0 arov, polmer 13.82 m) - vsa živa drevesa DBH  $\geq$  30 cm, osutost dreves in porumenelost.
4. SA20ar (površina 20.0 arov, 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 3. Primer zemljevida z lidarskimi posnetki višin krošenj dreves (levo) in digitalnega ortofoto posnetka (desno). (Pripravil Mitja Skudnik)

Preglednica 1. Merjeni kazalniki.

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	$D \geq 10 \text{ cm}$ $H \geq 50 \text{ cm}$		$D \geq 30 \text{ cm}$ $H \geq 50 \text{ cm}$	
Odmrła lesna biomasa	$D \geq 10 \text{ cm}$ $L \geq 50 \text{ cm}$		$D \geq 30 \text{ cm}$ $L \geq 50 \text{ cm}$	



Slika 4. Shema koncentrične ploskve in podploskev. (Pripravil Mitja Skudnik)

Terenske meritve smo zaključili v avgustu, v septembru in oktobru smo vse na terenu zbrane podatke pripravili za izračune in nadaljnje statistične analize.

Rezultati bodo podali odgovore na naslednja vprašanja:

1. Zdravstveno stanje mestnih gozdov (povprečna osutost in porumenelost dreves). Osutost je osnovni kazalec za ocenjevanje življenjske moči drevesa oziroma zdravstvenega stanja dreves. Kazalec izraža na 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. Za poškodovano se šteje tisto drevo, katerega osutost drevesne krošnje je višja od 25 %.
2. Količine vezanega ogljika v mestnih gozdovih v živi in odmrli lesni biomasi.
3. Stanje mestnih gozdov z vidika biotske pestrosti (količina habitatnega drevja, količina odmrle lesne biomase, količina debelih kosov odmrle lesne biomase, število neavtohtonih drevesnih vrst, število plodonosnih drevesnih vrst kot je kostanj ind.).
4. Drugi gozdarski podatki (lesna zaloga v mestnih gozdovih, višina dreves, debelinska struktura, horizontalna in vertikalna zgradba gozda, pomlajevanje itd.)

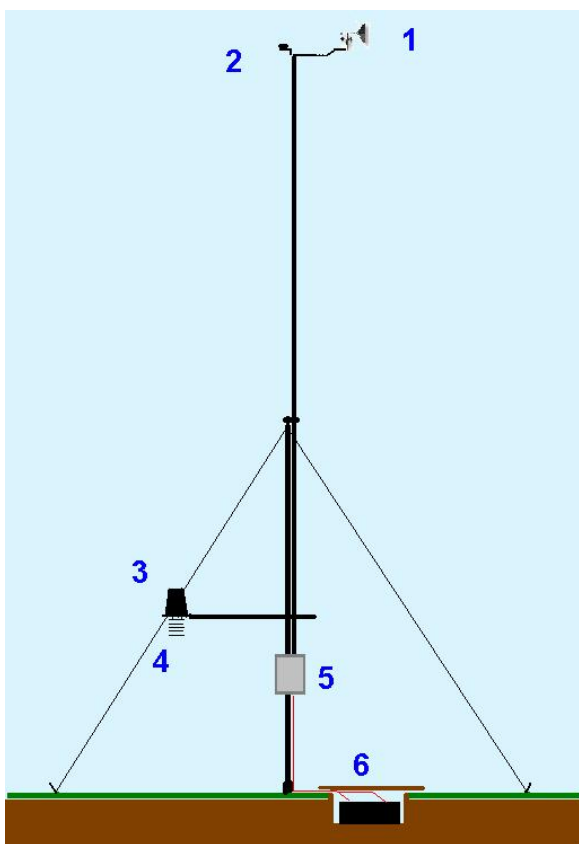
### 1.1.2 Preliminarni rezultati

Na terenu je bilo vzpostavljenih in izmerjenih 31 ploskev na katerih smo obsege izmerili 588 drevesom. Zabeleženih je bilo 176 kosov odmrle lesne biomase.

## 1.2 Meteorološke in mikrometeorološke meritve

### 1.2.1 Metodologija

Na izbranih lokacijah Rožnika in Gameljn smo vzpostavili meteorološke meritve. V ta namen smo postavili dve meteorološki postaji (Slika 5). Samodejne meteorološke postaje nosijo merilne naprave 2 in 10 m nad lemi. Pri načrtovanju nosilne konstrukcije meteorološke postaje smo upoštevali predpise Svetovne meteorološke organizacije in 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 preko »konjička«, ki omogoča, da se s pregibom merilne naprave 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 100Ah in rezervne baterije za primer izpada napetosti na glavni bateriji.

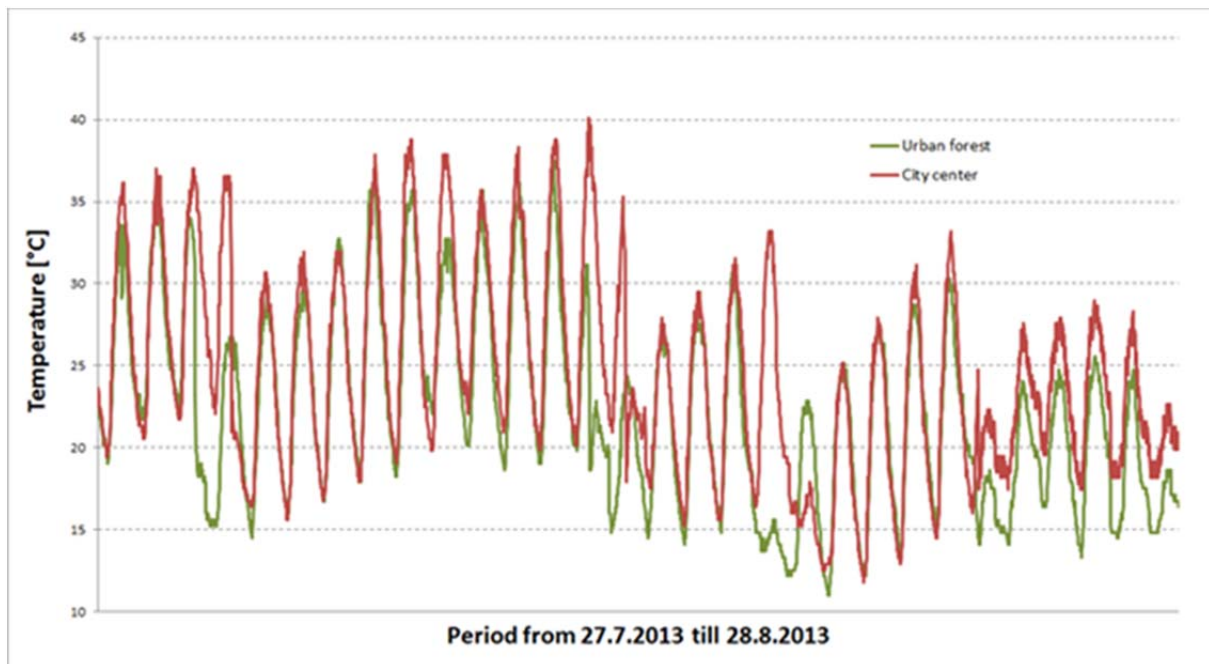


Slika 5. Shema samodejnih meteoroloških postaj postavljenih v okviru projekt (1 – Merilnik hitrosti vetra, ki beleži tudi smer vetra (Davis Instruments), 2 – Merilnik Sončevega sevanja (Davis Instruments), 3 – Merilnik padavin (Davis Instruments), 4 – Samodejni registrator temperature in relativne zračne vlage (Votcraft DL-120TH), 5 – Omarica z merilnikom zračnega pritiska (Freescale Semiconductor) in s hranilnikom podatkov, ki shranjuje podatke o padavinah, Sončevem sevanju, zračnem tlaku in vetru (Campbell Scientific datalogger CR200), 6 – Glavna baterija). (Pripravil Mitja Ferlan)

Za opis mikroklimatskih razmer smo na lokaciji Gameljne vzpostavili 4 ploskve za spremljanje talne vlage in temperature ter zračne vlage in temperature. Talno temperaturo 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.

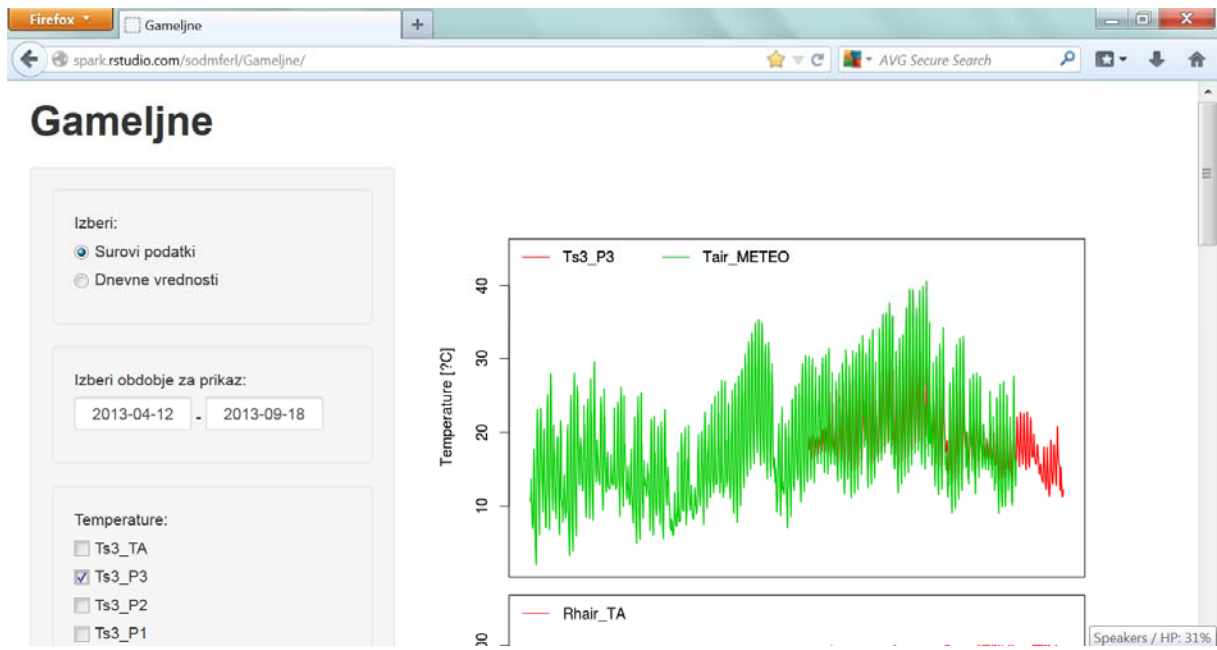
## 1.2.2 Preliminarni rezultati

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 2m. V poletju 2013 so na primer razlike med centrom in gozdom presegle 10°C (Slika 6). Ob tem v gozdu temperatura ni presegla 40°C niti na dan, ko je bil v Ljubljani dosežena rekordno visoka temperatura zraka 40,2°C!



Slika 6. Poletne temperature zraka v centru Ljubljane. (Izdelal: Mitja Ferlan)

Opravljeni so bile tudi prve analize podatkov. Kot pomoč pri pregledu in hitremu dostopu do podatkov smo pripravili preliminarni uporabniški vmesnik (slika) dostopen na spletnem naslovu <http://spark.rstudio.com/sodmferl/Gameljne/>. Vmesnik nam ponuja osnovne možnosti izbire posameznih merjenih parametrov in prikaz in prenos surovih oz. agregiranih podatkov. Trenutno je vmesnik vzpostavljen le za lokacijo Gameljne in prikazuje meteorološke in mikrometeorološke podatke merjene na tej lokaciji (Slika 7). Za lokacijo Rožnik smo pripravili preliminarni pregled trenutnih meteoroloških parametrov dostopen na spletnem naslovu [http://meteo.gozdis.si/wp-content/grafi/zadnji\\_podatki\\_vrt.pdf](http://meteo.gozdis.si/wp-content/grafi/zadnji_podatki_vrt.pdf).



Slika 7. Preliminarni uporabniški vmesnik (slika) dostopen na spletnem naslovu <http://spark.rstudio.com/sodmferl/Gameljne/>. (Izdelal: Mitja Ferlan)

## 1.3 Biodiverziteteta

### 1.3.1 Vegetacija

#### 1.3.1.1 NAMEN POPISA RASTLINSKIH VRST V URBANIH GOZDOVIH

Rastline in vegetacija (gozdne združbe) so ene od temeljnih sestavin 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 (mestnih in primestnih) 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 habitati še posebej zanimajo pojavi invazivnih tujerodnih vrst, negativni vplivi zaradi onesnaženja okolja in zaradi podnebnih sprememb, vplivi zaradi fragmentacije (razkosanja) gozdnih kompleksov in vplivi različnih aktivnosti človeka v tem okolju (npr. rekreacija, kmetijstvo, gradnja infrastrukture).

#### 1.3.1.2 POSTAVITEV VEGETACIJSKIH PLOŠKEV IN IZVEDBA POPISOV NA TERENU

Rastlinsko vrstno pestrost in vegetacijo smo v Sloveniji v okviru projekta Life+ EMO NFUr proučevali na dveh monitorinških lokacijah in treh monitorinških ploskvah v mestnih in primestnih gozdovih Ljubljane. 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 dogovorjeno metodologijo projekta EMO NFUr (Padoa-Schioppa *et al.* 2012) postavili po 3 različne tipe vegetacijskih ploskev. Glavni namen postavitve vegetacijskih ploskev je popis pestrosti rastlinskih vrst in vegetacije ter habitatov.

