

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Trstenjak, M., 2015. Izmera GNSS za določitev mej rabe zemljišč in primerjava s stanjem na ortofotu. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Pavlovčič Prešeren, P., somentorici Lisec, A., Kosmatin Fras, M.): 33 str.

Datum arhiviranja: 29-09-2015

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Trstenjak, M., 2015. Izmera GNSS za določitev mej rabe zemljišč in primerjava s stanjem na ortofotu. B.Sc Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Pavlovčič Prešeren, P., co-supervisors Lisec, A., Kosmatin Fras, M.): 33 pp.

Archiving Date: 29-09-2015

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM PRVE STOPNJE
GEODEZIJA IN
GEOINFORMATIKA

Kandidat:

MIHA TRSTENJAK

**IZMERA GNSS ZA DOLOČITEV MEJ RABE ZEMLJIŠČ
IN PRIMERJAVA S STANJEM NA ORTOFOTU**

Diplomska naloga št.: 92/GIG

**USING GNSS TO DETERMINE THE BOUNDARIES OF
LAND USE FOR THE COMPARISON WITH DATA
FROM ORTHOPHOTO**

Graduation thesis No.: 92/GIG

Mentorica:

doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

Somentorici:

izr. prof. dr. Anka Lisec

doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Ljubljana, 15. 09. 2015

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisani **MIHA TRSTENJAK** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**»IZMERA GNSS ZA DOLOČITEV MEJ RABE ZEMLJIŠČ IN PRIMERJAVA S STANJEM
NA ORTOFOTU«.**

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 3. 9. 2015

Miha Trstenjak

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

| | |
|-------------------------|---|
| UDK: | 528.715(043.2) |
| Avtor: | Miha Trstenjak |
| Mentor: | doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren, univ. dipl. inž. geod. |
| Somentor: | izr. prof. dr. Anka Lisec, univ. dipl. inž. geod. doc. dr. Mojca Kosmatin Fras, univ. dipl. inž. geod. |
| Naslov: | Izmera GNSS za določitev mej rabe zemljišč in primerjava s stanjem na ortofotu |
| Tip dokumenta: | Diplomska naloga – univerzitetni študij |
| Obseg in oprema: | 33 str., 32 sl., 1 pregl. |
| Ključne besede: | GNSS, interpretacija, ortofoto, meje rabe zemljišč, dejanska raba, pokritost tal |

Izveček

V diplomski nalogi smo določevali meje dejanske rabe oziroma pokritosti zemljišč z izmero na terenu ter s pomočjo zajema podatkov na različnih prostorskih podatkovnih slojih v okoljih geografskih informacijskih sistemov (GIS). Želeli smo preveriti, ali lahko različne metodologije zajema podatkov o dejanski rabi zemljišč oziroma pokritosti privedejo do različnih rezultatov. V ta namen smo izbrali testno območje, ki je bilo dovolj razgibano za določitev območij različnih vrst pokritosti zemljišč. Z metodo izmere GNSS smo določili položaje značilnih točk meje med območji različnih vrst pokritosti zemljišč. Iste točke smo identificirali in določili koordinate na najnovejšem državnem ortofotu. Dobljene podatke smo analizirali in jih primerjali še z evidenco dejanske rabe zemljišč kmetijskega ministrstva.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 528.715(043.2)
Author: Miha Trstenjak
Supervisor: Assist. Prof. Polona Pavlovčič Prešeren, Ph.D.
Co-advisor: Assist. Prof. Anka Lisec, Ph.D.
Assist. Prof. Mojca Kosmatin Fras, Ph.D.
Title: Using GNSS to determine the boundaries of land use for the comparison with data from orthophoto
Document type: Graduation Thesis – University studies
Notes: 33 p., 32 fig., 1 tab.
Key words: GNSS, interpretation, orthophoto, boundaries of land use, land use, land cover

Abstract

In the graduation thesis the boundaries of land use and land cover have been determined first by terrain work and second by data acquisition from GIS spatial data layers. The aim was to determine the difference in the interpretation of the results acquired from different methodologies of spatial data acquisition. For this purpose we have chosen the test area, which included various types of land cover. We used GNSS method to determine the position of the characteristic points of the boundaries between the areas of different types of land cover. The same points were identified on the last recent national orthophoto. Finally, results were compared with land use records data from the Ministry of the agriculture, forestry and food.

ZAHVALA

Za pomoč in številne nasvete pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem mentorici doc. dr. Poloni Pavlovčič Prešeren in somentoricama izr. prof. dr. Anki Lisec ter doc. dr. Mojci Kosmatin Fras.

Zahvaljujem se tudi g. Albinu Mencinu za praktično-strokovno pomoč pri izvajanju terenskih meritev.

Največja zahvala gre mojim domačim za potrpežljivost in podporo skozi vsa moja študijska leta.

Hvala tudi vsem sošolcem za nepozabna doživetja v letih našega študija.

KAZALO VSEBINE

| | |
|---|------------|
| Stran za popravke, errata | I |
| Izjave | II |
| Bibliografsko – dokumentacijska stran in izvleček | III |
| Bibliographic – documentalistic information and abstract | IV |
| Zahvala | V |
| | |
| 1 UVOD | 1 |
| 1.1 Načrt izdelave diplomske naloge..... | 2 |
| 1.2 Struktura naloge..... | 3 |
| 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA | 4 |
| 2.1 Raba in pokritost zemljišč | 4 |
| 2.2 Ortofoto | 6 |
| 2.2.1 Aeroposnetki in interpretacija..... | 6 |
| 2.3 RTK-metoda izmere GNSS..... | 8 |
| 2.4 Ravninski koordinatni sistem | 8 |
| 3 METODE DELA IN VIRI PODATKOV | 9 |
| 3.1 Lokacija meritev – Ljubljansko barje | 9 |
| 3.2 Izbor listov ortofota in izbor ožjega študijskega območja..... | 11 |
| 3.3 Terensko delo..... | 12 |
| 3.3.1 Uporabljeni instrumenti in oprema..... | 12 |
| 3.3.2 Kombinirana GNSS in klasična izmera | 13 |
| 3.3.3 Potek meritev..... | 14 |
| 3.4 Priprava na analizo rezultatov | 16 |
| 3.4.1 Prenos točk in povezovanje v linije..... | 16 |
| 3.4.2 Zajem linij mej dejanske rabe zemljišč z ortofota..... | 19 |
| 3.4.3 Primerjava s podatki iz evidence dejanske rabe | 21 |
| 4 ANALIZA IN REZULTATI | 22 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 4.1 | Primerjava terenskih meritev in zajema na ortofotu | 22 |
| 4.2 | Primerjava podatkov evidence dejanske rabe z dejanskim stanjem | 27 |
| 5 | ZAKLJUČEK | 31 |
| VIRI. | | 33 |

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|--|----|
| Preglednica 1: Približni položaji točk širšega območja v koordinatnem sistemu D96/TM. | 10 |
|--|----|

KAZALO SLIK

| | |
|--|----|
| Slika 1: Shematski prikaz izdelave diplomske naloge..... | 2 |
| Slika 2: Prikaz različnih karakteristik, ki pomagajo pri identifikaciji objektov. | 7 |
| Slika 3: Ljubljansko Barje..... | 10 |
| Slika 4: Prikaz testnega območja, Ljubljansko barje..... | 11 |
| Slika 5: Prikaz izbora mej rabe zemljišč za zajem podatkov na terenu..... | 12 |
| Slika 6: Leica Viva GS15 | 13 |
| Slika 7: TPS1201+..... | 13 |
| Slika 8: Skica kombinirane metode izmere. | 14 |
| Slika 9: Cesta (približno označeno na ortofotu z a1)..... | 15 |
| Slika 10: Cesta (približno označeno na ortofotu z a2) | 15 |
| Slika 11: Travnik (približno označeno na ortofotu z b1)..... | 15 |
| Slika 12: Travnik (približno označeno na ortofotu z b2)..... | 15 |
| Slika 13: Njiva (približno označeno na ortofotu s c1) | 15 |
| Slika 14: Njiva (približno označeno na ortofotu s c2) | 15 |
| Slika 15: Prikaz lokacije zajetih slik na ortofotu. | 16 |
| Slika 16: Primer dobre in slabe geometrije satelitov. | 17 |
| Slika 17: Izsek iz tabele merjenih točk; položaji se nanašajo na koordinatni sistem D96/TM. | 17 |
| Slika 18: V programsko okolje ArcMap uvožene koordinate točke, katerih položaje smo določili na terenu z izmero..... | 18 |
| Slika 19: Prikaz povezav med točkami, določenimi s terensko izmero. | 19 |
| Slika 20: Prikaz mej rabe zemljišč, določenih na podlagi ortofota. | 20 |
| Slika 21: Del zajete meje rabe zemljišč z državnim ortofotom. | 20 |
| Slika 22: Zamik podatkov evidence dejanske rabe v primerjavi z državnim ortofotom in koordinatami D96/TM..... | 21 |
| Slika 23: Primerjava metod zajema (cesta)..... | 23 |
| Slika 24: Numerični prikaz odstopanj (cesta)..... | 23 |
| Slika 25: Primerjava metod zajema (zgornji travnik). | 24 |
| Slika 26: Primerjava metod zajema (spodnji travnik). | 25 |
| Slika 27: Primerjava metod zajema (njiva). | 26 |
| Slika 28: Numerični prikaz odstopanj (naravni objekti). | 27 |
| Slika 29: Dejanska raba zemljišč | 28 |
| Slika 30: Spreminjanje dejanske rabe skozi čas. | 28 |
| Slika 31: Primerjava metod zajema (cesta)..... | 29 |
| Slika 32: Primerjava metod zajema (naravni objekti). | 30 |

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

Zemljišča so bila vedno eden izmed osnovnih virov za človeško bivanje. Potreba po dobrem upravljanju z zemljišči je prisotna predvsem zato, ker zaradi človekovih posegov v naravo postajajo vedno bolj omejen vir. Podatki o rabi zemljišč so nujni za sprejemanje kakovostnih odločitev v prostoru. Pridobimo jih lahko z neposrednimi ogledi in meritvami na terenu ali pa iz obstoječih prostorskih podatkov. Prostorski podatkovni sloji, ki so bili izdelani v različnih časovnih obdobjih in katerih podatki so bili zajeti z različnimi metodami, so različne kakovosti (pri tem mislimo med drugim tudi na položajno točnost in semantično kakovost). Velikokrat se položaj nanaša na različne koordinatne sisteme, zato jih direktno ne moremo primerjati. Velikokrat se tudi zgodi, da podatki terenskih meritev detajla ne sovpadajo s podatki iz obstoječih prostorskih podatkovnih zbirk.

V diplomski nalogi smo s pomočjo izmere GNSS (angl. Global Navigation Satellite System) določili meje rabe izbranih zemljišč, nato pa neodvisno od teh meritev za isto območje digitalno določili meje rabe na najnovjšem državnem ortofotu. Nadalje smo primerjali potek meje rabe zemljišč, ki smo jih določili na različna načina. Primerjavo smo nadgradili z vključitvijo podatkov iz uradne evidence dejanske rabe zemljišč Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (v nadaljevanju evidenca dejanske rabe zemljišč).

