

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Andrej VERLIČ

**DEJAVNIKI KAKOVOSTI IN VARNOSTI  
REKREACIJE V URBANEM GOZDU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Andrej VERLIČ

**DEJAVNIKI KAKOVOSTI IN VARNOSTI REKREACIJE V URBANEM  
GOZDU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**FACTORS OF QUALITY AND SAFETY OF RECREATION IN THE  
URBAN FOREST**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2015

Doktorsko delo je zaključek Interdisciplinarnega doktorskega študija Varstvo okolja. Opravljeno je bilo v podjetju TISA, d. o. o., na Gozdarskem inštitutu Slovenije, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in na Inštitutu za razvoj krajine, rekreacijo in varstvo okolja, Oddelku za prostorske, krajinske in infrastrukturne znanosti na BOKU – Univerzi za naravne vire in biološke vede na Dunaju (*Institute of Landscape Development, Recreation and Conservation Planning, Department of Spatial-, Landscape-, and Infrastructure-Sciences, BOKU - University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna*).

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete in sklepa Komisije za doktorski študij z dne 13. junija 2012 je bilo potrjeno, da kandidat izpolnjuje pogoje za opravljanje doktorata znanosti na Interdisciplinarnem doktorskem študijskem programu Varstvo okolja. Za mentorja je bil imenovan doc. dr. Janez Pirnat in za somentorja znan. svet. dr. Primož Simončič.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Andrej Verlič

## Ključna dokumentacijska informacija (KDI)

ŠD Dd  
DK GDK 907.2:922.2(497.4Ljubljana)(043.3)=163.6  
KG gozd/ urbani gozd/ rekreacija/ kartiranje drevesnih vrst/ rekreacijska doživljajska izkušnja/ indikatorji za rekreacijsko vlogo gozda  
AV VERLIČ, Andrej, univ. dipl. ing. gozdarstva  
SA PIRNAT, Janez (mentor), SIMONČIČ, Primož (somentor)  
KZ SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Interdisciplinarni doktorski študij Varstvo okolja  
LI 2015  
IN DEJAVNIKI KAKOVOSTI IN VARNOSTI REKREACIJE V URBANEM GOZDU  
TD Doktorska disertacija  
OP XIV, 105 str., 51 sl., 1 pril., 130 vir.  
IJ sl  
JI sl/en

AI V gozdu krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib smo analizirali dejavnike, ki vplivajo na varnost in kakovost rekreacije v urbanem gozdu. S kombinacijo podatkov daljinskega zaznavanja smo želeli dovolj natančno kartirati posamezna drevesa petih najpogostejših drevesnih vrst (smreka, rdeči bor, bukev, skupaj dob in graden, pravi kostanj) ter pridobiti zanesljive in dovolj podrobne informacije o fazah propadanja gozdnega drevja, ki bi lahko ogrožalo obiskovalce. Povprečna natančnost klasifikacije petih drevesnih vrst je bila 58-odstotna. Z metodo pa ni bila dosežena dovolj velika natančnost avtomatizirane segmentacije drevesnih krošenj, da bi omogočala identificiranje posameznih dreves ob poteh. Z inovativnim integriranim pristopom fizikalnih meritev na terenu in ankete smo ugotovili, da sprehajalci v urbanih gozdovih lahko zaznajo okoljske vplive rekreacije v gozdu in da lahko ti vplivi poslabšajo kakovost njihove doživljajske izkušnje. Več vplivov kot sprehajalci zaznajo, slabša je lahko ta izkušnja. V tej raziskavi so starost, izobrazba in poreklo udeležencev (ali izhajajo iz urbanega ali ruralnega okolja) vplivali predvsem na zaznavo obsega okoljskih vplivov rekreacije, ne pa tudi na doživljajsko izkušnjo udeležencev raziskave. Tako so ti na primer zaznali bistveno več smeti in blata, kot jih je bilo dejansko na poti. Z analizo vseh tipov in kategorij poti (ceste, uradne poti, neformalne steze) smo želeli ugotoviti, ali obstoječa mreža uradnih poti zadovolji povpraševanje po ustrezni logistični infrastrukturi. Ugotovili smo, da razvejena mreža neformalnih stez na severnem in vzhodnem območju parka nakazuje na bistveno večje potrebe po poteh v primerjavi z uradno infrastrukturo, ki je na voljo obiskovalcem. Zaradi dodatnih stez in njihove rabe se potencialna površina mirnih con (kjer ni uradnih poti) zmanjša za približno 80 %, velikost povprečne cone pa za približno 90 %, kar lahko vpliva na vrstno pestrost tega gozda.



## Key words documentation (KWD)

DN Dd  
DC GDK 907.2:922.2(497.4Ljubljana)(043.3)=163.6  
CX forest/ urban forest/ recreation/ tree species mapping/ recreation experience/  
indicators for recreation use of forest  
AU VERLIČ, Andrej  
AA PIRNAT, Janez (supervisor), SIMONČIČ, Primož (co-advisor)  
PP SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Interdisciplinary Doctoral  
Programme in Environmental Protection  
PY 2015  
TI FACTORS OF QUALITY AND SAFETY OF RECREATION IN THE URBAN  
FOREST  
DT Doctoral dissertation  
NO XIV, 105 p., 51 fig., 1 ann., 130 ref.  
LA sl  
AL sl/en

AB In the forest within the landscape park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib, we analysed the factors that affect the safety and quality of recreational activities in the urban forest. Using a combination of remote sensing data we sought to map individual trees belonging to the five most common tree species (spruce, Scots pine, beech, combined data for sessile oak and pedunculate oak, sweet chestnut) and obtain reliable and detailed data on the stages of decay of forest trees which could pose a safety threat to visitors. The average classification accuracy of the five tree species was 58 %. However, the method did not yield a sufficiently high precision of automatic segmentation of tree crowns that would allow identification of individual trees along the forest paths. Using an innovative integrated approach of physical field measurements and a survey, we found that hikers in urban forests can perceive environmental impacts of recreational activities in the forest and that these impacts can impair the quality of their experience. The more impacts they perceive, the worse their experience can be. In this study, the age, education and origin of the participants (whether from urban or rural environments) affected mainly the scope of perception of the environmental impacts of recreational activities, but not the experience of the study participants. For example, they detected significantly more litter and mud as there actually was to be found along the way. By analysing all types and categories of the paths (roads, official trails and informal trails) we sought to determine whether the existing network can meet the demand for adequate logistic infrastructure. We found that the extensive network of informal trails in the northern and eastern area of the park indicates a significantly greater need for trails compared to the official infrastructure available to visitors. Because of the use of additional trails, the potential surface area of quiet zones (i.e. areas with no formal trails) decreases by approximately 80 %, and the average zone size decreases by about 90 %, which may affect the species diversity of this forest.

## KAZALO VSEBINE

|                                                                                      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Ključna dokumentacijska informacija (KDI) .....                                      | III  |
| Key words documentation (KWD).....                                                   | IV   |
| KAZALO VSEBINE .....                                                                 | V    |
| KAZALO PREGLEDNIC .....                                                              | VIII |
| KAZALO SLIK .....                                                                    | X    |
| SLOVARČEK .....                                                                      | XIV  |
| 1 UVOD .....                                                                         | 1    |
| 1.1 Definicije urbanega gozda .....                                                  | 1    |
| 1.2 Opredelitev problema.....                                                        | 4    |
| 1.3 Delovne hipoteze .....                                                           | 8    |
| 2 PREGLED OBJAV .....                                                                | 10   |
| 2.1 Pregled literature bazi COBISS .....                                             | 10   |
| 2.2 Uporaba daljinskega zaznavanja za kartiranje drevesnih vrst v gozdu.....         | 13   |
| 2.3 Kakovost rekreacijske izkušnje.....                                              | 17   |
| 2.4 Zaznava okoljskih vplivov rekreacije in rekreacijska doživljajska izkušnja ..... | 18   |
| 2.5 Vpliv starosti in izobrazbe na preference v rekreacijskih območjih.....          | 19   |
| 3 MATERIAL IN METODE .....                                                           | 21   |
| 3.1.1 Območje raziskave .....                                                        | 21   |
| 3.1.2 Območje analize mreže rekreativnih poti.....                                   | 23   |
| 3.1.3 Podatki daljinskega zaznavanja .....                                           | 23   |
| 3.1.4 Podatki o drevesih .....                                                       | 29   |

|        |                                                                                                                      |    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.5  | Objektno usmerjena klasifikacija .....                                                                               | 35 |
| 3.1.6  | Meritve okoljskih vplivov na poti .....                                                                              | 38 |
| 3.1.7  | Spremljanje frekvence prehodov .....                                                                                 | 40 |
| 3.1.8  | Vzorec udeležencev ankete .....                                                                                      | 44 |
| 3.1.9  | Okoljske razmere med terenskim delom raziskave .....                                                                 | 45 |
| 3.1.10 | Sprehod .....                                                                                                        | 46 |
| 3.1.11 | Vprašalnik .....                                                                                                     | 49 |
| 3.1.12 | Analiza podatkov .....                                                                                               | 52 |
| 3.1.13 | Metoda snemanja poti .....                                                                                           | 52 |
| 4      | REZULTATI Z RAZPRAVO .....                                                                                           | 56 |
| 4.1    | Rezultati klasifikacije .....                                                                                        | 56 |
| 4.2    | Razprava o klasifikaciji .....                                                                                       | 60 |
| 4.3    | Rezultati ankete .....                                                                                               | 62 |
| 4.3.1  | Preference anketirancev do rekreacije in tipov poti .....                                                            | 62 |
| 4.3.2  | Zaznave okoljskih vplivov rekreacije .....                                                                           | 67 |
| 4.3.3  | Ocena zaznav predhodno analiziranih okoljskih vplivov rekreacije na poti .....                                       | 69 |
| 4.3.4  | Učinek okoljskih vplivov rekreacije na doživljajsko izkušnjo vprašanih .....                                         | 72 |
| 4.4    | Razprava o anketi .....                                                                                              | 72 |
| 4.4.1  | Objektivno izmerjeni okoljski vplivi v primerjavi z okoljskimi vplivi rekreacije, ki so jih zaznali anketirani ..... | 73 |
| 4.4.2  | Vpliv starosti, izobrazbe in porekla (urbano, ruralno) na zaznavo okoljskih vplivov rekreacije .....                 | 74 |
| 4.4.3  | Doživljajška izkušnja na sprehodu .....                                                                              | 74 |

|       |                                                        |    |
|-------|--------------------------------------------------------|----|
| 4.5   | Rezultati analize mreže poti.....                      | 76 |
| 4.5.1 | Analiza poti .....                                     | 76 |
| 4.5.2 | Analiza mirnih con .....                               | 81 |
| 4.5.3 | Primerjava razdrobljenosti in površin mirnih con ..... | 83 |
| 4.6   | Razprava o mreži poti .....                            | 85 |
| 5     | SKLEPI .....                                           | 87 |
| 5.1   | Zaključki o klasifikaciji .....                        | 87 |
| 5.2   | Zaključki o anketi .....                               | 88 |
| 5.3   | Zaključki o mreži poti.....                            | 89 |
| 6     | POVZETEK .....                                         | 90 |
| 7     | SUMMARY .....                                          | 93 |
| 8     | VIRI.....                                              | 96 |
|       | ZAHVALA.....                                           | 1  |
|       | PRILOGA A.....                                         | 1  |

## KAZALO PREGLEDNIC

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 1. Pregled števila objav na temo urbanega gozdarstva v Sloveniji v bibliografsko-kataložni bazi podatkov (baza COBISS/COBIB, 2012) po tipologijah dokumentov: 1.01 (Izvirni znanstveni članek), 1.02 (Pregledni članek), 1.03 (Kratki znanstveni članek), 1.04 (Strokovni članek), 1.16 (Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografiji), 1.17 (Samostojni strokovni sestavek ali poglavje v monografiji), 2.01 (Znanstvena monografija), 2.02 (Strokovna monografija)..... | 11 |
| Preglednica 2. Pregled števila objav na temo urbanega gozdarstva v Sloveniji v bibliografsko-kataložni bazi podatkov (baza COBISS/COBIB, 2012) po ključnih besedah .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 12 |
| Preglednica 3. Pregled števila objav na temo urbanega gozdarstva v Sloveniji v bibliografsko-kataložni bazi podatkov (baza COBISS/COBIB, 2012) po ključnih besedah in tematici .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 12 |
| Preglednica 4. Spektralni kanali satelita WorldView-2 z minimumi in maksimumi njihovih valovnih dolžin (DigitalGlobe, 2010).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 28 |
| Preglednica 5. Trije novi kanali izračunani po metodi glavnih komponent (PCA) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 36 |
| Preglednica 6. Matrika napak za glavnih pet drevesnih vrst .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 56 |
| Preglednica 7. Ocena natančnosti klasifikacije. Povprečna natančnost, kappa koeficient, izdelovalčeva in uporabnikova natančnost za pet drevesnih vrst.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 57 |
| Preglednica 8. Preglednica prikazuje, kolikšen odstotek variance pojasni diskriminantna funkcija. Večja ko je njena lastna vrednost ( <i>eigenvalue</i> ), boljša je diskriminantna funkcija. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 57 |
| Preglednica 9. Strukturna matrika .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 58 |
| Preglednica 10. Test diskriminantnih funkcij.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 59 |
| Preglednica 11. Rezultati klasifikacije <sup>a</sup> po multipli diskriminantni analizi .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 60 |
| Preglednica 12. Anketirani so izrazili pomembnost zunanjih dejavnikov, ko se odločajo za sprehod v gozdu.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 65 |
| Preglednica 13. Frekvence kategorij okoljskih vplivov (ki so bili vsaj desetkrat omenjeni <sup>1</sup> ) in izražen učinek na anketirančevo doživljajsko izkušnjo.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 67 |

|                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 14. Frekvence izmerjenih okoljskih vplivov na poti in obseg njihove prisotnosti, ki so ga zaznali anketirani .....                                                              | 69 |
| Preglednica 15. Povzetek značilnosti okoljskih vplivov na poti, ki so bili izmerjeni pred sprehodom, ter delež vpliva na poti, ki so ga zaznali anketirani .....                            | 70 |
| Preglednica 16. Celotna pojasnjena varianca .....                                                                                                                                           | 71 |
| Preglednica 17. Rotirana matrika komponent <sup>a</sup> .....                                                                                                                               | 71 |
| Preglednica 18. Izražen srednji učinek zaznanih okoljskih vplivov na doživljajsko izkušnjo sprehoda.....                                                                                    | 72 |
| Preglednica 19. Dolžine, povprečni nakloni, širine in površine vseh tipov in kategorij poti (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti) ..... | 76 |
| Preglednica 20. Podatki o mirnih conah med uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij .....                                                                                     | 82 |
| Preglednica 21. Podatki o mirnih conah med neuradnimi stezami, uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij .....                                                                 | 83 |

## KAZALO SLIK

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1. Spremembe v tleh zaradi teptanja izven urejenih stez. (prirejeno po Liddle, 1997: 211).....                                                                                                                    | 7  |
| Slika 2. Število objav na temo urbanega gozdarstva v Sloveniji v bibliografsko-kataložni bazi podatkov (baza COBISS/COBIB, 2012) skupaj po tipologijah dokumentov: 1.01, 1.02, 1.03, 1.04, 1.16, 1.17, 2.01, 2.02 ..... | 13 |
| Slika 3. Prikaz območja raziskave, zavarovano območje gozda znotraj krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib .....                                                                                             | 21 |
| Slika 4. Območji analize neformalnih poti. Severno območje – kjer prevladujejo zasebni gozdovi – je bilo veliko 50 ha, vzhodno – kjer prevladujejo gozdovi v lasti Mestne občine Ljubljana – pa 70 ha. ....             | 23 |
| Slika 5. Prikaz poti leta helikopterja z zelenimi črtami (Bernik, 2011, cit. po Đurić 2011: 37) .....                                                                                                                   | 24 |
| Slika 6. Pravi ortofoto posnetek. Razviden je prehod iz gozda, ki ga sestavljajo pretežno iglavci (zahodni del), proti vzhodnemu delu, kjer prevladujejo listavci. ....                                                 | 25 |
| Slika 7. Približan pravi ortofoto posnetek (ločljivost 10 cm). Drevesa lahko v večini primerov medsebojno ločimo. ....                                                                                                  | 25 |
| Slika 8. Digitalni model višin (DMV).....                                                                                                                                                                               | 26 |
| Slika 9. Digitalni model krošenj (DCM) .....                                                                                                                                                                            | 27 |
| Slika 10. Mreža vzorčevalnih ploskev (črni krogi) .....                                                                                                                                                                 | 29 |
| Slika 11. Terenski priročnik .....                                                                                                                                                                                      | 30 |
| Slika 12. Prikaz vzorca dreves na podlagi površin projekcij njihovih krošenj glede na digitalizirane poligone .....                                                                                                     | 31 |
| Slika 13. Digitalizirane krošnje dreves (rumeni poligoni) in vzorčevalne ploskve (rdeči poligoni, z oznako ploskve v beli pisavi) .....                                                                                 | 32 |
| Slika 14. Poligoni za klasifikacijo - t. i. interesne regije ( <i>Regions of Interest</i> – ROI) petih drevesnih vrst.....                                                                                              | 32 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 15. Srednje vrednosti spektralnih podpisov smreke, rdečega bora, bukve, hrastov in pravega kostanja .....                                                                                                                                                                             | 33 |
| Slika 16. Variabilnost v spektralnem podpisu med vrstami in znotraj petih drevesnih vrst                                                                                                                                                                                                    | 34 |
| Slika 17. Red-Edge normaliziran vegetacijski indeks .....                                                                                                                                                                                                                                   | 35 |
| Slika 18. Prikaz prvega kanala po metodi glavnih komponent (PCA) .....                                                                                                                                                                                                                      | 36 |
| Slika 19. Pot dolga 1700 m, ki so jo anketiranci prehodili neposredno pred izpolnjevanjem vprašalnika.....                                                                                                                                                                                  | 38 |
| Slika 20. Levo – makadamska cesta; na sredini – uradna rekreacijska pot; desno – steza .                                                                                                                                                                                                    | 38 |
| Slika 21. Levo – meritve z analognim merilnim kolesom; desno – merilno kolo.....                                                                                                                                                                                                            | 39 |
| Slika 22. Grafični prikaz pojavnosti okoljskih vplivov rekreacije na poti, ki so jo prehodili anketiranci .....                                                                                                                                                                             | 40 |
| Slika 23. Namestitev <i>piezo</i> senzorja za testne meritve .....                                                                                                                                                                                                                          | 41 |
| Slika 24. Namestitev IR senzorjev za spremljanje frekvence prehodov .....                                                                                                                                                                                                                   | 42 |
| Slika 25. Stanje poti, po kateri je potekal sprehod za anketo in na kateri so bili nastavljeni merilniki frekvence prehodov; stanje po žledolomu 2014 .....                                                                                                                                 | 43 |
| Slika 26. Prikaz sestave vzorca anketiranih po spolu in skupinah .....                                                                                                                                                                                                                      | 44 |
| Slika 27. Prikaz vzorca anketiranih glede na to, kje preživijo večino časa in kje stanujejo                                                                                                                                                                                                 | 45 |
| Slika 28. Usmerjevalne oznake ob poti, ki so jo prehodili anketiranci .....                                                                                                                                                                                                                 | 46 |
| Slika 29. Skupina upokojencev v Veliki predavalnici Gozdarskega inštituta Slovenije pred odhodom na sprehod.....                                                                                                                                                                            | 47 |
| Slika 30. Levo – udeležence ankete so sodelavci z Gozdarskega inštituta Slovenije pospremili od konca sprehoda do učilnice na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, kjer so izpolnili vprašalnik; desno – skupina študentov je pomagala upokojencem izpolnjevati vprašalnik..... | 48 |
| Slika 31. Makadamska cesta.....                                                                                                                                                                                                                                                             | 49 |
| Slika 32. Uradna (formalna) pot.....                                                                                                                                                                                                                                                        | 50 |



|                                                                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 33. Steza .....                                                                                                                                                                                        | 50 |
| Slika 34. Popravljenе posnete poti glede na vzporedne meritve z analognim kolesom in podlago digitalnega modela višin; zgoraj – popravljenе poti in steze; spodaj – digitalni model višin .....              | 55 |
| Slika 35. Rezultat klasifikacije (levo) in detajl segmentacije (desno).....                                                                                                                                  | 56 |
| Slika 36. Razsevni grafikon razvrstitve drevesnih krošenj glede na prvo in drugo diskriminantno funkcijo.....                                                                                                | 59 |
| Slika 37. Struktura vzorca anketiranih glede na preference do različnih tipov poti.....                                                                                                                      | 63 |
| Slika 38. Struktura vzorca glede na razpoložljiv dostop do gozda in rekreacije v bližnjem gozdu .....                                                                                                        | 63 |
| Slika 39. Struktura odgovorov glede na najpogostejšo obliko rekreacije v bližnjem gozdu (levo) in dejavnik, ki je odločujoč, ko so se anketiranci odločali za rekreacijo v bližnjem gozdu .....              | 64 |
| Slika 40. Število dni na teden, ko so se anketirani rekreirali v gozdu.....                                                                                                                                  | 64 |
| Slika 41. Pomembnost izbranih dejavnikov, ko so se anketirani odločali za sprehod v gozdu .....                                                                                                              | 66 |
| Slika 42. Prikaz uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti).....                                            | 77 |
| Slika 43. Prikaz neuradnih stez, uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti)...                              | 78 |
| Slika 44. Primerjava dolžin neuradnih stez in uradnih poti znotraj obravnavanih območij                                                                                                                      | 79 |
| Slika 45. Prikaz deležev neuradnih stez, uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij glede na dolžine (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti) .....  | 79 |
| Slika 46. Prikaz deležev neuradnih stez, uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij glede na površine (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti) ..... | 80 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 47. Prikaz povprečnih naklonov neuradnih stez, uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti) .....                                                                                       | 80 |
| Slika 48. Prikaz mirnih con (modri poligoni) med uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti). Upoštevan je robni vplivni pas, ki na vsako stran sega 30 metrov. ....                    | 81 |
| Slika 49. Prikaz mirnih con (modri poligoni) med neuradnimi stezami, uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti). Upoštevan je robni vplivni pas, ki na vsako stran sega 30 metrov..... | 82 |
| Slika 50. Prikaz preseka mirnih con z neuradnimi stezami (rdeče) in brez njih (modro) znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti). Upoštevan je robni vplivni pas, ki na vsako stran sega 30 metrov .....         | 83 |
| Slika 51. Približan prikaz preseka mirnih con z neuradnimi stezami (rdeče) in brez njih (modro) znotraj dela MOL (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti). ....                                                                             | 84 |

## SLOVARČEK

| Termin                                                      | <i>Angleška različica</i>                 | Kratka razlaga                                                        | Vir                                                |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| segmentacija                                                | <i>Segmentation</i>                       | Združevanje sosednjih pikslov s podobnimi funkcijskimi lastnostmi     | (Kanjir in sod., 2010)                             |
| model sledenja dolin                                        | <i>Valley-following approach</i>          | Postopek segmentacije                                                 | (Leckie in sod., 2003a)                            |
| model inverzne razvodne segmentacije                        | <i>Watershed segmentation</i>             | Postopek segmentacije                                                 | (Ali in sod., 2008)                                |
| referenčni terenski podatki                                 | <i>Ground truth data</i>                  | Zanesljivi podatki za učenje modela                                   | (Voss, 2008)                                       |
| objektno usmerjena klasifikacija                            | <i>Object-Based Image Analysis – OBIA</i> | Analiza homogenih segmentov                                           | (Blaschke, 2010)                                   |
| metode podpornih vektorjev                                  | <i>Support Vector Machine – SVM</i>       | Nadzorovan model strojnega učenja                                     | (Heumann, 2011)                                    |
| nadzorovana klasifikacija z referenčnimi terenskimi podatki | <i>Example-based Feature Extraction</i>   | Nadzorovana klasifikacija z referenčnimi terenskimi podatki           | (Wolf, 2010)                                       |
| interesna regija                                            | <i>Region of Interest</i>                 | Objekti za ekstrakcijo statističnih lastnosti rastra za klasifikacijo | (Leinonen in Jones, 2004)                          |
| okoljski vpliv                                              | <i>Environmental impact</i>               | Vpliv na okolje                                                       | (Cole, 2004)                                       |
| obnovitvena izkušnja                                        | <i>Restorative experience</i>             | Povrnitev lastnega dobrega počutja                                    | (Hartig in sod., 1991; Tzoulas in sod., 2007)      |
| eksploratorna (preiskovalna) raziskava                      | <i>Exploratory research</i>               | Za raziskovanje nečesa, kar je še neodkrito ali zelo malo raziskano   | (Berg in Lune, 2004, s. 327; Hartig in sod., 1991) |



# 1 UVOD

## 1.1 DEFINICIJE URBANEGA GOZDA

V uvodu bomo predstavili pojma urbano gozdarstvo in urbani (in primestni) gozd. Iz definicij bo razvidno, da pojma nista nujno povezana – ni nujno, da urbani gozdarji skrbijo za gozd (ker ga v urbaniziranem delu mesta ni in skrbijo le za druge zelene površine ter posamezna drevesa) ali da v nekaterih mestih za urbani gozd (oziroma za njegove komponente) skrbijo strokovnjaki različnih profilov.

Prvo definicijo termina urbano gozdarstvo (*urban forestry*) pripisujejo Ericu Jorgensenu (Jorgensen, 1970, 1986). Jorgensen je zapisal, da je urbano gozdarstvo specializirana veja gozdarstva, ki skrbi za sajenje dreves in upravlja drevesa za namen njihove sedanje in bodoče vloge pri zagotavljanju psihološke, družbene in gospodarske dobrobiti urbane družbe. Ta prispevek naj bi zajemal tako splošni ugodni in izboljševalni učinek dreves na okolje kakor tudi njihovo vlogo pri kakovosti rekreacije in splošne kakovosti življenja.

Miller (1988: 24, 1997: 27) opredeli urbani gozd kot »vsoto lesnate in z njo povezane vegetacije v gosto naseljenih območjih in okrog njih (od malih podeželskih krajev do velemest)«. Gre za vsoto uličnih dreves, posameznih dreves na vrtovih, parkovnega drevja, obrežnih gozdov in zelenih pasov okoli mest. Del te vegetacije je rezultat vestnega načrtovanja in gospodarjenja (tudi načrtne sadnje) ali pa slučajnih okoliščin pri rabi zemljišč, ekonomske nezanimivosti, topografije in zanemarjanja prostora.

Skupno definicijam, najdenim v literaturi, je, da gre pri urbanem gozdarstvu danes za integrativni koncept, ki vključuje upravljanje različnih oblik »zelenega« v mestih in njihovi okolici, ki tvori »urbani gozd«; da je urbano gozdarstvo strateško zasnovano in se povezuje z različnimi sektorji; da stremi k zagotavljanju različnih storitev (funkcij in vlog (Anko, 1993; Zakon o gozdovih, 1993), ki jih omogoča urbani gozd; da stremi k interdisciplinarnosti, vključujoč strokovnjake iz naravoslovnih in socioloških znanosti; da je participativen proces, usmerjen v povezovanje različnih interesnih skupin (Konijnendijk, 2003; Randrup in sod., 2005).

V Evropi je koncept urbanega gozda širši, predvsem zaradi različne zgodovine držav in njihovih mest, pa tudi stroke, ki skrbi za »zeleno« v mestih in v njihovi okolici. Če definicijo urbanega gozda razložimo skozi prizmo disciplin, ki so se uveljavile na področju urbanega gozdarstva, potem ta termin v evropskem konceptu zajema vse zelene in tudi vodne površine v mestih in njihovi okolici (Benedict in McMahon, 2002; Laforzeza in sod., 2013). Okolica mest je v kontekstu urbanega gozdarstva največkrat omenjena kot periurbano območje – za kar v slovenščini največkrat uporabljamo izraz

primestno območje. To območje je lahko definirano na podlagi prostorske ali časovne oddaljenosti od strnjeno pozidanega dela mesta, ali pa ima za mestno prebivalstvo pomembne, predvsem ekološke in socialne funkcije, kot na primer prestrezanje onesnažil iz zraka, zagotavljanje zaloga pitne vode (Knuth, 2005) ali pa omogočanje rekreacije. V nadaljevanju so na kratko predstavljeni nekateri principi definiranja urbanega gozda oziroma območij, ki zajemajo urbane in primestne gozdove in so vplivala na uporabo izrazoslovja v Sloveniji.

Po Zakonu o gozdovih je gozd zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem v obliki sestoja, ki lahko doseže višino najmanj 5 metrov in ima površino najmanj 0,25 hektarja (Zakon o gozdovih, 1993).

V literaturi lahko za urbani gozd zasledimo različne izraze, ki nam sporočajo, da gre za gozd, ki je v povezavi z mestom oziroma gosteje naseljenim urbanim območjem. Različni avtorji uporabljajo različne izraze, in sicer urbani gozd, parkovni gozd, mestni gozd, primestni gozd ter gozd zelenega pasu. Različna raba je verjetno odvisna tudi od tradicije, vezane na obravnavo teh gozdov.

Oven kot urbani gozd obravnava gozdove in parke znotraj mesta, ki so ljudem dostopni peš, s kolesom ali javnim prevozom in v katerih so v korist meščanov poudarjene okoljske in socialne funkcije (Oven in sod., 1999). Anko (1993) definira urbani gozd kot ekosistem ali ekosistemski fragment – sestavni del urbane krajine, ki postaja del mestne infrastrukture –, Lesnik in sod. (1993) pa so opredelili urbani gozd kot tiste »zeleno površine, ki ležijo v mestu in so dostopne meščanu ob vsakem času, tudi ob delavniku. Z njimi tako rekoč vsak dan živi.«

Po Odloku o varstvu zelenega pasu mesta Ljubljane (1955, cit. po Anko, 1993) je urbani gozd opredeljen kot zeleni pas, kamor »sodijo vsi gozdovi ter gozdno in okrasno drevje in grmičevje na območju mesta Ljubljane ne glede na lastništvo in ne glede na to, ali raste v gozdu, zunaj gozda, v ograjenih in neograjenih prostorih«.

Na Zavodu za gozdove Slovenije se gozdovi v mestu obravnavajo različno, odvisno od mesta. Pojem »urbani gozd« kot posebna pravna kategorija v slovenskem gozdarstvu sicer še ne obstaja. V preteklosti so se zaradi potreb določitve pravic in odgovornosti upravljavcev in uporabnikov v nekaterih mestih v Sloveniji na podlagi Zakona o gozdovih (Zakon o gozdovih, 1993) razglasili odloki o gozdu s posebnim namenom. V Celju, na primer, imajo Mestni gozd Celja (Odlok o razglasitvi gozdov s posebnim namenom v Mestni občini Celje, 1997), za katerega izvedbeno skrbi krajevna enota Zavoda za gozdove Slovenije, upravlja pa ga Mestna občina Celje. V Ljubljani je bil Odlok o

gozdovih s posebnim namenom sprejet leta 2010 (Odlok o razglasitvi gozdov s posebnim namenom v Mestni občini Ljubljana, 2010), v letih 2013 in 2014 pa poteka njegova novelacija, s katero bodo upoštevani dopolnjeni kriteriji za določitev gozda s posebnim namenom, tudi prostorska komponenta (na primer lega znotraj določenega radija okoli središča mesta, kakor predlaga Hostnik (2013).

Za slovenske razmere je lahko primerna naslednja definicija: »Urbane gozdove predstavljajo gozdovi in parki, to je gozdnati viri v urbanih območjih, v katerih so v korist meščanov, namesto proizvodnih funkcij, poudarjene okoljske in socialne funkcije. Urbano gozdarstvo ima v Sloveniji vgrajena načela mnogonamenskega gospodarjenja (po Zakonu o gozdovih) zato je skrb za gozdove in parke ter posamezno drevje v urbanem okolju del načrtovanja in gospodarjenja z gozdovi.« (Oven in sod., 1999) Urbano območje je del mesta. »Urbani gozdovi so locirani znotraj mestnega območja in so vsaj nekaterim prebivalcem mesta dostopni s sredstvi javnega transporta, s kolesom ali peš. Pomen proizvodne funkcije urbanih gozdov se zmanjšuje, narašča pa pomen socialnih in okoljskih funkcij.« (Oven in sod., 1999)

Urbani gozdovi so prostor intenzivne in različne dejavnosti. Pritisk na gozd je odvisen od bližine naselij, poslovnih četrti in izobraževalnih ustanov, ki vplivajo na obliko in časovno razporeditev rabe gozdov (Arnberger, 2006). Glede na intenzivno in različno rabo urbanih gozdov potrebujejo načrtovalci kakovostne podatke o zgradbi in vrstni pestrosti gozdov, naklonih terena in dostopnosti, lastnostih tal, različnih oblikah aktivnosti, interesih in konfliktih različnih interesnih skupin v prostoru (gospodarstvo, mestne občine, država, rekreativci, naravovarstveniki ...) idr. Te informacije potrebujemo, da bi bolje razumeli funkcije gozdov in razvili takšne strategije gospodarjenja, ki bi zagotavljale trajnost ekoloških, socialnih in proizvodnih funkcij teh gozdov.

Gozd, ki ga obravnavamo v nalogi, leži znotraj krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib v Ljubljani, znotraj mesta in je vsakodnevno dostopen dobršnemu delu prebivalcev mesta. V njem lahko prebivalci najdejo mir in se rekreirajo. V tem gozdu so močno poudarjene socialne in okoljske funkcije, manj pa proizvodne.

Na ta način je gozd v mestu opredeljen z lokacijo, to je območjem mesta, in funkcijami, ki so izrazito neproizvodne narave.

## 1.2 OPREDELITEV PROBLEMA

Dejavniki kakovosti in varnosti rekreacije v gozdu so med seboj tesno povezani. Človekova fizična aktivnost v gozdu lahko pomeni za gozdni ekosistem le kratkotrajno motnjo, saj se ekosistem po odhodu človeka povrne v prvotno stanje. Eden najbolj znanih principov, ki temelji na zmanjšanju motenj človeka v naravnih ekosistemih, je severnoameriški primer »*Leave no trace*« (Marion in Reid, 2001), katerega cilj je z izobraževalnimi programi zmanjšati okoljske vplive rekreacije na naravo in pomagati zagotoviti pozitivno rekreacijsko doživljajsko izkušnjo vsem obiskovalcem. Na drugi strani pa neprimerna, neusmerjena, intenzivna in množična uporaba na primer urbanih gozdov za rekreacijo v njih pušča opazne in tudi nepovratne posledice za gozdni ekosistem: v tleh, na vegetaciji in v živalskem svetu (Cole in Landres, 1995; Leung in Marion, 1999b; Liddle, 1997). Vidni okoljski vplivi rekreacije, kot so na primer erozija, smetenje (gre za odklonski pojav v okolju (Polič, 1999), zato smo za neprimerno odložene odpadke uporabljali pojem 'smeti'), vandalizem, izpostavljene korenine in blato na poteh, pa imajo lahko negativen učinek na doživljajsko izkušnjo obiskovalca, zato ta išče nove možnosti za zadovoljitev svojih potreb po kakovostni doživljajski izkušnji. S tem lahko povzroča nove poškodbe na gozdnih tleh (na primer spontana širitev poti, vzporedne poti), saj sega vedno globlje v del gozda, kjer ni ustrezne rekreacijske infrastrukture.

Rast urbane populacije v Evropski skupnosti (EUROSTAT, 2012) ter promocija rekreacije v naravi za boljše zdravje in dobro počutje populacije (Godbey, 2009) vplivata tudi na gozdove, ki so znotraj mest ali v njihovi neposredni okolici. Grajena in vzdrževana infrastruktura, med katero sodijo tudi uradne rekreacijske poti, ima omejeno nosilno kapaciteto (Manning, 2001), kar lahko pomeni težavo pri zadovoljevanju potreb naraščajočega števila uporabnikov (Smrekar in sod., 2011). Uradne poti so grajene z namenom, da se na eni strani zmanjša negativni vpliv rekreacije na gozdni ekosistem (Liddle, 1997) in da se na drugi strani obiskovalcem ponudi varna in kakovostna rekreacijska izkušnja (Manning, 2011). Pri postavitvi poti v prostor se upoštevajo okoljski dejavniki, kot so na primer teren, matična podlaga in lastnosti tal, ter biološki dejavniki, kot so na primer posebnosti flore in favne (Tomczyk in Ewertowski, 2013) in tudi zahteve za ohranjanje narave (Cole, 1993; Landsberg in sod., 2001; Zakon o ohranjanju narave, 2004).

Atraktivnost starejših dreves ob poteh zahteva od upravljavcev posebno pozornost. Ta drevesa so bližje biološki meji, ko začnejo propadati. K temu lahko dodatno prispevajo biotski in abiotski dejavniki. Posledica so posamezne padajoče veje ali kar cela drevesa, ki lahko poškodujejo mimoidoče in povzročijo materialno škodo. Zato je toliko



pomembneje posvetiti tem drevesom posebno pozornost z zanesljivim in rednim spremljanjem njihovega stanja (Tomalak in sod., 2011).

Mreža poti, ki je bila zgrajena, upoštevaajoč biološke in fizične lastnosti območja, pogosto utрпи poškodbe, ki presegajo okvir normalne rabe. Čezmerno poškodovanost povzročajo tako večji obisk od predvidenega kot tudi nekatere nove rekreacijske rabe, za katere poti niso bile načrtovane.

Amrein in sod. (2005) so ugotovili znatne spremembe v zbitosti tal, vegetaciji in vsebnosti rastlinskih semen v tleh. V pogosto obiskanih predelih je zbitost tal povzročila zmanjšano pokrovnost, nižjo rast in manjšo pestrost v zeliščni in grmovni plasti. V skrajnem primeru se lahko spremeni vrstna sestava.

Pri oceni stanja in monitoringu vpliva rekreacije in stanja okolja na vrhovih gora v Northern Forestu (ZDA) so opozorili na pomen podrobnega in prilagojenega spremljanja tudi stanja tal (Monz in sod., 2010b). Avtorji predvsem opozarjajo na problem poti, ki jih obiskovalci sami shodijo in niso načrtovane. Z njimi lahko negativno vplivajo na fragmentiranje habitatov, gibanje živalskih vrst, izgubo tal in estetski učinek.

Obstoječe poti prav tako ne zadovoljijo sleherne potrebe obiskovalcev, ker po njih ni možno dostopati do predela gozda, ki bi ga nekateri želeli obiskati, ali pa uporabnikom ne ustreza izkušnja oziroma način obiska, ki ga uradna pot omogoča (Manning, 2011, s. 182). Posledice se kažejo v obliki okoljskih vplivov rekreacije na koridorjih poti, kot so razširitve poti, izpostavljene korenine, vzporedne poti in spontano ustvarjanje novih neformalnih poti – stez (Kissling in sod., 2009; Leung in Marion, 1999b; Marion in sod., 2011; Monz in sod., 2010a; Wimpey in Marion, 2010). Konflikti pa nastajajo tudi na gozdnih cestah, ki v osnovi niso namenjene rekreacijski rabi, a jih obiskovalci vseeno uporabljajo, ob tem pa niso zadovoljni, ko se morajo umikati osebnim in gospodarskim vozilom (Verlič in sod., 2015).

Steze omogočajo obiskovalcem intimnejšo rekreacijsko izkušnjo z gozdom ali krajšo pot do zelene lokacije (Verlič in sod., 2015). Toda takšne poti in njihova uporaba imajo tudi negativne vplive na gozdni ekosistem (Monz in sod., 2010a; Taylor in Knight, 2003). Nekateri od teh negativnih okoljskih vplivov so zbijanje vegetacije, tal, povečan in preusmerjen odtok padavinske vode, erozija tal, motenje zavarovanih območij in divjih živali ter ne nazadnje smetenje in vandalizem, odmaknjena od oči vzdrževalcev (Slika 1).

Steze imajo lahko dodaten negativen vpliv tudi na varnost in kakovost rekreacijske izkušnje nekaterih obiskovalcev (Verlič in sod., 2015). Lahko jih zavedejo, zaradi česar se obiskovalci lahko izgubijo oziroma se nenamerno podaljša čas njihovega obiska. Za

obiskovalce z določenimi zdravstvenimi težavami je to lahko celo nevarno. Steze tudi niso del vzdrževalne sheme, zato na njih kakovost in varnost rekreacije ne moreta biti zagotovljeni do te mere, kot jo lahko vzdrževalci zagotavljajo na uradnih poteh. Nadzor nad stanjem uradnih poti in njihovih koridorjev vpliva na okolico omogoča upravljavcem sprotno prilagajanje odprtosti poti in preusmerjanja obiskovalcev. Slednji se lahko preusmerijo zaradi sanacije poškodovanih poti ali zagotavljanja miru določeni živalski vrsti ali pa se glede na njihove preference do določenega videza gozda, pridobljene z anketo, preusmerijo v sestoje, katerih zgradba se v določenem obdobju večini obiskovalcev zdi bolj privlačna (Kaplan in Kaplan, 1989). Velik pomen ima tudi lastništvo gozdnih zemljišč, po katerih se gibljemo. Zato je cilj nekaterih mest v Sloveniji, kot sta na primer Celje in Ljubljana, vzpostaviti občinsko lastništvo nad zemljišči, po katerih tečejo uradne poti, ter na ta način trajno zagotavljati njihovo vzdrževanje in s tem odgovornost upravljavca za kakovost in varnost rekreacije na teh poteh.



### 1.3 DELOVNE HIPOTEZE

H1) Za varno rekreacijo je med drugim pomembna faza propadanja gozdnega drevja (živo/bolno/mrto) ob sprehajalnih poteh. Padajoče suhe veje ali celo drevo lahko poškodujejo obiskovalce in infrastrukturo. Podatki daljinskega zaznavanja se pri načrtovanju na ravni krajine vedno bolj uporabljajo, saj omogočajo relativno cenejše pridobivanje dovolj natančnih informacij. Na modelnem območju urbanega gozda v Ljubljani bomo preverili, ali je možno z izbranimi inovativnimi pristopi (uporaba multispektralnih posnetkov v kombinaciji z drugimi podatki daljinskega zaznavanja) pridobiti zanesljive in dovolj podrobne informacije o fazah propadanja gozdnega drevja ob izbranih sprehajalnih poteh.

