

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA KRAJINSKO ARHITEKTURO

Urša Kisovec

**MOŽNOSTI UPORABE GPS V KRAJINSKEM
NACRTOVANJU**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA KRAJINSKO ARHITEKTURO

Urša Kisovec

MOŽNOSTI UPORABE GPS V KRAJINSKEM NAČRTOVANJU

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

SOME APPLICATIONS OF GPS IN LANDSCAPE PLANNING

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija krajinske arhitekture. Opravljeno je bilo na Oddelku za krajinsko arhitekturo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za krajinsko arhitekturo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Janeza Marušiča in za somentorja doc. dr. Dušana Petroviča.

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednik: prof. dr. Davorin Gazvoda
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo
- Član: prof. dr. Janez Marušič
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo
- Član: doc. dr. Dušan Petrovič
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo
- Član: prof. dr. Karel Natek
Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Urša Kisovec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDV)

ŠD	Dn
DK	UDK 711.1:629.056.93(043.2)
KG	GNSS/GPS/metode GPS/prostorski podatki/ kartiranje/krajinsko načrtovanje
AV	KISOVEC, Urša
SA	MARUŠIČ, Janez (mentor)/PETROVIČ, Dušan (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo
LI	2007
IN	MOŽNOSTI UPORABE GPS V KRAJINSKEM NAČRTOVANJU
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XII, 79 str., 2 pregl., 41 sl., 5 pril., 46 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Reševanje prostorskih problemov je mogoče le z ustreznim naborom prostorskih podatkov obravnavanega območja. Te so v numerični ali grafični, analogni in digitalni obliki združeni v TKSS (Državni topografski-kartografski sistem). Če določene prostorske značilnosti v podatkih TKSS ni ali je zastarela, jo načrtovalec lahko zajame z GNSS (sistemom satelitskega določanja položaja). Med uporabniki je trenutno najbolj razširjen ameriški sistem GPS. Natančnost določenega položaja je odvisna od uporabljene opreme, izbire metode in motenj zaradi zunanjih vplivov. Diplomsko delo preverja uporabnost teh meritev v dveh vejah krajinskega načrtovanja, planiranju in oblikovanju ter posameznih fazah načrtovalskega postopka. Končni izdelek oblikovalske ravni je neposredno izvedljiv načrt urejanja manjših območij v merilu od 1 : 1 do 1 : 500. Natančnost vhodnih podatkov mora biti v centimetrskem razredu. Natančnost podatkov v planiranju je vezana na rastrski sistem. Celice so navadno velike nekaj metrov. Položaja ne moremo podati natančneje od velikosti celic rastra. Natančnost uporabljenih podatkov v planiranju je zato lahko nekajmeterska. Pregled literature na temo delovanja GNSS in njegovih posameznih sistemov ter obstoječih prostorskih podatkov služi kot teoretična osnova zajema podatkov z GPS sistemom. Na območju Ljubljana jug, E 23, lista 13 in 14 so bila z metodo absolutnega določanja položaja kartirana črna odlagališča. Natančnost izmer je 5-meterska. Model prednostne sanacije črnih odlagališč dokazuje uporabnost podatkov zajetih z GPS v planiranju. V Argentinskem parku je bila z enako metodo določanja položaja kartirana parkovna vegetacija. Visoka mestna gradnja je motila sprejem signalov navigacijskih satelitov. Natančnost izmer je okoli 10-meterska. Na posameznih delih parka določevanje položaja zaradi motenj ni bilo mogoče. Podatki niso primerni za nadaljno uporabo. Za pridobivanje podatkov v krajinskem oblikovanju bi morale biti meritve opravljene z drugačno opremo in takšno metodo določanja položaja, ki omogoča boljšo natančnost.

KEY WORD DOCUMENTATION (KWD)

DN Dn

DC UDC 711.1:629.056.93(043.2)

CX GNSS/GPS/GPS techniques/spatial data/ mapping/landscape planning

AU KISOVEC, Urša

AA MARUŠIČ, Janez (supervisor)/PETROVIČ, Dušan (co-supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Landscape Architecture

PY 2007

TI SOME APPLICATIONS OF GPS IN LANDSCAPE PLANNING

DT Graduation Thesis (University studies)

NO XII, 79 p., 2 tab., 41 fig., 5 ann., 46 ref.

LA sl

AL sl/en

AB Spatial planning problems can only be solved with adequate spatial data. TKSS (slov. *Državni topografski-kartografski sistem*) is slovenian state topographic and cartographic system which contains spatial data in numerical, graphical, digital and analogue form. When a certain spatial characteristic is missing in this system or is out of date a planner can capture it by using global navigation satellite system (GNSS). Out of 4 existent GNSS systems (American GPS, Russian GLONASS, European GALILEO and Chinese BeiDou), GPS is currently most applied by users worldwide. Precision of captured data depends on used equipment, choice of GPS survey method and external interference. This graduation thesis examines the application of spatial data captured with GPS point capturing in two different segments of landscape architecture, in landscape planning and landscape design. Final result in landscape design is a realizable plan of smaller areas at scales from 1: 1 to 1: 500. The precision of used data must be within a centimetre range. The precision of spatial data in landscape planning depends on size of the raster cells, which are usually a few meters large. Raster cells define position accuracy. When a raster cell is 5 meters by 5 meters large, a position can only be given within 5 meters precision. Literature review on GNSS and its individual systems is a theoretical foundation for field data capturing with GPS observations. An inventory of illegal garbage dumps (in the area of Ljubljana south, section E 23 13 and 14) was made with code – based positioning mode. The accuracy of captured data was approximately 5 meters. Captured spatial data is therefore suitable for further employment in landscape planning. The same positioning mode was used when capturing vegetation features in *Argentinski park*. The data precision was about 10 meters due to high buildings which caused interference with navigation satellites signals reception. In some parts of the park point positioning was even not possible. To obtain results that are proper for application in landscape design, data survey should be done with different equipment and a positioning technique that ensures a better precision.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDV)	III
Key word documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	IX
Kazalo slik	X
Kazalo prilog	XII
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 CILJI NALOGE	2
1.4 METODE DELA	2
2 GLOBALNI SATELITSKI NAVIGACIJSKI SISTEM	4
2.1 RAZVOJ SISTEMOV SATELITSKE NAVIGACIJE	4
2.2 DELOVANJE SISTEMOV SATELITSKE NAVIGACIJE	4
2.3 SISTEMI GNSS	5
2.4 GPS	6
2.4.1 Splošen opis sistema GPS	6
2.4.2 Zgradba sistema GPS	6
2.4.2.1 Vesoljski del sistema GPS	7
2.4.2.2 Nadzorni del sistema GPS	7
2.4.2.3 Uporabniški del sistema GPS	8
2.4.3 Signali satelitov	9
2.3.4 Merjenje razdalje	10
2.4.4.1 Kodni način merjenja razdalje	10
2.4.4.2 Fazni način merjenja razdalje	11

2.4.5 Točnost določitve položaja	12
2.4.6 Metode določanja položaja	12
2.4.6.1 Absolutna določitev položaja	13
2.4.6.2 Diferencialni GPS (DGPS)	14
2.4.6.3 Fazna relativna določitev položaja	15
2.4.6.4 Precizno določanje položaja (PPP)	16
2.4.7 Omrežja za izboljšanje natančnosti GPS meritev	16
2.4.7.1 Sistem WAAS	16
2.4.7.2 Sistem EGNOS	17
2.4.7.3 Omrežje SIGNAL	18
2.4.8 GPS sprejemniki	21
2.4.9 Kartiranje GPS izmer	22
2.4.9.1 Koordinatni sistem WGS 84 in državni koordinatni sistem	23
 2.5 GLONASS	 23
2.5.1 Splošen opis sistema GLONASS	23
2.5.2 Zgradba sistema GLONASS	24
2.5.2.1 Vesoljski del sistema GLONASS	24
2.5.2.2 Nadzorni del sistema GLONASS	24
2.5.2.3 Uporabniški del sistema GLONASS	25
 2.6 GALILEO	 25
2.6.1 Splošen opis sistema GALILEO	25
2.6.2 Interoperabilnost sistemov GPS in GALILEO	25
2.6.3 Zgradba sistema GALILEO	26
2.6.3.1 Globalni del	26
2.6.3.2 Regionalni in lokalni del	27
2.6.3.3 Uporabniški del	27
2.6.4 Uporabniške aplikacije	28
 2.7 BeiDou	 29
 2.8 MOŽNOSTI UPORABE SATELITSKEGA DOLOČANJA POLOŽAJA V PROSTORSKEM NAČRTOVANJU	 29
2.8.1 Načrtovalski postopek	31
 3 PRIDOBIVANJE PROSTORSKIH PODATKOV ZA POTREBE KRAJINSKEGA NAČRTOVANJA	 33
 3.1. KRAJINSKO NAČRTOVANJE	 33
3.1.2 Razmerje med krajinskim planiranjem in krajinskim oblikovanjem	33
 3.2 PROSTORSKI PODATKI	 34
 3.3 MOŽNOSTI PRIDOBIVANJA PROSTORSKIH PODATKOV V KRAJINSKEM NAČRTOVANJU	 36

3.4 OBSTOJEČI VIRI PROSTORSKIH PODATKOV	36
3.4.1 Državni topografsko-kartografski sistem	36
3.4.2 Temeljni topografski načrti	37
3.4.3 Državne topografske karte	38
3.4.3.1 Državna topografska karta 1 : 5 000	38
3.4.3.2 Državna topografska karta 1 : 25 000	39
3.4.3.2.1 Generalizirana kartografska baza	39
3.4.3.3 Državna topografska karta 1 : 50 000	40
3.4.4 Državne pregledne karte	40
3.4.5 Digitalni modeli višin	41
3.4.5.1 Interferometrični radarski digitalni model višin 25 x 25 m	41
3.4.5.2 Digitalni model višin 25 x 25 m	42
3.4.5.3 Interferometrični radarski digitalni model višin 100 x 100 m	42
3.4.5.4 Digitalni model reliefa Slovenije 12,5 m	43
3.4.6 Register zemljepisnih imen	43
3.4.7 Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture	44
3.4.8 Posnetki aerosnemanj	44
3.4.9 Ortofoto	46
3.4.10 Geodetski načrt	46
3.5 UPORABA KART V PROSTORSKEM NAČRTOVANJU	47
3.6 PRIDOBIVANJE PODATKOV Z GPS TEHNOLOGIJO	48
3.6.1 Oprema	48
3.6.2 Programski paket ArcPad	49
4 PRIDOBIVANJE PODATKOV ZA POTREBE KRAJINSKEGA PLANIRANJA NA PRIMERU KARTIRANJA ČRNIH ODLAGALIŠČ	50
4.1 POSTOPEK DELA	50
4.2 OBMOČJE OBDELAVE	50
4.3 OPREDELITEV ČRNIH ODLAGALIŠČ	51
4.3.1 Splošno o črnih odlagališčih	52
4.3.2 Vplivi črnih odlagališč	52
4.3.3 Vzroki neurejenega odlaganja odpadkov	53
4.3.4 Sanacija in preprečevanje nastajanja črnih odlagališč	53
4.4 KLASIFIKACIJA ČRNIH ODLAGALIŠČ	53
4.5 UGOTAVLJANJE LOKACIJ ČRNIH ODLAGALIŠČ	55
4.6 SISTEMATIČNO KARTIRANJE ČRNIH ODLAGALIŠČ Z GPS	57
4.6.1 Zajem lege črnih odlagališč	57
4.6.2 Popis podatkov	59

4.6.3 Natančnost izmer	60
4.7 REZULTATI	60
4.7.1 Odlagališča gospodinjskih odpadkov	60
4.7.2 Odlagališča kosovnega odpada	61
4.7.3 Odlagališča gradbenega materiala	62
4.7.4 Zanesljivost podatkov	63
4.8 SPLOŠNA RANLJIVOST OKOLJA ZA POJAVLJANJE ČRNIH ODLAGALIŠČ	63
4.9 PREDNOSTNA SANACIJA ČRNIH ODLAGALIŠČ	65
5 PRIDOBIVANJE PODATKOV ZA POTREBE KRAJINSKEGA OBLIKOVANJA NA PRIMERU KARTIRANJA VEGETACIJE ARGENTINSKEGA PARKA	67
5.1 OBMOČJE OBDELAVE	67
5.2 KARTIRANJE VEGETACIJE ARGENTINSKEGA PARKA Z GPS	67
5.2.1 Zajem lege vegetacije Argentinskega parka	67
5.2.2 Popis podatkov	67
5.3 REZULTATI	68
6 RAZPRAVE IN SKLEPI	70
6.1 POPIS PODATKOV NA TERENU	70
6.2 IZKUŠNJA SISTEMATIČNEGA KARTIRANJA	70
6.3 UGOTOVITVE	71
7 POVZETEK	73
8 VIRI	76
8.1 CITIRANI VIRI	76
ZAHVALA	
PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Razmerje med krajinskim planiranjem in krajinskim oblikovanjem	34
Preglednica 2:	Popisana črna odlagališča odpadkov	60

KAZALO SLIK

Slika 1:	Poenostavljen dvodimenzionalni prikaz določanja položaja sprejemnika (Juvančič, 2000: 163)	5
Slika 2:	Satelit GPS sistema (Kaplan in Hegerty, 2006: 7)	7
Slika 3:	Tirnice satelitov (Lipej, 1997: 52)	7
Slika 4:	Shema nadzornega dela GPS sistema	8
Slika 5:	Merjenje razdalje z neposrednim merjenjem časa (Juvančič, 2000: 162)	11
Slika 6:	Merjenje razdalje z merjenjem fazne razlike (Juvančič, 2000: 162)	11
Slika 7:	Shema absolutnega določanja položaja (Kozmus in Stopar, 2003a: 405)	13
Slika 8:	Shema delovanja DGPS (Kozmus in Stopar, 2003a: 407)	14
Slika 9:	Shema relativnega določanja položaja (Kozmus in Stopar, 2003a: 409)	16
Slika 10:	Shema določevanja položaja s pomočjo sistema WAAS (Kozmus in Stopar, 2003a: 406)	17
Slika 11:	Obseg delovanja sistema EGNOS (Kaplan in Hegarty, 2006: 11)	18
Slika 12:	Shema omrežja permanentnih postaj (Kozmus in Stopar, 2003b: 82)	19
Slika 13:	Omrežje permanentnih postaj SIGNAL (Naše storitve, 2006)	20
Slika 14:	Shema GPS sprejemnika (Ranfl, 2004: 11)	22
Slika 15:	Faze načrtovalskega postopka (prirejeno po Marušič, 2001)	31
Slika 16:	Tedenski urnik gibanja posameznika na opazovanem območju, oblikovan iz GPS položajev (Nielsen in sod., 2004: 6)	32
Slika 17:	Časovno zadrževanje posameznika na opazovanem območju (Nielsen in sod., 2004: 7)	32
Slika 18:	Vektorski in rastrski zapis (Kvamme in sod., 1997: 50)	36
Slika 19:	Sprejemnik Fujitsu-Siemens Pocket LOOX s programsko opremo ArcPad	49
Slika 20:	Posamezne faze postopka pridobivanja podatkov na primeru kartiranja črnih odlagališč	50
Slika 21:	Območje obdelave (pogled z Izanske ceste proti Črni vasi)	51
Slika 22:	Točkovna oblika odlagališča gospodinjskih odpadkov	54
Slika 23:	Linijaska oblika odlagališča gospodinjskih odpadkov	54
Slika 24:	Ploskovna oblika odlagališča gospodinjskih odpadkov	54
Slika 25:	Točkovna oblika odlagališča gradbenega materiala	55
Slika 26:	Linijaska odlagališča gradbenega materiala	55
Slika 27:	Ploskovna odlagališča gradbenega materiala	55
Slika 28:	Točkovna oblika odlagališča kosovnega odpada	55
Slika 29:	Linijaska oblika odlagališča kosovnega odpada	55
Slika 30:	Ploskovna oblika odlagališča kosovnega odpada	55
Slika 31:	Možne lokacije črnih odlagališč	57
Slika 32:	Sistem poti na območju popisa	58
Slika 33:	Novonastalo odlagališče kosovnega materiala	62
Slika 34:	Novonastalo odlagališče kosovnega materiala	62

Slika 35:	Nasutje gradbenega materiala za utrjevanje tal	62
Slika 36:	Nasutje za utrjevanje tal, kjer je gradbeni material pomešan s kosovnim odpadom	62
Slika 37:	Model ranljivosti okolja	64
Slika 38:	Model prednostne sanacije črnih odlagališč	66
Slika 39:	Argentinski park (pogled na Puharjevo, Župančičevo in Slovensko ulico)	67
Slika 40:	Rezultat meritev vegetacije in zelenih površin	69
Slika 41:	Dejansko stanje vegetacije Argentinskega parka (Kranjc, 2004: 49)	69

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Meritev kontrolnih točk
- Priloga B: Karta črnih odlagališč (Ljubljana jug, E23, list 13)
- Priloga C: Karta črnih odlagališč (Ljubljana jug, E23, list 14)
- Priloga D: Uporabljeni podatki za model splošne ranljivosti okolja za pojavljanje črnih odlagališč
- Priloga E: Uporabljeni podatki za model prednostne sanacije odlagališč

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Danes reševanje prostorskih problemov večinoma poteka z računalniško podprtim okoljskim načrtovanjem. V pomoč pri tem so geografski informacijski sistemi (GIS), v osnovi katerih so ustrezni podatki obravnavanega območja. Načrtovalec ima na voljo dva načina pridobivanja podatkov. Lahko jih pridobi iz že obstoječih virov različnih ponudnikov ali pa jih ročno zajame sam. Obstoječi podatki so lahko dostikrat vsebinsko neustrezni za reševanje določenega problema. Zato je nujno, da zna načrtovalec na terenu sam zajeti podatke, ki jih potrebuje, in jih spraviti v ustrezno digitalno obliko.

Če posameznih prostorskih značilnosti ne moremo poiskati na dosegljivih zapisih prostora: zemljevidih, letalskih ali satelitskih posnetkih, bazah topografskih in drugih podatkov, lahko podatke zajamemo (tudi) z globalnimi navigacijskimi satelitskimi sistemi (GNSS). Metode satelitskega pozicioniranja omogočajo hitrejšo pridobivanje in posodabljanje podatkov, za kar so potrebni ustrezen sprejemnik, programska oprema za obdelavo izmer in usposobljen operater.

Prednost določanja položaja z GNSS v krajinskem načrtovanju je zajemanje podatkov, potrebnih za reševanje specifičnega prostorskega problema, hitrejši zajem in obdelava podatkov. Vprašanja, ki se ob tem pojavijo, so:

- Ali je določanje položaja z GNSS ustrezna metoda pridobivanja podatkov v krajinskem načrtovanju?
- Kakšna je potrebna natančnost podatkov za potrebe krajinskega planiranja v merilih od 1 : 1000 do 1 : 50 000?
- Kako natančni morajo biti podatki za potrebe krajinskega oblikovanja v merilih od 1 : 1 do 1 : 500?

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

GNSS je sistem za določanje položaja s pomočjo satelitov, ki uporabniku omogoča hitrejši terenski zajem podatkov in njihovo enostavno pretvorbo v digitalno obliko. Načrtovalec zbere le tiste podatke, za katere meni, da jih bo potreboval.

Naloga izhaja iz predpostavke, da je uporabnost podatkov, pridobljenih z GNSS, odvisna od metode določanja položaja, kakovosti uporabljene opreme in ravni načrtovanja, kjer so podatki uporabljeni.

Rezultati meritev, opravljenih s sprejemniki, ki omogočajo kodni način določanja položaja in metodo absolutnega določanja položaja, so primerni za prostorske probleme, ki se jih lahko rešuje v manjših merilih z manjšo natančnostjo, torej za probleme krajinskega planiranja. Natančnost podatkov v planiranju je vezana na uporabo rastrskega sistema, ki je grajen iz celic velikosti nekaj metrov. Sprejemniki, namenjeni široki, splošni uporabi, imajo zaradi različnih pogreškov, ki vplivajo na merjenja, nekajmetrsko natančnost. Natančnost centimetrskega ali milimetrskega razreda, ki jo dosežemo z boljšo opremo ali metodo izmere, zaradi velikosti celice rastrskih podatkov ni potrebna.

Nekajmetrska natančnost pa ne zadošča potrebam krajinskega oblikovanja. Rešitev oblikovalskega problema je neposredno izvedljiv načrt urejanja manjših območij v merilu od 1 : 1 do 1 : 500. Delo v tem segmentu zahteva centimetrsko natančnost. Ta je dosegljiva z drugačnimi sprejemniki in drugačnimi metodami izmere.

1.3 CILJI NALOGE

Cilji naloge so naslednji:

- spoznati razvoj, tehnologijo in delovanje sistemov satelitskega določanja položaja GNSS,
- izbira GPS opreme, ki je potrebna za terensko zajemanje podatkov (GPS sprejemnik in programska oprema za obdelavo rezultatov),
- preveriti, v katerih fazah načrtovalskega postopka si načrtovalec lahko pomaga z rezultati GPS izmere,
- pregled obstoječih razpoložljivih virov prostorskih podatkov,
- primerjava zajema podatkov na terenu z GPS sistemom in pridobivanja podatkov iz obstoječih razpoložljivih virov,
- obdelava zajetih podatkov in primerjava rezultatov,
- reševanje določenega prostorskega problema z uporabo obdelanih podatkov.

1.4 METODE DELA

Za dosego ciljev naloge so bile uporabljene naslednje metode:

- pregled literature o GNSS sistemih satelitske navigacije, njihova delovanja in možnosti uporabe,
- pregled literature o obstoječih prostorskih podatkih,
- pregled ponudbe GPS opreme,

- terenski zajem podatkov s pomočjo GNSS tehnologije in zajem iz obstoječih razpoložljivih virov,
- prenos in obdelava izmer v računalniškem okolju,
- uporaba pridobljenih podatkov v postopku reševanja določenega prostorskega problema.

2 GLOBALNI SATELITSKI NAVIGACIJSKI SISTEM

Kratica **GNSS** (angl. **G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystem) pomeni globalni satelitski navigacijski sistem.

2.1 RAZVOJ SISTEMOV SATELITSKE NAVIGACIJE

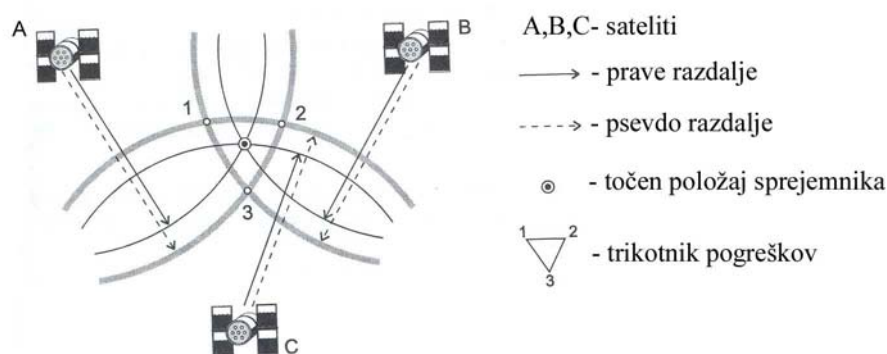
Začetki sistemov satelitskega določanja položaja segajo v leto 1957, ko so izstrelili prvi Zemljin umetni satelit Sputnik. Znanstveniki so določevali njegovo pozicijo z merjenjem frekvence radijskih signalov oddajnika na satelitu, in ugotovili, da bi proces lahko deloval tudi obratno. Posameznik bi lahko določil svoj položaj na zemeljski obli, če bi lahko bral signale iz satelita in bi hkrati poznal natančen položaj satelita. Praktično so se pričeli uporabljati sateliti v letu 1964 pri navigaciji ladij, leta 1970 pa tudi pri geodetskih meritvah (Juvančič, 2000: 160). Osnova prvega sistema so bili sateliti tipa TRANSIT in NOVA. TRANSIT sistem je za delovanje potreboval signale le enega satelita. Branje položaja je potekalo s 45-minutnimi intervali, objekti pa so morali medtem mirovati. Današnje sisteme za določanje položaja točk na Zemljinem površju s pomočjo satelitske tehnologije so pričeli razvijati leta 1973 kot nadaljevanje sistema TRANSIT (Juvančič, 2000: 160).

2.2 DELOVANJE SISTEMOV SATELITSKE NAVIGACIJE

Osnovno načelo delovanja sistemov satelitskega določanja položaja je določitev razdalj do satelitov, ki z natančno znanim položajem služijo kot referenčne točke. Sprejemnik razdaljo določi na osnovi časa in hitrosti potovanja signala, ki ga satelit oddaja, do sprejemnika.

Za določitev položaja so potrebne štiri bazne točke. Razdalja od satelita do sprejemnika tvori navidezno kroglo, položaj sprejemnika je lahko kjerkoli na njej. S tremi znanimi razdaljami pa se položaj sprejemnika določi s prostorskim ločnim presekom.

Zaradi pogreška časovnega izvora (nenatančno izmerjenega časa) so določene razdalje psevdorazdalje. Preseki površin treh krogel, določenih iz psevdorazdalj, se ne sekajo v eni točki, temveč tvorijo sferni trikotnik pogreškov (Juvančič, 2000: 162), središče katerega je dejanski položaj sprejemnika. Ker se psevdorazdalje določajo s pomočjo razlike urinih stanj v satelitu in sprejemniku, se pojavi pri izračunu čas kot četrta neznanka (Juvančič, 2000: 162).



Slika 1: Poenostavljen dvodimenzionalni prikaz določanja položaja sprejemnika (Juvančič, 2000: 163)

Sprejemnik mora imeti zato na voljo štiri meritve, da lahko reši enačbo s štirimi neznankami, ki so x , y , z , t . Matematično gledano potrebujemo za določitev položaja le tri satelite; četrtega potrebujemo za odpravo tehničnih napak.

2.3 SISTEMI GNSS

Sistemi satelitske navigacije so sistemi, ki s pomočjo sinhroniziranega delovanja satelitov uporabnikom omogočajo določanje časa in položaja pojavov ter objektov na Zemlji in v njeni bližini (Ranfl, 2004: 5).