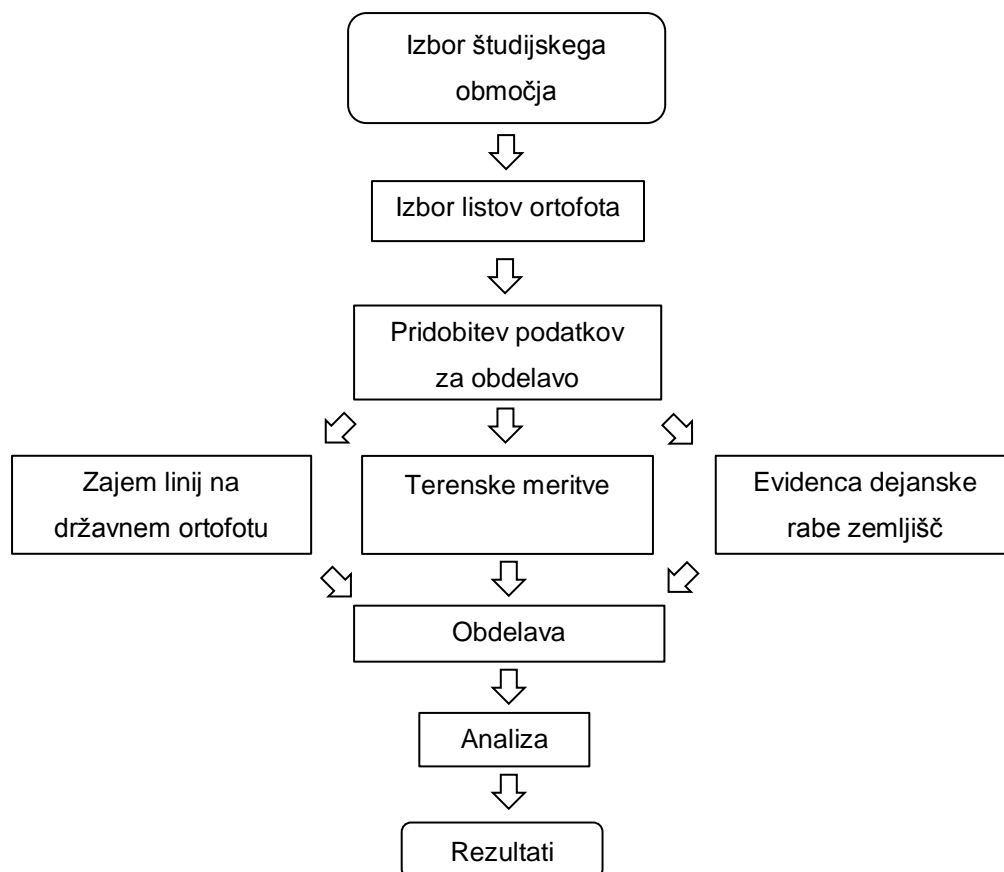
V dani nalogi nismo analizirali kakovosti ortofota, saj bi v tem primeru terenska izmera morala potekati drugače. Pred terensko izmero bi morali opredeliti značilne točke na ortofotu, ki bi jih lahko jasno opredelili tako na posnetku kot tudi na terenu. Diskretno določene točke na terenu so se navezovala na točke mej rabe zemljišč, ki jih je težko opredeliti že na terenu, enako velja tudi za opredelitev meje na ortofotu.

Cilj naloge je bil preveriti, zakaj in kako različne metodologije zajema podatkov in interpretacije rabe zemljišč privedejo do različnih rezultatov. Domnevali smo, da ima interpretacija terena iz različnih virov velik pomen pri vplivu na rezultate zajema rabe zemljišč. Pri tem smo predvidevali, da je glavni vzrok neskladnosti mej dejanske rabe zemljišč, določenih s terenskimi meritvami, in mej, določenih na ortofotu, kot tudi mej, ki so določene v evidenci dejanske rabe zemljišč, interpretacija rabe zemljišč, ki je odvisna med drugim od vira podatkov – dejanska prisotnost na terenu, ali pa analiza preko različnih prostorskih podatkov. Drug dejavnik, ki vpliva na sistematični zamik mej rabe, izhaja iz izvorne vsebine podatkov, ki so osnova za zajem rabe zemljišč v okviru evidence dejanske rabe zemljišč. Ti podatki se nanašajo na stari koordinatni sistem D48/GK, medtem ko

določitev položajev točk z izmero GNSS poteka v novem koordinatnem sistemu D96/TM. Sistematična napaka lahko izhaja iz naslova prehoda (transformacije) med dvema koordinatnima sistemoma.

1.1 Načrt izdelave diplomske naloge

Najprej smo izbrali študijsko območje. Ob tem smo postavili zahtevo, da mora biti teren dostopen in hkrati dovolj razgiban, da bomo lahko kakovostno opravili terensko izmero in izvedli nadaljnjo primerjavo. Za obravnavano območje smo pridobili liste najnovejšega državnega ortofota. V naslednjem koraku smo s terensko izmero pridobili diskretne položaje točk na mejah dejanske rabe zemljišč. Nadalje smo za isto območje meje določili tudi na državnem ortofotu, ki smo ga pridobili na Geodetski upravi Republike Slovenije. Podatke uradne evidence dejanske rabe zemljišč smo pridobili s spletne strani Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije. Podatke smo uporabili za izračun odstopanj med koordinatami, ki smo jih določili na terenu, in linijami, ki smo jih določili na ortofotu. Sledila je primerjava rezultatov in razlaga odstopanj med rezultati (slika 1).



Slika 1: Shematski prikaz izdelave diplomske naloge.

1.2 Struktura naloge

Diplomska naloga je sestavljena iz 5 poglavij. V uvodu podrobno predstavimo problem, nalogo, naše cilje ter načrt izdelave. Drugo poglavje vsebuje nekaj teoretičnih osnov za lažje razumevanje naloge, v tretjem poglavju predstavimo metode in uporabljene vire ter opis izvedbe praktičnega dela naloge, v četrtem poglavju predstavimo računske rezultate in rezultate primerjalne analize, v zaključku pa nalogo zaokrožimo v celoto in predstavimo končne ugotovitve.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

V tem poglavju predstavljamo teoretična izhodišča, ki so pomembna za lažje razumevanje diplomske naloge. Posebej velja izpostaviti, da smo v nalogi obravnavali dejansko rabo zemljišč, kot jo določa metodologija za zajem podatkov dejanske rabe zemljišč.

2.1 Raba in pokritost zemljišč

Spremembe rabe zemljišč in pokrovnosti razumemo kot splošen pojem človekovega in naravnega spreminjanja površja Zemlje. Pojem pokrovnost tal se nanaša na fizični in biološki pokrov nad tlemi. Najbolj pogosti razredi pokrovnosti tal so travnate površine, gozd, urbane površine, odprte površine, vode. Opredelitev rabe zemljišč je bolj zahtevna in vključuje tako področje naravoslovja kot družboslovja. V naravoslovju rabo zemljišč definirajo kot človekovo aktivnost na področju agrikulture, pogozdovanja in grajenja objektov. Na družboslovnem področju pa rabo zemljišč obravnavajo širše in sicer v socialnem in ekonomskem smislu. Medtem ko pokritost zemljišč lahko opazujemo direktno na terenu ali z daljinskim zaznavanjem, pa opazovanje rabe zemljišč zahteva povezovanje naravoslovnih in družboslovnih metod [1].

Dejanska raba

Dejanska raba zemljišč je določena s fizičnimi elementi zemeljskega površja, ki so posledica naravnih dejavnikov ali človekove dejavnosti (uporabe) in jih je možno določiti z metodami fotogrametrije, daljinskega zaznavanja, terenske interpretacije ali s pomočjo podatkov iz drugih digitalnih evidenc o fizičnih lastnosti prostora [2].

Namenska raba

Namenska raba zemljišč je s prostorskimi akti določena raba zemljišč in objektov. Namenska raba zemljišča se evidentira na podlagi predpisov, ki urejajo vsebino, obliko in način priprave prostorskega reda občine in vrstah njegovih strokovnih podlag. V izvedbenem delu občinskega prostorskega načrta se za celotno območje občine po posameznih enotah urejanja prostora določijo tudi območja namenske rabe prostora in se določi oziroma prikaže glede na fizične lastnosti prostora in predvideno rabo ter v skladu z izhodišči in usmeritvami iz hierarhično nadrejenih prostorskih aktov in se deli na [2]:

- območja stavbnih zemljišč,
- območja kmetijskih zemljišč,

- območja gozdnih zemljišč,
- območja vodnih zemljišč,
- območja drugih zemljišč,

Evidenca dejanske rabe zemljišč

Na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS (MKGP) so se leta 1997 odločili vzpostaviti sistem za določanje in vzdrževanje podatkov dejanske rabe zemljišč za vso državo v okolju geografskih informacijskih sistemov (GIS). Želeli so vzpostaviti bazo podatkov, ki jo je mogoče redno posodabljeni. Cilj je bil uvesti skupni administrativni kontrolni sistem za nadzor nad subvencijami v kmetijstvu, kjer dejanska raba predstavlja osnovo za določitev upravičenih površin za le-te [3].

Projekt zajema dejanske rabe zemljišč smo v Sloveniji začeli izvajati v letu 1999 s pomočjo rastrskih podatkov, to je državnega ortofota. Pri zajemu podatkov o rabi v vektorski obliki se je vsakemu poligonu dodelilo šifro, vrsto rabe. Operater je vektoriziral po območjih lista TTN5. Interpretacija je bila zaključena, ko je bilo območje lista TTN5 zapolnjeno s poligoni in ko je bila preverjena topološka skladnost s sosednjimi listi. Pri delu so si pomagali z interpretacijskimi ključi – priročniki z navodili za določanje dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Nadzor nad zajemom podatkov so izvajale osebe, ki so imele na tem področju več izkušenj. Dejanska raba zemljišč za celotno Slovenijo se je zajela v letu 2002, nato so se podatki stalno posodabljali in na voljo so podatki za leta 2005, 2009 in 2012. Osnovni vir zajema dejanske rabe je fotointerpretacija ortofota (DOF), pomagamo pa si tudi z uporabo drugih evidenc, ki lahko izboljšajo podatek o vrsti dejanske rabe prostora (topografske karte, Register kmetijskih gospodarstev) in pa s terenskimi ogledi in meritvami. Ministrstvo izvaja vizualni nadzor nad računalniško podprto fotointerpretacijo in preverja kakovost interpretacije dejanske rabe na 5 do 10 % zajetih podatkov ter topološko preveri vse podatke o dejanski rabi. Redno vzdrževanje evidence dejanske rabe poteka na podlagi novih ortofotov. Kadar ima ministrstvo na voljo novejši ortofote, na osnovi katerih se zajema dejanska raba, ter ugotovi, da so se meje med kmetijskimi in nekmetijskimi zemljišči spremenile, pošlje podatke o ugotovljenih spremembah v uskladitev resornim ministrstvom in drugim pristojnim upravljavcem zbirk podatkov. Poleg tega se podatki tekoče vnašajo v evidenco dejanske rabe s predhodno preverjenimi spremembami, ki jih sporočijo uporabniki [3].

Splošna navodila za zajemanje dejanske rabe predpisujejo, da so v evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč prisotni samo poligoni. Predpisana je minimalna dovoljena širina 2 m, izločiti se morajo ozki in dolgi objekti ter vodna infrastruktura, v kolikor so širši od

2 m. V kolikor je poligon ožji oziroma manjši od minimalne predpisane površine, se priključi sosednjemu poligonu [3].