H2) Kakovost rekreativne izkušnje je odvisna od mnogih dejavnikov. Nekatere merimo lažje (npr. fizikalne lastnosti terena, meteorološke parametre, pestrost drevesnih vrst in deleže debelinskih razredov ...), druge težje (estetska izkušnja, neposreden učinek na zdravje in dobro počutje, fascinacija in pozornost, odmaknjenost, ...). Naša hipoteza je, da urbani gozd v Ljubljani ponuja dovolj možnosti za zadovoljitev različnih rekreacijskih potreb, ni pa dovolj kompleksnih informacij, ki bi omogočale racionalnejše urejanje gozdnega prostora v mestu. S kombinacijo podatkov daljinskega zaznavanja (lidarski podatki, ortofoto posnetki) in izbranih socioloških analiz (ankete) želimo opredeliti cone modelnega območja urbanega gozda v Ljubljani glede na izbrane kriterije za oceno kakovosti rekreacijske izkušnje in pritiska obiskovalcev na gozdni ekosistem.

H3) Opredelitev gozda za urbani gozd je odvisna tudi od frekvence in periodike obiska. Analizirali bomo izbrane metode za opredelitev urbanega gozda – predvsem z namenom opredelitve območij, ki so najbolj obiskana. Intenzivnost obiska vpliva tako na ekologijo gozdnega ekosistema (in s tem na trajnost funkcij) kot na neposredno rekreacijsko izkušnjo (npr. željo po odmaknjenosti oziroma druženju). S pomočjo inovativne metode celoletnega spremljanja frekvence obiska v kombinaciji z drugimi podatki bomo preverili hipotezo, ali obstoječa mreža poti opravi nalogo enakomerne razpršenosti obiska v urbanem gozdu v Ljubljani.

Raziskavo so vodila naslednja raziskovalna vprašanja:

Ali je možno s podatki daljinskega zaznavanja kartirati posamezna drevesa in jim pravilno določiti drevesno vrsto?

Če je odgovor na prejšnje vprašanje pritrdilen, ali je možno z danim multispektralnim posnetkom na podlagi razlik v spektralnem podpisu prepoznati drevesa po fazah razgradnje (predvsem ločnica med zdravim oziroma vitalnim ter oslabelim oziroma poškodovanim osebkom iste drevesne vrste)?

Ali obiskovalci zaznajo dejanski obseg določenega okoljskega vpliva rekreacije ob poteh?

Ali obiskovalci različne okoljske vplive rekreacije zaznavajo različno?

Ali obstaja korelacija med rekreacijsko izkušnjo, starostjo, okoljskim znanjem in zaznavo okoljskih vplivov rekreacije?

Ali obstoječa uradna mreža poti zadosti povpraševanje obiskovalcev po tej rekreacijski infrastrukturi?

## **2 PREGLED OBJAV**

### **2.1 PREGLED LITERATURE BAZI COBISS**

Z iskalnikom vzajemne bibliografsko-kataložne baze podatkov (baza COBISS/COBIB, 2012) smo naredili popolni pregled t. i. sive literature na temo urbanega gozdarstva v Sloveniji za obdobje med letoma 1996 in 2011. Iskali smo naslednje tipologije dokumentov: 1.01 (Izvirni znanstveni članek), 1.02 (Pregledni članek), 1.03 (Kratki znanstveni članek), 1.04 (Strokovni članek), 1.16 (Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografiji), 1.17 (Samostojni strokovni sestavek ali poglavje v monografiji), 2.01 (Znanstvena monografija), 2.02 (Strokovna monografija). Pri iskanju so bile uporabljene ključne besede: mestni gozd, urbani gozd, zelene površine, mestni/urbani park, zeleni pas, zelena infrastruktura. Rezultat je bil več kot 300 zadetkov. S pregledom naslovov in izvlečkov so bili izločeni neustrezni zadetki. Po izboru jih je ostalo 68. Med njimi je bilo 31 znanstvenih in 17 strokovnih člankov, 15 poglavij v monografijah in 5 monografij. Več kot 70 % prispevkov je bilo v slovenskem jeziku in več kot 10 % v angleškem. S področja prostorskega načrtovanja je bilo 50 % prispevkov in tretjina iz gozdarstva, skoraj 10 % prispevkov je bilo objavljenih v geografskih publikacijah, skoraj 90 % jih je bilo na temo zelene infrastrukture, urbanih gozdov in parkov, 50 % o upravljanju in načrtovanju. Teme so segale na področje turizma, tal (parki, vrtovi, igrišča, zelene površine, urbani gozd), upravljanja in načrtovanja, javnega zdravja, hidrologije, rekreacije, gospodarjenja z divjadjo, arboristike, dediščine, socialnih tematik, biodiverzitete, zavarovanih območij, blagodejnega učinkovanja, krajinske ekologije in urbanega gozdarstva na splošno.

Preglednica 1. Pregled števila objav na temo urbanega gozdarstva v Sloveniji v bibliografsko-kataložni bazi podatkov (baza COBISS/COBIB, 2012) po tipologijah dokumentov: 1.01 (Izvirni znanstveni članek), 1.02 (Pregledni članek), 1.03 (Kratki znanstveni članek), 1.04 (Strokovni članek), 1.16 (Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografiji), 1.17 (Samostojni strokovni sestavek ali poglavje v monografiji), 2.01 (Znanstvena monografija), 2.02 (Strokovna monografija).

Table 1. Overview of the number of publications on the topic of urban forestry in Slovenia in database COBISS / COBIB (2012) for typologies of documents: 1.01 (original scientific article), 1.02 (review article), 1.03 (short scientific article), 1.04 (professional article), 1.16 (independent scientific chapter in a monograph), 1.17 (independent professional chapter in a monograph), 2.01 (scientific monograph), 2.02 (professional monograph).

| Leto   | Število | "1.01" | "1.02" | "1.03" | "1.04" | "1.16" | "1.17" | "2.01" | "2.02" |
|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1996   | 1       | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 1997   | 4       | 2      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      |
| 1998   | 4       | 0      | 1      | 2      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      |
| 1999   | 1       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      |
| 2000   | 5       | 0      | 1      | 0      | 2      | 2      | 0      | 0      | 0      |
| 2001   | 4       | 0      | 2      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      |
| 2002   | 1       | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 2003   | 5       | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 3      | 0      | 0      |
| 2004   | 1       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      |
| 2005   | 4       | 3      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      |
| 2006   | 3       | 2      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 2007   | 4       | 0      | 0      | 0      | 2      | 1      | 1      | 0      | 0      |
| 2008   | 10      | 4      | 1      | 0      | 3      | 0      | 0      | 1      | 1      |
| 2009   | 4       | 0      | 1      | 0      | 3      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 2010   | 10      | 6      | 0      | 0      | 2      | 1      | 1      | 0      | 0      |
| 2011   | 7       | 3      | 0      | 0      | 1      | 2      | 0      | 1      | 0      |
| Skupaj | 68      | 21     | 8      | 2      | 17     | 7      | 8      | 3      | 2      |

Preglednica 2. Pregled števila objav na temo urbanega gozdarstva v Sloveniji v bibliografsko-kataložni bazi podatkov (baza COBISS/COBIB, 2012) po ključnih besedah

Table 2. Overview of the number of publications on the topic of urban forestry in Slovenia in a database COBISS / COBIB (2012) with keywords

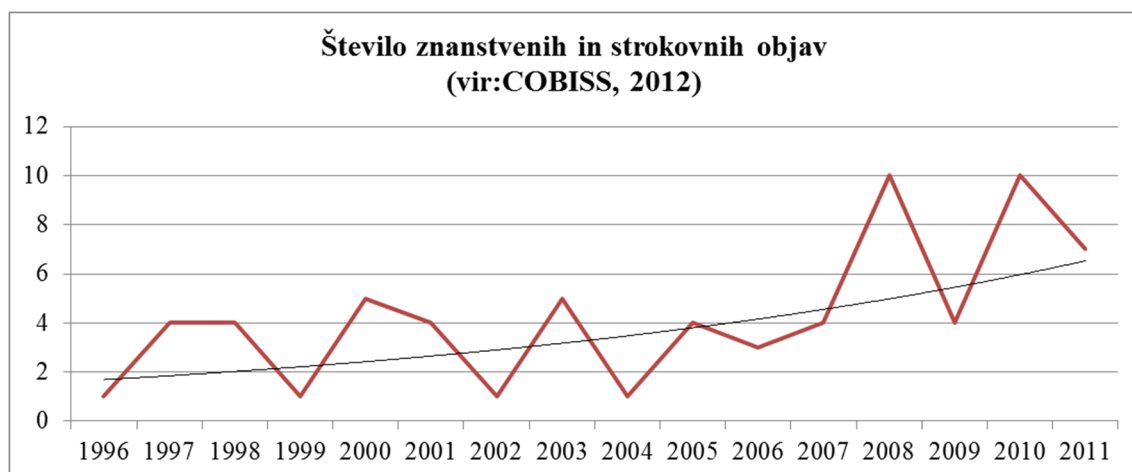
| Leto   | Urbani park | Urbani gozd | Urbana drevesa | Urbano gozdarstvo | Zelena infrastruktura |
|--------|-------------|-------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| 1996   | 0           | 1           | 0              | 0                 | 0                     |
| 1997   | 0           | 1           | 0              | 2                 | 1                     |
| 1998   | 1           | 1           | 0              | 0                 | 2                     |
| 1999   | 0           | 0           | 0              | 0                 | 1                     |
| 2000   | 0           | 0           | 1              | 0                 | 4                     |
| 2001   | 0           | 0           | 0              | 0                 | 4                     |
| 2002   | 1           | 0           | 0              | 0                 | 0                     |
| 2003   | 2           | 1           | 0              | 0                 | 2                     |
| 2004   | 0           | 0           | 0              | 0                 | 1                     |
| 2005   | 0           | 1           | 1              | 1                 | 1                     |
| 2006   | 2           | 0           | 0              | 0                 | 1                     |
| 2007   | 2           | 0           | 0              | 0                 | 2                     |
| 2008   | 2           | 0           | 2              | 0                 | 6                     |
| 2009   | 2           | 0           | 0              | 0                 | 2                     |
| 2010   | 1           | 5           | 1              | 1                 | 2                     |
| 2011   | 1           | 3           | 0              | 0                 | 3                     |
| Skupaj | 14          | 13          | 5              | 4                 | 32                    |

Preglednica 3. Pregled števila objav na temo urbanega gozdarstva v Sloveniji v bibliografsko-kataložni bazi podatkov (baza COBISS/COBIB, 2012) po ključnih besedah in tematiki

Table 3. Overview of the number of publications on the topic of urban forestry in a database COBISS / COBIB (2012) with keywords and topics

|                       | Turizem | Tla | Načrtovanje | Zdravje | Hidrologija | Rekreacija | Upravljanje divjadi | Arboristika | Dediščina | Družba | Biodiverziteta | Zavarovana območja | Dobro počutje | Krajina | Urbano gozdarstvo | Skupaj |
|-----------------------|---------|-----|-------------|---------|-------------|------------|---------------------|-------------|-----------|--------|----------------|--------------------|---------------|---------|-------------------|--------|
| Urbani park           | 1       | 2   | 4           | 0       | 0           | 0          | 0                   | 1           | 5         | 0      | 0              | 0                  | 0             | 1       | 0                 | 14     |
| Urbani gozd           | 0       | 1   | 3           | 0       | 3           | 3          | 1                   | 0           | 0         | 0      | 0              | 0                  | 0             | 1       | 1                 | 13     |
| Urbana drevesa        | 0       | 0   | 0           | 1       | 1           | 0          | 0                   | 3           | 0         | 0      | 0              | 0                  | 0             | 0       | 0                 | 5      |
| Urbano gozdarstvo     | 0       | 0   | 3           | 0       | 0           | 0          | 0                   | 0           | 0         | 0      | 0              | 0                  | 0             | 0       | 1                 | 4      |
| Zelena infrastruktura | 0       | 0   | 20          | 2       | 1           | 1          | 0                   | 0           | 0         | 1      | 1              | 2                  | 1             | 2       | 1                 | 32     |
| Skupaj                | 1       | 3   | 30          | 3       | 5           | 4          | 1                   | 4           | 5         | 1      | 1              | 2                  | 1             | 4       | 3                 | 68     |





Slika 2. Število objav na temo urbanega gozdarstva v Sloveniji v bibliografsko-kataložni bazi podatkov (baza COBISS/COBIB, 2012) skupaj po tipologijah dokumentov: 1.01, 1.02, 1.03, 1.04, 1.16, 1.17, 2.01, 2.02

Picture 2. Number of publications on the topic of urban forestry in Slovenia in database COBISS / COBIB (2012) along the typologies of documents: 1.01, 1.02, 1.03, 1.04, 1.16, 1.17, 2.01, 2.02

Glede na prej navedene ključne besede je indeks Scopus (2012) znanstveno upošteval šest člankov iz Slovenije: dva iz leta 2011 ter po enega iz let 2010, 2006, 2000 in 1997. Članki zajemajo predvsem teme razpoložljivosti in kakovosti podatkov o zeleni infrastrukturi, urbanih gozdovih in gozdarstvu, okolju, psihologiji in sociologiji, onesnaženju tal, geografskih informacijskih sistemih in načrtovanju krajine.

Vsi članki imajo skupno spodbujanje upravljanja zelene infrastrukture (odprte zelene površine, zeleni koridorji, urbani gozdovi in parki, mestna drevesa). Poročajo o posledicah onesnaženosti tal v mestnih parkih na zdravje otrok, ohranjanje povezave med gozdnimi zaplatami preko gozdnih koridorjev, o uporabi novih pristopov iz različnih disciplin (tudi psihologije, sociologije, geografskih informacijskih sistemov, gozdarstva itd.) za izboljšanje upravljanja in načrtovanja zelene infrastrukture, v okvir katere sodijo urbani gozdovi.

## 2.2 UPORABA DALJINSKEGA ZAZNAVANJA ZA KARTIRANJE DREVESNIH VRST V GOZDU

Inventura drevesnih vrst je med ključnimi načrtovalskimi orodji v gozdarstvu. Te informacije – vrstna pestrost oziroma zastopanost in razporeditev dreves znotraj upravljskega območja – so še posebej dobrodošle upravljavcem sonaravno upravljanega urbanega gozda, saj izboljšajo odločitve tudi glede varovanja in ohranjanja večjih območij gozda (Alvey, 2006; Parviainen, 2005).

V nekaterih evropskih državah (tudi v Sloveniji) ima sonaravno gospodarjenje tudi z urbani gozdovi dolgoletno tradicijo (Hladnik in Pirnat, 2011), ki pogosto vključuje delo s posamičnim drevjem, na upravljanje pa zelo vpliva tudi specifika lastništva gozdov, ki jo zaznamujejo drobno razdrobljena posest ter razlike v želji do dela z lastnim gozdom in odzivnosti (Hostnik, 2013). Tudi zaradi tega imamo v teh državah mešane, heterogene gozdne sestoje, z visoko stopnjo vrstne pestrosti med drevesi in pestro strukturo sestojev. V takih razmerah v luči potreb zelo podrobnega pristopa pri upravljanju gozdov v mestih klasična gozdna inventura težko zajame podrobne informacije na veliki površini. Zato uporaba podatkov daljinskega zaznavanja obeta učinkovito pomoč pri zbiranju potrebnih informacij o drevesih in vrstni pestrosti ter razporedu za potrebe sonaravnega upravljanja urbanih gozdov (Blaschke in sod., 2011).

Ker satelitski multispektralni posnetki niso vsebovali prostorsko dovolj podrobnih podatkov, na primer za razlikovanje teksture krošenj različnih drevesnih vrst, so raziskovalci uporabili fuzijo podatkov, pridobljenih z letalskim laserskim skeniranjem za izboljšanje procesov segmentacije in klasifikacije (Ali in sod., 2008; Zhang in sod., 2012). Izkazalo se je, da je kombinacija teh dveh tipov podatkov uporabna pri spremljanju stanja gozdnih sestojev in kartiranju posamičnih dreves (Blaschke in sod., 2011; Jakubowski in sod., 2013; Leckie, 2003).

Pri več raziskavah so uporabili multispektralne podatke in podatke laserskega skeniranja površja za avtomatizirano segmentacijo in klasifikacijo drevesnih vrst. Leckie in sod. (2003b) so ocenili uporabnost kombinacije multispektralnih posnetkov visoke prostorske ločljivosti (8,5 cm), ki so bili posneti iz zraka, in podatkov laserskega skeniranja za izločanje posameznih drevesnih krošenj v enodobnih sestojih duglazije v Kanadi. Z uporabo modela sledenja dolin so pri avtomatiziranem izločanju dreves na multispektralnih posnetkih dosegli 80- do 90-odstotno ujemanje s podatki dejanskega stanja, pridobljenimi na terenu. S podatki laserskega skeniranja so dosegli 59-odstotno povprečno natančnost pri izločanju krošenj. Njihov glavni argument je bil, da s kombinacijo obeh tipov podatkov daljinskega zaznavanja lahko dosežemo boljše avtomatizirano izločanje posameznih dreves. Da bi potrdili ta argument in dokazali uporabnost metode, avtorji predlagajo tak tip raziskav v različnih tipih gozdov. Popescu in Wynne (2004) sta uporabila fuzijo podatkov pridobljenih z laserskim skeniranjem, in multispektralnih optičnih podatkov senzorja ATLAS (*Airborne Terrestrial Applications Sensor*) (vidni, bližnji infra rdeči in srednji infra rdeči) s prostorsko ločljivostjo 4 metre za merjenje višin posameznih dreves v mešanem gozdu bora in listavcev v državnem gozdu v Virginiji v ZDA. Prikazala sta izboljšanje ocen višin dreves s fuzijo multispektralnih in laserskih podatkov. Ali in sod. (2008) so testirali fuzijo podatkov na

ravni lastnosti segmentov za modeliranje posameznih dreves z uporabo modela inverzne razvodne segmentacije, ki ji je sledil postopek klasifikacije. Za klasifikacijo so uporabili fuzijo laserskih podatkov o teksturi in modelu drevesnih višin, originalnih multispektralnih podatkov iz štirih spektralnih kanalov in kanalov, izdelanih z metodo analize glavnih komponent iz originalnih štirih spektralnih kanalov (*brightness*, *redness*, *greenness*, in *blue-yellowness*). Pri klasifikaciji z uporabo le originalnih štirih spektralnih kanalov so dosegli 63-odstotno povprečno natančnost, pri klasifikaciji z uporabo fuzije podatkov v skupno desetih kanalih pa 86-odstotno povprečno natančnost. Večjo natančnost so avtorji pripisali uporabi podatkov laserskega skeniranja in na novo statistično izdelanih kanalov iz multispektralnih podatkov. Voss (2008) je analiziral sezonski vpliv na razlikovanje med drevesnimi vrstami na ravnem terenu v parku Univerze v Iowi v ZDA. Drevesa tam niso rastla strnjeno in jih je bilo lahko ločiti. Voss je uporabil je multitemporalne hiperspektralne podatke, podatke laserskega skeniranja in podatke o drevesih, pridobljene z inventuro drevesnih vrst na terenu. Povprečna natančnost klasifikacije s hiperspektralnimi podatki se med poletnim in jesenskim naborom podatkov ni značilno razlikovala (57 % poleti in 56 % pozimi). Natančnost pa se je povečala za 19 % z uporabo podatkov, pridobljenih z laserskim skeniranjem. Avtor pripisuje zasluge zmanjšanju vpliva senc in dodatnim podatkom o višinah za ločevanje med nižjo in višjo vegetacijo. Puttonen in sod. (2009) so testirali metodo, ki so jo poimenovali *Illumination Dependent Colour Channels* (IDCC – barvni kanali, odvisni od osvetlitve) in ki naj bi izboljšala klasifikacijo posameznih drevesnih vrst. Uporabili so multispektralne in laserske podatke, zajete iz zraka (oboje s pomočjo letala). Ločili so prisojne in osojne dele krošenj in izračunali indekse iz spektralnih vrednosti teh dveh delov krošenj. Indekse so uporabili za klasifikacijo s kvadratno, linearno in diskriminantno funkcijo, ki temelji na Mahalanobisovih razdaljah. Največja povprečna natančnost je bila v 70,8 % dosežena pri uporabi linearne diskriminantne analize.

Nagendra (2001) je ocenil zmožnosti daljinskega zaznavanja za presojo vrstne pestrosti. Prišel je do zaključka, da do leta 2000 izolacija večjega števila različnih vrst z uporabo spektralnih podatkov še ni bila mogoča. Leta 2009 je bil v orbito izstreljen satelit WorldView-2 (WV2), ki snema osem spektralnih kanalov (*coastal*, modri, zeleni, rumeni, rdeči, *red-edge* (R-E), bližnji infrardeči 1 (NIR1) in bližnji infrardeči 2 (NIR2)) pri prostorski resoluciji 1,84 metra in pankromatski kanal pri prostorski resoluciji 0,46 metra (DigitalGlobe, 2010). Posnetki, pridobljeni s pomočjo tega satelita, bi lahko izboljšali klasifikacijo drevesnih vrst tudi v mešanih, sonaravnih urbanih gozdovih z visoko pestrostjo drevesnih vrst.

V zadnjih letih so pri več študijah uporabili WV2-posnetke pri različnih analizah drevesnih vrst. Na primer v Tampi na Floridi v ZDA, so raziskovali potencial WV2-posnetkov za prepoznavanje in kartiranje mestnih dreves ali skupin dreves. V primerjavi s posnetki s satelita IKONOS, se je povprečna natančnost klasifikacije šestih drevesnih vrst z uporabo WV2 posnetkov povečala za 16–18 % (Pu in Landry, 2012). Poudariti je treba, da je bila študija izvedena na drevesih v urbanem okolju z malo vegetacije in ne v gozdu. Carter (2013) je za klasifikacijo jesena, javorja, hrasta, bukve, zimzelenih vrst in šestih drugih klasifikacijskih razredov uporabil multitemporalne podatke dveh WV2-posnetkov – iz junija in septembra 2010. Študija je bila izvedena v mešanem gozdu listavcev v ameriški zvezni državi New York. Z redukcijo dimenzionalnosti multispektralnih podatkov in združitvijo razredov jesena in javorja so dosegli skoraj 90-odstotno povprečno natančnost. Za referenčne podatke so uporabili piksele in ne objekte, kot na primer drevesne krošnje. Latif in sod. (2012) so v gozdnem rezervatu v Kuala Lumpurju v Maleziji, s pomočjo WV2-posnetkov poskušali prepoznati drevesne vrste. Primerjali so spektralne podatke listov drevesnih vrst, ki so jih pridobili s pomočjo spektrometra iz listov na terenu, s podatki iz WV2-posnetka. Največja težava, na katero so naleteli, je bila delineacija (razmejitev) krošenj različnih drevesnih vrst, ki so rastle strnjeno skupaj in so bile približno enakih višin.

Število študij, ki bi izvedle kartiranje gozdnih dreves različnih drevesnih vrst v mešanih, heterogenih gozdovih zmernega podnebja v Evropi, je zelo omejeno. Immitzer in sod. (2012) so testirali uporabnost WV2-posnetkov za kartiranje desetih drevesnih vrst v srednjeevropskem mešanem gozdu v Avstriji. Z uporabo neparametričnega klasifikatorja *random forest* (Breiman, 2001), so dosegli 82-odstotno povprečno natančnost. S tem so pokazali na veliko uporabno moč WV2-podatkov za prepoznavanje gozdnih drevesnih vrst. Novi kanali WV2 so pripomogli k povečani povprečni natančnosti klasifikacije, če je bilo vključenih več različnih drevesnih vrst (deset namesto štirih). Veliko natančnost gre pripisati tudi vzorčenju učnih primerov za klasifikacijo. Ti so bili izbrani piksli z osvetljenih delov krošenj znanih dreves in ne objekti celotne projekcije krošnje, ki vsebuje kompleksnejše lastnosti, tudi teksturo.

Heumann (2011) je predstavil uporabo WV2-posnetkov pri objektno usmerjeni klasifikaciji (*Object-Based Image Analysis* – OBIA) z uporabo metode podpornih vektorjev (*Support Vector Machine* – SVM) za klasifikacijo mangrov na Galapaškem otočju. Pri ločevanju pravih mangrov od ostale vegetacije je bila dosežena več kot 90-odstotna povprečna natančnost.

Ker satelitski multispektralni posnetki niso vsebovali prostorsko dovolj podrobnih podatkov za na primer razlikovanje teksture krošenj različnih drevesnih vrst, so

raziskovalci uporabili fuzijo podatkov, pridobljenih z letalskim laserskim skeniranjem, za izboljšanje procesov segmentacije in klasifikacije (Ali in sod., 2008; Zhang in sod., 2012). Izkazalo se je, da je kombinacija teh dveh tipov podatkov uporabna pri spremljanju stanja gozdnih sestojev in tudi pri kartiranju posamičnih dreves (Blaschke in sod., 2011; Jakubowski in sod., 2013; Leckie, 2003).

Pregled minulih raziskav, objavljenih v revijah z recenzijo prispevkov, je razkril, da so potrebne dodatne raziskave o uporabi WV2-posnetkov za kartiranje posameznih dreves različnih drevesnih vrst v heterogenih, mešanih gozdovih zmernega podnebja, kjer drevesa različnih drevesnih vrst in različnih starosti pogosto rastejo blizu drugo drugemu, njihove krošnje pa se prepletajo. Poudariti je treba tudi dejstvo, da fuzija satelitskih WV2-podatkov in podatkov zračnega laserskega skeniranja še ni bila uporabljena za klasifikacijo posameznih dreves v naravnem urbanem gozdu.

Namen naše raziskave je prispevati k zapolnitvi te vrzeli in preveriti uporabnost praktične metode objektno usmerjene klasifikacije (Blaschke, 2010) s kombinacijo WV2-posnetkov in podatkov pridobljenih z laserskim skeniranjem iz zraka za uspešno segmentacijo in klasifikacijo posameznih drevesnih krošenj petih drevesnih vrst v strehi naravnega, mešanega, heterogenega urbanega gozda v Ljubljani.

## 2.3 KAKOVOST REKREACIJSKE IZKUŠNJE

Gozdarji se v urbanih gozdovih pogosto soočajo z močnimi okoljskimi vplivi, ki so posledica intenzivne rekreacijske rabe. Okoljski vplivi se kažejo kot različne oblike poškodovanosti tal, rastlin in vegetacije, rekreacijske infrastrukture, vplivov na živali in socialnih konfliktov (Liddle, 1997; Manning, 2011).

Uporaba gozdov v mestih (Žižek, 2010) z rastjo urbanizacije in deležem prebivalstva v urbanih območjih narašča (Arnberger, 2006; EUROSTAT, 2013; Smrekar in sod., 2011). Sodeč po preteklih raziskavah v nekaterih urbanih gozdovih slovenskih mest, je najpogostejša oblika rekreacije hoja (Lesnik in sod., 1993; Smrekar in sod., 2011; Verlič in Pirnat, 2010). Zato so poti zelo pomembna rekreacijska infrastruktura v urbanih gozdovih. Koridorji poti so za obiskovalce poseben okoljski kontekst, znotraj katerega se srečujejo z okoljskimi vplivi rekreacijske rabe, te okoljske vplive zaznavajo (Dorwart in sod., 2009; Moore in sod., 2012) in stremijo k povrnitvi dobrega počutja (*restorative experience*) (Hartig in sod., 1991; Kaplan in Kaplan, 1989). Tako lahko s premišljeno in strokovno načrtovano izvedbo poti, z vzdrževanjem njihove mreže poti in stalnim spremljanjem njihovega stanja pomagamo vzdrževati trajno delovanje gozdnega ekosistema v mestih in ob enem zagotavljamo osnovne pogoje za kakovostno

rekreacijsko izkušnjo obiskovalcev (Cahill in sod., 2008; Lynn in Brown, 2003; Monz in sod., 2010b). Kako obiskovalci zaznavajo dejanske okoljske vplive na rekreativnih poteh v urbanih gozdovih in kako ti vplivajo na kakovost rekreacijske izkušnje obiskovalcev, sta med pomembnejšimi informacijami, ki jih upravljavci gozdov v mestih potrebujejo.

Minule raziskave zaznavanja okoljskih vplivov na rekreacijskih poteh v gozdovih so pokazale, da obiskovalci te vplive načeloma opazijo (Arnberger in Eder, 2011; Chin in sod., 2000; Lynn in Brown, 2003; Moore in sod., 2012) in da na zaznavanje in preference glede oblike in stanja ureditve urbanih gozdov lahko vplivajo njihova starost, izobrazba, pogostost obiskovanja gozda in okolje iz katerega prihajajo (Tyrväinen in sod., 2003). Toda malo raziskav je preverilo, do katere mere obiskovalci zaznajo okoljske vplive v primerjavi z njihovo dejansko prisotnostjo in kakšen učinek imajo določeni okoljski vplivi na obiskovalčevo doživljajsko izkušnjo.

Upravljavci urbanih gozdov se pri svojem delu pogosto zanašajo na mnenja obiskovalcev teh gozdov. Toda nekaj raziskav je pokazalo, da so lahko med dejanskimi okoljskimi vplivi in tistimi, ki jih zaznajo obiskovalci, znatne razlike (Arnberger in Haider, 2007; Merikle in sod., 2001; Moore in sod., 2012). Preden upravljavci urbanih gozdov izvedejo ukrepe na terenu, bi morali preveriti, ali obiskovalci okoljske vplive zaznavajo v povezavi z dejanskim stanjem v naravi ali pa je zaznava posledica nekaterih norm in vrednot (Donnelly in sod., 2000; Heywood in Murdock, 2002; Vaske in sod., 1986).

## 2.4 ZAZNAVA OKOLJSKIH VPLIVOV REKREACIJE IN REKREACIJSKA DOŽIVLJAJSKA IZKUŠNJA

Nekaj raziskav se je v preteklosti ukvarjalo s povezavami med zaznavo okoljskih vplivov rekreacije in njihovim vplivom na rekreacijsko izkušnjo obiskovalcev. Lynn in Brown (2003) sta raziskala povezave med okoljskimi vplivi rekreacije, kot so erozija, smeti in blato, ter vplivom teh dejavnikov na občutek samotnosti, odmaknjenosti, naravnosti in odsotnosti človekovega vpliva med pohodniki v območju narave blizu Toronta v Kanadi. Ugotovila sta, da so imeli okoljski vplivi rekreacije negativen učinek na rekreacijsko izkušnjo vprašanih pohodnikov.

V raziskavi o smetenju v urbanih parkih v mestu Columbus v državi Ohio so ugotovili, da so na zaznavanje smetenja močno vplivale socialne norme, ki pri ljudeh vzbujajo občutke krivde, sramu in zadrege (Heywood, 2002).

Moore in sod. (2012) so na rekreativni poti v urbanem parku v mestu Raleigh v Severni Karolini z integrativnim pristopom, ki je vključeval tako meritve okoljskih vplivov kot tudi anketo o teh vplivih, izvedli raziskavo z namenom, da bi razumeli zaznavanje teh

vplivov in njihov učinek na rekreacijsko izkušnjo študentov. Ugotovili so, da je imela večina okoljskih vplivov, povzročenih z rekreacijo negativne učinke na doživljajsko izkušnjo študentov.

Deng in sod. (2003) so obiskovalce narodnega gozdnega parka na Kitajskem spraševali o učinku poteptane vegetacije in zbitosti tal zaradi rekreacije na njihovo zadovoljstvo z obiskom parka. Ugotovili so, da sta imela oba okoljska vpliva negativen učinek na zadovoljstvo vprašanih obiskovalcev parka.

## 2.5 VPLIV STAROSTI IN IZOBRAZBE NA PREFERENCE V REKREACIJSKIH OBMOČJIH

Kot je bilo poudarjeno, so raziskovalci s preteklimi raziskavami pokazali, da so obiskovalci načeloma zaznali okoljske vplive, ki so bili posledica rekreacijske dejavnosti, vendar niso raziskali, ali lahko obiskovalci kvantitativno izrazijo količino posameznih tipov okoljskih vplivov na poteh, ali so razlike v percepciji teh vplivov in ali so percepcije obiskovalcev in dejavniki, kot so starost, ekološka znanja ter socialne norme in vrednote obiskovalcev, povezani. V raziskavi med obiskovalci parkov na Dunaju v Avstriji sta Arnberger in Eder (2011) ugotovila, da so smeti ob rekreacijskih poteh motile obiskovalce ne glede na njihovo starost. Toda pri starejših je prisotnost smeti na poteh večkrat vplivala na njihovo izbiro poti (40 %) v primerjavi z mlajšo skupino obiskovalcev (26 %). Obiskovalci so ocenjevali situacije na fotografijah in niso primerjali zaznav dejanskega stanja okoljskih vplivov na terenu. Ravno tako raziskovalca obiskovalcev nista spraševala o eroziji.

S kohortno študijo, ki so jo izvedli v Tokiu na Japonskem, so Takano in sod. (2002) opozorili na ugoden vpliv, ki ga imajo primerne in dostopne poti v urbanih zelenih območjih na zdravje starejših občanov, saj jih tako zasnovane poti privabijo na rekreacijo. Zavedati pa se je treba, da imajo lahko starejši različne zahteve oziroma potrebe po rekreacijski infrastrukturi glede na poslabšane fizične zmogljivosti ali poslabšan vid (Bell in sod., 2007; Guirao in sod., 1999; Lord, 2006) – posebno za take obiskovalce so lahko izpostavljene korenine ali blato na poti velika ovira oziroma potencialna nevarnost.

Arnberger in Eder (2011) pri starejših nista zaznala posebnih preferenc do okolice in poti, sta pa predvidevala, da bi vključitev več neurejenih poti vplivala na njihovo izbiro v anketi. To domnevo podpirajo rezultati raziskave, ki so jo na starejših občanah izvedli v Britaniji (Sugiyama in Ward Thompson, 2008). Avtorja sta predpostavila, da bi z izboljšanjem kakovosti delov narave na mestnih zelenih površinah, izboljšanjem

kakovosti poti in z zmanjšanjem neprimerne vedenja nekaterih obiskovalcev spodbudili starejše k rekreativnemu sprehajanju po zelenih površinah.

V raziskavi o mestnem gozdu Helsinkov na Finskem, ki je tudi temeljila na fotografijah, so Tyrväinen in sod. (2003) ugotovili, da moški, mlajši in visoko izobraženi anketiranci bolj sprejemajo gozd, ki je videti naraven – z odpadlimi in/ali razpadajočimi deli lesnatih rastlin (t. i. mrtvi les) –, v primerjavi z ostalimi udeleženci ankete, ki so imeli raje upravljan gozd. V isti raziskavi so ugotovili, da so visoko izobraženi posamezniki sprejemali ekološke pristope urejanja gozda z obilnim podrastjem in razpadajočimi deli lesnatih rastlin.

V eksploratorni raziskavi v urbanem parku v kraju Helsingborg na Švedskem so Qiu in sod. (2013) raziskali, ali ekološko znanje študentov in bivših študentov vpliva na preference do različnih kazalnikov stanja biodiverzitete. V ta namen so anketiranim razdelili fotoaparate, da bi naredili posnetke mest, ki so jim bila ob vnaprej izbrani poti všeč. Na posnetkih, ki naj bi predstavljali vrstno pestrost, so anketiranci, ki so bili strokovnjaki, večkrat zajeli razpadajoči les in starejša drevesa, medtem ko so anketiranci, ki so bili laiki, zajeli različne utrinke vegetacije.

Reichhart in Arnberger (2010) sta s pomočjo 3D-animacij in poskusa diskretne izbire (*choice experiment*) ugotavljala preference študentov do rekreacijskih poti v urbanem okolju. Študenti krajinske arhitekture, ki so bili vključeni v ta poskus, niso odobravalı smeti in poškodb na poteh. Poudariti pa je treba, da je bila to študija o preferencah in ne o zaznavi dejavnikov in da anketirani niso dejansko obiskali kraja, ki so ga ocenjevali.

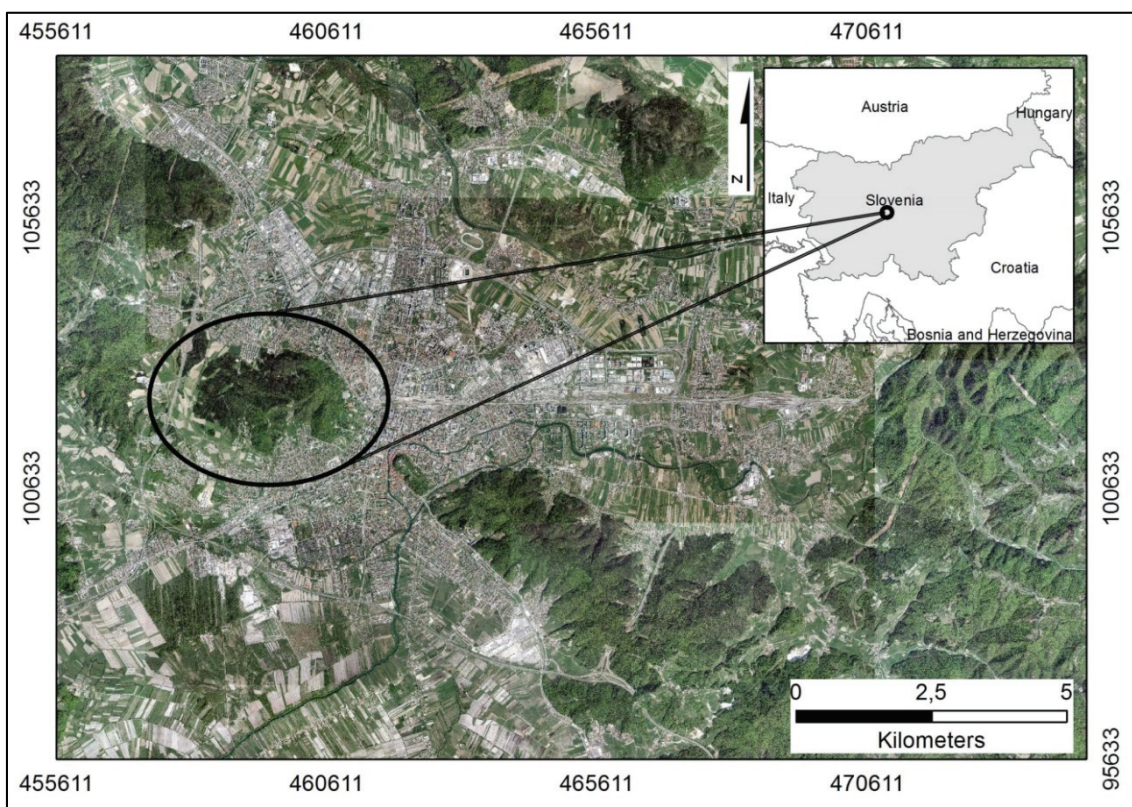
V minulih raziskavah je bilo torej ugotovljeno, da starost in ekološko znanje vplivata na preference, niso pa te raziskave odgovorile na vprašanje, ali ta dva dejavnika vplivata na zaznavo dejanskega obsega okoljskih vplivov, ki so posledica rekreacijske rabe.



### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1.1 Območje raziskave

Več kot 60 % gozdov v Mestni občini Ljubljana je primarnih naravnih gozdov in so nepretrgoma meščanom nudili sonaravno okolje gozdnega ekosistema (Hladnik in Pirnat, 2011). Od leta 2010 je veliko teh gozdov zavarovanih z Odlokom o gozdu s posebnim namenom zaradi poudarjenih socialnih in ekoloških funkcij, ki jih nudijo mestu in meščanom (Odlok o razglasitvi gozdov s posebnim namenom v Mestni občini Ljubljana, 2010).



Slika 3. Prikaz območja raziskave, zavarovano območje gozda znotraj krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib

Picture 3. Research area, the protected area of forest within a landscape park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib

Raziskava je potekala v zelo obiskanem zavarovanem območju gozda znotraj krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib (N 46.05, E 14.48; Slika 3). Leta 1984 je bilo 459 ha veliko območje razglašeno za naravni spomenik (Odlok o razglasitvi Tivolija, 1984).

V študiji, ki so jo izvedli raziskovalci Geografskega inštituta Antona Melika (Smrekar in sod., 2011), je bilo ocenjeno, da to območje letno obišče 1.750.000 ljudi. Zaradi popularizacije in promocije rekreacije v naravi je pričakovati, da bo obisk še naraščal. Posledica je lahko še večji obseg negativnih vplivov na to okolje (Marion in Leung, 2001; Monz in sod., 2010a).

Geološki substrat so pretežno permo-karbonski skrilavci in peščenjaki, na katerih so se razvili distrična rjava tla, rankerji in luvisoli. Najvišja vrhova sta Rožnik (394 metrov nadmorske višine) in Šišenski hrib (429 metrov nadmorske višine).

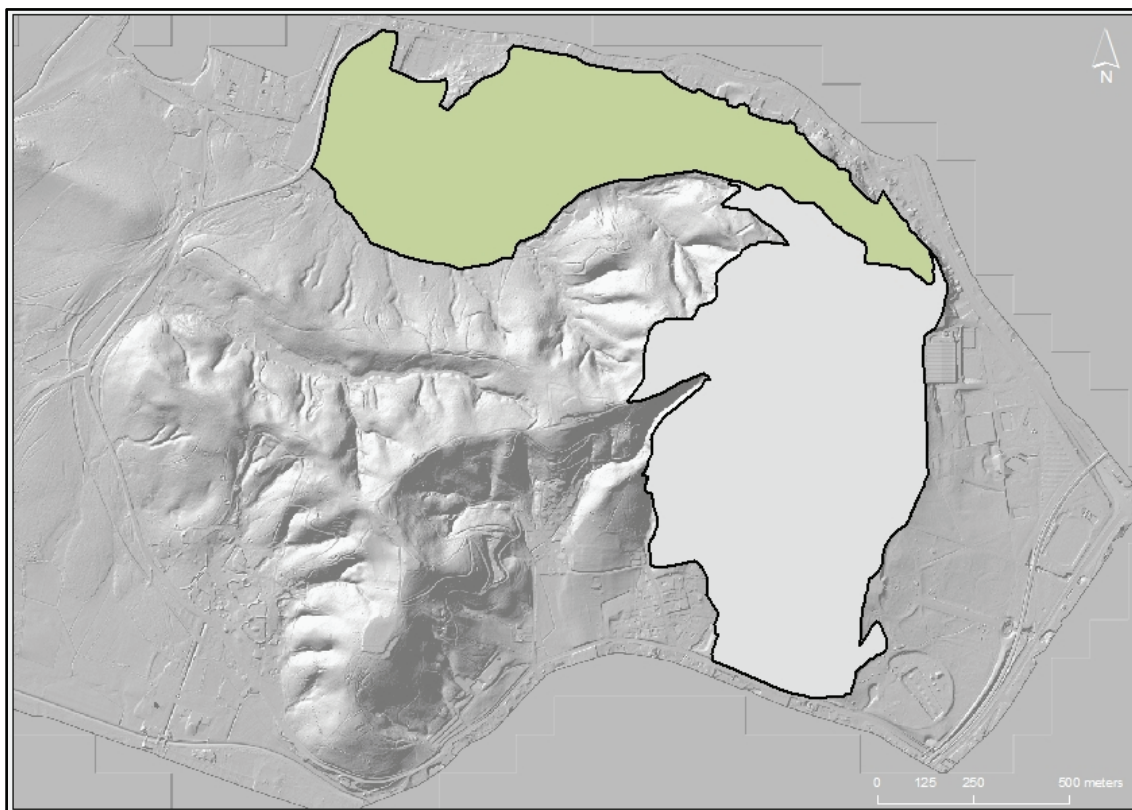
Sestoji najpogostejše sodijo v naslednje asociacije: *Blechno – Fagetum*, *Vaccinio – Pinetum* in *Alnetum glutinosae* (Čarni in sod., 2002). Glede na lesno zalogo po podatkih območne enote Ljubljana Zavoda za gozdove Slovenije prevladujejo naslednje drevesne vrste: rdeči bor (*Pinus sylvestris*) (22%), graden in dob (*Quercus petraea* in *Quercus robur*) (15 %), bukev (*Fagus sylvatica*) (21 %), smreka (*Picea abies*) (19 %) in pravi kostanj (*Castanea sativa*) (8 %) (Gozdnogospodarski načrt gozdno gospodarske enote Ljubljana, 2007).