Obstoječi sistemi GNSS so:

- **ameriški GPS** (angl. **G**lobal **P**ositioning **S**ystem),
- **ruski GLONASS** (rus. **G**lobal'naja **N**avigacionnaja **S**putnikovaja **S**istema),
- **evropski GALILEO** in
- **kitajski BeiDou**.

Združene države Amerike imajo monopol nad sistemom GPS. Ruske oblasti sistem GLONASS zaradi slabih političnih in ekonomskih razmer niso vzdrževale, zaradi česar je sistem postal skoraj neuporaben ter potreben prenove (Kaplan in Hegarty, 2006: 9). Kot tak ne predstavlja prave konkurence GPS. Evropski sistem GALILEO in kitajski BeiDou pa sta še v fazi izgradnje. V nalogi bom zato podrobneje opisala zgradbo in delovanje ameriškega GPS, ki je trenutno med uporabniki najbolj razširjen, čeprav sta osnovna zgradba in princip delovanja vseh štirih sistemov enaka. Glavna razlika med sistemi je njihova namembnost. Medtem ko so bili ameriški, ruski in kitajski sistemi zasnovani za vojaške potrebe, je evropski GALILEO prednostno namenjen civilnemu uporabniku.

Sistemi satelitske navigacije se neprenehoma razvijajo in spreminjajo. Navedeni podatki so podatki, ki so bili veljavni v času pisanja naloge.

2.4 GPS

2.4.1 Splošen opis sistema GPS

Globalni položajni sistem (angl. **Global Positioning System**) ali krajše GPS je sistem za določanje položaja objektov in pojavov na Zemlji ter v njeni bližini, ki temelji na uporabi vesoljske radijske navigacije, v širšem pomenu besede pa kratica GPS pomeni standardno storitev določanja položaja, odprto storitev (ali prihodnje civilne storitve), ki jih vlada ZDA zagotavlja za civilno uporabo (Zakon o ratifikaciji ..., 2006). Sistem deluje na principu določevanja razdalje med sprejemnikom in sateliti, ki z natančno znanim položajem služijo kot referenčne točke.

Sistem GPS je zasnovala ameriška vojska za čim bolj natančno določitev koordinat položaja premikajočih se sprejemnikov. Za vojaške uporabnike je bil GPS del taktičnega obrambnega sistema. Zato so si le-ti prizadevali preprečiti širšo uporabo najboljše navigacijske natančnosti in dostop do celotnega sistema (Lipej, 1997: 50). Ameriško obrambno ministrstvo še vedno razvija in vzdržuje položajni sistem, vendar ima ta danes precej širši krog uporabnikov. Prvi civilni uporabniki GPS so bili geodeti (Lipej, 1997: 50), kasneje pa se je uporaba razširila še na druga področja človekovega delovanja (policija, reševalci, mornarji, arheologi itd.). Uporaba storitev globalnega položajnega sistema je brezplačna, treba je imeti le GPS sprejemnik. Zmanjševanje cen tehnoloških izdelkov je privedlo do popularizacije GPS med civilnim prebivalstvom, ki ga uporablja predvsem za navigacijo v prostoru. Sistem GPS omogoča neprekinjeno določanje položaja, kjerkoli na zemeljski obli, v vsakršnih vremenskih razmerah (Letham, 1998: 3).

Uporaba sistema GPS je mogoča na različnih področjih (Ranfl, 2004: 2):

- navigacija na kopnem, morju in v zraku,
- geodetske meritve,
- kartiranje (GIS),
- geofizikalne meritve,
- rekreacija ter
- zagotavljanje in prenos podatka o točnem času.

Ker je sistem v osnovi namenjen vojaški uporabi, ima kar nekaj pomanjkljivosti z vidika civilnega uporabnika. Velika pomanjkljivost sistema je njegova nezanesljivost.

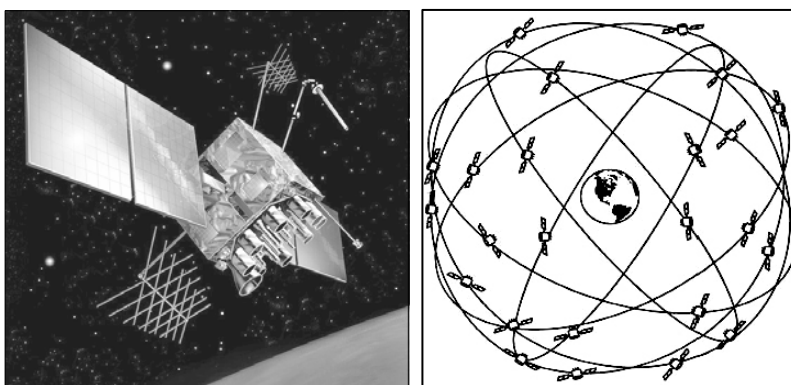
2.4.2 Zgradba sistema GPS

GPS sestavljajo trije deli: **vesoljski**, **kontrolni** in **uporabniški** (Lipej, 1997: 54).

2.4.2.1 Vesoljski del sistema GPS

Vesoljski segment sistema GPS predstavlja 28 umetnih satelitov, 24 delujočih in 4 rezervni. Sateliti na Zemljo pošiljajo sinhronizirane časovne signale, podatke o svojem položaju in ostale informacije, potrebne za izvajanje meritev (stanje satelita, stanje atmosfere ipd.).

Umetni sateliti so porazdeljeni na 6 orbitalnih ravninah ali tirnicah, na višini 20.200 km. Naklon tirnic glede na ekvatorsko ravnino znaša 55° . Satelit potrebuje 11 ur in 58 minut, da zaokroži okrog Zemlje, kar pomeni, da jo zaokroži dvakrat dnevno, pri tem je viden največ 5 ur (Lipej, 1997: 54).



Sliki 2, 3: Satelit GPS sistema (Kaplan in Hegerty, 2006: 7) in tirnice satelitov (Lipej, 1997: 52)

Ena od najpomembnejših lastnosti GPS je izredno natančno merjenje časa. GPS sistemski čas je svetovni standardni atomski čas, ki je natančno usklajen z UTC-jem (Universal Time Coordinated) oziroma časom Greenwich (Lipej, 1997: 55). Zato ima vsak satelit vgrajene 4 sinhronizirane atomske ure, ki jih kontrolira nadzorni del GPS sistema.

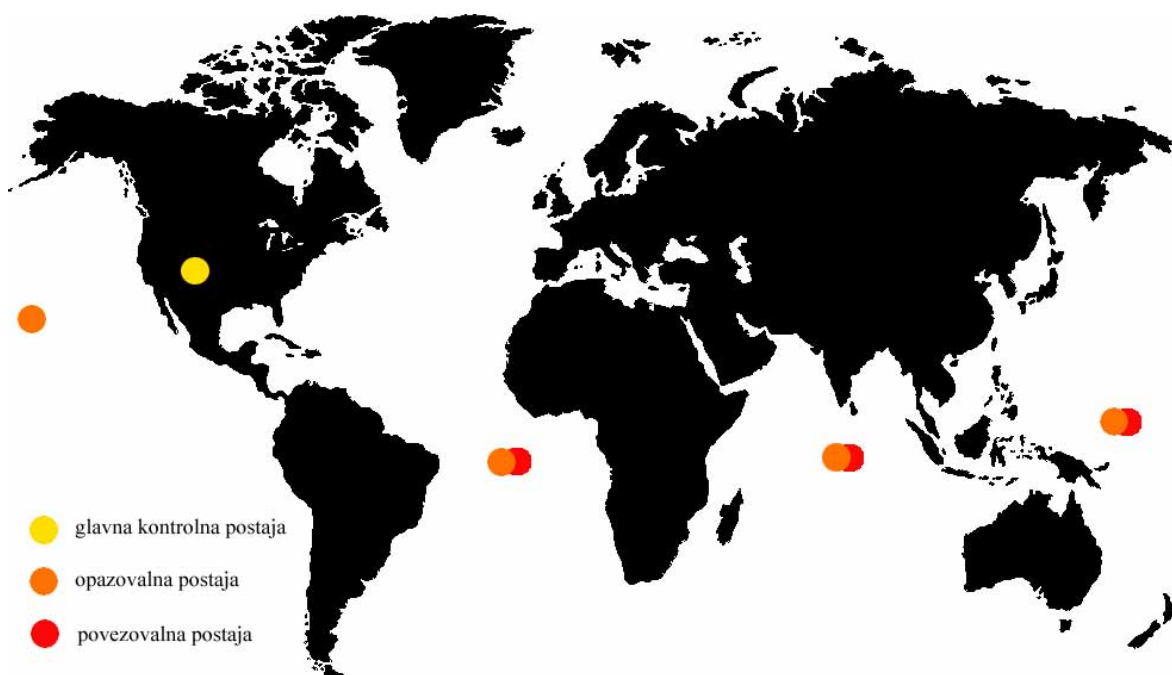
Položaj satelitov v vesolju je vedno natančno znan in je osnova GPS sistema.

2.4.2.2 Nadzorni del sistema GPS

Nadzorni del sestavljajo:

- **glavna kontrolna postaja** (Master Control Station) v mestu Colorado Springs v zvezni državi Kolorado, ZDA,

- **4 opazovalne postaje**, ki so pozicionirane v bližini ekvatorja (Havajski otoki, otok Diego Garcia v Indijskem oceanu, otok Kwajalein v južnem Pacifiku in atlantski otok Ascension) in
- **3 povezovalne postaje** na otokih Diego Garcia, Kwajalein in Ascension.



Slika 4: Shema nadzornega dela GPS sistema

Glavne operative naloge, ki se izvajajo, so: nadzor, sledenje satelitov za določanje (izračun) tirnic in parametrov ur, napovedovanje modeliranja, sinhronizacija časa satelitov ter prenos podatkovnih sporočil satelitom (Lipej, 1997: 54). Kontrolne postaje nadzorujejo satelite z merjenjem razdalje v časovnih intervalih 1,5 sekunde. Podatke pošiljajo v glavno kontrolno postajo, kjer odločajo o tem, ali je treba spremeniti položaj posameznega satelita. Glavna postaja posreduje podatke povezovalnim postajam, te pa jih pošljejo nazaj satelitom. Satelit sprejete podatke o svojem trenutnem položaju in stanju atomske ure oddaja naprej uporabnikom (Juvančič, 2000: 161).

2.4.2.3 Uporabniški del sistema GPS

Uporabniški segment sestavljajo uporabniški sprejemniki GPS sistema. Ti opazujejo in shranjujejo sprejeti signal, na osnovi katerega določajo svoj položaj, hitrost gibanja in pridobivajo podatek o času (Rožič, 2003: 7). GPS sistem omogoča sočasno sprejemanje satelitskih signalov neomejenemu številu uporabnikov.

Uporabniški del sestavljata dve podskupini uporabnikov, vojaški in civilni. Na voljo imamo dva nivoja uporabe sistema GPS (Ranfl, 2004: 3):

- **Precise Positioning Service (PPS)** in
- **Standard Positioning Service (SPS).**

PPS nivo omogoča dostop do celotne vsebine navigacijskega sporočila in je namenjen le pooblaščenim, vojaškim uporabnikom. Civilni uporabi pa je dostopen nivo SPS, ki ima omejen dostop do vsebine satelitskega signala.

2.4.3 Signali satelitov

GPS signal je sestavljen iz dveh nosilnih frekvenc. Frekvenca **L1** (1575,42 MHz) omogoča grobo navigacijo za manj zahtevne uporabnike. Frekvenca **L2** (1227,60 MHz) pa omogoča popravljanje ionosferskih napak in posledično bolj natančno navigacijo, namenjeno specialnim potrebam.

Satelitove signale gradijo kode. Kodo si lahko predstavljamo kot nosilca informacij (Rožič, 2003: 12). V osnovi ločimo 3 kode (Rožič, 2003: 12):

- **P** kodo,
- **C/A** kodo in
- **navigacijsko kodo.**

Signal L1 sestavljata dve kodi. Prva je C/A (angl. Coarse/Acquisition) koda, ki je lastna vsakemu satelitu in predstavlja osnovo za civilni GPS. Koda C/A omogoča začetno sinhronizacijo in grobo navigacijo za manj zahtevne uporabnike. Druga je P koda (angl. Precision), ki se tedensko spreminja, je prav tako lastna posameznemu satelitu, predstavlja pa osnovo vojaškemu GPS. Namenjena je popravljanju ionosferskih pogreškov, kar omogoča natančnejšo navigacijo. Signal L2 modulira le P koda. Signali prenašajo še podatke o natančnih tirnicah satelitov oz. efemeride in informacijo o približnem položaju vseh GPS satelitov ali almanah, na njegovi osnovi pa sprejemnik ugotovi, kateri sateliti so trenutno vidni.

2.3.4 Merjenje razdalje

Avtorja Kozmus in Stopar (2003) navajata dva načina za določitev razdalj med sateliti in sprejemnikom:

- **kodni način** (neposredno merjenje časa) in
- **fazni način** (merjenje fazne razlike nosilnega valovanja).

2.4.4.1 Kodni način merjenja razdalje

Razdalje se izračunajo iz hitrosti in časa potovanja signala od satelita do sprejemnika. Razdalja od sprejemnika do satelita je po splošni definiciji časovni interval (Δt), pomnožen s hitrostjo radijskih valov, tj. 300.000 km/s (Juvančič, 2000: 162).

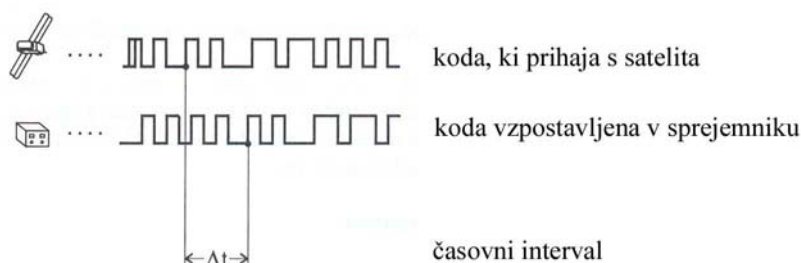
$$d = c \times \Delta t \quad \dots(1)$$

Določitev časovnega intervala temelji na korelaciji kode, oddane s satelita, kode, sprejete s sprejemnikom, ter kode, generirane v GPS sprejemniku (Ranfl, 2004: 4). GPS sprejemniki in sateliti generirajo enako psevdo naključno kodo. S primerjanjem vzorca obeh oddanih kod sprejemnik ugotovi časovni interval oziroma ugotovi, koliko časa je potoval oddani signal. Da je primerjava kod možna, morata biti satelit in sprejemnik sinhrona. Sprejemnik nato z množenjem dobljenega časa s hitrostjo potovanja elektromagnetnih valov izračuna razdaljo do satelita.

Velika hitrost potovanja radijskih valov zahteva zelo natančno merjenje časa, saj že napaka 1 μ s pomeni 300 metrov napake pri določanju položaja. Sateliti imajo vgrajene izjemno natančne atomske ure¹, katere stalno spremlja nadzorni del sistema in jim ob morebitnih netočnostih pošilja popravke. Iz ekonomičnih razlogov so GPS sprejemniki opremljeni s cenejšimi in manj točnimi elektronskimi urami. Razdalje, ki jih sprejemnik izračuna iz časa potovanja signala, niso prave razdalje, so psevdorazdalje, ki vsebujejo časovne napake. Zato je potrebna še četrta meritev, ki s ponovno sinhronizacijo ur odpravi časovne napake prejšnjih meritev. Ker je vzrok napake v elektronski uri sprejemnika, prične mikroprocesor odšteti ali prišteti od vseh izmerjenih časov enak časovni interval (Juvančič, 2000: 163). S tem se spreminjajo dolžine psevdorazdalj toliko časa, dokler izračun ne pokaže, da se vse štiri razdalje sekajo v eni točki (Juvančič, 2000: 163).

¹ Atomska ura je izredno natančna naprava za merjenje časa, ki določa točen čas s pomočjo resonance atomske frekvence. Lastna nihanja plinskih atomov in molekul z ok. 3.10 Hz uporabljajo za vzdrževanje stalne frekvence elektronskih oddajnikov. Oddajnik poganja z ojačevalnikom sinhronski motor, ki suče kazalce (Leksikon. ..., 1976: 49).

V času branja položaja morajo biti vidni vsaj štiri sateliti, sprejemnik pa mora imeti vsaj štiri kanale, da jih lahko hkrati spremlja.

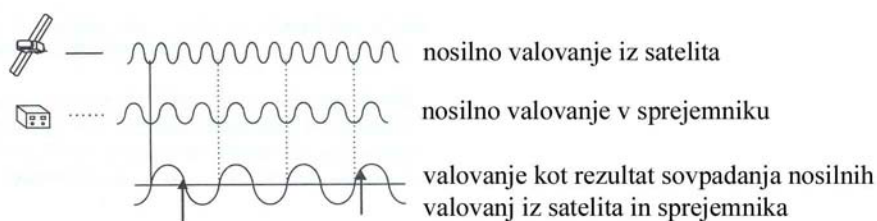


Slika 5: Merjenje razdalje z neposrednim merjenjem časa (Juvančič, 2000: 162)

2.4.4.2 Fazni način merjenja razdalje

Določanje razdalje z merjenjem fazne razlike nosilnega vala temelji na določanju števila celih valov, ki jih vsebuje razdalja med satelitom in sprejemnikom (Juvančič, 2000: 162).

Gre za primerjavo faze sprejetega in v sprejemniku vzpostavljenega valovanja. Če prihajajo signali iz satelita do sprejemnika nemoteno, se število celih valov ne spremeni. Kakor hitro nastane prekinitev v procesu merjenja, se spremeni fazna razlika oziroma število celih valov (Juvančič, 2000: 162). Razdaljo med satelitom in sprejemnikom lahko torej pridobimo, če poznamo valovno dolžino valovanja, število celih valov med satelitom in sprejemnikom, del faze valovanja na oddajniku v trenutku oddaje ter del faze na sprejemniku v trenutku sprejema signala (Ranfl, 2004: 9). Računanje se opravi avtomatično v centralni enoti GPS sprejemnika (Juvančič, 2000: 162).



Slika 6: Merjenje razdalje z merjenjem fazne razlike (Juvančič, 2000: 162)

2.4.5 Točnost določitve položaja

Točnost določitve položaja na osnovi opazovanj GPS je odvisna od številnih vplivov (Kozmus in Stopar, 2003a: 404). Rožič (2003) omenja tri skupine pogreškov, ki vplivajo na GPS opazovanja:

- vplivi z izvorom v satelitih (pogreški tirnic satelitov in atomskih ur),
- vplivi z izvorom v mediju, po katerem signal potuje (vplivi ionosfere in atmosfere na hitrost potovanja radijskih elektromagnetnih valov) in
- vplivi z izvorom v sprejemniku (odboji signalov z objektov in pojavov z odbojno površino, kot so jezera, okna ipd.).

Na natančnost meritev vpliva tudi geometrija satelitov, ki jih sprejemnik lahko spremlja. Merilo vpliva položaja satelitov je podano s faktorjem DOP (angl. **D**ilution **O**f **P**recision). Kaplan in Hegarty (2006) naštevata 5 različnih DOP faktorjev:

- GDOP faktor (angl. **G**eometric **D**ilution **O**f **P**recision),
- PDOP faktor (angl. **P**osition **D**ilution **O**f **P**recision),
- VDOP faktor (angl. **V**ertical **D**ilution **O**f **P**recision),
- TDOP faktor (angl. **T**ime **D**ilution **O**f **P**recision) in
- HDOP faktor (angl. **H**orizontal **D**ilution **O**f **P**recision).

Ameriško obrambno ministrstvo je do leta 2000 z mehanizmom omejene dostopnosti S/A (angl. **S**elective **A**vailability) namerno zmanjševalo točnost določanja položaja zaradi sovražnih sil in terorističnih napadov. Natančnost pa še vedno zmanjšujejo z A-S (**A**nti **S**poofing) načinom², ki omogoča dostop do celotne vsebine signala le pooblaščenim uporabnikom.

Vpliv pogreškov na GPS opazovanja se lahko zmanjša s primerno izbiro metode opazovanja in izbire opreme. Natančnost in zanesljivost sta odvisni tudi od kakovosti GPS sprejemnika (Ranfl, 2004: 3).

2.4.6 Metode določanja položaja

Točkam na Zemljinem površju lahko določimo **absolutni** ali **relativni položaj**. Pri absolutnem načinu določamo položaj posamezne točke v realnem času v svetovnem

² A-S (Anti Spoofing) je kodiranje P koda v Y kodo. S tem onemogočajo dostop do celotne vsebine satelitovega signala, saj kodo Y lahko dekodirajo le pooblašчени uporabniki, to so ameriška vojska in zavezniki.

geodetskem sistemu **WGS 84** (Juvančič, 2000: 161). Pri relativni metodi določamo medsebojni položaj dveh ali več točk (Juvančič, 2000: 161). Položaj točk določimo na osnovi kodnih in faznih opazovanj.

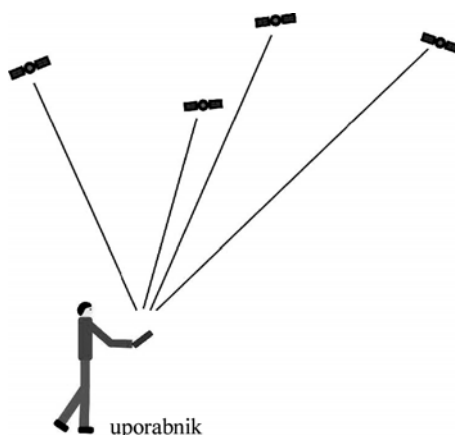
Obstajajo različne metode določanja položaja z GPS sistemom. Med seboj se razlikujejo po natančnosti rezultatov meritev in vrsti uporabljene opreme. Po Kozmusu in Stoparju (2003) poznamo štiri metode, in sicer:

- **absolutna določitev položaja,**
- **diferencialni GPS,**
- **fazna relativna določitev položaja in**
- **precizno določanje položaja.**

2.4.6.1 Absolutna določitev položaja

Absolutna določitev položaja je najmanj natančna metoda. Opazovanja se izvajajo s samostojnim sprejemnikom, ki položaj določi na podlagi psevdorazdalj med satelitom in sprejemnikom. S to metodo je dosežena 10-metrška položajna in 20-metrška višinska natančnost, ki se lahko izboljša s pomočjo WAAS tehnologije³.

Rezultati te metode so primerni za navigacijo vozil in popotnikov, v navtiki, v turizmu, za mnoga GIS orodja in vse ostale uporabnike, ki jim ustreza ta stopnja natančnosti.



Slika 7: Shema absolutnega določanja položaja (Kozmus in Stopar, 2003a: 405)

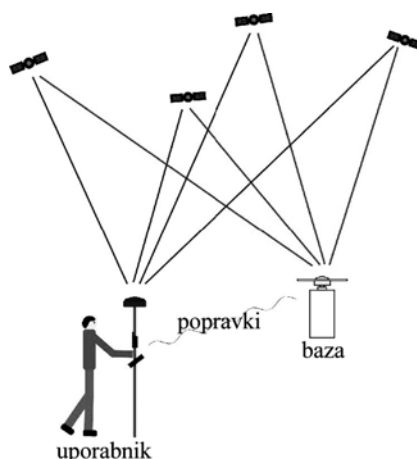
³ Opisana v poglavju Omrežja za izboljšanje natančnosti GPS meritev.

2.4.6.2 Diferencialni GPS (DGPS)

Pri metodi DGPS (angl. **D**ifferential **G**PS) se položaj določa z dvema ali več sprejemniki hkrati, ki niso oddaljeni več kot 100 km in spremljajo iste satelite ter zato določajo svoje položaje z vplivom enakih napak.

Referenčni sprejemnik stoji na znani, bazni točki in zaradi svoje pozicije pozna natančne razdalje do satelitov. Drugi sprejemniki so premični in določajo položaj neznanih točk. Referenčni sprejemnik iz razlik med branim položajem in znanim položajem bazne točke določi odstopanja in nato izračuna popravke psevdorazdalj. Popravki so razlike med pravilnimi in merjenimi razdaljami. Zaradi podobnih vplivov na opazovanja obeh sprejemnikov se popravki psevdorazdalj, izračunani na baznem stojišču, upoštevajo kot popravki merjenih psevdorazdalj na premičnem sprejemniku (Kozmus in Stopar, 2003a: 407). Popravki se lahko računajo in upoštevajo z naknadno obdelavo opazovanj ali pa sproti, v realnem času, s sprejemanjem popravkov prek vzpostavljene podatkovne povezave RTCM (angl. **R**adio **T**echnical **C**ommission **F**or **M**aritime **S**ervices) z referenčnim sprejemnikom ali bližnjo permanentno postajo GPS⁴.

Natančnost rezultatov metode DGPS variira od nekaj metrov do manj kot enega metra, pri tem je višina določena dvakrat slabše kot horizontalni položaj. Na rezultate vpliva oddaljenost med sprejemniki, večja oddaljenost pomeni slabšo natančnost. Metoda je primerna za kartografske in GIS izmere, za nadzor prometa ipd.



Slika 8: Shema delovanja DGPS (Kozmus in Stopar, 2003a: 407)

⁴ Opisano v poglavju Omrežja za izboljšanje natančnosti GPS meritev.

2.4.6.3 Fazna relativna določitev položaja

Relativno določanje položaja uporabljamo, kadar potrebujemo meritve z večjo natančnostjo (Ranfl, 2004: 23).

Statična metoda fazne relativne določitve položaja je klasična izvedba relativne izmere za namen določitve položaja ene ali več točk (Kozmus in Stopar, 2003a). Več sprejemnikov hkrati istočasno izvaja opazovanja na izbranih točkah. Statični mora biti v relativni bližini drugega, mobilnega sprejemnika. Ker se statični sprejemnik nahaja na točki z znanimi koordinatami, lahko odstranimo določene vplive na GPS opazovanja (Ranfl, 2004: 8). Opazovana količina v primerih faznih opazovanj je fazna razlika med fazo valovanja, oddano s satelita, in fazo valovanja, ki se generira v sprejemniku (Ranfl, 2004: 8). Razdalja med sprejemniki tudi pri tej metodi vpliva na natančnost rezultatov. Najboljši rezultati so pri razdalji do 10 km. Čas opazovanj je odvisen od zahtevane natančnosti, geometrije satelitov in trenutnih merskih pogojev, izvajajo pa se tudi meritve meteoroloških parametrov. Večja natančnost je zagotovljena z izvajanjem opazovanj v več serijah.

