

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

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



Univerzitetni program Geodezija,  
smer Geodezija

Kandidat:

**Lian Kenda**

# **Vektorska podatkovna baza za cestni navigacijski sistem**

**Diplomska naloga št.: 703**

**Mentor:**

izr. prof. dr. Radoš Šumrada

**Somentor:**

mag. Matjaž Hribar

Ljubljana, 7. 2. 2007

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **LIAN KENDA** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
»VEKTORSKA PODATKOVNA BAZA ZA CESTNI NAVIGACIJSKI SISTEM«.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,  
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(podpis)

## **IZJAVE O PREGLEDU NALOGE:**

Nalogo so si ogledali:

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

**UDK:** 004.6:659.2:656.1:91(043.2)  
**Avtor:** Lian Kenda  
**Mentor:** izr. prof. dr. Radoš Šumrada  
**Naslov:** Vektorska podatkovna baza za cestni navigacijski sistem  
**Obseg in oprema:** 113 str., 32 pregl., 54 sl.  
**Ključne besede:** GIS, vektorska podatkovna baza, cestna navigacija

### **Izveček**

Naprave za navigacijo vozil uporabljajo vektorski kartografski prikaz, ki je zasnovan kot vektorska podatkovna baza. Zasnova teh baz se začne z vzpostavitvijo modela stvarnosti, ki mora biti določen tako, da zajema vse nujno potrebne grafične in opisne podatke za pravilno navigacijo vozila. V pričujočem delu je prikazana vzpostavitev tistega dela baze, imenovane StreetConnect, ki služi za namene cestne navigacije. Ker so podatki zajeti po lastnih specifikacijah, je bila potrebna še pretvorba v podatke, ki so združljivi z GPS navigacijskimi inštrumenti Garmin. Zajem podatkov se je izvajal iz državnih kart, digitalnih podob površja, uradnih evidenc in zbirk ter iz podatkov zajetih neposredno na terenu. V nalogi so opisani viri, metode, kriteriji zajema, podatkovni sloji baze, priredba podatkov, nekateri vidiki kakovosti baze, končni izdelek AdriaRoute in nekaj možnih nadgradenj celotne baze. Bazo StreetConnect vodi in vzdržuje podjetje Monolit d.o.o..

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALIST INFORMATION**

**UDK:** 004.6:659.2:656.1:91(043.2)  
**Author:** Lian Kenda  
**Supervisor:** assoc. prof. dr. Radoš Šumrada  
**Title:** Vector database for vehicle road navigation  
**Notes:** 113 p., 32 tab., 54 fig.  
**Key words:** GIS, vector database, vehicle navigation

### **Abstract**

Vehicle navigation devices use vector cartographic view, which is designed as a vector database. Database creation begins by setting up a landscape model which includes all the graphical and descriptive data required for accurate vehicle navigation. This paper presents the creation of a database part called StreetConnect, which is used for road navigation. Data obtained using distinct specifications have been transformed into the format compatible with Garmin GPS devices. Data have been obtained from national maps, digital landscape images, official records and collections, and the field. The paper describes the sources, methods and criteria for collecting data; database layers; interpretation of data; some views concerning the database quality; the AdriaRoute end product; and some potential upgrades of the database. The StreetConnect database is managed and maintained by the Monolit d.o.o. company.

## **ZAHVALA**

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorjuizr. prof. dr. R. Šumradi in somentorju mag. M. Hribarju, PMBA. Hvala vsem v kolektivu Monolit d.o.o., še posebej Matjažu, Alešu, Nataši in Roku, ki so mi omogočili dokončanje študija.

Hvala tudi staršem in sestri za podporo v času študija.