Glede obiska obravnavanega območja je bilo v preteklosti opravljenih nekaj raziskav. Tako imamo podatke obiska iz leta 1992 (Čampa, 1993) in iz leta 1993 (Lesnik in sod., 1993). Pri raziskavi leta 1992 je bilo izvedeno dvojno štetje, jesensko, 7. novembra 1992, ter zimsko, 6. marca 1993. Jesensko je bilo izvedeno v času od 10. do 16. ure. Štetje se je izvajalo v soboto. Vreme je bilo dopoldne megleno, popoldne pa sončno. Najpogostejša oblika rekreacije je bila v obeh primerih sprehod (več kot 50 %), tudi večina drugih oblik rekreacije je bila takšnih, da zanjo niso bili značilno potrebni večji pripomočki, kot so kolesa, motorji ipd. Obiskovalci so sprehajali pse, nabirali gozdne sadeže, tekli.

Verlič in Pirnat (2010) sta med obiskovalci severnega dela parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib opravila raziskavo mnenja o stanju rekreacijske vloge tega gozda, izdelala mrežo poti in stez (ki so bile na začetku široke vsaj pol metra) ter popisala vstopne v ta del gozda (naklon, tip podlage, erozija). Tudi pri tej raziskavi ni bilo zaznani večjih odstopanj od deležev oblik rekreacije. S 60 % so prevladovali sprehajalci, 37 % jih teklo, sprehajalo psa, nabiralo gozdne sadeže ali prišlo peš na gostinsko ponudbo. Kolesarjev je bilo le 3 %. Največ vprašanih so motile smeti, 10 % jih ni bilo zadovoljnih z vzdrževanjem obstoječe infrastrukture, nekaj manj so jih motili motoristi in kolesarji ter spuščeni psi. Kar 13 % vprašanih je bilo z obstoječim stanjem zadovoljnih. Gostota vseh cest, poti in stez je bila ocenjena na 330 m/ha. V ta del gozda se je leta 2005 lahko vstopilo na šestih večjih vstopih in desetih spontanah točkah, ki so jih ljudje z leti spontano shodili. Analiza vstopov je pokazala, da so zahodni najpoložnejši in omogočajo vstop z vozilom, severna

vhoda sta zelo strma (do 30 stopinj), prisotna je erozija. Vzhodni vstop je strm, tudi tam je bila prisotna erozija.

### 3.1.2 Območje analize mreže rekreativnih poti



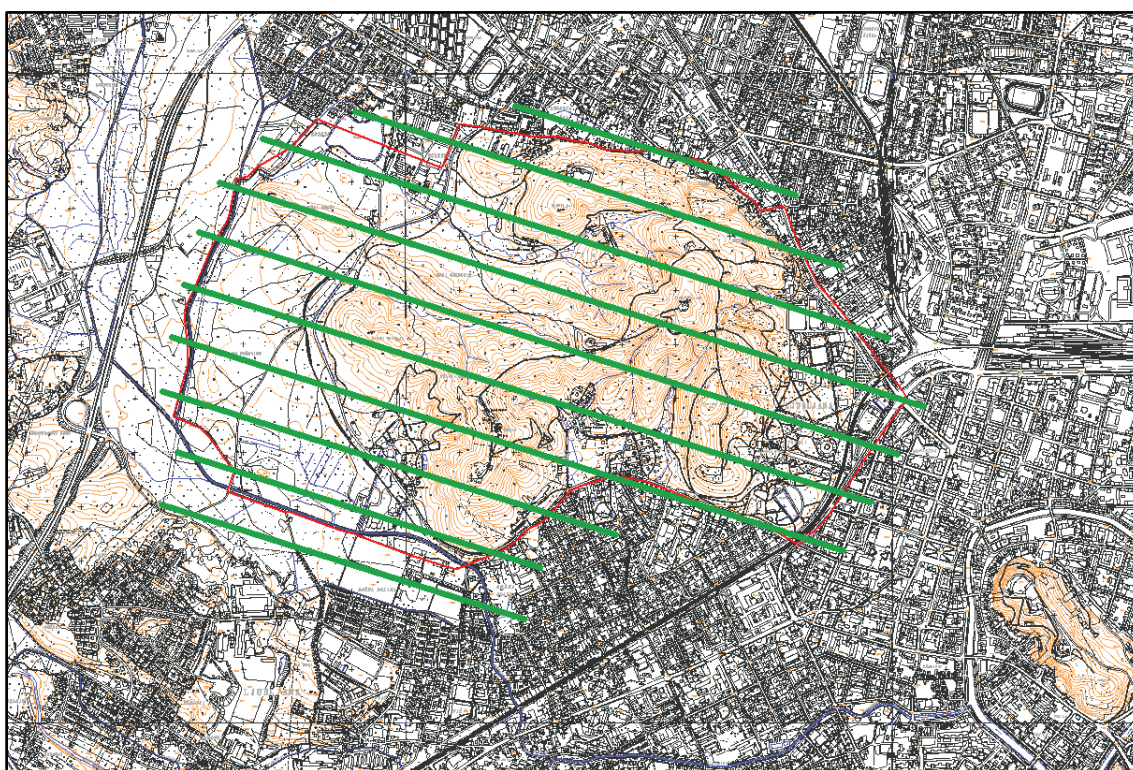
Slika 4. Območji analize neformalnih poti. Severno območje – kjer prevladujejo zasebni gozdovi – je bilo veliko 50 ha, vzhodno – kjer prevladujejo gozdovi v lasti Mestne občine Ljubljana – pa 70 ha.  
Picture 4. Areas of analysis of informal trails. North area – mainly private forests (50 ha); east – mainly forests owned by the Municipality of Ljubljana (70 ha).

### 3.1.3 Podatki daljinskega zaznavanja

Pridobivanje podatkov je bilo prilagojeno fenološkim fazam drevesnih vrst in priporočilom nekaterih minulih raziskav, ki so ovrednotile vpliv sezonskih razlik na natančnost klasifikacije drevesnih vrst, na primer raziskave Vossa (2008). V istem preletu helikopterja so bili simultano narejeni posnetki iz zraka (vidni del spektra za izdelavo pravih ortofoto posnetkov) in lasersko skeniranje površja. To je bilo 23. aprila 2011, ko ni bilo močnega vetra, ki bi vplival na kakovost združevanja (fuzijo) obeh slojev podatkov zaradi premikajočih se dreves, na kar so opozorili tudi Puttonen in sod. (2009). Podatki

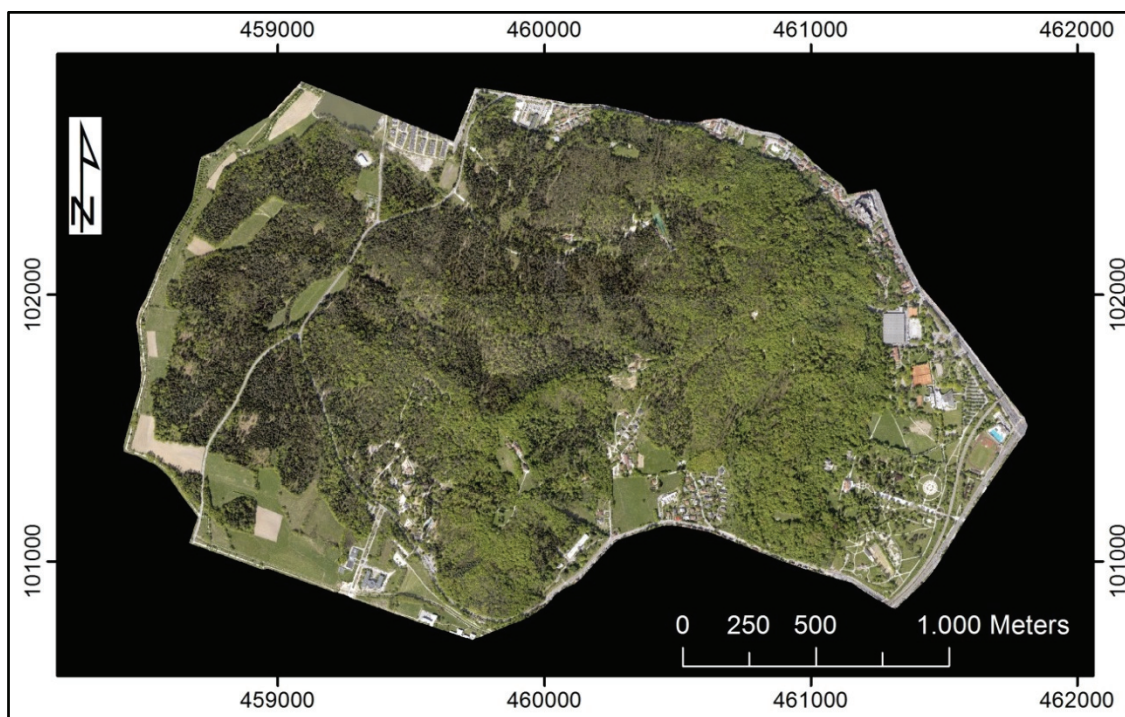


so bili pridobljeni pred polnim olistanjem dreves, kar je bil kompromis med skeniranjem drevesnih krošenj in prodiranjem laserskega žarka do tal (Đurić, 2011). Dodatni posnetki so bili narejeni poleti, ko so bili listi dreves popolnoma razviti. Iz posnetkov so bili izdelani tako imenovani pravi ortofoto posnetki (Slika 6, Slika 7); ti so bili uporabljeni pri delu na terenu za podrobno določitev vrste in lokacije posameznega drevesa, ki je bilo vključeno v učni vzorec za klasifikacijo, uporabili pa smo jih tudi za ročno digitalizacijo/delineacijo drevesnih krošenj in za vizualno verifikacijo rezultata nadzorovane klasifikacije.



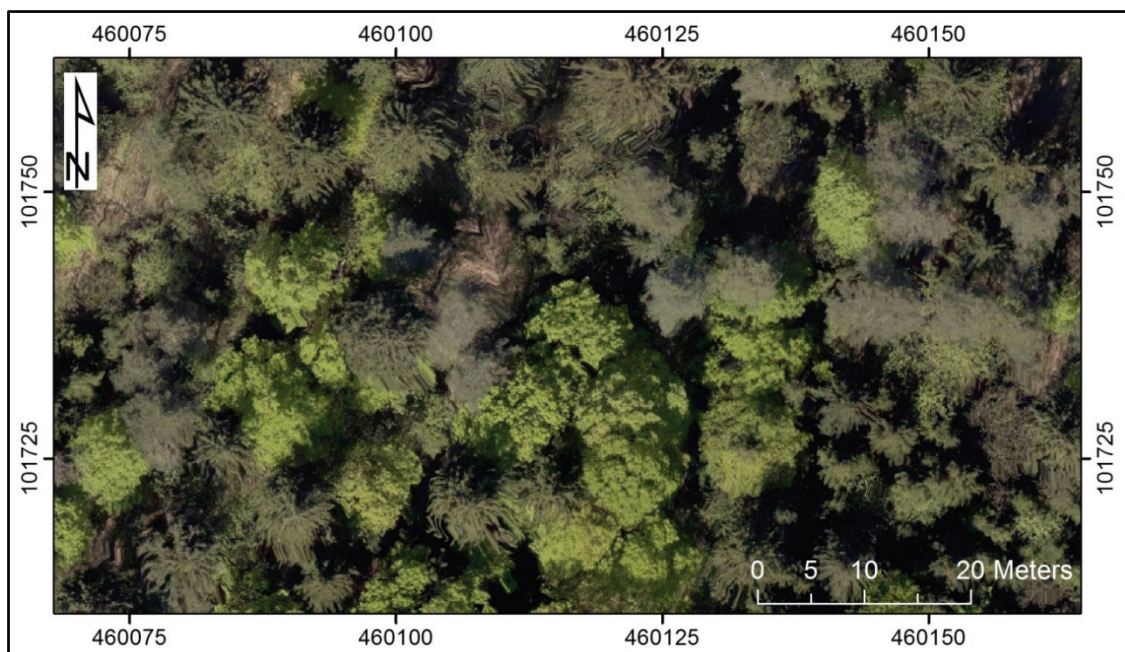
Slika 5. Prikaz poti leta helikopterja z zelenimi črtami (Bernik, 2011, cit. po Đurić 2011: 37)  
Picture 5. The flight path of the helicopter displayed with green stripes





Slika 6. Pravi ortofoto posnetek. Razviden je prehod iz gozda, ki ga sestavljajo pretežno iglavci (zahodni del), proti vzhodnemu delu, kjer prevladujejo listavci.

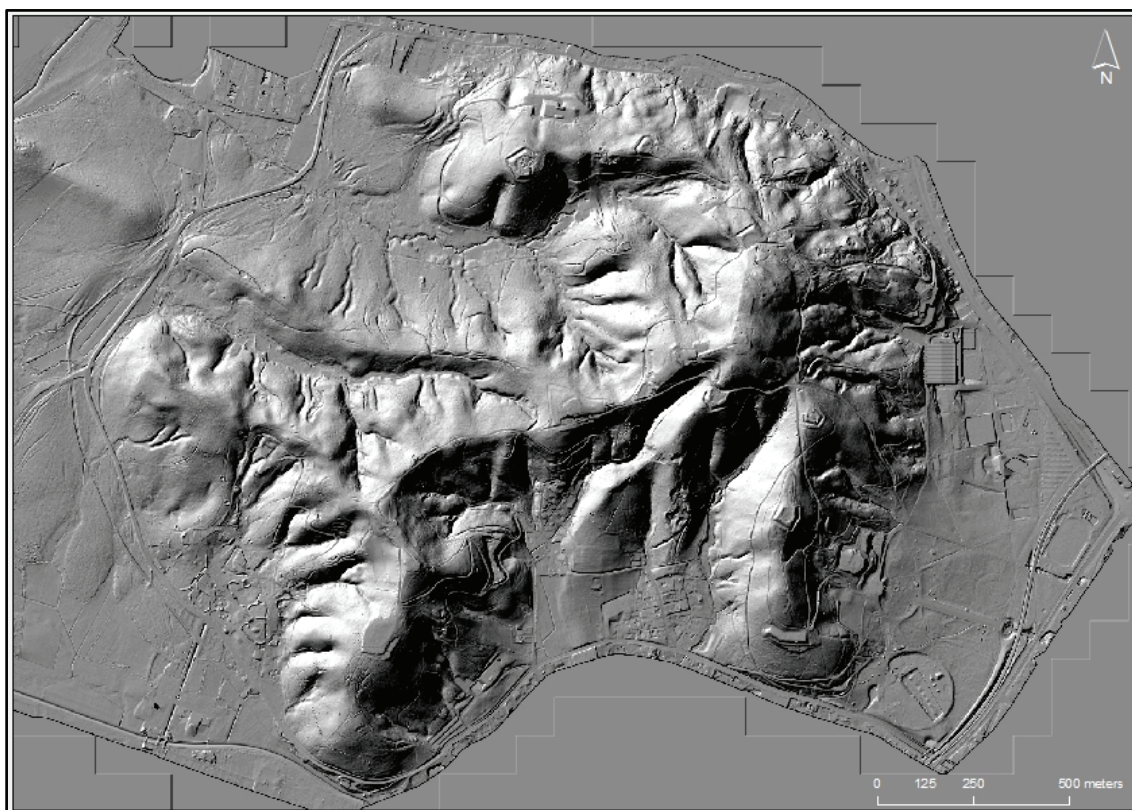
Picture 6. True orthophoto image. Showing the transition in the forest composed mainly of conifers (western part) towards the eastern part dominated by deciduous trees.



Slika 7. Približan pravi ortofoto posnetek (ločljivost 10 cm). Drevesa lahko v večini primerov medsebojno ločimo.

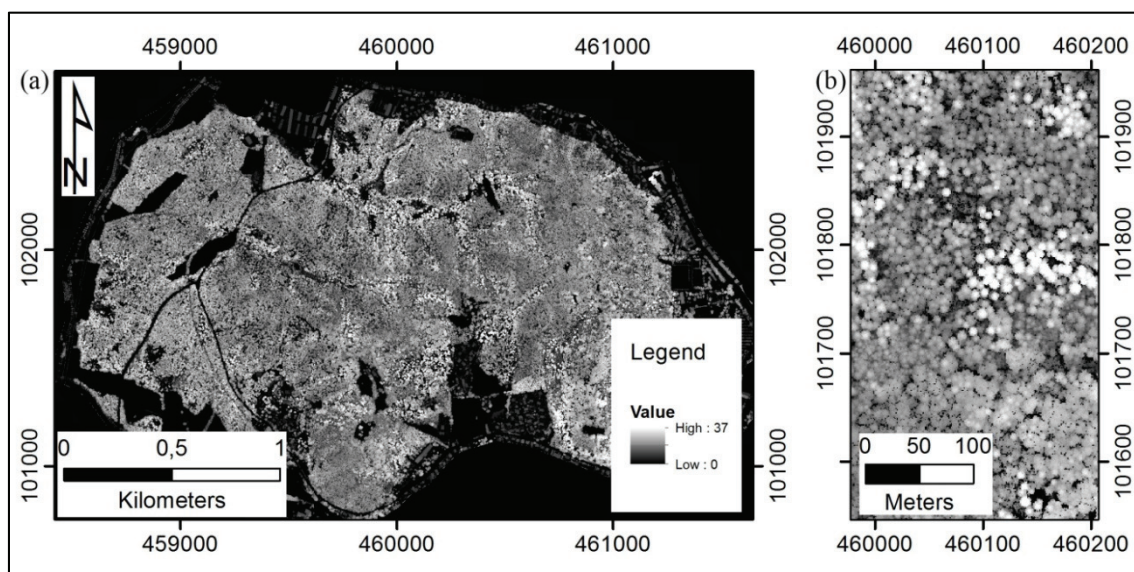
Picture 7. Zoomed in true orthophoto image (resolution 10 cm). In most cases trees can be separated.

Razdalja med linijami leta je bila 250 metrov, kar je zagotovilo zadostno prekrivanje zračnih posnetkov vzdolž linij in v prečni smeri leta. Ker je bila širina posameznih pasov med linijami leta približno 550 metrov, je bilo podvojeno tudi število laserskih točk pri združitvi podatkov z 10 točk/m<sup>2</sup> na približno 20 točk/m<sup>2</sup> (Đurić, 2011), s povprečnim razmikom med točkami 0,33 m v eni liniji leta. Uporabljen je bil laserski skener Riegl LMS-Q560.



Slika 8. Digitalni model višin (DMV)  
Picture 8. Digital elevation model (DEM)





Slika 9. Digitalni model krošenj (DCM)  
Picture 9. Digital canopy model (DCM)

S kombinacijo prilagodljive triangulacijske nepravilne mrežne gostitve (*adaptive triangulated irregular network densification* – ATIN (Axelsson, 2000); kot implementirano v Terrasolid Terrascan 11)) in ponovitvene interpolacije – REIN (Kobler in sod., 2007) je bil na Inštitutu za antropološke in prostorske študije ZRC SAZU in Gozdarskem inštitutu Slovenije izdelan digitalni model višin (DEM, Slika 8) s prostorsko resolucijo 0,5 m. Z REIN-algoritmom v dveh korakih izdelamo raster DEM. Razvit je bil za uporabo na strmih gozdnih terenih in je bil izbran za najprimernejšega za to raziskavo. V prvem koraku z geomorfološkim filtriranjem izločimo *echo* točke pod terenom, predvsem pa tiste nad njim. V drugem koraku odstranimo preostale točke, ki ne predstavljajo odboja na terenu, in izračunamo rastrski model višin. Postopek smo modificirali do te mere, da smo namesto prvega koraka, na primer geomorfološkega filtriranja, uporabili ATIN-filtriranje (Verlič in sod., 2014). Slednje ima namreč veliko prednost v nezveznih lastnostih površja v urbanih območjih (Sithole in Vosselman, 2004). S tem smo združili dobre lastnosti obeh algoritmov. Rastrski DEM, narejen s ponavljajočo se triangulacijo, je tudi superioren za nadaljnje prostorske analize v primerjavi z neposredno rasteriziranim DEM, saj REIN uporablja nekaj ocen vrednosti višin pri določenem rastrskem pikslu. REIN je bil uporabljen tudi za izračun digitalnega modela krošenj (DCM, Slika 9).

Preglednica 4. Spektralni kanali satelita WorldView-2 z minimumi in maksimumi njihovih valovnih dolžin (DigitalGlobe, 2010)

Table 4. Spectral channels of satellite WorldView-2 with the minima and the maxima of their wavelengths

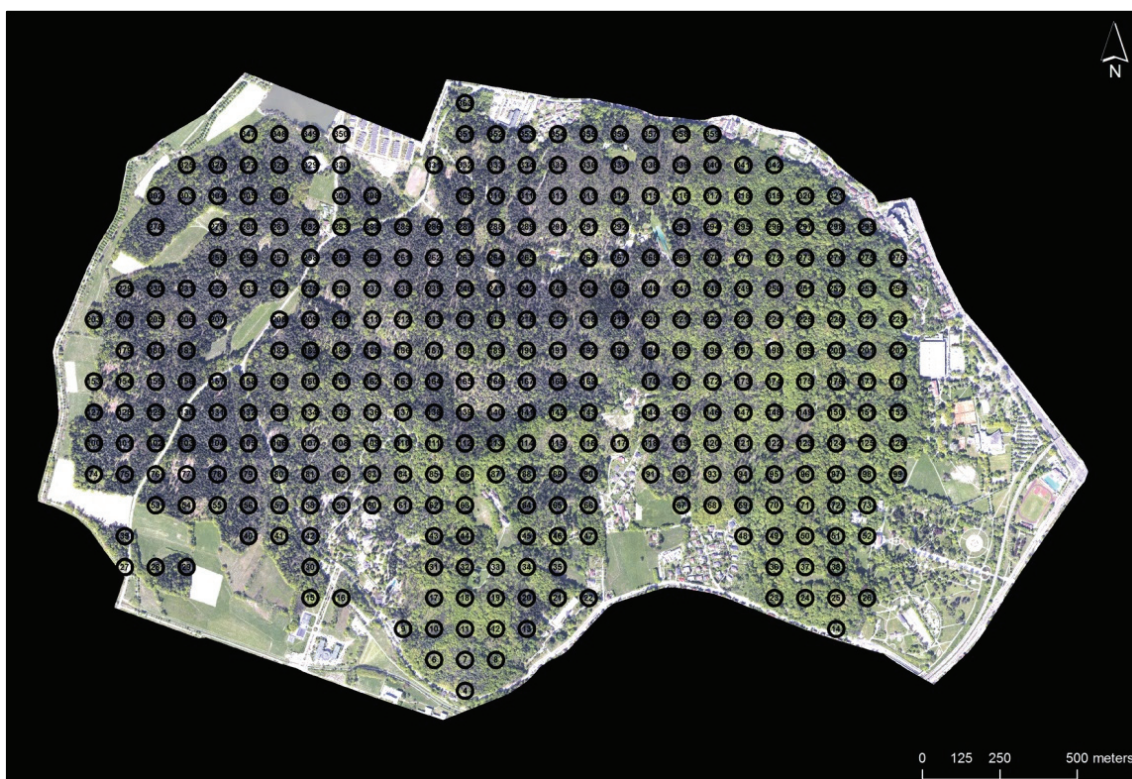
| Spektralni kanal | Minimum spodnjega dela kanala (nm) | Maksimum zgornjega dela kanala (nm) |
|------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Pankromatski     | 447                                | 808                                 |
| Coastal          | 400                                | 450                                 |
| Modri            | 450                                | 510                                 |
| Zeleni           | 510                                | 580                                 |
| Rumeni           | 585                                | 625                                 |
| Rdeči            | 630                                | 690                                 |
| Red-Edge         | 705                                | 745                                 |
| NIR-1            | 770                                | 895                                 |
| NIR-2            | 860                                | 1040                                |

Posnetek WV2 uporabljen v tej raziskavi je bil pripravljen na Inštitutu za antropološke in prostorske študije ZRC SAZU. Posnet je bil 1. avgusta 2010. Sestavljen je iz 8-kanalnega multispektralnega posnetka s prostorsko ločljivostjo približno 2 metra in pankromatskega posnetka s prostorsko ločljivostjo 0,5 metra (Preglednica 4). Na posnetkih so bile narejene le osnovne radiometrične in senzorske korekcije, kar pomeni, da posnetek ni bil projiciran na ravnino z uporabo kartne projekcije (raven 1B). Metapodatke z informacijami o satelitovi orbiti, lastnostih kamere in racionalnih polinomskih koeficientih (RPC) je posredoval ponudnik podatkov. Pankromatski in multispektralni posnetki so bili najprej ortorektificirani z RPC in točnimi laserski podatki digitalnega modela površja s prostorsko ločljivostjo 1 metra (Verlič in sod., 2014). Ortofoto posnetki so bili narejeni le tam, kjer so bili na voljo laserski podatki digitalnega modela površja. Da bi obdržali visoko ločljivost pankromatskega posnetka in visoko spektralno ločljivost multispektralnega posnetka, je bil izdelan izostreni multispektralni posnetek po postopku *pansharpening*. Prostorska ločljivost tega posnetka je bila 1 meter, uporabljena pa je bila prilagojena metoda intenzivnost-odtenek-nasičenost (*intensity-hue-saturation* – IHS) (Švab in Oštir, 2006). Izostreni posnetek je bil uporabljen za klasifikacijo petih drevesnih vrst (skupaj dob in graden).

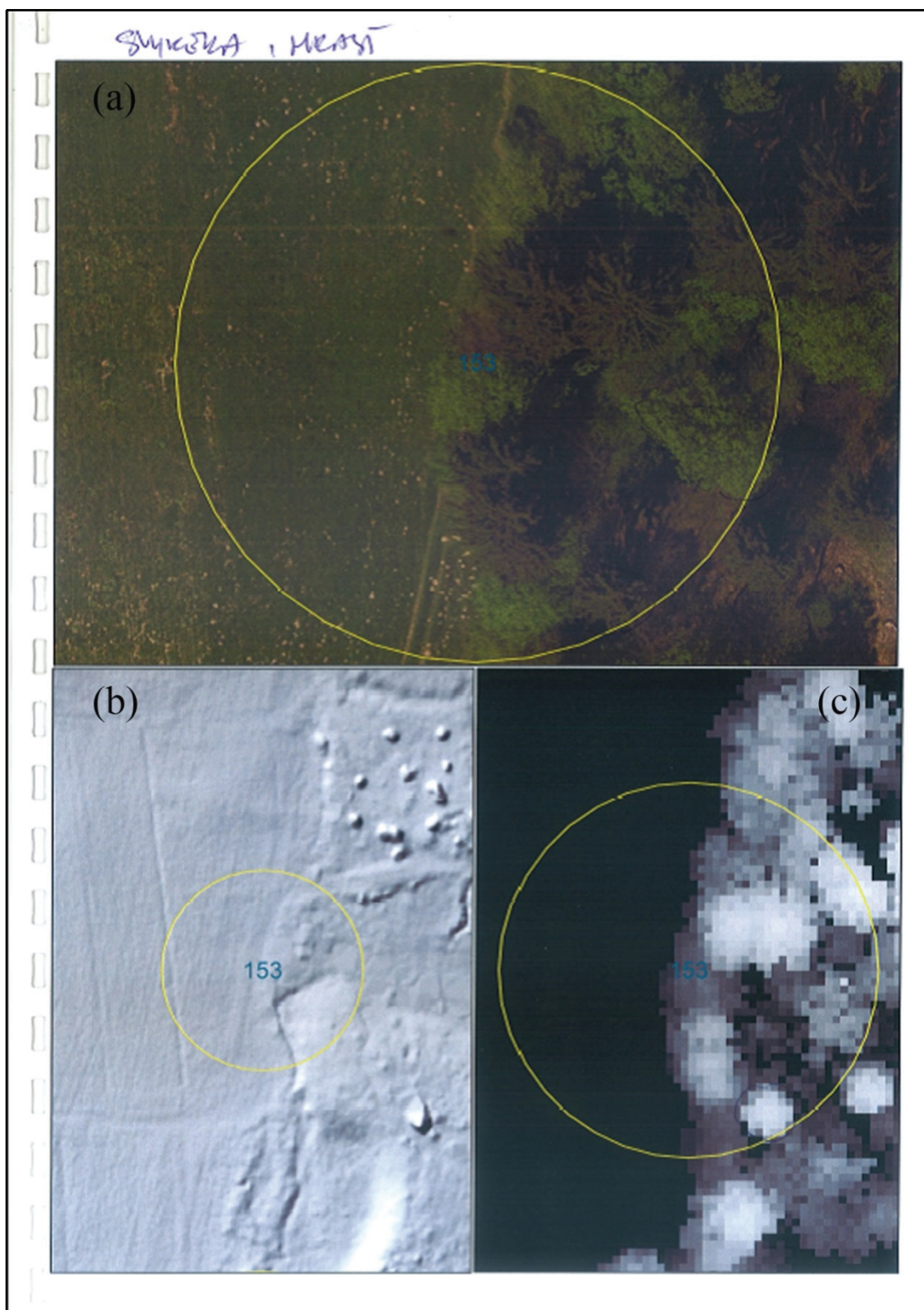


### 3.1.4 Podatki o drevesih

Podatki o drevesih za klasifikacijo drevesnih vrst so bili posneti na terenu, na navideznih krožnih ploskvah površine 2000 m<sup>2</sup>, na mreži 100 x 100 metrov v gozdu znotraj območja raziskave. Na vsaki od 332 ploskev (Slika 10) smo popisali enega listavca in enega iglavca. Izbirali smo le med dominantnimi in sodedominantnimi drevesi, da bi bile njihove krošnje na posnetkih čim manj osenčene in da bi se jih dalo na posnetkih ločiti od ostalih dreves.

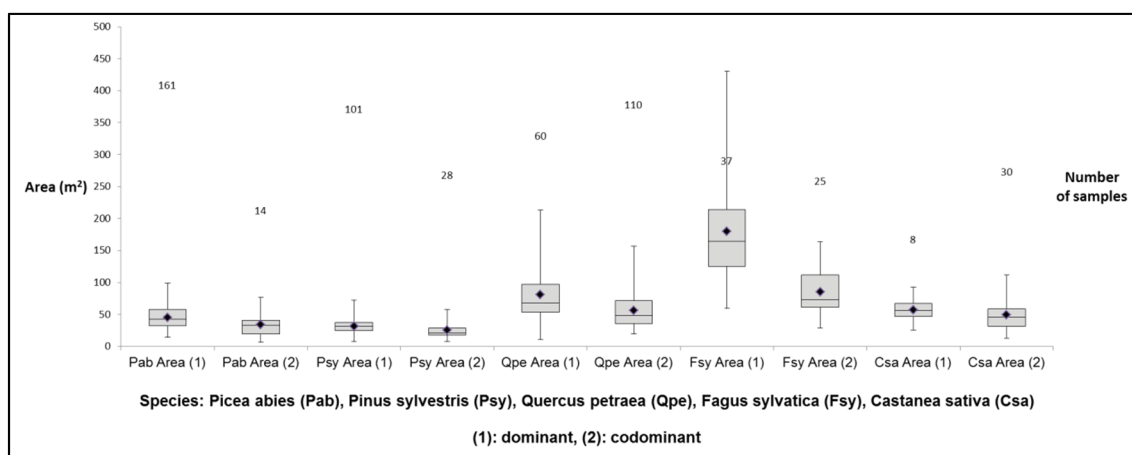


Slika 10. Mreža vzorčevalnih ploskev (črni krogi)  
Picture 10. Network of sampling plots (black circles)



Slika 11. Terenski priročnik  
Picture 11. Field manual

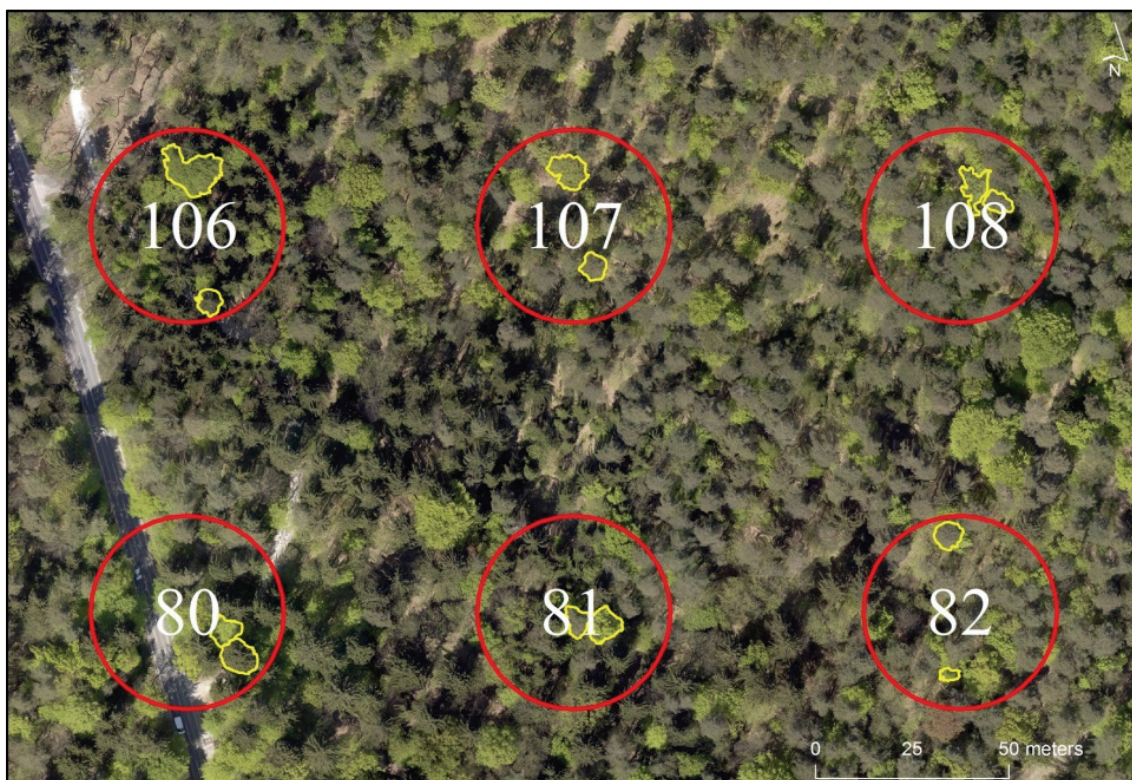
Kot eden od pripomočkov za lociranje ploskev in dreves na terenu je bil izdelan terenski priročnik (Slika 11). Vseboval je izsek pravega ortofoto posnetka, DCM in digitalni model višin (DEM), ki je bil izdelan iz laserskih podatkov. DCM vsebuje in prikazuje model strehe sestoja, DEM pa podrobni model površja tal. Ploskve smo locirali s pomočjo sprejemnika LEICA one 10 GNSS, na katerem so je lahko simultano izmenjevalo pravi ortofoto posnetek, DCM in DEM. Sprejemnik je bil preko protokola GPRS v stalni povezavi z bazno postajo za postprocesiranje podatkov o lokaciji v realnem času. Na ta način je bila dosežena 40-centimetrska natančnost lokacije. To je zadostovalo za nedvoumno lociranje izbranega drevesa. Krošnje izbranih dreves smo ročno označili na posnetkih v terenskem priročniku, da bi jih kasneje lahko locirali za digitalizacijo teh istih krošenj. Za vsako izbrano drevo smo zabeležili drevesno vrsto, prsni premer, položaj v vertikalni zgradbi sestoja in morebitne vidne »nepravilnosti« (bolezen, poškodba, mrtvo drevo, ipd.).



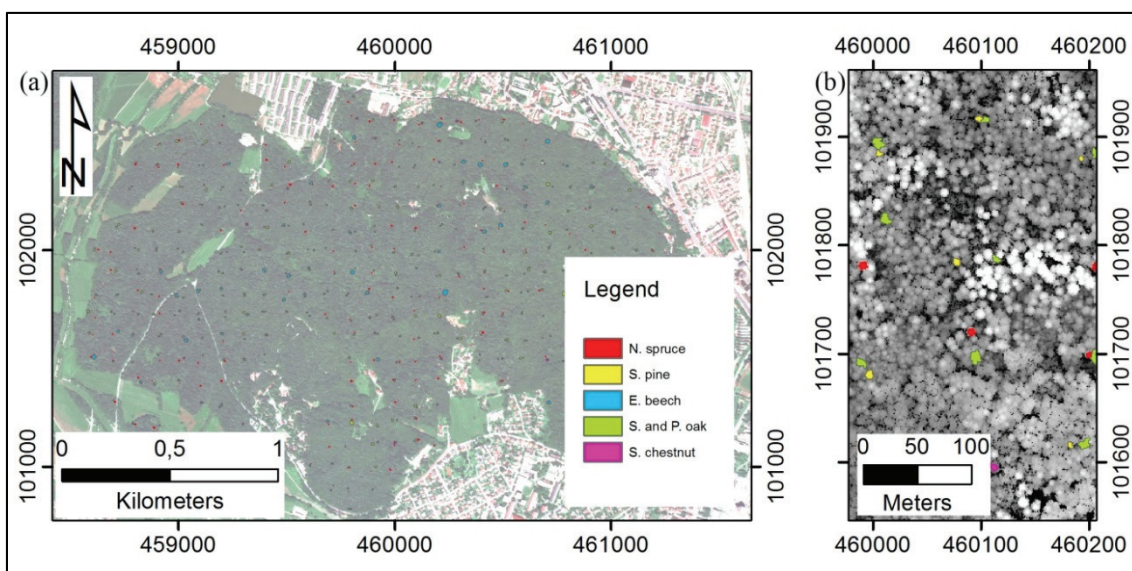
Slika 12. Prikaz vzorca dreves na podlagi površin projekcij njihovih krošenj glede na digitalizirane poligone  
Picture 12. Display of sampled trees based on the projection surface of their crowns in relation to the digitized polygons

Posnetih je bilo 608 dreves 15 različnih drevesnih vrst. Za nadaljnje analize je bilo v vzorec vključenih 574 dreves (Slika 12) – 304 iglavci in 270 listavcev drevesnih vrst, ki so bile zastopane z najmanj 30 enotami v vzorcu (Baldeck in Asner, 2014). To so bile naslednje vrste: smreka, rdeči bor, bukev, združena graden in dob ter pravi kostanj. Druge vrste so bile bolj redko prisotne in neenakomerno razporejene, zato jih z našo metodo vzorčenja v vzorec nismo zajeli dovolj, da bi zagotovili reprezentativni vzorec za strojno učenje (Baldeck in Asner, 2014).





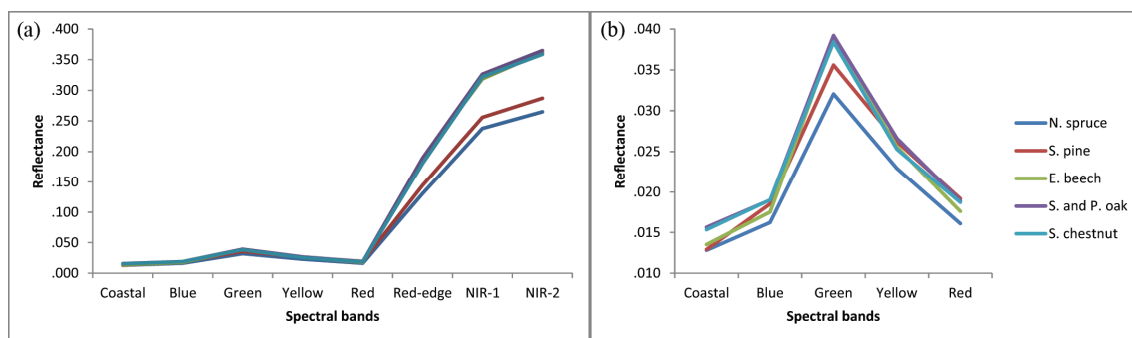
Slika 13. Digitalizirane krošnje dreves (rumeni poligoni) in vzorčevalne ploskve (rdeči poligoni, z oznako ploskve v beli pisavi)  
Picture 13. Digitized canopies (yellow polygons) and sampling plots (red polygons, plot number in white lettering)



Slika 14. Poligoni za klasifikacijo - t. i. interesne regije (*Regions of Interest – ROI*) petih drevesnih vrst  
Picture 14. Polygons for classification - the so-called Regions of Interest - ROI of the five tree species

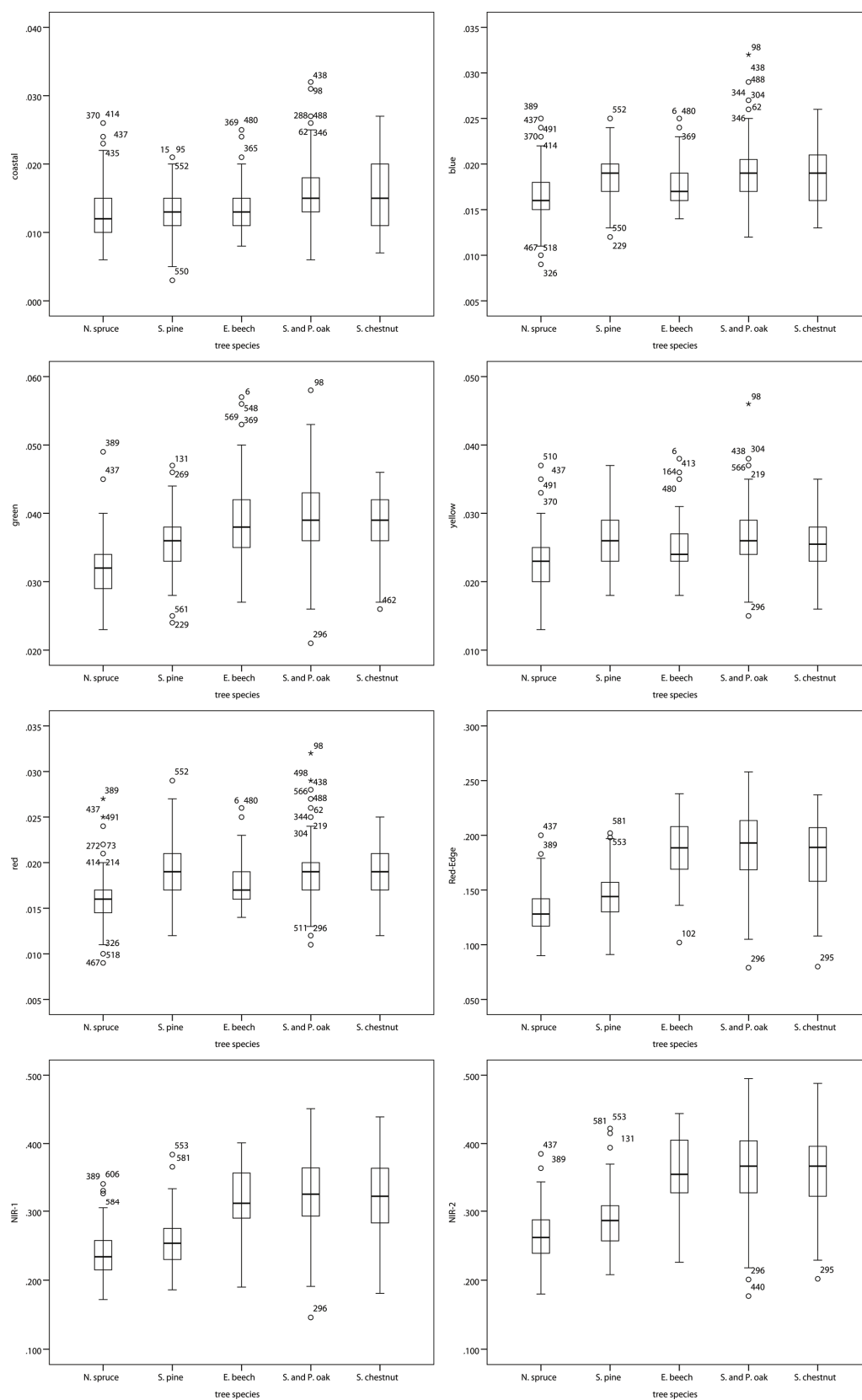
Krošnje izbranih dreves so bile ročno digitalizirane (Slika 13) na pravem ortofoto posnetku in DCM za izdelavo poligonov za klasifikacijo. Vzorec je bil naključno razdeljen na pol. Ena polovica enot je bila uporabljena v procesu nadzorovane objektna klasifikacije, druga pa v postopku postklasifikacije za namen presoje natančnosti klasifikacije – izračun matrike napak ter uporabnikove in izdelovalčeve natančnosti (Oštir, 2006, s. 182).