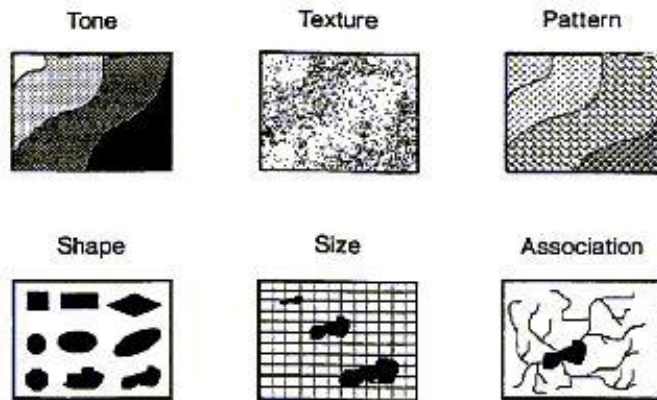
2.2 Ortofoto

Ortofoto je aerofotografija, ki je iz centralne projekcije transformirana v ortogonalno projekcijo. Poznati moramo elemente notranje in zunanje orientacije fotografije ter obliko terena, da lahko rekonstruiramo prostorski položaj objektov, ki so upodobljeni na fotografiji. Notranja orientacija vsebuje konstanto fotoaparata, položaj glavne točke in optično distorzijo, medtem ko zunanja orientacija pomeni položaj posnetka v prostoru v trenutku ekspozicije. Obliko terena opiše digitalni model reliefa, ki ga lahko dobimo iz različnih virov [4].

Lahko bi rekli, da ortofoto združuje slikovne lastnosti fotografije (podrobnost detajla, aktualnost podatka v času zajema) z geometričnimi kvalitetami kart (enotno merilo, pravilna geometrija). Zaradi te prednosti lahko za razliko od aerofotografije na ortofotu direktno merimo razdalje, kote, območja in določamo položaje. Služi za različne namene, od začasnih kart, do geo-znanstvenih raziskav in analiz. V digitalni obliki je uporaben kot podatkovni sloj za geografske informacijske sisteme (GIS), kar smo uporabili v sklopu naše diplomske naloge [4].

2.2.1 Aeroposnetki in interpretacija

Daljinsko zaznavanje je znanost in umetnost hkrati, saj mora oseba, ki analizira fotografijo, interpretirati informacije, ki so predstavljene na fotografiji. Zmožnost interpretiranja informacij na fotografiji je povezana z izkušnjami in znanjem. Ker pa ljudje nismo vajeni gledati s »ptičje perspektive«, dobra interpretacija ni nekaj, kar se zlahka osvoji. Interpretiramo lahko različno rabo tal, geološko strukturo tal, pogozdovanje, vodna bogastva, urbano/regionalno planiranje, arheologijo ... Objekti na Zemlji imajo vizualne značilnosti, ki omogočajo, da jih na fotografiji identificiramo in med sabo ločimo. To so velikost, oblika, vzorec, tekstura, ton, povezava in senca (slika 2) [5].



Slika 2: Prikaz različnih karakteristik, ki pomagajo pri identifikaciji objektov.

(Vir: <http://hosting.soonet.ca/eliris/remotesensing/bl130lec5.html>)

Velikost objektov na fotografiji je funkcija merila. Pomembno je oceniti velikost relativno do drugih objektov, kar pomaga pri interpretaciji tarčnega objekta.

Oblika se nanaša na formo, strukturo ali zunanost individualnega objekta in je eden najočitnejših ključev za interpretacijo. Strogo ostri robovi oziroma oblike navadno predstavljajo urbane objekte, medtem ko nepravilne oblike predstavljajo naravne objekte kot so gozdovi, travniki in reke.

Vzorec se nanaša na prostorsko razporeditev vizualne zaznavnosti objektov. Urejeno ponavljanje podobnih tonov in tekstur bo povzročilo značilne in prepoznavne vzorce. Dobri primeri vzorcev, so na primer ceste pravokotne ena na drugo, ki ločujejo hiše.

Tekstura se nanaša na variacije različnih tonov na določenih mestih fotografije. Grobe teksture so zelo spremenljive, medtem ko imajo gladke teksture zelo malo tonske variacije.

Ton se nanaša na relativno svetlost objekta na fotografiji. Generalno je ton eden glavnih elementov za razlikovanje med različnimi objekti.

Povezava je prav tako pomembna karakteristika, saj omogoča, da s pomočjo objektov, ki so v neposredni bližini tarčnega objekta, ta objekt lažje prepoznamo.

Sence so pomembne pri interpretaciji, saj lahko pomagajo pri določitvi višine objekta, kar lahko olajša identifikacijo. Po drugi strani pa lahko, sploh pri naravnih objektih, zameglijo presojo pri določitvi velikosti ali roba nekega objekta. Zato aeroposnetke navadno izdelajo med 10 in 14 uro po lokalnem času, ko so sence najkrajše. Sence, ki padejo navzven, kažejo na višje območje, kot so hribi, gorovja ali visoke stavbe, medtem ko sence ki padajo navznoter, kažejo na nižje območje, kot so rečne struge ali jame [5].

2.3 RTK-metoda izmere GNSS

RTK (angl. Real Time Kinematic) je kinematična metoda izmere GNSS, ki omogoča določitev položajev objektov v realnem času. Izmero v realnem času omogoča komunikacijska povezava za pretok podatkov med referenčnim in premičnim sprejemnikom GNSS. Za to potrebujemo ustrezno programsko opremo za obdelavo opazovanj na premičnem instrumentu (imenovanim rover) v času trajanja izmere. Princip izračuna temelji na določitvi prostorskega baznega vektorja med referenčnim in premičnim sprejemnikom. Referenčni sprejemnik postavimo na točko z dobro določenim predhodnim položajem v globalnem koordinatnem sistemu. Poznamo tudi možnost, da referenčnega sprejemnika fizično ne postavljamo, ampak privzamemo opazovanja GNSS stalno delujoče postaje GNSS, ki je lahko tudi sestavni del omrežja stalno delujočih postaj GNSS. Državno omrežje stalnih postaj v Sloveniji se imenuje SIGNAL. Če smo v času merjenja od najbližje stalne postaje oddaljeni več kot 20 km (to je trenutno le ocena), kar bi lahko povzročilo težave pri določitvi položaja zaradi različnih vplivov na krajiščih baznega vektorja, uporabimo opazovanja navidezne virtualne postaje VRS (angl. Virtual Reference Station), ki jih programsko določi center omrežja stalnih postaj.

Prednost RTK-izmere je, da dobimo rezultate obdelave opazovanj GNSS v realnem času. To pomeni, da že med samo izmero pridobimo informacije o položajih in kakovosti določitve položajev merjenih točk v globalnem koordinatnem sistemu. Dosegljiva točnost izmere je nekaj centimetrov v položaju in nekoliko slabše (za faktor 1,5–2) v višini. Vse je odvisno od pogojev med izmero. Ker GNSS deluje v globalnem koordinatnem sistemu, položaje točk na območju Slovenije določimo neposredno v referenčnem sistemu ETRS89 oziroma v državnem referenčnem koordinatnem sistemu D96/TM [6].

2.4 Ravninski koordinatni sistem

Koordinatni sistem D96/TM se je v Sloveniji uveljavil na temelju zakonodaje s 1. januarjem 2008, najprej na področju katastrov. Gre za geodetski datum D96, ki je slovenska realizacija Evropskega terestričnega referenčnega sistema 1989 – ETRS89 (angl. European Terrestrial Reference System 1989), kratica TM pa pomeni, da gre za prečno Mercatorjevo projekcijo. Koordinatni sistem ETRS89 se navezuje na globalni elipsoid GRS80 (angl. Global Reference System 1980), ki je določen tako, da se kar se da najbolje prilega celotni Zemlji.

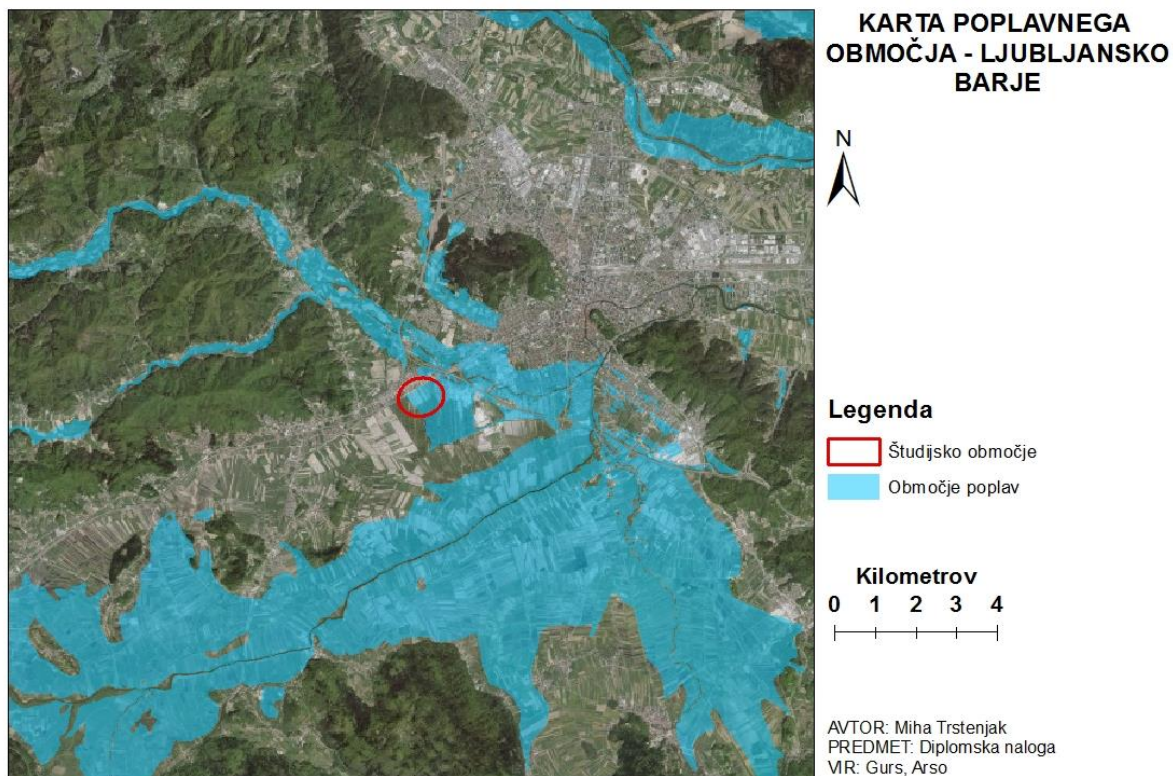
Od leta 2009 naprej je tudi državni ortofoto izdelan v novem koordinatnem sistemu, za določene primere uporabe pa je transformiran tudi v star D48/GK koordinatni sistem [7].

3 METODE DELA IN VIRI PODATKOV

V prejšnjem poglavju smo predstavili osnovne pojme oz. teoretična izhodišča, ki so pomembna za razumevanje naloge, v tem poglavju pa podrobneje predstavljamo pripravo na praktično izvedbo naloge.

3.1 Lokacija meritev – Ljubljansko barje

Ljubljansko barje je zemljepisno ime za območje, ki leži med Ljubljano, Vrhniko, Krimom in Škofljico (slika 3). Razprostira se na okoli 160 km² površine, kar predstavlja 0,8 % celotnega slovenskega ozemlja. Nastanek barja pripisujejo pogrezanju matične kamnine, s svojimi neutrudnimi posegi pa ga je soustvaril tudi človek. Temeljni element nastanka in obstoja barjanske ravnice je voda. Z vprašanjem, kako ukrotiti barjanske vode in jih pokoriti svojim potrebam, se je človek ukvarjal že od nekdaj. Nad zamislijo, da se močvirje osuši in spremeni v plodno kmetijsko zemljo, so se vse od 16. stoletja navduševali mnogi posamezniki. Slišala jih je šele cesarica Marija Terezija in leta 1769 ukazala, da se napravi popis " Ljubljanskega močvirja" ter pripravi načrt osušitve, da bi močvirje spremenili v rodovitni svet. Tako se je s pomočjo poglobitve strug, izkopa odvodnikov, izkopom Gruberjevega kanala in podrtjem jezov gladina podtalnice znižala in poplave so sčasoma postale predvidljive in obvladljive. V 30-ih letih devetnajstega stoletja, skoraj takoj po zgraditvi Gruberjevega kanala, je ljubljanska občina poceni prodajala in oddajala 20 oralov (10 ha) velike parcele. Pogoj je bil postavitve stanovanjskega in gospodarskega poslopja ter redno vzdrževanje odtočnih jarkov. Mnogi so izkoristili priložnost in naseljevanje se je začelo [8].