Kinematični način fazne določitve položaja je podoben metodi DGPS, le da se tu ne računa popravkov psevdorazdalj, ampak izračun relativnega položaja temelji na določitvi baznega vektorja⁵ med referenčnim in premičnim sprejemnikom (Kozmus in Stopar, 2003a: 409). Referenčni sprejemnik lahko zamenja stalna referenčna postaja⁶. Večja natančnost je zagotovljena z izvajanjem opazovanj v več serijah. Rezultati vseh opazovanj se nato računalniško obdelajo⁷. Rezultat obdelave so koordinate novih točk, pridobljene v izravnavi⁸ po metodi najmanjših kvadratov⁹ (Kozmus in Stopar, 2003a: 409).

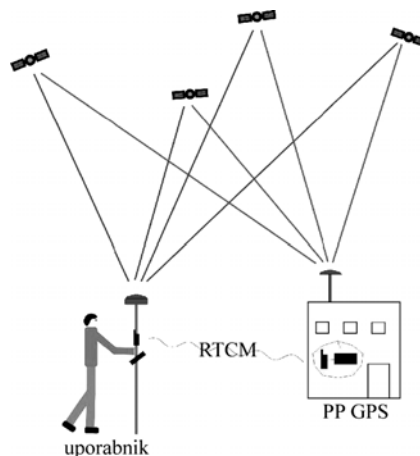
⁵ Bazni vektor je vektor, ki povezuje relativni položaj dveh točk (Ranfl, 2004).

⁶ Opisano v Omrežja za izboljšanje natančnosti GPS meritev.

⁷ Po določitvi neznank celih začetnih valov se določi bazne vektorje, ki se jih povezuje v mrežo. Opazovanja in neznanke v mreži se nato izravna po načelih opazovanj v geodeziji (Kozmus in Stopar, 2003a).

⁸ Izravnavanje je matematična metoda, s katero dobimo iz ponavljajočih se merjenj končni rezultat, ki je natančnejši od posamezne meritve (Juvančič, 2000).

⁹ Metoda izravnavanja, ki se uporablja v geodeziji. Metoda zahteva, da naj bo vsota kvadratov pogreškov minimum in vsota pogreškov nič (Juvančič, 2000).



Slika 9: Shema relativnega določanja položaja (Kozmus in Stopar, 2003a: 409)

Z uporabo relativne metode ob uporabi primerne instrumentarije in algoritmov obdelave opazovanj lahko dosežemo tudi milimetrsko natančnost (Kozmus in Stopar, 2003a: 410). Ta razred natančnosti je primeren za večino geodetskih nalog, za potrebe gradbenikov ipd.

2.4.6.4 Precizno določanje položaja (PPP)

Pri metodi PPP (angl. **P**recise **P**oint **P**ositioning) za opazovanja potrebujemo le en sprejemnik. PPP uporablja zelo točne ocene satelitovih ur, ki so pridobljene na osnovi podatkov globalne mreže postaj GPS. Pogreške sprejemnikovih ur se v PPP vključi kot neznanke v model izravnave (Kozmus in Stopar, 2003a: 411).

Natančnost metode je odvisna od časa opazovanj. Daljša opazovanja zagotavljajo boljšo natančnost. Za centimetrsko natančnost morajo opazovanja potekati 24 ur. Glavna pomanjkljivost metode PPP je odložena obdelava, saj je treba na precizne podatke o satelitovih položajih čakati okoli dva tedna (King in sod., 2002, cit. po Kozmus in Stopar, 2003a: 411).

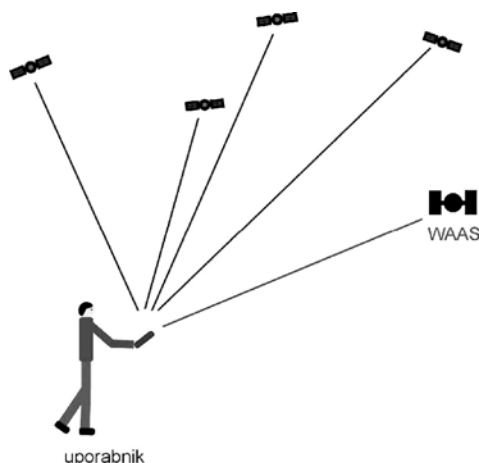
Rezultati metode PPP so primerni za meritve geodetskih mrež in točk.

2.4.7 Omrežja za izboljšanje natančnosti GPS meritev

2.4.7.1 Sistem WAAS

WAAS (angl. **W**ide **A**rea **A**ugmentation **S**ystem) je sistem, namenjen predvsem izboljšanju natančnosti meritev absolutne metode določitve položaja. Sistem je razvila Zvezna uprava za letalstvo (angl. Federal Aviation Administration), da bi si zagotovila boljšo natančnost civilnih letal pri približevanju pristajalnim stezam.

Sistem WAAS sestavljajo nadzorne postaje in geostacionirani sateliti. Nadzorne postaje (so ločene od kontrolnih postaj GPS) zbirajo podatke opazovanj večjega števila sprejemnikov, na podlagi katerih izračunajo popravke opazovanj. Popravke nato pošljejo satelitom, ti pa naprej porabnikom. Ker so signali WAAS drugačni od signalov GPS, jih ne prepoznajo vsi GPS sprejemniki, ampak le tisti, ki imajo vgrajeno elektroniko tudi za sprejem signalov WAAS. Izvedba metode je identična običajni absolutni, le sprejemnik mora dodatno podpirati sprejem WAAS signalov (Kozmus in Stopar, 2003a: 406).



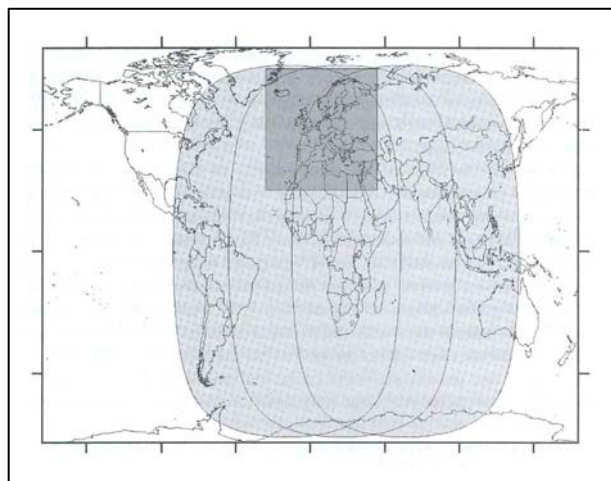
Slika 10: Shema določevanja položaja s pomočjo sistema WAAS (Kozmus in Stopar, 2003a: 406)

S sistemom WAAS lahko uporabnik na ozemlju Severne Amerike doseže natančnost do 3 metrov, drugod po svetu pa okoli 7 metrov.

2.4.7.2 Sistem EGNOS

Sistem EGNOS (angl. **E**uropean **G**eostationary **N**avigation **O**verlay **S**ervice) ima podobno vlogo za Evropo, kot jo ima WAAS za Severno Ameriko in omogoča nadgradnjo GPS uslug.

Sistem sestavlja večje število geostacionarnih satelitov, ki oddajajo diferencialne in ionosferske popravke opazovanj za večja območja opazovanj (Lisec in Mesner, 2005: 581). Rezultati opazovanj so tako primerni za uporabo v dejavnostih, ki zahtevajo izjemno natančnost, kot je npr. pristajanje letal. EGNOS še vedno deluje v odvisnosti od tehnologije GPS, predstavlja pa močno orodje za prehod na samostojno delujočo tehnologijo (Lisec in Pavlovič Prešeren, 2004: 67). Sistem je prva faza razvoja evropskega sistema GALILEO.



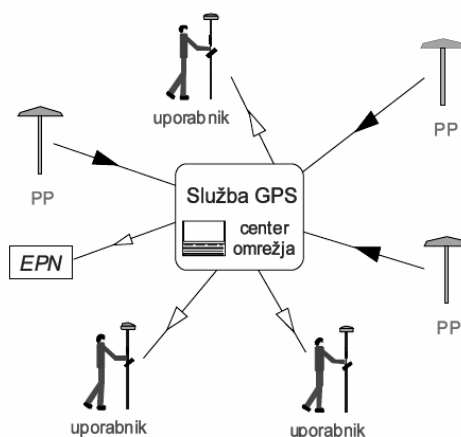
Slika 11: Obseg delovanja sistema EGNOS (Kaplan in Hegarty, 2006: 11)

2.4.7.3 Omrežje SIGNAL

Omrežje SIGNAL (**SI-Geodezija-Navigacija-Lokacija**) je del temeljne državne geoinformacijske infrastrukture, namenjene geodeziji in navigaciji (Omrežje SIGNAL, 2006). Leta 2001 sta ga pričela graditi Geodetska uprava Republike Slovenije in Geodetski inštitut Slovenije. Omrežje tvorijo stalne postaje, ki sprejemajo signale navigacijskih satelitov (Omrežje SIGNAL, 2006), in center, kamor postaje pošiljajo prejete podatke, center Službe za GPS. Naloga službe v centru omrežja je v splošnem analiza in obdelava podatkov opazovanj posameznih postaj, posredovanje obdelanih podatkov uporabnikom, arhiviranje surovih ter obdelanih podatkov (Kozmus in Stopar, 2003b: 83) in nadzor delovanja sprejemnikov.

Omrežje SIGNAL tako kot ostala evropska omrežja (švedsko omrežje SWEPOS, norveško SATERF, finsko FinnNet, švicarsko AGNES-SWIPOS, nizozemsko AGRS, belgijsko BEREf, francosko RGP in avstrijsko DARC-DGPS) vsakodnevno pošilja svoje podatke opazovanj v regionalne analizne centre združenja permanentnih omrežij EPN (EUREF Permanent Network)¹⁰. EUREF te podatke uporablja za realizacijo referenčnega sistema ETRS (ang. European Terrestrial Reference System), ki predstavlja ogrodje za vse geografske in geodetske projekte na območju Evrope, tako na državni kot na meddržavni ravni (Kozmus in Stopar, 2003b: 81).

¹⁰ EUREF je podorganizacija IAG (angl. International Association of Geodesy), znanstvene organizacije, ki promovira sodelovanje in raziskave s področja geodezije v svetovnem merilu. EUREF se ukvarja z definiranjem, realiziranjem in vzdrževanjem standardnega GPS koordinatnega sistema celotne Evrope - ETRS89. Ključni inštrument za vzdrževanje ETRS je EUREP Permanent Network Station.



Slika 12: Shema omrežja permanentnih postaj (Kozmus in Stopar, 2003b: 82)

Namen stalnih postaj omrežja SIGNAL je korekcija GPS signalov. Postaje služijo kot referenčne točke, na katerih Služba za GPS neprenehoma izvaja meritve. Geodetska uprava Republike Slovenije navaja naslednje prednosti uporabe omrežja Signal (Omrežje SIGNAL, 2006):

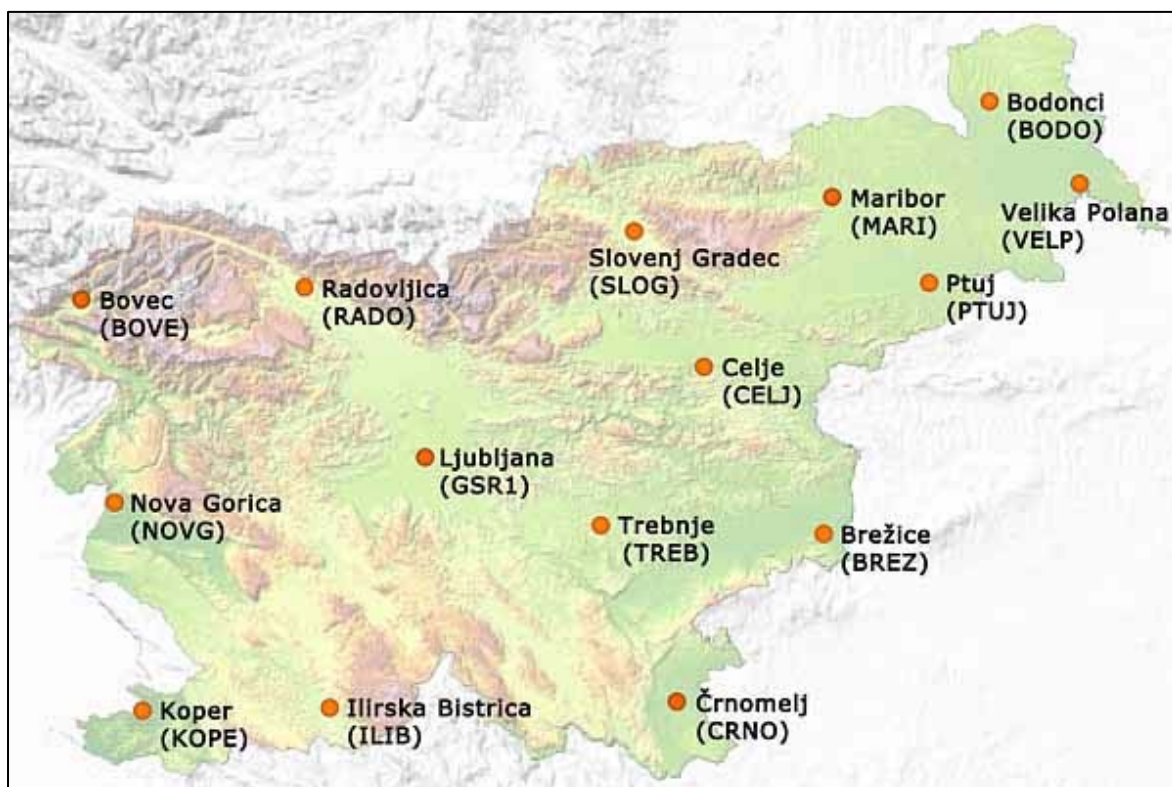
- možnost navezave na zelo natančno določeno mrežo geodetskih točk (omrežje permanentnih postaj GPS), pri čemer meritve na teh točkah za uporabnike neprekinjeno in nadzorovano izvaja Služba za GPS,
- polovični stroški pri nabavi opreme za diferencialni GPS, saj ena izmed permanentnih postaj GPS iz omrežja nadomešča drugi sprejemnik,
- izvedba meritev v realnem času (angl. real time) s posredovanjem korekcij opazovanj s strani Službe za GPS,
- pomoč, svetovanje in strokovna podpora Službe za GPS ter
- občasno organizirana izobraževanja, informiranje in predstavitve.

Storitve omrežja SIGNAL so mogoče na celotnem državnem ozemlju. Za meritve v realnem času se uporabnik lahko naveže bodisi na permanentno postajo bodisi na navidezno referenčno postajo.

Uporabnik lahko pridobi podatke ene izmed 15 stalnih GPS postaj omrežja, ki so postavljene na naslednjih lokacijah (Naše storitve, 2006):

- Bodonci,
- Bovec,
- Brežice,
- Celje,
- Črnomelj,
- Ilirska Bistrica,

- Koper,
- Ljubljana,
- Maribor,
- Nova Gorica,
- Ptuj,
- Radovljica,
- Slovenj Gradec,
- Trebnje in
- Velika Polana.



Slika 13: Omrežje permanentnih postaj SIGNAL (Naše storitve, 2006). Z oranžno barvo je označena shema območja možne navezave na navidezno referenčno povezavo med tremi stalnimi postajami.

Poleg permanentnih postaj pa omrežje omogoča tudi navidezne referenčne postaje. Navidezna referenčna postaja (angl. **V**irtual **R**eference **S**tation - VRS) je računalniško simuliran izvor podatkovnega toka (korekcij), ki nadomešča fizično permanentno postajo, in sicer v bližini lokacije uporabnika (Omrežje SIGNAL, 2006). Simulirane postaje upoštevajo stalna opazovanja vseh postaj omrežja in zato omogočajo veliko natančnost določanja položaja.

Uporabnik se na navidezno postajo lahko naveže kjerkoli v območju trikotnika, ki ga tvorijo tri postaje omrežja.

Omrežje SIGNAL lahko uporabljajo registrirani uporabniki. Registriranje je trenutno brezplačno, poteka pa prek Službe za GPS na Geodetskem inštitutu Slovenije.

2.4.8 GPS sprejemniki

Storitve sistemov satelitske navigacije lahko uporablja vsak posameznik, ki ima ustrezen sprejemnik. Kozmus in Stopar (2003) pravita, da sprejemnike za GPS opazovanja razlikujemo po načinu obdelave signalov (samo kodni ali kodni in fazni način), frekvenčnem razponu (samo L1 ali L1 in L2), poleg tega pa še po vsebnosti elektromagnetnega šuma, pomnilniških sposobnostih ter po obliki, velikosti in masi. Namen in uporabnost posameznega instrumenta se določita glede na našete dejavnike.

Ranfl (2004) omenja pet osnovnih delov sprejemnika:

- antena,
- radiofrekvenčni del,
- mikroprocesor,
- kontrolna enota,
- spominska enota in
- viri energije,

ter trdi, da so kakovost, tehnična dovršenost, s tem pa tudi cena pogojeni z namenom uporabe sprejemnika.

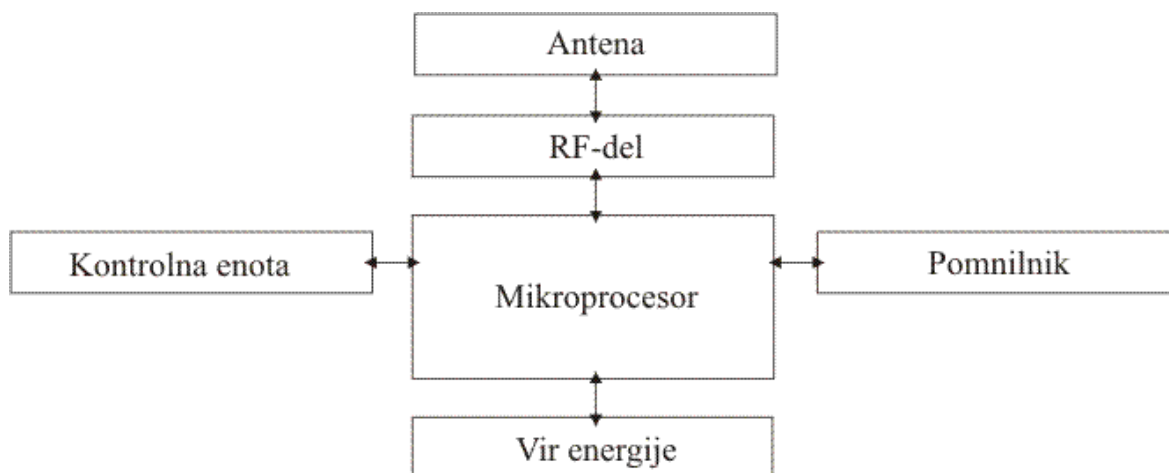
Antena sprejema signale satelita in jih nato, filtrirane in ojačane, pošilja v radiofrekvenčni del sprejemnika.

Radiofrekvenčni del je osrednji del sprejemnika. Osnovni element radiofrekvenčnega dela so oscilatorji, ki generirajo osnovno kodo. Radiofrekvenčni del loči istočasno sprejete signale vseh satelitov, ki so nad horizontom antene, na signal posameznega satelita s pomočjo kanalov. Število kanalov pove, koliko satelitov lahko sprejemnik istočasno spremlja.

Mikroprocesor kontrolira delo sprejemnika in omogoča navigacijo s sprejemnikom na osnovi opazovanih psevdorazdalj (Rožič, 2003: 14).

Kontrolna enota izvaja kontrolo nad opazovanji in odstranjuje grobe napake.

Spominska enota ali **pomnilnik** shranjuje podatke opazovanj. Mediji za shranjevanje so različni (diskete, pomnilniške kartice ipd.). Lahko pa sprejemnik priključimo na osebni računalnik in se kot medij za shranjevanje uporablja kar trdi disk računalnika (Ranfl, 2004: 12).



Slika 14: Shema GPS sprejemnika (Ranfl, 2004: 11)

Funkcije sprejemnika so določene z zmogljivostjo programske opreme in tipa sprejemnika (Ranfl, 2004: 12).

Sprejemniki lahko omogočajo sprejem signalov GPS, signalov GLONASS ali kombinacijo obojih, kar omogoča večjo natančnost in zanesljivost izmer.

GPS sprejemniki obstajajo v naslednjih oblikah:

- samostojni GPS sprejemnik,
- sprejemnik kot modul za priključitev na drugo napravo (prenosni računalnik),
- ročni računalnik ali dlančnik z integriranim GPS sprejemnikom in
- avtomobilski navigacijski sistemi.

Za pridobivanje podatkov na terenu je najbolj primerna zadnja oblika, ki omogoča pripisovanje vrednosti rezultatom na mestu samem, poleg tega pa so najprimernejši za nošenje po terenu.

2.4.9 Kartiranje GPS izmer

Ranfl (2004) pravi, da je podatkom, pridobljenim, z GPS tehnologijo, treba določiti grafične attribute, jih med seboj ustrezno povezati in transformirati v koordinatni sistem, v

katerem so podane lokalne kartografske podlage. Podatke je nato smiselno predstaviti v obliki tematskih kart.

2.4.9.1 Koordinatni sistem WGS 84 in državni koordinatni sistem

Koordinatni sistem predstavlja množico pravil za opis položaja v prostoru (Ranfl, 2004: 55), kjer položaj podajamo s koordinatami.

Pri GPS se koordinate točk računajo v svetovnem geodetskem koordinatnem sistemu WGS 84 (angl. **W**orld **G**eodetic **S**urvey 1984), zato je rezultate treba transformirati v državni koordinatni sistem. Sprejemnik lahko s posebno programsko opremo sam pretvori WGS 84 koordinate v poljubni koordinatni sistem oz. sistem, v katerem so podane podloge.

Lokalni koordinatni sistemi so definirani za določena območja. Če so ta območja države, potem so to državni koordinatni sistemi. V Sloveniji se trenutno uporablja Besselov elipsoid in Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem, sčasoma pa bo Slovenija prešla na koordinatni sistem ESRS (angl. **E**uropean **S**patial **R**eference **S**ystem), ki je bil določen kot standardni koordinatni sistem celotne Evrope¹¹.

2.5 GLONASS

2.5.1 Splošen opis sistema GLONASS

Tako kot ameriški GPS je bil tudi ruski GLONASS (rus. **G**lobal'naja **N**avigacionnaja **S**putnikovaja **S**istema) razvit kot vojaški sistem satelitske navigacije. Sistem trenutno družno upravljata rusko obrambno ministrstvo in Ruska vesoljska agencija (Kaplan in Hegarty, 2006: 9).

Prvi sateliti sistema so bili lansirani leta 1982. Leta 1995 je bilo celotno omrežje prvič v celoti vzpostavljeno. Po razpadu Sovjetske zveze zaradi težavnih ekonomskih in političnih razmer ruske oblasti niso vzdrževale sistema. Število satelitov je s 14 padlo na 7, sistem je postal skoraj neuporaben. Sistem trenutno prestaja temeljito prenovu in modernizacijo. Cilji prenove je 18 satelitov do leta 2007 in 24 satelitov v obdobju od leta 2010 do leta 2011 (Kaplan in Hegarty, 2006: 597).

¹¹ ESRS je bil določen kot enotni koordinatni sistem za celotno Evropo. Posamezna država se lahko samostojno odloča o prehodu na sistem ESRS. Prehod na ta sistem ni obvezen.

Tako kot pri ameriškem so tudi pri sistemu GLONASS osnova meritvam sateliti z natančno znanim položajem v vsakem času, ki delujejo kot referenčne točke. Za določitev položaja so potrebne štiri znane razdalje med satelitom in sprejemniki.

GLONASS nudi določanje položaja in časa v ruskem referenčnem sistemu (Kaplan in Hegarty, 2006: 605). Marca 1996 je svetovni komite CCDS (angl. Consultative Committee for the Definition of the Second) združenja merskih standardov Treaty of the Meter v Parizu pripravil in sprejel priporočilo, da se sistema GPS in GLONASS sinhronizirata na čas UTC (Lipej, 1997: 54). Po Allanu (1996, cit. po Lipej, 1997: 54) je sinhronizacija pomembno vplivala na uporabnost civilnih storitev, saj je prispevala k razvoju in natančnosti GPS/GLONASS sprejemnikov in jim omogočila dostop do 48 satelitov namesto 24. Ruska vlada se trenutno z EU in ZDA dogovarja o interoperabilnosti sistemov GLONASS, GPS in GALILEO.

Pri ruskem navigacijskem sistemu GLONASS se koordinate računajo v sovjetskem geocentričnem sistemu SGS 90 (angl. Soviet Geocentric System 1990).

2.5.2 Zgradba sistema GLONASS

Tako kot GPS tudi ruski GLONASS sestavljajo vesoljski, nadzorni in uporabniški segment.

2.5.2.1 Vesoljski del sistema GLONASS

Po prenovi bo vesoljski del sistema sestavljala konstelacija 21 delujočih in 3 rezervnih satelitov, ki bodo krožili okoli Zemlje v treh orbitah na višini 19.100 km pod kotom $64,8^\circ$ glede na ekvator. Kaplan in Hegarty (2006) navajata, da trenutno deluje 7 satelitov ruskega sistema.

Sateliti oddajajo dva signala, ki pomenita dva nivoja natančnosti. Prvi, bolj natančen, je namenjen vojaškim potrebam, drugi signal pa je namenjen civilni uporabi.

2.5.2.2 Nadzorni del sistema GLONASS

Nadzorni del sistema je v celoti lociran na ozemlju bivše Sovjetske zveze. Glavna kontrolna postaja se nahaja v Moskvi, opazovalne postaje pa so v mestih Sankt Peterburg, Ternopol, Jenisejsk in Komsomolsk-na-Amure. Kontrolni del ima naslednje naloge:

- merjenje in računanje efemerid posameznih satelitov,
- pošiljanje modeliranih efemerid in popravkov časa posameznim GLONASS satelitom,
- sinhronizacija ur satelitov z GLONASS sistemskim časom,
- izračun razlik med GLONASS sistemskim časom in UTC časom (Kaplan in Hegarty, 2006: 602).