Poligoni za klasifikacijo (Slika 14) so bili pretvorjeni v t. i. interesne regije (*Regions of Interest* – ROI) v programu Exelis VIS ENVI 5. Tako smo izdelali vzorce z zemeljskega površja za »učenje« pri klasifikaciji (Oštir, 2006). Slika 15 prikazuje srednje vrednosti spektralnih podpisov smreke, rdečega bora, bukve, hrastov in pravega kostanja. Spektralni podpisi iglavcev se razlikujejo predvsem v R-E, NIR1, NIR2 in zelenem spektralnem kanalu.



Slika 15. Srednje vrednosti spektralnih podpisov smreke, rdečega bora, bukve, hrastov in pravega kostanja  
Picture 15. Mean values of the spectral signatures of spruce, Scots pine, beech, oaks and chestnut

Grafikoni (Slika 16) prikazujejo variabilnost v spektralnem odboju med vrstami in znotraj petih drevesnih vrst. Razlika je vidna predvsem v R-E, NIR1, NIR2 in zelenem spektralnem kanalu, v katerih je bilo tudi najmanj osamelcev (*outlierjev*).

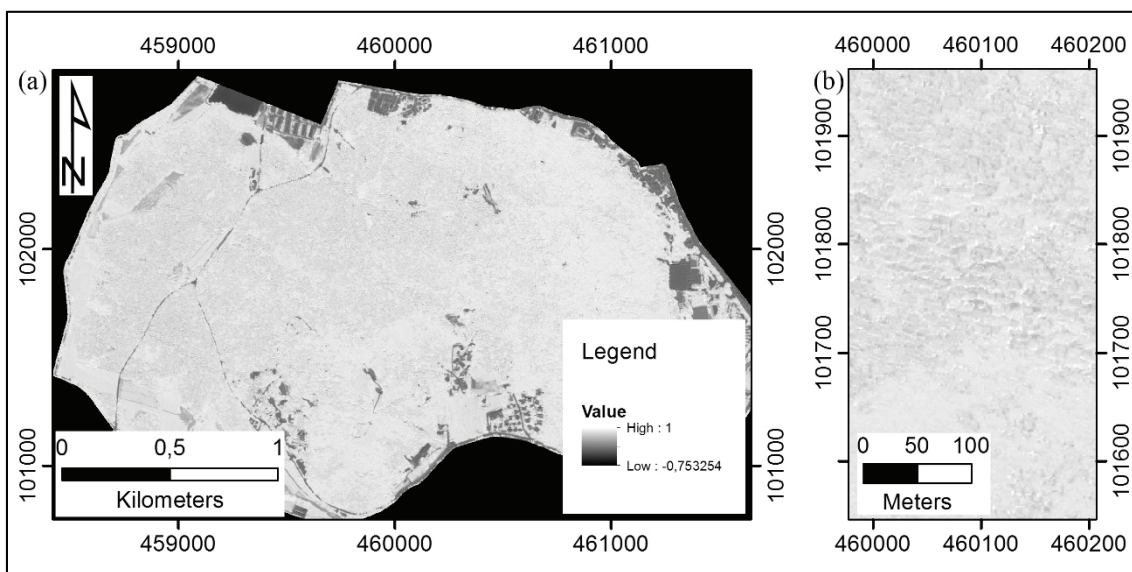


Slika 16. Variabilnost v spektralnem podpisu med vrstami in znotraj petih drevesnih vrst  
Picture 16. Variability in the spectral signatures between species and within species



### 3.1.5 Objektno usmerjena klasifikacija

Objektno klasifikacijo smo izvedli s postopkom nadzorovane klasifikacije z referenčnimi podatki s terena (*Example-based Feature Extraction*) v programu Exelis VIS ENVI 5. Uporabljena je bila metoda podpornih vektorjev (*Support Vector Machine – SVM*). Optimalni parametri klasifikacije so bili izbrani z več poskusi.



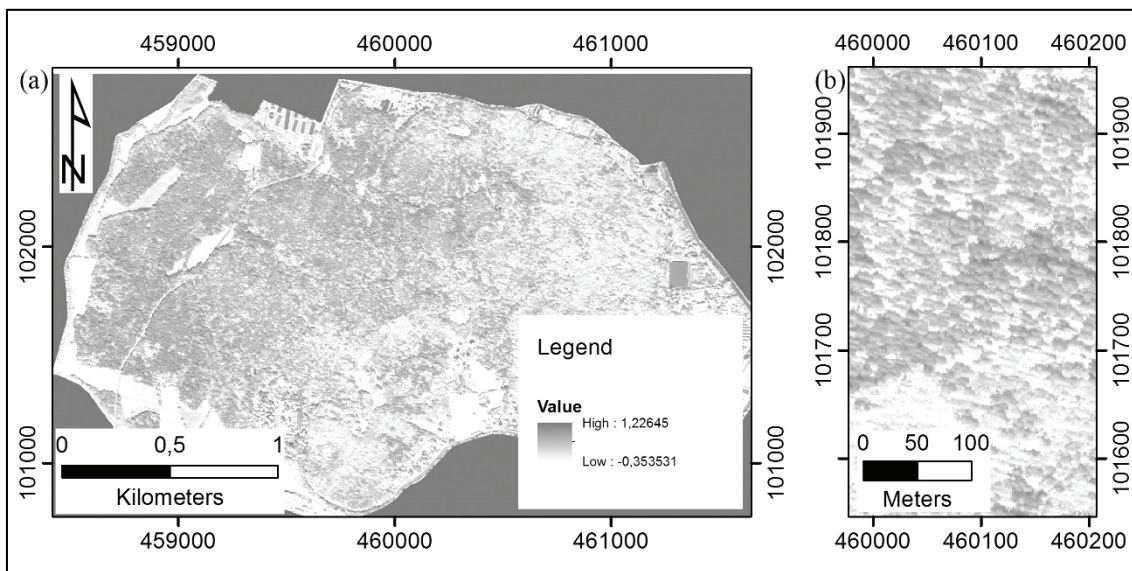
Slika 17. Red-Edge normaliziran vegetacijski indeks  
Picture 17. Red-Edge normalized vegetation index

Posnetek za izvedbo nadzorovane klasifikacije petih drevesnih vrst je bil sestavljen iz desetih slojev. Poleg osnovnih osmih spektralnih kanalov WV2 je vseboval R-E normaliziran vegetacijski indeks (Slika 17), izračunan iz R-E in rdečega kanala, ter sloj DCM.

V prvem koraku postopka klasifikacije smo z masko višin na posnetku izbrali le območja, katerih višine so imele vrednosti med 15 in 50 metrov, ter s tem odstranili nižjo, tudi pritalno vegetacijo. Tako je bila zmanjšana količina podatkov za analizo, kar so priporočali že na primer Leckie in sod. (2003a). V naslednjem koraku smo v postopek vključili učne primere poligonov referenčnih drevesnih krošenj petih drevesnih vrst.

V postklasifikaciji je bila v programu Exelis VIS ENCI Classic izračunana matrika napak. S tem smo primerjali rezultat klasifikacije s primeri krošenj iz druge polovice vzorca in

ovrednotili natančnost klasifikacije. Izračunani so bili povprečna natančnost klasifikacije, kappa koeficient ter izdelovalčeva in uporabnikova natančnost.



Slika 18. Prikaz prvega kanala po metodi glavnih komponent (PCA)  
Picture 18. Display of the first chanal after the Principal Component Analyses

Z analizo glavnih komponent (PCA) povprečnih spektralnih podpisov učnih primerov v osmih originalnih WV2-kanalih, so bili izdelani novi kanali in izračunana variabilnost med razredi drevesnih vrst, ki jo pojasnijo originalni spektralni kanali (Slika 18, Preglednica 5).

Preglednica 5. Trije novi kanali izračunani po metodi glavnih komponent (PCA)

Table 5. Three new channels calculated by Principal Component Analyses

| <i>Eigen-vektor</i> | Coastal | Modri  | Zeleni | Rumeni | Rdeči  | Red-Edge | NIR-1 | NIR-2  | <i>Eigenvalue</i> | Kumulativa (%) |
|---------------------|---------|--------|--------|--------|--------|----------|-------|--------|-------------------|----------------|
| Kanal 1             | 0,054   | 0,060  | 0,104  | 0,082  | 0,070  | 0,364    | 0,611 | 0,683  | 0,0705            | 93,49          |
| Kanal 2             | -0,336  | -0,382 | -0,395 | -0,487 | -0,535 | -0,115   | 0,148 | 0,162  | 0,0042            | 99,06          |
| Kanal 3             | -0,113  | -0,074 | 0,030  | -0,003 | -0,031 | 0,383    | 0,578 | -0,707 | 0,0003            | 99,41          |

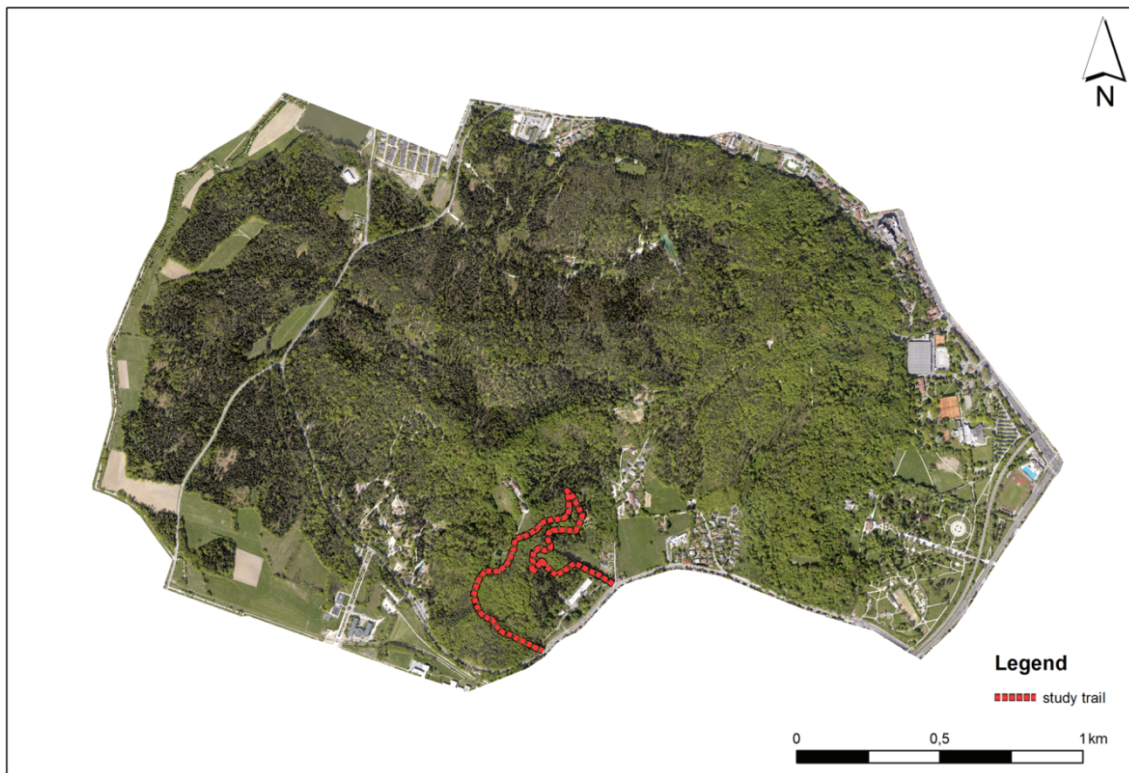
Rezultati PCA kažejo, da večino variabilnosti pojasnijo vrednosti R-E, NIR1 in NIR2 spektralnih kanalov.



Izdelana je bila tudi multipla diskriminantna analiza (Bastič, 2006, s. 34–39) v programu IBM SPSS Statistics 20. S to analizo so bile izdelane funkcije, med katerimi ima prva največjo vrednost količnika (*eigenvalue*) med varianco med drevesnimi vrstami in varianco znotraj njih. Nove funkcije so med seboj nekorelirane, vrednost količnika pa je pri vsaki naslednji nižja od prejšnje. Iz tega sledi, da ima funkcija največjo pojasnjevalno moč in najbolj loči med drevesnimi vrstami. Izdelana je bila klasifikacijska matrika, s katero je prikazano število pravilno razvrščenih enot med posamezne drevesne vrste. Z razsevnim grafikonom so prikazane lege posamezne krošnje oziroma skupine krošenj glede na prvo in drugo diskriminantno funkcijo ter razlike med drevesnimi vrstami, upoštevajoč spremenljivke (srednje spektralne vrednosti v osmih spektralnih kanalih), povezane s posameznima funkcijama.

V primeru uspešne in zadovoljive segmentacije objektov in njihove klasifikacije po opisanem postopku bi bila izvedena še klasifikacija glede na vidno stanje dreves (brez posebnosti, bolno/poškodovano). Kot bo razvidno iz rezultatov prvi pogoj ni bil izpolnjen, zato postopka nismo nadaljevali. Kljub temu je bil izveden test razlik med srednjimi vrednostmi spektralnih podpisov znotraj vrst, ki so imele v podvzorcih glede na stanje dreves dovolj enot. To so bile smreka, rdeči bor in bukev. Test neodvisnih vzorcev med drevesi različnih stanj znotraj posamezne drevesne vrste ni pokazal značilnih razlik. S tem ni bil izpolnjen drugi pogoj, ki bi v primeru prvega omogočal izolacijo oziroma kartiranje faz propadanja dreves ob rekreacijskih poteh.

### 3.1.6 Meritve okoljskih vplivov na poti



Slika 19. Pot dolga 1700 m, ki so jo anketiranci prehodili neposredno pred izpolnjevanjem vprašalnika  
Picture 19. 1700 m long trail walked by respondents immediately prior to completing the questionnaire



Slika 20. Levo – makadamska cesta; na sredini – uradna rekreacijska pot; desno – steza  
Picture 20. Left – gravel road; in the middle – the official recreational trail; right – informal trail

Izbrana je bila 1700 m dolga pot (Slika 19), obsegajoča tri tipe poti, ki jih lahko obiskovalci tega gozda uporabljajo: makadamsko cesto (v nadaljevanju cesta), utrjeno (uradno) rekreacijsko pot (v nadaljevanju pot) in stezo (v nadaljevanju neuradno pot) (Slika 20). Pri meritvah okoljskih vplivov na poti smo uporabili prilagojeno metodo

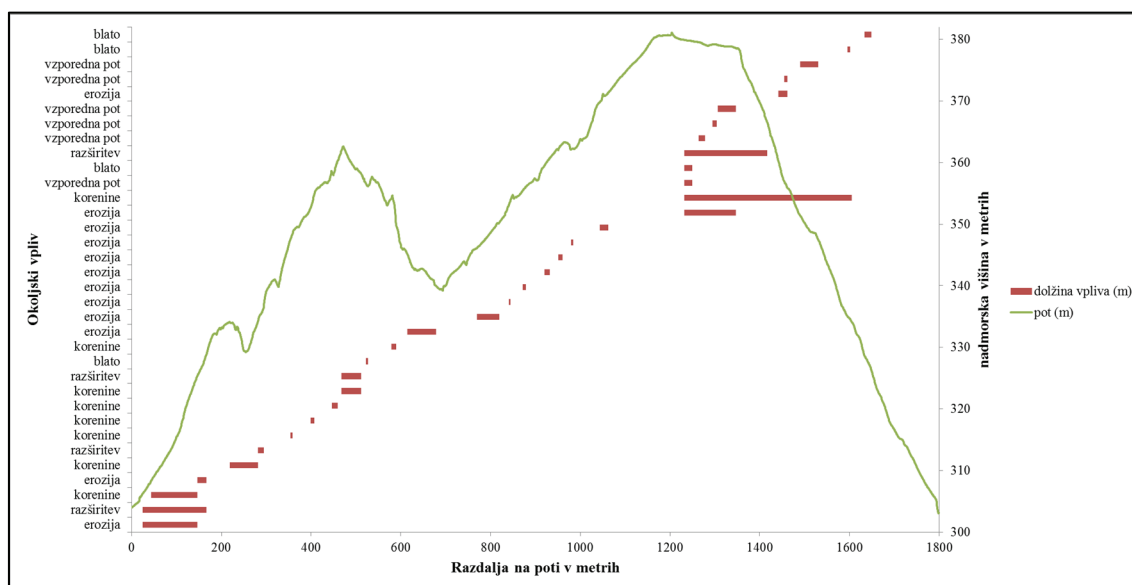
analize stanja poti – TPAM (*trail problem assessment method*) (Leung in Marion, 1999a; Marion in Leung, 2001), ki je v nadaljevanju raziskave omogočala primerjavo obsega izmerjenih vplivov z vplivi, ki so jih zaznali anketiranci.



Slika 21. Levo – meritve z analognim merilnim kolesom; desno – merilno kolo  
Picture 21. Left -- measurements with analog measuring wheel; right – the measuring wheel

Z analognim merilnim kolesom smo izmerili dolžine vseh tipov poti ter lokacije in dolžine okoljskih vplivov na poti (Slika 21). Meritve smo izvedli dan pred izvedbo ankete.

V izbor za raziskavo smo vključili vse okoljske vplive, ki so bili lahko posledica rekreacije in smo jih srečali in izmerili na poti. Izmerili smo dolžino vsakega vzdolžnega okoljskega vpliva, kot so odsek erozije, paralelne steze, odsek izpostavljenih korenin idr. (Slika 22) in lokacije točkovnih okoljskih vplivov, kot so smeti, pasji iztrebki, idr. na stezi in na površini do enega metra ob njej. Točkovnim vplivom smo pripisali en meter dolžine pri izračunu dolžinskega obsega vseh okoljskih vplivov na poti. Izračunane so bile frekvence pojavnosti in skupni dolžinski obseg posameznih tipov okoljskih vplivov. Deli, kjer je bilo na istih dolžinskih metrih več okoljskih vplivov, so bili pri izračunu dela poti, na katerem ni bilo okoljskih vplivov, upoštevani le enkrat.



Slika 22. Grafični prikaz pojavnosti okoljskih vplivov rekreacije na poti, ki so jo prehodili anketiranci  
Picture 22. Graphical presentation of the incidences of the environmental impacts of recreation on the trail walked by the respondents

Rezultati popisa so razkrili, da je 51 % dolžine poti prizadetih zaradi okoljskih vplivov rekreacije, kot so izpostavljene korenine, erozija in razširitve poti. Nekateri drugi okoljski vplivi so bili blato, steze, pasji in konjski iztrebki, smeti, posekana drevesa, sledi športnih aktivnosti (na primer sledi pnevmatik, *ad hoc* objekti za *free-ride* kolesarje) in vandalizem. Skupno smo zabeležili 28 stez, ki so se odcepile od izbrane poti, šest kosov smeti kot so papirnati robčki, ovitki bombonov, vrečke za pasje iztrebke in štiri bukve, ki so bile močno porezane z noži.

### 3.1.7 Spremljanje frekvence prehodov

V okviru Raziskovalne skupine Gozdarskega inštituta Slovenije in Laboratorija za elektronske sisteme Gozdarskega inštituta Slovenije smo razvijali avtomatizirani merilnik, s katerim bi na izbranih sprehajalnih poteh znotraj območja raziskave spremljali frekvence prehodov, da bi s pridobljenimi podatki ocenili količino obiska na posameznem tipu poti. Ta informacija bi bila podlaga za oceno obiska celotnega območja.

Ponudba merilnikov je na trgu obsežna, med najbolj znanimi so izdelki podjetja EcoCounter (<http://www.eco-compteur.com>). Namen je bil izdelati lastni sistem, katerega izdelava in vzdrževanje bi bila cenejša. Ideja je bila razviti takšne merilnike, ki bi imeli dolgo avtonomijo in bi bili odporni proti vremenskim vplivom, predvsem pa bi bili neopazni za obiskovalce.



Prvi poskus je potekal s t. i. piezo senzorjem, občutljivim za pritisk (Slika 23), ki je bil na poti neopazen in bi izključil možnost izogibanja poti zaradi opažene opreme. S testiranjem smo ugotovili, da sistem ni bil zanesljiv, zato smo razvili drugega, ki je temeljil na infra-rdeči (IR) tehnologiji.



Slika 23. Namestitev *piezo* senzorja za testne meritve  
Picture 23. Instalation of a piezo sensor for pilot measurements

Za ta del raziskave je bilo za korektno namestitev senzorjev pomembno obdobje brez snežne odeje, da so predvsem steze sploh vidne. Pri načrtovanju nalog so bile predvidene povprečne zimske razmere. Zima 2012/2013 pa je bila ekstremna, zato smo delo lahko nadaljevali šele v aprilu 2013.

Namestili smo šest IR-senzorjev za spremljanje frekvence prehodov (Slika 24), in sicer na tri tipe poti: stezo, pot, cesto. Na vsak tip smo namestili po dva senzorja. Senzorji so bili ves čas v pripravljenosti in so beležili prehode z zapisom časa na sekundo natančno. Nameščeni so bili na poteh, katerih deli so bili vključeni v anketo o zaznavanju okoljskih vplivov rekreacije na poteh in ob njih.



Slika 24. Namestitev IR senzorjev za spremljanje frekvence prehodov  
Picture 24. Instalation of IR sensors for monitoring the frequency of visitors

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



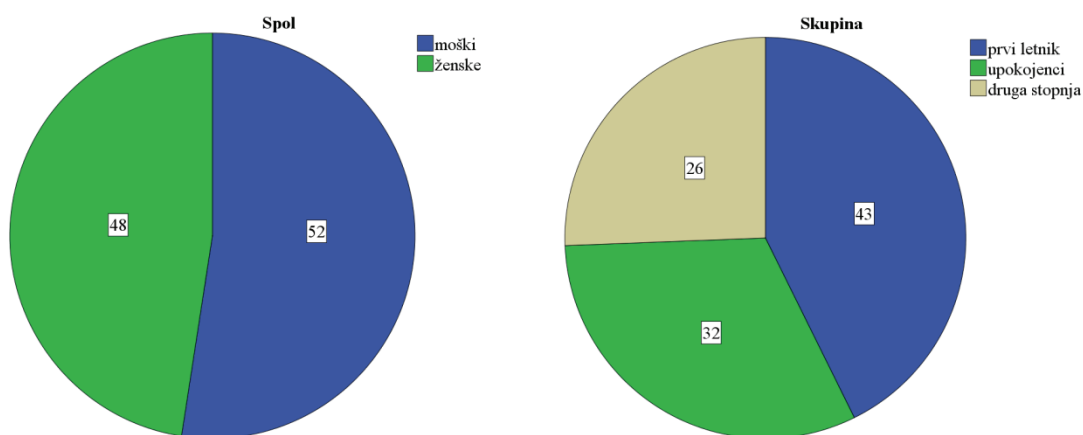


Slika 25. Stanje poti, po kateri je potekal sprehod za anketo in na kateri so bili nastavljeni merilniki frekvence prehodov; stanje po žledolomu 2014

Picture 25. Status of the trail where the walk for the survey took place and where IR sensors have been set; after the ice storm in 2014

### 3.1.8 Vzorec udeležencev ankete

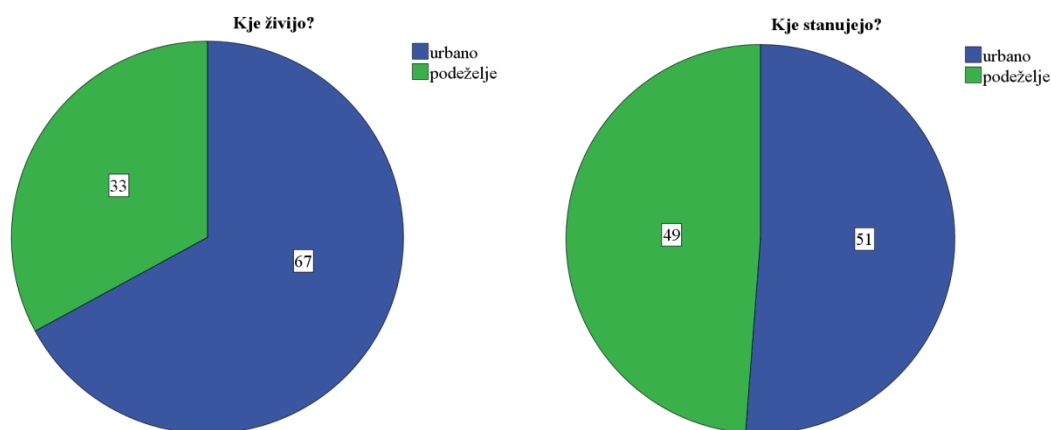
Na podlagi nekaterih minulih raziskav (Arnberger in Eder, 2011; Moore in sod., 2012; Qiu in sod., 2013; Tyrväinen in sod., 2003; Verlič in Pirnat, 2010) sta bila izbrana dva kriterija za izbor skupin v vzorec. Izbor skupin je vodila domneva, da je zaznava okoljskih vplivov odvisna tudi od starosti in ekološkega znanja udeležencev. Sestavljen je bil priložnostni vzorec iz treh med seboj značilno različnih skupin: (1) študentov druge stopnje gozdarstva in upravljanja gozdnih ekosistemov ter krajinske arhitekture, (2) študentov prvega letnika gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov ter (3) upokojencev. Prva skupina je bila izbrana, da bi preverili vpliv formalnega znanja o rekreacijski ekologiji in okoljski psihologiji pri zaznavi okoljskih vplivov. Druga skupina teh znanj uradno še ni usvojila in je bila hkrati najmlajša. Tretja skupina je bila izbrana iz več razlogov. Predstavljala je najstarejšo skupino v vzorcu in hkrati skupino brez formalnih ekoloških znanj. Starejši so pomemben segment družbe. Predvideva se, da bo delež starejših starih nad 60 let v EU do leta 2050 narasel za 58 % in dosegel tretjino njenega prebivalstva (EUROSTAT, 2013). V skupino so se prostovoljno vključili upokojenci iz Dnevniš centrov za starejše v Ljubljani, ki so bili fizično in mentalno zmožni sodelovati pri anketi, katere del je bil tudi sprehod po določeni poti.



Slika 26. Prikaz sestave vzorca anketiranih po spolu in skupinah

Picture 26. Display of a composition of the sample of respondents by gender and groups





Slika 27. Prikaz vzorca anketiranih glede na to, kje preživijo večino časa in kje stanujejo  
Picture 27. Display of a composition of the sample of respondents by where they spend the most of their time (left) and where they live (right)

V vzorec je bilo vključenih 82 udeležencev (ženske = 52,4 %), rojenih med letoma 1933 in 1994. Študenti prvega letnika so predstavljali 42,7 % vzorca ( $\text{starost}_{\text{povprečje}} = 21$  let), študenti druge stopnje 25,6 % ( $\text{starost}_{\text{povprečje}} = 24$  let) in upokojenci 31,7 % ( $\text{starost}_{\text{povprečje}} = 66$  let). Zaradi podobne povprečne starosti skupin študentov je bil izveden Mann-Whitneyjev *U*-test različnosti med skupinama. Pokazal je, da sta skupini značilno različni ( $U(n = 55), p < ,001$ ). Približno 51 % udeležencev je bilo iz urbanega okolja. Dva udeleženca smo izločili iz inferenčnih analiz, ker sta močno odstopala iz povprečij svojih skupin – študent prvega letnika, rojen leta 1974, in upokojenka, rojena leta 1963.

Vzorec je bil relativno majhen, kar pa je pogosto pri nadzorovanih poskusih (Brown in sod., 2007; Lange, 2001; Moore in sod., 2012; Navon, 1977; Qiu in sod., 2013), kjer se poskušajo nadzorovati dejavniki kot so spremenljive okoljske razmere, ki lahko vplivajo na kognitivni proces udeležencev.

### 3.1.9 Okoljske razmere med terenskim delom raziskave

Gozdove – tudi tiste v mestih – ljudje pogosteje obiskujejo v toplejših obdobjih, ko ne dežuje, v vegetacijski dobi, to je pozno spomladi, poleti in zgodaj jeseni. Za razliko od primestnih gozdov pa so tisti v mestih dobro obiskani tudi pozimi (Arnberger, 2006; Arnberger in Eder, 2007). Podatki o rekreacijski aktivnosti in njenih vplivih so v tem obdobju pomembni tudi zato, ker so takrat vegetacija in živali bolj dovzetne za negativne vplive rekreacijske rabe (Monz in sod., 2010a).

Namen raziskave je bil zato preučiti zaznavne lastnosti sprehajalcev v urbanem gozdu v hladnejšem obdobju, v oblačnem vremenu in v času, ko drevesa še niso olistana. Ti pogoji

so v Ljubljani največkrat izpolnjeni pozimi in v zgodnji pomladi (Arhiv – opazovani in merjeni podatki ..., 2013).

Vse tri skupine so bile anketirane v zelo podobnih vremenskih razmerah (brez padavin in snežne podlage, oblačno vreme in pri temperaturi zraka okoli 5 stopinj Celzija) in pred olistanjem dreves. Ti pogoji so bili izpolnjeni tri dni v januarju in aprilu v letu 2013. Anketa je bila izpeljana dopoldne med tednom, da bi zmanjšali vpliv večjega obiska, ki je za ta gozd značilen za popoldneve in vikende (Smrekar in sod., 2011).

### 3.1.10 Sprehod



Slika 28. Usmerjevalne oznake ob poti, ki so jo prehodili anketiranci  
Picture 28. Waymarks along the trail walked by the respondents in the survey

Pred sprehodom je bila izbrana pot opremljena z oznakami smeri (Slika 28). Član raziskovalne skupine je med sprehodom skrbel, da so bile oznake smeri vidne, in po potrebi opozoril na morebitne znatne spremembe okoljskih pogojev med sprehodom.



Slika 29. Skupina upokojencev v Veliki predavalnici Gozdarskega inštituta Slovenije pred odhodom na sprehod  
Picture 29. The group of retirees at Slovenian Forestry Institute before going on a walk

Udeleženci so bili informirani o dolžini poti in o videzu oznak smeri ter so bili seznanjeni s tem, da jih po sprehodu čaka še izpolnjevanje ankete (Slika 29). Na sprehod so hodili posamezno v tri- do petminutnih intervalih. Bili so naprošeni, naj se sprehajajo tako, kot bi se, če bi imeli čez dan 30 minut časa za sprehod v gozdu.



Slika 30. Levo – udeležence ankete so sodelavci z Gozdarskega inštituta Slovenije pospremili od konca sprehoda do učilnice na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, kjer so izpolnili vprašalnik; desno – skupina študentov je pomagala upokojencem izpolnjevati vprašalnik.

Picture 30. Left – Survey participants were escorted by colleagues of the Slovenian Forestry Institute from the end of the walk to the classroom, where they completed a questionnaire; right – a group of students helped retirees fill in the questionnaire.

Po sprehodu so se udeleženci zbirali v predavalnici, kjer so izpolnili spletno anketo. Skupina študentov je pomagala upokojencem izpolnjevati vprašalnik (Slika 30). Prebrali so jim vprašanja ter označili ali zapisali odgovore, ne da bi vprašanja ali odgovore interpretirali in ne da bi se z anketiranimi spuščali v debato. Med udeleženci je bilo v predavalnici dovolj prostora, da smo jim zagotovili zasebnost.



### 3.1.11 Vprašalnik

Vprašanja in pojasnila so bila napisana v jeziku, ki je razumljiv splošni javnosti. V uvodu v vprašalnik so bili pojasnjeni pomembni pojmi za zagotovitev njihove pravilne interpretacije. Definirani in s fotografijami predstavljeni so bili tudi tipi poti, ki jih je vključevala izbrana pot (cesta, pot in steza).

Okoljske vplive rekreacije smo v uvodu definirali kot vidne posledice človekovega vpliva na okolje v gozdu. Termin je bil opredeljen tako, da je bilo dodatno pojasnjeno, da na poteh in ob njih lahko opazimo vidne posledice človekovega vpliva (rekreacije) na okolje. Te posledice so lahko neposredne (človek povzroči poškodbo) ali posredne (človek omogoči, da poškodba nastane ob delovanju drugih dejavnikov – npr. vremena).

Za tipe poti je bila podana naslednja razlaga: »Za nedvoumno razlikovanje med tipi, po katerih vas sprašujemo, upoštevajte naslednje definicije. Cesta: široka, makadamska pot, primerna za vožnjo tudi z osebnimi avtomobili; pot: ožja kot cesta, ni namenjena prometu, na vrhu ima lahko zaščitno plast (pesek, lesne sekance); steza: ljudje so jo sami shodili (tudi bližnjice, steze do priljubljenih prostorov v gozdu ipd.).« Priložene so bile tudi fotografije primerov posameznih tipov poti, ki so jih anketirani prehodili na sprehodu pred anketo. Anketirance smo vprašali, kateri tip poti jim najbolj ustreza in kateri najmanj. Pri obeh odgovorih so lahko na kratko utemeljili svoj odgovor.



Slika 31. Makadamska cesta  
Picture 31. Gravel road



Slika 32. Uradna (formalna) pot  
Picture 32. Official trail



Slika 33. Steza  
Picture 33. Informal trail

Doživljajska izkušnja je bila pojem, za katerega smo predvidevali, da ga je poznalo najmanj anketiranih, zato je bil pojasnjen na naslednji način: *»Doživljajska izkušnja na poti se nanaša na zaznavo značilnosti okolja in njihov – pozitiven, nevtralen ali negativen – vpliv na opazovalca. Ko se nekje sprehajamo, se lahko ob tem sprostimo, dobimo navdih, energijo, lahko pa je zaradi določenih dejavnikov sprehod stresen oziroma na nas ne vpliva dobro.«*

V prvem delu vprašalnika so anketiranci navajali tipe in obseg okoljskih vplivov rekreacije, ki so jih opazili, ter način, kako so vplivali na njihovo izkušnjo. Na koncu so bila dodana vprašanja o navadah in preferencah glede rekreacije v urbanih gozdovih kot so pogostost rekreacije, tip rekreacije in pomembnost dejavnikov kot so vremenske razmere, dostopnost gozda, nakloni poti, tipi poti in infrastrukture, skupina, starost, spol in izvor (urbano, podeželje).

Anketiranci so morali na vprašanje odprtega tipa s svojimi besedami navesti do deset primerov okoljskih vplivov rekreacije, ki so jih opazili med sprehodom, ter izbrati, ali so ti vplivi nanje učinkovali pozitivno, nevtralno ali negativno. Do tega mesta v vprašalniku niso bili naštetni okoljski vplivi, ki smo jih evidentirali in izmerili na poti.

Pri naslednjem vprašanju, ki je bilo zaprtega tipa, so morali anketiranci označiti, katere od v naključnem vrstnem redu navedenih okoljskih vplivov rekreacije (ki so bili evidentirani dan pred anketo) so opazili na sprehodu pred anketo.

Sledila so tri vprašanja, katerih namen je bil zaznati, koliko okoljskega vpliva (med naštetimi tipi vplivov) so vprašani zaznali na sprehodu pred anketo. Pri prvem vprašanju, ki je bilo zaprtega tipa, so morali anketiranci izbrati, koliko posameznega vpliva so zaznali na poti – izbirali so med odgovori »nič«, »malo«, »precej« in »na vsakem koraku«. Za primerjavo je sledilo vprašanje odprtega tipa, s katerim so morali anketiranci oceniti in navesti odstotek dolžine vpliva na prehojeni poti. Z zadnjim v tem sklopu vprašanj smo spraševali po deležu poti, na katerem vprašani niso zaznali nobenega okoljskega vpliva rekreacije.

Pri zadnjem vprašanju (zaprtega tip) so anketiranci ocenili, kako je zaznan okoljski vpliv rekreacije vplival na njihovo doživljajsko izkušnjo sprehoda. Možni odgovori na pet-stopenjski lestvici so bili (–2) zaradi tega je bila moja doživljajska izkušnja bistveno slabša, (–1) zaradi tega je bila moja doživljajska izkušnja slabša, (0) na mojo doživljajsko izkušnjo ni vplival, (+1) zaradi tega je bila moja doživljajska izkušnja pozitivna, (+2) zaradi tega je bila moja doživljajska izkušnja bistveno boljša.

Ob koncu so bili anketirani vprašani, ali so imeli možnost vsakodnevne rekreacije v gozdu, ki je bil dostopen peš na njihovi dnevni poti (na primer iz službe, fakultete, ipd.). Tisti, ki so odgovorili pritrdilno, so pri naslednjem vprašanju odgovarjali, ali so to možnost tudi dejansko kdaj izkoristili in odšli v bližnji gozd. Če sta bila oba odgovora na prejšnji dve vprašanji pritrdilna, so odgovorili še na vprašanja o pogostosti rekreacije v bližnjem gozdu in o običajni obliki/tipu rekreacije (sprehod, kolesarjenje, tek idr.). Pred splošnimi demografskimi vprašanji so anketirani na štiristopenjski lestvici (popolnoma nepomembno, skoraj nepomembno, pomembno, zelo pomembno) izrazili pomen dejavnikov, kot so stanje vremena, dostopnost gozda (peš), urejenost infrastrukture ter tip in naklon poti, ko se odločajo za sprehod v gozdu. Med prej naštetimi dejavniki so morali izbrati, kateri je najbolj pomemben, ko se odločajo za sprehod v gozd.



S splošnimi vprašanji smo vprašali za spol, leto rojstva, anketirano skupino, kje bivajo (urbano ali ruralno okolje) in kje preživijo večino časa (urbano ali ruralno okolje).

### **3.1.12 Analiza podatkov**

Analize smo izvedli v programu IBM SPSS *Statistics Version 20*. S  $X^2$ , z Mann-Whitneyevim  $U$ -testom in Kruskal-Wallisovim  $H$ -testom smo testirali razlike med zaznavo okoljskih vplivov rekreacije med skupinami.

Bivariatne korelacije (Pearsonov  $r$  in Spermanov  $\rho$ ) so bile uporabljene na primer za povezave med doživljajsko izkušnjo sprehoda in zaznanim obsegom nekaterih okoljskih vplivov rekreacije ali med starostjo in dejavniki, ki vplivajo na odločitev za rekreacijo v bližnjem gozdu.

Z linearno regresijo je bilo preverjeno, ali starost in izobrazba napovesta zaznavo okoljskih vplivov rekreacije. Odvisne spremenljivke v regresijski analizi so bile (1) »indeks okoljskih vplivov rekreacije«, (2) »indeks zaznav okoljskih vplivov rekreacije« in (3) »indeks vzdolžnih okoljskih vplivov rekreacije«. Prvi indeks je bi sestavljen iz skupin tipov okoljskih vplivov rekreacije, ki so jih anketiranci navedli pri prvem vprašanju odprtega tipa – »preobremenjene poti«, »steze«, »psi«, »vandalizem nad vegetacijo«, »motenje divjih živali«, »smetenje«, »vandalizem nad drevesi«, »pasji iztrebki«, »izpostavljene korenine«, »sledi pnevmatik«, in »erozija«. Drugi indeks so sestavljale zaznave obsegov okoljskih vplivov rekreacije (štiristopenjska lestvica), in sicer prisotnost izpostavljenih korenin, smeti, erozije in vandalizma. Tretji indeks so sestavljale zaznave dolžine nekaterih dejavnikov v odstotkih stez, izpostavljenih korenin, sledi športnih aktivnosti in erozije.

### **3.1.13 Metoda snemanja poti**

Za snemanje poti je bila izbrana metodologija, ki vključuje kombinacijo podatkov daljinskega zaznavanja in analognih meritev z merilnim kolesom in metrom ter analizo v GIS okolju po vzoru raziskav vpliva rekreacije v nacionalnih parkih v Združenih državah Amerike (Cole, 1986; Leung in Marion, 1999a; Manning, 2001; Marion in sod., 2006; Marion in sod., 2011; Monz in sod., 2010b).