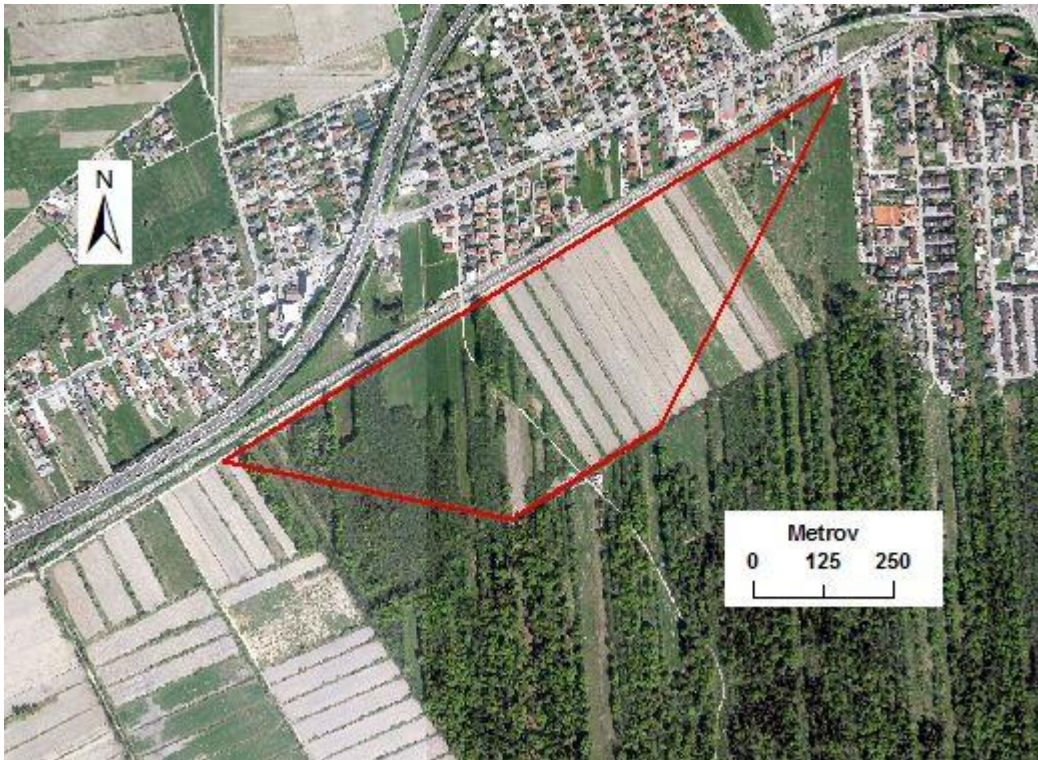


Slika 3: Ljubljansko Barje.

Pri izbiri območja smo si pomagali z ortofotom. Najprej smo območje izbrali širše, tako da je območje vključevalo širok nabor različnih vrst rabe zemljišč (njive, travniki, ceste, poti in jarki). Širše območje meritev, ki ga prikazujemo na sliki 4, obsega približno 290.000 m² površine in se nahaja v neposredni bližini ljubljanske južne obvoznice. V smeri vzhod–zahod je največja razdalja približno 1300 m, v smeri sever–jug pa približno 360 m. Položajno se območje nahaja med točkami, danimi v preglednici 1.

Preglednica 1: Približni položaji točk širšega območja v koordinatnem sistemu D96/TM.

| Točka | e [m] | n [m] |
|-------------|-------------|------------|
| severovzhod | 457.997,598 | 99.542,591 |
| severozahod | 456.868,969 | 98.844,568 |
| jugovzhod | 457.403.539 | 98.751,958 |
| jugozahod | 457.661,224 | 98.916,473 |



Slika 4: Prikaz testnega območja, Ljubljansko barje.

(Vir podatkov: Geodetska uprava RS, ortofoto 2011)

3.2 Izbor listov ortofota in izbor ožjega študijskega območja

Zatem smo na Geodetski upravi Republike Slovenije pridobili liste najnovejšega državnega ortofota DOF 5 v koordinatnem sistemu D96/TM in sicer lista z oznako:

- E050162 (datoteka E050162.tif), z dne 20. 4. 2011 ter
- E050262 (datoteka E050262.tif), z dne 20. 4. 2011

Preden smo se odpravili na teren, smo v okviru označenega območja na sliki 4 približno označili, katere meje rabe zemljišč bomo na terenu določili.



Slika 5: Prikaz izbora mej rabe zemljišč za zajem podatkov na terenu.

(Vir podatkov: Geodetska uprava RS, ortofoto 2011)

Naš izbor je vključeval cesto, ki poteka v smeri vzhod–zahod ob železnici, kot tudi cesto, ki poteka pravokotno na to v smeri sever–jug. Izbrali smo štiri njive, ki so ena zraven druge in so vmes ločene z drevjem in grmičevjem. Ob južnem delu ceste se na obeh straneh razprostira travnik ter še ena njiva. Tudi te smo označili za terensko izmero (slika 5).

3.3 Terensko delo

3.3.1 Uporabljeni instrumenti in oprema

Za izvedbo RTK-metode smo uporabili instrument Leica Viva (slika 6). Na določenih delih zaradi drevesnih krošenj ni bilo dovolj signalov satelitov GNSS za kakovostno izmero, zato smo tam uporabili kombinirano GNSS in klasično izmero v realnem času z instrumentoma Leica Viva GS15 in Leica TPS1201+ (slika 7). Za beleženje stanja na terenu smo uporabili tudi digitalni fotoaparati.



Slika 6: Leica Viva GS15

(www.surveyequipment.com)

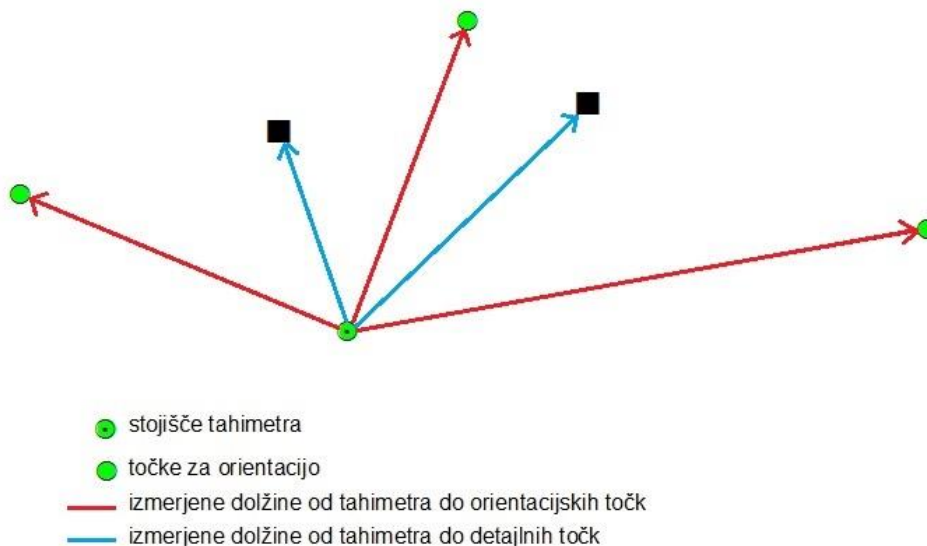


Slika 7: TPS1201+

(www.landsurveyorsunited.com)

3.3.2 Kombinirana GNSS in klasična izmera

Sistem Smartpole instrumentov Leica omogoča izvedbo kombinirane GNSS in klasične izmere, saj združuje delovanje instrumenta GNSS in elektronskega tahimetra TPS. To pomeni, da lahko določimo položaj katerokoli točke na terenu ne glede na pogoje v okolici. Če je oviran satelitski signal, uporabimo klasični način merjenja, če pa med tahimetrom in prizmo ni vzpostavljene vidnosti (vizura), imamo možnost uporabiti način merjenja z GNSS oziroma na novo vzpostavimo bolj primerno stojišče elektronskega tahimetra. Stojišče instrumenta (tahimetra) navadno določimo z metodo prostega stojišča, kjer se navežemo na orientacijske točke, ki jih določimo z RTK-metodo izmere GNSS. Detajlnim točkam določimo položaj v realnem času: s klasično polarno detajlno izmero ali neposredno z RTK-metodo izmere (slika 8). Vsi položaji točk so določeni v koordinatnem sistemu ETRS89, nadalje jih lahko pretvorimo v koordinatni sistem D96/TM, ob uporabi ustreznih transformacijskih parametrov za izbrano območje pa jih v realnem času lahko transformiramo tudi v koordinatni sistem D48/GK [9].



Slika 8: Skica kombinirane metode izmere.

3.3.3 Potek meritev

Terenske meritve smo opravili 27. 6. 2014. Čeprav smo imeli s seboj skice za lažjo orientacijo na terenu, je iskanje zemljišč povzročalo nekaj težav, kar že kaže na razlike med interpretiranjem terena s karte in na terenu. Večino območja je bilo vegetacijsko odprtega proti jugu, zato smo tam uporabili RTK-metodo izmere s 15° nastavitvijo višinskega kota. Na vsaki detajlno točki smo položaj določali približno 5 sekund. Diskretne točke smo določali na razdalji približno 15 m. Ta del meritev je potekal relativno hitro. Rahel problem je nastal v neposredni bližini dreves in njihovih krošenj, saj so le ta ovirala sprejem signala GNSS. Takrat smo uporabili možnost tahimetrične izmere v realnem času. Skupno smo na terenu v koordinatnem sistemu D96/TM določili položaje 557 točkam.

Točke smo določili ob robu meje dejanske rabe določene površine, kot so gozd, cesto, jarek ali pa travnik.

UMETNI OBJEKT – rob ceste je bilo najlažje določiti, saj gre za umetno zgrajen objekt, ki se enostavno loči od naravnih tal. Zato se je ob določitvi položajev točk pričakovalo najmanjše odstopanje od linij, ki smo jih kasneje določili na ortofotu (sliki 9,10).



Slika 9: Cesta
 (približno označeno na ortofotu z a1)



Slika 10: Cesta
 (približno označeno na ortofotu z a2)

NARAVNI OBJEKTI/ZEMLJIŠČA – ker smo meritve opravljali v poletnem času, smo relativno enostavno določili razmejitve med različnimi vrstami dejanske rabe zemljišč. Njive smo ločili glede na vrsto kulture, ki je bila na zemljišču, ali pa z jarki in drevesnimi linijami, ki so potekali med njimi. Rob gozda smo opredelili tako, da smo se kolikor mogoče približali deblom zunanjih dreves (slike 11–14).



Slika 11: Travniki
 (približno označeno na ortofotu z b1)



Slika 12: Travniki
 (približno označeno na ortofotu z b2)



Slika 13: Njiva
 (približno označeno na ortofotu s c1)



Slika 14: Njiva
 (približno označeno na ortofotu s c2)



Slika 15: Prikaz lokacije zajetih slik na ortofotu.