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>GEOGRAFSKO INFORMACIJSKI SISTEM .....</b>	<b>4</b>
1.1	Oprelitev sistema GIS .....	4
1.2	Vektorska podatkovna baza.....	6
1.2.1	Podatkovna baza, podatkovni model.....	6
1.2.2	Rastrski podatkovni model .....	8
1.2.3	Vektorski podatkovni model .....	8
1.2.4	Kaj je vektorska podatkovna baza? .....	9
1.2.5	Grafični objektni tipi .....	9
1.2.6	Topološki objektni tipi .....	10
1.2.7	Razred.....	11
1.3	Kodiranje prostorskih podatkov .....	11
1.3.1	Pomen kodiranja prostorskih podatkov .....	11
1.3.2	Kodiranje digitalnih prostorskih pojavov .....	11
1.4	Shranjevanje podatkov .....	12
1.5	Topologija.....	12
<b>2</b>	<b>VIRI ZA IZDELAVO VEKTORSKE PODATKOVNE BAZE STREETCONNECT .....</b>	<b>14</b>
2.1	Satelitski posnetki satelita Landsat 7.....	15
2.1.1	Nekaj lastnosti uporabljenih posnetkov.....	16
2.1.2	Zajem podatkov .....	19
2.2	Topografska karta DTK 25.....	20
2.2.1	Lastnosti uporabljenih podatkov .....	20
2.3	Terenski zajem.....	21
2.4	Register prostorskih enot.....	21

2.5	DRSC in DARS .....	22
2.6	Meje Slovenije .....	23
2.7	Drugi viri in podlage za kontrolo .....	24
<b>3</b>	<b>OPREDELITEV PROGRAMSKEGA OKOLJA .....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>METODE ZAJEMA .....</b>	<b>28</b>
4.1	Zaslonska vektorizacija .....	28
4.1.1	Potek zajema .....	30
4.1.2	Uskladitev in topološka ureditev podatkov cestnega podatkovnega sloja .....	32
4.2	Terenski zajem cest z tehnologijo GPS .....	37
4.2.1	Opis metode .....	37
4.2.2	Mobilna naprava v vozilu .....	38
4.2.3	Komunikacijski strežnik .....	38
4.2.4	Aplikacijski vmesnik GpsWin .....	39
4.2.5	Primer zajema .....	40
4.2.6	Uvoz podatkov v bazo StreetConnect .....	42
4.3	Zajem atributov .....	43
<b>5</b>	<b>PODATKOVNI SLOJI BAZE STREETCONNECT ZA NAMENE CESTNE NAVIGACIJE .....</b>	<b>44</b>
5.1	Podatkovni sloj cest .....	45
5.2	Podatkovni sloj interesnih točk .....	47
5.3	Podatkovni sloj železnic .....	49
5.4	Podatkovni sloj rabe prostora .....	50
5.5	Podatkovni sloj državne meje .....	50
5.6	Podatkovni sloj vodotokov .....	51



<b>6</b>	<b>OPISNI DEL .....</b>	<b>53</b>
6.1	Atributi cest .....	54
6.1.1	Atributi cestnih vektorjev .....	54
6.1.2	Tabela prepovedi in omejitev .....	58
6.1.3	Pretvorba atributov za GPS navigacijske naprave Garmin .....	61
6.2	Atributi interesnih točk .....	65
6.3	Atributi rabe prostora.....	66
6.4	Atributi vodotokov .....	67
6.5	Atributi državne meje Slovenije in podatkovnega sloja železnice .....	68
<b>7</b>	<b>KAKOVOST PODATKOV .....</b>	<b>69</b>
7.1	Kakovost prostorskih podatkov .....	69
7.2	Standardi in standardni model kakovosti prostorskih podatkov.....	69
7.3	Poreklo vhodnih podatkov .....	72
7.4	Natančnost ali točnost zajetih podatkov v bazi StreetConnect.....	74
7.4.1	Položajna (lokacijska) natančnost .....	74
7.4.2	Tematska (opisna) natančnost .....	75
7.5	Popolnost podatkov .....	77
7.6	Časovna posodobljenost podatkov .....	81
<b>8</b>	<b>VZDRŽEVANJE BAZE .....</b>	<b>82</b>
8.1	Pomen vzdrževanja.....	82
8.2	Načini in metode vzdrževanja .....	83
<b>9</b>	<b>PRAVNI IN EKONOMSKI VIDIKI .....</b>	<b>84</b>