Po dogovorjeni metodologiji (Padoa-Schioppa *et al.* 2012) smo preučevali naslednje vegetacijske ploskve:

i) Na homogenem delu vsake ploskve smo postavili veliko vegetacijsko ploskev (LVP). Velikost ploskve je 2500 m<sup>2</sup> (kvadrat 50 metrov x 50 metrov). Ploskve so predvidene predvsem za vrednotenje 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 9, Slika 11, Slika 13).

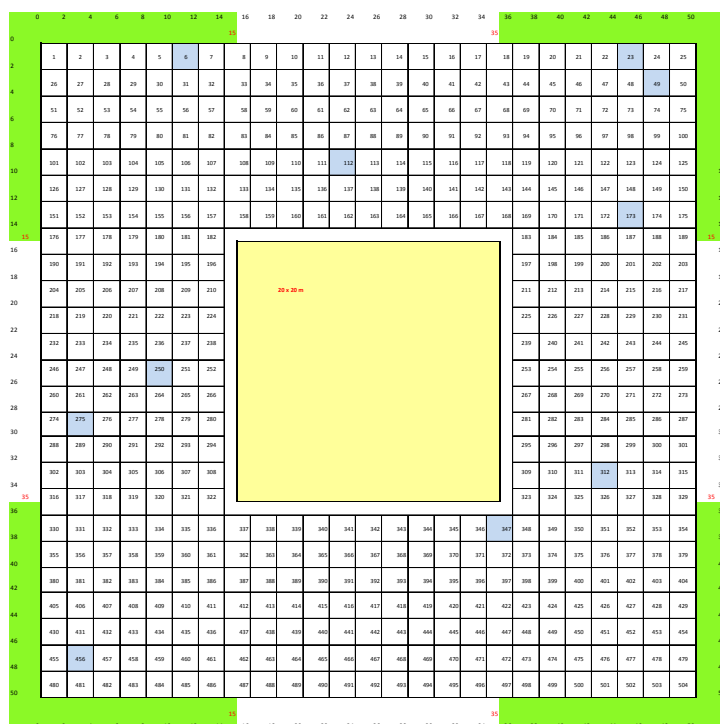
ii) Na vsaki veliki vegetacijski ploskvi smo na sredini postavili srednjo vegetacijsko ploskev (MVP) s popisno površino 400 m<sup>2</sup> (Slika 9, Slika 11, Slika 13). Srednja vegetacijska ploskev je kvadratne oblike, s stranicama 20 metrov.

iii) Z namenom, da bi zajeli tudi manjše spremembe v sestavi vegetacije in populacijski dinamiki rastlin, smo na zunanjem delu velike vegetacijske ploskve slučajnostjo razmestili 10 malih vegetacijskih ploskev (SVP) z velikostjo 4 m<sup>2</sup> (2 x 2 metra). Male vegetacijske ploskve smo razmestili izven območja srednje vegetacijske ploskve (Slika 9, Slika 11, Slika 13). Skupna popisna površina malih vegetacijskih ploskev na eni monitorinški ploskvi je 40 m<sup>2</sup>. 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 odločilno vplivali na stanje ciljnega parametra. Položaj vegetacijskih ploskev smo označili na karti posameznih monitorinških ploskev (Slika 9, Slika 11, Slika 13). Vegetacijske ploskve so trajno označene tudi na terenu (zakopani železni količki).





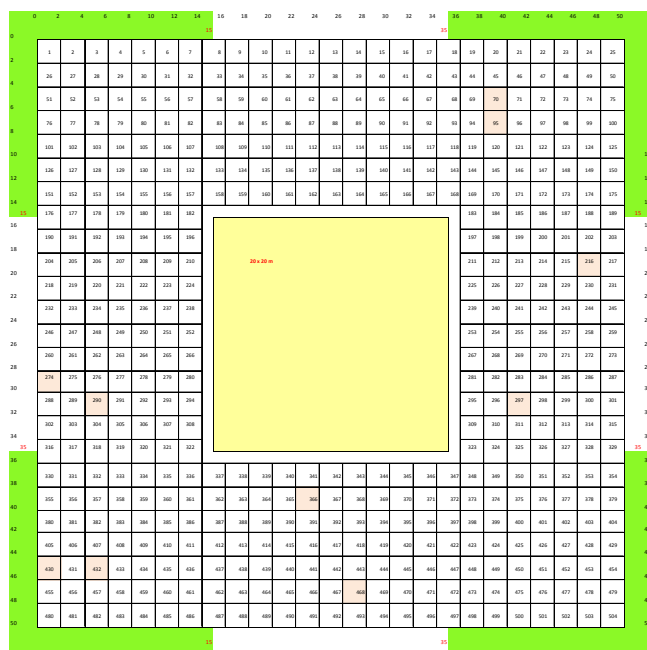
Slika 8. Gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Rožnik, ki se nahaja na pobočju za stavbo Gozdarskega inštituta Slovenije v Ljubljani. (Foto: Lado Kutnar)



Slika 9. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Rožnik v Ljubljani. (Pripravi: Matej Rupel)



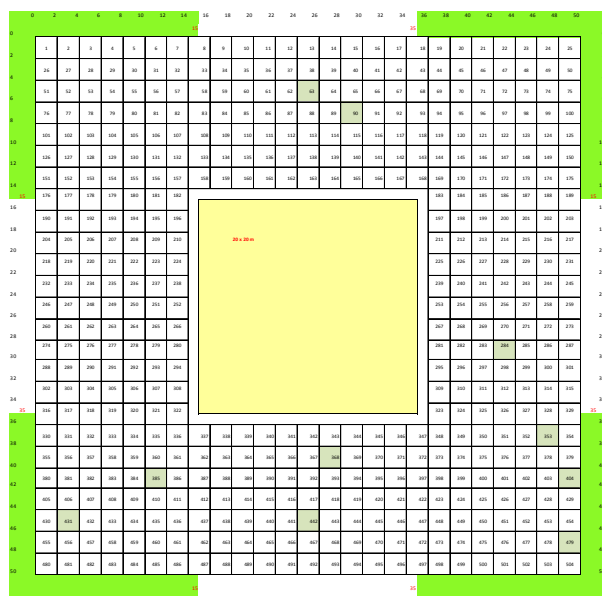
Slika 10. Pogled na gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Gameljne-topol v pomladanskem času. Ploskev se nahaja v obrežnem gozdu ali logu, na spodnji terasi ob strugi reke Save. Rastišča so pod stalnim vplivom vode (visoki nivo podtalnice, redno poplavljanje rečne vode, transport snovi po vodi in odlaganje, razširjenje rastlinskih vrst z vodnim tokom itd.). (Foto: Lado Kutnar)



Slika 11. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Gameljne-topol pri Ljubljani. (Pripravil: Matej Rupel)



Slika 12. Pogled na gozdni sestoj na monitorinški ploskvi Gameljne-bor pri Ljubljani v poletnem času. Ploskev se nahaja v drugotnem gozdu rdečega bora na dvignjeni rečni terasi, ki je izven direktnega vpliva rečne vode. V pritalnih plasteh sestojev rdečega bora se vraščajo številne vrste listavcev. (Foto: Lado Kutnar)



Slika 13. Razporeditev srednje in malih vegetacijskih ploskev na monitorinški ploskvi Gameljne-bor pri Ljubljani. (Pripravi: Matej Rupel)

Na srednjih in malih vegetacijskih ploskvah smo rastlinsko vrstno sestavo in vegetacijo popisali med aprilom 2013 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 nezastrih (neporaščenih, golih) tal in delež površinske skalnatosti oz. kamnitosti (Canullo *et al.* 2011, [http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL\\_GV.pdf](http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL_GV.pdf)).

Rastlinske vrste (praprotnice in semenke) 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 Barkman in sodelavci (1964) (Preglednica 2).

Preglednica 2. Ocena stopnje zastiranja/obilja po Barkman 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 m<sup>2</sup>) smo oceno stopnje zastiranja vertikalnih vegetacijskih plasti (mahovna, zeliščna, grmovna in drevesna plast) izdelali na enak način kot na srednjih vegetacijskih ploskvah (400 m<sup>2</sup>). 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 Canullo in sodelavci (2011, [http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL\\_GV.pdf](http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL_GV.pdf)). Ločeno po vertikalnih plasteh (zgornja in spodnja drevesna plast, grmovna plast in zeliščna plast) smo popisali rastlinske vrste (praprotnice in semenke) in ocenili njihovo stopnjo zastiranja. Na malih vegetacijskih ploskvah smo oceno stopnje zastiranja rastlinskih vrst izdelali na osnovi modificirane metode po Londo (1975) (

Preglednica 3).



Slika 14. Primer vidne (začasne) označitve male vegetacijske ploskve na terenu. Vegetacijska ploskev se nahaja na monitorinški ploskvi Rožnik. (Foto: Lado Kutnar)

Preglednica 3. Ocena stopnje zastiranja/obilja po modificirani metodi po Londo (1975)

Lestvica	Stopnja zastiranja (%)	Srednja stopnja zastiranja (%)
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 *et al.* 2007) in evropski vir - Flora Europaea (Tutin *et al.* 1964-1980, 1993).

#### 1.3.1.3 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 meta-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 dveh 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 3 srednje vegetacijske ploskve (400 m<sup>2</sup>) in za 30 malih vegetacijskih ploskev (4 m<sup>2</sup>). Za nadaljnje analize, pri katerih se upoštevajo stopnje zastiranja vrst, bodo ocene transformirane v srednje vrednosti zastiranja (sredina razreda), kot npr. ocene r do 5 po Barkman in sod. (1964) v vrednosti 0,01 % do 87,5 % in ocene 0,1 do 10 po Londo (1975) v vrednosti od 0,5 % do 97,5 % (glej preglednici 1 in 2).

#### 1.3.1.4 REZULTATI

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), ki vključujejo 3 srednje vegetacijske ploskve (po 400 m<sup>2</sup>) in 30 malih vegetacijskih ploskev (po 4 m<sup>2</sup>), smo skupaj popisali 161 vaskularnih rastlinskih vrst (praprotnice in semenke). V različnih vertikalnih plasteh (drevesna, grmovna in zeliščna plast) smo ugotovili 36 drevesnih vrst. Mednje smo prišteli tudi nekaj grmovnih vrst, ki na

preučenih ploskvah dosegajo 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 19. Na vegetacijskih ploskvah smo našli tudi 106 zeliščnih (nelesnatih) vrst. Na srednji vegetacijski ploskvi Rožnik so bile prevladujoče naslednje drevesne vrste: graden (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), smreka (*Picea abies* (L.) Karsten), pravi kostanj (*Castanea sativa* Mill.) in robinija (*Robinia pseudacacia* L.). Na srednji vegetacijski ploskvi Gameljne-topol so imele najvišjo stopnjo zastiranja naslednje drevesne vrste: gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), siva vrba (*Salix eleagnos* Scop.) in veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.). Prevladujoče vrste v drevesni plasti srednje vegetacijske ploskve Gameljne-bor pa so bile sledeče: rdeči bor (*Pinus sylvestris* L.), beli gaber (*Carpinus betulus* L.), lipovec (*Tilia cordata* Mill.) in navadna leska (*Corylus avellana* L.).

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

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* L.), pasji zob (*Erythronium dens-canis* L.), orlova praprotnica (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), pomladanski žafran (*Crocus vernus* (L.) Hill subsp. *vernus*) in dvolistna senčnica (*Maianthemum bifolium* L.). Prevladujoče vrste zeliščne plasti (brez lesnatih rastlin) na ploskvi Gameljne-topol so bile sledeče: orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea* Aiton), mali zvonček (*Galanthus nivalis* L.), čemaž (*Allium ursinum* L.), navadna regačica (*Aegopodium podagraria* L.), japonski dresnik (*Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene), velecvetna mrtva kopriva (*Lamium orvala* L.), navadna lopatica (*Ranunculus ficaria* L.). Na ploskvi Gameljne-bor pa so prevladovali naslednje vrste: beli šaš (*Carex alba* Scop.), pisana šašulica (*Calamagrostis varia* (Schrad.) Host), trilistna vetrnica (*Anemone trifolia* L.), sinjezeleni šaš (*Carex flacca* Schreb.), mali zvonček (*Galanthus nivalis* L.) in kimasta kraslika (*Melica nutans* L.).