3.4 Priprava na analizo rezultatov

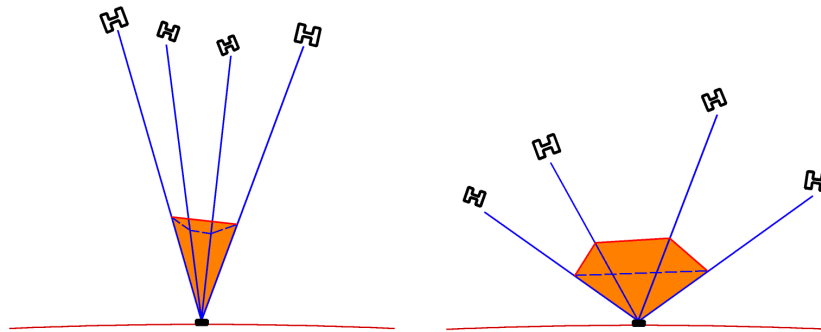
Terenskim meritvam je sledila priprava podatkov za nadaljnjo analizo. Izvoziti smo morali podatke iz instrumentov in urediti datoteko s položaji točk v koordinatnem sistemu D96/TM. Nato smo za ista zemljišča določili položaje točk na ortofotu, in sicer neodvisno od točk, pridobljenih na terenu. Položaje točk, določene na dva načina, smo nadalje primerjali s podatki uradne Evidence dejanske rabe zemljišč. Večino postopkov smo opravili v programskem okolju ESRI ArcGIS.

3.4.1 Prenos točk in povezovanje v linije

Merjene točke smo iz instrumenta prenesli najprej na računalnik in jih s programsko rešitvijo Microsoft Excel uredili. V datoteki si sledijo stolpci v sledečem razporedu:

- Ime točke;
- n [m] – koordinata točke, določena na terenu;
- e [m] – koordinata točke, določena na terenu;
- H [m] – normalna ortometrična višina točke, določena iz direktno določene elipsoidne višine h in uporabe modela geoida Slovenije ($H = h - N$);
- PDOP – faktor, ki opisuje kakovost razporeditve satelitov na obzorju in smo ga pridobili samo pri točkah, določenih z GNSS.

PDOP (angl. Position Dilution Of Precision) je kombinacija horizontalnih (HDOP) in vertikalnih (VDOP) komponent položajnih napak, ki jih povzroči slaba geometrija satelitov. Kadar so sateliti enakomerno razporejeni okrog sprejemnika in so razdalje dolge, je vrednost PDOP majhna in natančnost visoka, s slabšanjem geometrije pa natančnost pada in vrednost PDOP narašča [10] (slika 16).



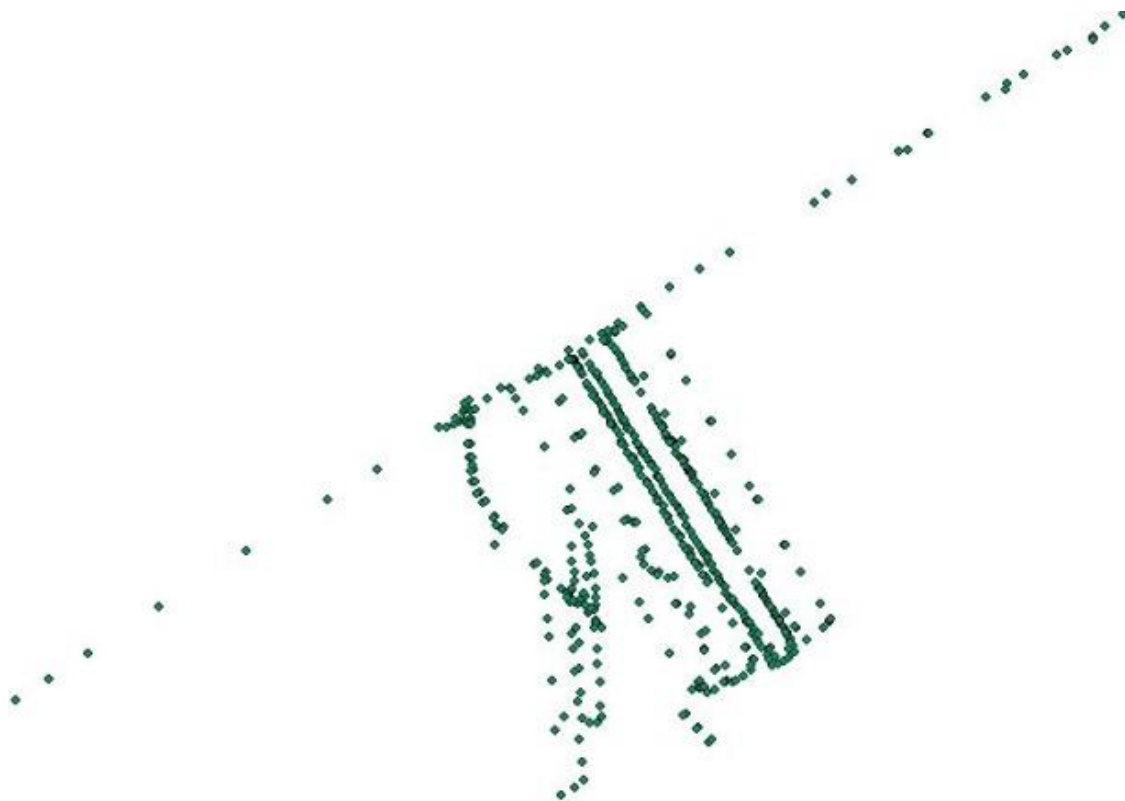
Slika 16: Primer dobre in slabe geometrije satelitov.

(Vir: <http://lazarus.elte.hu>)

Vrednosti, višje od 6, ne zagotavljajo več dovolj visoke kakovosti razporeditve satelitov na obzorju, da bi bil dobro določen položaj. položajev točk, kjer je faktor PDOP znaša več od 6, nadalje nismo upoštevali.

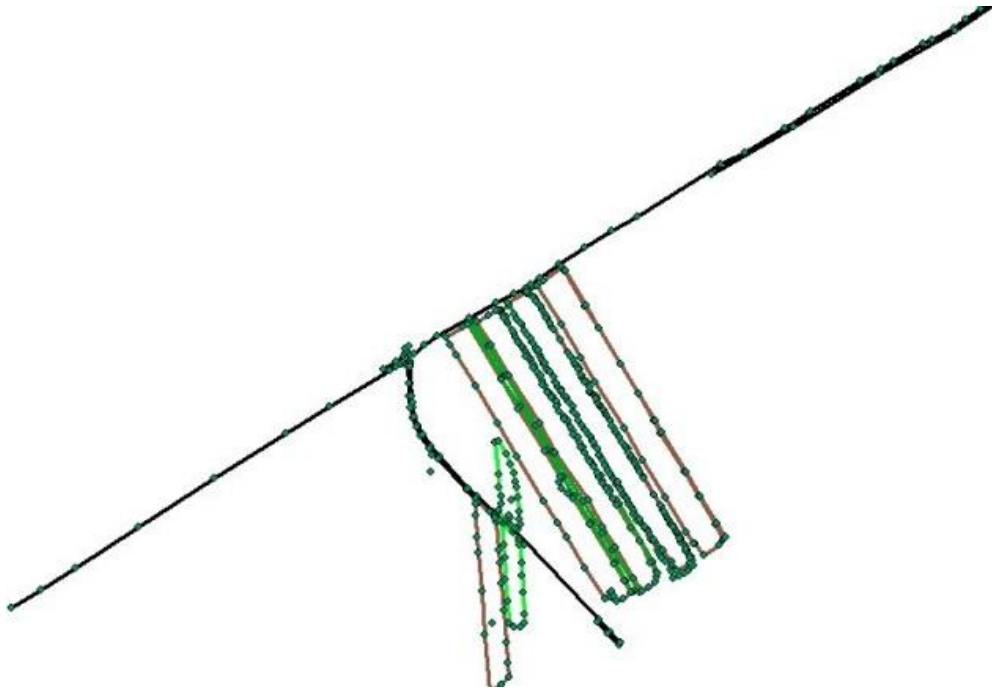
| | A | B | C | D | E |
|----|----------------------------|------------|-----------|---------|------|
| 1 | OPIS TOČK | e[m] | n[m] | H[m] | PDOP |
| 2 | Drevesa med 1. in 2. njivo | | | | |
| 3 | D1 1SREDINA | 457565.698 | 98864.084 | 293.305 | 2.9 |
| 4 | D1 D1 | 457564.103 | 98863.088 | 294.524 | 2.8 |
| 5 | D1 D2 | 457556.309 | 98876.119 | 294.581 | 2.8 |
| 6 | D1 D3 | 457556.335 | 98876.103 | 294.531 | 2.7 |
| 7 | D1 D5 | 457544.716 | 98895.197 | 294.484 | 2.6 |
| 8 | D1 D6 | 457517.635 | 98940.136 | 294.651 | 2.7 |
| 9 | D1 D7 | 457499.436 | 98970.857 | 294.882 | 2.6 |
| 10 | D1 D8 | 457486.05 | 98992.211 | 295.036 | 2.6 |
| 11 | D1 D9 | 457468.528 | 99021.775 | 295.109 | 2.2 |
| 12 | D1 D10 | 457438.493 | 99071.024 | 295.351 | 2.3 |
| 13 | D1 D12 | 457416.999 | 99101.331 | 295.691 | 2.4 |
| 14 | D1 D13 | 457418.891 | 99103.342 | 295.429 | 2.5 |
| 15 | D1 D14 | 457381.853 | 99163.679 | 296.293 | 2 |
| 16 | D1 S1 | 457383.015 | 99166.451 | 296.5 | 1.7 |
| 17 | D1 L1 | 457384.643 | 99167.303 | 296.476 | 1.7 |
| 18 | D1 L2 | 457402.96 | 99137.801 | 295.768 | 1.6 |
| 19 | D1 L3 | 457422.913 | 99104.826 | 295.565 | 1.4 |
| 20 | D1 L4 | 457456.007 | 99049.919 | 295.101 | 1.4 |
| 21 | D1 L5 | 457474.732 | 99018.569 | 294.923 | 1.4 |
| 22 | D1 L7 | 457508.655 | 98965.035 | 294.865 | 1.6 |
| 23 | D1 L8 | 457529.903 | 98929.222 | 294.614 | 2 |

Slika 17: Izsek iz tabele merjenih točk; položaji se nanašajo na koordinatni sistem D96/TM.



Slika 18: V programsko okolje ArcMap uvožene koordinate točke, katerih položaje smo določili na terenu z izmero.

Točke, določene s terensko izmero, smo z namenom nadaljnje primerjave z drugimi podatki uradnih evidenc, uvozili v programsko okolje ArcMap (slika 18). S pomočjo atributne tabele (slika 17) smo točke med seboj povezali tako, kot so si med izmero sledile. Za boljšo preglednost in lažjo primerjavo smo vsak posamičen sklop točk povezali posebej (slika 19).

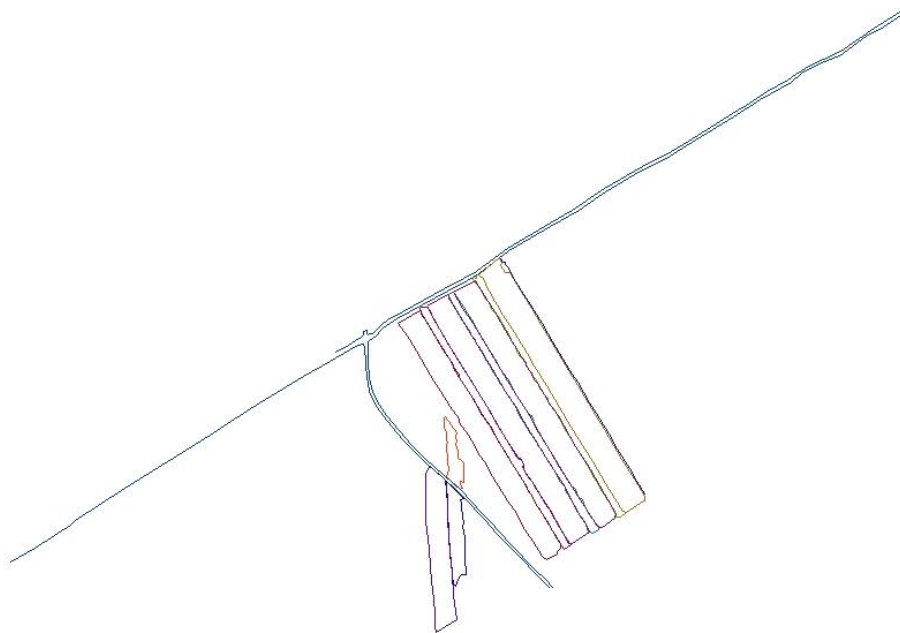


Slika 19: Prikaz povezav med točkami, določenimi s terensko izmero.