9.1	Satelitski posnetki.....	84
9.2	Podatkovni sloji GURS .....	85
9.3	Uporabljeni programi: ArcView in GpsWin .....	87
9.4	Zaščita baze StreetConnect.....	87
9.5	Ekonomski vidiki.....	88
<b>10</b>	<b>ADRIAROUTE .....</b>	<b>90</b>
10.1	Kaj je AdriaRoute? .....	90
10.2	Nekatere pomembnejše lastnosti cestnih navigacijskih kart .....	92
<b>11</b>	<b>NADGRADNJA BAZE IN NEKATERE MOŽNOSTI UPORABE.....</b>	<b>94</b>
11.1	Nadgradnja podatkov v okviru StreetConnect .....	94
11.1.1	Slo Topo .....	94
11.1.2	Uporaba v mobilni telefoniji.....	95
11.2	Nadgradnja podatkov v okviru cestne navigacije.....	96
11.2.1	Prometne informacije v takojšnjem času.....	96
<b>12</b>	<b>SKLEP .....</b>	<b>99</b>
	<b>VIRI .....</b>	<b>101</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Nekaj lastnosti orbite satelita Landsat 7 .....	15
Preglednica 2: Ločljivost posnetka glede na kanal opazovanja .....	19
Preglednica 3: Vrste atributov cestnih vektorjev v bazi StreetConnect .....	54
Preglednica 4: Klasifikacija cest.....	55
Preglednica 5: Vrste atributov za prevoznost ceste .....	55
Preglednica 6: Vrste atributov, ki določajo tip cestnega elementa.....	55
Preglednica 7: Vrste atributov, ki določajo vrste izvoznikov iz avtoceste.....	56
Preglednica 8: Vrste atributov, ki določajo plačilo cestnine .....	56
Preglednica 9: Omejitve hitrosti za osebna vozila za posamezne kategorije cest v Republiki Sloveniji.....	57
Preglednica 10: Kategorije javnih cest in njihove evidenčne številke .....	57
Preglednica 11: Prikaz povezave enoličnega identifikatorja s tabelo restrikcij .....	58
Preglednica 12: Atributi polja prepovedi in omejitev .....	59
Preglednica 13: Atributi polja tip omejitve .....	59
Preglednica 14: Atributi prepovedi smeri vožnje v določeni smeri .....	60
Preglednica 15: Vrste vozil, na katere se nanaša prepoved ali omejitev .....	60
Preglednica 16: Vplivna območja prepovedi in omejitev .....	61
Preglednica 17: Priredba tabele atributov StreetConnect po Garminovi specifikaciji .....	61
Preglednica 18: Dodani atributi .....	62
Preglednica 19: Priredba klasifikacije cest.....	62
Preglednica 20: Atributi interesnih točk.....	65
Preglednica 21: Primer tipov in podtipov interesnih točk.....	65
Preglednica 22: Atributi rabe prostora .....	66
Preglednica 23: Vrste rabe prostora.....	66
Preglednica 24: Atributi vodotokov .....	67
Preglednica 25: Tip vodotoka (linija).....	67
Preglednica 26: Tip vodotoka (območje) .....	67
Preglednica 27: Obstoječi standardni modeli kakovosti za prostorske podatke.....	70
Preglednica 28: Kakovost podatkovnih slojev DTK 25 in RPE.....	73
Preglednica 29: Ločljivost ETM+ kanala.....	73
Preglednica 30: Datumi uporabljenih virov in zadnje izdaje AdriaRoute.....	81
Preglednica 31: Del cenika ponovne uporabe geodetskih podatkov, 24.11.2006 .....	85
Preglednica 32: Pregled podatkov AdriaRoute 1.5.1 .....	93