2.5.2.3 Uporabniški del sistema GLONASS

Uporabniški segment je majhen in povečini koncentriran v Rusiji (Kaplan in Hegarty, 2006: 604). Boljša uporabniška storitev, ki bo posledica systemske prenove in interoperabilnosti med vsemi sistemi GNSS, bo prispevala k večjemu številu uporabnikov tudi na območjih zunaj Rusije. Ruska vlada je izjavila, da je GLONASS tako kot GPS sistem namenjen dvojni uporabi, zato civilnim uporabnikom tudi v prihodnosti ne bo treba plačevati storitev.

2.6 GALILEO

2.6.1 Splošen opis sistema GALILEO

GALILEO je avtonomni civilni evropski globalni satelitski sistem za navigacijo in določanje točnega časa pod civilnim nadzorom (Zakon o ratifikaciji ..., 2006). Ker sta sistema GPS in GLONASS pod vojaško kontrolo odgovornih držav, so evropske države pričele pripravljati predlog oblikovanja in izgradnje civilnega evropskega globalnega navigacijskega sistema, ki je bil sprejet na seji Evropskega sveta 26. marca 2002. Sistem so razvile Evropska skupnost, njene države članice, Evropska vesoljska agencija in drugi subjekti (Zakon o ratifikaciji ..., 2006).

Evropa bo svoj prispevek h GNSS razvila v dveh fazah. Prvo fazo predstavlja že delujoči sistem EGNOS. Druga faza razvoja je samostojni sistem GALILEO. Prvi satelit GALILEA je bil izstreljen decembra 2005, sistem pa naj bi v celoti začel delovati leta 2008.

Tako kot GPS in GLONASS tudi evropski sistem deluje na osnovi določanja razdalj med sateliti in sprejemniki.

2.6.2 Interoperabilnost sistemov GPS in GALILEO

“Interoperabilnost na uporabniški ravni” je stanje, v katerem kombinirani sistemski sprejemnik z več različnimi sateliti GPS ali GALILEO v dosegu lahko pridobi podatke o

položaju, navigaciji in točnem času na uporabniški ravni, ki so enakovredni ali boljši od podatkov o položaju, navigaciji ali točnem času, ki se jih dobi samo prek enega od obeh sistemov (Zakon o ratifikaciji ..., 2006).

Za optimalno delovanje sistema so Evropska unija, njene države članice in Združene države Amerike 26. junija 2004 podpisale Sporazum o spodbujanju, zagotavljanju in uporabi satelitskih navigacijskih sistemov GALILEO in GPS ter podobnih aplikacij. Cilj tega sporazuma je bil zagotoviti okvir za sodelovanje med pogodbenicama pri spodbujanju, zagotavljanju in uporabi:

- civilnih signalov, storitev za navigacijo, določanju točnega časa,
- storitev z dodano vrednostjo, razširjenih storitev in
- naprav za globalno navigacijo ter določanje točnega časa GPS in GALILEO.

V 4. členu Sporazuma pogodbenici soglašata o interoperabilnosti in združljivosti radijskih frekvenc:

- strinjata se, da so radijske frekvence GPS in GALILEO združljive in
- da sta GPS in GALILEO v največji možni meri interoperabilna na nevojaški uporabniški ravni.

Kot je bilo že omenjeno, se tudi Rusija trudi doseči dogovor o združljivosti svojega sistema z ameriškim in evropskim. Uporabniku tako ne bo treba izbirati med storitvami enega ali drugega sistema, saj bo z enim sprejemnikom lahko določal svoj položaj s pomočjo GPS ali GALILEO satelitov, s kombinacijo obojih ali pa celo s kombinacijo vseh treh sistemov GNSS. Civilni GPS in GALILEO, če so radijske frekvence na uporabniški ravni združljive in interoperabilne, lahko povečata število satelitov, vidnih s kateregakoli položaja na Zemlji, ter pripomoreta k dostopnosti navigacijskih signalov civilnim uporabnikom po svetu (Zakon o ratifikaciji ..., 2006).

2.6.3 Zgradba sistema GALILEO

Sistem GALILEO gradijo štiri osnovne komponente: globalna, regionalna, lokalna in uporabniška.

2.6.3.1 Globalni del

Globalni del sistema bo sestavljala konstelacija 30 satelitov, porazdeljenih po treh orbitalnih ravninah na višini 23.222 km z naklonom 56° glede na ekvatorsko ravnino. V

vsaki ravnini bo 9 delujočih in 1 rezervni satelit. Sateliti bodo opremljeni z atomskimi urami za natančno merjenje časa. Kot ostala dva sistema bo tudi GALILEO sinhroniziran na svetovni standardni atomski čas UTC. Sateliti bodo oddajali deset signalov - šest za vitalno storitev, dva za komercialno uporabo in dva za vladne storitve. Poleg informacijskih kod bodo signali vsebovali še sporočila o točnem času, efemeridah in identiteto posameznega satelita ter sporočilo o pravilnosti delovanja sistema (angl. Integrity data) na globalni ali regionalni ravni, ki pa bo na voljo le uporabnikom določenih storitev.

Nadzor nad konstelacijo satelitov bo izvajala globalna mreža zemeljskih postaj, sestavljena iz dveh glavnih kontrolnih centrov (GALILEO Control Centres), stacioniranih v Evropi, in opazovalnih postaj (GALILEO Sensor Stations), ki bodo pokrivala cel svet. Opazovalne postaje bodo svoja opazovanja satelitov pošiljale glavnima postajama, ki bosta imeli iste operative naloge kot glavna kontrolna postaja ameriškega sistema (sinhronizacija satelitovih ur, določanje tirnic ipd.). Poleg tega bosta kontrolni postaji od opazovalnih prejemali informacijo o kakovosti signala in delovanju sistema, ki bo uporabnike določenih ravni storitev obveščal o pravilnem delovanju sistema.

2.6.3.2 Regionalni in lokalni del

GALILEO bo nudil globalno, homogeno storitev, hkrati pa bodo njegove regionalne in lokalne komponente omogočale storitve, ki jih narekujejo specifične regionalne in lokalne potrebe (Galileo the ..., 2006).

Regionalni del bo sestavljala dodatna mreža opazovalnih postaj za nadzor kakovosti signala in delovanja sistema, ter center, ki bo to informacijo posredoval uporabnikom. Na lokalni ravni pa se bo sistem za različne specifične potrebe uporabnikov povezal z lokalno infrastrukturo, npr. lokalnimi komunikacijskimi sistemi. Namen lokalnega dela sistema je povečana natančnost in obveščanje o delovanju sistema na manjših območjih, kot so letališča, pristanišča, železnice in urbana območja.

2.6.3.3 Uporabniški del

Uporabniški del sistema predstavljajo uporabniki sistema z ustreznimi sprejemniki. Sistem GALILEO je namenjen civilni uporabi, vendar je izredno pomemben tudi za vojsko. Z njim bo EU postala neodvisna od ameriškega GPS tako na civilnem kot na vojaškem področju.

Namen uporabe sistema lahko razdelimo v štiri večje skupine:

- **splošna,**
- **komercialna,**
- **znanstvena in**
- **varovalna.**

Direktorat za energijo in transport na svoji spletni strani (GALILEO Services, 2006) navaja naslednje ravni storitev, ki jih bo sistem uporabnikom nudil:

- brezplačna **odprta storitev** (Open Service),
- plačljiva **komercialna storitev** (Commercial Service),
- **vitalna storitev** (Safety-of-Life Service),
- **vladna storitev** (Public Regulated Service) in
- **storitev iskanja in reševanja** (Search and Rescue Service).

Odprta storitev je namenjena najširšemu krogu uporabnikov za določanje položaja in časa. Na tej ravni uporabnik ne bo seznanjen s pravilnostjo delovanja sistema in satelitov.

Plačljiva komercialna storitev bo omogočala razvoj uporabe v profesionalne namene in bo za to ponudila večjo zmogljivost glede na osnovno storitev, zlasti v smislu jamstva delovanja (Mnenje Evropskega ..., 2006).

Vitalna storitev je storitev izredno visoke kakovosti. Namenjena je uporabi, kjer so ob nepravilnostih v sistemu lahko ogrožena človeška življenja (letalstvo, pomorstvo ipd.), in vključuje sporočilo o celovitosti delovanja sistema.

Vladna storitev je namenjena potrebam javnih ustanov na področju civilne zaščite, nacionalne varnosti in spoštovanja zakonov, ki zahtevajo popolno zaščito. Storitve je kodirana in odporna proti različnim motnjam.

Storitev iskanja in reševanja je evropski doprinos k mednarodnemu reševanju in iskanju ljudi v stiski.

2.6.4 Uporabniške aplikacije

Sistem GALILEO je zasnovan kot jedro infrastrukture, na katero bodo priključene komercialne in znanstvene aplikacije, ki bodo slonele na integriranih storitvah. Podatki o položaju in času bodo združeni z dodatnimi informacijami z različnih področij, ki so neposredno ali posredno povezana s politikami Evropskih skupnosti.

Evropska vesoljska agencija v publikaciji Galileo the European Programme for Global Navigation Services (2006) omenja naslednja področja aplikacij:

- transport,
- energetika,
- finance, bančništvo in zavarovalništvo,
- kmetijstvo ter ribištvo,
- osebna navigacija,
- reševanje,
- okolje,
- zemljemerstvo in kartografija ter
- rekreacija,

in pravi, da se bodo nove aplikacije razvijale skupaj s potrebami uporabnikov.

2.7 BeiDou

Kitajski sistem BeiDou je namenjen kitajski vojski in civilnim uporabnikom. Sistem nadzoruje in upravlja kitajska vlada (Kaplan in Hegarty, 2006: 615).

S tremi delujočimi sateliti je sistem trenutno v poloperativni fazi (Kaplan in Hegarty, 2006: 615). Natančnost sistema znaša od 20 do 100 metrov. Uporaba je možna na področju Kitajske in njene okolice. Vlada načrtuje razvoj sistema, ki bi s povečanjem števila satelitov omogočal boljšo natančnost, hkrati pa bi se povečalo območje, pokrito z BeiDou signali.

2.8 MOŽNOSTI UPORABE SATELITSKEGA DOLOČANJA POLOŽAJA V PROSTORSKEM NAČRTOVANJU

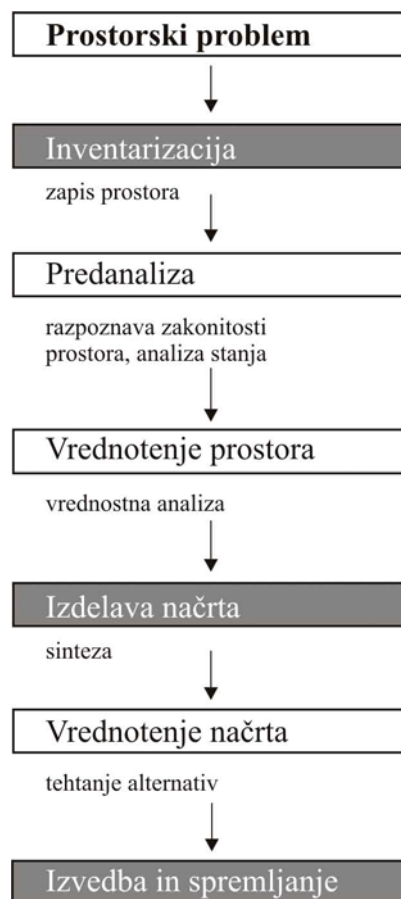
Za uspešno reševanje prostorskega problema so potrebni ustrezni vhodni podatki, ki nam podajo sliko prostora. Kot je že bilo omenjeno, se podatki navadno pridobivajo iz obstoječih virov. Če to ni mogoče, jih načrtovalec zajame sam, tudi s sistemom satelitskega določanja položaja. Določanje položaja s sistemi GNSS načrtovalcu omogoča hitrejši terenski zajem podatkov. Sistem satelitske navigacije se nenehno razvija. Sprejemniki postajajo vse bolj natančni in cenovno dostopni, zato se število tako splošnih kot strokovnih uporabnikov veča. Interoperabilnost vseh treh sistemov GNSS in uporabniške aplikacije, ki jih bo prinesel evropski satelitski sistem, bodo možnosti uporabe še povečale.

Sprejemniki satelitskega pozicioniranja zabeležijo koordinate položaja, prek katerih lahko (s stalnim registriranjem položaja) izračunamo hitrost in smer gibanja. To so osnovni podatki, ki jih lahko z atributiranjem nadgradimo. Meritve so uporabne za vse raziskovalne namene, kjer je pomemben položaj objekta ali njegovo gibanje. Možnosti interpretacije teh podatkov je neskončno veliko. Nielsen in sodelavci (2004) menijo, da se uporaba satelitskega pozicioniranja v prostorskem načrtovanju šele razvija.

Uporabnost zajetih podatkov je odvisna od razreda natančnosti podatkov in tudi od načrtovalskega segmenta, kjer so podatki nato uporabljeni. Natančnost zajetih podatkov pa zavisi od uporabljene opreme in metode določanja položaja. Razpon sega od nekaj milimetrov do nekaj deset metrov. Zajete podatke je potrebno uporabljati skladno z njihovo natančnostjo.

2.8.1 Načrtovalski postopek

Načrtovalski postopek je postopek, s katerim razrešujemo probleme v prostoru (Marušič, cit. po Zorn, 2000: 12). Posamezne faze procesa načrtovanja prikazuje in opisuje spodnja shema.



Slika 15: Faze načrtovalskega postopka (prirejeno po Marušič, 2001)

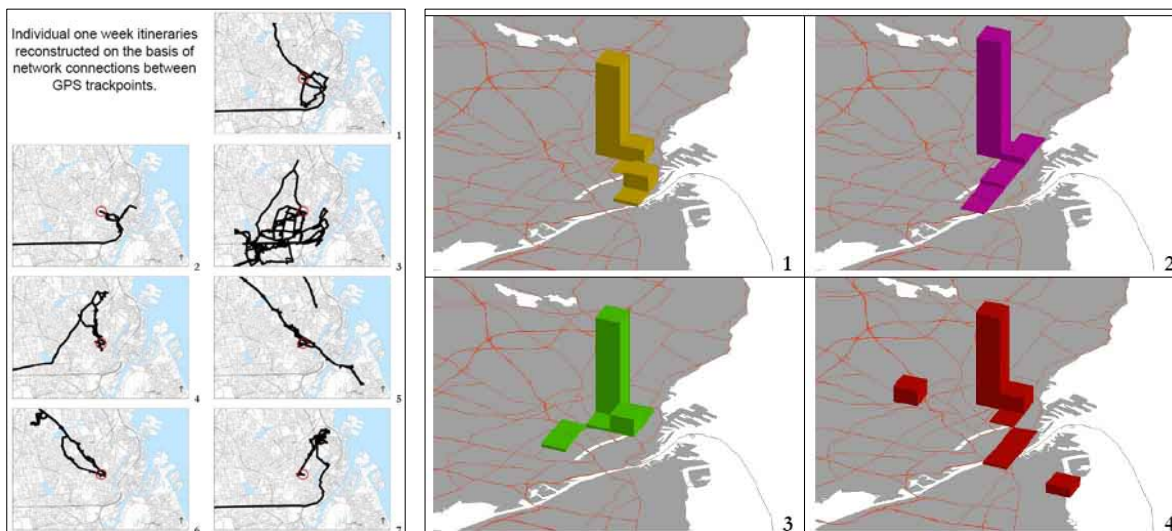
Satelitska tehnologija kot orodje za pridobivanje in atributiranje podatkov ima pomembno vlogo v fazah postopka, kjer podatke pridobivamo ali vrednotimo, v fazi inventarizacije, predanalize in vrednotenja prostora ter v fazi izvedbe načrta, pri prenosu načrta v prostor.

Nielsen in sodelavci (2005) vključujejo dlančnike z integriranim GPS sprejemnikom v raziskavo prostorskega obnašanja. S kombinacijo vprašalnikov in zaporedjem GPS položajev so določili smer gibanja posameznikov ter čas in namen zadrževanja v določenem delu mesta.

Pri izdelavi načrta lahko načrtovalec poda lokacijo parametrov rešitve s koordinatami, npr. mesta saditve posameznih sadilnih vzorcev pri zasaditvenih načrtih avtocest. Tako

izdelujejo zasaditvene načrte avtocest v podjetju Pro Loco d.o.o. Načrtovalci na georeferenciranih kartah odčitajo koordinato posameznega sadilnega mesta. Izvajalci so nato opremljeni z GPS sprejemnikom in odčitavajo podane koordinate. V podjetju žal ne vedo kako natančni in uspešni so izvajalci, ki uporabljajo take zasaditvene načrte. Zasaditvenih del avtocest še nikoli niso preverjali s projektom izvedbenih del (PID).

S pomočjo satelitskih sistemov pa lahko načrtovalec izvaja tudi nadzor nad izvedenim projektom.



Sliki 16, 17: Tedenski urnik gibanja posameznika na opazovanem območju, oblikovan iz GPS položajev in časovno zadrževanje posameznika na opazovanem območju (Nielsen in sod., 2004: 6, 7)

3 PRIDOBIVANJE PROSTORSKIH PODATKOV ZA POTREBE KRAJINSKEGA NAČRTOVANJA

3.1. KRAJINSKO NAČRTOVANJE

Krajinsko načrtovanje je ena od oblik prostorskega načrtovanja. Načrtovanje krajine je formalen proces proučevanja, projektiranja in graditve, s katerim nastajajo nove krajine v skladu s težnjami zadevnih ljudi. Načrtovanje krajine vključuje snovanje ustreznih načrtov, predvsem na območjih, ki so zaradi sprememb najbolj prizadeta in načeta (npr. predmestja, okolica mest in industrijska območja, obalna območja). Namen teh projektov je korenito preoblikovati prizadete krajine (Konvencija o krajini, 2000, cit. po Marušič, 2001). Izraz »načrtovanje krajine« pomeni odločno, v prihodnost usmerjeno delovanje, zato da izboljšamo, obnovljamo ali ustvarjamo krajine (Zakon o ratifikaciji evropske konvencije o krajini, 2003).

3.1.2 Razmerje med krajinskim planiranjem in krajinskim oblikovanjem

Marušič (2005) pravi, da posplošeno delimo prostorsko načrtovanje na dve obliki, ki sta specifični predvsem v stopnji posplošitve planskih vsebin: planiranje in projektiranje. Krajinsko načrtovanje se torej deli na dve veji, krajinsko planiranje in krajinsko projektiranje ali oblikovanje. Razliko med njima prikazuje preglednica 1.

Osnovni pogoj za reševanje problemov krajinskega načrtovanja je nabor informacij, ki jih nato v procesu načrtovanja preurejamo. Razlike med obema ravnema načrtovanja, predvsem merilo delovanja in končni izdelek, kažejo, da planerske naloge zahtevajo drugačne vhodne podatke kot projektne.

Natančnost podatkov v planiranju je vezana na rastrski sistem. Resolucija rastra je odvisna od velikosti planiranih dejavnosti in od namena izhodiščnih podatkov. Celice so navadno velike nekaj metrov. Položaja ne moremo podati natančneje od velikosti celic rastra. Pomembno je, da podatki prikazujejo pogostnost pojavljanja prostorske značilnosti in njihov položaj (x, y, z) z nekajmetrsko natančnostjo. Cilj projektne naloge je nova krajinska struktura. Oblikovalcu so pri tem pomembni odnosi med vsemi posameznimi prostorskimi elementi na območju urejanja, zato je potrebno, da pozna njihov natančen položaj v prostoru.

Preglednica 1: Razmerje med krajinskim planiranjem in krajinskim oblikovanjem (povzeto po Marušič, 2001)

KRAJINSKO NAČRTOVANJE		
	KRAJINSKO PLANIRANJE	KRAJINSKO OBLIKOVANJE
Družbena pričakovanja:	Varovati krajinske vrednosti v procesu fizične spremembe z zmanjševanjem vplivov in na ta način prispevati k optimalni rabi tal.	Pripraviti načrt za urejanje nove krajine.
Vplivi:	Na planiranje v veliki meri vpliva družba.	Oblikovanje je zelo individualizirano - odvisno od posameznika.
Cilj:	Določiti obstoječo krajinsko zgradbo.	Zgraditi novo krajinsko strukturo - ureditev.
Predmet dela:	Planiranje identificira obliko rabe (kaj), določi prostor (kje) in velikost (koliko).	Oblikovanje vsebuje vse potrebne parametre za uresničitev nove krajinske strukture (kako).
Rešitve:	Rešitve istega problema na isti lokaciji se le malo razlikujejo.	Praktično neomejeno število rešitev (natečaj).
Končni izdelek:	Spoznanja so podana v obliki con. Izdelek je dvodimenzionalna, ploskovna grafična predstavitev.	Rešitve predstavljene z dvo- ali trodimenzionalnimi realističnimi predstavitvenimi modeli.
Merilo delovanja:	1 : 1000 do 1 : 50 000	1 : 1 do 1 : 500

3.2 PROSTORSKI PODATKI

Prostorski podatki so podatki, ki opisujejo pojave v prostoru (Mihevc, 2005: 4). Lahko so osnovni ali izvedeni. Osnovni podatki so tisti, ki jih neposredno pridobimo iz resničnega sveta z ustreznimi postopki prenašanja realnega prostora v nek medij (Marušič, 2001: 47). Izvedeni podatki pa so pretvorjeni osnovni podatki.

Te predelave so lahko (Marušič, 2001: 54):

- iskanje odnosov v prostoru, na primer oddaljenosti med pojavi, različne klasifikacije pojavov ipd.,
- modeliranje različnih stanj prostora, ki jih je težko ugotoviti neposredno, npr. vetrovnost po celem prostoru, zaostajanje hladnega zraka ipd.,
- poustvarjanje možnega razvoja v prostoru, bodočih stanj ob predpostavkah, kaj se bo zgodilo, če bo razvoj tekel v določeno smer,
- preslikava vrednostnega odnosa do različnih stanj prostora - različna vrednotenja zemljišč,
- odločitve o rabi zemljišč - opredelitve območij izključne rabe, rezervati, načrt.

Prostorski podatek je sestavljen iz prostorskega in opisnega dela (Mihevc, 2005: 4). Prostorski ali semiotični vidik prostorske informacije opisuje njeno geokodiranost ali lokacijo, opisni ali semantični del pa so po Marušiču (2001) podatkovne spremenljivke ali atributi, kjer se pri opisovanju tega vidika prostorske informacije uporablja izrazje, ki se je razvilo ob praktičnem delu s tovrstnimi informacijami.

Prostorski podatek lahko zapišemo v dveh oblikah, vektorski ali rastrski. Vektorski podatki so podani z zaporedjem koordinat in opisom posameznih sestavin (atributi) (Zorn, 2000: 30). Osnovne oblike nosilcev vsebine so tri:

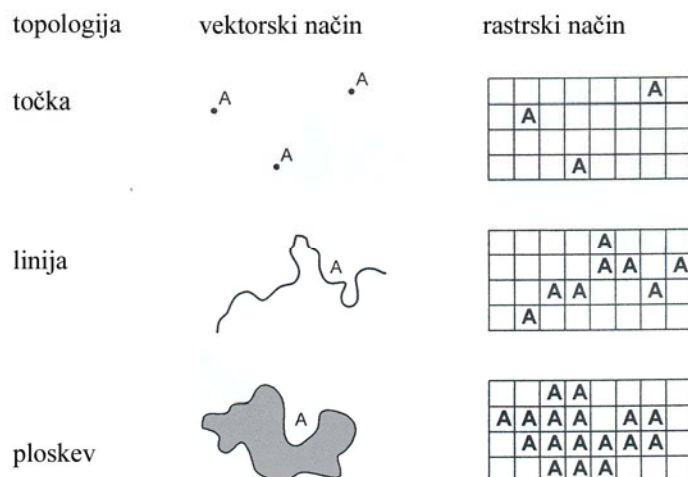
- točka,
- črta in
- ploskev .

Dodatna oblika je zvezno polje¹².

Rastrski zapis gradi mreža celic, kjer ima vsaka celica določeno vrednost, ki opisuje določen prostorski pojav. Natančnost je odvisna od velikosti celice. Prostorski položaj objekta tu ni definiran s koordinatami, ampak z vrstico in stolpcem v koordinatni mreži (Zorn, 2000: 31).

Izbira načina zapisa (vektorski ali rastrski) in izbira načina predstavitve, to je, ali bomo predstavili nek objekt kot točko, linijo ali poligon, sta odvisni od vrste objekta, zahtev za njegovo evidentiranje, od merila izvirnega gradiva, od potreb nadaljne obdelave podatkov in od možnosti zapisa podatkov (Marušič, 2001: 52).

¹² Zvezno polje je prostorska kontinuiteta, na primer nadmorska višina. Zvezno polje ni nosilec vsebine, je tip podatka. Nosilec vsebine so rastrske celice.



Slika 18: Vektorski in rastrski zapis (A-atribut) (Kvamme in sod., 1997: 50)

Podatke urejamo v zbirke ali baze podatkov. Zbirka podatkov je zaokrožena, organizirana zbirka ali množica digitalnih grafičnih ali tematskih (atributnih) (geografskih) podatkov ne glede na topološko in podatkovno strukturo (Mihevc, 2005: 4).

3.3 MOŽNOSTI PRIDOBIVANJA PROSTORSKIH PODATKOV V KRAJINSKEM NAČRTOVANJU

V krajinskem načrtovanju obstajata dve možnosti pridobivanja podatkov. Podatke lahko pridobimo iz razpoložljivih virov prostorskih zapisov, lahko pa jih na terenu zajamemo sami. Navadno se poslužujemo prve možnosti.

V naslednjem poglavju so opisani obstoječi viri prostorskih podatkov, ki jih uporabnikom nudi Geodetska uprava Republike Slovenije. Podatke zajamemo sami v primeru, če so spodaj naštet viri neažurni ali če ne vključujejo želene prostorske informacije.