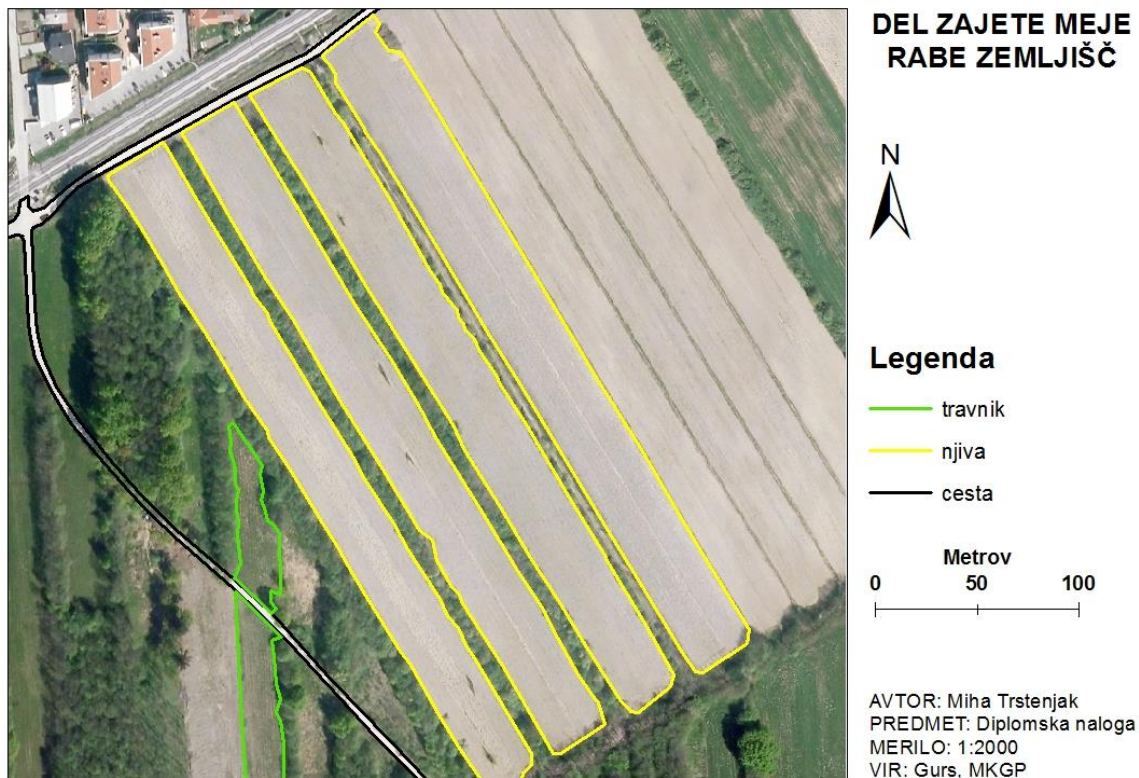
3.4.2 Zajem linij mej dejanske rabe zemljišč z ortofota

Naslednji korak je bil pridobivanje istih linij, to je mej območij različnih vrst dejanske rabe zemljišč, z določitvijo koordinat z ortofota. Meje dejanske rabe smo določili neodvisno od položajev točk, določenih s terensko izmero. Podobno kot v prejšnjem primeru smo zaradi boljše preglednosti in lažje primerjave z GNSS-izmero tudi tukaj vsak sklop točk obravnavali posebej.

Kot je razvidno s slike 20, je rezultat določitve mej na podlagi ortofota na pogled identičen povezavam med točkami, ki smo jih določili na podlagi izmere na terenu (slika 19). Slika 21 vključuje še podlago državni ortofoto.



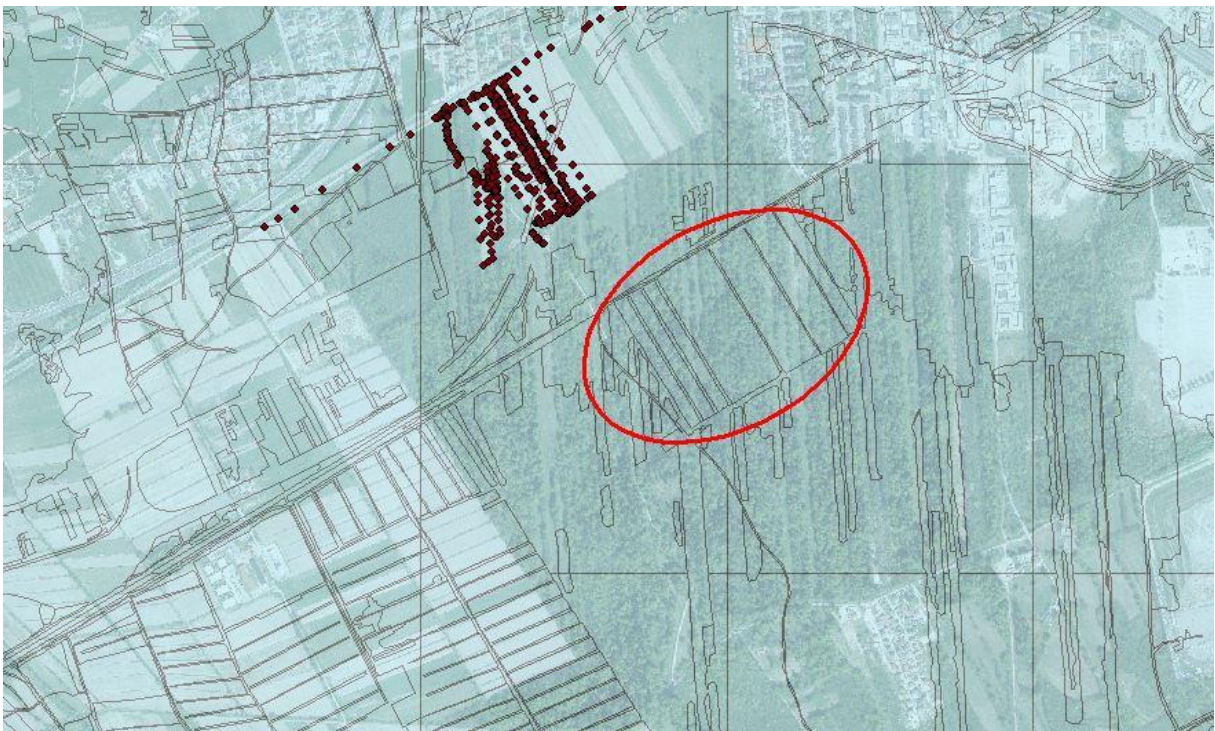
Slika 20: Prikaz mej rabe zemljišč, določenih na podlagi ortofota.



Slika 21: Del zajete meje rabe zemljišč z državnim ortofotom.

3.4.3 Primerjava s podatki iz evidence dejanske rabe

Kot zadnje smo za našo analizo dodali še podatke evidence dejanske rabe zemljišč, ki smo jih pridobili na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije. Ob uvozu vhodnih podatkov smo naleteli na problem. Kot je razvidno s slike 22, se grafični podatki omenjene evidence nanašajo na koordinatni sistem D48/GK, zato se pridobljeni ortofoto in z GNSS-izmero določene koordinate ne ujemajo, saj so v različnih koordinatnih sistemih.



Slika 22: Zamik podatkov evidence dejanske rabe v primerjavi z državnim ortofotom in koordinatami D96/TM.

Odločili smo se, da pridobljene položaje točk na terenu transformiramo iz koordinatnega sistema D96/TM v koordinatni sistem D48/GK. Za ta namen smo uporabili spletni program SITRANet [11]. Transformacijskih parametrov nismo računali, ampak smo za transformacijo privzeli parametre za primer, ko je Slovenija razdeljena na 7 (prostorska transformacija) oziroma 24 regij (ravninska transformacija). Za opisani postopek smo se odločili zato, ker je bil cilj konkretne naloge pokazati ujemanje izmere z različnimi podlagami na točkah, ki jih je težko enolično opredeliti na terenu in podlagah, in smo bili tako med izmero kot med interpretacijo podatkov s podlag omejeni s pravilno opredelitvijo položajev teh točk. Če bi primerjava potekala na premišljenih in dobro izbranih točkah, ki bi se jih dalo kadarkoli poiskati in ponovno določiti na terenu in bi bile vezane vedno na isti položaj, bi bilo bolje, da bi transformacijo naredili z lokalno določenimi transformacijskimi parametri.

4 ANALIZA IN REZULTATI

Ko smo na vse tri načine (terenska izmera, zajem na ortofotu in evidence dejanske rabe zemljišč) pridobili meje rabe površin, smo izvedli primerjalno analizo.

Na slikah 23, 25, 26 in 27 so z rumeno barvo označene točke, ki smo jih zajeli na terenu, s črno barvo so točke med sabo povezane za boljšo vizualno predstavo meje rabe, z rdečo barvo pa je zajet rob meje rabe površin z ortofota.

4.1 Primerjava terenskih meritev in zajema na ortofotu

Primerjavi določitve položajev točk s terensko izmero in na ortofotu smo posvetili največjo pozornost, saj smo v hipotezi v uvodu naloge predpostavili, da ima interpretacija terena iz različnih virov velik pomen pri vplivu na rezultate. Menili smo, da bo prišlo do manjših razlik pri zajemu umetnih kot naravnih objektov. Umetni objekti se sčasoma manj spreminjajo kot pa recimo travniki ali njive, ki se lahko z leti tudi zarastejo, kar pomeni, da morebitni ne-ažurni posnetki v tem primeru predstavljajo večji problem kot pri umetnih objektih.

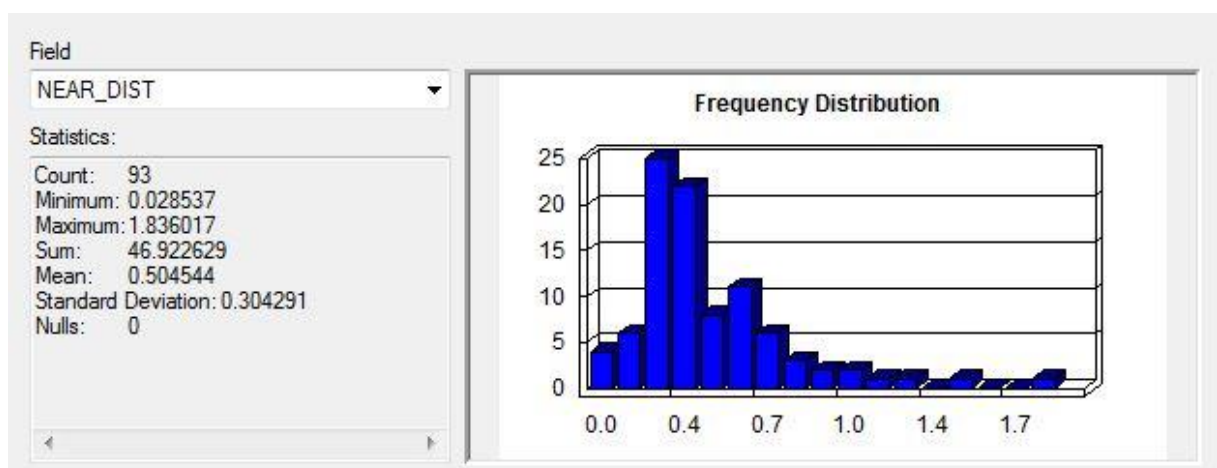
Rob ceste

Na terenu smo rob ceste določili s skupno 93 točkami. Izkazalo se je, da smo rob ceste z zajemom iz ortofota po večini določili bližje robu sosednje površine kot pa rob ceste, določen s pomočjo terenske izmere. Do največje razlike je prišlo pri delu ceste, ki poteka pod krošnjami dreves in je bilo seveda težko samo na podlagi ortofota določiti pravi potek ceste (slika 23). Drugje večjih zanimivosti ni bilo.