## KAZALO SLIK

Slika 1: Pregled osnovnih sestavin in namena GIS sistema (Šumrada, 2005a) .....	4
Slika 2: Prikaz modeliranja in pomen ločevanja tipskega in pojavnega nivoja prostorskih objektov (Šumrada, 2005a) .....	6
Slika 3: Rastrski podatkovni model (Šumrada, 2003).....	8
Slika 4: Vektorski podatkovni model (Šumrada, 2003) .....	9
Slika 5: Vektorski podatkovni model (Šumrada, 2005b) .....	13
Slika 6: Landsat 7 0R posnetek (42 kbitov), C. Wivell, EROS Data Center .....	17
Slika 7: Landsat 7 1G posnetek (63 kbitov), C. Wivell, EROS Data Center .....	17
Slika 8: Primer orientacije posnetka Landsat 7 nad območjem 195/02 .....	18
Slika 9: Določitev območja posnetka .....	18
Slika 10: Zajete ceste na podlagi satelitskih posnetkov .....	19
Slika 11: Izsek iz karte DTK 25 .....	20
Slika 12: Primer točkovnih objektov in pripadajočih atributov .....	29
Slika 13: Primer linijskih objektov in pripadajočih atributov .....	29
Slika 14: Primer območnega objekta in pripadajočih atributov .....	30
Slika 15: Uporabljen podatkovni sloj karte DTK 25 .....	31
Slika 16: Dopolnjen zajem prostorskih podatkov .....	31
Slika 17: Kontrola zajetih podatkov glede na DOF 5 in zajem osi ceste .....	31
Slika 18: Prikaz napake visečega vozlišča .....	33
Slika 19: Odprava napake visečega vozlišča .....	33
Slika 20: Izjema visečih vozlišč, ki niso napake – slepe ulice .....	33
Slika 21: Prikaz napake pravila »segmenti se ne smejo prekrivati«.....	34
Slika 22: Odprava napake prekrivanja segmentov .....	34
Slika 23: Prikaz napake pravila »Segmenti se ne smejo križati« .....	35
Slika 24: Prikaz napake pravila »Segmenti ne smejo križati samega sebe« .....	35
Slika 25: Odprava napake križanja segmenta.....	35
Slika 26: Primer psevdovozlišča .....	36
Slika 27: Odprava psevdovozlišča .....	36
Slika 28: Delovanje sistema sledenja vozila.....	38
Slika 29: Primer zajetih cest na topološki podlagi, junij 2006, Nova Gorica.....	40
Slika 30: Točkovni prikaz sledenja vozila na vektorskem sloju cest, junij 2006, Nova Gorica .....	41
Slika 31: Primer dodajanja atributov (prepovedi, omejitev) zajetim cestam, junij 2006, Nova Gorica .....	42
Slika 32: Izvoz podatkov iz GpsWin v bazo StreetConnect.....	42
Slika 33: Primer združenega prikaza različnih vektorskih slojev (ceste, železnica, POI, register stavb, raba prostora) .....	44
Slika 34: Primer sloja cest .....	47
Slika 35: Primer sloja interesnih točk.....	48
Slika 36: Os železniškega tira in območje železniške postaje.....	49
Slika 37: Primer sloja rabe prostora .....	50
Slika 38: Primer sloja voda.....	52
Slika 39: Oznaka začetne (F) in zadnje (L) točke vektorja ceste .....	63
Slika 40: Primer prepovedi zavijanja .....	63

Slika 41: Primer prepovedi U zavijanja.....	64
Slika 42: Nenatančnost zajema linije.....	75
Slika 43: Napačen atribut cestnemu odseku .....	76
Slika 44: Primeri napak na območju Tolmina, 15.6.2006 .....	78
Slika 45: Nepovezana odseka ceste .....	79
Slika 46: Izpuščen odsek ceste .....	79
Slika 47: Izpad hišnih števil .....	80
Slika 48: Območje AdriaRoute .....	90
Slika 49: StreetPilot 2620, Quest.....	91
Slika 50: iQue3600, GPSMAP 60CS, eTrex Legend C .....	91
Slika 51: HP iPAQ, Fujitsu-Siemens Loox .....	92
Slika 52: Nokia 3230 .....	95
Slika 53: Delovanje XM NavTraffic .....	97
Slika 54: Primer podatkov o stanju na avtocestah na dan 17.1.2007 .....	98