Ekipo, ki je na območju raziskave posnela in izmerila vse formalne in neformalne poti, sta sestavljala vodja ekipe (doktorand) in pomočnik. Vodja ekipe je pred vsakim snemalnim dnem naredil načrt in pripravil kartografske materiale (analogne in digitalne), merilne in snemalne naprave, usmerjal delo na terenu in dnevno delal kopije posnetih podatkov (analogne in digitalne).

Za snemanje poti so bili izbrani dnevi, ko so razmere na terenu dovoljevale korektno izvedbo dela: brez snežne podlage, brez dežja, brez blata na poteh (zdrs analognega merilnega kolesa), pred popolno olistanostjo drevja (zaradi boljšega sprejema GNSS sprejemnika).

Poti so bile posnete s sprejemnikom LEICA one 10 GNSS, na katerem sta se lahko simultano izmenjevala pravi ortofoto posnetek in digitalni model višin (DEM). Sprejemnik je bil v stalni povezavi z bazno postajo (preko protokola GPRS) za postprocesiranje podatkov o lokaciji v realnem času. Na ta način je bila dosežena 40-centimetrska natančnost lokacije. Pomočnik je pot meril z analognim merilnim kolesom – ta razdalja je služila preverjanju dolžin poti, posnetih z GNSS-sprejemnikom v kasnejši fazi obdelave poti v programskem okolju ArcMAP 10.1. Posneti in izmerjeni parametri so se sproti vpisovali v terenski zapisnik in v GNSS-sprejemnik.

V prvi fazi smo posneli uradne ceste in poti ter digitalno označevali mesta, kjer so se od njih odcepile neformalne steze. Ceste, poti in steze smo razvrstili v naslednje kategorije:

- tip C, kategorija 1: asfaltirana cesta,
- tip C, kategorija 2: makadamska cesta,
- tip P, kategorija 1: uradna pot, večinoma z zaščitno plastjo (posuta s peskom),
- tip P, kategorija 2: uradna pot, večinoma brez zaščitne plasti,
- tip P, kategorija 3: uradna pot, večinoma neutrjena (vlakla, trim steza),
- tip S, kategorija 1: neuradna steza, močno uhojena, večinoma brez vegetacije,
- tip S, kategorija 2: neuradna steza, uhojena, mestoma na njej še raste vegetacija,
- tip S, kategorija 3: neuradna steza, slabo uhojena, večinoma porasla z vegetacijo.

V drugi fazi sta bila na stezah na vsakih 50 metrov izmerjena njena širina in ugrez. Če je bila steza krajša od 50 metrov, se je meritev izvedla na delu, za katerega je vodja ekipe ocenil, da je reprezentativen za celotno stezo.

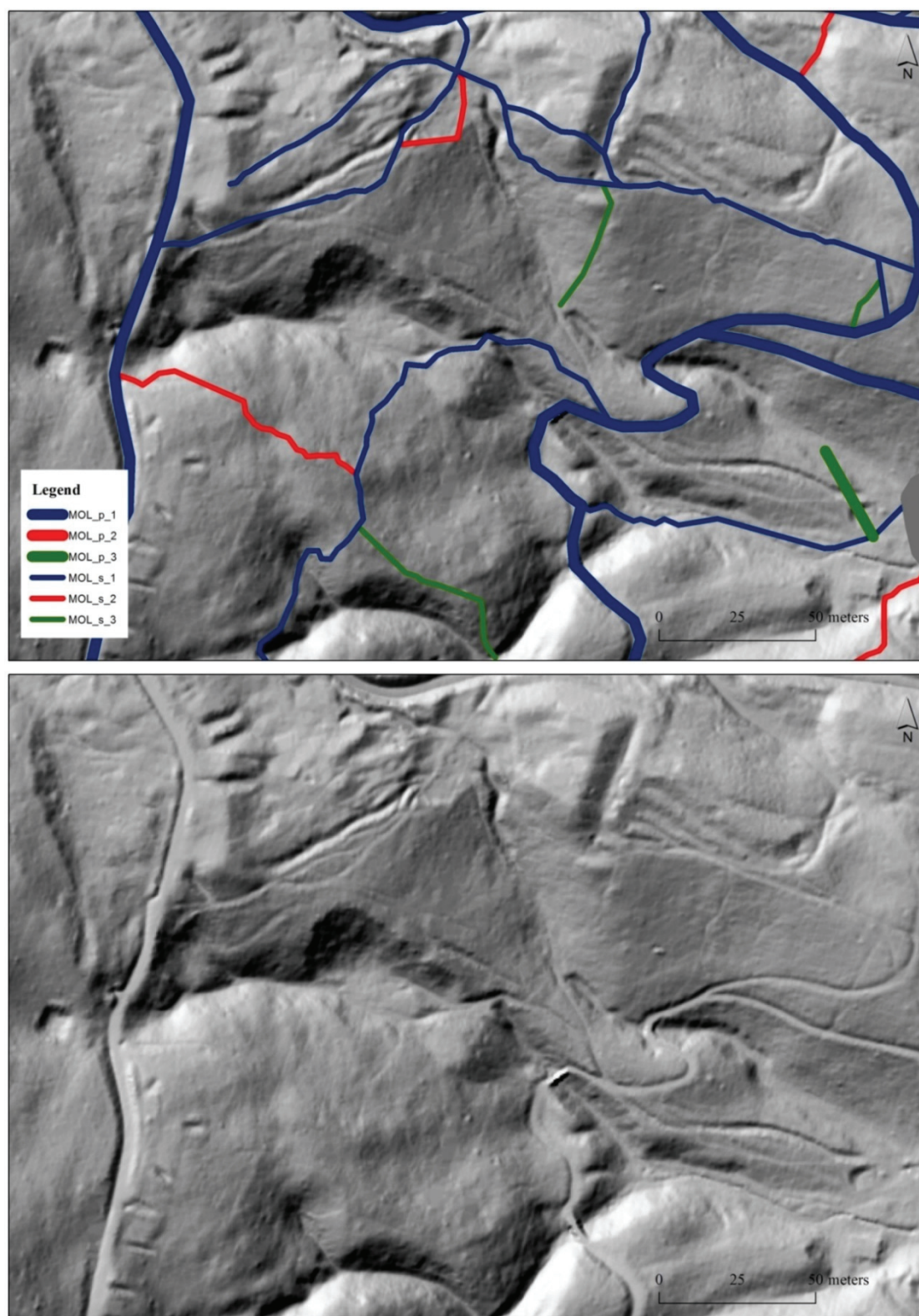
Če je vodja ekipe ocenil, da gre pri stezi tretje kategorije za stečino divjadi, ta ni bila evidentirana. V našem primeru smo razliko skušali ugotoviti na tri subjektivne načine: ko je bilo s površine steze razvidno, da jo uporabljajo le prostoživeče živali (zelo neenakomerna površina), ali ko je ozka stezica vodila le do potoka ali ko je vodila le do

območja v gozdu, kjer so bila vidna »ležišča« prostoživečih živali, in se stezica ni nadaljevala.

Tretja faza je zajemala obdelavo surovih podatkov v programskem okolju ArcMAP 10.1. Posnete poti so bile popravljene glede na vzporedne meritve z analognim kolesom in podlago digitalnega modela terena (Slika 34).

V četrti fazi smo v GIS-okolju izdelali posamezne sloje tipov in kategorij poti, izdelali vplivna območja ob poteh, poligone mirnih con (obsežnejši predel naravnega okolja, kjer so dejavnosti, ki vznemirjajo divjad, omejene oziroma prepovedane (Zakon o divjadi in lovstvu, 2004)), izračunali različne indekse poligonov ter dolžine, površine in naklone poti. Te cone so mišljene kot potencialna območja s funkcijo ohranjanja biotske raznovrstnosti kot potencialnega posebnega ohranitvenega območja (Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo, 2010)

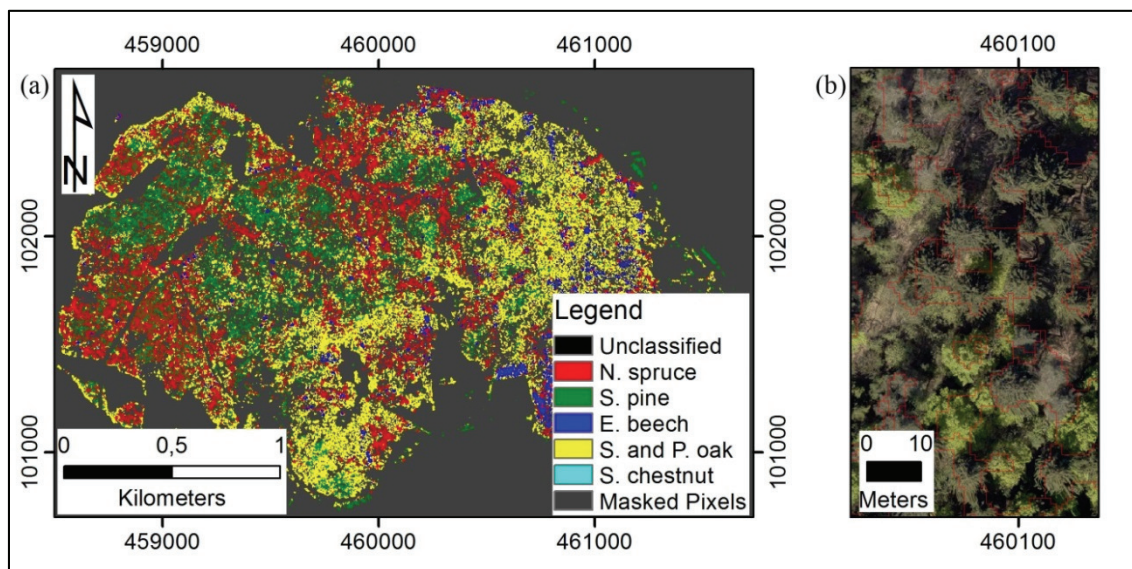
Na podlagi dobljenih podatkov smo ocenili potencialne probleme, ki jih posneta mreža formalnih in neformalnih poti ter njihova uporaba predstavljajo za gozdni ekosistem in obiskovalce gozda. Predlagali smo usmeritve za upravljanje poti in mirnih območij znotraj analiziranega dela parka.



Slika 34. Popravljene posnete poti glede na vzporedne meritve z analognim kolesom in podlago digitalnega modela višin; zgoraj – popravljene poti in steze; spodaj – digitalni model višin  
Picture 34. The revised route taken according to the parallel measurements with the analog wheel and ground digital elevation model; above – corrected paths and trails; below – a digital elevation model

## 4 REZULTATI Z RAZPRAVO

### 4.1 REZULTATI KLASIFIKACIJE



Slika 35. Rezultat klasifikacije (levo) in detajl segmentacije (desno)  
Picture 35. The result of the classification (left) and a detail of segmentation (right)

Preglednica 6. Matrika napak za glavnih pet drevesnih vrst

Table 6. An error matrix for the main five tree species

| Učni primer (Odstotek) |        |        |       |       |            |        |
|------------------------|--------|--------|-------|-------|------------|--------|
| Razred                 | Smreka | R. bor | Bukev | Hrast | P. kostanj | Skupaj |
| Nerazvrščeno           | 0      | 0      | 0     | 0     | 0          | 0      |
| Smreka                 | 80     | 26     | 11    | 11    | 5          | 31     |
| R. bor                 | 4      | 50     | 4     | 7     | 15         | 11     |
| Bukev                  | 7      | 2      | 38    | 12    | 7          | 17     |
| Hrast                  | 9      | 22     | 47    | 70    | 73         | 41     |
| P. kostanj             | 0      | 0      | 0     | 0     | 0          | 0      |
| Skupaj                 | 100    | 100    | 100   | 100   | 100        | 100    |

V matriki napak (Preglednica 6) se primerjata lokacija in razred vsakega piksla iz podatkov učnih krošenj s korespondenčno lokacijo in razredom piksla v rezultatu klasifikacije (Slika 35). Vsak od petih stolpcev matrike napak predstavlja podatke učnih krošenj, vrednosti v stolpcih pa se vežejo na označevanje referenčnih pikslov v rezultatu klasifikacije (klasificirani piksli) v odstotkih. Razvidno je, da je bilo 80 % pikslov smreke,

50 % rdečega bora, 38 % bukve, 70 % hrasta in 1 % pravega kostanja klasificirano pravilno.

Preglednica 7. Ocena natančnosti klasifikacije. Povprečna natančnost, kappa koeficient, izdelovalčeva in uporabnikova natančnost za pet drevesnih vrst.

Table 7. Assessment of the accuracy of classification. The average accuracy, kappa coefficient, producer's and user's accuracy for the five tree species.

| Povprečna natančnost = (7280/12608) 58 % |                                 |                                  |                               |                                |
|------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Kappa koeficient = 0,431                 |                                 |                                  |                               |                                |
| Razred                                   | Izdel. natančnost<br>(odstotek) | Uporab. natančnost<br>(odstotek) | Izdel. natančnost<br>(piksli) | Uporab. natančnost<br>(piksli) |
| Smreka                                   | 80                              | 69                               | 2716/3395                     | 2716/3932                      |
| R. bor                                   | 50                              | 57                               | 793/1591                      | 793/1401                       |
| Bukev                                    | 38                              | 64                               | 1330/3466                     | 1330/2072                      |
| Hrast                                    | 70                              | 47                               | 2437/3498                     | 2437/5169                      |
| P. kostanj                               | 1                               | 12                               | 4/658                         | 4/34                           |

Povprečna natančnost klasifikacije je bila 58-odstotna, kappa koeficient pa je bil 0,431 (Preglednica 4). Največja natančnost je bila dosežena pri smreki, kjer je bila izdelovalčeva natančnost 80-odstotna, uporabnikova natančnost pa 69-odstotna (Preglednica 7). Večina pravega kostanja je bila klasificiranega kot hrast (73 %).

Podobne rezultate smo dobili z multiplo diskriminantno analizo (Bastič, 2006). Prva diskriminantna funkcija pojasni 72,6 % variance, skupaj z drugo pa pojasnita 93,4 % variance (Preglednica 8).

Preglednica 8. Preglednica prikazuje, kolikšen odstotek variance pojasni diskriminantna funkcija. Večja ko je njena lastna vrednost (*eigenvalue*), boljša je diskriminantna funkcija.

Table 8. The table below shows what percentage of variance was explained by discriminant function. The greater the eigenvalue, the better the discriminant function was.

| Funkcija | Lastna vrednost    | % variance | Kumulativa % | Kanonična korelacija |
|----------|--------------------|------------|--------------|----------------------|
| 1        | 1,144 <sup>a</sup> | 72,6       | 72,6         | ,730                 |
| 2        | ,327 <sup>a</sup>  | 20,8       | 93,4         | ,497                 |
| 3        | ,081 <sup>a</sup>  | 5,2        | 98,6         | ,274                 |
| 4        | ,023 <sup>a</sup>  | 1,4        | 100,0        | ,149                 |

a. Prve štiri diskriminantne funkcije so bile uporabljene pri analizi.



V strukturni matriki (Preglednica 9) so pomeni posameznih spremenljivk ob upoštevanju diskriminantnih uteži za prvo diskriminantno funkcijo razdeljeni po vrstnem redu od najpomembnejše do najmanj pomembne spremenljivke za razlikovanje med drevesnimi vrstami. Prva diskriminantna funkcija je povezana s spremenljivkami srednjih spektralnih vrednosti v Red-Edge, NIR-2, NIR-1 in zelenem spektralnem kanalu (\*), druga z rdečim in modrim, tretja s coastal ter četrta z rumenim spektralnem kanalom.

Preglednica 9. Strukturna matrika  
Table 9. Structure matrix

|        | Funkcija |       |       |       |
|--------|----------|-------|-------|-------|
|        | 1        | 2     | 3     | 4     |
| mean_6 | ,913*    | ,275  | -,116 | ,198  |
| mean_8 | ,871*    | ,246  | ,029  | -,035 |
| mean_7 | ,845*    | ,227  | ,136  | ,009  |
| mean_3 | ,545*    | ,438  | -,099 | ,057  |
| mean_5 | ,201     | ,682* | ,237  | ,302  |
| mean_2 | ,244     | ,520* | ,383  | ,256  |
| mean_1 | ,263     | ,034  | ,466* | ,450  |
| mean_4 | ,226     | ,514  | -,047 | ,524* |

Korelacije znotraj drevesnih vrst med vrednostmi spremenljivk (srednjih vrednosti po osmih spektralnih kanalih) in standardiziranimi diskriminantnimi funkcijami.

Spremenljivke so razvrščene po absolutni velikosti korelacije znotraj funkcije.

\*Največja absolutna korelacija med vsako spremenljivko in katero od diskriminantnih funkcij.

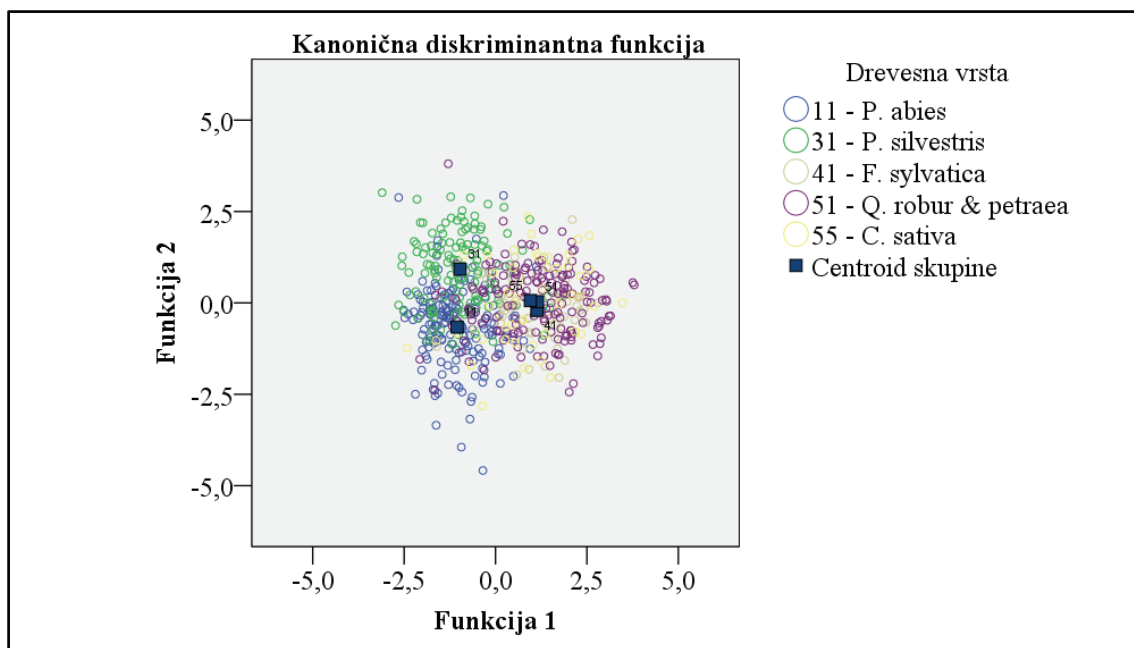
Rezultati testov diskriminantnih funkcij Wilksova  $\lambda$  in  $\chi^2$  so potrdili, da prva diskriminantna funkcija omogoča najboljše razlikovanje med srednjimi spektralnimi vrednostmi krošenj petih drevesnih vrst (Preglednica 10). Vključujoč prvo diskriminantno funkcijo je Wilksova  $\lambda$  najnižja (ob stopnji tveganja  $\alpha < 0,05$ ). Ničelna domneva o enakosti aritmetičnih sredin diskriminantnih vrednosti skupin je zavrnjena s tveganjem, manjšim od 0,05 ( $p < 0,001$ ).

Preglednica 10. Test diskriminantnih funkcij

Table 10. Test of discriminant functions

| Test funkcij | Wilksova  |          | df | Sig. |
|--------------|-----------|----------|----|------|
|              | $\lambda$ | $\chi^2$ |    |      |
| 1 do 4       | ,318      | 660,885  | 32 | ,000 |
| 2 do 4       | ,681      | 221,290  | 21 | ,000 |
| 3 do 4       | ,904      | 57,973   | 12 | ,000 |
| 4            | ,978      | 12,919   | 5  | ,024 |

Razsevni grafikon (Slika 36) prikazuje položaj posameznih krošenj glede na prvi dve diskriminantni funkciji ter razlike med drevesnimi vrstami, upoštevajoč spremenljivke povezane s posameznima funkcijama (Bastič, 2006). Centroidi (modri kvadrati) nakazujejo, da se srednje vrednosti spektralnih podpisov drevesnih vrst med seboj najbolj razlikujejo pri smreki, rdečem boru in skupini treh vrst listavcev. Med sami listavci pa se centroidi prekrivajo, kar nakazuje na nezanesljivo razlikovanje enot pravega kostanja, bukve ter obeh hrastov.



Slika 36. Razsevni grafikon razvrstitve drevesnih krošenj glede na prvo in drugo diskriminantno funkcijo  
Picture 36. Scatter plot of tree canopies in relation to the first and second discriminant function

Preglednica 11. Rezultati klasifikacije<sup>a</sup> po multipli diskriminantni analizi  
Table 11. Classification results after multiple discriminant analysis

| Drevesna vrsta |         |                                    | Predvidena pripadnost drevesni vrsti <sup>a</sup> |      |      |      |      | Skupaj |
|----------------|---------|------------------------------------|---------------------------------------------------|------|------|------|------|--------|
|                |         |                                    | 11                                                | 31   | 41   | 51   | 55   |        |
| Original       | Število | 11 – <i>P. abies</i>               | 129                                               | 26   | 5    | 5    | 10   | 175    |
|                |         | 31 – <i>P. sylvestris</i>          | 25                                                | 89   | 3    | 3    | 10   | 130    |
|                |         | 41 – <i>F. sylvatica</i>           | 2                                                 | 2    | 36   | 11   | 11   | 62     |
|                |         | 51 – <i>Q. robur &amp; petraea</i> | 18                                                | 14   | 43   | 60   | 36   | 171    |
|                |         | 55 – <i>C. sativa</i>              | 6                                                 | 3    | 2    | 10   | 25   | 46     |
|                |         |                                    |                                                   |      |      |      |      |        |
|                | %       | 11 – <i>P. abies</i>               | 73,7                                              | 14,9 | 2,9  | 2,9  | 5,7  | 100    |
|                |         | 31 – <i>P. sylvestris</i>          | 19,2                                              | 68,5 | 2,3  | 2,3  | 7,7  | 100    |
|                |         | 41 – <i>F. sylvatica</i>           | 3,2                                               | 3,2  | 58,1 | 17,7 | 17,7 | 100    |
|                |         | 51 – <i>Q. robur &amp; petraea</i> | 10,5                                              | 8,2  | 25,1 | 35,1 | 21,1 | 100    |
|                |         | 55 – <i>C. sativa</i>              | 13,0                                              | 6,5  | 4,3  | 21,7 | 54,3 | 100    |

a. 58 % originalnih enot je bilo pravilno klasificiranih.

## 4.2 RAZPRAVA O KLASIFIKACIJI

V raziskavah Immitzerja in sod. (2012) in Puttonena in sod. (2009) so bile dosežene večje povprečne natančnosti, toda njihovi metodi vzorčenja učnih primerov in tudi sam postopek klasifikacije so bili drugačni. Namen omenjenih raziskav je bil doseči predvsem veliko natančnost klasifikacije in ne izdelati praktično in uporabno metodo za končnega uporabnika (na primer revirnega gozdarja), čigar znanje, potrebno za analizo podatkov daljinskega zaznavanja, je navadno slabše. Metoda, ki so jo uporabili Immitzer in sod. (2012), zahteva zelo dobro znanje za podrobno interpretacijo satelitskih posnetkov. V drugi raziskavi (Puttonen in sod., 2009) pa so ločili osojne in prisojne strani krošenj ter iz spektralnih podpisov teh dveh delov izračunali indekse, ki so jih uporabili za klasifikacijo. Pri tej raziskavi je treba omeniti tudi manjšo topografsko razliko (le 30 m), drugo geografsko širino, ki vpliva na drugačen kot sončne osvetlitve, drug tip gozda (rahl sklep in manj drevesnih vrst) in ne nazadnje drugačen tip spektralnih podatkov.

Krahwinkler in Rossmann (2013) sta dosegla povprečno več kot 80-odstotno natančnost klasifikacije. Uporabila sta podatke laserskega skeniranja, letalskih posnetkov v rdečem, zelenem in modrem kanalu (RGB) in letalskih barvnih IR-posnetkov (CIR) ter podatke posnete s satelitov SPOT in RapidEye. S SVM-modelom sta klasificirala drevesa v mešanem gozdu. Primerjava z njunimi rezultati je omejena zaradi drugačnega nabora podatkov in prostorske ločljivosti letalskih in laserskih podatkov, ki je bila pod pol metra. Tudi sama avtorja diskutirata, čemu je pripisati dobro povprečno natančnost klasifikacije: multitemporalnim podatkom, dodatnim spektralnim kanalom, boljši izbiri datuma, ko so bili podatki posneti, ali večji homogenosti podatkov, posnetih iz obeh satelitov.

Po mnenju Kejeve in Quackenbusheve (2011) je lahko slabša natančnost klasifikacije tudi posledica ne optimalne segmentacije dreves, ki rastejo blizu drugo drugemu, njihove krošnje pa se prepletajo.

Vizualna ocena natančnosti klasifikacije, ki je bila narejena s primerjavo pravega ortofoto posnetka in rezultatov klasifikacije, kaže na pogojno uporabnost predstavljene metode objektno usmerjene klasifikacije. Rezultat klasifikacije (karta) kaže podobno razporeditev petih drevesnih vrst, kot je njihova dejanska razporeditev na terenu – razvidno s pravega ortofoto posnetka (Slika 9). Na primer, delež klasificirane smreke narašča proti jugozahodu, rdečega bora proti severozahodu, bukev je najbolj zastopana na jugovzhodu ter hrast na jugu in vzhodu. Po gozdnogospodarskem načrtu (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Ljubljana, 2007) je na vzhodnem delu pestrejša sestava drevesnih vrst, vključno s prisotnostjo vnesenega neavtohtonega rdečega hrasta (*Quercus rubra*). Morda je na to vplivalo tudi dejstvo, da pravi kostanj med analiziranimi drevesnimi vrstami na območju raziskave dosega nižje višine in ima prizadet asimilacijski aparat zaradi kostanjevega raka, kar tudi vpliva na manjšo kontrastnost njegove krošnje v primerjavi z drugimi, ki so bile analizirane. In ne nazadnje, izolacija listavcev je tudi z uporabo laserskih podatkov še vedno težavna zaradi kompleksnosti strukture krošenj in njihovega medsebojnega prekrivanja (Chen in sod., 2012).

Natančnost kartiranja posameznih dreves je odvisna predvsem od faze segmentacije, to je faze, v kateri se oblikujejo objekti, ki se v postopku klasifikacije na podlagi pravil razvrščajo v opredeljene razrede (Kanjir in sod., 2010). Postopek segmentacije je bil v našem primeru izveden s parametri, ki so na voljo v procesu nadzorovane klasifikacije na podlagi referenčnih terenskih podatkov v programu Exelis ENVI VIS 5. Predvidevamo, da bi lahko objekte klasifikacije – tlorise krošenj – natančneje določili s postopkom prepoznavanja lokalnih maksimumov (podatki laserskega skeniranja) in hkrati ločnice med osončenim in osenčenim delom (spektralni podatki), ki bi jim pripojili najmanj eno vrsto priležnih pikslov. Tako dobljeni podatki sicer ne bi orisali tlorisa krošnje, bi pa lahko natančneje predstavljali osrednji del tlorisa krošnje drevesa. Pričakujemo, da bi bilo kartiranje posameznih večjih dreves listavcev zaradi krošenj z več vrhovi še vedno težavno. A za namen lociranja vrste in lokacije drevesa, ki bi bilo na primer ob sprehajalni poti, bi informacija lahko dosegla svoj namen. Upravljevec bi na podlagi teh podatkov lahko podrobno načrtoval ukrepe za zagotavljanje pestrostne (na primer ekocelice za zavarovane vrste ptic, manjšinske drevesne vrste) in estetske vloge gozda (na primer zanimiva, plodonosna drevesa ob poteh, različne drevesne vrste ob poteh) za zagotavljanje visoke kakovosti rekreacijske izkušnje.

Za ločevanje med različnimi fazami propadanja drevja bi potrebovali natančnejše spektralne podatke (na primer ožji spektralni kanali ali hiperspektralno snemanje) in več zaporednih posnetkov v vegetacijskem obdobju. S tako metodo bi lahko na podlagi fenoloških razlik med osebkami ene drevesne vrste zaznali morebitna odstopanja, v naslednji fazi pa bi preverili, ali je razlog zanje propadanje drevesa (Clark in Roberts, 2012). Pravočasno ukrepanje pri takih drevesih je pomembno tako z vidika preprečevanja širjenja morebitnih patogenov na druga drevesa kot z vidika obravnave propadajočih dreves za zagotavljanje varnosti obiskovalcem.

#### 4.3 REZULTATI ANKETE

Pri večini minulih raziskav so bile uporabljene fotografije, slike ali računalniško izdelane podobe okolja za odkrivanje preferenc do lastnosti okolja med obiskovalci. V raziskavah z obiskovalci na terenu (na kraju, o katerem je potekala raziskava) so redko predhodno analizirali okoljske vplive, ki so bili posledica rekreacije, da bi lahko objektivno primerjali med dejanskimi in zaznanimi okoljskimi vplivi, kot so erozija, izpostavljene korenine in blato na poteh, ter njihovim obsegom.

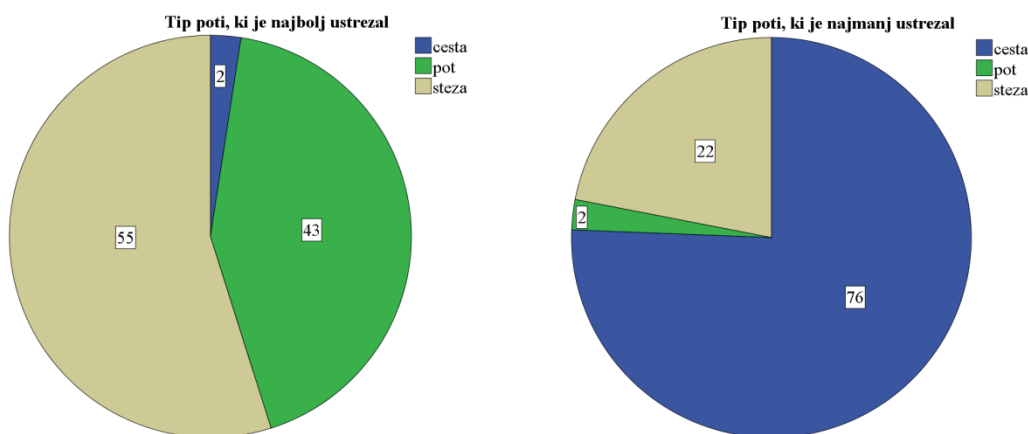
Posledica je pomanjkanje informacij o tem, kako obiskovalci zaznajo dejanske okoljske vplive in njihov obseg in kako ti vplivajo na njihovo rekreacijsko izkušnjo, zlasti v kontekstu urbanega gozda. Urejevalci poti v urbanih gozdovih bi lahko uporabili te informacije pri varovanju gozda in poti. Hkrati bi s pomočjo takšnih informacij pri načrtovanju lažje upoštevali kakovostno komponento rekreacije v urbanem gozdu.

Da bi prispevali k zapolnitvi te vrzeli, smo v nadzorovanem poskusu združili naravoslovni in družboslovni pristop, v katerem smo se osredotočili na okoljske vplive, nastale zaradi rekreacije, in se nismo zanašali zgolj na načelne izjave naključnih sprehajalcev. V ljubljanskem urbanem gozdu znotraj krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib smo na vzorcu dveh značilno različnih skupin študentov in skupine upokojencev v enakih okoljskih razmerah in v nadzorovanem okolju preverili, ali so na zaznavanje okoljskih vplivov in posledično na rekreacijsko izkušnjo vprašanih vplivali tudi dejavniki, kot sta starost in izobrazba.

##### 4.3.1 Preference anketirancev do rekreacije in tipov poti

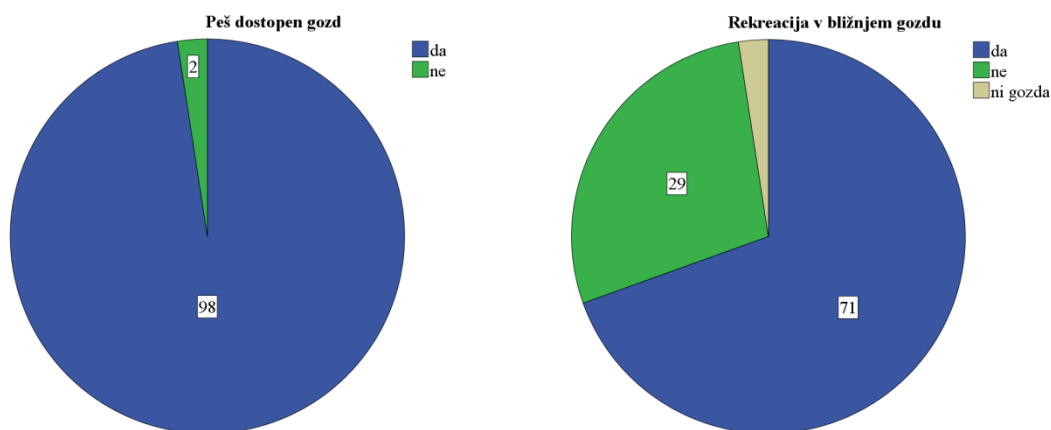
Večini vprašanih so bile ljubše steze (54,9 %) in poti (42,7 %), najmanj priljubljene pa so bile makadamske ceste (Slika 37). S  $\chi^2$ -testom nismo odkrili nobenih razlik med tremi skupinami (študenti prvega letnika, študenti druge stopnje in upokojenci) glede njihovih preferenc do tipa poti, ki ga imajo najraje ( $\chi^2(4, n = 80) = 8,20; p > ,05$ ) in najmanj radi ( $\chi^2(4, n = 80) = 1,70; p > ,05$ ). Anketirani so imeli raje steze, ker so po njihovem mnenju

»bolj naravne«, »so mehkejša podlaga za hojo«, »privedejo bližje k drevesom« in »naredijo izkušnjo v gozdu pristnejšo«. Poti so imeli raje ker »omogočajo več prostora za srečanje z drugimi obiskovalci«, »se na njih ni treba izogibati avtomobilom« in »so boljše za gozd, ker so strokovno umeščene v prostor«.



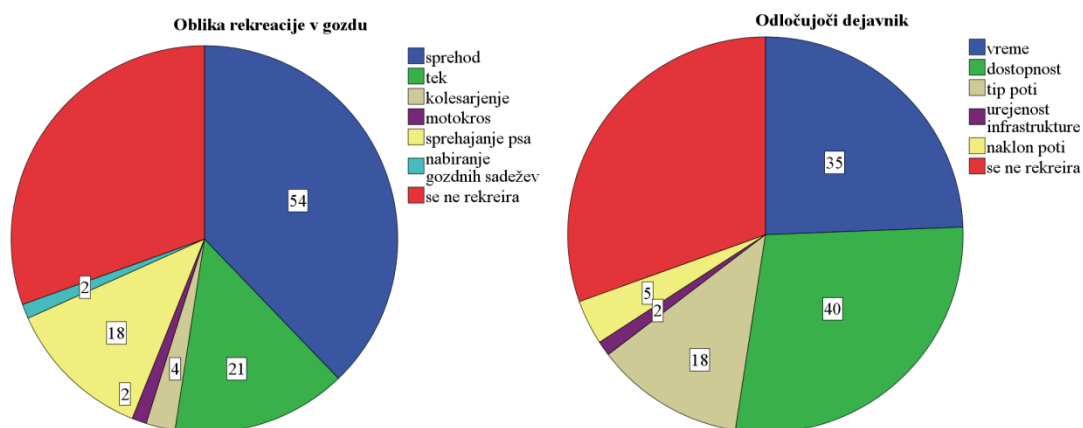
Slika 37. Struktura vzorca anketiranih glede na preference do različnih tipov poti  
Picture 37. Structure of the sample according to the preferences of different types of trails

Večini anketirancev (97,6 %) je bil gozd na njihovi dnevni poti (iz službe, šole, dnevnega centra, ipd.) dostopen peš in 71,3 % teh ga je dejansko uporabljalo za rekreacijo (Slika 38). Najpogostejša oblika rekreacije v vseh skupinah je bil sprehod (54,4 % tistih, ki so se rekreirali v bližnjem gozdu, Slika 39), večinoma dvakrat na teden (Slika 39 in Slika 40).



Slika 38. Struktura vzorca glede na razpoložljiv dostop do gozda in rekreacije v bližnjem gozdu  
Picture 38. Structure of the sample relative to the available access to the forest and recreation in the nearby forest





Slika 39. Struktura odgovorov glede na najpogostejšo obliko rekreacije v bližnjem gozdu (levo) in dejavnik, ki je odločujoč, ko so se anketiranci odločali za rekreacijo v bližnjem gozdu  
Picture 39. The structure of responses depending on the most common form of recreation in the nearby forest (left) and a factor that is decisive when deciding for recreation in the nearby forest



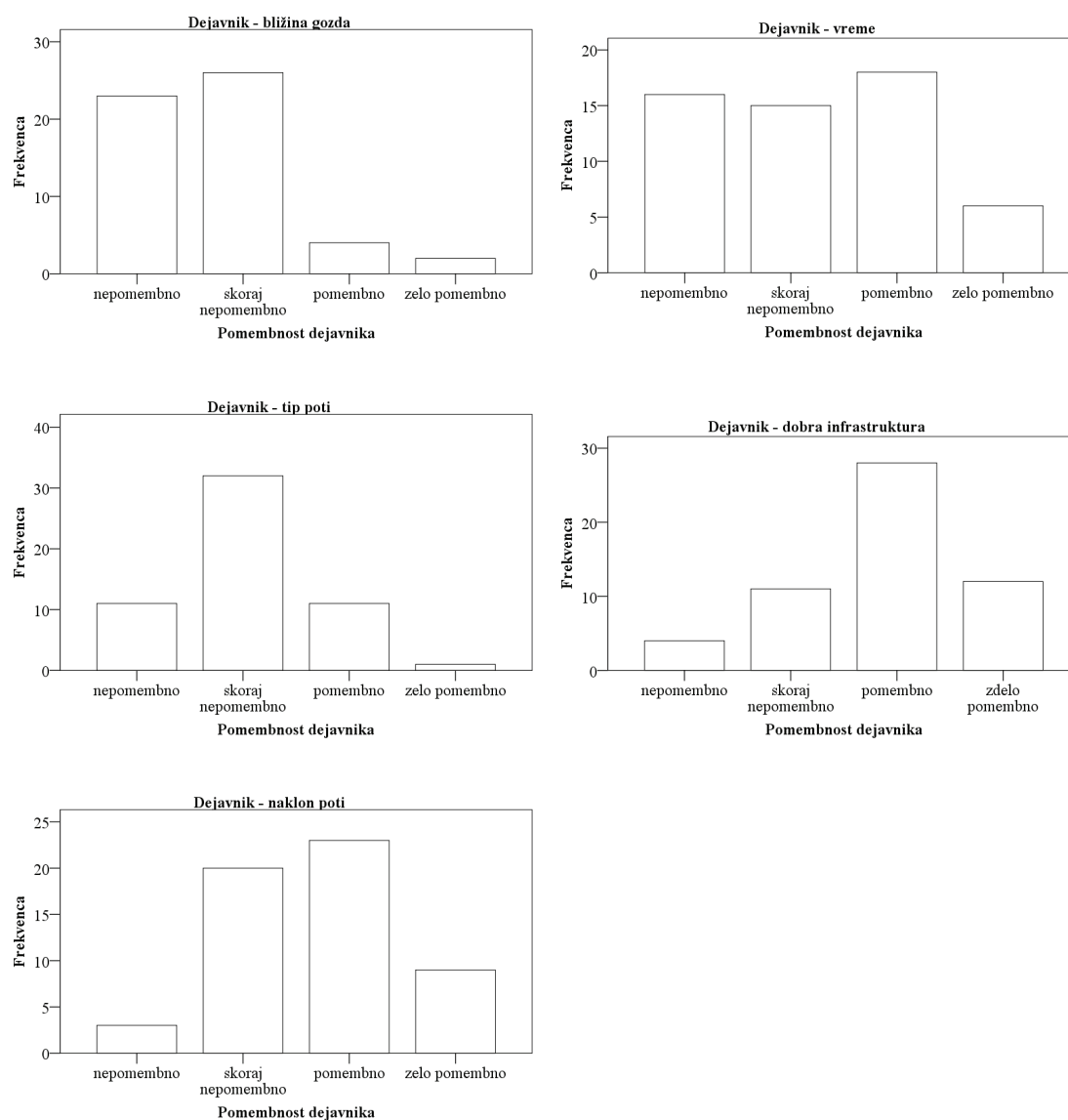
Slika 40. Število dni na teden, ko so se anketirani rekreirali v gozdu  
Picture 40. Number of days per week when respondents recreated in the forest

Preglednica 12. Anketirani so izrazili pomembnost zunanjih dejavnikov, ko se odločajo za sprehod v gozdu.  
Table 12. Respondents expressed the importance of external factors when deciding for a walk in the forest.

| Faktorji       | Skupine | Prvi letnik          |     | Druga stopnja |     | Upokojenci |     |
|----------------|---------|----------------------|-----|---------------|-----|------------|-----|
|                |         | <sup>1</sup> Sredina | SE  | Sredina       | SE  | Sredina    | SE  |
| Vreme          |         | 3,2                  | ,22 | 2,9           | ,26 | 2,3        | ,19 |
| Dostopnost     |         | 3,1                  | ,18 | 3,5           | ,19 | 3,3        | ,16 |
| Tip poti       |         | 3,1                  | ,14 | 2,8           | ,20 | 3,0        | ,16 |
| Infrastruktura |         | 1,9                  | ,16 | 2,0           | ,22 | 2,5        | ,20 |
| Naklon poti    |         | 2,2                  | ,18 | 2,5           | ,19 | 2,4        | ,20 |

<sup>1</sup> 1 – nepomembno, 2 – skoraj nepomembno, 3 – pomembno, 4 – zelo pomembno.

Za rekreativni obisk gozda so bile za anketirance najpomembnejše dostopnost gozda in vremenske razmere (Preglednica 12, Slika 39, Slika 41). Vremenske razmere so bile pomembnejše mlajšim anketirancem (*Pearsonov*  $r(55) = -,36$ ;  $p = ,006$ ), starejšim pa dobra infrastruktura (*Pearsonov*  $r(55) = ,31$ ;  $p = ,020$ ).