Slika 15. Na monitorinški ploskvi Rožnik v pritalnih plasteh prevladuje srhkostebelna robida (*Rubus hirtus* 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)



Slika 16. 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 izraziti 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. (Foto: Lado Kutnar)



Slika 17. 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 zasedejo predvsem različne invazivne tujerodne vrste. (Foto: Lado Kutnar)





Slika 18. Osrednji del velike in srednje vegetacijske ploskve Gameljne-topol v pomladanskem času (25. april). 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 19. Osrednji del velike in srednje vegetacijske ploskve Gameljne-topol v poletnem času (18. junij). V tem času je japonski dresnik (na sliki je v ospredju) dosegel višine tudi preko 2 metrov, kar kaže na njegov izjemen rastni potencial in življenjsko moč. (Foto: Lado Kutnar)



Slika 20. Pogled na srednjo vegetacijsko ploskev Gameljne-bor v pomladanskem času (26. april). (Foto: Lado Kutnar)



Slika 21. 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)

Posebno pozornost v raziskavi flore in vegetacije mestnih in primestnih gozdov Ljubljane smo posvetili invazivnim tujerodnim rastlinskim vrstam, ki tako kot drugim nižinskim gozdovom predstavljajo resno grožnjo. Med gozdovi mestne občine Ljubljana 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 subsontanemu 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 invazivnimi tujerodnimi vrstami na ploskvi Rožnik so bile robinija (*Robinia pseudacacia* L.), Thunbergov češmin (*Berberis thunbergii* DC.) in drobnocvetna nedotika (*Impatiens parviflora* DC.). 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* L.), lovorikovec (*Prunus laurocerasus* L.) in mandžurski oreh (*Juglans mandshurica* Maxim.). 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* L.), ki so jo z 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 % vseh registriranih rastlinskih vrst na tej ploskvi. Invazivne rastlinske vrste na tej ploskvi so bile sledeče: orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea* Aiton), japonski dresnik (*Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene), deljenolistna rudbekija (*Rudbeckia laciniata* L.), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus* (L.) Pers.), topinambur ali laška repa (*Helianthus tuberosus* L.), žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera* Royle), drobnocvetna nedotika (*Impatiens parviflora* DC.) in kalinolistni pokalec (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.).

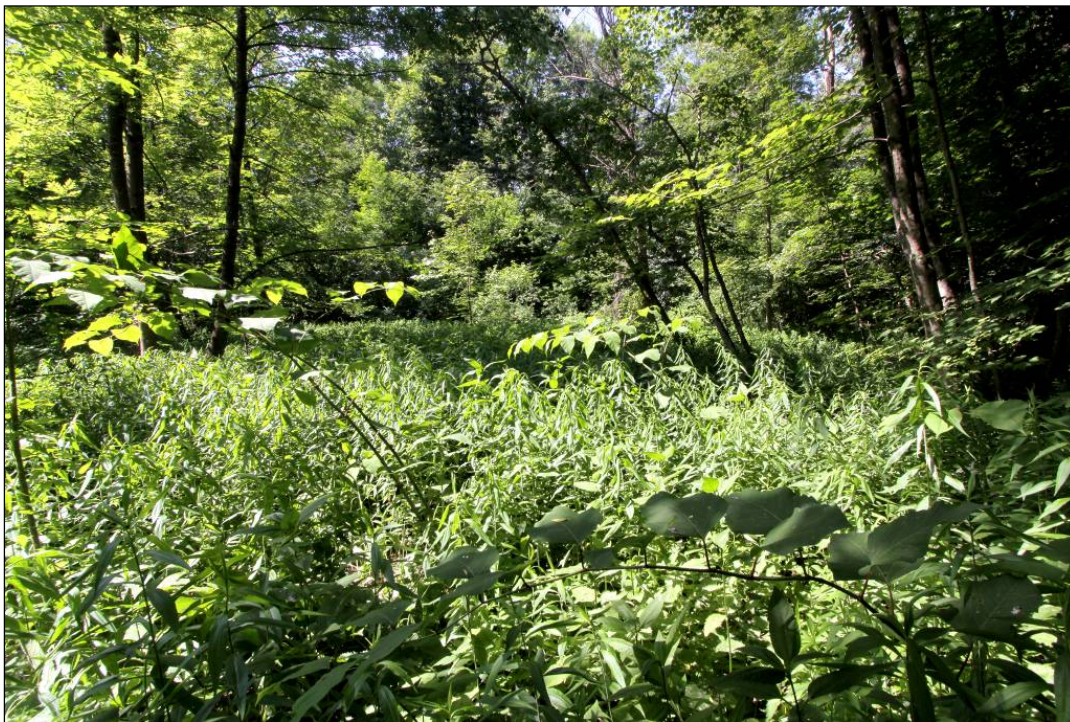
Po dosedanjih ocenah bi v proučevanih mestnih in primestnih gozdovih med drevesnimi vrstami lahko imela večji vpliv predvsem robinija. Vendar pa imamo od te vrste tudi številne koristi, kot npr. stabilizacija neustaljenih podlag, les za kurjavo, uporabnost za čebelarstvo, okrasni vidiki itd. V preučeni 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 22. Drobnocvetna nedotika (*Impatiens parviflora*) je invazivna tujerodna vrsta, ki smo jo našli na ploskvi Rožnik in ploskvi Gameljne-topol. (Foto: Lado Kutnar)



Slika 23. Na monitorinški ploskvi Rožnik se izven vegetacijskih ploskev pojavlja tudi navadna bodika (*Ilex aquifolium* L.). Semena bodike so domnevno iz bližnjih vrtov in parkov zanesle živali. (Foto: Lado Kutnar)



Slika 24. 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 25. 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 je steblo gostodlakavo. (Foto: Lado Kutnar)



Slika 26. 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 z 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 27. 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 28. 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)

### **1.3.1.5 PRENOS ZNANJ**

#### **\* 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, JURC, Dušan, KOBAL, Milan, KRAJNC, Robert, KUTNAR, Lado, LEVANIČ, Tom, MALI, Boštjan, OGRIS, Nikica, RUPEL, Matej, SENČAR, Natalija, SIMONČIČ, Primož, SINJUR, Iztok, SKUDNIK, Mitja, HREN, 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, marec 2013, letn. 18, št. 3, str. 32-33, ilustr. [COBISS.SI-ID 3586470]

#### **\* POSTER na delavnici »Intenzivno spremljanje stanja gozdov«, 19. 9. 2013**

KUTNAR, Lado, ELER, Klemen. Invazivne tujerodne rastlinske vrste v mestnih in primestnih gozdovih Ljubljane. 2013

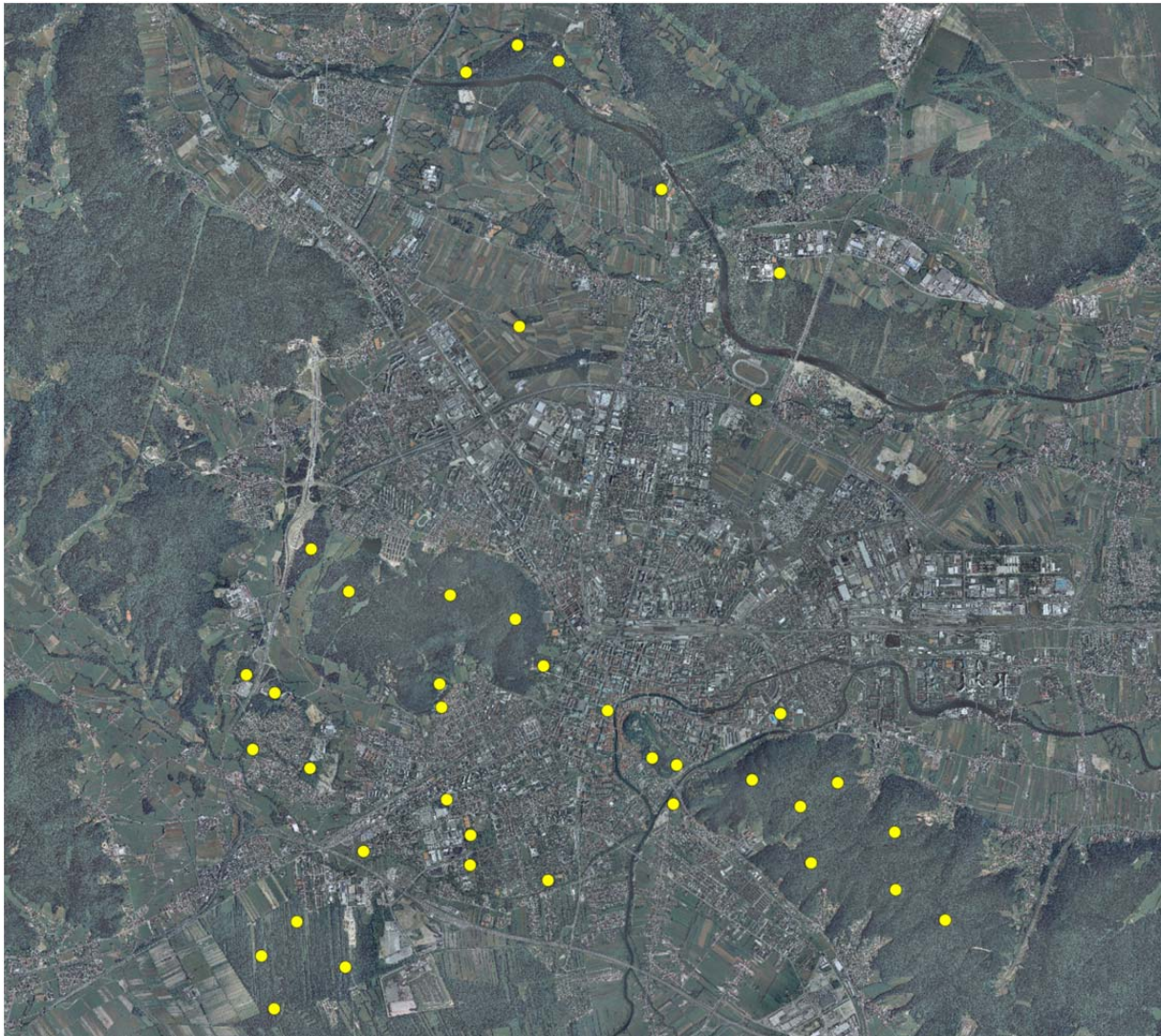
#### **\* INFORMATIVNA TABLA na delavnici »Intenzivno spremljanje stanja gozdov«, 19. 9. 2013**

KUTNAR, Lado, Spremljanje rastlinskih vrst v urbanih gozdovih. 2013

### 1.3.2 Ptice

Živali so pomemben člen v delovanju gozdnih ekosistemov. Pojavnost ptic je pomemben pokazatelj motenj v gozdnem prostoru, njihovo prehranjevanje pa omogoča raznos semena in omejevanje žuželk, ki škodujejo drevju.

V gozdovih znotraj in na obrobju mesta Ljubljane je bilo postavljenih 39 opazovalnih točk (Slika 29). Prvo opazovanje je potekalo aprila, drugo pa konec maja oziroma začetek junija 2013. Na vsaki točki opazovanja smo posebej zabeležili in prešteli vse vrste, ki so bile prisotne v območju polmera 25 m, v območju polmera 50 m in izven polmera 50 m. Predhodni rezultati kažejo na prisotnost 51 različnih vrst ptic, skupno pa je bilo opaženih 1246 osebkov. Vrste, ki so se pojavljale najpogosteje so velika sinica, črnoglavka, ščinkavec, kos, siva vrana in taščica. Vijeglavka, črna žolna in pivka, so bile edine vrste iz Ptičje direktive, ki so bile opažene med štetjem. V Ljubljani se pojavljajo 104 različne vrste ptic gnezdk (Tome in sod., 2011), kar sovпада z rezultati raziskav iz drugih evropskih mest podobnega (Ferenc in sod., 2013). V naši raziskavi, ki je potekala v urbanih gozdovih na območju Ljubljane in njene okolice, smo zabeležili 51 različnih vrst ptic gnezdk, kar predstavlja kar 49 % vseh ptic, ki se pojavljajo na območju Ljubljane. Iz ugotovljenih rezultatov lahko povzamemo, da je urbani gozd pomemben dejavnik, ki vpliva na diverzitetu vrst ptic gnezdk v Ljubljani, saj je skoraj polovica teh vrst vezana na gozd.

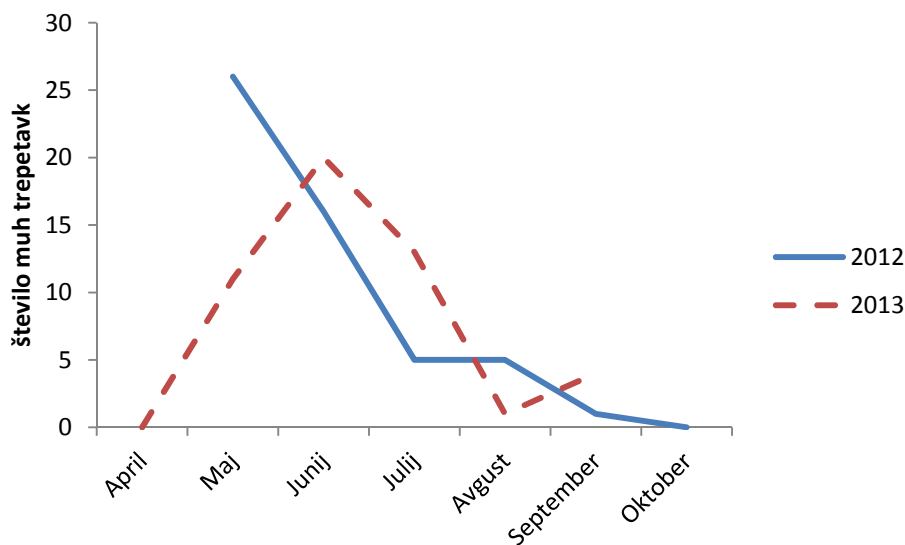


Slika 29: 39 točk za popis ptic v Ljubljani in okolici. (Pripravil: Maarten de Groot)



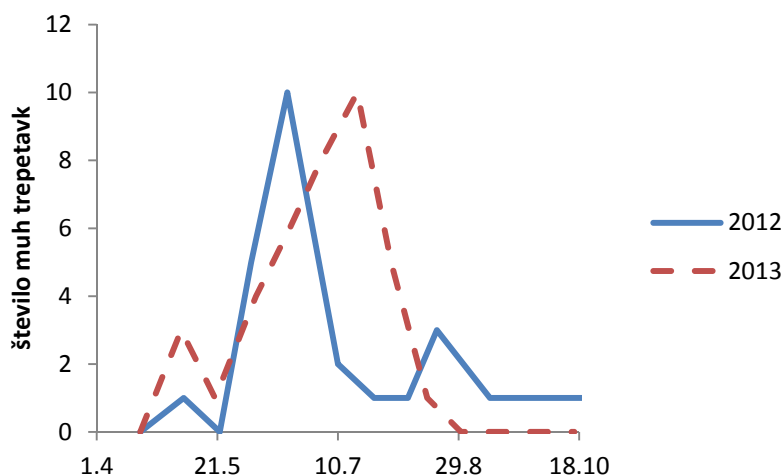
### 1.3.3 Muhe trepetavke

Tudi v letu 2013 smo v okviru projekta EMO nFur spremljali muhe trepetavke (*Diptera: Syrphidae*). V tem letu so bile uporabljene naslednje metode spremljanja: 1) metoda transektov in 2) malaisove pasti. Transekti so bili narejeni na območju Rožnika in Gameljn. Dolžina transekta na Rožniku je znašala 220 m, dolžini transektov na dveh mestih v Gameljnah pa 128 m (Gameljne 1) in 176 (Gameljne 2). Tekom leta je bilo štetje muh trepetavk izvedeno 7-krat, potekalo pa je med 11:00 in 14:00 uro. Malaisova past je bila postavljena na območju Rožnika, za stavbo Gozdarskega Inštituta Slovenije, tako kot leta 2012. Postavljena je bila v začetku aprila 2013, praznjenje pa je potekalo v dvo-tedenskih intervalih, vse do konca oktobra 2013.