3.4 OBSTOJEČI VIRI PROSTORSKIH PODATKOV

3.4.1 Državni topografsko-kartografski sistem

Državni topografsko-kartografski sistem, krajše TKSS, je sklop vseh topografskih podatkov o prostoru v numerični ali grafični, analogni in digitalni obliki, ki jih za potrebe državnih organov in ostalih uporabnikov vzpostavlja, vzdržuje in vodi Geodetska uprava Republike Slovenije (Petrovič, 2006b). Ta navaja, da topografsko-kartografski sistem

Republike Slovenije vključuje naslednje kartografske podatke in izdelke (Topografsko kartografski ..., 2006):

- Temeljne topografske načrte v merilih 1 : 5 000 in 1 : 10 000 (TTN 5 in TTN 10),
- Državno topografsko karto 1 : 5 000 (DTK 5),
- Državne topografske karte in generalizirano kartografsko bazo,
- Državne pregledne karte,
- Digitalne modele višin,
- Register zemljepisnih imen,
- Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture,
- posnetke aerosnemanja (ki izvirno sicer niso namenjeni ciljnim uporabnikom) ter
- Ortofoto.

3.4.2 Temeljni topografski načrti

Njihova izdelava se je pričela v 60. letih, končala pa v 80. letih prejšnjega stoletja.

Temeljni topografski načrt je izdelan za celotno območje Slovenije. V merilu 1 : 5000 so predstavljena ravninska, kmetijsko pomembna območja in večja naselja, hribovita in gozdnata območja pa so v merilu 1 : 10 000.

TTN prikazuje naslednje elemente:

- kartografsko in geografsko mrežo,
- osnovne geodetske točke,
- hidrografijo,
- relief,
- vegetacijo in rabo tal,
- naselja in industrijo,
- prometno omrežje,
- komunalno infrastrukturo,
- teritorialne enote (meje katastrskih občin),
- imenoslovje (zemljepisna imena) ter
- izvenokvirno vsebino.

V temeljnih topografskih načrtih so elementi načrta v glavnem prikazani v merilu, razen nekaterih manjših objektov, ki so prikazani s pogojnimi znaki (Temeljni topografski ..., 2006).

Med letoma 1993 in 1995 so bili vsi listi TTN pretvorjeni v digitalno rastrsko obliko, pozneje pa se je pretvorba izvajala še ob vzdrževanju posameznega lista (Temeljni topografski ..., 2006). Vzdrževanje je po letu 1996 prenehalo. Danes je povprečna starost vsebine listov preko 30 let. Kljub temu pa TTN ostaja pogosto uporabljena kartografska osnova za različne prostorske prikaze. Ustrezen nadomestek zastarelega temeljnega topografskega načrta je Državna topografska karta v merilu 1 : 5000 (DTK 5), delno pa tudi ortofoto.

3.4.3 Državne topografske karte

Državne topografske karte so:

- Državna topografska karta 1 : 5 000 (DTK 5),
- Državna topografska karta 1 : 25 000 (DTK 25) in
- Državna topografska karta 1 : 50 000 (DTK 50) .

3.4.3.1 Državna topografska karta 1 : 5 000

Leta 2000 se je pričela izdelava državne topografske karte v merilu 1 : 5 000 (DTK 5), ki danes pokriva približno 50 % celotnega slovenskega ozemlja, a zajema čez 70 % poseljenega prostora.

DTK 5 je sestavljena iz vektorske zbirke podatkov, ki ima svoj grafični in opisni del (Državne topografske ..., 2006). Osnovni vir podatkov so posnetki aerosnemanja, poleg tega pa so podatki vzeti še iz temeljnega topografskega načrta, podatkovnih baz različnih upravljavcev, katastra stavb in evidence rabe zemljišč.

Karta je razdeljena na štiri področja (Državna topografska karta ..., 2006):

- zgradbe,
- promet,
- pokritost tal in
- hidrografija.

Državna topografska karta merila 1 : 5 000 se, v kombinaciji z drugimi podatki Geodetske uprave Republike Slovenije, uporablja kot osnova različnih kartografskim prikazom, kot osnova za prostorske planske akte na lokalni ravni, za izdelavo in obnovo raznih tematskih kart ter za vodenje zbirnih podatkov katastra gospodarske javne infrastrukture.

3.4.3.2 Državna topografska karta 1 : 25 000

Državna topografska karta 1 : 25 000 je bila prva slovenska državna karta v topografsko kartografskem sistemu (Državne topografske ..., 2006). Izdelava DTK 25 se je začela leta 1993 in zaključila leta 1999.

Vsi listi DTK 25 (198 listov) so bili ob izdelavi skenirani po naslednjih vsebinskih slojih:

- naselja, prometna mreža, zemljepisna imena (NPI),
- plastnice in druge reliefne značilnosti (RP),
- hidrografska mreža z imeni, vodni objekti, ledeniki (H) ter
- gozdovi in znaki za druge vrste vegetacije (G).

Karte so uporabnikom na voljo v analogni in digitalni rastrski obliki. Ker pa DTK 25 v 90. letih ni bila vsebinsko popolnoma dopolnjena, poleg tega pa je bila izdelana še s klasično tehnologijo, je njena uporaba nekoliko omejena (Petrovič in sod., 2005: 547).

3.4.3.2.1 Generalizirana kartografska baza

Geodetska uprava Republike Slovenije je v letu 1994 začela vzpostavljati kartografsko bazo podatkov za raven merila 1 : 25 000 (Generalizirana topografska ..., 2006), ki je bila v celoti vzpostavljena 4 leta kasneje. Podatkovno bazo so snovalci imenovali Generalizirana kartografska baza, krajše GKB, ker so njena osnova že delno generalizirani podatki. Baza se redno vzdržuje.

Podatki baze so zajeti iz skeniranih listov DTK 25, katere del vsebine je vektorizirane, posameznim objektom pa so dodani tudi osnovni opisi ali atributi.

V bazi so zajete štiri skupine objektov:

- ceste,
- vode,
- plastnice in
- železnice.

Vsak objekt vsebuje poleg splošnih opisov (vir podatkov, upravljavec podatkov, datum zajema, datum zadnjega popravka itd.) še posebne opise, ki so določeni v standardih za zajem podatkov (Generalizirana topografska ..., 2006).

Baza je namenjena širšemu krogu uporabnikov kot osnovna geoinformacijska infrastruktura, ki jo lahko uporabnik nadgradi po svojih potrebah in zahtevah (Generalizirana topografska ..., 2006).

3.4.3.3 Državna topografska karta 1 : 50 000

Priprave na izdelavo DTK 50 so se začele leta 1996, redna izdelava topografske karte v merilu 1 : 50 000 pa se je začela leta 2000. Karto sestavlja 58 listov, ki obstajajo v dveh različicah: kot državna (DTK) in vojaška (VTK) karta. Različici se med seboj razlikujeta v barvah cest, v prikazanih koordinatnih mrežah ter pri vsebini in postavitvi izvenokvirne vsebine, različica DTK pa vsebuje dodatno plastično metodo prikaza reliefa s poltonskim senčenjem. DTK 50 je visoko kakovosten izdelek, široko uporaben na različnih področjih in v različne namene (Petrovič, 2006a: 199).

DTK 50 je namenjena vsem uporabnikom kot tiskan list na papirju ali kot rastrske slike ločenih ali združenih slojev ločljivosti 300 dpi. Rastrski podatki karte zajemajo ločeno sledeče vsebinske sloje (Državne topografske ..., 2006):

- črna vsebina: naselja, komunikacije, imena ... (NKI_CR),
- siva vsebina: obrobe cest in skalovje (C_SI),
- rdeča vsebina: ceste glede na vozišča, prometne površine ... (C_RD),
- rjava vsebina: relief – plastnice (RP_RJ),
- modra vsebina: vode (H_MD),
- zelena vsebina: vegetacija (GK_ZE),
- vijolična vsebina: UTM mreža (UTM_VI) in
- sence reliefa (RS_SE).

V letu 2006 se je pričela obnova prve, v letu 2007 pa že druge petine listov.

3.4.4 Državne pregledne karte

Državne pregledne karte Slovenije prikazujejo na enem listu območje celotne Slovenije in dele sosednjih držav (Pregledne karte, 2006).

Izdelava preglednih kart se je pričela leta 1972, s kartama v merilu 1 : 400 000 in 1 : 750 000. Merilo 1 : 400 000 so kasneje zamenjali z merilom 1 : 500 000, izdelani pa sta bili tudi karti v merilih 1 : 250 000 in 1 : 1 000 000.

Sistem državnih preglednih kart tako danes obsega:

- 1 : 250 000 (DPK 250),
- 1 : 500 000 (DPK 500),
- 1 : 750 000 (DPK 750) in
- 1 : 1 000 000 (DPK 1000).

Vse karte obstajajo v analogni obliki in v digitalni rastrski ter vektorski obliki.

3.4.5 Digitalni modeli višin

Geodetska uprava Republike Slovenije vodi naslednje podatke digitalnih modelov višin:

- Interferometrični radarski digitalni model višin 25 x 25 m (InSAR DMV 25),
- Digitalni model višin 25 x 25 m (DMR 25),
- Interferometrični radarski digitalni model višin 100 x 100 m (InSAR DMV 100) in
- Digitalni model reliefa Slovenije, ločljivosti 12,5 m (DMR 12,5).

Podatki se izdajajo v ASCII zapisu (kjer so zapisane koordinate y, x in h, npr.

```
401000.0 112000.0 251.71  
401000.0 112000.0 251.72).
```

Osnovna enota izdajanja je list TTN 5 (Digitalni modeli ..., 2006).

3.4.5.1 Interferometrični radarski digitalni model višin 25 x 25 m

Interferometrični radarski digitalni model višin 25 x 25 m (InSAR DMV 25) ima ločljivost 25 metrov in pokriva celotno Slovenijo. Povprečna višinska natančnost podatkov je za (Digitalni modeli ..., 2006):

- raven relief – 1,9 metra,
- razgiban relief – 5,2 metra in
- hribovit relief – 13,8 metra.

Povprečna natančnost, ki velja za celotno državno ozemlje, znaša 4,5 metra, z izjemo goratih območij, kjer so verjetne grobe napake večje od 50 metrov.

Geodetska uprava (Digitalni modeli ..., 2006) meni, da je ta digitalni model višin primeren za uporabo pri izvajanju računalniško podprtih prostorskih analiz s pomočjo orodij za rastrsko procesiranje (geomorfološke analize, analize ranljivosti ipd.), za uporabo pri vizualizaciji oziroma upodabljanju prostora, za potrebe računalniško podprte kartografije in v druge bolj specializirane namene. Je bolj homogen od digitalnega modela višin 25 x 25 m in zato primeren za analize večjih območij.

3.4.5.2 Digitalni model višin 25 x 25 m

Ločljivost tega modela višin je 25 metrov. Natančnost podatkov znaša 5 metrov na poraščenih območjih. Tudi pri tem modelu obstaja na goratih predelih možnost grobih napak, večjih od 50 metrov. Povprečna višinska natančnost podatkov je za (Digitalni modeli ..., 2006):

- raven relief - 1,5 metra,
- razgiban relief - 3 metra in
- hribovit relief - 6,5 metra.

Prednost modela v primerjavi z drugimi digitalnimi modeli višin je boljša lokalna višinska natančnost (Digitalni modeli ..., 2006). Podobnikar (2006) pravi, da je primeren za analize na ravni regij in zahtevnejše analize na ravni celotne države.

3.4.5.3 Interferometrični radarski digitalni model višin 100 x 100 m

InSAR DMV 100 je model višin z ločljivostjo 100 metrov. Podatki o višinah imajo natančnost decimetrskega reda. V goratih območjih se lahko pojavljajo iste napake kot pri prejšnjih dveh modelih.

Povprečna višinska natančnost podatkov je za (Digitalni modeli ..., 2006):

- raven relief - 2,5 metra,
- razgiban relief - 6,5 metra in za
- hribovit relief - 16,0 metrov.

Po Podobnikar (2006) je ta model višin primeren za analize na ravni celotne Slovenije.

3.4.5.4 Digitalni model reliefa Slovenije 12,5 m

V letih od 2003 do 2005 je bil za Slovenijo in njeno okolico izdelan digitalni model reliefa z ločljivostjo 12,5 metra.

Ocenjena natančnost modela je 3,2 metra za območje vse Slovenije, in sicer:

- 1,1 metra za ravnine,
- 2,3 metra za gričevja,
- 3,8 metra za hribovja in
- 7,0 metrov za gorovja

pri ločljivosti 12,5 metra (Podobnikar in Mlinar, 2006: 474).

Podatki DMV 12,5 so primerni za lokalne analize na območjih, kjer je kakovost večja, npr. na območju Ljubljane (Podobnikar in Mlinar, 2006: 475).

3.4.6 Register zemljepisnih imen

Analiza kartografskih gradiv je pokazala, da je v Sloveniji okoli 200000 zemljepisnih imen, ki pomagajo pri orientaciji v prostoru. Iz kartografskih virov se v register zemljepisnih imen zajemajo (Register zemljepisnih ..., 2006):

- imena, ki imajo trajno časovno, zgodovinsko, etnološko ali družbeno uveljavljeno identiteto in
- vsi endonimi - vsa zemljepisna imena, izpisana s pravilnimi velikimi začetnicami, ostale črke pa z malo pisavo, upošteva slovnicih pravila in morebitne slovnicih izjeme, opisane v pravopisu in v Toponimskih navodilih za Slovenijo.

Register je bil vzpostavljen za poenotenje teh imen, ki se iz raznih razlogov v različnih katrografskih virih lahko razlikujejo.

Register zemljepisnih imen je vzpostavljen za tri stopnje natančnosti:

- za raven merila 1 : 5 000 (REZI 5) - okoli 150000 zemljepisnih imen, zajetih iz TTN 5 in TTN 10,
- za raven merila 1 : 25 000 (REZI 25) - okoli 60000 zemljepisnih imen, zajetih iz TK 25 in DTK 25,
- za raven merila 1 : 250 000 (REZI 250 - okoli 8000 zemljepisnih imen, zajetih iz DPK 250 (Register zemljepisnih ... , 2006).

3.4.7 Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture

Po Petek (2005) je zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture zbirka podatkov o lokaciji omrežij in objektov gospodarske infrastrukture, kjer vsak grafični podatek vsebuje tudi nekaj opisnih podatkov, pomembnih pri različnih posegih v prostoru oz. pri planiranju izrabe in urejanju prostora. To so podatki o vrsti objekta ali omrežja, o kapaciteti objekta ali omrežja in o upravljavcu objekta.

Ločimo naslednje vrste gospodarske javne infrastrukture (Petek, 2005: 561):

- prometna infrastruktura (ceste, železnice, letališča, pristanišča),
- energetska infrastruktura (električna energija, zemeljski plin, toplotna energija, nafta in naftni derivati),
- komunalna infrastruktura (vodovod, kanalizacija, ravnanje z odpadki),
- vodna infrastruktura,
- infrastruktura za gospodarjenje z drugimi vrstami naravnega bogastva ali varstva okolja ter
- druga omrežja in objekti v javni rabi (elektronske komunikacije).

Eden od osnovnih namenov zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture je torej prikaz zasedenosti prostora, kar omogoča bolj smotrno planiranje in seveda bolj varno izvajanje posegov v prostoru (Petek, 2005: 561).

3.4.8 Posnetki aerosnemanj

Aerosnemanje je postopek pridobivanja fotografij iz zraka. V Sloveniji se sistematično snemanje izvaja od leta 1975 dalje. Do danes so se izvedla ciklična aerosnemanja (Cas) v letih 1975, 1980, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005. Posamezna snemanja različno pokrivajo državno ozemlje. Merilo aeroposnetkov je 1 : 17 500. Posamezen posnetek pokriva en list temeljnega topografskega načrta. V letu 2006 pa je potekalo novo snemanje cele Slovenije z novo, digitalno kamero. Merilo in območje posameznega posnetka je bilo tu drugačno¹³.

Hočevár (1999) fotografijo iz zraka opisuje kot najbolj ažuren, objektiv in nezmotljiv dokument z vsemi bistvenimi, vendar tudi nebistvenimi informacijami o delu prostora v določenem trenutku. Meni, da je posebna prednost aeroposnetka v tem, da:

¹³ Merilo snemanja v letu 2006 je bilo večinoma manjše od meril prejšnjih snemanj in ni bilo enotno za celo Slovenijo.

- združuje detajlirano predstavo terena z velikoprostorskim pogledom, kar omogoča interpretacijo po enotnih merilih;
- je na posnetku s kombinacijo detajla in pregleda pogosto možno razbrati in odkriti zakonitosti in medsebojne odvisnosti, ki na samem terenu niso vidne;
- z aerofotografijo ni možno zajemati le trenutnega stanja v prostoru, temveč je mogoče, če posnetke v določenih obdobjih sistematično ponavljamo, z njimi razpoznati in registrirati tudi dnevne, sezonske, letne in dolgoročne spremembe;
- se s spremembo optične povečave posnetka menja tudi informacijska vsebina (detajlnejša slika pri povečavi posnetka), kar pri izvrednotenju karte, ki je samo abstraktna predstava z omejenim številom, subjektivno in z določenim ciljem izbranih detajlov, ni mogoče doseči.

Slabosti aeroposnetka pa Hočevar (1999) vidi v tem, da:

- zaradi centralne projekcije aeroposnetek ni istoveten s karto istega merila (to pomankljivost je mogoče odpraviti z uporabo ortofotografij);
- aeroposnetek prikazuje trenutno stanje in hitro zastara;
- so na posnetkih vidne strukture in odtenki, ki so za vrednotenje brez pomena (na primer odsevi na vodi, oblaki ...);
- so pri uporabi aeroposnetkov potrebne kontrole na terenu;
- informacije niso kodirane in so zato težko čitljive, manjka legenda kot tudi interpretacijski ključ;
- uporaba aeroposnetkov zahteva izšolanega interpretatorja, s temeljnim strokovnim znanjem in dobrim poznavanjem snemanega območja;
- ne vsebujejo imen in lastnosti objektov.

Letalski posnetki se uporabljajo na številnih področjih, ki se ukvarjajo s prostorom - geodezija, geografija, gozdarstvo, prostorsko načrtovanje, arhitektura, agronomija ipd. Hočevar (1999) piše, da je njihova uporaba najbolj razširjena pri inventarizaciji prostora, premalo pa pri vrednotenju prostora, kontrolo izvajanj načrtovanih posegov in za nadzor rabe protora.

Uporabniki lahko aeroposnetke dobijo kot:

- kontaktne kopije filmov (23 x 23 cm) na fotopapirju,
- diafilm (23 x 23 cm),
- razne povečave z različnimi izrezi, ki se izdelujejo po naročilu (Aerosnemanja, 2006),

Odkar je uporabnikom na voljo ortofoto, se posnetki v surovi obliki skoraj ne uporabljajo več.

3.4.9 Ortofoto

Ortofoto je skeniran aeroposnetek, ki je z upoštevanjem centralne projekcije posnetka in modela reliefa transformiran (razpačen) v državni koordinatni sistem. Izdelek je v metričnem smislu enak linijskemu načrtu ali karti (Ortofoto, 2006). Ortofotografije so lahko dodatno opremljene:

- s plastnicami,
- z najnужnejšimi napisi in znaki,
- včasih tudi s kartografsko mrežo (ortofotokarte).

Prve ortofotografije so nastale že v 50. letih prejšnjega stoletja, leta 1994 se je pričela sistematična izdelava ortofotokart. Slovenija je bila v celoti pokrita leta 2001, od takrat pa se na osnovi novih aerosnemanj izdelujejo novi ortofoti, ki nadomeščajo stare. Od leta 2005 so ortofoti v barvah.

Na ortofotografiji je možno identificirati vse linijske elemente, ki jih vsebuje karta, izjema so odseki cest in železnic v gozdu, objekti, ki jih zastira visoko drevje in ozki linijski vodi (npr. električni vodi) (Hočevan, 1999: 66). En list ortofota je enak posameznemu listu temeljnega topografskega načrta.

3.4.10 Geodetski načrt

Geodetski načrt je sestavljen iz grafičnega dela in certifikata.

Grafični del lahko vsebuje podatke o:

- reliefu,
- vodah,
- stavbah,
- gradbenih inženirskih objektih,
- rabi zemljišč,
- rastlinstvu in
- podatke o zemljiških parcelah (Petrovič in sod., 2005: 550).

Geodetski načrti se izdelujejo za posamezna ureditvena območja in obsegajo ureditvena območja in 25-metrski pas okoli njih. Predpisana je izdelava z natančnostjo, ki ustreza vsaj merilu 1 : 5 000. Ob predpostavki, da je grafična natančnost 0,2 milimetra, to pomeni geolociranje z natančnostjo vsaj 1 meter (Petrovič in sod., 2005: 550).

3.5 UPORABA KART V PROSTORSKEM NAČRTOVANJU

Karte so nosilci podatkov v prostoru. Urejene so v sistem kart, kjer po Juvančič (2000) vlada hierarhična organizacija, ki omogoča njihovo optimalno uporabo. Posamezna karta ima svoje specifične značilnosti in pa lastnosti, ki so skupne vsem kartam v sistemu. Za sistemske karte Slovenije je značilno, da so vse izdelane v Gauss-Krügerjevi projekciji (Juvančič, 2000: 268).

Sistem geodetskih podatkov Slovenije vodi in vzdržuje Geodetska uprava Republike Slovenije.

Petrovič in sod. (2005) so mnenja:

- da sistem geodetskih podatkov omogoča upravljanje, gospodarjenje, spremljanje in razvoj stanja v prostoru na vseh ravneh podrobnosti;
- da je prostorsko načrtovanje eden pomembnejših uporabnikov prostorskih podatkov in
- da je potreba po prostorskih podatkih zelo raznolika, od zelo generaliziranih podatkov za strateško načrtovanje do podrobnih in lokacijsko zelo natančnih podatkov za potrebe izdelave izvedbenih aktov, ki vodijo v neposredni poseg na zemljišču,

in opozarjajo, da nezadostno poznavanje uporabljenih podatkov, položajna, vsebinska ali časovna neusklajenost vodijo do možnih zapletov v fazi sprejemanja prostorskih aktov. Kot rešitev (Petrovič in sod., 2005) predlagajo, da bi geodetska stroka pred začetkom priprave prostorskih aktov za določeno občino opravila ekspertizo razpoložljivih in dostopnih podatkov in s tem občino in planerje vnaprej opozorila na pričakovane neusklajenosti ter hkrati predlagala ukrepe za njihovo odpravo.

Isti avtorji nadalje opisujejo uporabnost posameznih sistemov kart in meril za prikazovanje vsebin na državni, regionalni in lokalni ravni.

Za prikazovanje planskih vsebin na državni ravni je bil v Sloveniji razvit sistem Državnih preglednih kart štirih meril: 1 : 250 000 (DPK 250), 1 : 500 000 (DPK 500), 1 : 750 000 (DPK 750) in 1 : 1 000 000 (DPK 1000) (Petrovič in sod., 2005: 546).

Kot kartografska osnova za prikazovanje planskih aktov na regionalni ravni se je v preteklosti uporabljala Državna topografska karta 1 : 25 000 (DTK 25), ki jo je danes zamenjala Državna topografska karta 1 : 50 000 (DTK 50).

Pri načrtovanju na lokalni ravni sta se pri prostorskih načrtovalcih skozi desetletja kot najustreznejši in najpogostejše uporabljeni geodetski podlagi uveljavila Pregledni katastrski načrt (PKN) kot kartografska podlaga pri kartografski dokumentaciji prostorskih planov občin in Temeljni topografski načrt (TTN 5/10) za pripravo urbanističnih in krajinskih zasnov (Petrovič in sod., 2005: 548). Avtorji nato ugotavljajo, da TTN zaradi opustitve vzdrževanja uporabnikom povzročajo težave in kot danes najustreznejši sistemski podatkovni vir opredelijo Državno topografsko karto v merilu 1 : 5000 (DTK 5).

3.6 PRIDOBIVANJE PODATKOV Z GPS TEHNOLOGIJO

Natančnost določanja položaja s sistemom GPS ima velik razpon. Položaj lahko določimo do nekaj milimetrov ali nekaj deset metrov natančno, odvisno od opreme in metode pozicioniranja. Najbolj preprosta in med splošnimi uporabniki najbolj razširjena je metoda absolutnega določanja položaja, s katero dobimo rezultate z 10-metrsko položajno in 20-metrsko višinsko natančnostjo.

Zaradi nenatančnosti lociranja se poraja vprašanje, ali je določanje položaja z GPS ustrezna metoda pridobivanja podatkov v krajinskem načrtovanju oziroma na kateri načrtovalski ravni je to ustrezna metoda pridobivanja informacij. Na to vprašanje sem poskušala odgovoriti z dvema praktičnima primeroma uporabe GPS. Pri prvemu primeru gre za pridobivanje podatkov na planerski ravni. Z GPS sem kartirala črna odlagališča na izbranem območju. Drugi primer pa preverja uporabnost GPS na projektni ravni. Locirala sem vegetacijo in tratne ploskve manjšega parka za potrebe nove krajinske ureditve območja.

3.6.1 Oprema

Osnovni pogoj satelitskega določevanja položaja je ustrezen sprejemnik. Pri delu sem uporabljala dlančnik Pocket LOOX serije N560 proizvajalca Fujitsu Siemens z naloženo programsko opremo ArcPad, podatke pa sem kasneje obdelala v programskem okolju ArcMap. Oba programa sta izdelek podjetja ESRI (angl. **E**nvironmental **S**ystem **R**esearch **I**nstitute). Sprejemnik Pocket LOOX omogoča kodni način merjenja razdalje. Pojave sem kartirala z metodo absolutnega določanja položaja. Sprejemnik omogoča kodni način določanja položaja in okoli 5-metrsko natančnost.

Opremo, ki sem jo potrebovala, je kupil Oddelek za krajinsko arhitekturo Biotehniške fakultete. Izbrala sem jo sama, s pomočjo mentorja in somentorja. Pri tem sem naletela na nekaj težav. Podatke in lastnosti o posameznih GPS sprejemnikih sem našla na medmrežju, ponudnikov in sprejemnikov je na slovenskem tržišču mnogo. Ker za svoje delo nisem

potrebovala profesionalnega sprejemnika, ki ga za svoje delo uporabljajo npr. geodeti, sem izbrala cenejšo opremo. Za najugodnejšega ponudnika se je izkazalo podjetje, ki prodaja različne vrste elektrotehnike in niso posebej specializirani za GPS, temu primerno pa je bilo nato tudi njihovo svetovanje ter pomoč pri uporabi sprejemnika in izbiri programske opreme. Povprečen uporabnik GPS nima predznanja za nastavitve in možnosti uporabe sprejemnika, povprečen ponudnik pa tudi ne, saj nastopa zgolj kot trgovec, ne pa tudi kot svetovalec. Kupec si mora največkrat zagotoviti dodatno pomoč nekoga, ki ima potrebno geodetsko znanje.