Slika 41. Pomembnost izbranih dejavnikov, ko so se anketirani odločali za sprehod v gozdu  
Picture 41. The importance of selected factors, when respondents opted for a walk in the forest

#### 4.3.2 Zaznave okoljskih vplivov rekreacije

Preglednica 13. Frekvence kategorij okoljskih vplivov (ki so bili vsaj desetkrat omenjeni<sup>1</sup>) in izražen učinek na anketirančevo doživljajsko izkušnjo

Table 13. Frequencies of categories of environmental impacts (which were at least ten times mentioned by respondents) and expressed effect on respondents' recreation experience

| Kategorije              | Upokojenci     |     |   | Prvi letnik |     |    | Druga stopnja |     |    | Sum |
|-------------------------|----------------|-----|---|-------------|-----|----|---------------|-----|----|-----|
|                         | <sup>2</sup> P | Nev | N | P           | Nev | N  | P             | Nev | N  |     |
|                         | Frekvence      |     |   | Frekvence   |     |    | Frekvence     |     |    |     |
| Smeti                   |                |     | 9 | 1           |     | 20 |               |     | 13 | 43  |
| Uradne poti             | 8              |     |   | 18          |     | 1  | 10            | 1   |    | 38  |
| Neuradne poti           |                | 1   | 4 | 7           | 1   | 8  | 4             | 1   | 6  | 32  |
| Vandalizem nad drevesi  |                | 1   | 5 |             | 3   | 9  |               | 1   | 12 | 31  |
| Mrtvi les               | 1              | 1   | 4 | 3           |     | 10 | 1             | 2   | 3  | 25  |
| Pomanjkanje upravljanja | 1              |     | 9 |             |     | 8  |               |     | 2  | 20  |
| Sakralni objekti        |                |     |   | 6           | 2   | 1  | 7             | 3   |    | 19  |
| Erozija                 |                |     | 1 |             |     | 8  |               |     | 7  | 16  |
| Makadamska cesta        |                | 1   | 3 |             | 2   | 4  | 1             | 2   | 2  | 15  |
| Ambient                 |                |     |   | 15          |     |    |               |     |    | 15  |
| Vpliv gospodarjenja     | 4              |     | 2 | 3           | 2   | 1  |               | 1   | 1  | 14  |
| Preobremenjene poti     | 2              |     | 3 | 2           |     | 2  |               |     | 3  | 12  |
| Izpostavljene korenine  |                |     | 1 |             | 2   | 3  | 1             |     | 4  | 11  |

<sup>1</sup> Ostale kategorije so bile zaradi preglednosti tabele umaknjene.

<sup>2</sup> Vpliv na doživljajsko izkušnjo: P – pozitiven, Nev – nevtralen in N – negativen

Udeleženci so pri vprašanju odprtega tipa navedli 427 »vplivov« (navednice so uporabljene zato, ker nekateri vplivi niso bili okoljski vplivi rekreacije, kar bo pojasnjeno v nadaljevanju), ki so jih zaznali med sprehodom. Te »vplive« smo razvrstili v 47 kategorij (Preglednica 13). »Smeti«, »steze«, »vandalizem nad drevesi«, »erozija«, »preobremenjene poti« in »izpostavljene korenine« so bile največkrat omenjene kategorije okoljskih vplivov rekreacije. Kategorija »urejene poti« je bila najbolj odobravana, medtem ko so bile kategorije »smeti«, »vandalizem nad drevesi«, »odsočnost upravljanja«, »ležeči deli dreves« in »erozija« v večini primerov negativno sprejete. Razlik med skupinami pri teh odgovorih s testi nismo odkrili.

Med skupinami s testi nismo odkrili razlik pri navajanju kategorij »vplivov« razen »erozije«. Večkrat so jo navedli predstavniki obeh skupin študentov kakor upokojenci ( $\chi^2(1, n = 80) = 5,89; p = ,016$ ). Odkrili pa smo, da so med skupinami značilne razlike pri indeksu okoljskih vplivov rekreacije. Značilno več študentov druge stopnje je navedlo te vplive v primerjavi s študenti prvega letnika ( $U(n = 55) = 245,50; p = ,047$ ) in upokojenci ( $U(n = 46) = 131,00; p = ,003$ ).

Linearna regresija je pokazala, da je izobrazba vplivala na indeks okoljskih vplivov rekreacije ( $R^2 = ,11$ ;  $F(1, 78) = 9,54$ ;  $p = ,003$ ), saj so študenti druge stopnje navedli značilno več vplivov kakor študenti prvega letnika in upokojeanci – v tem vrstnem redu.

### 4.3.3 Ocena zaznav predhodno analiziranih okoljskih vplivov rekreacije na poti

Med naštetimi enajstimi okoljskimi vplivi rekreacije je steze, blato in izpostavljene korenine opazilo več kot 90 % vprašanih.

Preglednica 14. Frekvence izmerjenih okoljskih vplivov na poti in obseg njihove prisotnosti, ki so ga zaznali anketirani

Table 14. Frequencies of measured environmental impacts on the trail and the perception of the extent of their presence by of the respondents

| Okoljski vpliv            | Upokoјenci                    |                      |     | Prvi letnik                   |         |     | Druga stopnja                 |         |     | Sum          |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------|-----|-------------------------------|---------|-----|-------------------------------|---------|-----|--------------|
|                           | Frekvenca<br>( <sup>1</sup> ) | <sup>2</sup> Sredina | SE  | Frekvenca<br>( <sup>1</sup> ) | Sredina | SE  | Frekvenca<br>( <sup>1</sup> ) | Sredina | SE  |              |
| Blato                     | 25<br>(100 %)                 | 2,8                  | ,10 | 33<br>(97 %)                  | 2,7     | ,12 | 20<br>(95 %)                  | 2,9     | ,14 | 78<br>(98 %) |
| Izpostavljene korenine    | 23<br>(92 %)                  | 2,9                  | ,09 | 31<br>(91 %)                  | 3,1     | ,13 | 20<br>(95 %)                  | 2,9     | ,15 | 74<br>(93 %) |
| Bližnjice                 | 24<br>(96 %)                  | 2,8                  | ,11 | 34<br>(100 %)                 | 3,0     | ,11 | 21<br>(100 %)                 | 2,8     | ,11 | 79<br>(99 %) |
| Vzporedne steze           | 25<br>(100 %)                 | 2,6                  | ,12 | 30<br>(88 %)                  | 2,6     | ,12 | 20<br>(95 %)                  | 2,7     | ,14 | 75<br>(94 %) |
| Razširjena pot            | 21<br>(84 %)                  | 2,3                  | ,15 | 24<br>(71 %)                  | 2,3     | ,11 | 13<br>(62 %)                  | 1,9     | ,14 | 58<br>(73 %) |
| Živalski iztrebki         | 9<br>(36 %)                   | 1,4                  | ,11 | 11<br>(32 %)                  | 1,4     | ,11 | 1<br>(5 %)                    | 1,1     | ,07 | 21<br>(26 %) |
| Smeti                     | 16<br>(64 %)                  | 1,7                  | ,12 | 30<br>(88 %)                  | 2,5     | ,14 | 16<br>(76 %)                  | 2,3     | ,16 | 62<br>(78 %) |
| Erozija                   | 18<br>(72 %)                  | 2,0                  | ,15 | 28<br>(82 %)                  | 2,6     | ,14 | 20<br>(95 %)                  | 2,8     | ,14 | 66<br>(83 %) |
| Posekana drevesa          | 19<br>(76 %)                  | 2,2                  | ,16 | 25<br>(74 %)                  | 1,9     | ,12 | 14<br>(67 %)                  | 1,9     | ,15 | 58<br>(73 %) |
| Sledi športnih aktivnosti | 9<br>(36 %)                   | 1,4                  | ,13 | 25<br>(74 %)                  | 2,3     | ,14 | 11<br>(52 %)                  | 1,8     | ,19 | 45<br>(56 %) |
| Vandalizem                | 8<br>(32 %)                   | 1,4                  | ,11 | 8<br>(24 %)                   | 1,5     | ,11 | 10<br>(48 %)                  | 1,6     | ,15 | 26<br>(33 %) |

<sup>1</sup> Delež anketirancev znotraj skupin

<sup>2</sup> Obseg na sprehodu zaznanega okoljskega vpliva: 1 – nič, 2 – malo, 3 – pogosto, 4 – na vsakem koraku

Pri vprašanju zaprtega tipa (štiristopenjska lestvica) o obsegu videnih okoljskih vplivov rekreacije na poti so vprašani zaznali največ stez, izpostavljenih korenin in blata



(Preglednica 14). Med anketiranimi iz urbanega okolja so študentje opazili značilno več erozije ( $\chi^2 (3, n = 54) = 8,51; p = ,037$ ) in sledi športnih aktivnosti ( $\chi^2 (3, n = 54) = 12,56; p = ,006$ ), medtem ko so upokoјenci zaznali več razširjenih poti ( $\chi^2 (2, n = 54) = 7,81; p = ,020$ ).

Preverili smo tudi vpliv nekaterih drugih sociodemografskih dejavnikov. Tako je bilo ugotovljeno, da obstajajo nekatere razlike med anketiranci iz urbanega in ruralnega okolja. Med vprašanimi iz urbanega okolja so študenti (70,0 %) zaznali značilno več sledi športnih aktivnosti kakor upokoјenci (33,3 %),  $\chi^2 (1, n = 54) = 7,21; p = ,007$ . Pri indeksu zaznav okoljskih vplivov rekreacije je bilo ugotovljeno, da so vprašani s podeželja zaznali več izpostavljenih korenin, smeti, erozije in vandalizma ( $R^2 = ,22; F (1, 78) = 22,05; p < ,001$ ).

Preglednica 15. Povzetek značilnosti okoljskih vplivov na poti, ki so bili izmerjeni pred sprehodom, ter delež vpliva na poti, ki so ga zaznali anketirani

Table 15. Summary of the characteristics of the environmental impacts on the trail that were measured prior to walking and detected share of influence on the trail by the respondents

| Okoljski vplivi                           | Izmerjeno              |                           |                                  |                  | Zaznava anketiranih |                 |
|-------------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------|-----------------|
|                                           | Pojavnost<br>Frekvenca | <sup>2</sup> Vsota<br>(m) | <sup>3</sup> Sredina<br>a<br>(m) | Dolžina poti (%) | Sredina<br>(%)      | Sredina<br>(SD) |
| Erozija                                   | 12                     | 446                       | 37                               | 27               | 33                  | 27,1            |
| Vzporedne steze                           | 6                      | 129                       | 22                               | 8                | 36                  | 21,2            |
| Izpostavljene korenine                    | 8                      | 620                       | 78                               | 37               | 46                  | 24,9            |
| Razširjena pot                            | 4                      | 383                       | 96                               | 23               | 25                  | 17,3            |
| Sledi športnih<br>aktivnosti <sup>1</sup> | 5                      | 127                       | 25                               | 8                | 24                  | 28,2            |
| Blato                                     | 4                      | 44                        | 11                               | 3                | 46                  | 23,7            |
| Bližnjice                                 | 28                     | N/A                       | N/A                              | N/A              | 42                  | 22,5            |
| Vandalizem                                | 4                      | N/A                       | N/A                              | N/A              | 9                   | 16,6            |
| Smeti                                     | 6                      | N/A                       | N/A                              | N/A              | 21                  | 23,0            |
| Živalski iztrebki                         | 3                      | N/A                       | N/A                              | N/A              | 5                   | 8,9             |
| Posekana drevesa                          | 4                      | N/A                       | N/A                              | N/A              | 19                  | 21,7            |
| Brez vidnega vpliva                       | 44                     | 813                       | 19                               | 51               | 18                  | 19,7            |

<sup>1</sup> Vključuje sledi avtomobilskih pnevmatik.

<sup>2</sup> Vsota dolžin poti z okoljskimi vplivi

<sup>3</sup> Srednja dolžina okoljskega vpliva na poti

Poročani odstotki dolžine poti zaznane erozije, izpostavljenih korenin in razširjenih poti so bili v povprečju podobni dejanskim deležem teh okoljskih vplivov rekreacije na poti. Ostali vzdolžni vplivi kot so vzporedne steze in sledi športnih aktivnosti, pa so bili precenjeni (Preglednica 15).

Preglednica 16. Celotna pojasnjena varianca

Table 16. Total explained variance

| Komponenta | Prvotne lastne vrednosti |            |              | Uteži  |            |              | Uteži  |            |              |
|------------|--------------------------|------------|--------------|--------|------------|--------------|--------|------------|--------------|
|            | Skupaj                   | % variance | Kumulativa % | Skupaj | % variance | Kumulativa % | Skupaj | % variance | Kumulativa % |
| 1          | 3,410                    | 31,002     | 31,002       | 3,410  | 31,002     | 31,002       | 2,583  | 23,482     | 23,482       |
| 2          | 1,245                    | 11,315     | 42,318       | 1,245  | 11,315     | 42,318       | 1,681  | 15,279     | 38,762       |
| 3          | 1,157                    | 10,520     | 52,838       | 1,157  | 10,520     | 52,838       | 1,410  | 12,817     | 51,579       |
| 4          | 1,072                    | 9,747      | 62,585       | 1,072  | 9,747      | 62,585       | 1,211  | 11,006     | 62,585       |

Metoda ekstrakcije: Metoda glavnih komponent

Preglednica 17. Rotirana matrika komponent<sup>a</sup>

Table 17. Rotated components matrix

|                             | Komponenta |      |      |      |
|-----------------------------|------------|------|------|------|
|                             | 1          | 2    | 3    | 4    |
| Vzporedne steze %           | ,750       |      |      |      |
| Bližnjice %                 | ,714       |      |      |      |
| Sledi športnih aktivnosti % | ,702       |      |      |      |
| Izpostavljene korenine %    | ,675       |      |      |      |
| Erozija %                   | ,552       |      |      |      |
| Vandalizem %                |            | ,793 |      |      |
| Živalski iztrebki %         |            | ,710 |      |      |
| Posekana drevesa %          |            |      | ,787 |      |
| Blato %                     |            |      | ,684 |      |
| Razširjena pot %            |            |      |      |      |
| Smeti %                     |            |      |      | ,851 |

Metoda ekstrakcije: Metoda glavnih komponent

Metoda rotacije: Varimax s Kaiserjevo normalizacijo

a. rotacija v 6 iteracijah

Vzdolžne okoljske vplive rekreacije smo izločili s faktorsko analizo in rotacijo faktorjev po metodi varimax (Preglednica 16, Preglednica 17). Za vzporedne steze, bližnjice, sledi športnih aktivnosti, izpostavljene korenine in erozijo je značilno, da se ne pojavljajo točkovno, ampak na daljših dolžinskih odsekih poti.

Na zaznavo vzdolžnih okoljskih vplivov rekreacije je vplivala starost vprašanih. Mlajši ko so bili vprašani, večji delež teh vplivov so zaznali ( $R^2 = ,12$ ;  $F(1, 78) = 10,19$ ;  $p = ,002$ ).

#### 4.3.4 Učinek okoljskih vplivov rekreacije na doživljajsko izkušnjo vprašanih

Preglednica 18. Izražen srednji učinek zaznanih okoljskih vplivov na doživljajsko izkušnjo sprehoda  
Table 18. Expressed mean effect of perceived environmental impacts on recreation experience

| Okoljski vplivi           | <sup>1</sup> n | <sup>2</sup> Modus | <sup>2</sup> Sredina | SE  |
|---------------------------|----------------|--------------------|----------------------|-----|
| Blato                     | 80             | 2                  | 2,3                  | ,09 |
| Izpostavljene korenine    | 77             | 3                  | 2,7                  | ,11 |
| Bližnjice                 | 80             | 3                  | 3,0                  | ,10 |
| Vzporedne steze           | 78             | 3                  | 2,9                  | ,09 |
| Razširjene poti           | 68             | 3                  | 2,9                  | ,08 |
| Živalski iztrebki         | 23             | 1                  | 1,9                  | ,19 |
| Smeti                     | 65             | 1                  | 1,6                  | ,10 |
| Erozija                   | 69             | 3                  | 2,6                  | ,08 |
| Posekana drevesa          | 61             | 3                  | 3,1                  | ,12 |
| Sledi športnih aktivnosti | 48             | 3                  | 3,0                  | ,11 |
| Vandalizem                | 32             | 2                  | 1,7                  | ,11 |

<sup>1</sup> Le tisti, ki so odgovorili, da so opazili okoljski vpliv

<sup>2</sup> 1 – zelo negativen, 2 – negativen, 3 – nevtralen, 4 – pozitiven, 5 – zelo pozitiven

Smeti so bile edini okoljski vpliv rekreacije, ki je na doživljajsko izkušnjo vprašanih deloval zelo negativno (Preglednica 18). Šibke do zmerne povezave smo odkrili med doživljajsko izkušnjo in zaznanim obsegom nekaterih analiziranih okoljskih vplivov rekreacije kot so na primer izpostavljene korenine (*Spearmanov rho*(77) = -,24;  $p = ,039$ ), bližnjice (*Spearmanov rho*(80) = -,28;  $p = ,013$ ) in smeti (*Spearmanov rho*(65) = -,36;  $p = ,003$ ). Več vplivov, kot so vprašani med sprehodom opazili, slabša je bila njihova doživljajska izkušnja. Nobeden izmed zaznanih vplivov na anketirance ni imel pozitivnega vpliva. Toda le smeti, sledi vandalizma in pasji iztrebki so imeli negativen do zelo negativen učinek na doživljajsko izkušnjo večine tistih, ki so te vplive zaznali. Z neparametričnimi testi za neodvisne vzorce nismo odkrili značilnih razlik med tremi skupinami ali med študenti in upokoјenci, v povezavi z učinkom zaznanih okoljskih vplivov rekreacije na njihovo doživljajsko izkušnjo.

#### 4.4 RAZPRAVA O ANKETI

Z eksploratorno raziskavo smo raziskali, do katere mere so anketiranci zaznali okoljske vplive rekreacije na kombinirani poti skozi urbani gozd in ali so bile zaznave različne glede na starost, izobrazbo in poreklo (urbano, ruralno) udeležencev. Rezultati so pokazali, da so nekatere vplive, kot na primer blato, steze in smeti, anketiranci zaznali v

večji meri, kot pa so bili ti prisotni na izbrani poti, in da noben zaznan okoljski vpliv rekreacije ni imel pozitivnega učinka na doživljajsko izkušnjo vprašanih.

#### **4.4.1 Objektivno izmerjeni okoljski vplivi v primerjavi z okoljskimi vplivi rekreacije, ki so jih zaznali anketirani**

Odstotek zaznanih okoljskih vplivov rekreacije je bil v povprečju podoben dejanskemu deležu, ki je bil izmerjen dan pred anketo, toda vsi vplivi so bili v povprečju precenjeni (Tabela 4). Prisotnost blata, vzporednih stez in sledi športnih aktivnosti je bila močno precenjena. Še več, četudi je bilo na kombinirani izbrani poti dan pred anketo opisanih le šest kosov smeti, so v povprečju anketiranci zaznali, da so smeti prisotne na 21 % dolžine poti (Tabela 4). V literaturi je veliko dokazov (Anderson in Brown, 1984; Arnberger in Eder, 2011; Heywood, 2002; Heywood in Murdock, 2002; Manning in sod., 2004), da smetenje velja za neprimerno vedenje, in zato rezultat ni presenetljiv. Ne glede na to pa je bilo presenetljivo, da je bilo le nekaj plastike in papirja dovolj, da so udeleženci dobili občutek, da so bile smeti prisotne na dobri petini poti. Očitno obstaja močna okoljska norma glede tega, kakšen naj bi bil videz okolja (*condition norm*). Heywood in Murdock (2002) sta na primer z vprašalnikom merila vedenjske norme (*behavioural norm*) in s fotografijami okoljske norme v raziskavi o smetenju v urbanem parku. Zaključila sta, da je že zmerna količina smeti dovolj, da se pri opazovalcu sproži močan odziv zaradi njegovih okoljskih in vedenjskih norm.

Precenjena zaznava blata je bila podobna kot v raziskavi na rekreativni poti v urbanem parku v mestu Raleigh v Severni Karolini (Moore in sod., 2012), medtem ko je bila prisotnost vzporednih poti bolj precenjena v naši raziskavi. K precenjeni zaznavi blata je lahko prispevala mokra podlaga, ki je bila posledica padavin v dneh pred anketo, lahko pa je nanjo vplivala podobna okoljska norma kot pri zaznavi smeti (Heywood in Murdock, 2002; Moore in sod., 2012).

Na precenitev obsega vzporednih stez je lahko vplivala gosta mreža stez (vzporednih stez, bližnjic in drugih podtipov neformalnih stez), zaradi katere so respondenti zgolj po spominu težko razlikovali med različnimi podtipi stez.

Premalo natančna definicija vpliva športnih aktivnosti je lahko vplivala na precenjen obseg tega okoljskega vpliva rekreacije. Predlagano razlago lahko podpre podatek, da je pri prvem vprašanju odprtega tipa (s katerim smo udeležence prosili, naj s svojimi besedami naštejejo okoljske vplive rekreacije, ki so jih zaznali na sprehodu) nekaj udeležencev med sprehodom zaznalo tekače in kolesarje. Prisotnost teh bi lahko dojeli kot »vpliv športnih aktivnosti«.

#### **4.4.2 Vpliv starosti, izobrazbe in porekla (urbano, ruralno) na zaznavo okoljskih vplivov rekreacije**

Mlajši ko so bili udeleženci, več vzdolžnih okoljskih vplivov rekreacije, kot so vzporedne steze, izpostavljene korenine, vpliv športnih aktivnosti in erozije, so zaznali. Možno je, da so starejši bolj gledali »pod noge« (in ne toliko dlje naprej) in te dimenzije niso zaznali v enaki meri kot mlajši udeleženci. Znano je namreč, da s starostjo pešajo vid in fizične zmogljivosti, zato starejši vedno bolj pazijo na vsak korak, da ne bi padli in se poškodovali (Guirao in sod., 1999; Lord, 2006; Menz in sod., 2003).

Izobrazba je imela značilen vpliv na zaznavo okoljskih vplivov rekreacije in poročanje o njih. Študenti druge stopnje so navedli več teh vplivov kakor študenti prvega letnika in slednji več kakor upokojeanci. Še več, med udeleženci iz urbanega okolja so študenti zaznali značilno več erozije in vplivov športnih aktivnosti v primerjavi z upokojeanci. Sklepamo, da je imel študij gozdarstva oziroma znanje o rekreacijski ekologiji in okoljski psihologiji vpliv na zaznavo koridorja izbrane poti. Do podobnega sklepa so prišli Qiu in sod. (2013), ki so ugotovili, da so se strokovnjaki za biodiverzitetu bolj zavedali različnih oblik vrstne pestrosti kakor laični udeleženci.

Medtem ko so raziskave v preteklosti odkrile, da ima lahko okolica, kjer živimo, vpliv na naše preference do gozdne krajine (Schroeder, 1983) in priložnosti za rekreacijo (Racevskis in Lupi, 2006), nismo našli raziskave, ki bi testirala vpliv urbanega okolja oziroma podeželja na zaznavo različnih tipov okoljskih vplivov rekreacije na poteh v urbanem gozdu. Ugotovili smo, da so udeleženci s podeželja zaznali več izpostavljenih korenin, smeti, erozije in vandalizma. Na njihovo zaznavo so lahko vplivale izkušnje iz gozdov na podeželju, kjer je rekreacijski pritisk večinoma manjši, ali pa drugačne norme in vrednote v primerjavi s tistimi, so jih imeli udeleženci iz urbanega okolja. Zato domnevamo, da je imelo lahko okolje, iz katerega so bili udeleženci, vpliv na njihovo zaznavo okoljskih vplivov rekreacije.

#### **4.4.3 Doživljajska izkušnja na prehodu**

Ni presenetljivo, da noben okoljski vpliv rekreacije ni pozitivno vplival na doživljajsko izkušnjo udeležencev. Po pričakovanjih je imela zaznava smeti in vandalizma najbolj negativen učinek na izkušnjo. Ta rezultat je skladen z nekaterimi drugimi raziskavami (Eder in Arnberger, 2012; Leung in Marion, 1999b; Lynn in Brown, 2003), pri katerih so ugotovili, da so obiskovalci najbolj občutljivejši za neprimerno obnašanje (katerega posledica so, na primer, smeti in poškodbe).

Povezav med starostjo, izobrazbo ali poreklom udeležencev in izraženim učinkom zaznanih okoljskih vplivov rekreacije na njihovo doživljajsko izkušnjo nismo ugotovili. Podobno sta Lynn in Brown (2003) ugotovila, da spol in izobrazba nista povezana z izraženo kakovostjo rekreacijske izkušnje hoje v naravnem okolju, medtem ko sta Arnberger in Eder (2011) ugotovila, da starost značilno vpliva na preference izbora rekreativnih poti, glede na količino smeti, ki je na njih prisotna.

Primerjava zaznanega obsega okoljskih vplivov rekreacije na poti z izraženim učinkom teh na doživljajsko izkušnjo nakazuje, da so na udeležence najbolj negativno učinkovali vplivi, ki so bili posledica družbeno nesprejemljivega vedenja drugih obiskovalcev (Heywood in Murdock, 2002; Vaske in sod., 2007; Vaske in sod., 1986). Taki vplivi so bili sledi smetenja in vandalizma ter nepospravljeni pasji iztrebki. Več vplivov, kot so jih udeleženci opazili (na primer izpostavljenih korenin, stez in smeti), slabša je bila njihova doživljajska izkušnja zaradi tega.

Izpostavljene korenine in steze so imele na udeležence, ki so jih zaznali, nevtralen učinek (Preglednica 5). Med udeleženci pa so bili tudi taki, na katere so imeli vsi vplivi – razen vandalizma in pasjih iztrebkov, celo pozitiven učinek. Možno razlago ponujajo Noe in sod. (1997), ki so z raziskavo, izvedeno med različnimi skupinami obiskovalcev treh nacionalnih parkov na jugovzhodu ZDA, ugotovili, da so obstajale različne ravni sprejemanja okoljskih vplivov rekreacije, kot so smeti in erozija. Predvidevali so, da so bile te ravni odvisne od obiskovalčevega odnosa do okolja, kakor je utemeljen v »novi ekološki paradigmi« (*new ecological paradigm*) (Dunlap in sod., 2000). Nadalje lahko na konflikte med različnimi skupinami obiskovalcev vplivajo različne družbene vrednote in ne nujno neposredni osebni stik med predstavniki različnih skupin (Vaske in sod., 1995; Vaske in sod., 2007). To pomeni, da bi lahko udeleženci v anketi izrazili nestrinjanje z vplivi, kot so smeti ali posledice vandalizma, ne da bi te vplive dejansko (ali redko) opazili.

## 4.5 REZULTATI ANALIZE MREŽE POTI

### 4.5.1 Analiza poti

Preglednica 19. Dolžine, povprečni nakloni, širine in površine vseh tipov in kategorij poti (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti)

Table 19. Length, the average gradients, width and surface area of all types and categories of trails (for the interpretation of individual types and categories of trails, see section 3.1.13 Metoda snemanja poti)

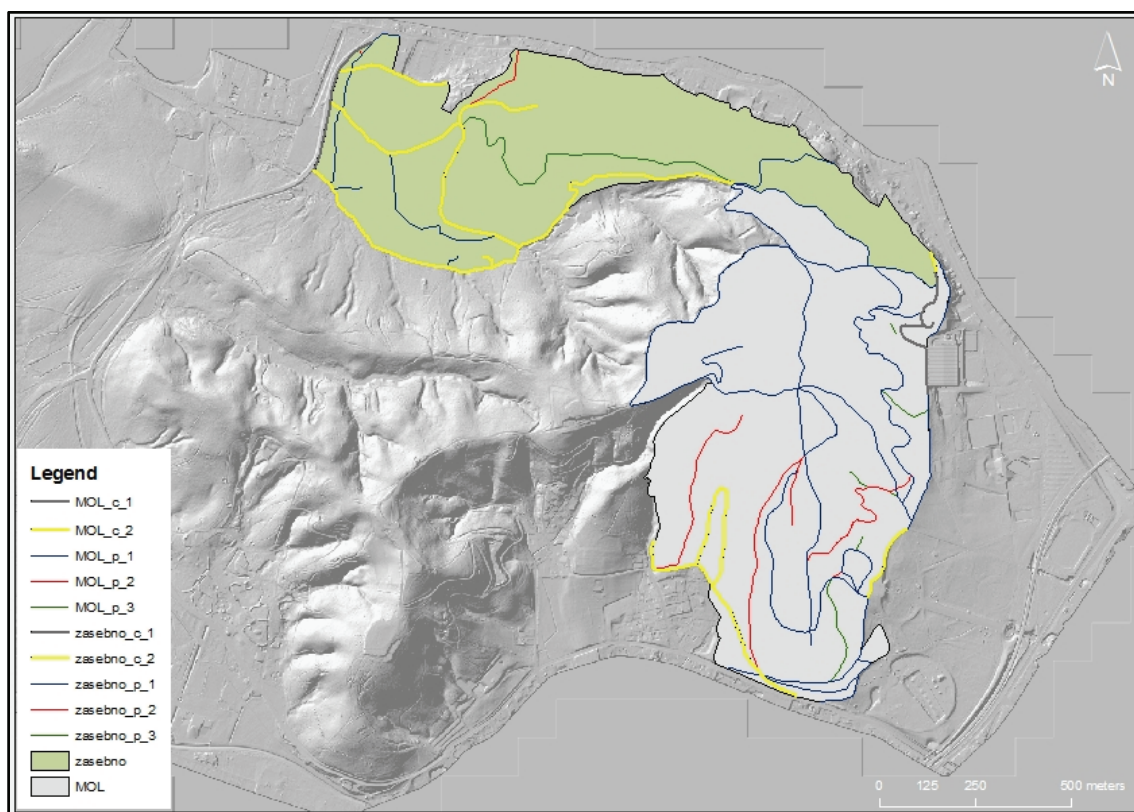
|             | Dolžina (m) | Povprečni naklon (%) | Širina (m) | Površina (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|-------------|----------------------|------------|----------------------------|
| MOL_c_1     | 491         | 14,5                 | 3,0        | 1472,4                     |
| MOL_c_2     | 1388        | 7,2                  | 3,0        | 4164,1                     |
| MOL_p_1     | 8487        | 7,6                  | 2,5        | 21218,3                    |
| MOL_p_2     | 1915        | 9,5                  | 2,0        | 3829,0                     |
| MOL_p_3     | 613         | 11,5                 | 1,8        | 1103,7                     |
| MOL_s_1     | 10295       | 19,2                 | 0,8        | 8236,1                     |
| MOL_s_2     | 3623        | 22,8                 | 0,5        | 1811,3                     |
| MOL_s_3     | 900         | 23,9                 | 0,3        | 270,1                      |
| zasebno_c_1 | 429         | 8,1                  | 3,0        | 1287,3                     |
| zasebno_c_2 | 2859        | 5,1                  | 3,0        | 8576,0                     |
| zasebno_p_1 | 1415        | 6,1                  | 2,5        | 3538,6                     |
| zasebno_p_2 | 241         | 9,2                  | 2,0        | 481,8                      |
| zasebno_p_3 | 967         | 9,7                  | 1,8        | 1740,5                     |
| zasebno_s_1 | 8961        | 16,1                 | 0,8        | 7169,0                     |
| zasebno_s_2 | 2700        | 16,8                 | 0,5        | 1350,2                     |
| zasebno_s_3 | 377         | 20,4                 | 0,3        | 113,2                      |

Povprečna skupna dolžina vseh tipov in kategorij poti na obeh območjih je bila 380 m/ha, površina pa dobrih 550 m<sup>2</sup>/ha. Na vzhodnem območju, kjer prevladujejo gozdovi v lasti Mestne občine Ljubljana (v nadaljevanju MOL-ov del), je bila mreža vseh tipov in kategorij poti gostejša, in sicer 394 m/ha (598 m<sup>2</sup>/ha), v primerjavi s severnim območjem, kjer prevladujejo zasebni gozdovi, 361 m/ha oziroma 488 m<sup>2</sup>/ha (v nadaljevanju zasebni del).

Povpraševanje po rekreacijski infrastrukturi v obliki poti je na podlagi posnetih neformalnih stez na zasebnem delu večje – steze predstavljajo 67 % vseh tipov in kategorij poti, v primerjavi z MOL-ovim delom, kjer je delež stez 53-odstoten.

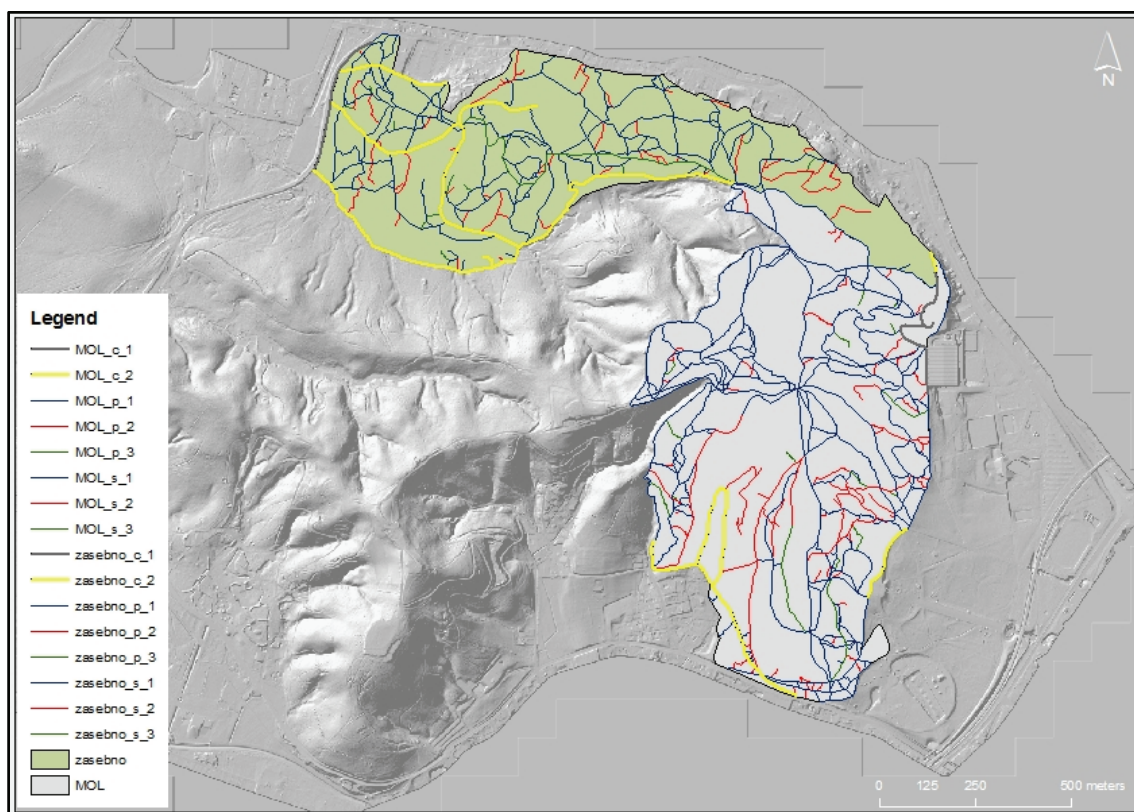
Območij francoskih šanc (topovski okopi iz 19. stoletja (Korošec, 1991)), ki so na podrobnem modelu reliefa vidne kot podkve na vrhovih grebenov, v mrežo poti nismo vključili.





Slika 42. Prikaz uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti)  
Picture 42. Display of the official trails and roads within the analyzed areas (for interpretation of individual types and categories of trails, see section 3.1.13 Metoda snemanja poti)

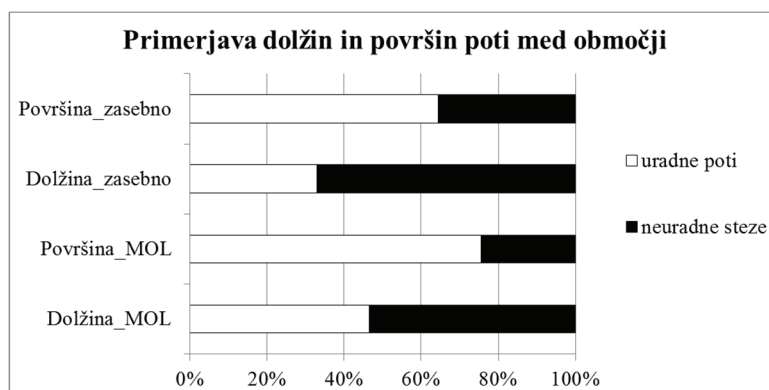
Gostota cest in poti na vzhodnem delu je bila 183 m/ha (451 m<sup>2</sup>/ha), na severnem pa 119 m/ha (314 m<sup>2</sup>/ha), kar nakazuje na manjšo ponudbo uradnih tipov poti na območju, kjer prevladujejo zasebni lastniki gozda (Slika 42).



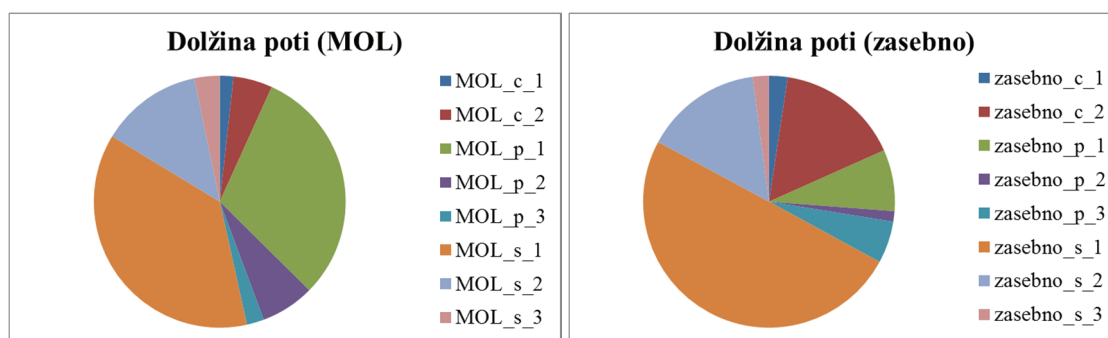
Slika 43. Prikaz neuradnih stez, uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti)

Picture 43. Display of the informal trails, the official trails and roads within the analyzed areas (for interpretation of individual types and categories of trails, see section 3.1.13 Metoda snemanja poti)

Na zgornji sliki (Slika 43) je razvidna očitno povečana gostota mreže poti na račun neformalnih stez v primerjavi z mrežo poti na prejšnji sliki (Slika 42). Primerjava deležev uradnih in neuradnih poti (Slika 44) dodatno kaže na manjšo ponudbo glede na povpraševanje na severnem območju raziskave.

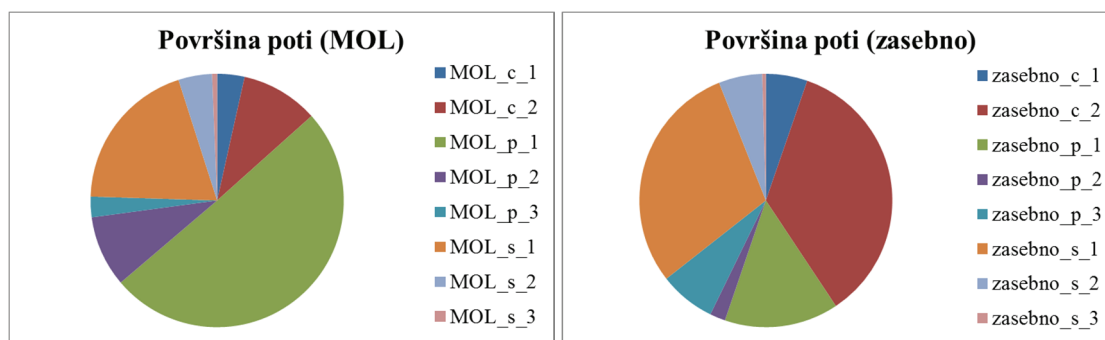


Slika 44. Primerjava dolžin neuradnih stez in uradnih poti znotraj obravnavanih območij  
Picture 44. Comparison of the length of informal trails and official trails within the analysed areas



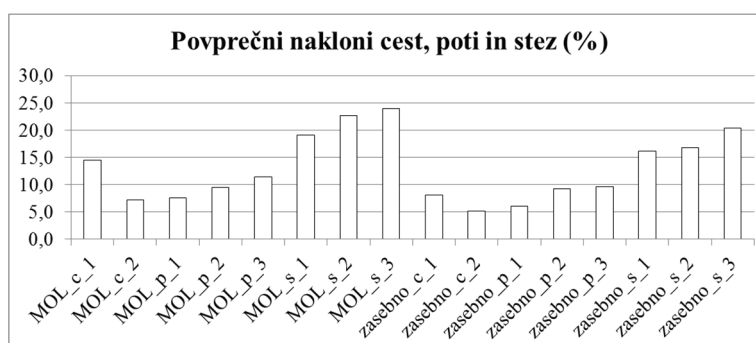
Slika 45. Prikaz deležev neuradnih stez, uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij glede na dolžine (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti)  
Picture 45. Display of the shares of unofficial trails, official trails and roads within the analyzed areas depending on their lengths (for interpretation of individual types and categories of trails, see section 3.1.13 Metoda snemanja poti)

Analiza deležev posameznih tipov in kategorij poti glede na njihovo dolžino je pokazala, da na obeh območjih prevladujejo dobro uhojene neformalne steze kategorije s1 (Slika 45). Na vzhodnem delu sledi delež urejenih uradnih poti, na severnem pa delež cest.



Slika 46. Prikaz deležev neuradnih stez, uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij glede na površine (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti)  
Picture 46. Display of the shares of unofficial trails, official trails and roads within the analyzed areas with respect to their surface (for the interpretation of individual types and categories of trails, see section 3.1.13 Metoda snemanja poti)

Analiza deležev posameznih tipov in kategorij poti glede na njihovo ocenjeno površino je pokazala, da na MOL-ovem delu prevladujejo urejene uradne poti, na zasebnem delu pa makadamske ceste. Na obeh območjih glede na delež ocenjenih površin sledijo dobro uhojene neformalne steze, njihov delež pa je večji na zasebnem območju (Slika 46).