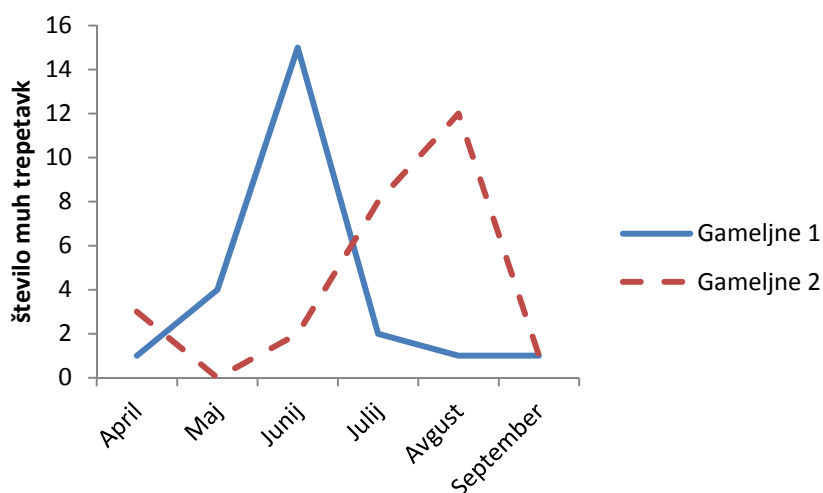
Slika 30: Opazovano število muh trepetavk po metodi transektov na območju Rožnika v letih 2012 in 2013. (Izdela: Maarten de Groot)

Skupno je bilo na transektu na območju Rožnika najdenih 49 osebkov iz 24 različnih vrst muh trepetavk. Vrste, ki sta se pojavljali najpogosteje sta bili *Episyrphus balteatus* (12 osebkov) in *Paragus albifrons* (6 osebkov). Opazili smo tudi tri saproksilne vrste: *Xylota jakutorum*, *X. segnis* in *X. sylvarum*. V primerjavi z letom 2012, so muhe trepetavke začele letati pozneje (Slika 30), kar je najverjetneje bila posledica daljšega obdobja nizkih temperatur v maju. Vrh aktivnosti muh trepetavk je bil junija.



Slika 31: Število muh trepetavk ujetih v malaisove pasti na območju Rožnika v letih 2012 in 2013. Na osi x je prikazan datum v letu. (Izdelal: Maarten de Groot)

V letu 2013, je bilo v malaisove pasti skupno ujetih 38 osebkov. Najzanimivejši sta bili saproksilni vrsti *Brachypalpus sp.* in *Criorhina pachymera*. Skupno so bile najdene 4 saproksilne vrste. Opažena sta bila dva vrhova, eden v aprilu in drugi v juliju (Slika 31). Največja številčnost muh trepetavk je v letu 2012 dosegla vrh v drugem obdobju kot v letu 2013. Spomladanska številčnost je v obeh letih dosegla vrh ob istem času, med tem ko je bil vrh številčnosti v poletnem času leta 2013 dva tedna kasneje kot leta 2012.



Slika 32: Število muh trepetavk na transektih v Gameljnah v letu 2013. (Izdelal: Maarten de Groot)

Na transektih v Gameljnah je bilo ujetih 50 osebkov iz 21 različnih vrst muh trepetavk. Na objektu Gamljenje 1, je bilo najdenih 24 osebkov iz 14 različnih vrst. Večina muh trepetavk je bila ujeta junija (Slika 32). Najpogostejše vrste so bile *Eristalis tenax* (4 osebkov), *Episyrphus balteatus* (3 osebki), *Eristalis arbustorum* (3 osebki) in *Sphaerophoria scripta* (3 osebki). Zanimivo je izpostaviti *Eumerus ovatus*, ki se praviloma pojavlja predvsem na termofilnih travnikih. Na objektu Gameljne 2, je bilo najdenih 26 osebkov iz 11 vrst. Na tem transektu je bil vrh izletavanja zaznan v avgustu. Najpogostejši vrsti sta bili *Eristalis tenax* (10 osebkov) in *Episyrphus balteatus* (4 osebki). Razlike v številčnosti muh trepetavk med transektoma, so sovpadale s časom cvetenja rastlin. Rastline suhih travnikov s transektu 1 so večinoma cvetele junija, med tem ko je zlata rozga *Solidago gigantea* na transektu 2 cvetela avgusta in septembra, ter v tistem času pritegnila največ vrst.

## 1.4 Spremljanje zdravja gozda

### 1.4.1 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 je razvila slovenska skupina v okviru EMoNFUr projekta s ciljem izboljšanja metode in primerjave pridobljenih rezultatov s prvo metodo - imenujemo jo Metoda izboljšanja gospodarjenja z urbanimi gozdovi (UFMO).

Popis po obeh metodah smo opravili v juliju in avgustu 2013 v istem območju urbanega gozda na Rožniku v Ljubljani (Slika 33).

Z ISM metodo smo beležili naslednje podatke za vsako drevo na ploskvi: vrsta drevesa, % defoliacije, prizadeti del drevesa, podrobni opis prizadetega dela, lokacija 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, obžaganje, 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.

### 1.4.2 Obdelava podatkov

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

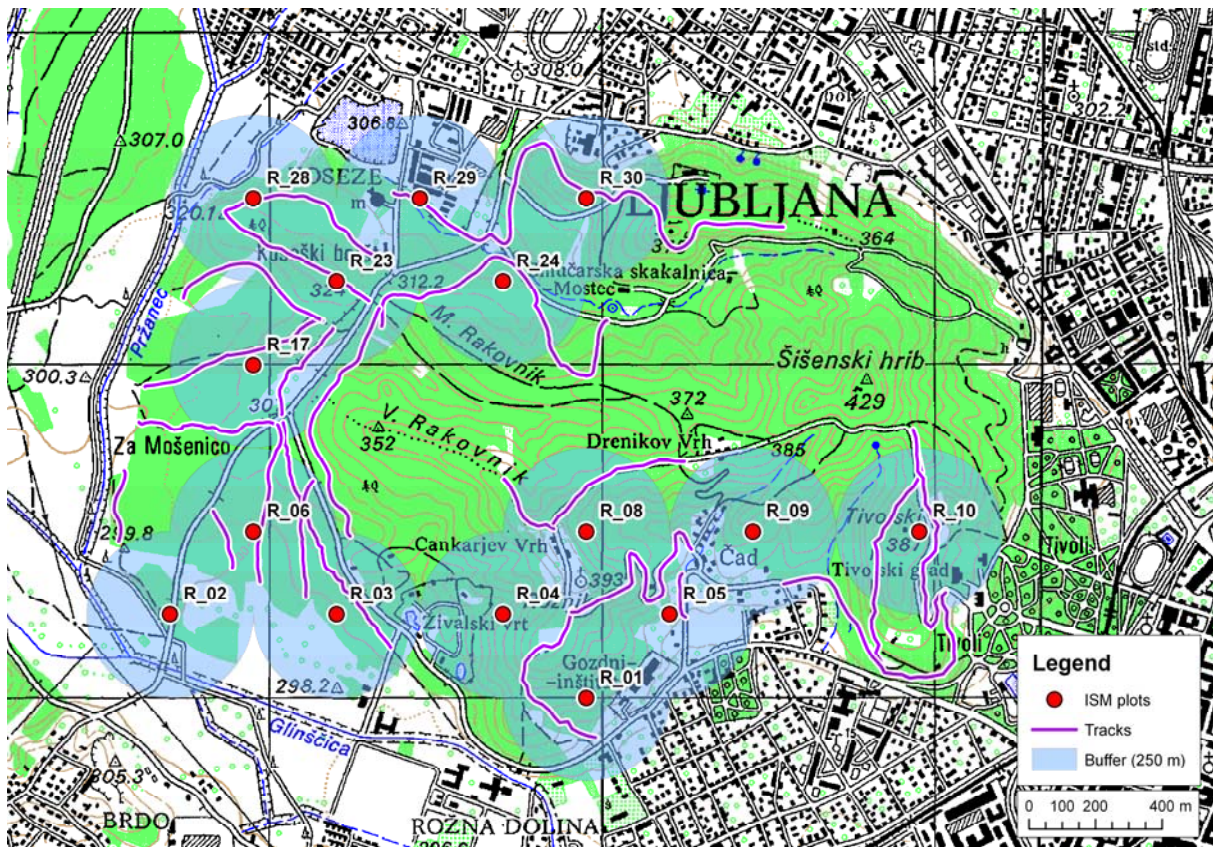
### 1.4.3 Predhodni rezultati

Ocenili smo stanje krošenj in škodljive dejavnike na 15 ISM ploskvah, katerih površina je znašala 92.0 arov (ar - 1/100 ha) in porabljeno je bilo 1,640 minut. Ocena po UFMO metodi je obsegala površino 518.1 arov in opravljena je bila v 1,700 minutah, t.j. 20 poti (traktov) v skupni dolžini 12.95 km in 2 m širok pas na vsaki strani poti, kjer smo izvajali popis (slika 1). Učinkovitost ISM metode je bila 17.8 minut/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 z ozirom na razmerje čas/površina (Preglednica 4). UFMO metoda je pokazala 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. Ugotovljamo, da je uspešnost UFMO metode presežala uspešnost ISM metode v vseh izbranih kriterijih.

Preglednica 4. Primerjava učinkovitosti med ISM in UFMO metodo

Kriterij uspešnosti	ISM	UFMO
površina (ar)	92.0	518.1
čas (minute)	1,640	1,700
čas/površina (minute/ar)	17.8	3.28
škodljivi dejavniki	40	62
drevesa	260	730
mrtva drevesa, pomembna*	13	181
Priporočeni ukrepi*	101	730

\*Komentar: pomembna mrtva drevesa so stoječa mrtva drevesa blizu sprehajalnih poti; priporočeni ukrepi so obsegali sanitarno sečnjo, obžaganje, redčenje, posek in drugi gojitveni ukrepi.



Slika 33. ISM popisne ploskve (ISM plots) in UFMO poti (UFMO tracks) na Rožniku v Ljubljani, kjer smo popisovali škodljive dejavnike. (Pripravil: Nikica Ogris)

Preglednica 5. Najpogostejši škodljivi dejavniki (prvih 15)

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>Apiognomonina</i> spp.	11	obviselo drevo - nagnjeno	16
suša	9	mrazna razpoka	15
<i>Tomicus minor</i> (mali borov stržentar)	9	<i>Rhytisma acerinum</i> (javorova katranasta pegavost)	14
<i>Tomicus piniperda</i> (veliki borov stržentar)	8	vetrolom	14
<i>Rhynchaenus fagi</i> (bukov rilčkar skakač)	8	<i>Lophodermium</i> spp.	13
		<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 5). 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 gozdnogojitveni ukrepi.

#### **1.4.4 Slabosti**

Najpomembnejša težava je bilo najti ustrezne kriterije za oceno ustreznosti metode, ker smo poskušali primerjati dve metodi z različnima zasnovama in namenoma.