Slika 23: Primerjava metod zajema (cesta).

Analize smo se lotili tudi računsko. S pomočjo orodja "Near", smo izračunali največje in najmanjše odstopanje točk s terena od linij, ki smo jih digitalno določili na ortofotu. Izračunali smo srednjo vrednost odstopanja ter standardni odklon. Tako smo dobili tudi numerični vpogled v razlike ob uporabi različnih metod določevanja roba ceste.



Slika 24: Numerični prikaz odstopanj (cesta).

Kot je razvidno z grafa (slika 24), je minimalno odstopanje nekaj manj kot 3 cm, največje pa nekaj več kot 1,8 m. Srednja vrednost odstopanja je 0,5 m, standardni odklon pa 0,3 m.

Naravni objekti (njiva, travnik, rob gozda)

Na terenu in kasneje na ortofotu smo zajeli mejo dveh travnikov, šestih njiv in robove dreves oziroma zemljišč, ki ločujejo njive med seboj. Nato smo rezultate različnih metod primerjali in izluščili primere, kjer so se pokazale večje razlike in jih poskušali razložiti.

Na primeru zgornjega travnika je prišlo na severnem koncu do precejšnjega odstopanja, saj se v resnici travnik razprostira kar 7 metrov višje, kot smo to zaznali z ortofota. S pomočjo različnega tona in teksture se sicer loči drevesa in travo, točno mejo pa je težko določiti. Občutna razlika se kaže tudi na desni strani travnika, kjer smo očitno na terenu rob zajeli ob deblih dreves, medtem ko se na podlagi ortofota težko določi, kako košate so krošnje in kje poteka meja. Na južni strani smo mejo travnika določili zraven ceste, medtem ko se je pri terenski izmeri travnik zaključil nekoliko prej.



Slika 25: Primerjava metod zajema (zgornji travnik).

Na primeru spodnjega travnika (slika 26) je zanimivo, da smo ga na terenu zajeli veliko bolj desno glede na ortofoto. Razlog za to je, da se je sčasoma travnik spremenil, oziroma je med njivo in travnikom zraslo grmičevje, kar je razvidno iz desnega dela slike, ki je nastala z najnovjšim letalskim snemanjem iz leta 2014. Kot je razvidno iz tega in nadaljnjih primerov, ažurnost posnetkov oziroma spreminjanje naravnih objektov skozi čas zelo vpliva na kakovost določitve dejanske meje rabe zemljišč.



Slika 26: Primerjava metod zajema (spodnji travnik).

Njive smo na ortofotu zajeli v večji površini, kot pa smo to naredili na terenu. Razlog za to je bil, da so bile njive v času našega terenskega dela prekrte z rastočimi kulturami in smo rob njive določili na meji teh kultur, ki očitno ne rastejo po celotni površini njive, ki je razvidna z ortofota, kjer smo rob njive zajeli na podlagi rjave barve. Velika razlika se je pojavila pri prvi njivi (slika 27). Tam se na delu desnega roba in na celotnem spodnjem robu njive pojavijo velike razlike med aktualnim stanjem na terenu in stanjem, prikazanim na ortofotu. Kot je razvidno s spodnjega dela slike, se je s časom velikost njive spremenila oziroma je njiva na določenih mestih zelo zarasla.



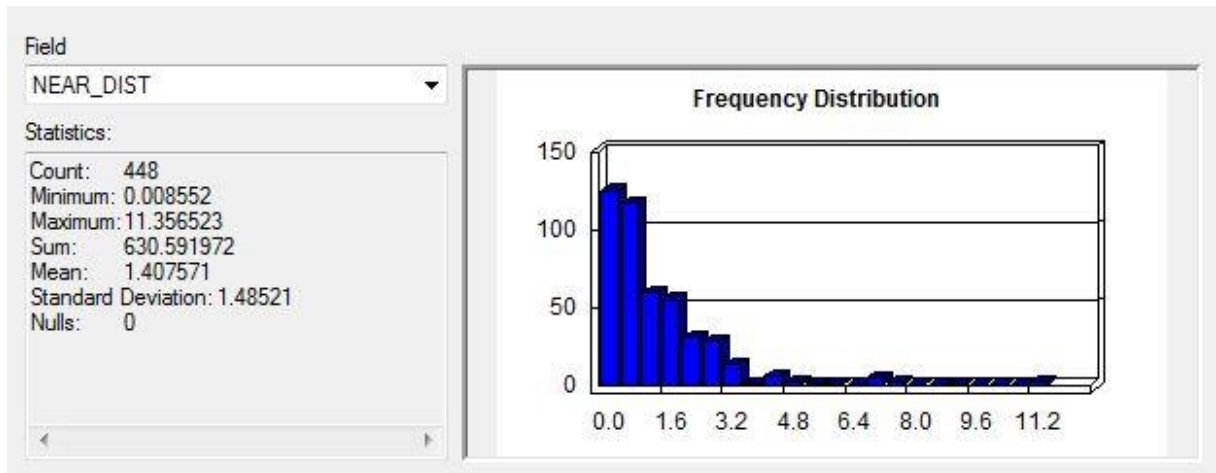
(a)



(b)

Slika 27 (a,b): Primerjava metod zajema (njiva).

Tudi za vse zajete naravne objekte smo izračunali najmanjše in največje odstopanje ter standardni odklon. Kot je razvidno z grafa (slika 28), najmanjše odstopanje znaša nekaj manj kot 1 cm, največje pa dobrih 11 m. Srednja vrednost odstopanja je 1,4 m, standardni odklon pa 1,49 m.



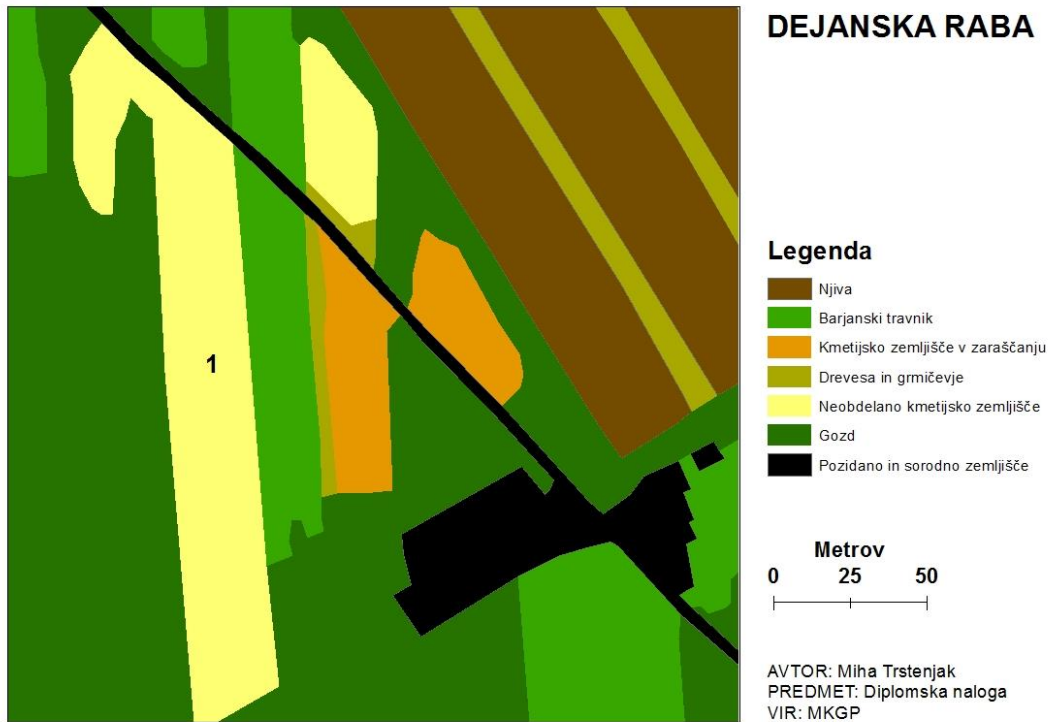
Slika 28: Numerični prikaz odstopanj (naravni objekti).

4.2 Primerjava podatkov evidence dejanske rabe z dejanskim stanjem

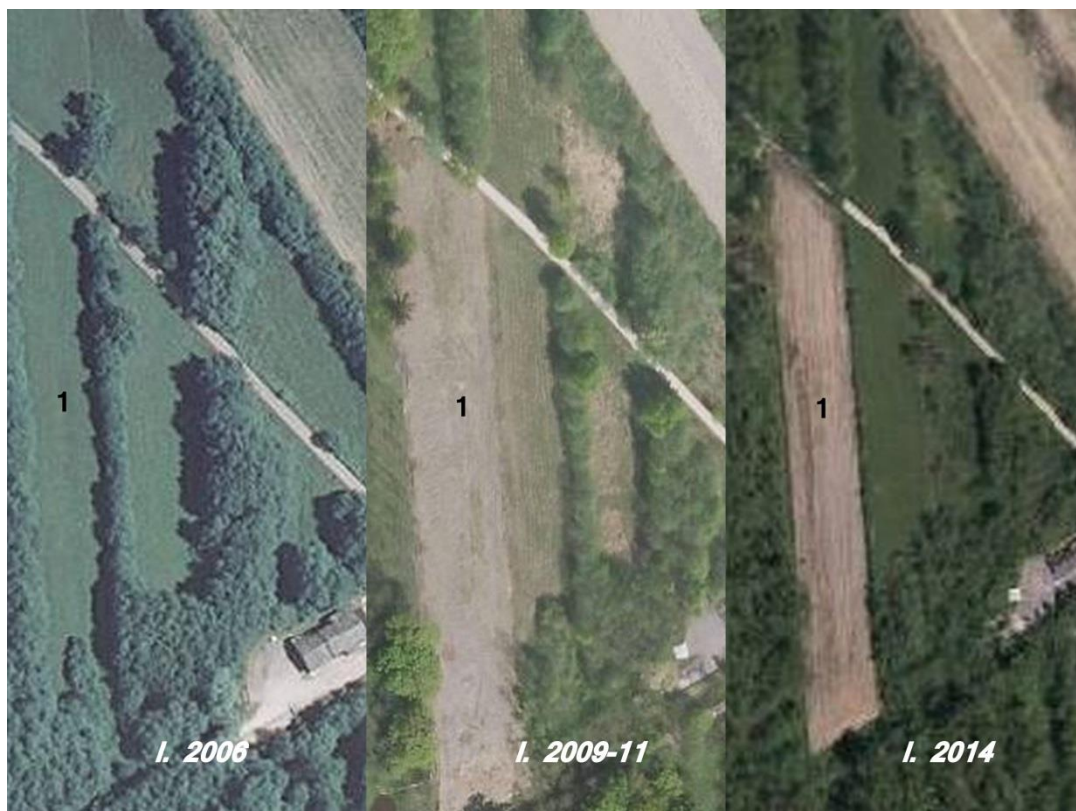
Zanimalo nas je tudi, kako natančna in ažurna je uradna evidenca dejanske rabe zemljišč, ki jo vodijo na Ministrstvu za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano. V ta namen smo podatke uradnih evidenc primerjali z rezultati terenske izmere oziroma dejanskim stanjem na terenu. Na določenih primerih se je izkazalo, da uradne evidence niso skladne z aktualnim stanjem v naravi.