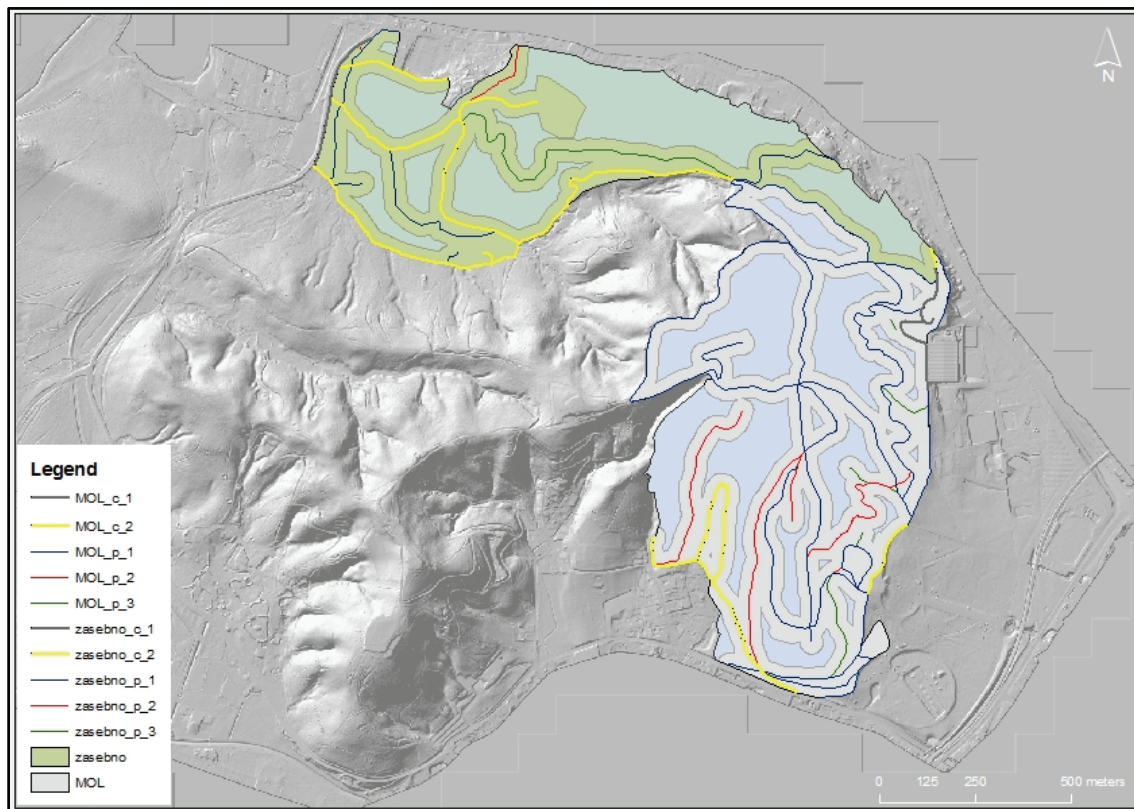


Slika 47. Prikaz povprečnih naklonov neuradnih stez, uradnih poti in cest znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti)  
Picture 47. Showing the average inclination of the informal trails, official trails and roads within the analyzed areas (for interpretation of individual types and categories of trails, see section 3.1.13 Metoda snemanja poti)

Nakloni vseh tipov in kategorij poti (Slika 47) so bili ekstrapolirani z digitalnega modela reliefa v programu ArcMAP 10.1. Medtem ko povprečni naklon formalnih poti in cest večinoma ni presegal 10 % (večji je bil le na posameznih odsekih asfaltiranih cest in traktorskih vlak), je bil povprečni naklon vseh kategorij stez večji – v povprečju se je gibal med 16 in 24 % (Preglednica 19). Iz prikaza povprečnih naklonov neuradnih stez, uradnih poti in cest je razvidno, da so bile manj uhojene steze v povprečju strmejše (Slika 47).



#### 4.5.2 Analiza mirnih con



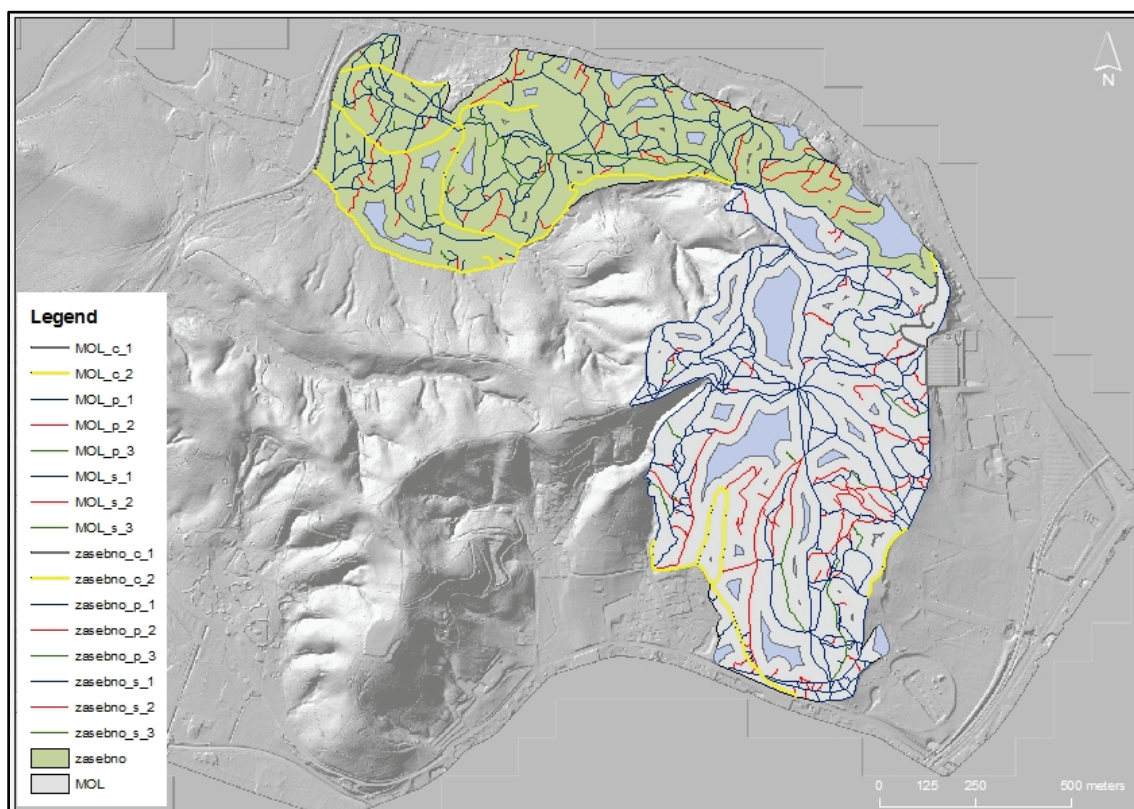
Slika 48. Prikaz mirnih con (modri poligoni) med uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti). Upoštevan je robni vplivni pas, ki na vsako stran sega 30 metrov.

Picture 48. Displaying quiet zones (blue polygons) in-between official trails and roads within the analyzed areas (for interpretation of individual types and categories of trails, see session 3.1.13 Metoda snemanja poti). Included is an influence zone, which extends on each side of the trail for 30 meters.

Analiza mirnih con med uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij je pokazala (Slika 48, Preglednica 20), da so v vzhodnem območju cone bolj razdrobljene, povprečna in največja cona sta v primerjavi s severnim območjem skoraj pol manjši.

Preglednica 20. Podatki o mirnih conah med uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij  
Table 20. Information about the quiet zones in-between the official trails and roads within the analyzed areas

|                               | MOL      | Zasebno  |
|-------------------------------|----------|----------|
| Število con                   | 18       | 10       |
| Površina največje cone        | 6,16 ha  | 11,10 ha |
| Skupna površina con           | 21,56 ha | 23,32 ha |
| Povprečna površina cone       | 1,20 ha  | 2,33 ha  |
| Standardni odklon površin con | 1,74 ha  | 3,19 ha  |



Slika 49. Prikaz mirnih con (modri poligoni) med neuradnimi stezami, uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti). Upoštevan je robni vplivni pas, ki na vsako stran sega 30 metrov.

Picture 49. Displaying quiet zones (blue polygons) in-between informal trails, official trails and roads within the analyzed areas (for interpretation of individual types and categories of trails, see session 3.1.13 Metoda snemanja poti). Included is an influence zone, which extends on each side of a trail for 30 meters.

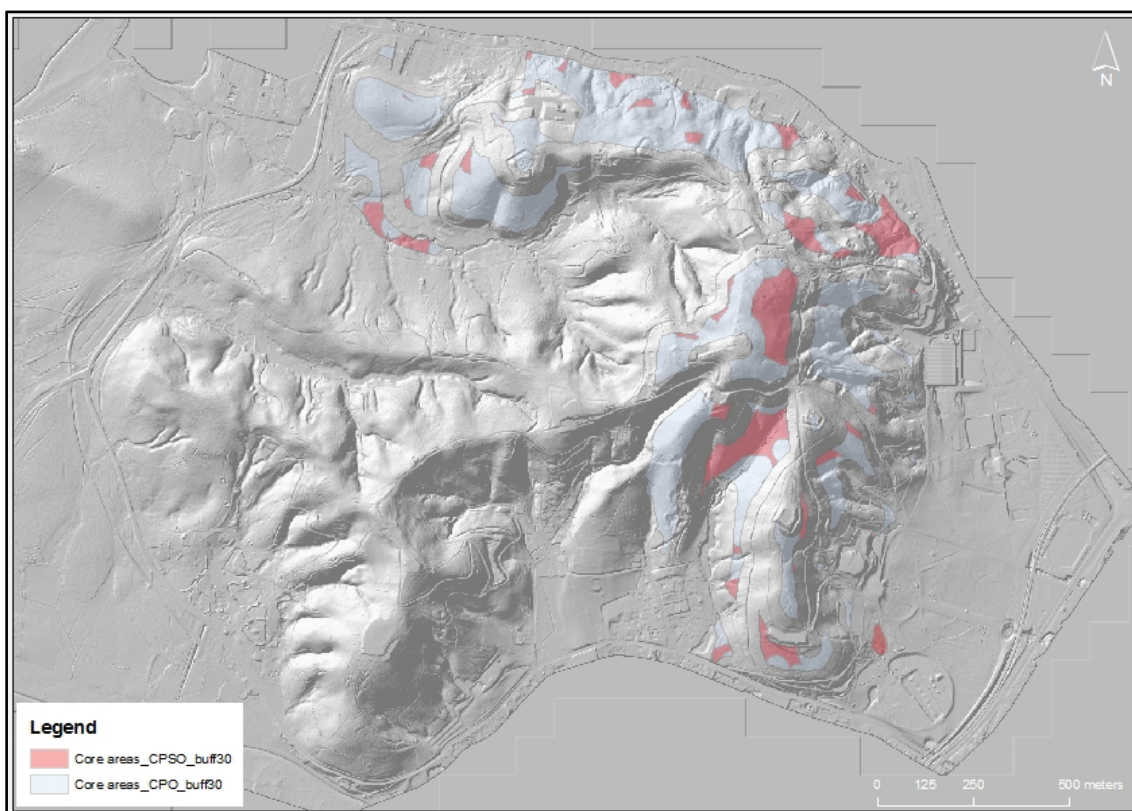
Analiza mirnih con med neuradnimi stezami, uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij je pokazala obratno stanje. Ko so bile v analizo mirnih con vključene še neformalne steze, se je pokazalo, da so mirne cone v vzhodnem območju v povprečju večje, tudi njihova absolutna površina je bila večja (Slika 49, Preglednica 21).

Preglednica 21. Podatki o mirnih conah med neuradnimi stezami, uradnimi potmi in cestami znotraj obravnavanih območij

Table 21. Information about the quiet zones in-between the informal trails, official trails and roads within the analyzed areas

|                               | MOL     | zasebno |
|-------------------------------|---------|---------|
| Število con                   | 27      | 27      |
| Površina največje cone        | 1,95 ha | 1,25 ha |
| Skupna površina con           | 5,70 ha | 3,27 ha |
| Povprečna površina cone       | 0,21 ha | 0,12 ha |
| Standardni odklon površin con | 0,49 ha | 0,26 ha |

#### 4.5.3 Primerjava razdrobljenosti in površin mirnih con



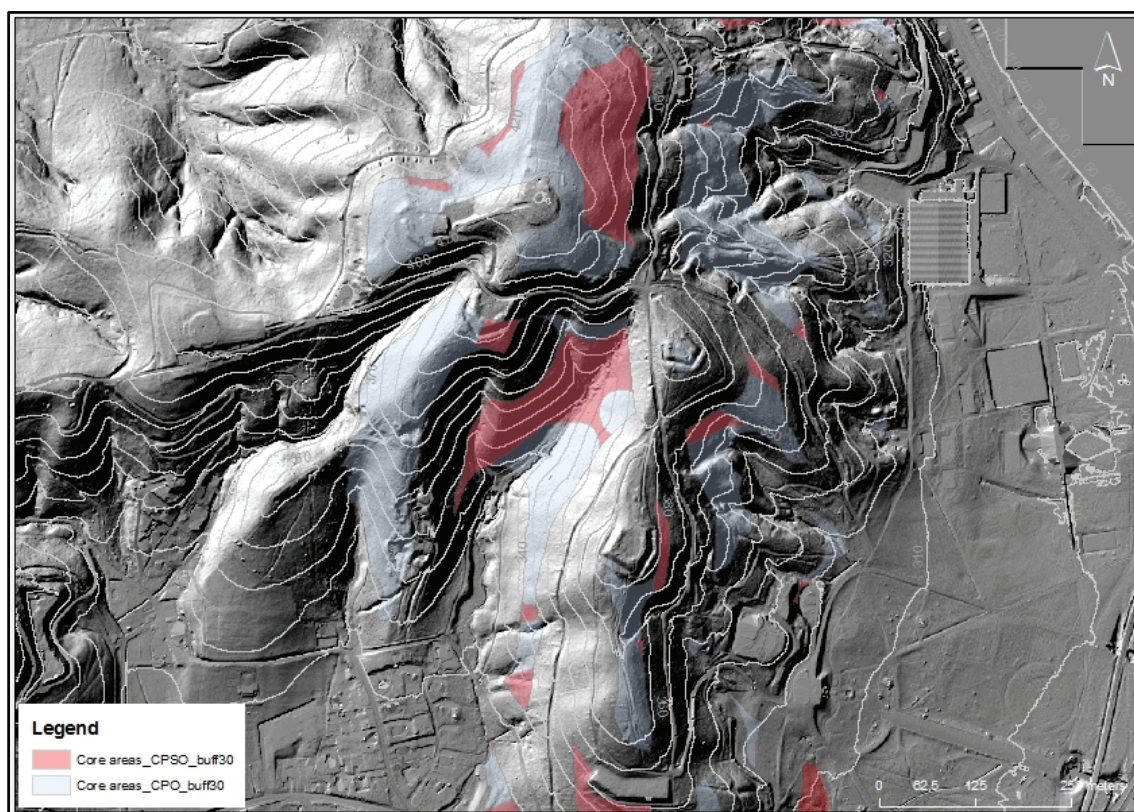
Slika 50. Prikaz preseka mirnih con z neuradnimi stezami (rdeče) in brez njih (modro) znotraj obravnavanih območij (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti). Upoštevan je robni vplivni pas, ki na vsako stran sega 30 metrov

Picture 50. Display of quiet zones with informal trails (red) and without (blue) within the analyzed areas (for interpretation of individual types and categories of trails, see session 3.1.13 Metoda snemanja poti). Included is an influence zone, which extends on each side of a trail for 30 meters



Neformalne steze zelo povečajo razdrobljenost mirnih con, kar nazorno kaže neposredna grafična primerjava (Slika 50). Število con se je v MOL-ovem delu povečalo za 50 %, v zasebnem pa za 170 %. Površina absolutno največje mirne cone se je na MOL-ovem delu zmanjšala za 68 %, na zasebnem pa za 89 %. Podobno sta se zmanjšali tudi površina vseh con (MOL za 74 %, zasebno za 86 %) in površina povprečne cone (MOL za 83 %, zasebno za 95 %).

Absolutno največji mirni coni sta bili v MOL-ovem delu, in sicer v grabnu južno od Šišenskega hriba in na vzhodnem pobočju Šišenskega hriba (Slika 51).



Slika 51. Približen prikaz preseka mirnih con z neuradnimi stezami (rdeče) in brez njih (modro) znotraj dela MOL (za razlago posameznih tipov in kategorij poti glej poglavje 3.1.13 Metoda snemanja poti).  
Picture 51. Zoomed-in display of quiet zones with informal trails (red) and without (blue) within the analyzed areas (for interpretation of individual types and categories of trails, see session 3.1.13 Metoda snemanja poti). Included is an influence zone, which extends on each side of a trail for 30 meters

Delež površin, ki jih predstavljajo mirne cone, se zaradi neformalnih stez zmanjša s 31 na 8 %, na zasebnem delu pa s 47 na 7 %.

#### 4.6 RAZPRAVA O MREŽI POTI

Zavarovana območja narave, kakršno je tudi območje krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, so pogosto podvržena vplivom intenzivne rekreacijske rabe. Večina rekreacije poteka »po tleh« – kot na primer hoja, tek, ježa konj, kolesarjenje, in druge oblike. Te rabe povzročajo okoljske vplive tako na uradni infrastrukturi, kot so na primer uradne poti in ceste, kot izven nje, kadar na primer uradne poti obiskovalcem ne ustrezajo ali pa jih ne privedejo na njim želeni način (na primer dolžina in tip poti) do zadanega cilja. Neformalne poti se s tem lahko širijo v zavarovana območja in habitate ter ogrožajo njihovo ekološko integriteto, vplivajo na estetiko okolja in na doživljajske izkušnje obiskovalcev (Leung in sod., 2011; Marion in sod., 2006).

V tem delu naloge je prikazana razlika med ponudbo in povpraševanjem po ustreznih logistični infrastrukturi (ceste, poti) v dveh območjih krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, ki imata različni prevladujoči strukturi lastništva. Vzhodno območje je večinoma v lasti in upravljanju Mestne občine Ljubljana, severno pa je v večinski zasebni lasti. Izračunane so bile tudi razlike med velikostjo in razdrobljenostjo mirnih con – območij, ki so od formalne in neformalne logistične infrastrukture odmaknjena vsaj 30 metrov, v primeru upoštevanja zgolj cest in uradnih poti ter ob upoštevanju mreže neformalnih stez (Slika 48, Slika 49).

Razvejena mreža neformalnih stez na severnem in vzhodnem območju parka nakazuje na bistveno večje potrebe po poteh v primerjavi z uradno infrastrukturo, ki je na voljo obiskovalcem. Skupna dolžina vseh tipov in kategorij poti se v primerjavi z uradno infrastrukturo poveča za 224 m/ha in predstavlja 59 % dolžine celotne mreže formalnih in neformalnih poti.

Ocena površine mreže poti je služila kot indikator razlike med okoljskim vplivom mreže formalnih poti v primerjavi z mrežo vseh tipov in kategorij poti (formalnih in neformalnih). Površina neformalnih stez je tako zavzemala skoraj tretjino (29 %) površine formalnih in neformalnih poti.

Delež neformalnih poti je bil manjši na vzhodnem delu, ki je v pretežni lasti Mestne občine Ljubljana, v primerjavi s severnim delom, kjer prevladuje zasebna oblika lastništva. Iz tega bi lahko sklepali, da več strokovno umeščenih in urejenih poti pomeni hkrati manjšo potrebo po iskanju bližnjic in izogibalnic – neformalnih poti. To drži le do neke mere, kar bo pojasnjeno v nadaljevanju.

Pri popisu najožjih stez je včasih težko ločiti med tistimi, ki jih uporabljajo zgolj prostoživeče živali, in tistimi, ki jih uporabljajo (tudi) obiskovalci (Marion in sod., 2006),

zato lahko subjektivna ocena popisovalca vpliva na končno mrežo popisanih stez. Za območje urbanega gozda, ki je bilo predmet raziskave, so značilne tudi ozke steze, ki jih lastniki shodijo po mejah parcel. Primerjava katastra lastništva s prekrivanjem slojev v GIS-okolju ni dovolj natančna, da bi z gotovostjo določili take steze. Razlog je v drugačni izvorni natančnosti izdelave obeh slojev in pokritosti z GPS-, GLONASS- in GPRS signalom, ki je občasno slabši in posledično tudi v natančnosti snemanja poti – v našem primeru s sprejemnikom LEICA. Po drugi strani pa je brez spremljanja obiska nemogoče ugotoviti, ali te steze poleg lastnikov gozdov uporabljajo tudi obiskovalci.

Upoštevati pa je treba tudi z analizo preferenc do tipov poti ugotovljene želje obiskovalcev. Rezultati tega poskusa so pokazali, da večini študentov in upokojujencev med respondenti ustrezajo steze. Svoje preference so nekateri pojasnili s tem, da jim tak tip poti omogoča bolj intimno doživetje gozda, hoja po njih je mehkejša in ni se jim treba ozirati na morebitne avtomobile. Glede na tip vzorca ni možno sklepati na preference populacije uporabnikov območja, a je podatek dovolj za premislek o čezmernem širjenju mreže urejenih, širših poti, ki obiskovalcem nudijo drugačno doživljajsko izkušnjo.

Po drugi strani pa je dolžnost upravljavcev zavarovanega območja ohranjati njegove ekološke lastnosti in zato iskati kompromisne rešitve. Vpogled v dejansko mrežo in stanje formalnih in neformalnih poti je lahko osnova načrtovalskih ukrepov za ohranjanje habitatov ogroženih živalskih in rastlinskih vrst, varovanje gozdnih tal na občutljivih naklonih ali ohranjanje naravne zgradbe gozda, kjer je prisotna potencialna vegetacija (Hladnik in Pirnat, 2011). Vsi ti tipi območij so lahko izločeni kot cone, kjer je hoja izven urejenih poti najstrožje prepovedana in ki se jih lahko prepusti tudi naravnemu razvoju, razen intervencij, potrebnih za ohranjanje zdravja rastlinskih in živalskih vrst na preostalem območju gozda. Na manj občutljivih območjih pa lahko mreža neformalnih poti in informacije o lokacijah znotraj gozda, ki so za obiskovalce privlačni, služijo za dinamično upravljanje stez in poti. To pomeni, da lahko upravljavec sproti odpira in zapira steze in poti glede na njihovo stanje (na primer, če je potrebna sanacija poti zaradi posledic prevelike uporabe), v primeru sečnje ob poteh, občutljivega časa za zavarovane vrste idr. Na tak način je lahko območje razdeljeno na tri cone: (1) cona območij brez rekreacijske rabe, (2) cona dinamičnega upravljanja mreže stez in (3) cona upravljanja s koridorji ob formalni rekreacijski infrastrukturi.

## 5 SKLEPI

### 5.1 ZAKLJUČKI O KLASIFIKACIJI

Prvo delovno hipotezo smo zavrnili, saj z izbrano metodo nismo pridobili zanesljive in dovolj podrobne informacije o fazah propadanja gozdnega drevja. Metoda objektno usmerjene analize posnetkov, ki je bila uporabljena v naši raziskavi, nakazuje uporabnost fuzije WV2 in laserskih podatkov za strnjene, z drevesnimi vrstami pestre in zelo heterogene naravne gozdove, kjer se drevesne krošnje prepletajo. Najzanesljivejša je bila ločitev med iglavci in listavci. To je bilo na podlagi dokazov iz minulih raziskav in spektralnih podpisov referenčnih krošenj tudi pričakovano. Segmentacija ni bila uspešna do te mere, da bi bile povsod izolirane posamezne krošnje. Večina segmentov je predstavljala ali dele krošenj ali konglomerat delov krošenj in prostora med njimi.

V raziskavo smo vključili celotne vidne dele krošenj referenčnih dreves. Na ta način je bila poleg spektralnih lastnosti parameter za klasifikacijo tudi tekstura krošnje. V strnjenem sestojnem sklepu, posebno takem, ki ga tvorijo listavci, prepletanje krošenj sosednjih dreves zelo otežuje ali celo onemogoča izolacijo posameznih krošenj tako pri ročni digitalizaciji kot pri avtomatizirani segmentaciji.

Za boljšo oceno te metode bi bilo treba z istimi podatki testirati drugo metodo, saj že spremembe stanja gozda vplivajo na analizo in na rezultate ter s tem na primerljivost dveh ocen natančnosti klasifikacije. Predvidevamo, da bi lahko objekte klasifikacije – tlorise krošenj – natančneje določili s postopkom prepoznavanja lokalnih maksimumov in hkrati ločnice med osončenim in osenčenim delom. Zelo verjetno je, da bi bilo kartiranje posameznih večjih dreves listavcev zaradi krošenj z več vrhovi še vedno težavno, a bi za namen lociranja vrste in lokacije drevesa ob sprehajalni poti lahko dosegli svoj namen. Upravljavec bi na podlagi teh podatkov lahko podrobno načrtoval ukrepe za zagotavljanje pestrostne in estetske vloge gozda za zagotavljanje visoke kakovosti rekreacijske izkušnje. Za ločevanje med različnimi fazami propadanja drevja bi potrebovali natančnejše spektralne podatke (na primer ožji spektralni kanali ali hiperspektralno snemanje) in več zaporednih posnetkov v vegetacijskem obdobju. S tako metodo bi lahko na podlagi fenoloških razlik med osebki ene drevesne vrste zaznali morebitna odstopanja, za katera bi v naslednji fazi preverili, ali je razlog za odstopanje propadanje drevesa. Pravočasno ukrepanje pri takih drevesih je pomembno tako z vidika preprečevanja širjenja morebitnih patogenov na druga drevesa kot z vidika obravnava propadajočih dreves za zagotavljanje varnosti obiskovalcem.

## 5.2 ZAKLJUČKI O ANKETI

Drugo delovno hipotezo smo potrdili in posredno pridobili nove informacije o nekaterih dejavnikih, ki vplivajo na kakovost rekreacijske izkušnje. Rezultati te eksploratorne raziskave nakazujejo, da obiskovalci urbanih gozdov opazijo okoljske vplive rekreacije v tem gozdu in da lahko ti vplivi poslabšajo njihovo doživljajsko izkušnjo. Več vplivov, kot zaznajo, slabša je lahko ta izkušnja. V tej raziskavi so starost, izobrazba in poreklo udeležencev vplivali predvsem na njihovo zaznavo obsega okoljskih vplivov rekreacije, ne pa tudi na njihovo doživljajsko izkušnjo.

Upravitelj urbanih gozdov bi morali posvečati pozornost negativni in precenjeni zaznavi blata in smeti na koridorjih poti. Posebno v milejših zimah in v zgodnji pomladi se blato večkrat pojavi na poteh in ima posreden vpliv tudi na gozdni ekosistem. Ko se obiskovalci izogibajo blatu, širijo obstoječe poti in utirajo nove steze. S teptanjem negativno vplivajo na pritalno vegetacijo (Monz in sod., 2010a; Moore in sod., 2012) in motijo divje živali (Cole in Landres, 1995; Taylor in Knight, 2003). Po daljšem deževju je treba locirati dele poti, kjer blato preprečuje normalno uporabo poti, in take dele sanirati, da se prepreči nadaljnja degradacija območja, se zmanjšajo večji stroški, ki bi nastali s sanacijo večje škode, in ne nazadnje, se poskrbi za varnejšo rekreacijo in boljšo doživljajsko izkušnjo obiskovalcev.

Zagotavljati poti popolnoma brez smeti je praktično nemogoče, a se morajo upravitelji urbanih gozdov zavedati močnih družbenih norm glede smetenja in tega, da se bodo nekateri obiskovalci ne glede na dejansko stanje pritoževali nad zasmetenim okoljem. Kljub temu je vredno smeti sproti odstranjevati in s tem dajati dober zgled. Glede na izkušnje nekaterih parkov je manj verjetno, da bo obiskovalec odvrzel smet v čisto okolje, oziroma se s količino smeti manjša zadržek povprečnega obiskovalca, da sam smeti ne bi odvrzel. S takim načinom lahko upravitelji oblikujejo vedenjske norme obiskovalcev in dolgoročno zmanjšajo smetenje.

Dejstvo, da vedno več ljudi živi v urbanih okoljih in uporablja urbane gozdove tudi za namene dnevne rekreacije, še večja pomen razumevanja njihovega zaznavanja tega naravnega okolja v mestih. Prihodnje raziskave bi morale vključiti še druge skupine uporabnikov urbanih gozdov, primerjati uporabnike iz urbanih okolij s tistimi s podeželja, primerjati pričakovanja izvajalcev tradicionalnih tipov rekreacije z novimi ter obiskovalčeve okoljske in vedenjske norme, ki vplivajo na njihovo zaznavanje okolja in posledično na kakovost njihove doživljajske izkušnje v urbanih gozdovih.

### 5.3 ZAKLJUČKI O MREŽI POTI

Tretjo delovno hipotezo smo potrdili, saj rezultati popisa mreže poti kažejo na možno veliko dodatno obremenitev gozdnega ekosistema znotraj dela krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib zaradi razvejane mreže neformalnih poti oziroma stez.

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

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

Metoda popisa (inventure) vseh poti in njihovega stanja je lahko dobra osnova za upravljavce za načrtovanje ukrepov in kontinuirano spremljanje stanja okoljskih vplivov rekreacije. Ponuja možnost natančne opredelitve con glede na režim upravljanja. Na tak način je lahko območje razdeljeno na tri cone: (1) cona območij brez rekreacijske rabe, (2) cona dinamičnega upravljanja mreže stez in (3) cona upravljanja s koridorji ob formalni rekreacijski infrastrukturi.

V kombinaciji z dopolnilnimi spremljanji, na primer obiska, preferenc oziroma percepcije obiskovalcev, stanja gozda in posameznih dreves, lahko upravljavci učinkovito načrtujejo in izvajajo ukrepe, ki so potrebni za trajnostno upravljanje urbanih gozdov za ohranjanje narave na eni strani ter kakovostno in varno rekreacijo za obiskovalce na drugi strani.

## 6 POVZETEK

Urbani gozdovi so del mestne krajine in imajo poleg ekoloških funkcij izjemno poudarjeno rekreacijsko vlogo. Nekateri gozdovi, kakršen je tudi gozd znotraj območja krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, so ljudem prosto dostopni in so množično obiskani. V urbanih okoljih od leta 2008 živi več kot polovica svetovnega prebivalstva. Ob tem je vedno več znanstvenih dokazov o koristih gibanja v naravnem okolju za zdravje in dobro počutje, zato je ena od posledic večanje rekreativnega obiska v urbanih gozdovih. Na kakovostno in varno rekreacijsko izkušnjo pa vplivajo različni dejavniki, med katerimi so tudi dostopnost gozda, vremenske razmere, kakovost rekreacijske infrastrukture, raznolikost in razporeditev drevesnih vrst, starost in izobrazba obiskovalcev idr. V raziskavi smo analizirali nekatere od teh dejavnikov, predvsem pa smo preverili inovativne metode (kombinacija metod daljinskega zaznavanja, terenskih meritev in prilagojenih socioloških metod anketiranja) za pridobivanje kakovostnih podatkov o urbanem gozdu in njegovih obiskovalcih.

V prvem delu raziskave smo poskušali s kombinacijo podatkov daljinskega zaznavanja pridobiti zanesljive in dovolj podrobne informacije o fazah propadanja gozdnega drevja ob izbranih sprehajalnih poteh. Informacija je pomembna za pravočasno ukrepanje in odstranitev dreves, ki bi lahko ogrožala obiskovalce. V prvem koraku smo s postopkom objektno usmerjene klasifikacije posnetka, sestavljenega iz osmih spektralnih kanalov satelita WorldView-2, sloja Red-Edge NDVI in sloja digitalnega modela krošenj (izdelanega iz podatkov laserskega skeniranja) želeli dovolj natančno kartirati posamezna drevesa petih najpogostejših drevesnih vrst (smreka, rdeči bor, bukev, skupaj dob in graden, pravi kostanj) in jih uvrstiti v pravilne razrede drevesnih vrst. S to metodo ni bila dosežena dovolj velika natančnost avtomatizirane segmentacije drevesnih krošenj, da bi omogočala identificiranje posameznih dreves ob poteh. Nadalje smo z multiplo diskriminantno analizo ugotovili značilno razlikovanje med iglavci in listavci, po drugi strani pa so bile razlike med posameznimi vrstami – posebej med vrstami listavcev, neznačilne. Na podlagi teh rezultatov smo prišli do sklepa, da izbrana metoda ni primerna za podrobno informacijo o fazah propadanja dreves ob poteh, in postopka nismo nadaljevali. Predvsem izboljšani postopki faze segmentacije posnetkov in njihova večja časovna ločljivost bi lahko izboljšali natančnost kartiranja lokacije, vrste in faze propadanja dreves, kar je z vidika upravljanja gozda za kakovost in varnost rekreacije naš cilj. Nekater druge dejavnike, ki vplivajo predvsem na kakovost rekreacijske izkušnje in okoljski vpliv rekreacije na gozd, smo obravnavali v nadaljevanju.

Tako smo za eksploratorno raziskavo uporabili inovativni integrirani pristop fizikalnih meritev na terenu in ankete, s katerim smo želeli ugotoviti, ali anketiranci zaznajo



okoljske vplive rekreacije med sprehodom v gozdu in kako ti vplivajo na njihovo rekreacijsko izkušnjo. Na vnaprej izbranem odseku poti na območju raziskave (ki je bila sestavljena iz delov makadamske ceste, uradne poti in neformalne steze) smo predhodno izmerili najbolj značilnejše okoljske vplive rekreacije kot so neformalne poti, vzporedne poti, izpostavljene korenine in blato na poti, smeti, posledice vandalizma idr. Anketiranci so bili predstavniki študentov gozdarstva iz prvega letnika in študentov druge bolonjske stopnje gozdarstva in krajinske arhitekture ter upokojeanci. Po približno polurnem individualnem sprehodu po vnaprej določeni poti so udeleženci izpolnili anketo, s katero smo ugotovili, da lahko obiskovalci urbanih gozdov zaznajo okoljske vplive rekreacije v gozdu in da lahko ti vplivi poslabšajo njihovo doživljajsko izkušnjo. Več vplivov, kot zaznajo, slabša je lahko ta izkušnja. V tej raziskavi so starost, izobrazba in poreklo udeležencev (ali izhajajo iz urbanega ali ruralnega okolja) vplivali predvsem na njihovo zaznavo obsega okoljskih vplivov rekreacije, ne pa tudi na njihovo doživljajsko izkušnjo. Tako so na primer zaznali bistveno več smeti in blata, kot ga je bilo dejansko na poti. To je pomembna informacija za upravljavce gozda, ko načrtujejo prednostne ukrepe za zagotavljanje kakovostne rekreacijske vloge gozda. Prihodnje raziskave bi morale vključiti še druge skupine uporabnikov urbanih gozdov, primerjati uporabnike iz urbanih okolij in podeželja, primerjati pričakovanja izvajalcev tradicionalnih tipov rekreacije z novimi ter obiskovalčeve okoljske in vedenjske norme, ki vplivajo na njihovo zaznavanje okolja in posledično na njihovo doživljajsko izkušnjo v urbanih gozdovih.

Namen zadnjega dela raziskave pa je bil ugotoviti, ali obstoječa mreža uradnih poti zadovolji povpraševanje po ustrezni logistični infrastrukturi (ceste, poti) v dveh območjih krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, ki imata različni prevladujoči strukturi lastništva. Uporabili smo kombinirano metodo popisa celotne mreže vseh tipov in kategorij poti (ceste, uradne poti in neformalne steze) z uporabo natančnega GPS/GLONASS-sprejemnika in podatkov daljinskega zaznavanja (predvsem podatke laserskega skeniranja). S pomočjo inovativne metode celoletnega spremljanja frekvence prehodov smo želeli s skritimi infrardečimi senzorji ugotoviti obremenitve posameznih tipov in kategorij poti. Žal je žledolom v začetku leta 2014 ključno vplival na potek poskusa. Poti in steze, na katerih smo spremljali frekvence prehodov, so na mestih padlih dreves postale neprehodne in so jih obiskovalci opustili ali pa so poiskali nove poti. Obdobje poskusa do žledoloma je bilo prekratko, da bi bili podatki relevantni. Ugotovili smo, da razvejena mreža neformalnih stez na severnem in vzhodnem območju parka nakazuje na bistveno večje potrebe po poteh v primerjavi z uradno infrastrukturo, ki je na voljo obiskovalcem. Ocena površine mreže poti je služila kot indikator razlike med okoljskim vplivom mreže formalnih poti v primerjavi z mrežo vseh tipov in kategorij poti (formalnih in neformalnih). Površina neformalnih stez je tako zavzemala skoraj tretjino

površine formalnih in neformalnih poti, njihova dolžina pa več kot polovico. Zaradi dodatnih stez se potencialna površina mirnih con (kjer ni uradnih poti) zmanjša za približno 80 %, velikost povprečne cone pa za približno 90 %.

Z raziskavo smo prispevali k zagotavljanju varnosti in kakovosti rekreacije v urbanih gozdovih z razvojem inovativnih metod kombiniranja daljinskega zaznavanja, okoljske psihologije in gozdarstva. Razvili in opisali smo metodologijo za uporabo kombinacije multispektralnih in laserskih podatkov daljinskega zaznavanja za kartiranje gozdnega drevja in opazovanje gozda ter razvili metodologijo za uporabo kombinacije laserskih podatkov daljinskega zaznavanja in anketiranja pri spremljanju rekreativnega pritiska na gozdna tla in učinkov zaznavanja okoljskih vplivov rekreacije na sprehajalce v gozdu.

## 7 SUMMARY

Urban forests are part of the urban landscape and, in addition to their environmental functions, they have a pronounced recreational role. Some woods, such as the forest found in the Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib landscape park, are freely accessible to the population and are widely frequented. As of 2008, urban areas are home to more than half of the world population. There is also growing scientific evidence of the benefits of recreational activities in the outdoors on the population's health and well-being, resulting in increased visits to urban forest areas for recreational activities. The quality and safety of the recreational experience is affected by different factors, including accessibility, weather conditions, quality of the recreational infrastructure, diversity and distribution of tree species, age and educational structure of the population etc. In this study, we analysed some of these factors, in particular, we tested innovative methods (a combination of remote sensing methods, field measurements and customized sociological surveying methods) to obtain qualitative data on the urban forest and its visitors.

In the first part of the study we used a combination of remote sensing data to obtain reliable and sufficiently detailed information on the stages of decay of trees along selected hiking trails. This information is important for timely action and removal of trees that could pose a threat to visitors. As a first step, we used the process of object-based image classification on imagery consisting of eight spectral channels of satellite WorldView-2, Red-Edge NDVI layer and the digital crown model (based on laser scanning data) in order to achieve sufficiently detailed mapping of individual trees belonging to the five most common tree species (spruce, Scots pine, beech, combined data for sessile oak and pedunculate oak, sweet chestnut) and assigned them to the relevant categories of tree species. However, the method did not yield a sufficiently high precision of automatic segmentation of tree crowns that would allow identification of individual trees along the forest paths. Furthermore, we were able to determine a characteristic distinction between coniferous and deciduous trees using multiple discriminant analysis, while on the other hand, the differences between individual tree species - especially between different species of deciduous trees - were inconclusive. Based on these results, we concluded that the chosen method is not suitable for detailed information on the stages of tree decay along the paths of the procedure and we did not continue with the process. In particular, improved phase of segmentation process of the imagery and their greater temporal resolution could improve the accuracy of mapping the location, type and stage of tree decay, which is our goal from the perspective of managing the forest to improve the quality and safety of recreational activities. Some other factors, which affect mainly the

quality of the recreational experience and the environmental impact of recreational activities on the forest, were also discussed below.

Thus, for the purposes of the exploratory research, we used an innovative integrated approach of physical field measurements and surveys, in order to determine whether the respondents perceived environmental impacts of recreational activities during their walk in the woods, and how these impacts affect their recreational experience. At a predetermined section of the path within the research zone (composed of parts of the gravel road, formal trails and informal trails), we pre-measured the most typical environmental impacts of recreational activities, such as informal trails, parallel trails, exposed roots and mud on the trail, trash, signs of vandalism, etc. Respondents included first-year forestry students and master's forestry and landscape architecture students and retirees. After an approximately half-hour individual walk along a predetermined route, the participants filled out a survey, based on which we found that visitors to urban forests can perceive environmental impacts of recreational activities in the forest and that these impacts can impair the quality of their experience. The more impacts they perceive, the worse their experience can be. In this study, the age, education and origin of the participants (whether from urban or rural environments) affected mainly the perception of extent of the environmental impacts of recreational activities, but not visitors' perceived experience. For example, they detected significantly more litter and mud as there actually was to be found along the way. This is important information for forest managers when prioritizing measures to ensure the quality of the forest's recreational role. Future research should include other groups of user of urban forests, compare users from urban and rural areas, compare the expectations of visitors engaging in traditional recreational activities and those visitors engaging in new forms of recreation, and the visitor's environmental and behavioural norms that influence their perception of the environment and, consequently, on their perceived experience in urban forests.

The aim of the last part of the research was to determine whether the existing network of formal trails meet the demand for adequate logistical infrastructure (roads, trails) in two areas of the landscape park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib with different prevalent ownership structures. We used the combined method of the inventory of the entire network of all types and categories of routes (roads, formal and informal trails) using precise GPS / GLONASS receiver and remote sensing data (primarily laser scanning data). Using innovative methods for year-long monitoring of the visitor frequencies on selected types of trails we aimed to determine the utilization rate of individual types and categories of routes using hidden infra-red sensors. Unfortunately, the ice storm in 2014 had a decisive impact on the experiment. The routes and trails on which we observed the

visitor frequencies became blocked by fallen trees, causing visitors to abandon them or find alternative routes. The period of the experiment prior to the ice storm was insufficient for the data to be relevant. We found that the extensive network of informal trails in the northern and eastern area of the park indicates a significantly greater need for trails compared to the official infrastructure available to visitors. The assessed surface area of the network of routes served as an indicator of the difference between the environmental impacts of the network of formal trails compared to the network including all types and categories of routes (formal and informal). The combined surface area of informal trails thus covered almost a third of the surface area of formal and informal trails, and more than half their length. Because of the use of additional trails, the potential surface of quiet zones (i.e. areas with no formal trails) decreases by approximately 80 %, and the average zone size decreases by about 90 %.

With this research we have made a contribution to ensuring the safety and quality of recreational activities in urban forests by developing innovative methods of combining remote sensing, environmental psychology and forestry. We developed and defined a methodology for using a combination of multispectral and laser remote sensing to map and monitor trees and observe the forest, and developed a methodology for using a combination of laser remote sensing and surveying in the process of observing the impacts of recreational activities on the forest soil and the effects of environmental impacts of recreational activities on hikers in the forest.