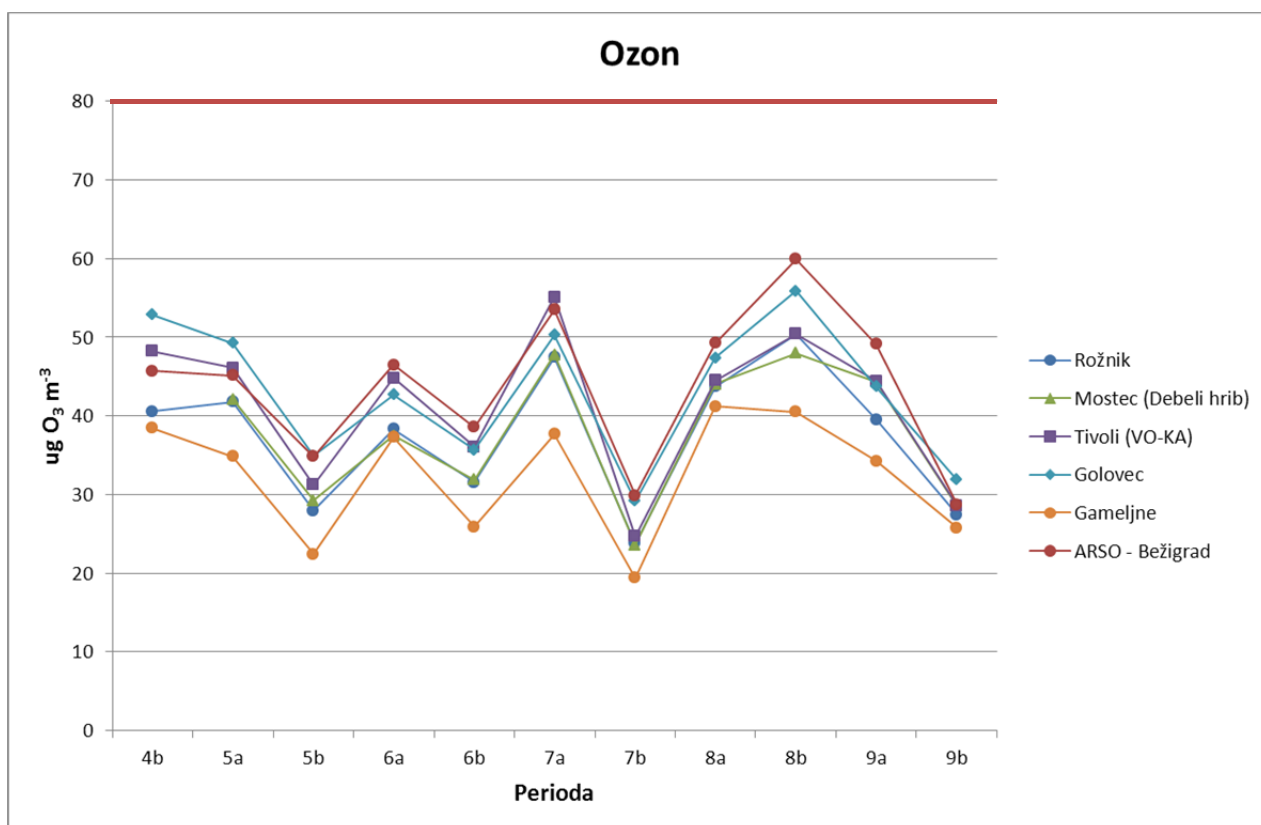
## 1.5 Spremljanje onesnaženosti zraka

Onesnaženost zraka s pasivnimi vzorčevalniki spremljamo na naslednjih lokacijah: Rožnik (GIS vrt), Rožnik (stolp), Mostec (Debeli hrib), Tivoli (VO-KA), Golovec, Gameljne ter ARSO (Bežigrad - Ljubljana), referenčna ploskev.

Onesnaženost zraka z ozonom (O<sub>3</sub>) spremljamo samo v času vegetacijske dobe drevja. Onesnaženost zraka s preostalimi škodljivimi plini, dušikovim dioksidom (NO<sub>2</sub>), žveplovim dioksidom (SO<sub>2</sub>) in amoniakom (NH<sub>3</sub>), smo pričeli spremljati spomladi 2013. Brez prekinitve bomo s to aktivnostjo nadaljevali do konca projekta, torej bomo opravljali merjenja tudi pozimi.

### 1.5.1 Spremljanje ozona

Ozon v ozračju spremljamo s pasivnimi vzorčevalniki - dozimetri, ki so sestavljeni iz ohišja in aktivnega filtra, ki »lovi« ozon z reakcijo oksidacije nitrata(III) v nitrat(V). Vzorčevalnike menjamo vsakih 14 dni - ena perioda. V Laboratoriju za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije dozimetre razstavimo in pripravimo na analizo. Do sedaj nismo imeli težav z izgubo oz. poškodovanjem dozimetrov.



Slika 34. Koncentracije ozona na EMonFUr ploskvah Rožnik v letu 2013. Rdeča črta predstavlja mejo AOT 40. (Izdelal: Daniel Žlindra)

V vegetacijskem obdobju v letu 2013 na ploskvah EMonFUr projekta nismo zasledili pomembno visokih koncentracij ozona (Slika 34). Vrednosti so se gibale med 20 in 60 mikrogrami ozona na kubični meter zraka ( $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ ), kar je znatno pod mejo AOT 40 (40 ppb oziroma 80 če je koncentracija ozona izražena v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - rdeča črta). Najvišje koncentracije smo pričakovano zabeležili na kontrolni ploskvi ARSO - Bežigrad, najnižje pa na ploskvi Gameljne.

### **1.5.2 Spremljanje drugih škodljivih plinov**

Prve preliminarne rezultate onesnaženosti ozračja z dušikovim in žveplovim dioksidom ter amoniakom, ki smo jih tudi spremljali v istem časovnem obdobju, njihovo spremljanje pa se nadaljuje tudi čez zimsko obdobje, pričakujemo v začetku leta 2014.

## 1.6 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 predstavljajo najprimernejšo obliko rabe tal za zadrževanje vode pri veliki količini padavin, za zaščito pred plazovi in zaščito pred kotalečim se kamenjem. V okviru hidroloških raziskav v urbanih gozdovih Mestne občine Ljubljana smo na podlagi pregleda različnih programov, projektov in monitoringov določiti najpomembnejše indikatorje (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 indikatorje smo na izbranih monitorinških lokacijah Rožnik in Gameljne – Tacen v testnem obdobju tudi spremljali. Na podlagi teh meritev bomo podali oceno mejnih vrednosti indikatorjev za izbrane monitorinške lokacije ter pripravili priporočila za krepitev ekosistemskih storitev (*ecosystem services*), ki se nanašajo na uravnavanje količine in ohranjanje kakovosti vodnih virov v obravnavanih urbanih gozdovih.

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

### 1.6.1 Monitorinška lokacija Rožnik

Hidrološke raziskave na monitorinški lokaciji Rožnik so se pričele 5.11.2012 in obsegajo redno spremljanje:

a) vodostajev in pretoka potoka v neposredni bližini ploskve na odprtem in ploskve v sestoji za spremljanje depozitov. Meritve vodostaja izvajamo v 6'' Parshallovem prelivu za spremljanje količine pretoka vsako drugo 14-dnevno periodo z manualnimi meritvami ter kontinuirano v 30 minutnem interval z avtomatsko tlačno sondo za spremljanje višine vode (HOBO U20 Water Level Data Logger - U20-001-01)

b) kakovosti vode v potoku, kar izvajamo vsako drugo 14-dnevno periodo 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) ter s kemijskimi analizami vzorca vode iz potoka v Laboratoriju za gozdno ekologijo za naslednje parametre:

- pH
- Elektroprevodnost
- Alkaliteta
- Kationi: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>
- Anioni: Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- Ntot
- TOC/DOC
- Al, Fe, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni

Prve preliminarne rezultate bomo predstavili na zaključni konferenci projekta.





Slika 35. Meritve kakovosti vode v potoku s prenosnim merilnim inštrumentom HQ40d Multi meter (HachLange). (Foto Urša Vilhar)

### 1.6.2 Monitorinška lokacija Gameljne – Tacen

Monitorinška lokacija Gameljne - Tacen obsega štiri raziskovalne ploskve: P2 (topol), P3 (rdeči bor), P4 (na prostem), P5 (topol - mladje na otoku), kjer potekajo monitorinške aktivnosti v skladu z ICP Forests metodologijo od 6.11.2012 dalje. 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 36). 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. Prve preliminarne rezultate bomo predstavili na zaključni konferenci projekta.



Slika 36. 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 m in 0,3 m. (Foto Urša Vilhar)

### 1.6.3 Slabosti

Upravljanje z urbanimi gozdovi v povirjih obsega gospodarjenje z gozdovi z namenom varovanja, obnavljanja in ohranjanja kvalitete in količine vode, pretokov ter celotnih povodij (Anonymus 2003). Da bi podali oceno, kakšne so mejne vrednosti izbranih kazalnikov ter v kolikšni meri gozdovi v povirju Rožnika izvajajo tovrstne ekosistemske storitve, so potrebne številne dolgoletne meritve različnih kazalnikov. Ker so naše aktivnosti omejene s časom trajanja projekta, obstaja nevarnost, da bodo naše ocene ter priporočila za krepitev ekosistemskih storitev, ki se nanašajo na uravnavanje količine in ohranjanje kakovosti vodnih virov v obravnavanih urbanih gozdovih, le preliminarne narave.

## 1.7 Spremljanje depozitov

Na lokaciji Rožnik sta v skladu z metodologijo dve smiselno povezani ploskvi: ploskev na odprtem in ploskev v sestoju. Na obeh spremljamo količino in kakovost depozitov. Na prostem za to uporabljamo lije premera 24 cm in 8 litrsko zbirno posodo, v sestoju pa žlebiče dolžine 2 metrov in širine 9 mm. Pozimi žlebiče nadomestimo s korneti premera 24 cm zaradi padavin v obliki snega.

Vzorčimo vsakih 14 dni, pri čemer se vzorce za analizo združuje z dveh 14-dnevnih period. Tako je v enem letu 13 period in vzorce teh period analiziramo.

V tokratnem poročilu smo poleg rezultatov z raziskovalne ploskve Rožnik uporabili tudi rezultate s ploskve Brdo (pri Kranju), na kateri že deset let spremljamo enake parametre. Podatki so primerni za primerjavo s tistimi iz urbanega gozda. Obe ploskvi leži v ljubljanski kotlini. Ploskev Brdo je locirana znotraj obsežnejšega gozdnega kompleksa z manjšim vplivom naselij, industrije, poljedelstva in ostalih človeških aktivnosti.

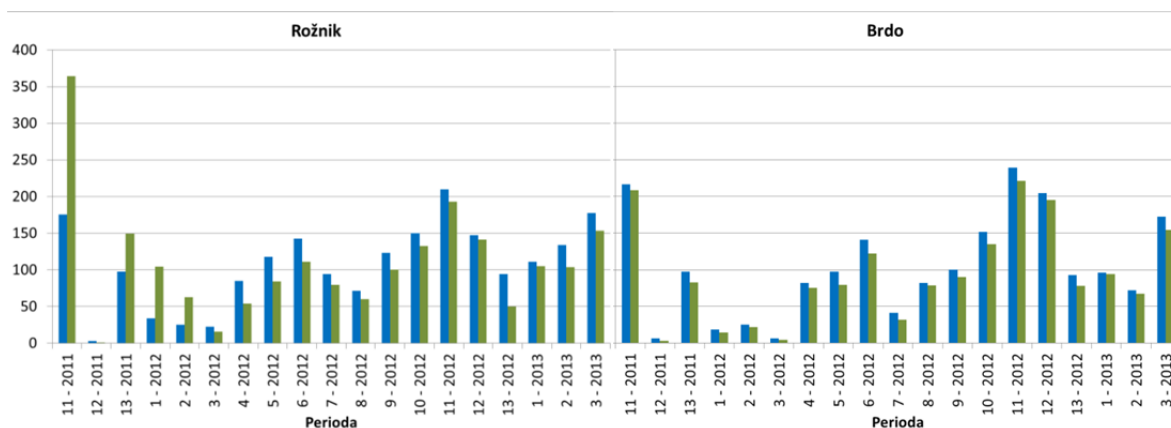
Vsi postopki vzorčenja, analiz in izračunov so na obeh raziskovalnih ploskvah enaki.

Od začetka spremljanja količine padavin (perioda 11, leto 2011) je bilo največ padavin na ploskvi Rožnik zabeleženo v 11. periodi leta 2012, ko je na prostem padlo skoraj 210 L/m<sup>2</sup> (Slika 37). Padavinski režim med oktobrom 2011 in marcem 2013 je bil različen. Zima v letu 2012 je bila zelo sušna, medtem ko je bil zima v letu 2013 zelo izdatna s padavinami.

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

Periodično nihanje količine padavin na ploskvi Brdo zelo sledi razmeram na ploskvi Rožnik. Tudi tu je bilo največ padavin na prostem v periodi 11-2012, najmanj pa v zimi 2011/2012.