3.6.2 Programski paket ArcPad

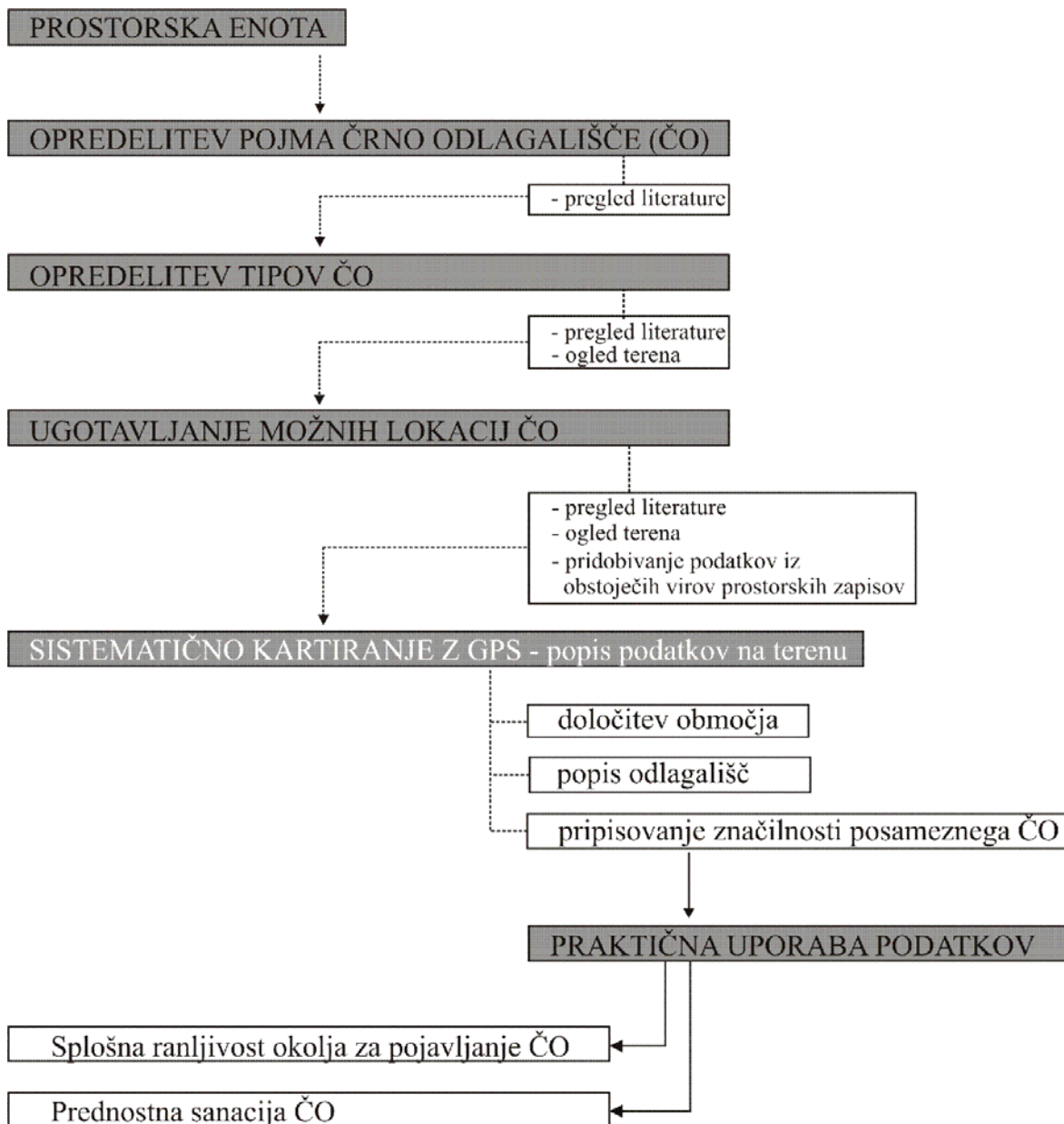
Programski paket ArcPad je GIS program, ki med drugim omogoča tudi popisovanje podatkov z GPS tehnologijo. Podpira vektorski in rastrski format zapisa podatkov. Pred samim zajemom podatkov si moramo pripraviti kartografsko podlago, ki je lahko v rastrski ali vektorski obliki, mora pa biti v državnem koordinatnem sistemu, da so pridobljeni podatki primerni za kasnejšo uporabo. Zajete podatke zapisujemo v vektorski *.shp obliki, kot točke, linije ali poligone. Pri tem nam program ponudi možnost izdelave atributne tabele, v katero lahko ob vnašanju objekta hkrati zabeležimo tudi njegove značilnosti.



Slika 19: Sprejemnik Fujitsu-Siemens Pocket LOOX s programsko opremo ArcPad

4 PRIDOBIVANJE PODATKOV ZA POTREBE KRAJINSKEGA PLANIRANJA NA PRIMERU KARTIRANJA ČRNIH ODLAGALIŠČ

4.1 POSTOPEK DELA



Slika 20: Posamezne faze postopka pridobivanja podatkov na primeru kartiranja črnih odlagališč

4.2 OBMOČJE OBDELAVE

Izbrana prostorska enota je območje dveh digitalnih ortofoto posnetkov na območju Ljubljana jug, E 23, in sicer lista 13 ter 14. Območje se nahaja na področju Ljubljanskega

barja, kjer je problematika črnih odlagališč v ljubljanski občini še posebej izrazita. Največ divjih odlagališč na Ljubljanskem barju se nahaja na njegovem severnem delu, npr. na območju Rakove Jelše, v okolici Črne vasi in še na nekaterih drugih območjih v četrtni skupnosti Trnovo (Orožen Adamič, cit. po Gostinčar in Janežič, 2005: 44).

Kriteriji za izbor območja so bili:

- prisotnost večjih naselij (Črna vas, naselja ob Ižanski cesti),
- območje z različnimi namenskimi rabami prostora (kmetijske površine, naselja itd.),
- območje, ki je delno prekrito z gozdom,
- območje, na katerem so prisotni vodotoki (Ljubljanica, Iščica),
- območje z različnimi vrstami prometnih povezav in poti (glavne prometne poti, asfaltne prometne poti, makadamske ceste, kolovozne poti in steze),
- krajinsko pestro območje, ki je zanimivo za turizem in rekreacijo, ter
- obvladljiva velikost območja (velikost dveh listov TTN 5, en list obsega 2250 metrov x 3000 metrov v naravi).



Slika 21: Območje obdelave (pogled z Ižanske ceste proti Črni vasi)

4.3 OPREDELITEV ČRNIH ODLAGALIŠČ

Čeprav je črno odlagališče splošno znan in v strokovni literaturi tudi večkrat uporabljen termin, pregled literature na temo te problematike ne poda natančne definicije pojma. Šebenik (1994) v raziskavi Pokrajinske značilnosti manjših neurejenih odlagališč odpadkov v Sloveniji pravi, da zakonodaja ne dopušča neurejenih odlagališč, zato jih tudi ne opredeljuje. Verjetno pa je to tudi posledica različnih pojavnih oblik črnih odlagališč, tako po velikosti posameznega odlagališča kot po gostoti in tipu odpadkov. Sam nelegalna¹⁴ odlagališča opredeljuje (tudi) kot nezaželen in moteč, ponekod že izrazit in pomemben antropogen del krajine, ki negativno vplivajo na vrsto krajinskih elementov in dejavnosti: vode, prst, zrak, vegetacijo, živalstvo in tudi turizem. Črna odlagališča so

¹⁴ V različnih virih so uporabljena različna poimenovanja posledic neurejenega odlaganja odpadkov - črna odlagališča, divja odlagališča, neurejena odlagališča in nelegalna odlagališča.

pomemben del krajine, ki je podvržen stalnim spremembam. Odlagališča se neprenehoma večajo, poleg tega pa nastajajo tudi vedno nova.

Natančnejše kriterije, ki bi opredelili pojem črno odlagališče (npr. velikost in gostota odpadkov), avtorji Šebenik, Stritih in Šebenik opredelijo sami, glede na namen raziskave, prav tako pa sami opredelijo tudi tipologijo teh odlagališč.

V diplomskem delu sem kot črno odlagališče obravnavala vsako površino, gosto prekrito z odpadki, ki predstavlja degradacijo okolja, bodisi z estetskega vidika ali pa obremenilno vpliva na okolje, in vsak posamezen odpadek, ki predstavlja nevarnost okolju. To so predvsem posamezni kosovni odpadki kot npr. avtomobilski akumulatorji in ostali avtomobilski deli, odslužene elektrotehnične naprave ipd.

4.3.1 Splošno o črnih odlagališčih

Stanje na področju odlaganja in ravnanja z odpadki sodi med najslabše rešene naloge države. Poleg problemov z odlaganjem odpadkov na organiziranih odlagališčih se v Sloveniji pojavlja tudi problem črnih odlagališč, ki naj bi jih po nekaterih ocenah bilo kar od 50000 do 60000 (Gostinčar in Janežič, 2005: 44) in so posledica potrošniške nekulture. Neurejeno odlaganje odpadkov v takšnem obsegu se je pričelo na začetku 60. let prejšnjega stoletja, v času razširjanja mestnega načina življenja zunaj mest.

4.3.2 Vplivi črnih odlagališč

Črna odlagališča pomenijo veliko obremenitev za okolje, saj, kot je bilo že omenjeno, vplivajo na vodo, prst, zrak, vegetacijo, živalstvo in tudi na različne dejavnosti, kot je npr. turizem.

Onesnaženje pride do voda prek t. i. izcednih voda odlagališča, ki so, odvisno od vrste in količine odpadkov, različno onesnažene (Šebenik, 1994: 94). Onesnaženje je lahko organsko ali kemično. Medtem ko se organsko onesnaženje čisti v odvisnosti od časa in sestave vodonosnika, se kemično onesnažene vode sčasoma praktično ne očistijo. S ponikanjem izcednih voda neposredno v zemljo se onesnažuje tudi prst, ki onesnaženje zadržuje.

Za zrak so lahko nevarni že odpadki sami (npr. industrijski odpadki), do onesnaženja zraka pa lahko pride tudi s sežiganjem odpadkov. Taka onesnaženja so navadno lokalna in lahko vplivajo na vegetacijo. Neurejena odlagališča z ostanki hrane pa so tudi potencialni prenosnik bolezni (npr. stekline) z divjih na domače živali (Šebenik, 1994: 97).

4.3.3 Vzroki neurejenega odlaganja odpadkov

Poglaviten vzrok neurejenega odlaganja odpadkov je po Šebeniku (1994):

- popolna odsotnost zbiranja in odstranjevanja komunalnih ter drugih odpadkov ali
- nekakovostno zbiranje in odstranjevanje odpadkov ter
- nepoučenost in nekulturnost ljudi.

V preteklosti so bili glavni vzrok nepravilnega odlaganja odpadkov redki ali neredni odvoz gospodinjskih odpadkov, redko odstranjevanje gradbenega materiala in kosovnih odpadkov, slaba propagandno-preventivna dejavnost ipd. Danes je odstranjevanje komunalnih in kosovnih odpadkov dobro organizirano. Komunalni odvoz odpadkov se plačuje, za redni odvoz pa skrbijo javne komunalne službe ali pooblaščenici za zbiranje. Za posebne odpadke (npr. gradbeni material, odslužena vozila ipd.) je potrebno odvoz in deponiranje posebno plačati, zato so te vrste odpadkov večkrat nelegalno odložene. Črna odlagališča so posledica nekulture, nepoštenosti in nepoučenosti ljudi.

4.3.4 Sanacija in preprečevanje nastajanja črnih odlagališč

Gostinčar in Janežič (2005) menita, da so kasnejše sanacije črnih odlagališč zgolj kurativa, saj se v času, ko do sanacije pride, velika večina količina škodljivih snovi že izloči. Bolj pomembno je torej preventivno delovanje preko:

- povečanja stopnje ozaveščenosti prebivalcev z izobraževanjem o ravnanju z odpadki in
- boljše organizacije odvoza odpadkov iz gospodinjstev in obrti.

4.4 KLASIFIKACIJA ČRNIH ODLAGALIŠČ

Osnova črnega odlagališča je odpadek. Odpadek je določena snov ali predmet, ko ga njegov povzročitelj ali druga oseba, ki ima snov ali predmet v posesti, zavrže, namerava ali mora zavreči (Zakon o varstvu okolja, 2006). Odpadki so eden od možnih kriterijev razvrščanja črnih odlagališč. Ostali kriteriji so velikost odlagališča, njegova lega, gostota odpadkov itd.

Šebenik (1994) razlikuje sedem vrst odpadkov:

- komunalne,
- gradbene,

- kosovne,
- industrijske,
- veterinarske odpadke,
- odpadke znanstvenih ustanov in
- odpadke čistilnih naprav ter septičnih jam.

Na podlagi terenskega ogleda sem ugotovila, da se na izbranem območju nahajajo prvi trije tipi odpadkov, zato sem črna odlagališča razvrstila na naslednje tipe:

- **odlagališča gospodinjskih odpadkov,**
- **odlagališča kosovnega odpada in**
- **odlagališča gradbenega materiala.**

Vendar pa na neurejenih odlagališčih redko najdemo le en tip odpadkov. Večinoma gre za odlagališča z mešanimi odpadki. Pri določevanju tipa posameznega črnega odlagališča sem zato upoštevala tisti tip odpadkov, ki je bil v večini.

Znotraj posameznih tipov odlagališč sem glede na pojavnost odlagališča določila še:

- točkovno,
- linijsko in
- ploskovno odlagališče.

Končne kategorije so tako:

- **točkovna, linijska in ploskovna odlagališča gospodinjskih odpadkov,**
- **točkovna, linijska in ploskovna odlagališča kosovnega odpada ter**
- **točkovna, linijska in ploskovna odlagališča gradbenega materiala.**



Slike 22, 23, 24: Točkovna, linijska in ploskovna oblika odlagališča gospodinjskih odpadkov (vse ob križišču Ižanske ceste in ceste Brest)



Slike 25, 26, 27: Točkovna (ob cesti Brest), linijska (ob križišču ceste Brest in Brglezovega štradona) in ploskovna oblika (med Ižansko cesto in reko Iščico) odlagališča gradbenega materiala



Slike 28, 29, 30: Točkovna (ob Ižanski cesti), linijska (ob kanalu Prošča) in ploskovna oblika (ob cesti Hauptmanca) odlagališča kosovnega odpada

4.5 UGOTAVLJANJE LOKACIJ ČRNIH ODLAGALIŠČ

Pregled celotnega območja je največkrat nesmiseln, saj gre za velike površine, zato je tako kartiranje časovno zelo potratno. Predhodno je treba ugotoviti zakonitosti pojavljanja določenega prostorskega elementa, kar lahko storimo s pregledom literature, pregledom obstoječih prostorskih virov, anketami ipd. oziroma s kombinacijo različnih načinov. Ugotovitve je nato treba preveriti na terenu.

Možne lokacije črnih odlagališč sem opredelila na podlagi:

- pregleda literature,
- terenskega ogleda in
- pregledom obstoječih prostorskih virov, ki so mi bili na voljo in lahko prikazujejo črna odlagališča (ortofoto).

Opravljenе raziskave (Stritih in Šebenik, 1991; Šebenik, 1994; Gostinčar in Janežič, 2005) navajajo, da se neurejena odlagališča pojavljajo na območjih, kjer se človek pogosto zadržuje, v okolici naselij in ob poteh. Ključni kriterij pojavljanja je tudi dostopnost - črna odlagališča se povečini pojavljajo ob poteh, ki so prevozne z motornimi vozili. Pomembna je tudi prisotnost turistično in rekreacijsko privlačnih območij, ki so pogosto degradirana s črnimi odlagališči. Te kriterije pojavljanja nelegalnih odlagališč sem preverila s terenskim ogledom območja, kjer se je izkazalo, da se odlagališča večinoma res pojavljajo ob poteh in v bližini naselij. Največkrat ob poteh, ki niso glavne in lahko odlaganje materiala poteka bolj neopazno.

Na voljo sem imela naslednje vire podatkov izbranega območja: DTK 5, TTN 5 in barvni ortofoto. Podatke o možnih lokacijah črnih odlagališč lahko preberemo le iz slednjega.

Pregled obstoječih virov podatkov je lahko samostojna metoda pridobivanja nekaterih podatkov. Najbolj izčrpen in ažuren vir informacij o prostoru so satelitski in letalski posnetki. Lokacije črnih odlagališč je možno razbrati iz letalskih posnetkov. S pregledom letalskih posnetkov, natančneje barvnega ortofota, sem na območju ugotovila 26 možnih lokacij črnih odlagališč. Kot možno črno odlagališče sem obravnavala vsa neporaščena območja, kjer ni bilo mogoče razbrati namenske rabe. Gre za večja odlagališča s površino vsaj nekaj deset kvadratnih metrov, katere je možno zaznati s prostim očesom. Manjša odlagališča se pri takem pregledovanju posnetkov ne vidijo. Vsako lokacijo, za katero obstaja sum, da je črno odlagališče, je treba na terenu preveriti. Od 26 možnih lokacij odlagališč se jih je kasneje na terenu le 5 izkazalo za pravilne.

Menim, da interpretacija ortofota ni dovolj zanesljiv način zbiranja podatkov o črnih odlagališčih.

Stritih in Šebenik (1991) v svoji raziskavi, vzporedno s sistematičnim kartiranjem, uporabljata metodo fotointerpretacije letalskih posnetkov za pridobivanje lokacij neurejenih odlagališč. Avtorja ugotavljata, da fotointerpretacija ni popolna, temveč pogojuje določeno izgubo podatkov. S primerjavo pridobivanja podatkov z aerofotointerpretacijo in terenskim kartiranjem na ravninskem ozemlju, velikem okoli 200 kvadratnih kilometrov, z okoli 500 odlagališči, velikimi vsaj 1 kubični meter, sta ugotovila, da se s fotointerpretacijo lahko neposredno ugotovi le 31 % odlagališč, ki so bila ugotovljena z drugim postopkom. S terenskim pregledom sumljivih lokacij, ki so jih ugotovili pri fotointerpretaciji, se je 69 % izkazalo za napačne, 31 % pa za prava odlagališča odpadkov. Šebenik (1994) dodaja, da ima ta metoda poleg majhne zanesljivosti še eno slabost. Zaradi preverjanja lokacij zahteva veliko odvečnega terenskega dela.

Poleg tega pa interpretacija posnetkov ne omogoča določanje položaja pojavov z majhno površino ali pojavov, ki nimajo vidne prostorske določitve (npr. habitati posameznih

rastlinskih in živalskih vrst, privlačne krajinske vizure, socialno družbene značilnosti ipd.), in zahteva izkušenega interpretatorja. Najzanesljivejši način pridobivanja podatkov je tako sistematično terensko kartiranje.



Slika 31: Možne lokacije črnih odlagališč. Skozi severni del območja teče reka Ljubljanica, vzporedno z njo pelje cesta Črna vas. Na zahodnem delu območja teče reka Iščica, vzporedno z njo pa je speljana Ižanska cesta. Možne lokacije črnih odlagališč so na sliki označene z rdečo barvo. 5 od 26. možnih lokacij so dejanska črna odlagališča. Ta so obkrožena z modro barvo. 1. se nahaja na cesti Brest, 2. je med reko Ljubljanico in Črno vasjo, 3. je ob reki Iščici, 4. in 5. odlagališče pa sta ob cesti Hauptmanca.

4.6 SISTEMATIČNO KARTIRANJE ČRNIH ODLAGALIŠČ Z GPS

Sistematično kartiranje pomeni podroben terenski pregled in sočasno beleženje podatkov o odlagališčih. Šebenik (1994) je mnenja, da je sistematično kartiranje najpogostejši in ob zadovoljivi doslednosti tudi najzanesljivejši način pridobivanja podatkov o neurejenih odlagališčih. Dodamo lahko, da je to najzanesljivejši vir pridobivanja vseh prostorskih elementov na večjih območjih, ki jih ne podajajo obstoječi viri ali pa so ti viri neažurni.

4.6.1 Zajem lege črnih odlagališč

Meritve lege črnih odlagališč na opazovanem območju (Ljubljana Jug, sekcija E23, lista 13 in 14) sem izvajala od 5. do 10. novembra 2006. Območje je veliko 13,5 kvadratnega kilometra. Za popis odlagališč sem potrebovala okoli 50 ur.

Vidnost pojavov je bila v tem času dobra, saj tal ni prekrival sneg, vegetacija pa je mirovala. Nekateri deli območja so bili zaradi zaraščenosti še vedno težko dostopni, predvsem območja ob jarkih in vodotokih. Težavo pri popisovanju so ponekod predstavljali tudi lastniki zemljišč, ki niso dovolili popisovanja odlagališč na njihovi posesti.

Celotno območje sem, glede na logičen sklop prometnih poti, razdelila na 5 delov. Kot sem že omenila, je eden izmed glavnih kriterijev pojavljanja črnih odlagališč dostopnost - večina odlagališč se pojavlja ob poteh, zato sem na posameznem delu območja preiskala glavne prometne poti, asfaltne in makadamske poti ter kolovoze in steze, ki sem jih predhodno določila na podlagi digitalnega ortofotoposnetka in državne temeljne karte. Po terenu sem se večinoma gibal s kolesom, manjši del poti sem opravila peš.



Slika 32: Sistem poti na območju popisa

V enem dnevu sem popisala odlagališča na enem delu območja. Podatke sem nato preverila v programskem okolju ArcMap. V primeru, da so se pri obdelavi pojavile kakšne nejasnosti (npr. dvakrat popisano posamezno odlagališče, izredno velike površine, neustrezne lokacije ipd.), sem podatek ponovno preverila na terenu.

4.6.2 Popis podatkov

Opazovano območje se nahaja na Ljubljanskem barju. Gre za ravninsko območje s pretežno kmetijsko rabo, ki je na nekaterih delih pozidano z objekti nizke gradnje. Na območju se nahajata dve večji naselji, Črna vas in naselje ob Ižanski cesti. Skozi območji tečeta dva večja vodotoka, na vzhodu reka Iščica, na severo-zahodu pa Ljubljanica. Na jugu je edina večja gozdna zaplata, Kozlarjeva gošča. Območje je prikazano na slikah 25 in 26.

Navigacijski sateliti so bili dobro vidni na celotnem območju. Sprejem signalov je na posameznih mestih motila le visoka vegetacija. Sprejemnik je zaradi tega potreboval več časa za določanje položaja.

Pred samim zajemom podatkov je treba pripraviti kartografsko podlago. Pri popisu odlagališč sem uporabljala DOF 5 in DTK 5 za opazovano območje. Kot že omenjeno, podatke lahko zapisujemo v obliki točk, linij in poligonov.

Pri vnašanju prostorskih pojavov moramo aktivirati GPS, ki je viden v obliki kurzorja, ki se pomika po kartografski podlagi, lahko pa odpremo GPS okno, kjer so vidni položaji satelitov, izpisane so x, y in z koordinate ter hitrost, s katero se premikamo. Pri izrisovanju novih objektov se lahko priključimo na GPS kurzor in s tem posnamemo natančne koordinate položaja pojava. Sprejemnik omogoča spremljanje kakovosti določanja položaja (angl. position measure of quality), ki kaže vrednosti DOP, PDOP, VDOP in TDOP. Mogoče je tudi določiti največji PDOP faktor, pri katerem sprejemnik uporabnika opozori na zmanjšano natančnost zaradi konfiguracije satelitov. Pri popisovanju DOP vrednosti nisem spremljala, zato obstaja verjetnost, da je natančnost podatkov ponekod manjša od 5 metrov.

Pri točkovnih odlagališčih sem točke zabeležila na natanko tisti položaj, ki ga je pokazal sprejemnik.

Pri beleženju ploskovnih odlagališčih sem prvo točko zabeležila natančno na položaj, ki ga je kazal GPS kurzor. Ostale točke sem pri obhodu odlagališča vnašala z razmakom okoli 1,5 metra. Če sprejemnik ni zaznal spremembe položaja, sem vertex poligona vrisala na približno mesto, kjer bi glede na prejšnje točke in kartografsko podlago moral biti. Enako sem vrisala lego odlagališč, ki niso bila dostopna (npr.: odlagališče v strugi Iščice ipd.). S tem načinom sem zabeležila tudi linijska odlagališča. Naknadno korekcijo rezultatov opazovanj nisem opravila, ker uporabljeni sprejemnik tega ne omogoča.

Pri vsakem odlagališču sem zabeležila še naslednje podatke:

- tip odlagališča,
- vrsto odpadkov in
- datum popisa.

4.6.3 Natančnost izmer

Uporabljen sprejemnik omogoča kodni način določanja položaja. Meritve sem izvajala z metodo absolutnega določanja položaja. Natančnost izmer je bila okoli 5 metrov.

Natančnost meritev sem preverila z izmero položaja kontrolnih točk. Na cerkvi Sv. Mihalea v Črni vasi sem določila 12 točk. Polovica točk je določala robove objekta, druga polovica pa parkirišča. Izmere sem primerjala z znanim položajem kontrolnih točk. Visok objekt ovira sprejem signalov navigacijskih satelitov. Zaradi motenj je bil položaj točk na objektu določen z manjšo natančnostjo, od 3,52 metra do 11,05 metra. Razlika med izmerjenim in dejanskim položajem točk na parkirišču je bila od 2,43 metra do 5,11 metra. Sprejema signalov na tem mestu ni motila visoka vegetacija in objekt.

4.7 REZULTATI

Na pregledanem območju sem skupno zabeležila 87 črnih odlagališč odpadkov. Popis je zajel vidna odlagališča.