## 8 VIRI

- Ali S., Dare P., Jones S. 2008. Fusion of remotely sensed multispectral imagery and Lidar data for forest structure assessment at the tree level. V: The XXIIth ISPRS Congress - Silk Road for Information from Imagery. Beijing, 37: 1089-1094
- Alvey A. A. 2006. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5, 4: 195-201
- Amrein D., Rusterholz H. P., Baur B. 2005. Disturbance of suburban *Fagus* forests by recreational activities: effects on soil characteristics, above-ground vegetation and seed bank. *Applied Vegetation Science*, 8, 2: 175-182
- Anderson D. H., Brown P. J. 1984. The displacement process in recreation. *Journal of Leisure Research*, 16: 61-73
- Anko B. 1993. Drevo, gozd in človek v mestnem okolju. 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, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 5-17
- Arhiv – opazovani in merjeni podatki po Sloveniji. 2013. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. (<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>) (23. 11. 2014)
- Arnberger A. 2006. Recreation use of urban forests: an inter-area comparison. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4, 3: 135-144
- Arnberger A., Eder R. 2007. Monitoring recreational activities in urban forests using long-term video observation. *Forestry*, 80, 1: 1-15
- Arnberger A., Eder R. 2011. The influence of age on recreational trail preferences of urban green-space visitors: a discrete choice experiment with digitally calibrated images. *Journal of Environmental Planning and Management*, 54, 7: 891-908
- Arnberger A., Haider W. 2007. A comparison of global and actual measures of perceived crowding of urban forest visitors. *Journal of Leisure Research*, 39, 4: 668-685
- Axelsson P. 2000. DEM generation from laser scanner data using adaptive TIN models. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 33, B4/1; PART 4: 111-118
- Baldeck C. A., Asner G. P. 2014. Improving remote species identification through efficient training data collection. *Remote Sensing*, 6, 4: 2682-2698
- Bastič M. 2006. Metode raziskovanja. Maribor, Univerza v Mariboru, Ekonomsko poslovna fakulteta Maribor: 51 str.

- Bell S., Tyrväinen L., Sievänen T., Pröbstl U., Simpson M. 2007. Outdoor recreation and nature tourism: a European perspective. *Living Reviews in Landscape Research*, 1, 2: 1-46
- Benedict M. A., McMahon E. T. 2002. Green infrastructure: smart conservation for the 21st century. *Renewable Resources Journal*, 20, 3: 12-17
- Berg B. L., Lune H. 2004. *Qualitative research methods for the social sciences*. Boston, Pearson: 336 str.
- Blaschke T. 2010. Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, 1: 2-16
- Blaschke T., Johansen K., Tiede D.. Object-based image analysis for vegetation mapping and monitoring. V: *Advances in Environmental Remote Sensing: Sensors, Algorithms, and Applications*. Weng Q. (ur.). London Taylor & Francis,: 241-271
- Breiman L. 2001. Random forests. *Machine Learning*, 45, 1: 5-32
- Brown B. B., Werner C. M., Amburgey J. W., Szalay C. 2007. Walkable route perceptions and physical features converging evidence for en route walking experiences. *Environment and Behavior*, 39, 1: 34-61
- Cahill K. L., Marion J. L., Lawson S. R. 2008. Exploring visitor acceptability for hardening trails to sustain visitation and minimise impacts. *Journal of Sustainable Tourism*, 16, 2: 232-245
- Carter N. 2013. An assessment of Worldview-2 imagery for the classification of a mixed deciduous forest: master thesis. (Rochester Institute of Technology; College of Science: Thomas H. Gosnell School of Life Sciences)). Rochester, self-published: 61 str.
- Chen G., Hay G. J., St-Onge B. 2012. A GEOBIA framework to estimate forest parameters from lidar transects, Quickbird imagery and machine learning: a case study in Quebec, Canada. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 15: 28-37
- Chin C. L., Moore S. A., Wallington T. J., Dowling R. K. 2000. Ecotourism in Bako National Park, Borneo: visitors' perspectives on environmental impacts and their management. *Journal of Sustainable Tourism*, 8, 1: 20-35
- Clark M. L., Roberts D. A. 2012. Species-level differences in hyperspectral metrics among tropical rainforest trees as determined by a tree-based classifier. *Remote Sensing*, 4, 6: 1820-1855
- Cole D. N. 1986. Resource impacts caused by recreation. V: *A literature review: the president's commission on Americans outdoors*. Washington, President's Commission on Americans Outdoors: 1-12



- Cole D. N. 1993. Minimizing conflict between recreation and nature conservation. V: Ecology of greenways: design and function of linear conservation areas. Smith D. S., Hellmund P. C. (ur.). Minneapolis, University of Minnesota Press: 105-122
- Cole D. N. 2004. Environmental impacts of outdoor recreation in wildlands. V: Society and resource management: a summary of knowledge. Manfredo M., Vaske J., Field D., Brown P., Bruyere B. (ur.). Jefferson City, Modern Litho: 107-116
- Cole D. N., Landres P. B. 1995. Indirect effects of recreation on wildlife. Wildlife and recreationists. Coexistence through Management and Research: 183-202
- Čampa L. 1993. Javni interes in problematika lastništva v gozdovih zelenega pasu Ljubljane. 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, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 80-96
- Čarni A., Marinček L., Seliškar A., Zupančič M. 2002. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1: 400.000. Ljubljana, Založba ZRC, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU: 79 str.
- Deng J., Qiang S., Walker G. J., Zhang Y. 2003. Assessment on and perception of visitors' environmental impacts of nature tourism: a case study of Zhangjiajie National Forest Park, China. Journal of Sustainable Tourism, 11, 6: 529-548
- DigitalGlobe I. 2010. Whitepaper: The benefits of the 8 spectral bands of Worldview-2. Unpublished manuscript. Retrieved, 8, 19: 1-12
- Donnelly M. P., Vaske J. J., Whittaker D., Shelby B. 2000. Toward an understanding of norm prevalence: a comparative analysis of 20 years of research. Environmental Management, 25, 4: 403-414
- Dorwart C. E., Moore R. L., Leung Y.-F. 2009. Visitors' perceptions of a trail environment and effects on experiences: a model for nature-based recreation experiences. Leisure Sciences, 32, 1: 33-54
- Dunlap R. E., Van Liere K. D., Mertig A. G., Jones R. E. 2000. New trends in measuring environmental attitudes: measuring endorsement of the new ecological paradigm: a revised NEP scale. Journal of Social Issues, 56, 3: 425-442
- Đurić N. 2011. Objektno usmerjena klasifikacija za določanje drevesnih vrst in zaznavanje japonskega dresnika: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo). Ljubljana, samozal.: 90 str.
- Eder R., Arnberger A. 2012. The influence of place attachment and experience use history on perceived depreciative visitor behavior and crowding in an urban national park. Environmental Management, 50, 4: 566-580

- Godbey G. 2009. Outdoor recreation, health, and wellness: understanding and enhancing the relationship. Washington, Resources for the future: 46 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Ljubljana 2005-2014. 2007. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Ljubljana: 203 str.
- Guirao A., Gonzalez C., Redondo M., Geraghty E., Norrby S., Artal P. 1999. Average optical performance of the human eye as a function of age in a normal population. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 40, 1: 203-213
- Hartig T., Mang M., Evans G. W. 1991. Restorative effects of natural environment experiences. *Environment and Behavior*, 23, 1: 3-26
- Heumann B. W. 2011. An object-based classification of mangroves using a hybrid decision tree -Support Vector Machine approach. *Remote Sensing*, 3, 12: 2440-2460
- Heywood J. L. 2002. The cognitive and emotional components of behavior norms in outdoor recreation. *Leisure Sciences*, 24, 3-4: 271-281
- Heywood J. L., Murdock W. E. 2002. Social norms in outdoor recreation: searching for the behavior-condition link. *Leisure Sciences*, 24, 3-4: 283-295
- Hladnik D., Pirnat J. 2011. Urban forestry - linking naturalness and amenity: the case of Ljubljana, Slovenia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 10, 2: 105-112
- Hostnik R. 2013. Naravovarstveni vidiki urbanih gozdov v Sloveniji: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje varstva naravne dediščine). Ljubljana, samozal.: 199 str.
- Immitzer M., Atzberger C., Koukal T. 2012. Tree species classification with Random Forest using very high spatial resolution 8-band WorldView-2 satellite data. *Remote Sensing*, 4, 9: 2661-2693
- Jakubowski M., Li W., Guo Q., Kelly M. 2013. Delineating individual trees from Lidar data: a comparison of vector- and raster-based segmentation approaches. *Remote Sensing*, 5, 9: 4163-4186
- Jorgensen E. 1970. Urban forestry in Canada. *The Forestry Chronicle*, 46, 6: 529-529
- Jorgensen E. 1986. Urban forestry in the rearview mirror. *Arboricultural Journal*, 10, 3: 177-190
- Kanjir U., Veljanovski T., Marsetič A., Oštir K. 2010. Application of object based approach to heterogeneous land cover/use. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Informational Sciences*, 38-4, C7: 1-4
- Kaplan R., Kaplan S. 1989. The experience of nature: A psychological perspective. Cambridge, New York, Cambridge University Press: 340 str.

- Ke Y., Quackenbush L. J. 2011. A review of methods for automatic individual tree-crown detection and delineation from passive remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 32, 17: 4725-4747
- Kissling M., Hegetschweiler K. T., Rusterholz H.-P., Baur B. 2009. Short-term and long-term effects of human trampling on above-ground vegetation, soil density, soil organic matter and soil microbial processes in suburban beech forests. *Applied Soil Ecology*, 42, 3: 303-314
- Knuth L. 2005. Legal and institutional aspects of urban and peri-urban forestry and greening. (FAO Legislative Study, 88). Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 68 str.
- Kobler A., Pfeifer N., Ogrinc P., Todorovski L., Oštir K., Džeroski S. 2007. Repetitive interpolation: A robust algorithm for DTM generation from Aerial Laser Scanner Data in forested terrain. *Remote Sensing of Environment*, 108, 1: 9-23
- Konijnendijk C. C. 2003. A decade of urban forestry in Europe. *Forest Policy and Economics*, 5, 2: 173-186
- Korošec B. 1991. Ljubljana skozi stoletja: mesto na načrtih, projektih in v stvarnosti. Ljubljana, Mladinska knjiga: 235 str.
- Krahwinkler P., Rossmann J. 2013. Tree species classification and input data evaluation. *European Journal of Remote Sensing*, 46: 535-549
- Laforteza R., Davies C., Sanesi G., Konijnendijk C. 2013. Green Infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 6, 3: 102-108
- Landsberg J., Logan B., Shorthouse D. 2001. Horse riding in urban conservation areas: reviewing scientific evidence to guide management. *Ecological Management & Restoration*, 2, 1: 36-46
- Lange E. 2001. The limits of realism: perceptions of virtual landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 54, 1: 163-182
- Latif Z. A., Zamri I., Omar H. 2012. Determination of tree species using Worldview-2 data. V: 2012 IEEE 8th International Colloquium on Signal Processing and its Applications. Piscataway, Institute of Electrical and Electronics Engineers: 383-387
- Leckie D. 2003. Stand delineation and composition estimation using semi-automated individual tree crown analysis. *Remote Sensing of Environment*, 85, 3: 355-369
- Leckie D., Gougeon F., Hill D., Quinn R., Armstrong L., Shreenan R. 2003a. Combined high-density lidar and multispectral imagery for individual tree crown analysis. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 29, 5: 633-649

- Leckie D. G., Gougeon F. A., Walsworth N., Paradine D. 2003b. Stand delineation and composition estimation using semi-automated individual tree crown analysis. *Remote Sensing of Environment*, 85, 3: 355-369
- Leinonen I., Jones H. G. 2004. Combining thermal and visible imagery for estimating canopy temperature and identifying plant stress. *Journal of Experimental Botany*, 55, 401: 1423-1431
- Lesnik T., Žonta I., Pirnat J. 1993. Opredelitev mestnih in primestnih gozdov na primeru Ljubljane. V: Mestni in primestni gozd - naša skupna dobrina: zbornik republiškega posvetovanja v okviru tedna gozdov, Ljubljana, 27. maj 1993. Ljubljana, Slovenia. Golob A. (ur). Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 32-49
- Leung Y.-F., Marion J. L. 1999a. Assessing trail conditions in protected areas: application of a problem-assessment method in Great Smoky Mountains National Park, USA. *Environmental Conservation*, 26, 04: 270-279
- Leung Y.-F., Marion J. L. 1999b. Recreation impacts and management in wilderness: a state-of-knowledge review. V: *Wilderness Science in a Time of Change*. Missoula, 23. - 27. May 1999. Cole D., McCool S., Borrie W., O'Loughlin J. (ur). (Proceedings RMRS, P-15). Ogden, Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 23-48
- Leung Y. F., Newburger T., Jones M., Kuhn B., Woiderski B. 2011. Developing a monitoring protocol for visitor-created informal trails in Yosemite National Park, USA. *Environmental Management*, 47, 1: 93-106
- Liddle M. 1997. *Recreation ecology: the ecological impact of outdoor recreation*. London, Chapman & Hall: 639 str.
- Lord S. R. 2006. Visual risk factors for falls in older people. *Age and Ageing*, 35, suppl 2: 42-45
- Lynn N. A., Brown R. D. 2003. Effects of recreational use impacts on hiking experiences in natural areas. *Landscape and Urban Planning*, 64, 1-2: 77-87
- Manning R. 2001. Visitor experience and resource protection: a framework for managing the carrying capacity of National Parks. *Journal of Park & Recreation Administration*, 19, 1: 93-108
- Manning R., Lawson S., Newman P., Budruk M., Valliere W., Laven D., Bacon J. 2004. Visitor perceptions of recreation-related resource impacts. *Environmental Impacts of Ecotourism*: 259-272
- Manning R. E. 2011. *Studies in outdoor recreation: search and research for satisfaction*. Corvallis, Oregon State University Press: 448 str.

- Marion J. L., Leung Y.-F. 2001. Trail resource impacts and an examination of alternative assessment techniques. *Journal of Park and Recreation Administration*, 19, 3: 17-37
- Marion J. L., Leung Y.-F., Nepal S. K. 2006. Monitoring trail conditions: new methodological considerations. V: Visitor impact monitoring old issues, new challenges. Monz C. and Leung Y. (eds.). (The George Wright Forum. 23, 2): str. 14
- Marion J. L., Wimpey J., Park L. 2011. The science of trail surveys: recreation ecology provides new tools for managing wilderness trails. *Park Science*, 28, 3: 60-65
- Menz H. B., Lord S. R., Fitzpatrick R. C. 2003. Age-related differences in walking stability. *Age and Ageing*, 32, 2: 137-142
- Merikle P. M., Smilek D., Eastwood J. D. 2001. Perception without awareness: perspectives from cognitive psychology. *Cognition*, 79, 1: 115-134
- Miller R. W. 1988. Urban forestry: planning and managing urban greenspaces. Englewood Cliffs, Prentice Hall: 404 str.
- Miller R. W. 1997. Urban forestry: planning and managing urban greenspaces. Upper Saddle River, Prentice Hall: 502 str.
- Monz C., Cole D., Leung Y.-F., Marion J. 2010a. Sustaining visitor use in protected areas: future opportunities in recreation ecology research based on the USA experience. *Environmental Management*, 45, 3: 551-562
- Monz C. A., Marion J. L., Goonan K. A., Manning R. E., Wimpey J., Carr C. 2010b. Assessment and monitoring of recreation impacts and resource conditions on mountain summits: examples from the Northern Forest, USA. *Mountain Research and Development*, 30, 4: 332-343
- Moore R. L., Leung Y.-F., Matisoff C., Dorwart C., Parker A. 2012. Understanding users' perceptions of trail resource impacts and how they affect experiences: an integrated approach. *Landscape and Urban Planning*, 107, 4: 343-350
- Nagendra H. 2001. Using remote sensing to assess biodiversity. *International Journal of Remote Sensing*, 22, 12: 2377-2400
- Navon D. 1977. Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 3: 353-383
- Noe F. P., Hammitt W. E., Bixler R. D. 1997. Park user perceptions of resource and use impacts under varied situations in three national parks. *Journal of Environmental Management*, 49, 3: 323-336
- Odlok o razglasitvi gozdov s posebnim namenom v Mestni občini Celje. 1997. Uradni list RS, št. 39/1997

- Odlok o razglasitvi gozdov s posebnim namenom v Mestni občini Ljubljana. 2010. Uradni list RS, št. 60/2010
- Odlok o razglasitvi Tivolija, Rožnika in Šišenskega hriba za naravno znamenitost. 1984. Uradni list SRS, št. 21/1984
- Oštir K. 2006. Daljinsko zaznavanje. Ljubljana, Založba ZRC: 250 str.
- Oven P., Brus R., Pirnat J. 1999. Overview of research and development in urban forestry in Slovenia. V: Cost Action E12 Research and Development in Urban Forestry in Europe. Forrest M., Konijnendijk C., Randrup T. (ur.). Luxembourg, European Communities: 254-267
- Parviainen J. 2005. Virgin and natural forests in the temperate zone of Europe. *Forest Snow and Landscape Research*, 79, 1/2: 9-18
- Polič M. 1999. Okoljska psihologija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Oddelek za psihologijo: 197 str.
- Popescu S. C., Wynne R. H. 2004. Seeing the trees in the forest: using lidar and multispectral data fusion with local filtering and variable window size for estimating tree height. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70, 5: 589-604
- Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo. 2010. Uradni list RS, št. 91/2010
- Pu R., Landry S. 2012. A comparative analysis of high spatial resolution IKONOS and WorldView-2 imagery for mapping urban tree species. *Remote Sensing of Environment*, 124: 516-533
- Puttonen E., Litkey P., Hyypä J. 2009. Individual tree species classification by illuminated—shaded area separation. *Remote Sensing*, 2, 1: 19-35
- Qiu L., Lindberg S., Nielsen A. B. 2013. Is biodiversity attractive? On-site perception of recreational and biodiversity values in urban green space. *Landscape and Urban Planning*, 119: 136-146
- Racevskis L. A., Lupi F. 2006. Comparing urban and rural perceptions of and familiarity with the management of forest ecosystems. *Society and Natural resources*, 19, 6: 479-495
- Randrup T. B., Konijnendijk C., Dobberty M. K., Prüller R. 2005. The concept of urban forestry in Europe. V: *Urban Forests and Trees*. Konijnendijk C., Nilsson K., Randrup T., Schipperijn J. (ur.). Berlin, Springer: 9-21
- Reichhart T., Arnberger A. 2010. Exploring the influence of speed, social, managerial and physical factors on shared trail preferences using a 3D computer animated choice experiment. *Landscape and Urban Planning*, 96, 1: 1-11

- Schroeder H. W. 1983. Variations in the perception of urban forest recreation sites. *Leisure Sciences*, 5, 3: 221-230
- Sithole G., Vosselman G. 2004. Experimental comparison of filter algorithms for bare-Earth extraction from airborne laser scanning point clouds. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 59, 1-2: 85-101
- Sugiyama T., Ward Thompson C. 2008. Associations between characteristics of neighbourhood open space and older people's walking. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7, 1: 41-51
- Švab A., Oštir K. 2006. High-resolution image fusion: methods to preserve spectral and spatial resolution. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72, 5: 565-572
- Takano T., Nakamura K., Watanabe M. 2002. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 56, 12: 913-918
- Taylor A. R., Knight R. L. 2003. Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. *Ecological Applications*, 13, 4: 951-963
- Tomalak M., Rossi E., Ferrini F., Moro P. A. 2011. Negative aspects and hazardous effects of forest environment on human health. V: *Forests, Trees and Human Health*. Nilsson K., Sangster M., Gallis C., Hartig T., de Vries S. Seeland K., Schipperijn J. (ur.). London, Springer: 77-124
- Tomczyk A. M., Ewertowski M. 2013. Planning of recreational trails in protected areas: Application of regression tree analysis and geographic information systems. *Applied Geography*, 40: 129-139
- Tyrväinen L., Silvennoinen H., Kolehmainen O. 2003. Ecological and aesthetic values in urban forest management. *Urban Forestry & Urban Greening*, 1, 3: 135-149
- Tzoulas K., Korpela K., Venn S., Yli-Pelkonen V., Kaźmierczak A., Niemela J., James P. 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: a literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81, 3: 167-178
- Vaske J. J., Donnelly M. P., Wittmann K., Laidlaw S. 1995. Interpersonal versus social-values conflict. *Leisure Sciences*, 17, 3: 205-222
- Vaske J. J., Needham M. D., Cline R. C. 2007. Clarifying interpersonal and social values conflict among recreationists. *Journal of Leisure Research*, 39, 1: 182-195
- Vaske J. J., Shelby B., Graefe A. R., Heberlein T. A. 1986. Backcountry encounter norms: theory, method and empirical evidence. *Journal of Leisure Research*, 18, 3: 137-153
- Verlič A., Pirnat J. 2010. Recreational role of a part of forests in the Municipality of Ljubljana. *Gozdarski Vestnik*, 68, 5/6: 330-339



- Verlič A., Đurić N., Kokalj Ž., Marsetič A., Simončič P., Oštir K. 2014. Tree Species Classification using WorldView-2 Satellite Images and Laser Scanning Data in a natural Urban Forest. *Šumarski list*, 9-10: 477-488
- Verlič A., Arnberger A., Japelj A., Simončič P., Pirnat J. 2015. Perceptions of recreational trail impacts on an urban forest walk: a controlled field experiment. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14, 1: 89-98
- Voss M. 2008. The seasonal effect on tree species classification in an urban environment using hyperspectral data, LiDAR, and an object-oriented approach. *Sensors*, 8, 5: 3020-3036
- Wimpey J. F., Marion J. L. 2010. The influence of use, environmental and managerial factors on the width of recreational trails. *Journal of Environmental Management*, 91, 10: 2028-2037
- Wolf A. 2010. Using WorldView 2 Vis-NIR MSI imagery to support land mapping and feature extraction using normalized difference index ratios. *DigitalGlobe 8-Band Research Challenge*: 1-13
- Zakon o gozdovih. 1993. Uradni list RS, št. 30/1993
- Zakon o divjadi in lovstvu (ZDLov-1). 2004. Uradni list RS, št. 16/2004
- Zakon o ohranjanju narave (ZON-UPB2) (uradno prečiščeno besedilo). 2004. Uradni list RS, št. 96/2004
- Zhang Z., Liu X., Wright W. 2012. Object-based image analysis for forest species classification using Worldview-2 satellite imagery and airborne LiDAR data. V: 2012 International Symposium on Remote Sensing. 1-4
- Žižek L. 2010. Odnos javnosti do gozdov v mestih na primerih Rožnika in Golovca v Ljubljani: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 72 str.



*Naložba v vašo prihodnost*  
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA/  
Evropski socialni sklad

## **ZAHVALA**

Hvala doc. dr. Janezu Pirnatu. Njegov pogled na življenje in delo mi je blizu. Njegova podpora in zaupanje sta v precejšnji meri sooblikovala moje delo in življenje v zadnjih petnajstih letih. Kot mentor je vedno na voljo, tudi za nasvete, ki niso povezani neposredno z doktoratom. Njegov odnos je izjemno spoštljiv, korekten in kolegialen.

Hvala dr. Primožu Simončiču, ki me je pripravil na delo – bolje rečeno – na življenje raziskovalca. Brez njegove podpore bi bila moja pot drugačna. Opazi vsako podrobnost, ki ne sodi v znanstveno besedilo in je na voljo tudi ob nerazumnih urah.

Hvala dr. Leni Marion. Svoje praktične izkušnje z dela drevjem in ljudmi v mestu je nesebično delila in me kot razvojna mentorica pri podjetju Tisa, d. o. o. ves čas podpirala in bila na razpolago s praktičnimi nasveti tudi pri poteku raziskovalnega dela.

Hvala prof. dr. Marku Poliču, da me je vpeljal v svet okoljske psihologije in za nasvete pri delu raziskave z obiskovalci gozda.

Hvala izr. prof. dr. Krištofu Oštirju za iskreno in pošteno sodelovanje in praktično mentorstvo pri uporabi podatkov daljinskega zaznavanja v raziskavi.

Hvala doc. dr. Gregorju Torkarju za koristne nasvete pri kombiniranju pristopov različnih disciplin in za sprejetje vloge člana za oceno in zagovor disertacije.

Hvala Marku Šercerju in podjetju Tisa, ki mi je omogočilo in sofinanciralo delo in študij kot Mlademu raziskovalcu iz gospodarstva – generacija 2010. Operacijo je delno financirala Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada.

Uporabo satelitskega posnetka je omogočil Inštitut za antropološke in prostorske študije ZRC SAZU v okviru Centra odličnosti Vesolje, znanost in tehnologije. To je bila operacija, ki sta jo delno financirala Evropska unija, Evropski sklad za regionalni razvoj, ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport Republike Slovenije.

Hvala Mestni občini Ljubljana za uporabo podatkov lidarskih podatkov in ortofoto posnetkov, ki so bili uporabljeni pri raziskavi.

Hvala prof. dr. Hojki Kraigher in projektu EUFORINO za možnost sodelovanja na delavnici za pisanje znanstvenih člankov, ki jo je vodil prof. dr. Reinhart Ceulemans.

Hvala kolegu Anžetu Japlju, ker si vedno – tudi na lastno škodo – vzame čas za kolega. Debate z njim odpirajo nova vprašanja in so bile tudi v času študija izjemno koristne. Pa tudi sicer je eden tistih, zaradi katerih je delo na inštitutu 'fajn' in produktivno.

Hvala Nataši Đurić, izjemno bistri sogovornici, pravi raziskovalki, s katero sva sodelovala pri delu s podatki daljinskega zaznavanja.

Hvala Alešu Marsetiču, dr. Žigi Kokalju, dr. Petru Lamovcu, Urši Kanjir in Petru Pehaniju z Inštituta za antropološke in prostorske študije ZRC SAZU za pripravo satelitskega posnetka in digitalnega modela reliefa in pomoč pri delu s podatki daljinskega zaznavanja.

Hvala kolegu dr. Andreju Koblerju za pripravo digitalnega modela krošenj in za nasvete pri interpretaciji lidarskih podatkov.

Hvala kolegu dr. Milanu Kobalu za več debat in za nasvete pri statističnih obdelavah podatkov.

Hvala dr. Mitji Ferlanu za podporo in njegovo inovativno delo pri razvoju naprav za spremljanje obiska v urbanem gozdu, ki ga je opravil v Laboratoriju za elektronske naprave na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

Hvala doc. dr. Jožici Gričar za spodbudo in razblinjanje dvomov. Zaradi nje sem še prej spoznal pojme kot so SICRIS, SCI, ipd.

Hvala dr. Maartenu de Grootu za nasvete pri statističnih obdelavah podatkov.

Hvala dr. Tinetu Grebencu za podporo in nasvete pri raziskovalnem delu.

Hvala prof. dr. Terryju Hartigu, ker me je prisilil, da sem o svojem delu začel tudi po ameriško razmišljati o načinih (samo)promocije.

Hvala doc. dr. Arneju Arnbergerju za precizno recenzentsko delo pri skupnem članku in za nasvete pri statistični obdelavi podatkov pridobljenih z anketo.

Hvala dr. Silviji Krajter Ostoič za iskreno in koristno sodelovanje in prevode v članku za revijo Šumarski list.

Hvala dr. Urši Vilhar, vodji Oddelka za gozdno ekologijo v letih 2013 in 2014, za brezkompromisno podporo in nasvete pri pisanju članka.

Hvala prijatelju Tomažu Stanovniku, prijatelju z najdaljšim stažem. Naučil me je potrpežljivosti in prijateljstva brez pogojevanja. Od konca osnovne šole naprej, so najine debate pri meni odpirale tudi najbolj nenavadna vprašanja, na katere je bilo potrebno najti argumentirane odgovore. To je zdaj način dela, način življenja. Hvala tudi za prevode v angleški jezik.

Hvala dolgoletnemu prijatelju Tadeju Reissnerju, ki je tudi eden tistih, zaradi katerih sem, kakršen sem. Hvala tudi za profesionalne prevode in lekture angleških besedil.

Hvala kolegom Juretu Žlogarju, Samu Grbcu, Mateju Ruplu, Urški Mihoci in Matevžu Triplatu za pomoč pri delu na terenu. Hvala Gašperju Okršlarju za pomoč pri delu na terenu in pri digitalizaciji drevesnih krošenj.

Hvala Žigi Liparju za IT podporo.

Hvala Blanki Malus, Robiju Sajetu, Ani Rimahazi, Katji Geltar, Luciji Odar, Saši Vochl, Anžetu Kresetu in Niki Flajs za pomoč pri izvedbi ankete v urbanem gozdu.

Hvala Sabini Fridl in Dnevnu centru aktivnosti za starejše na Gosposvetski za sodelovanje pri anketi v urbanem gozdu.

Hvala Aniti Ileršič za odlično sodelovanje pri komuniciranju s podjetjem Tisa, d. o. o. in agencijo TIA. Pri slednji je bil v veliko pomoč skrbnik pogodbe, g. Miloš Bajt – hvala.

Hvala Maji Božič, Špeli Velikonja in Luciji Peršin za pregled in odobritev oblikovne ustreznosti doktorske disertacije in ter potrdilo, da gre za izvirno delo.

Hvala Mihi Grudnu, ki je pravi prijatelj in mi je pomagal obdržati zdravo pamet.

Hvala Danielu Žlindri, ki je velikokrat, posebno ob nedeljskih večerih posodil uho.

Hvala Alešu Vičiču, ker mi je pomagal, da sem zadihal na polna pljuča.

Hvala dr. Mirku Medvedu za njegovo podporo v času, ko je bil direktor Gozdarskega inštituta Slovenije.

Hvala mag. Vesni Ješe Janežič, ki naredi iz birokratskih obiskov prijetne dogodke in za vso tehnično podporo pri izpolnjevanju formalnosti na podiplomskem študiju. Za slednje se zahvaljujem tudi Elizabeti Adamlje, Sergeji Mitič in Ivani Babič.

Hvala Jaki Zdešarju in Miru Ravniku za vezavo in tisk naloge.

Hvala Brutu, ki je nase vzel veliko mojih tegob, nazaj pa nudil le dobro. Pogrešam ga.

Hvala staršem in starim staršem ter Andreju in Mileni, ki so na tisoč in en način podpirali mojo avanturo.

In kot je bilo zadnja leta v navadi, povsem na koncu. Hvala, Špela! Za tvoja mnoga odrekanja, požrtvovalnost, za pomoč, za potrpežljivost in podporo. Ker prenašaš moje muhe, ker me poznaš in si kljub temu moja prva zaveznica.

## **PRILOGA A**

VPRAŠALNIK: REKREACIJA V URBANEM GOZDU – DOŽIVLJAJSKA  
IZKUŠNJA

# Rekreacija v urbanem gozdu - doživljajska izkušnja

Stran #1

 Spoštovani!

Zahvaljujem se vam za sodelovanje pri prvem delu ankete - sprehodu skozi urbani gozd!

V okviru doktorske naloge raziskujem vpliv nekaterih dejavnikov, ki lahko vplivajo na kakovost rekreacije v urbanem gozdu.

Sledi spletna anketa, s katero bi želel pridobiti informacije o vaši izkušnji na tem sprehodu in nekaterih dejavnikih, ki ste jih morda opazili.

Sledijo vprašanja o zaznanih človeških dejavnikih v urbanem gozdu, kako so na vas vplivali, kakšen tip poti vam najbolj ustreza ter ob zaključku nekaj splošnih vprašanj. S tem bom skušal izvedeti kako nekateri dejavniki vplivajo na sprehajalce v urbanem gozdu in kakšen tip poti jim najbolj ustreza.

Vprašanja so med seboj povezana, zato vas prosim, da navodila na naslednji strani pozorno preberete in odgovarjate iskreno. Po anketi se lahko premikate le naprej, vračanje nazaj ni dovoljeno. Ni pravih in napačnih odgovorov, zanima me le vaše mnenje.

Predvidena dolžina ankete je 10 minut.

Če bi želeli izvedeti več o anketi, mi lahko pišete na elektronski naslov [andrej.verlic@amis.net](mailto:andrej.verlic@amis.net).

Zahvaljujem se vam za sodelovanje!



### Razlaga pojmov - VIDNE POSLEDICE ČLOVEŠKEGA VPLIVA NA OKOLJE v gozdu

Na in ob poteh lahko opazimo vidne posledice človeškega vpliva (rekreacije) na okolje. Te posledice so lahko neposredne (človek povzroči poškodbo) ali posredne (človek omogoči, da poškodba nastane ob delovanju drugih dejavnikov - npr. vremena).

### Razlaga pojmov - TIPI POTI

Za nedvoumno razlikovanje med TIPI POTI, po katerih vas sprašujemo, upoštevajte naslednje definicije.

CESTA: široka, makadamska pot, primerna za vožnjo tudi z osebnimi avtomobili

POT: ožja kot cesta, ni namenjena prometu, na vrhu ima lahko zaščitno plast (pesek, lesne sekance)

STEZA: ljudje so jo sami shodili (tudi bližnjice, steze do priljubljenih prostorov v gozdu, ipd.)

### Razlaga pojmov - DOŽIVLJAJSKA IZKUŠNJA

'DOŽIVLJAJSKA IZKUŠNJA' na poti se nanaša na zaznavo značilnosti okolja in njihov – pozitiven, nevtralen ali negativen – vpliv na opazovalca.

Ko se nekje sprehajamo, se lahko ob tem sprostimo, dobimo navdih, energijo, lahko pa je zaradi določenih dejavnikov sprehod stresen oziroma na nas ne vpliva dobro.

 Katere VIDNE POSLEDICE ČLOVEŠKEGA VPLIVA NA OKOLJE v gozdu ste opazili na sprehodu (do 10 najbolj opaženih)?(impact01)

Pri vsaki zapisani posledici izberite 'pozitivno' ali 'negativno', če je posledica na vašo doživljajsko izkušnjo vplivala pozitivno ali negativno. Če posledica ni imela vpliva izberite 'ni vpliva'.

Primer:

grafiti pozitivno ; pomeni, da sem grafite opazil in da je bil vpliv pozitiven

grafiti negativno ; pomeni, da sem grafite opazil in da je bil vpliv negativen

grafiti ni vpliva ; pomeni, da sem grafite opazil, a ni bilo vpliva (ste le opazili)

|              |       |                                                                                                         |
|--------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Posledica 1  | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |
| Posledica 2  | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |
| Posledica 3  | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |
| Posledica 4  | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |
| Posledica 5  | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |
| Posledica 6  | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |
| Posledica 7  | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |
| Posledica 8  | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |
| Posledica 9  | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |
| Posledica 10 | _____ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivno</li> <li>• negativno</li> <li>• ni vpliva</li> </ul> |

 Katere od naštetih VIDNIH POSLEDIC ČLOVEŠKEGA VPLIVA NA OKOLJE v gozdu ste opazili na sprehodu? (impactYN)

|                                                                                                                                       | DA                    | NE                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| BLATO                                                                                                                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| IZPOSTAVLJENE KORENINE (na poti)                                                                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| BLIŽNJICE (steze, ki se odcepijo od poti, po kateri ste hodili)                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| VZPOREDNE STEZE (steze, ki so jih shodili ljudje neposredno ob poti, po kateri ste hodili, da bi se npr. izognili blatu, luknji, ...) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| RAZŠIRJENA pot (izogibališča, prevelik obisk)                                                                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ŽIVALSKI IZTREBKI                                                                                                                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| SMETI                                                                                                                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| EROZIJA                                                                                                                               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| POSEKANA DREVESA                                                                                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| SLEDI ŠPORTNIH AKTIVNOSTI                                                                                                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| VANDALIZEM                                                                                                                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

 Koliko posameznih posledic človeškega vpliva ste opazili na sprehodu? (percep01)

|                                                                                                                                       | Nič                   | Malo                  | Pogosto               | Na vsakem koraku      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| BLATO                                                                                                                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| IZPOSTAVLJENE KORENINE (na poti)                                                                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| BLIŽNJICE (steze, ki se odcepijo od poti, po kateri ste hodili)                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| VZPOREDNE STEZE (steze, ki so jih shodili ljudje neposredno ob poti, po kateri ste hodili, da bi se npr. izognili blatu, luknji, ...) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| RAZŠIRJENA pot (izogibališča, prevelik obisk)                                                                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ŽIVALSKI IZTREBKI                                                                                                                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| SMETI                                                                                                                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| EROZIJA                                                                                                                               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| POSEKANA DREVESA                                                                                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| SLEDI ŠPORTNIH AKTIVNOSTI                                                                                                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| VANDALIZEM                                                                                                                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

 Na kolikšnem delu poti je po vašem mnenju posledica prisotna? (percep02)

Odgovor v odstotkih dolžine poti. Npr. BLATO 28; pomeni, da je po vašem mnenju blato prisotno na 28 odstotkih poti.

BLATO

---

---

IZPOSTAVLJENE KORENINE (na poti)

---

---

BLIŽNJICE (steze, ki se odcepijo od poti, po kateri ste hodili)

---

---

VZPOREDNE STEZE (steze, ki so jih shodili ljudje neposredno ob poti, po kateri ste hodili, da bi se npr. izognili blatu, luknji, ...)

---

---

RAZŠIRJENA pot (izogibališča, prevelik obisk)

---

---

ŽIVALSKI IZTREBKI

---

---

SMETI

---

---

EROZIJA

---

---

POSEKANA DREVESA

---

---

SLEDI ŠPORTNIH AKTIVNOSTI

---

---

VANDALIZEM

---

---

 Odstotek dolžine poti, na katerem po vašem mnenju ni vidnih človeških vplivov. (percep03)

Odgovor v odstotkih - cela števila, brez decimalk. Npr. 32; pomeni, da na 32 odstotkih poti ni vidnih človeških vplivov.

---

 Kolikšen vpliv je imela posamezna posledica na vašo DOŽIVLJAJSKO IZKUŠNJO? (ExpGrade)

(-2) - zaradi tega je bila moja doživljajska izkušnja BISTVENO SLABŠA

(-1) - zaradi tega je bila moja doživljajska izkušnja SLABŠA

(0) - na mojo doživljajsko izkušnjo NI VPLIVALA

(+1) - zaradi tega je bila moja doživljajska izkušnja POZITIVNA

(+2) - zaradi tega je bila moja doživljajska izkušnja BISTVENO BOLJŠA

|                                                                                                                                       | (-2)                  | (-1)                  | (0)                   | (+1)                  | (+2)                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| BLATO                                                                                                                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| IZPOSTAVLJENE KORENINE (na poti)                                                                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| BLIŽNJICE (steze, ki se odcepijo od poti, po kateri ste hodili)                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| VZPOREDNE STEZE (steze, ki so jih shodili ljudje neposredno ob poti, po kateri ste hodili, da bi se npr. izognili blatu, luknji, ...) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| RAZŠIRJENA pot (izogibališča, prevelik obisk)                                                                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ŽIVALSKI IZTREBKI                                                                                                                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| SMETI                                                                                                                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| EROZIJA                                                                                                                               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| POSEKANA DREVESA                                                                                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| SLEDI ŠPORTNIH AKTIVNOSTI                                                                                                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| VANDALIZEM                                                                                                                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

 Kateri TIP POTI vam je na tem sprehodu NAJBOLJ ustrezal?(TrailMax)

Izberete lahko le en odgovor. Ob odgovoru na kratko pojasnite razlog za vašo izbiro.

Najbolj ustreza

Kratka obrazložitev

- cesta
- pot
- steza

Tip poti

\_\_\_\_\_



 Kateri TIP POTI vam je na tem sprehodu NAJMANJ ustrejal? (TrailMin)

Izberete lahko le en odgovor. Ob odgovoru na kratko pojasnite razlog za vašo izbiro.

Najmanj ustreza

Kratka obrazložitev

- cesta
- pot
- steza

Tip poti

---

Podrobno o enostavnih preskokih

- če Skoči na Stran 12, sledi ForClose = Da
- če Skoči na Stran 14, sledi ForClose = Ne

 Ali imate možnost vsakodnevne, vsaj polurne, rekreacije v gozdu?(ForClose)

Pri tem vprašanju je mišljen gozd, ki vam je (iz službe, iz šole, od doma) dostopen peš in bi ga lahko dnevno obiskovali.

- ☐ Da
- ☐ Ne

Podrobno o enostavnih preskokih

- če Skoči na Stran 13, sledi ForYesNo = Da
- če Skoči na Stran 14, sledi ForYesNo = Ne

 Ali to možnost (rekreacije v bližnjem gozdu) tudi izkoriščate? Ali dejansko obiščete ta gozd?(ForYesNo)

- ☐ Da
- ☐ Ne

 Koliko dni na teden se v povprečju rekreirate v bližnjem gozdu?(RecDays)

- ☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☐ 6  
☐ 7

 Vaš običajen tip rekreacije v bližnjem gozdu.(RecType)

Izberite najpogostejšo obliko rekreacije iz spustnega menija.

- sprehod
- tek
- kolesarjenje
- motokros
- sprehajanje psa
- nabiranje gozdnih sadežev

 Kako pomemben je posamezni dejavnik, ko se odločate za sprehod v gozdu?(EnviFact)

Pomembnost dejavnika

|                                                |                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vreme                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelo pomembno</li> <li>• Pomembno</li> <li>• Skoraj nepomembno</li> <li>• Popolnoma nepomembno</li> </ul> |
| Dostopnost gozda (peš)                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelo pomembno</li> <li>• Pomembno</li> <li>• Skoraj nepomembno</li> <li>• Popolnoma nepomembno</li> </ul> |
| Tip poti                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelo pomembno</li> <li>• Pomembno</li> <li>• Skoraj nepomembno</li> <li>• Popolnoma nepomembno</li> </ul> |
| Urejenost infrastrukture (poti, klopi, orodja) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelo pomembno</li> <li>• Pomembno</li> <li>• Skoraj nepomembno</li> <li>• Popolnoma nepomembno</li> </ul> |
| Naklon poti                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelo pomembno</li> <li>• Pomembno</li> <li>• Skoraj nepomembno</li> <li>• Popolnoma nepomembno</li> </ul> |

 Odločujoči dejavnik - iz spustnega menija izberite le en dejavnik - tistega, ki je za vas najbolj pomemben, ko se odločate za sprehod v gozdu.(EnviKey)

- Vreme
- Dostopnost gozda
- Tip poti
- Urejenost infrastrukture
- Naklon poti



 Sledi nekaj splošnih vprašanj za poglobljeno analizo.

 Spol(Sex)

- ☐ moški  
☐ ženski

 Leto rojstva(BornYear)

---

 Anketirana skupina(Group)

- ☐ gozdarstvo - 2. stopnja (Ms)  
☐ krajinska arhitektura - 2. stopnja (Ms)  
☐ gozdarstvo - 1. stopnja  
☐ starejši občani (upokojeni)  
☐ Drugo, prosimo vpišite: \_\_\_\_\_

 Kje bivate?(UrbRur01)

- ☐ Urbanem okolju  
☐ Ruralnem okolju

 Kje preživite večino časa?(UrbRur02)

- ☐ Urbanem okolju  
☐ Ruralnem okolju