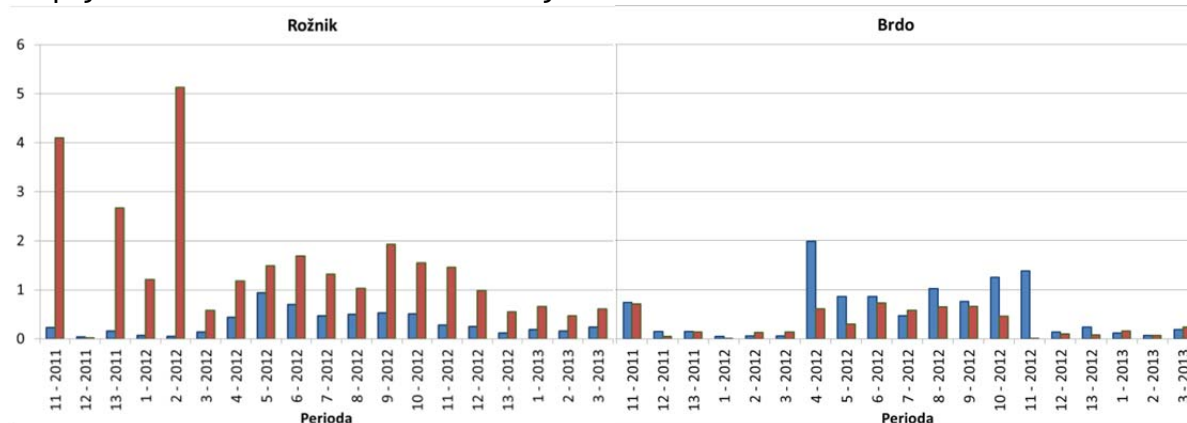
Vsako periodo je bilo na prostem padavin več kot v sestoju.



Slika 37. Količina padavin na prostem (modri stolpci) in v sestoju (zeleni stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v L/m<sup>2</sup>). (Izdelal: Daniel Žlindra)

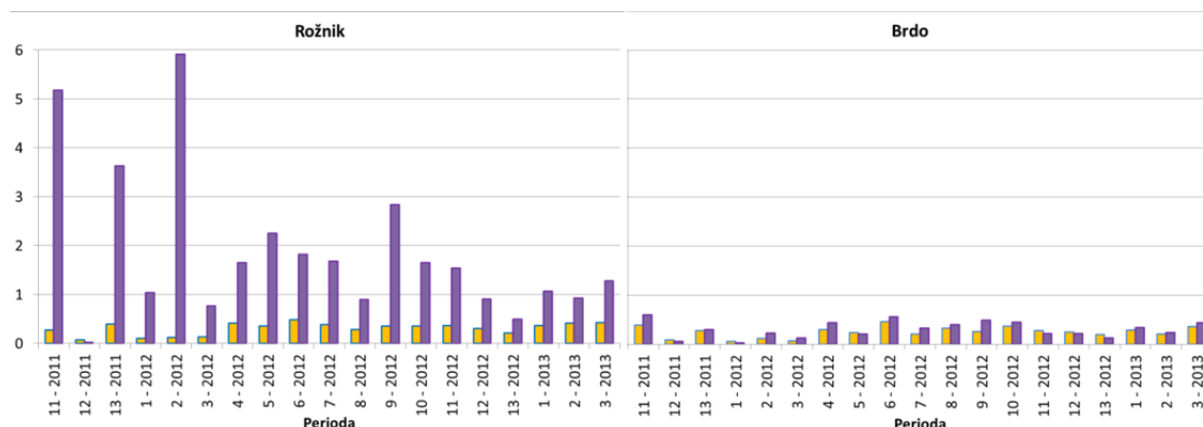
Kljub zelo podobnim količinskim razmeram med obema ploskvama, pa je na nivoju depozitov dušika v obliki amonija velika razlika. Na ploskvi Rožnik, za katerega lahko rečemo, da je zelo obremenjeno z aerosoli (trdnimi delci, dispergiranimi v zraku) - PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> (Bolte 2010), ki prispevajo k suhemu depozitu, je razmerje med depozitom 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 enako (v primeru nizkih koncentracij) ali manj (Slika 38). To kaže na različen vir nastanka amonija na obeh

ploskvah. Na ploskvi Rožnik smo zabeležili v večini period več kot  $1 \text{ kg N ha}^{-1}$  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 padavinskem dogodku 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 kater bi se amonij vezal in skupaj s trdnimi delci akumuliral v krošnjah dreves.



Slika 38. Depozit dušika v amonijevi obliki na prostem (modri stolpci) in v sestoju (rdeči stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v kg N/ha). (Izdelal: Daniel Žlindra)

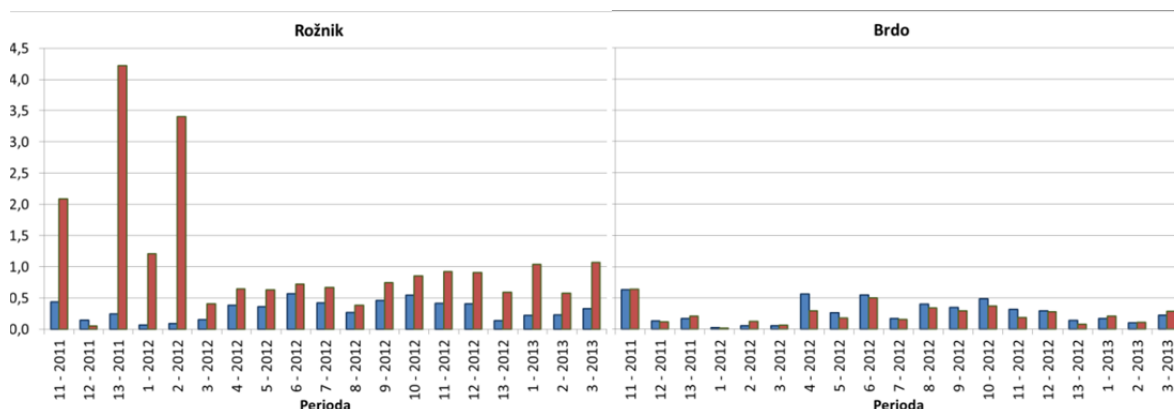
Še bolj različni sta sliki nitratnega dušika na obeh ploskvah (Slika 39). Če sta povprečna depozita nitratnega dušika na periodo na prostem skoraj enaka ( $0,31 \text{ kg N ha}^{-1}$  oz.  $0,25 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) na obeh ploskvah, pa je ogromna razlika med depozitom nitratnega dušika v sestoju. Na ploskvi Rožnik smo zabeležili povprečno na periodo 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 39. Depozit dušika v nitratni obliki na prostem (rumeni stolpci) in v sestoju (vijolični stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v kg N/ha). (Izdelal: Daniel Žlindra)

Količine žvepla v depozitih na prostem so med ploskvama zelo primerljive, tako po količini kot po letnem vzorcu (Slika 40). V obeh primerih smo izmerili zelo podoben povprečni vnos žvepla na periodo ( $0,31$  oz.  $0,27 \text{ kg S ha}^{-1}$ ). Zopet pa je razlika v vnosu žvepla pri depozitih v sestoju. Zaradi istih vzrokov (promet, prašni delci, suhi depozit na krošnjah) se depozit žvepla v sulfatni obliki na ploskvi Rožnik v sestoju poveča skoraj za štirikrat ( $1,1 \text{ kg S ha}^{-1}$ ), med tem ko se depozit žvepla na ploskvi Brdo v sestoju celo zniža povprečno na  $0,23 \text{ kg S ha}^{-1}$ . Letni trend na ploskvi Rožnik nakazuje povišanje v zimskih mesecih, saj ob siceršnjem

primarnem viru žvepla (dizel motorji) svoje dodajo še individualna kurišča na premog, kurilno olje in tudi na lesno biomaso.



Slika 40. Depozit žvepla v sulfatni obliki na prostem (modri stolpci) in v sestoju (rdeči stolpci) na ploskvah Rožnik in Brdo (v kg S/ha). (Izdela: Daniel Žlindra)

V obdobju devetnajstih period, kar ustreza približno letu in pol, smo izmerili skupaj 11,8 kg dušika na hektar površine ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) na prostem in kar 62,4 kg  $\text{N ha}^{-1}$  v sestoju (Preglednica 6). 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).

Izmerjen depozit žvepla na ploskvi Rožnik je dosegel v istem časovnem obdobju (približno leto in pol) vrednosti kar 20,1 kg  $\text{S ha}^{-1}$  (Preglednica 7). Za primerjavo, na ploskvah, ki ležijo znotraj večjih gozdnih sestojev (Trnovski gozd, zahodna Kočevska) je bil ta depozit na letni ravni (2012) do 5 kg  $\text{S ha}^{-1}$ .

Preglednica 6. Akumulirani depoziti v razdobju devetnajstih 28-dnevnih period na ploskvi Rožnik

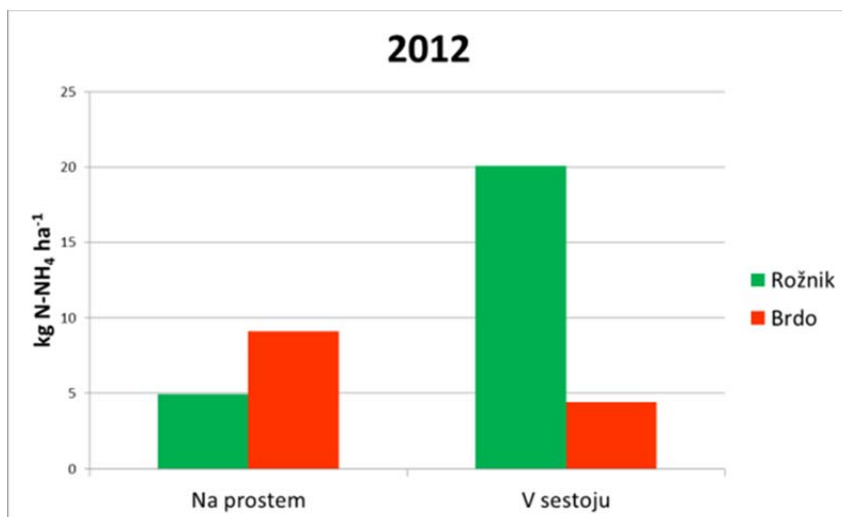
	N-NH <sub>4</sub> kg ha <sup>-1</sup>	N-NO <sub>3</sub> kg ha <sup>-1</sup>	S-SO <sub>4</sub> kg ha <sup>-1</sup>
<b>Na prostem</b>	6,0	5,8	5,9
<b>V sestoju</b>	27,9	34,5	20,1

V istem časovnem obdobju smo izmerili na ploskvi Brdo naslednje vrednosti depozitov:

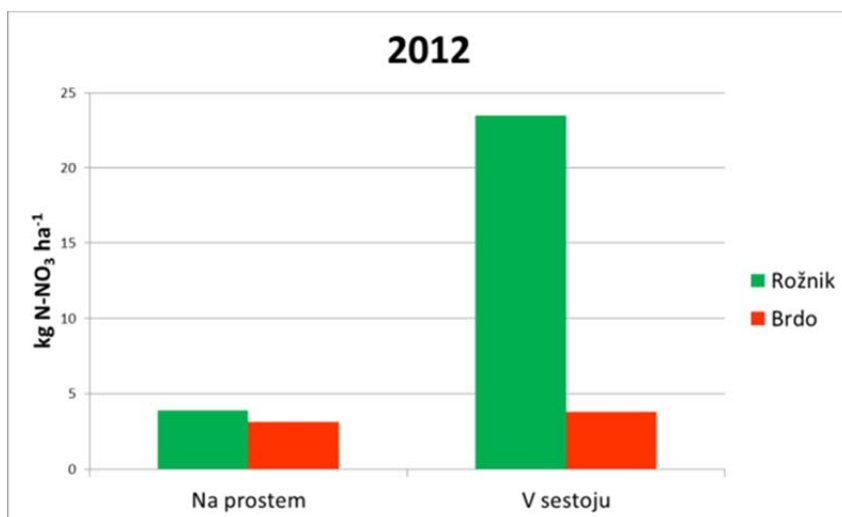
Preglednica 7. Akumulirani depoziti v razdobju devetnajstih 28-dnevnih period na ploskvi Brdo

	N-NH <sub>4</sub> kg ha <sup>-1</sup>	N-NO <sub>3</sub> kg ha <sup>-1</sup>	S-SO <sub>4</sub> kg ha <sup>-1</sup>
<b>Na prostem</b>	10,5	4,7	5,0
<b>V sestoju</b>	5,7	5,7	4,4

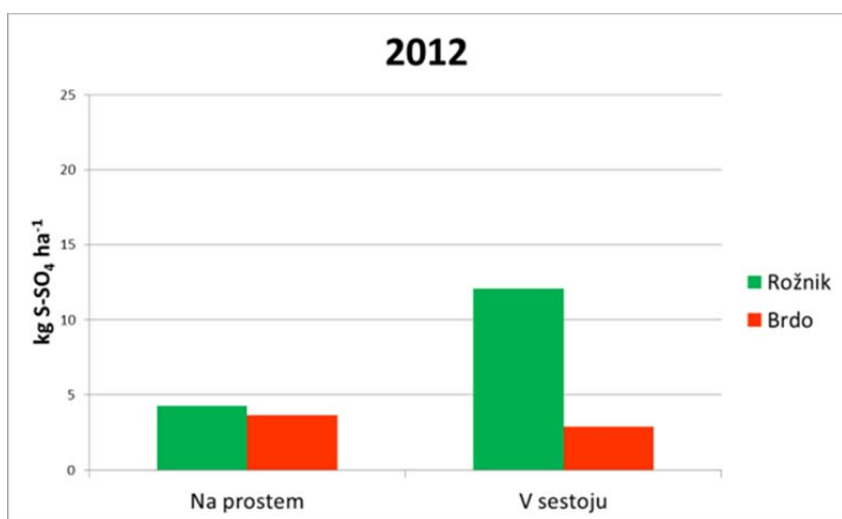
Če primerjamo vrednosti za leto 2012 (celotno leto), se razmerja ne spremenijo (Slike 41 - 43). Količine depoziti na prostem so si zelo podobne, razen amonija, kjer ga je več v »ruralnem« gozdu (vpliv kmetijskih površin). V sestoju pa se količina depozitov na ploskvi Rožnik (>urbani gozd<) močno poveča, v prvi vrsti zaradi vpliva prašnih delcev v ozračju.