Najprej smo preverili, ali lahko zaradi realnega spreminjanja dejanske rabe zemljišč s časom pride do napake v podatkih iz uradnih evidenc.

Na sliki 29 prikazujemo dejansko rabo dela zemljišč z našega testnega območja. S številko 1 smo označili njivo, ki je v uradnih evidencah napačno vodena kot neobdelano zemljišče. S slike 30 je razvidno, kako se je ta del zemljišča s časom spreminjal in danes je na tem mestu njiva, kot smo to potrdili tudi s terenskim ogledom. To pomeni, da podatki niso bili posodobljeni.



Slika 29: Dejanska raba zemljišč

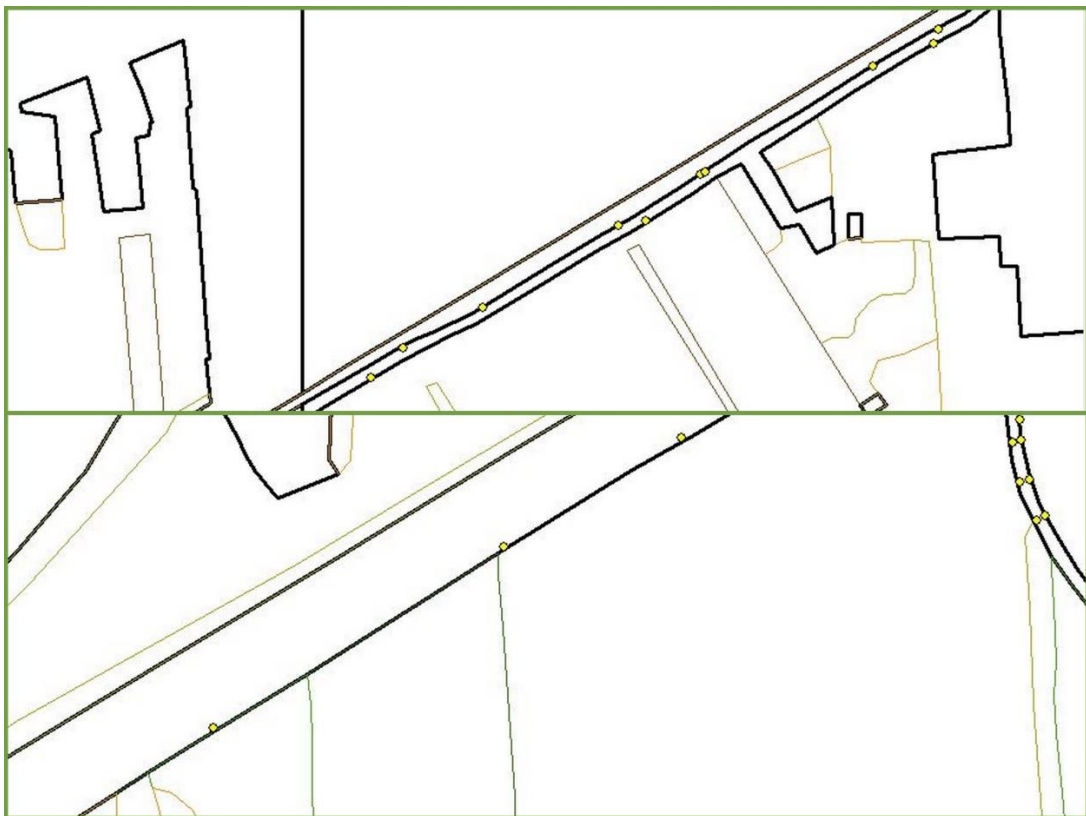


Slika 30: Spreminjanje dejanske rabe skozi čas.

Vir: <http://rkg.gov.si/GERK/viewer.jsp>

Na ostalih delih je primerjava terenske izmere z uradnimi evidencami dejanske rabe zemljišč pokazala podobna neskladja kot primerjava iz prejšnjega podpoglavja, kjer smo primerjali našo terensko izmero in zajem podatkov o rabi zemljišč z ortofota. Pri umetnih objektih oziroma cesti je prišlo do najmanjših odstopanj, medtem ko smo pri naravnih objektih opazili enake vzorce napak.

Na sliki 31 vidimo z odebeljeno črno barvo označena pozidana območja, kot so vodena v uradnih evidencah dejanske rabe. Z rumenimi oznakami so označene točke oziroma meja rabe ceste, ki smo jo izmerili na terenu. Kot je razvidno s slike, je skladnost naše terenske izmere in zajetih podatkov dejanske rabe s strani ministrstva na primeru ceste, visoka.



Slika 31: Primerjava metod zajema (cesta).

Slika 32 z odebeljeno rjavo barvo prikazuje območje njiv in drevesnih območij med njivami. Zelo dobro je vidno, da je prva njiva s strani ministrstva enako napačno zajeta, kot smo to storili sami (glej str. 26). Očitno je, da so se od časa zadnjega uradnega zajema dejanske rabe na tem območju kmetijske površine vsaj deloma spremenile.



Slika 32: Primerjava metod zajema (naravni objekti).

5 ZAKLJUČEK

Cilj diplomske naloge je bil ugotoviti, kako različne metode obravnavanja določenega problema privedejo do različnih rezultatov. Posebno pozornost smo posvetili vprašanju, kako zelo se meje rabe zemljišč razlikujejo glede na izbiro metode določitve teh mej (terenska izmera, zajem z ortofota). V ta namen smo izbrali območje, kjer smo izvedli meritve na terenu, nato pa smo za isto območje pridobili ortofoto zadnjega snemanja in iste meje rabe zemljišč še digitalno obdelali. Oba načina določitve položajev in linij smo primerjali, naknadno pa smo v primerjavo vključili še podatke iz uradnih evidencami dejanske rabe zemljišč. Rezultati so pokazali, da prihaja do določenih razhajanj.

Prvi razlog, ki privede do razlik, je vizualna interpretacija, ki se razlikuje glede na izbor metode dela. Izkazalo se je, da je na ortofotu umetne objekte (v našem primeru cesto) veliko lažje določiti kot naravne objekte (njiva, gozd, travnik). Cesta se namreč po barvi in svojem ravnem robu enostavno loči od objektov v naravi. Meje travnikov, njiv in gozdov je težje določiti zaradi težko določljivega roba meje rabe. Že več oseb na terenu lahko vsaka na svoj način interpretira, kje poteka rob zemljišča. Ko ob tem še dodamo interpretacijo z ortofota, so razlike popolnoma razumljive. Predvsem drevesa so zanimiv primer, saj na terenu lahko stopiš do debla drevesa, medtem ko se z ortofota vidijo samo krošnje dreves in je že zato predstava lahko napačna. Njive so v določenem letnem času porasle z različnimi kulturami, medtem ko na ortofotu v našem primeru tega ni. Tudi to je razlog za različno interpretacijo, kje poteka rob zemljišča. Ponekod na travnikih se trava zelo težko loči od svetlega grmičevja, tudi sence prispevajo svoje, in interpretacija je spet lahko popolnoma drugačna od tiste na terenu.

Drug, celo pomembnejši razlog pa je ta, da se pokritost tal skozi čas spreminja. Medtem ko umetni objekti načeloma ostanejo skozi daljše časovno obdobje enaki, to ne velja za kmetijska zemljišča in ostale narave objekte. Kmet lahko njivo vsako leto drugače orje, ponekod lahko sčasoma pride do večjega zaraščanja in spremembe rabe zemljišč, kar spet privede do drugačnih rezultatov, sploh če se ne uporabimo najbolj ažurnih ortofotov. Tako smo naleteli na primer, kjer smo na terenu zajeli njivo, ki pa je uradno zajeta kot barjanski travnik, saj so na ministrstvu pri zajemu očitno uporabili starejše ortofote, kjer je zdajšnja njiva res še bila travnik.

V nalogi smo z numeričnimi izračuni pokazali, da smo meje rabe umetnih objektov natančneje določili kot meje rabe naravnih zemljišč, saj je standardni odklon pri umetnih objektih približno petkrat manjši kot pri naravnih. Vendar velja poudariti, da je primera težko

enolično primerjati, saj se naravni objekti skozi čas hitreje spreminjajo in je verjetno problem ažurnosti večji kot pa problem določitve roba meje rabe zemljišča.

Zajem mej dejanske rabe zemljišč je zagotovo lažji, enostavnejši in hitrejši s pomočjo ortofota v primerjavo s terensko izmero. Problem pa je, da se pokritost tal oziroma zemljišča spreminjajo in to velikokrat hitreje kot pa se ažurira ortofoto. To pomeni, da tvegamo več napak v uradnih evidencah zemljišč. Rešitev bi lahko bila v pogostejši terenski kontroli, saj se po našem vedenju kontrolira približno 5–10 % vseh zemljišč. K boljši urejenosti uradne evidence lahko veliko prispevajo lastniki zemljišč, saj lahko spremembe sami javijo pristojnemu ministrstvu, ki jih po preverbi vnese v evidence.

VIRI

- [1] Lisec, A., Pišek, J., Drobne, S. 2012. Analiza primernosti evidence rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč za določanje sprememb rabe zemljišč na primeru pomurske statistične regije. *Acta geographic Slovenica* 53, 1, 71–90.
- [2] Občina Logatec. 2013. Dejanska raba in namenska raba zemljišč.
<http://www.logatec.si/index.php/novice-a-prireditve/novice/3266-dejanska-raba-in-namenska-raba-zemlji> (Pridobljeno, 17. 8. 2015.)
- [3] Pišek, J. 2012. Analiza spremembe rabe kmetijskih zemljišč v pomurski statistični regiji v obdobju 2000-2011. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba J. Pišek): str. 17–22.
- [4] Frichanson, B. Orthophotos.
<http://web.stcloudstate.edu/bfrichason/orthophotos.htm> (Pridobljeno, 12. 5. 2015.)
- [5] Forestry Nepal. 2014. Aerial Photo Interpretation.
<http://www.forestrynepal.org/notes/mensuration/inventory/aerial-photography/interpretation> (Pridobljeno, 10. 5. 2015.)
- [6] Kogoj, D., Stopar, B. 2009. Geodetska izmera: str. 21, 22.
http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni_izpiti/msgeo/Geodetska_izmera_2009.pdf (Pridobljeno, 20. 5. 2015.)
- [7] Kete, P., Berk, S. 2012. Stari in novi državni koordinatni sistem v Republiki Sloveniji ter koordinatni sistem zveze Nato. Geoprostorska podpora obrambnemu sistemu Republike Slovenije. Zbornik. Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije, Ljubljana, str. 259–279.
- [8] Ljubljansko Barje – Krajinski Park
<http://www.ljubljanskobarje.si/> (Pridobljeno, 10. 5. 2015.)
- [9] Vidic, A. 2011. Sodobni elektronski tahimetri in geodetska terestrična izmera. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 61–62.
- [10] Ingram, C. 2002. GPS For GIS Applications.
https://fs.ogm.utah.gov/pub/MINES/AMR_Related/NAAMLPGIS1/Ingram.pdf
 (Pridobljeno, 11. 5. 2015.)

[11] SitraNet 2.10.

<http://193.2.92.129/> (Pridobljeno, 30. 6. 2015.)