Preglednica 2: Popisana črna odlagališča odpadkov

Tip odlagališča	Točkovno	Linijsko	Ploskovno	Skupaj
Gospodinjski odpadki	8	11	1	20
Kosovno	23	1	8	32
Gradbeno	3	5	27	35
Skupaj	34	17	36	87

4.7.1 Odlagališča gospodinjskih odpadkov

Odlagališča gospodinjskih odpadkov se pojavljajo na dveh značilnih lokacijah. Večji del teh odlagališč se pojavlja ob glavnih cestah v neposredni bližini naselij ali znotraj naselij, manjši del pa ob vodotokih ter gozdnih zaplatah. Gre za značilne gospodinjske odpadke,

različno embalažo in plastenke. Odpadki so razpršeni, zato bi bilo morda primerneje govoriti o zasmetenih površinah.

Ob glavnih cestah se pojavlja kar 12 od 20 odlagališč tega tipa. Od tega je 11 linijskih odlagališč, kjer gre za odpadke, odvržene v vodne jarke ob cesti, le eno odlagališče je ploskovno. Pri tem je zanimivo, da sem v Črni vasi zabeležila le 3 taka odlagališča, medtem, ko jih je na ob Ižanski cesti kar 17. Veliko število odlagališč ob Ižanski cesti je bodisi odraz neustreznega odnosa prebivalcev do svojega bivalnega okolja bodisi posledica črne gradnje. Ob Ižanski cesti je črna gradnja pogost pojav. Lastniki teh hiš ne plačujejo komunalnih prispevkov, zato jim pristojne službe ne odvažajo odpadkov.

Točkovna komunalna odlagališča se pojavljajo ob vodotoku Iščica in ob gozdnih zaplatah, kjer so odlagališča posledica dejavnosti, kot so pikniki in rekreacija, saj gre za krajinsko pestre in privlačne dele prostora.

4.7.2 Odlagališča kosovnega odpada

Odlagališča kosovnega odpada se pojavljajo na mestih, kjer je mogoč dostop z vozili, torej ob glavnih cestah, še pogosteje pa ob stranskih poteh, kjer je odstranjevanje materiala manj opazno.

Točkovnih kosovnih odlagališč sem zabeležila 23. To so enkratna odlagališča avtomobilskih delov in bele tehnike. 4 od teh odlagališč je bilo na območju Črne vasi, ostala pa ob Ižanski cesti.

Ploskovnih odlagališč tega tipa je bilo na pregledanem območju 8. Na njih največkrat najdemo kosovne odpadke, pomešane z gradbenim materialom. Taka odlagališča so največkrat v procesu širjenja, saj ljudje navadno material odlagajo na mestih, kjer že ležijo odpadki.

Kosovno odlagališče linijske pojavnosti je na območju le eno, in sicer ob Ižanski cesti.

Zanimiv je podatek, ki potrjuje dejstvo, da so črna odlagališča antropogen del krajine, ki se stalno spreminja, vzroki pojavljanja pa so večplastni. Po opravljenem popisu odlagališč sem znova pregledala nekatere dele območja, pri čemer sem odkrila več novih komunalnih odlagališč, ki jih pred tem ni bilo. Ponovni ogled sem naredila po 15. novembru, ko po Pravilniku o napravah in opreми vozil v cestnem prometu (Ur. l. RS, št. 76/ 2005) nastopi zima in je obvezna namestitev zimskih pnevmatik. Na območju so se tako pojavila nova točkovna odlagališča avtomobilskih pnevmatik.



Sliki 33, 34: Novonastali odlagališči kosovnega materiala (obe na območju med Peruzzijevo ulico in reko Iščico)

4.7.3 Odlagališča gradbenega materiala

Odlagališča gradbenega materiala bi lahko razdelili na dve obliki:

- odlagališča, ki služijo kot nasutje za utrjevanje slabo stabilnih barjanskih tal in
- odlagališča, ki nimajo utrjevalne funkcije, gradbeni material je pomešan s kosovnim odpadom.



Sliki 35, 36: Nasutje gradbenega materiala za utrjevanje tal (ob cesti Brest) in nasutje za utrjevanje tal, kjer je gradbeni material pomešan s kosovnim odpadom (ob cesti v vas Matena).

Odlagališča, ki imajo namen utrjevanja terena, se pojavljajo na stiku cest s kmetijskimi zemljišči ali pa utrjujejo kolovoze. Tudi tu je gradbeni material dostikrat pomešan z manjšimi kosovnimi odpadki.

Druge oblike teh odlagališč, kjer se med gradbenim materialom pojavljajo posamezni kosovni odpadki in ne utrjujejo tal, zavzemajo večje površine. Enako kot kosovna odlagališča se tudi ta širijo zaradi dodajanja materiala.

Gradbena odlagališča se pojavljajo na celotnem območju, večji del pa se nahajajo na območju Izanske ceste. Na območju Črne vasi in okoliških cest sem zabeležila le 7 takih odlagališč.

4.7.4 Zanesljivost podatkov

Pri popisu zagotovo nisem zabeležila vseh odlagališč iz dveh razlogov:

- odlagališča se lahko pojavljajo tudi na nepričakovanih lokacijah,
- zaradi zaraščenosti nekatera odlagališča niso vidna.

Menim pa, da je popis zajel veliko večino odlagališč. Podatki so zadovoljiv pokazatelj stanja odlaganja odpadkov na izbranem območju.

4.8 SPLOŠNA RANLJIVOST OKOLJA ZA POJAVLJANJE ČRNIH ODLAGALIŠČ

Ranljivost je stanje okolja, prostora, zemljišča, pojava ali sestavine okolja, ki je lahko vzrok za nastanek negativnega vpliva, če bi se določen poseg uresničil (Marušič, 2004). V nalogi je bilo že omenjeno, da črna odlagališča obremenilno vplivajo na posamezne okoljske sestavine in dejavnosti, ki se tam vršijo. Model prikazuje ranljive dele Ljubljanskega barja za pojavljanje črnih odlagališč. Glede na značilnosti pojavljanja popisanih odlagališč, predpostavljam, da so to območja:

- v bližini naselij,
- na mestih, ki so dostopna s prevoznimi sredstvi in
- na območjih, ki so privlačna za turizem in rekreacijo.

Pri izdelavi modela so bili uporabljeni obstoječi podatki posameznih prostorskih sestavin področja:

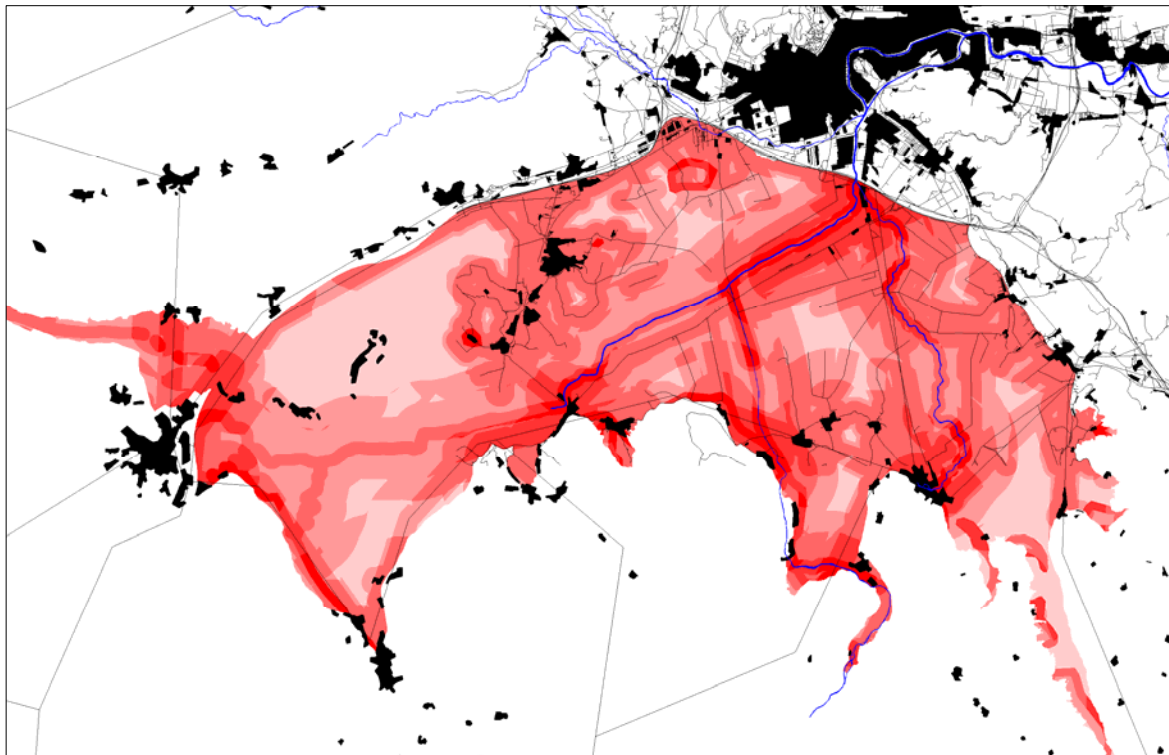
- ceste,
- naselja,
- območja urejanja in
- raba zemljišč,

in izvedeni podatki:

- oddaljenost od cest,
- oddaljenost od naselij ter

- oddaljenost od posameznih rab zemljišč.

Model je bil izdelan v programskem okolju ProVal 2000 ¹⁵.



Slika 37: Model ranljivosti okolja. Naselja so prikazana s črno, ceste s sivo in vodotoki z modro barvo. Ranljivost je prikazana z barvno lestvico od bele do rdeče barve. Bela barva ima oceno 1 (neranljivo), rdeča barva ima oceno 5 (najbolj ranljivo). Temnejša območja imajo višjo oceno ranljivosti. Najbolj ranljiva so tista območja, ki zadostujejo vsem trem zgoraj naštetim kriterijem pojavljanja črnih odlagališč.

Model je rezultat združitve dveh podmodelov. Ranljivost je opredeljena z lestvico od 1 do 5, kjer 5 pomeni največjo ranljivost. Prvi podmodel izpostavlja ranljive dele območja na podlagi bližine naselij in cest. Višjo oceno ranljivosti sem pripisala območjem, v neposredni bližini cest in naselij. Območjem, ki so od naselij oddaljeni do 50 metrov sem pripisala oceno 5, od 50 do 75 metrov oceno 3, od 75 do 150 metrov oceno 2, nad 150 metrov pa oceno 1. Pri oddaljenosti od cest sem dodelila oceno 5 območjem, ki so od cest oddaljeni do 25 metrov, oceno 3 oddaljenosti od 25 do 50 metrov, oceno 2 oddaljenosti od 50 do 100 metrov in oceno 1 oddaljenosti večji od 100 metrov. Izpeljana podatka o oddaljenosti od cestnega omrežja in naselij sem nato združila z matriko, kjer sem podatka obravnavala kot enakovredna.

¹⁵ ProVal 2000 je po naročilu Ministrstva za okolje in prostor Republike Slovenije izdelalo podjetje Dioptra. Namenjen je vključevanju okoljevarstvenih vidikov v prostorsko načrtovanje (Zorn, 2000: 73).

Drugi podmodel išče dele prostora, ki so privlačni za turizem in rekreacijo. Ta območja sem želela opredeliti na podlagi bližine pešpoti, kolesarskih poti, gozdnih stez ipd. Vendar obstoječi podatek o cestnem omrežju ni vseboval različnih rekreacijskih poti. Zato sem območja določila na podlagi kriterija vrstne pestrosti, bližine vodotokov in posredne bližine cest. Vrstno pestra območja sem določila z združevanjem podatka o rabi zemljišč in podatka o območjih urejanja. To so travniki, gozdovi, obvodna zarast, vode ipd. Nato sem oddaljenosti od teh območij do 15 metrov pripisala oceno ranljivosti 5, od 15 do 25 oceno 4, od 25 do 50 oceno 3, od 50 do 100 oceno 2 in oddaljenosti večji od 100 metrov oceno 1. Oddaljenosti do 15 metrov od cest sem ocenila s 3, od 15 do 50 metrov s 5 in od 50 metrov dalje z 1. Oba izvedena podatka sem nato združila z matriko. Tudi tu sem oba podatka obravnavala kot enakovredna.

Rezultate obeh podmodelov sem združila z matriko. Večjo težo sem dodelila podmodelu oddaljenosti od cest in naselij. Najbolj ranljiva so tako območja ob naseljih in ob prometnih povezavah med naselji.

4.9 PREDNOSTNA SANACIJA ČRNIH ODLAGALIŠČ

Neurejena odlagališča, ki pomenijo večjo obremenitev okolja bodisi z vidika onesnaženja bodisi so moteča iz estetskih razlogov, je treba sanirati. Ta odlagališča izpostavlja model prednostne sanacije črnih odlagališč. Osnova za izdelavo modela je bila baza podatkov o obstoječih odlagališčih, ki sem jo dopolnila z obstoječimi podatki o posameznih prostorskih sestavinah na tem področju in izvedenimi podatki. Model sem izdelala v programskem okolju ProVal 2000.

Uporabljeni osnovni podatki:

- ekosistemi,
- vodotoki,
- ceste,
- centroidi hiš in
- raba zemljišč.

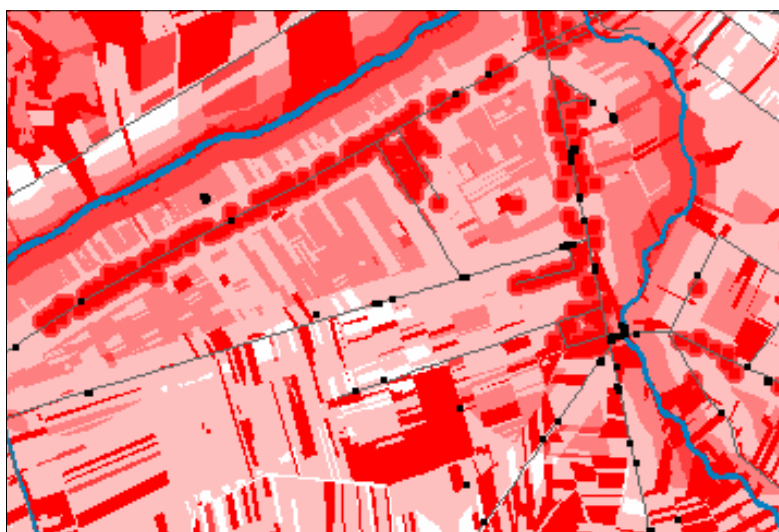
Izvedeni podatki:

- oddaljenost od stanovanjskih objektov,
- oddaljenost od vodotokov in
- oddaljenost od cestnega omrežja.

Ranljivost območja zaradi črnih odlagališč sem normirala na lestvico od 1 do 5, pri čemer ocena 5 pomeni največjo ranljivost.

Naravna ohranjenost območja je modelirana prek oddaljenosti od cest, oddaljenosti od rek in podatka o površinskem pokrovu. Pri površinskem pokrovu sem najvišji oceni ranljivosti, 4 in 5, pripisala vrstno pestrim in naravno bolj ohranjenim delom območja. To so območja z lokalno razvito močvirno vegetacijo, ostanki visokega barja na šoti, visoko šašje itd. Prav tako so bolj ranljiva območja, ki so bolj oddaljena od cest. Delom območja, ki so od cest oddaljeni več kot 50 metrov, sem pripisala oceno 4, od 25 do 50 metrov oceno 3, od 10 do 25 metrov oceno 2 in do 10 metrov oceno 1. Območja vodotokov sem obravnavala kot bolj ranljiva. Območja, oddaljena od rek do 5 metrov, imajo oceno 5, od 5 do 25 metrov oceno 3, nad 25 metrov pa oceno 1.

Dele območja, kjer so črna odlagališča moteča zaradi vizualnih razlogov, sem označila prek oddaljenosti od stanovanjskih objektov. Oddaljenosti do 50 metrov je dodeljena ocena 5, od 50 do 100 metrov ocena 2 in od 100 metrov dalje ocena 1.



Slika 38: Model prednostne sanacije črnih odlagališč. Odlagališča so prikazana s črno, ceste s sivo in vodotoki z modro barvo. Ranljivost je prikazana z barvno lestvico od bele do rdeče barve. Bela barva ima oceno 1 (neranljivo), rdeča barva ima oceno 5 (najbolj ranljivo). Temnejša območja imajo višjo oceno ranljivosti. Odlagališča, ki se nahajajo tam, je potrebno sanirati.

Rezultat modela izpostavi dele območja, ki jih neurejeno odlaganje najbolj prizadane. To so naravno bolj ohranjena območja, območja, ki so bolj oddaljena od cestnega prometa, in območja znotraj ter v neposredni bližini naselij. Odlagališča, ki se pojavljajo na teh delih območja, je treba sanirati.

5 PRIDOBIVANJE PODATKOV ZA POTREBE KRAJINSKEGA OBLIKOVANJA NA PRIMERU KARTIRANJA VEGETACIJE ARGENTINSKEGA PARKA

5.1 OBMOČJE OBDELAVE

Argentinski park je manjši mestni park na robu ožjega mestnega središča Ljubljane. Park je zaradi programske siromašnosti, oblikovalskih in funkcionalnih problemov potreben prenove.



Slika 39: Argentinski park (pogled na Puharjevo, Župančičevo in Slovensko ulico)

5.2 KARTIRANJE VEGETACIJE ARGENTINSKEGA PARKA Z GPS

Prednost kartiranja za krajinsko oblikovanje se kaže v velikosti območij urejanja. Medtem ko planiranje zadeva večja območja, so oblikovalske naloge vezane na manjša območja.

Kartiranje prvin za potrebe projektne naloge mora temeljiti na pregledu celotnega območja. Tak način kartiranja zagotavlja najmanjšo izgubo podatkov. Pri tem ni pomembno, v katerem letnem času se izvajajo meritve, vendar tal ne sme prekrivati sneg.

5.2.1 Zajem lege vegetacije Argentinskega parka

Meritev lege vegetacije Argentinskega parka sem opravila 22. novembra 2006. Pogoji za meritev vegetacije in tratnih ploskev parka so bili dobri, saj tal ni prekrival sneg. Za popis sem potrebovala okoli 1,5 ure. Meritve sem izvajala z metodo absolutnega določanja položaja. Natančnost je bila okoli 10-metrška.

5.2.2 Popis podatkov

Podatke o drevesih sem zapisovala kot točke, podatke o tratnih ploskvah pa kot poligone. Pri tem sem uporabljala enak postopek kot v poglavju 4.6.2. Pri kartiranju sem za podlago uporabila TTN 5 in DOF za območje Ljubljana Center, E 24, list 43.

Argentinski park se nahaja v centru mesta Ljubljana, njegove robove definirajo objekti visoke gradnje. Park lahko razdelimo na tri ločene prostorske sklope:

- severni del parka (med Župančičevo ulico, poslovnim objektom Status in ploščadjo pred gostilno Figovec),
- jugovzhodni del parka med Dukičevimi bloki in bivšo zgradbo Gospodarske zbornice ter
- jugozahodni del med Dukičevimi bloki.

Sprejem signalov s satelitov je bil zelo oviran. Robove parka določajo objekti visoke gradnje, ki zakrivajo nebo, možni pa so tudi odboji signalov z vseh površin z odbojno površino (okna). Zaradi motenj je sprejemnik potreboval 15 minut za prvo določitev položaja. DOP faktorja nisem odčitavala.

V severnem delu parka je bil sprejem signalov navigacijskih satelitov boljši. Položaj vegetacije je določen s približno 10- ali večmetrsko natančnostjo. V jugovzhodnem delu je bil sprejem zaradi bližine višjih stavb že bolj moten. Natančnost v tem delu je bila okoli 13-metrška. V jugozahodnem delu parka, med Dukičevimi bloki, pa določanje položaja ni bilo mogoče. Sprejemnik ni mogel loviti signalov s satelitov.

Natančnost podatkov sem preverila v programskem okolju ArcView. Rezultate meritev sem primerjala s TTN 5. Izmerjeni položaj robov tratnih ploskev severnega dela parka je od dejanskega oddaljen od 5,64 metrov do 22,70 metrov. V jugozahodnem delu parka pa je bila razlika med dejanskim in izmerjenim položajem tratnih ploskev od 5,15 metrov do 26,37 metrov. Natančnost meritev je okvirna. Na TTN 5 je težko razbrati natančne robove tratnih ploskev.

Rezultate meritev nisem obdelala z naknadno korekcijo.

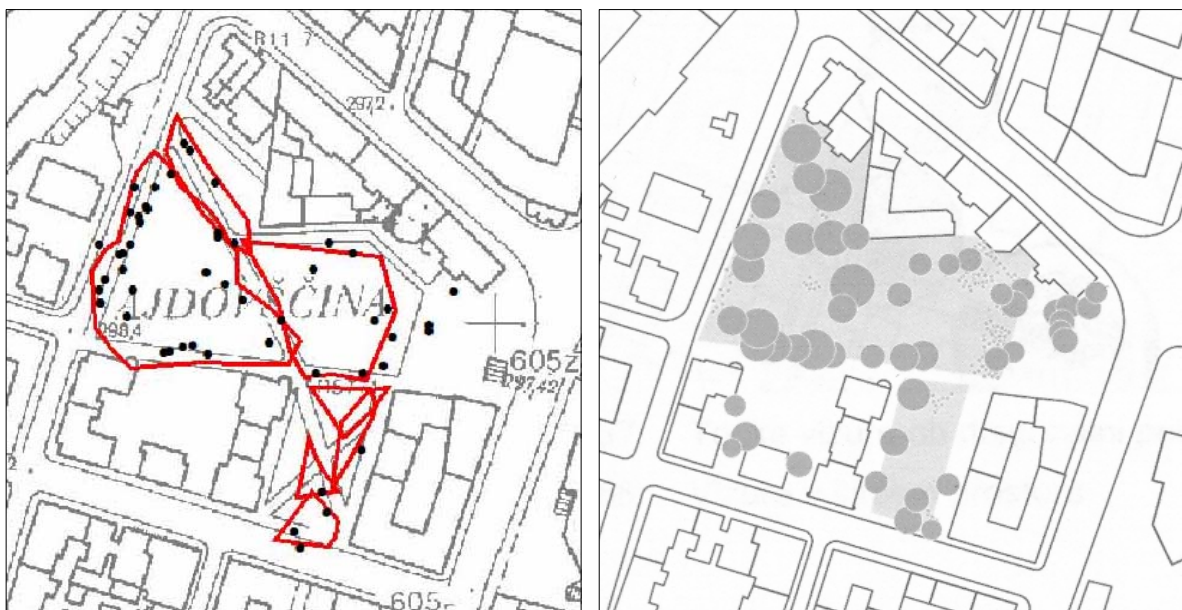
5.3 REZULTATI

Meritve položaja vegetacije in tratnih ploskev rišejo popačeno sliko obstoječe ureditve parka.

Položaji posameznih objektov so podani s (približno) 10-metrsko natančnostjo. Zmanjšana natančnost sprejemnika je posledica motenj pri sprejemu signala.

Karta meritev kaže, da se posamezna drevesa nahajajo že zunaj območja zelenih površin parka, na Župančičevi in Puharjevi ulici. Tratne ploskve severnega dela parka so izrisane bolj natančno kot tiste v jugovzhodnem delu, kjer so bile večje motnje.

Rezultati kartiranja so povsem neprimerni za nadaljno uporabo, kot podlaga za načrtovanje nove ureditve parka.



Sliki 40, 41: Rezultat meritev vegetacije in zelenih površin (z rdečo barvo so izrisane meritve tratinh površin, s črnimi točkami pa meritve dreves) in dejansko stanje vegetacije Argentinskega parka (Kranjc, 2004: 49).

6 RAZPRAVE IN SKLEPI

6.1 POPIS PODATKOV NA TERENU

Pridobivanje podatkov na terenu poteka v treh fazah.

V prvi fazi je treba natančno opredeliti značilnosti pojava, ki ga popisujemo. Pojav opredelimo v skladu z namenom raziskave. Treba je, da natančno določimo kriterije, ki opisujejo obravnavan pojav, in njegove različne pojavne oblike.

Druga faza je kartiranje. To lahko temelji na pregledu celotnega območja ali na predhodnem ugotavljanju možnih lokacij lege pojavov. S pregledom celotnega območja popišemo vse podatke, vendar je ta način časovno potraten in zato primeren le za manjša območja. Drugi način je primeren za večja območja. Njegova slabost je, da obstaja verjetnost izgube podatkov.

Tretja faza pa predstavlja zbiranje podatkov o lastnostih tega pojava. Pomembno je, da sočasno s kartiranjem zabeležimo tiste lastnosti, ki bodo koristne pri kasnejši uporabi podatkov.

6.2 IZKUŠNJA SISTEMATIČNEGA KARTIRANJA

Ključni dejavnik pri pojavljanju črnih odlagališč je dostopnost, deloma pa tudi bližina naselij in privlačnost območja za rekreacijo in turizem. Na izbranem območju sem zato pregledala robove prevoznih poti in območja, ki so bila dostopna po stezah.

Ker so neurejena odlagališča največkrat skrita očem, je pomembno, da se popisovalec na terenu ne giblje z veliko hitrostjo, z avtomobilom, temveč peš oziroma s kolesom. To zahteva ustrezno fizično pripravljenost popisovalca, sploh če gre za hribovita območja. Pri širokih poteh, kjer je težko enakovredno slediti obema robovoma ceste, je treba najprej opraviti popis odlagališč na eni in nato, ko se vračamo, še na drugi strani. Tako pregledovanje zahteva veliko časa. Kot sem že omenila, sem potrebovala za popis odlagališč, na območju velikem 13,5 kvadratnega kilometra, okoli 50 ur. Premikala sem se s kolesom. Čas zbiranja lokacij bi se bistveno skrajšal, če bi območje pregledovalo več popisovalcev hkrati ali če bi ga opravljal bolj izkušen popisovalec. Pri sistematičnem kartiranju je pomembno predvsem, da se teren pregleduje na dogovorjen način, ki mora biti jasno določen. S takim redom lahko kasneje ocenimo, kako zanesljivo je bilo kartiranje (Šebenik, 1994: 26).