Slika 41. Razmerje depozita dušika v obliki amonija na prostem in v sestoju na ploskvah Rožnik in Brdo. (Izdelal: Daniel Žlindra)



Slika 42. Razmerje depozita dušika v obliki nitrata na prostem in v sestoju na ploskvah Rožnik in Brdo. (Izdelal: Daniel Žlindra)



Slika 43. Razmerje depozita žvepla v obliki sulfata na prostem in v sestoju na ploskvah Rožnik in Brdo. (Izdelal: Daniel Žlindra)

## 1.8 Biomonitoring z mahovi - spremljanje onesnaženosti urbanih in periurbanih gozdov v MOL

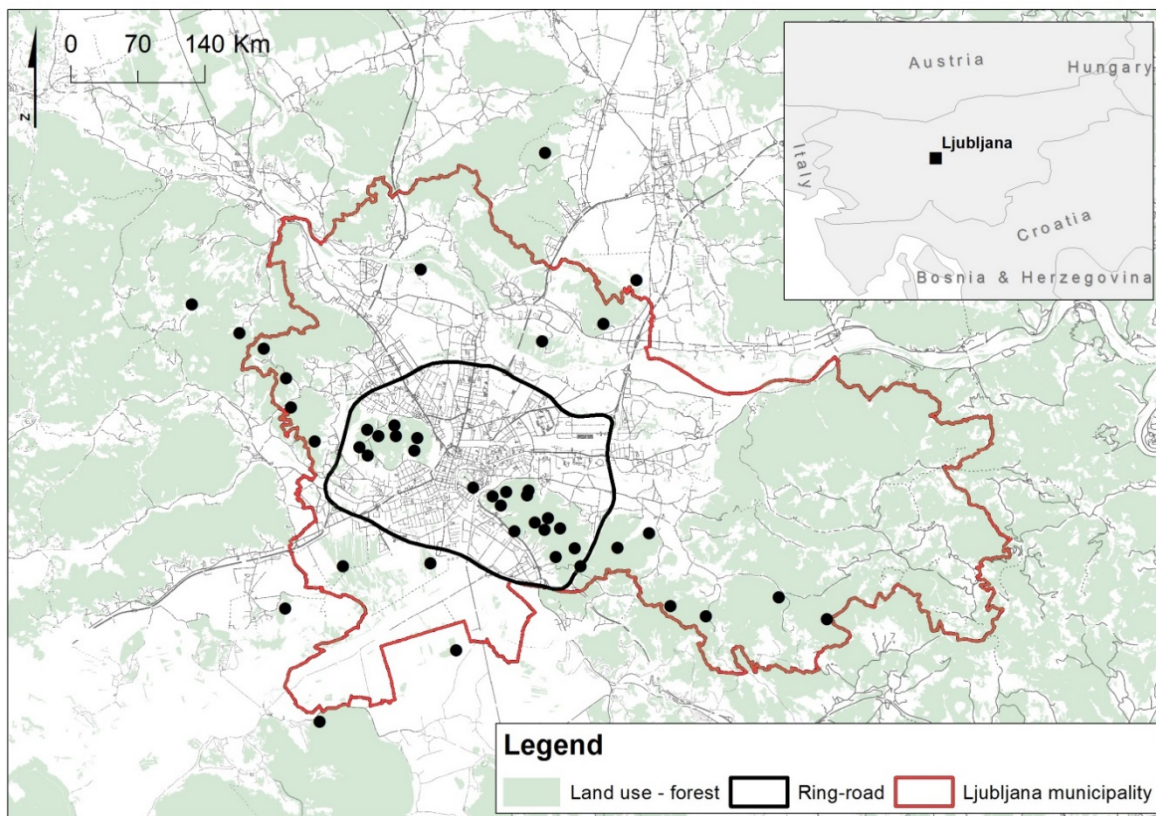
### 1.8.1 Območje Mestne občine Ljubljana

Kompleksni sistemi interakcij in razmerij med onesnažili ter ekosistemom otežuje zbiranje kakovostnih informacij o količini in prostorski distribuciji onesnažil. 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 takšnega pristopa je, da je enostavnejši in cenejši kot klasično spremljanje kvalitete padavin in zraka. Posledično lahko s tovrstnim načinom spremljanja dosežemo bistveno večjo gostoto vzorčenja in s tem boljše prostorske informacije (Harmens *et al.*, 2011).

V naši raziskavi smo uporabili vrsto mahu *Hypnum cupressiforme* Hedw (Slika 46). Mahove smo vzorčili v avgustu 2013 na 44 lokacijah (Slika 44, Slika 45). Mesta vzorčenja smo razdelili v dve kategoriji, in sicer na mestne gozdove, ki se nahajajo znotraj mestnega avtocestnega obroča (Rožnik 8 lokacij in Golovec 14 lokacij, skupaj 22 lokacij) in primestne gozdove zunaj avtocestnega obroča (22 lokacij). Lokacije zunaj avtocestnega obroča smo nadaljnje 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 pod-vzorcev, ki so bili nabrani na površini cca. 50 x 50 m. Mahovi so bili vzorčeni vsaj 1 m od najbližje projekcije krošnje in vsaj 100 m od glavne ceste, naselja in industrije. S tem smo se želeli izogniti lokalni onesnaženosti lokacije vzorčenja mahu.

Na vsakem mestu vzorčenja smo na površini 25 m<sup>2</sup> popisali mahovne vrste in ocenili pokrovnost v odstotkih.



Slika 44. Lokacije vzorčenja mahov v mestni občini Ljubljana. (Pripravil: Mitja Skudnik)



Slika 45. Delo na terenu. (Foto: Mitja Skudnik)

Preko zime 2013/14 bomo nabrane vzorce posušili na sobno vlago in jih očistili vseh delcev substrata in zemlje. Za laboratorijsko analizo bomo uporabili le zeleni, živi del mahu, ki je prirasel v zadnjih treh letih. 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 bodo opravljene v laboratoriju oddelka Znanosti o okolju na Inštitutu Jožef Štefan.

### 1.8.2 Preliminarni rezultati

Na vseh lokacija je bilo skupaj zabeleženih 296 vrst mahov od tega 56 različnih vrst kar predstavlja polovico 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 naši raziskavi 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 46. Mah vrste *Hypnum cupressiforme* Hedw. ali »Štorovo sedje«. (Foto Mitja Skudnik)



## 1.9 Talne razmere

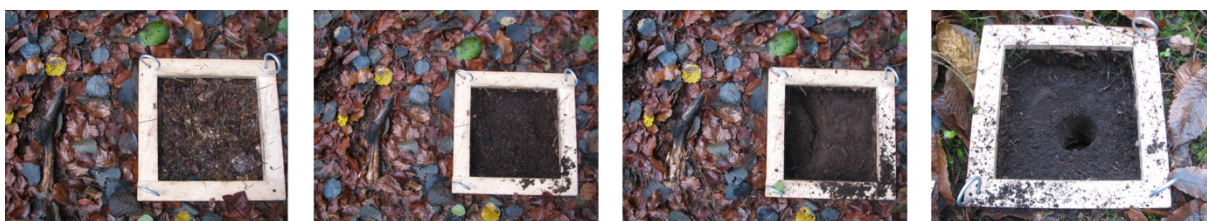
V skladu s sprejetim protokolom (Akcija 5) poteka intenzivno analiziranje talnih razmer, ki smo razdelili v tri sklope:

- vzorčenje tal na 31 ploskvah v sistemu stalnih vzorčnih ploskev, na katerih se izvaja tudi gozdna inventura in ocena zdravstvenega stanja dreves (Slika 47, Slika 48);
- Intenzivno vzorčenje tal na raziskovalnih ploskvah na monitorinških lokacijah: 1 raziskovalna ploskev na monitorinški lokaciji Rožnik, 3 raziskovalne ploskve na monitorinški lokaciji Gameljne - Tacen
- Intenzivno vzorčenje tal po genetskih horizontih tal in opis talnega profila na raziskovalnih ploskvah na monitorinških lokacijah: 1 raziskovalna ploskev na monitorinški lokaciji Rožnik, 3 raziskovalne ploskve na monitorinški lokaciji Gameljne - Tacen.



Slika 47. Vzorčenje na točkah sondiranja. (Foto: Aleksander Marinšek)

Talni vzorci se zbirajo v Laboratoriju za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije, kjer bodo določili prehranske razmere v gozdu na Rožniku ter morebitne obremenitve s težkimi kovinami s pomočjo kemijskih analiz: količina ogljika, žvepla, pH, dozdevna gostota, hranila (N,P, K, Ca, Mg, Mn), težke kovine (Cd, Cr, Pb, Zn, Cu) v tleh.



Slika 48. Odvzem materiala za laboratorijske analize. (Foto: Aleksander Marinšek)

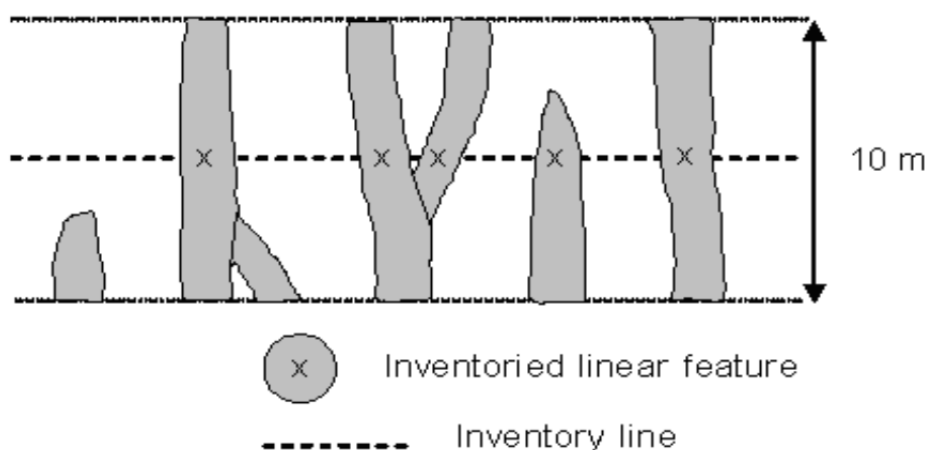
Z intenzivnim vzorčenjem tal dodatno določamo tudi teksturo tal in kationsko izmenjevalno kapaciteto tal, kar nam bo dalo informacijo o pufrskih sposobnostih gozdnih tal za onesnažila na območju Rožnika in v Gameljnah. Hkrati za vzorce tal določamo tudi vodno-zračne lastnosti tal (pF - krivuljo s točko venenja in poljsko kapaciteto tal za vodo), s čimer bomo ocenili sposobnost tal za zadrževanje vode ter določili tudi nevarnost sušnega stresa na rastle na teh dveh lokacijah.

Vsa vzorčenja tal bodo končana v novembru 2013. Prve rezultate pričakujemo v marcu 2014.

## 1.10 Obiskanost urbanih gozdov

### 1.10.1 Obremenjenost urbanih gozdov izven načrtovanih poti

Mesni in primestni gozdovi so bistveno bolj obremenjeni s strani obiskovalcev gozda kot ostali gozdovi. 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 in ob večjih količinah padavin se tako poveča tudi verjetnost za nastanek erozijskih jarkov. Ker je podrobno snemanje različnih kategorij poti zamudno, smo želeli na mestnih gozdovih Ljubljane 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 49). 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 ostalih linijskih objektov (Esseen P. A. in sod. 2007).

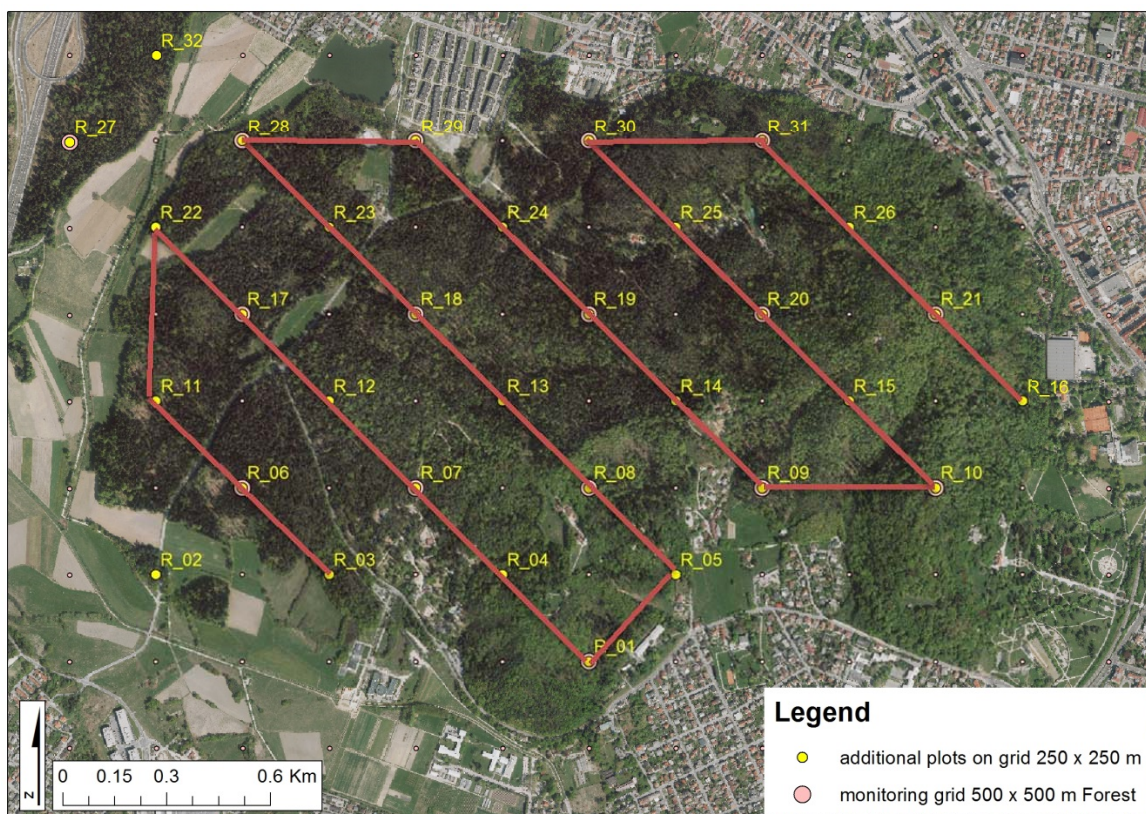


Slika 49. Linijsko vzorčenje (Povzeto po Esseen P. A. in sod. 2007).