Kartiranje je treba opraviti v letnem času in vremenskih razmerah, ko je vidljivost pojava na območju, ki ga pregledujemo, najboljša. Pri popisu črnih odlagališč so to meseci, ko vegetacija miruje. Delo poteka dosti hitreje v hladni polovici leta, ko ni zaraščeno in je vidljivost bistveno večja, če tal ne prekriva sneg (Šebenik, 1994: 26). Sama sem popis opravila v prvi polovici novembra. Kljub manjši zaraščenosti so bili nekateri deli še vedno precej nepregledni. Gladina vode v jarkih je pozimi višja kot v poletnem času. Veliko odlagališč se nahaja prav v jarkih in zaradi vode niso bila vidna. Zato bi bilo popis bolj ustrezno opraviti marca ali februarja, ko je sušno obdobje, vegetacija pa je v mirujočem stanju. Odlagališča v strugah jarkov in vodotokov pa so bila tudi težko dostopna oziroma nedostopna. V takih primerih je mogoče podati le približne koordinate lokacije.

6.3 UGOTOVITVE

S sistemom satelitskega pozicioniranja GPS lahko na terenu sami pridobimo prostorske informacije v vektorski obliki. Prednosti takega pridobivanja podatkov so, da zajamemo tiste informacije in zabeležimo tiste značilnosti ali attribute pojava, ki jih potrebujemo za reševanje nekega prostorskega problema. Pomembno pri tem je, da glede na zahtevano natančnost izberemo ustrezno opremo in metodo izmere.

V nalogi sem preverila uporabnost zajetih podatkov z GPS v dveh različnih segmentih krajinskega načrtovanja, v krajinskem planiranju in krajinskem oblikovanju. Pri izmerah sem uporabljala metodo absolutnega določanja položaja.

S podatki o lokacijah in značilnostih črnih odlagališč lahko zadovoljivo opišemo stanje problematike neustreznega odlaganja odpadkov na izbranem območju. Iz njih je mogoče razbrati, kateri deli prostora so bolj ranljivi za pojavljanje takih odlagališč in v kakšnem obsegu se pojavljajo. Težje pa razberemo velikost posameznega odlagališča ali skupno površino, ki jo pokrivajo odlagališča. Sprejemnik majhnih premikov lokacije ni zaznal, zato so odlagališča z majhno površino (do nekaj kvadratnih metrov) označena le s točkami, večja linijska in ploskovna odlagališča pa so orisana le približno. Ker je natančnost podatkov v planiranju pogojena z velikostjo rastrskih celic, objekti prevzamejo površino celice, kar popači prave vrednosti podatkov. Natančnost izmer je bila nekajmetrska (okoli 5-metrška).

Primernost podatkov za nadaljno uporabo sem preverila z izdelavo 2 modelov (model prednostne sanacije odlagališč in model splošne ranljivosti okolja za pojav črnih odlagališč), kjer sem bazo podatkov s terena dopolnila z že obstoječimi podatki posameznih prostorskih sestavin tega območja. Odlagališča, kjer bi bila sanacija nujna, sem določila glede na njihovo lego v odnosu do naravno ohranjenih in vrstno pestrih območij ter glede na njihovo oddaljenost od cest in naselij. Rezultat modela je slika, ki

kaže ranljive dele območja in izpostavlja posamezna črna odlagališča, ki se nahajajo na teh delih in jih je zato treba sanirati. Menim, da so podatki, zajeti z GPS, primerni za uporabo v krajinskem planiranju.

Položaj objekta, podan z nekajmetrsko natančnostjo, ne nariše prave prostorske situacije. Pri kartiranju vegetacije Argentinskega parka pa je bila natančnost uporabljenega sprejemnika zmanjšana še zaradi vpliva pogreškov zunanjega izvora. Neustreznost podatkov je bila razvidna že pri samem kartiranju, saj je GPS kurzor kazal položaj, ki je bil od dejanskega oddaljen več metrov. Uporabnosti podatkov zato nisem preverjala dalje, na praktičnem primeru. Rezultati porajajo dvom tudi o uporabnosti satelitskega določanja položaja, kot metode pridobivanja podatkov v urbanih območjih.

Primernejši vir podatkov za krajinsko oblikovanje so obstoječi viri, kot so DTK 5, DOF 5, deloma tudi TTN 5, v primerih, ko oblikovalec potrebuje bolj detajlne slike prostora, pa geodetski načrt ali pa GPS kartiranje z drugačno opremo (sprejemnik, ki omogoča fazno določanje položaja) in metodo, ki omogoča primerno natančnost.

7 POVZETEK

Temelj reševanja prostorskih problemov so ustrezni podatki o obravnavanem območju. Načrtovalec jih lahko pridobi iz že obstoječih virov različnih ponudnikov ali pa jih ročno zajame sam. Če obstoječi podatki ne vsebujejo določene prostorske značilnosti, lahko načrtovalec podatke zajame sam, z globalnim navigacijskim satelitskim sistemom (GNSS). Natančnost podatkov, zajetih s to metodo, ima velik razpon, od nekaj milimetrov do več deset metrov natančno.

Naloga preverja hipotezo, da je uporabnost podatkov, pridobljenih z GNSS, odvisna od metode določanja položaja, kakovosti uporabljene opreme in ravni načrtovanja, kjer so podatki uporabljeni. Sestavljena je iz dveh delov. Teoretični del na podlagi pregleda literature podaja spoznanja o zgradbi in delovanju satelitskega določanja položaja in sistemov GNSS ter vsebino obstoječih virov prostorskih podatkov. Praktični del naloge pa preverja uporabnost podatkov, zajetih s satelitskim pozicioniranjem, v dveh različnih segmentih krajinskega načrtovanja, planiranju in oblikovanju. Za planiranje sem kartirala črna odlagališča na izbranem območju, za projektno raven pa sem locirala vegetacijo in tratne ploskve manjšega parka.

Osnovni princip delovanja GNSS je določitev razdalj do satelitov, ki z natančno znanim položajem služijo kot referenčne točke. Sprejemnik razdaljo določi na osnovi časa in hitrosti potovanja signala, ki ga satelit oddaja, do sprejemnika. Za določitev položaja so potrebne štiri bazne točke. Sprejemnik mora imeti zato na voljo 4 meritve, da lahko reši enačbo s 4 neznankami, ki so x , y , z , t . Usluge sistemov satelitske navigacije lahko uporablja vsak posameznik, ki ima ustrezen sprejemnik.

Sistemi GNSS so ameriški GPS, ruski GLONASS, evropski GALILEO in kitajski BeiDou. Posamezen sistem je zgrajen iz treh delov. Vesoljski segment je sestav satelitov, ki na orbitalnih ravninah krožijo okoli Zemlje. Kontrolni del sestavlja niz opazovalnih postaj, ki nadzorujejo pravilno delovanje sistema. Uporabniški segment pa predstavljajo uporabniki z ustreznimi sprejemniki. Med uporabniki je trenutno najbolj razširjen GPS. Tega sem v nalogi uporabila tudi sama.

Pri načrtovanju navadno uporabljamo obstoječe prostorske zapise. Sklop vseh topografskih podatkov o prostoru v numerični ali grafični, analogni in digitalni obliki združuje Državni topografsko-kartografski sistem, krajše TKSS. Ta vključuje Temeljne topografske načrte v merilih 1 : 5 000 in 1 : 10 000 (TTN 5, TTN 10), Državne topografske karte v merilih 1 : 5 000, 1 : 25 000 in 1 : 50 000 (DTK 5, DTK 25 ter DTK 50) in generalizirano kartografsko bazo, Državne pregledne karte v merilih 1 : 250 000, 1 : 500 000, 1 : 750 000 in 1 : 1 000 000 (DPK 250, DPK 500, DPK 750 ter DPK 1000), Digitalne modele višin, Register zemljepisnih imen, Zbirini kataster gospodarske javne infrastrukture,

Aerosnemanja in posnetke aerosnemanja in Ortofoto. Če naštetih viri ne vključujejo želenega prostorskega podatka ali pa so neažurni, podatke lahko zajamemo z GPS.

Obstajajo različne metode določanja položaja z GPS sistemom, absolutna določitev položaja, diferencialni GPS, fazna relativna določitev položaja in precizno določanje položaja. Absolutna določitev položaja je najmanj natančna metoda. Opazovanja se izvajajo s samostojnim sprejemnikom, ki položaj določi na podlagi psevdorazdalj med satelitom in sprejemnikom. Pri kartiranju črnih odlagališč in vegetacije Argentinskega parka sem uporabljala dlančnik Pocket LOOX serije N560 proizvajalca Fujitsu Siemens z naloženo programsko opremo ArcPad, podatke pa sem kasneje obdelala v programskem okolju ArcMap. Meritve sem izvajala z metodo absolutnega določanja položaja. Naknadne korekcije meritev nisem izvajala.

Črna odlagališča sem kartirala na območju Ljubljanskega barja, natančneje na območju dveh digitalnih ortofoto, Ljubljana jug, E 23, lista 13 in 14. Kot črna odlagališča sem označila vsako površino, gosto prekrito z odpadki, ki predstavlja degradacijo okolja ali z estetskega vidika ali pa obremenilno vpliva na okolje, in vsak posamezen odpadek, ki predstavlja nevarnost okolju. Glede na vrsto odpadkov, ki se na območju pojavljajo, sem odlagališča zabeležila kot odlagališča gospodinjskih odpadkov, odlagališča gradbenega materiala in odlagališča kosovnega odpada. Glede na njihovo pojavnost pa sem jih beležila kot točkovne, linijske in ploskovne pojave. Zaradi velikosti območja, je bilo pojave nesmiselno kartirati s pregledom celotnega območja. Na podlagi pregleda literature, terenskega ogleda in pregleda obstoječih prostorskih virov, ki so mi bili na voljo (TTN 5, DOF in DTK 5), sem določila zakonitosti pojavljanja odlagališč. Eden izmed glavnih kriterijev pojavljanja črnih odlagališč je dostopnost, večina odlagališč se pojavlja ob poteh. Na opazovanem območju sem preiskala glavne prometne poti, asfaltne in makadamske poti ter kolovoze in steze, ki sem jih predhodno določila na podlagi DOF in DTK 5. Na pregledanem območju sem skupno zabeležila 87 črnih odlagališč odpadkov. Od tega 20 odlagališč gospodinjskih odpadkov, 32 odlagališč kosovnega odpada in 35 odlagališč gradbenega materiala. Popis je zajel veliko večino odlagališč. Podatki so zadovoljiv pokazatelj stanja odlaganja odpadkov na izbranem območju. Natančnost izmer je bila okoli 5 metrov. Uporabnost meritev sem preverila z izdelavo modela prednostne sanacije črnih odlagališč. Model je izpostavil črna odlagališča, ki jih je zaradi izrazito negativnega vpliva na bivalno in naravno okolje, treba sanirati. Drugi model, model splošne ranljivosti okolja za pojavljanje črnih odlagališč, pa na podlagi ugotovitev zakonitosti pojavljanja črnih odlagališč, kaže dele Ljubljanskega barja, kjer je nevarnost pojavljanja nelegalnega odlaganja odpadkov.

Ustreznost GNSS kot metode pridobivanja podatkov za potrebe krajinskega oblikovanja sem preverila s kartiranjem vegetacije in tratnih ploskev Argentinskega parka. Pojave sem kartirala na podlagi pregleda celotnega območja. Na natančnost meritev GPS lahko

vplivajo tri skupine pogreškov. Pogreški z izvorom v satelitih (pogreški tirnic satelitov in atomskih ur), z izvorom v mediju, po katerem signal potuje (vplivi ionosfere ter atmosfere na hitrost potovanja električnih valov), in pogreški z izvorom v sprejemniku (odboji signalov z objektov in pojavov z odbojno površino, kot so jezera, okna ...). Ker se park nahaja na robu mestnega središča Ljubljane, gre za območje visoke gradnje. Sprejem signalov je bil zato zelo moten, ponekod pa položaja ni bilo mogoče določiti. Natančnost izmer je bila od okoli 10- do 13-metrška. Krajinsko oblikovanje zahteva natančnost podatkov znotraj centimetrskega razreda. Rezultati kartiranja so zato povsem neprimerni za nadaljno uporabo, kot podlaga za načrtovanje nove ureditve parka.

8 VIRI

8.1 CITIRANI VIRI

Aerosnemanja. 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije.

<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/Aerosnemanja.asp> (24.10.2006)

Digitalni modeli višin. 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije.

<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/DMV.asp> (24.10.2006)

Državna topografska karta 1: 5000 (DTK 5). 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije (24.10.2006).

<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/DTK5.asp>

Državne topografske karte. 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije.

<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/DTK.asp> (24.10.2006)

Galileo the European Programme for Global Navigation Services. 2006. Wilson A. (Ed.) ESA Publications Division, AG Noordwijk, 38 str.

GALILEO Services. 2006. Direktorat- General Energy and transport.

http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/programme/services_en.htm (31.8.2006)

Generalizirana kartografska baza (GKB). 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije.

<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/GBK.asp> (24.10.2006)

Gostinčar P., Janežič K. 2005. Ljubljanska deponija in črna odlagališča odpadkov na Ljubljanske barju.). V: Geografsko-raziskovalni tabor »Ljubljansko barje«. Ilc H., Košutnik J., Strmšnik K., Trobec T. (ur.). Ljubljana, Društvo mladih geografov Slovenije: 42-44

Hočevar M. Daljinsko pridobivanje podatkov v gozdarstvu. 1999. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 105 str.

Juvančič M. 2000. Geodezija za gozdarje in krajinske arhitekte. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 288 str.

Kaplan E. D., Hegarty C. J. 2006. Understanding GPS principles and applications. 2nd edition. Norwood, MA, USA, Artech House, Inc.: 703 str.

- Kozmus K., Stopar B. 2003a. Načini določanja položaja s satelitskimi tehnikami. *Geodetski vestnik*, 47, 4: 404-413
- Kozmus K., Stopar B. 2003b. Infrastruktura omrežij permanentnih postaj GPS. http://www.fgg.uni-lj.si/sugg/referati/2004/SZGG_04_Kozmus_Stopar.pdf (12.11.2006)
- Kranjc U. 2004. Preverjanje sodobnih oblikovalskih teženj v kontekstu oblikovanja parka Ajdovščina. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. Za krajinsko arhitekturo: 82 str.
- Kwamme K., Oštir. K., Stančič Z., Šumrada M. 1997. Geografski informacijski sistemi. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti: 476 str.
- Leksikon Cankarjeve založbe. 2. izdaja Ljubljana, Cankarjeva založba: 1080 str.
- Letham L. 1998. GPS made easy : using global positioning systems in the outdoors. 2.nd edition. Calgary : Rocky Mountain Books: 208 str.
- Lipej B. 1997. Optimizacija prostorskega planiranja kot posledica GIS tehnologije in prostorskega managementa. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 193 str.
- Lisec A., Mesner N. 2005. Geo & IT Novice. EGNOS preko svetovnega spleta. *Geodetski vestnik*, 49, 4: 578-579
- Lisec A., Pavlovič Prešeren P. 2004. Geo & IT Novice. Kitajska že preizkuša EGNOS. *Geodetski vestnik*, 48, 1: 67
- Marušič I. 2001. Krajinsko planiranje Gradivo za priročnik zaključno poročilo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: 121 str.
- Marušič I. 2004. »Zapiski s predavanj predmeta Varovalno prostorko planiranje št. leto 2004«. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
- Mihevc M. 2005. Pridobivanje podatkov o prostoru za pripravo poročila o stanju na področju urejanja prostora : diplomsko naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 92 str.

Mnenje Evropskega ekonomsko-socialnega odbora o Predlogu uredbe Evropskega parlamenta in Sveta o izvajanju uvajalnih in obratovalnih faz evropskega programa satelitske radionavigacije.

<http://eescopinions.eesc.europa.eu/eescopiniondocument.aspx?language=sl&docnr=123&year=2005> (13.9.2006)

Naše storitve. 2006. Geodetska uprava republike Slovenije.

http://www.gu_signal.si/index.php?option=com_content&task=section&id=4&Itemid=27 (30.12.2006)

Nielsen, T. S., Hovgevesen H. H., Lassen C., Godtved S. 2004. The Potential for the Exploration of Activity Patterns in the Urban Landscape with GPS-positioning and Electronic Activity Diaries. Life in the Urban Landscape: International Conference for Integrating Urban Knowledge and Practice. Gothenburg. 12 str.

http://www.urbanlife2005.com/proceedings/D/177_T_Nielsen_et_al.pdf. (11.12.2006)

Ortofoto. 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije.

<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/Ortofoto.asp> (24.10.2006)

Omrežje SIGNAL. 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije.

<http://www.gu-signal.si/>

Petek T. 2005. Sistem zbirk prostorskih podatkov. Geodetski vestnik, 49, 4: 558-566

Petrovič D. 2006a. Ocena kakovosti državne topografske karte v merilu 1 : 50 000. Geodetski vestnik, 50, 2: 187-200

Petrovič D. 2006b. »Prosojnice s predavanj predmeta Kartografija št. leto 2006«. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Petrovič D., Brumec M., Radovan D. 2005. Geodetski in topografski sistem v prostorskem načrtovanju-od geodetskih podlag do koordinate. Geodetski vestnik, 49, 4: 545-557

Pregledne karte (PK). 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije.

<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/PK.asp> (24.10.2006)

Podobnikar T., Mlinar J. 2006. Izdelava in vzdrževanje digitalnega modela reliefa Slovenije z integracijo obstoječih virov. Geodetski vestnik, 50, 3: 472-480

Pravilnik o napravah in opremi vozil v cestnem prometu. Ur. l. RS, št. 76/2005

Ranfl U. 2004. Kinematična GPS - izmera linijskih objektov za potrebe GIS. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 98 str.

Register zemljepisnih imeni (REZI). 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije.
<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/REZI.asp> (24.10.2006)

Rožič. A. 2003. GPS izmera planinskih poti. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 57 str.

Šebenik I. 1994. Pokrajinske značilnosti manjših neurejenih odlagališč odpadkov v Sloveniji z zasnovo akcijskega načrta ureditve in oceno tveganja onesnaženja podzemnih voda. Ljubljana, Inštitut za geografijo Univerze v Ljubljani: 135 str.

Šebenik I., Stritih J. 1991. Divja odlagališča odpadkov v Sloveniji. Ljubljana, Zveza tabornikov Slovenije, Oikos, 1991: 30 str.

Temeljni topografski načrti 1 : 5.000 in 1 : 10.000 (TTN 5 in TTN 10). Geodetska uprava Republike Slovenije.
<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/ttn.asp> (24.10.2006)

Topografsko kartografski podatki. 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije.
<http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/topograf> (24.10.2006)

Zakon o ratifikaciji evropske konvencije o krajini (MEKK). Ur. l. RS, št. 74/2003

Zakon o ratifikaciji sporazuma o spodbujanju, zagotavljanju in uporabi satelitskih navigacijskih sistemov GALILEO in GPS ter podobnih aplikacij (MSGGPS). Ur. l. RS, št. 14/2004

Zakon o varstvu okolja (ZVO). Ur. l. RS, št. 41/04

Zorn M. 2000. Analiza različne programske opreme za geografski informacijski sistem v okoljskem načrtovanju. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. Za krajinsko arhitekturo: 82 str.

ZAHVALA

Mentorju dr. Ivanu Marušiču in somentorju dr. Dušanu Petroviču se zahvaljujem za strokovno pomoč in vodenje pri izdelavi naloge, Urošu Ranflu pa za nasvete in pomoč pri izbiri in nastavitvi opreme.

Priloga A

Meritev kontrolnih točk



Legenda:

- Kontrolne točke
- + Izmerjene točke

M 1 : 1000



Legenda:

- Kosovno odlagališče, točkovno
- Odl. gospodinskih odpadkov, točkovno
- Gradbeno odlagališče, točkovno
- Kosovno odlagališče, linijsko
- Odl. gospodinskih odpadkov, linijsko
- Gradbeno odlagališče, linijsko
- Kosovno odlagališče, ploskovno
- Odl. gospodinskih odpadkov, ploskovno
- Gradbeno odlagališče, ploskovno

M 1 : 5 000



- Legenda:**
- Kosovno odlagališče, točkovno
 - Odl. gospodinskih odpadkov, točkovno
 - Gradbeno odlagališče, točkovno
 - Kosovno odlagališče, linijsko
 - Odl. gospodinskih odpadkov, linijsko
 - Gradbeno odlagališče, linijsko
 - Kosovno odlagališče, ploskovno
 - Odl. gospodinskih odpadkov, ploskovno
 - Gradbeno odlagališče, ploskovno

M 1 : 5 000

Priloga D

Uporabljeni podatki za model splošne ranljivosti okolja za pojavljanje črnih odlagališč

1. Podmodel

Podatek: Ceste

razred	opis razreda	v razred
0	0	0
1	državne ceste	1
2	lokalne glavne ceste	1
3	lokalne zbirne ceste	1
4	lokalne ceste med naselji	1
5	lokalne krajevne I. kategorije	1
6	lokalne krajevne II. kategorije	1
7	lokalne krajevne III. kategorije	1
8	javne poti i. kategorije	1
9	javne poti ii. kategorije	1
10	javne poti za pešce	1
11	javne poti za kolesarje	1
12	pešpoti	1
13	ne kategorizirano	1
14	parkirišče	1

Izpeljan podatek: Oddaljenost od cest

razredi oddaljenosti	pripisana ocena ranjenosti
0	5
25	3
50	2
100	1

Podatek: Naselja

razred	opis razreda	v razred
3	naselja	1
1	ni pojava	0

Izpeljan podatek:		Oddaljenost od naselij
razredi oddaljenosti		pripisana ocena ranjenosti
0	50	5
50	75	3
75	150	2
150	99999	1

2. Podmodel

Podatek: Ceste		
razred	opis razreda	v razred
0	0	0
1	državne ceste	1
2	lokalne glavne ceste	1
3	lokalne zbirne ceste	1
4	lokalne ceste med naselji	1
5	lokalne krajevne I. kategorije	1
6	lokalne krajevne II. kategorije	1
7	lokalne krajevne III. kategorije	1
8	javne poti i. kategorije	1
9	javne poti ii. kategorije	1
10	javne poti za pešce	1
11	javne poti za kolesarje	1
12	pešpoti	1
13	nekatégorizirano	1
14	parkirišče	1

Izpeljan podatek:		Oddaljenost od cest
razredi oddaljenosti		pripisana ocena ranjenosti
0	15	3
15	50	5
50	99999	1

Podatek: Območja urejanja		
razred	opis razreda	v razred
1	Površine za pridobivanje naravnih surovin	1
2	Gozdne površine	3
3	Površine za inštitute, šolstvo, zdravstvo	1
4	Površine za kmetijstvo	2
5	Površine mestne javne službe in storitve	1
6	Površine za osrednje dejavnosti	1
7	Površine za proizvodnjo, skladišča in terminale	1
8	Parkovne športno rekreacijske površine	5
9	Površine za stanovanjske in spremljajoče dejavnosti	1
10	Površine za promet	1

Podatek: Raba zemljišč		
razred	opis razreda	v razred
1	Obdelovalna zemljišča	0
2	vinogradi	0
3	sadovnjaki	0
4	travniki	1
5	Plantaže gozdnega drevja in zemljišča v zaraščanju	0
6	Obvodna zarast in drevesne živice	1
7	Gozd	0
8	Pozidana zemljišča	0
9	Odprta zemljišča	1
10	vode	1

Izpeljan podatek: Oddaljenost od rabe zemljišč		
razredi oddaljenosti		pripisana ocena ranjenosti
0	15	5
15	25	4
25	50	3
50	100	2
100	99999	1

Priloga E

Uporabljeni podatki za model prednostne sanacije odlagališč

1. Podmodel

Podatek: Ceste

razred	opis razreda	v razred
0	0	0
1	državne ceste	1
2	lokalne glavne ceste	1
3	lokalne zbirne ceste	1
4	lokalne ceste med naselji	1
5	lokalne krajevne I. kategorije	1
6	lokalne krajevne II. kategorije	1
7	lokalne krajevne III. kategorije	1
8	javne poti i. kategorije	1
9	javne poti ii. kategorije	1
10	javne poti za pešce	1
11	javne poti za kolesarje	1
12	pešpoti	1
13	ne kategorizirano	1
14	parkirišče	1

Izpeljan podatek: Oddaljenost od cest

razredi oddaljenosti	pripisana ocena ranjenosti
0	5
25	3
50	2
100	1

Podatek: Naselja

razred	opis razreda	v razred
3	naselja	1
1	ni pojava	0

Izpeljan podatek:		Oddaljenost od naselij
razredi oddaljenosti		pripisana ocena ranjenosti
0	50	5
50	75	3
75	150	2
150	99999	1

2. Podmodel

Podatek: Ceste		
razred	opis razreda	v razred
0	0	0
1	državne ceste	1
2	lokalne glavne ceste	1
3	lokalne zbirne ceste	1
4	lokalne ceste med naselji	1
5	lokalne krajevne I. kategorije	1
6	lokalne krajevne II. kategorije	1
7	lokalne krajevne III. kategorije	1
8	javne poti i. kategorije	1
9	javne poti ii. kategorije	1
10	javne poti za pešce	1
11	javne poti za kolesarje	1
12	pešpoti	1
13	nekatégorizirano	1
14	parkirišče	1

Izpeljan podatek:		Oddaljenost od cest
razredi oddaljenosti		pripisana ocena ranjenosti
0	15	3
15	50	5
50	99999	1

Podatek: Območja urejanja		
razred	opis razreda	v razred
1	Površine za pridobivanje naravnih surovin	1
2	Gozdne površine	3
3	Površine za inštitute, šolstvo, zdravstvo	1
4	Površine za kmetijstvo	2
5	Površine mestne javne službe in storitve	1
6	Površine za osrednje dejavnosti	1
7	Površine za proizvodnjo, skladišča in terminale	1
8	Parkovne športno rekreacijske površine	5
9	Površine za stanovanjske in spremljajoče dejavnosti	1
10	Površine za promet	1

Podatek: Raba zemljišč		
razred	opis razreda	v razred
1	Obdelovalna zemljišča	0
2	vinogradi	0
3	sadovnjaki	0
4	travniki	1
5	Plantaže gozdnega drevja in zemljišča v zaraščanju	0
6	Obvodna zarast in drevesne živice	1
7	Gozd	0
8	Pozidana zemljišča	0
9	Odprta zemljišča	1
10	vode	1

Izpeljan podatek: Oddaljenost od rabe zemljišč		
razredi oddaljenosti		pripisana ocena ranjenosti
0	15	5
15	25	4
25	50	3
50	100	2
100	99999	1