LIS metodo smo testirali na primeru mestnih gozdov na Rožniku z namenom ugotavljanja dolžine sprehajalnih poti. Posnet je bil transekt dolžine cca. 14 km, 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 50).

Kategorije:

- 1 - cesta asfalt
- 2 - cesta makadam
- 3 - pot utrjena pesek
- 4 - pot utrjena brez zaščitne plasti
- 5 - pot neutrjena npr. vlaka
- 6 - steza gola močno shojena
- 7 - steza shojena -in delno še poraščena z vegetacijo
- 8 - steza komaj opažena (potlačena oz. shojena vegetacija)



Slika 50. Prostorski pregled transekt LIS. (Pripravil: Mitja Skudnik)

### 1.10.1.1 Preliminarni rezultati

Preglednica 8. Število presečišč transekt glede na kategorijo poti.

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
<b>Skupaj</b>	<b>257</b>

### 1.10.2 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 jih lahko uporabili za napajanje sistemov za štetje, obstaja tudi nekaj krajev, kjer je treba uporabljati baterijsko napajanje. Da bi bil sistem za štetje prehodov čim manjši, da bi se izognili motnjam obiskovalcev in potencialnemu vandalizmu, mora sistem imeti nizko porabo energije, biti v majhnem ohišju in mora biti nameščen tako, da je praktično neviden. V okviru Laboratorija za elektronske naprave razvijamo lasten števec frekvence prehodov.

V začetku leta je potekalo prvo testiranje števcov na dovozu Gozdarskega inštituta Slovenije. Števci z zapisovalniki podatkov so bili nameščeni v vrsto v medsebojni razdalji 30 cm. Rezultati tega testiranja so prikazani v spodnji preglednici (Preglednica 9). Povprečna pričakovana zanesljivost je bila 4 %.

Preglednica 9. Število prehodov v 14 dneh testiranja.

Števec	Št. prehodov v 14 dneh	Povprečje	CV [%]
PR1	4244	4461.5	4.9
PR2	4434		0.6
PR3	4798		7.5
PR4	4427		0.8
PR5	4615		3.5
PR6	4251		4.7

9. 10. 2013 smo 6 senzorjev za spremljanje frekvence prehodov namestili na lokaciji Rožnik, na tri tipe poti - steza, pot, cesta, na vsak tip po dva senzorja. Senzorji so ves čas v pripravljenosti in zabeležijo prehod z zapisom časa na sekundo natančno.

Podatki s senzorjev se shranjujejo v podatkovni bazi v rednih 14-dnevnih intervalih. Prehodi se bodo spremljali tudi v zimskem času. Meritve so namenjene testiranju naprav. O rezultatih bomo poročali, ko bo sistem validiran, predvidoma spomladi 2014.

## 2 Predstavitve/disemenacija vsebin, rezultatov naloge

### 2.1 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 "Core indicators for provisioning of fresh water, water purification and flood regulation services in urban forests."

### 2.2 Konferenca EFUF 2013

Na konferenci Evropskega foruma za urbano gozdarstvo, ki je potekala od 6. do 11. maja 2013 v Milanu, smo raziskovalci Gozdarskega inštituta Slovenije in članica Odbora uporabnikov dr. Lena Marion iz podjetja TISA, d.o.o., imeli kar šest predstavitev in poster:

- dr. Vilhar Urša »Towards a harmonized monitoring of water provisioning, regulating and purifying services in urban forests«
- dr. Maarten de Groot »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. Maarten De Groot »Improvement of urban forest health monitoring«
- dr. Urša Vilhar »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>

### 2.3 Članki in druge objave v tiskanih medijih

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,

BOŽIČ, Gregor, DE GROOT, Maarten, DROLC, Tina, ELER, Klemen, FERLAN, Mitja, FLAJŠMAN, Katarina, GRBEC, Samo, GREBENC, Tine, HAUPTMAN, Tine, JAGODIČ, Špela, JAPELJ, Anže, JURC, Dušan, KOBAL, Milan, KRAJNC, Robert, KUTNAR, Lado, LEVANIČ, Tom, MALI, Boštjan, OGRIS, Nikica, RUPEL, Matej, SENČAR, Natalija, SIMONČIČ, Primož, SINJUR, Iztok, SKUDNIK, Mitja, HREN, 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*, marec 2013, letn. 18, št. 3, str. 32-33

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.

## 2.4 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/>.

## 2.5 Delavnica o intenzivnem spremljanju stanja (urbanih) gozdov

Gozdarski inštitut Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije sta 19.9.2013 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 prenosa znanja strokovni in splošni javnosti.

Sodelovanje z Zavodom za gozdove Slovenije je ključno za aktivnosti, ki potekajo po celi Sloveniji, saj je s svojo mrežo lokalnih izpostav in gozdarjev, ki poznajo lokalne posebnosti povezane z gozdovi.



Slika 51. Kabinetni del delavnice na Gozdarskem inštitutu Slovenije. (foto: Andrej Verlič)

Na delavnico so bil 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 52. Terenski del delavnice v Gameljnah pri meteorološki postaji. (foto: Andrej Verlič)



Slika 53. 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 54. Utrinek s praktičnega dela delavnice na raziskovalni ploskvi na lokaciji Rožnik, ki jo je vodil g. Matej Rupel. (foto: Andrej Verlič)

## 2.6 Predstavitve učencem, dijakom in študentom

### 2.6.1 Delavnice za otroke

#### 2.6.1.1 Teden gozdov 2013

Ob tednu gozdov 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 in življenje ter dejavnosti v njem. Delavnica je potekala na Gozdarskem inštitutu Slovenije ter vrtu in gozdu okoli inštituta. Pot je vodila skozi urbani gozd po Rožniku 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: Oddelek za lesarstvo in Projektno skupino SloWolf LIFE+ v smislu plodnega mreženja LIFE+ projektov.

#### 2.6.1.2 Osnovne šole 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 svoje znanje in se praktično seznanili z učno snovjo ter delom.

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

### 2.6.2 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 55) smo se dogovorili, da pripravimo predlog organizacije seminarja za pedagoške delavce. Dogovori so v teku.



Slika 55. Sestanek z mag. Natalijo Györek z Inštituta za gozdno pedagogiko. (Foto: Matej Rupel)



### 2.6.3 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 56). Srednješolci in njihovi mentorji so prejeli priznanja za uspešno udeležbo na tekmovanju, ki je usmerjeno v spoznavanje gozdov in zavarovanih območij v Evropi.



Slika 56. 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 57. Dijakom je aktivnosti na lokaciji Rožnik predstavila vodja projekta, dr. Urša Vilhar, popestrila pa ga je s padavinami radodarna zima. (foto: Andrej Verlič)

Mladim raziskovalcem in njihovim mentorjem iz 8 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 raziskovalne ploskve, kjer potekajo aktivnosti spremljanja stanja urbanega gozda v okviru projekta EMoNFUr LIFE+ (Slika 57).

#### 2.6.4 Študenti - BEST

Društvo BEST Ljubljana - združenje študentov tehnologije in naravoslovja, je letos 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 58. Udeleženci tečaja na lokaciji Rožnik, kjer smo predstavili aktivnosti in pomen spremljanja stanja urbanih gozdov. (foto: Andrej Verlič)



Slika 59. Utrinek z oglada gozdov ljubljanskega Rožnika. (foto: Andrej Verlič)

15. julija 2013 smo za te študente organizirali predstavitev aktivnosti, ki potekajo v okviru projekta EMoNFUR LIFE+. Interaktivna debata o pomenu urbanih gozdov in spremljanju njihovega stanja je potekala tekom oglada gozdov od ljubljanskega Rožnika (Slika 59) do grajskega griča.



Slika 60. Zaključek poti na Ljubljanskem gradu. (foto: Andrej Verlič)

## 2.7 Informativne table

V okviru projekta bodo postavljene trajne informativne table dveh tipov. Manjše, ki bodo predstavljale posamezne vsebine monitoringa oziroma inventure in večje, kjer bo predstavljeno spremljanje stanja urbanih gozdov širše. Prve bodo postavljene na samih raziskovalnih ploskvah, slednje pa na območjih Rožnika in Gameljna na mesta, kjer jih bodo lažje videli mimoidoči.



Slika 61. Veliki tabli na lokacijah Rožnik (desno) in Gameljne (levo). (foto: Andrej Verlič)

Osnutki tabel so bili pripravljani že za delavnico »Intenzivno spremljanje stanja gozdov« (Slika 61, ), 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 g. Matej Rupel.



Slika 62. Levo – Mihej Urbančič med demonstracija talnega profila in desno – Urša Vilhar med demonstracijo monitoringa gozdno – hidroloških razmer na delavnici septembra 2013; v ozadju informativne table o gozdni vegetaciji, gozdnih tleh in gozdni hidrologiji. (foto: Andrej Verlič)



Slika 63. 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)

## 2.8 Splet in Facebook

Dogodke redno objavljamo na spletni strani Gozdarskega inštituta Slovenije ([www.gozdis.si](http://www.gozdis.si)) in Facebook profilu (Urban Forest EMO NFUR Project).

### 3 Viri

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.

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](http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL_GV.pdf)

Clarke N, Zindra D, Ulrich E, Mosello R, Derome J, Derome K, König N, Lövblad G, Draaijers GPJ, 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 RM: The use of passive sampling to monitor forest exposure to O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub>: a review and some case studies. Environmental Pollution 126 (2003) 301-311

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

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/>

Jogan, N., Eler, K., Novak, Š., 2012. Priročnik za sistematično kartiranje invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst. Zavod Symbiosis, Nova vas, 51 s.

Koutrakis P, Wolfson JM, Bunyaviroch A, Froehlich SE, Hirano K, Mulik JD: Measurement of Ambient Ozone Using a Nitrite-Coated Filter. *Anal. Chem.* 1993, 65, 209-214

Lesnik T., Žonta I., Pirnat J. 1993. Opredelevitev 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 s.

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

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=cHVibGljL2VsZW5jaGlZmIsZS8=&dlf=YWN0XzVfLV9kZWZpbml0aW9uX29mX3dvcmtpbmdfcHJvdG9jb2xfb2ZfYXJ0aWZpY2lhbF9hbmRfbmF0dXJhbF91cmJhbl9hbmRfcGVyaXVyYmFuX2ZvcmlvZdF9zYW1wbGVfcGxvdHNfbW9uaXRvcmluZzlwMTIxMDI5MTYwODEyLnBkZg](http://www.emonfur.eu/include/file_system/download.php?dlc=cHVibGljL2VsZW5jaGlZmIsZS8=&dlf=YWN0XzVfLV9kZWZpbml0aW9uX29mX3dvcmtpbmdfcHJvdG9jb2xfb2ZfYXJ0aWZpY2lhbF9hbmRfbmF0dXJhbF91cmJhbl9hbmRfcGVyaXVyYmFuX2ZvcmlvZdF9zYW1wbGVfcGxvdHNfbW9uaXRvcmluZzlwMTIxMDI5MTYwODEyLnBkZg)

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

Roadman MJ, Scudlark JR, Meisinger JJ, Ullman WJ: Validation of Ogawa passive samplers for the determination of gaseous ammonia concentrations in agricultural settings. *Atmospheric Environment* 37 (2003) 2317-2325

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 MJ, 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.

Skudnik, M., Sabovljević, A., Batič, F., Sabovljević, M., 2013. The bryophyte diversity of Ljubljana (Slovenia). *Polish Botanical Journal* 58, 319-324.

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](http://www.gozdis.si/data/publikacije/47_Stanje_Gozdov_2012_28jun13_fin.pdf)]

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.

#### 4 Priloge

- Načrt prilagojene gozdne inventure in LIS popisa poti
- Vabilo s programom na delavnico »Intenzivno spremljanje stanja gozdov«
- Poročilo ZGS z delavnice »Intenzivno spremljanje stanja gozdov«
- Objava v Deželnih novicah
- Objava v SEEFOR
- Objava v Glasilu Ljubljana
- Objava v Gozdarskem vestniku