## UVOD

Cestne navigacijske naprave so na tržišču prisotne že nekaj časa. Prvi uporabniki so se morali zadovoljiti z robustnimi napravami in slabim kartografskim prikazom, ki je najpomembnejši element pri orientaciji v prostoru. Za kartografski prikaz so najprej služile skenirane in na primernih medijih shranjene topografske karte t.i. bitne karte, ki pa niso nudile več kot samo prikaza trenutnega položaja in opravljene poti. Kmalu so jih nadomestile vektorske karte, katere že omogočajo navigacijo vozila v pravem pomenu. Zaradi visoke cene naprav in slabe pokritosti s kartografskimi podatki v preteklih letih še niso bile zanimive za širši krog uporabnikov. Sčasoma pa je tehnologija naprav in zajem podatkov dosegel tisti nivo, ki ga uporabnik pričakuje za vsakdanjo rabo in primerno navigacijo vozila. Te naprave delujejo interaktivno, saj voznika glasovno in vizualno opozarjajo ter usmerjajo glede na želen cilj, hkrati pa upoštevajo spremembe vožnje izven predlagane smeri, ter dodatna voznikova navodila. Uporabnik lahko v vsakem trenutku vidi, kje se nahaja s pomočjo dvo- ali tridimenzionalnega kartografskega prikaza, lahko si določi pot, izračuna čas in dolžino potovanja ter poišče različne interesne točke ob poti. Te karte slonijo na vektorski podatkovni bazi, ki omogoča navigacijo vozila po načelu od zavoja do zavoja (turn-by-turn). Za take karte se je uveljavil izraz cestno navigacijska karta, kar izhaja iz dejstva, da take karte omogočajo planiranje poti s kartografskim prikazom ter s izračunanim časom in dolžino izbrane poti.

Največja ponudnika cestnih navigacijskih naprav sta Garmin in TomTom. Vodilna na področju digitalne kartografije pa sta Navteq in TeleAtlas, ki s svojimi vektorskimi kartami podpirata večino GPS navigacijskih inštrumentov. Kartografska pokritost je najboljša na področju razvitejših držav sveta, kot so ZDA, Avstralija, Japonska, srednja in severna Evropa (UK, Nemčija, Francija, skandinavske države..), je pa samo vprašanje časa kdaj bo imela vsaka država svojo, bolj ali manj izpopolnjeno cestno navigacijsko karto.

Med države, ki imajo tako karto, vektorsko bazo prostorskih podatkov za namene cestne navigacije sodi tudi Slovenija. To je del baze StreetConnect, ki jo je izdelalo in jo vzdržuje podjetje Monolit d.o.o.. Baza StreetConnect v svoji celoti predstavlja prvo vektorsko topografsko karto Slovenije, njen del pa je usklajen s specifikacijami Garminovih

navigacijskih naprav. Cestne karte Slovenije, Hrvaške in Bosne in Hercegovine so združene pod tržnim imenom AdriaRoute.

Prvi zajem se je pričel leta 2000 iz satelitskih posnetkov, kasneje se je s pomočjo različnih kartografskih virov bazo nadgradilo, leta 2003 je baza dobila ime StreetConnect. Tega leta tudi prvič izide cestna karta CroGuide, ki je vsebovala cestni podatkovni sloj baze StreetConnect. Cestna karta CroGuide še ni omogočala cestne navigacije, pač pa le trenutni prikaz položaja na rastrskem sloju z nekaterimi vektoriziranimi pomembnejšimi cestami v Sloveniji (in na Hrvaškem), ter podrobnejši cestni prikaz Ljubljane, Maribora in slovenske obale. Leta 2004 pa je izšla prva cestna navigacijska karta AdriaRoute, ki je že temeljila zgolj na vektorskem prikazu prostorskih podatkov in je omogočala cestno navigacijo vozil. Ceste so bile razdeljene na kategorije in upoštevane so bile prepovedi in omejitve (Hlača, 2002).

Od leta 2000 pa vse do danes sočasno z zajemom podatkov poteka tudi posodabljanje baze, odpravljanje napak in vključevanje novih slojev v bazo. Prostorski podatki, zbrani v skupni vektorski podatkovni bazi imajo na trgu široko ciljno skupino, saj zadovoljijo tako povprečnega uporabnika, ki GPS navigacijo uporablja kot pomoč pri vožnji z avtomobilom, v gorah ali na kolesu, kot tudi posameznike in podjetja, ki si želijo le določenih podatkovnih slojev, ki jih potrebujejo za svoje delo.

V diplomski nalogi sem prikazal celotno pot nastajanja vektorske podatkovne baze za namene cestne navigacije. Najprej sem predstavil teoretična znanja s področja geoinformacijskih sistemov (GIS), opisal rastrski in vektorski podatkovni model, objektne tipe in razrede, pomen kodiranja podatkov ter topologijo podatkov v bazi. V tretjem in četrtem poglavju sem opisal vire, njihove najpomembnejše lastnosti in obe uporabljeni metodi zajema. Najpomembnejši viri so bili sloji kartografskih kart in načrtov različnih meril in terenski zajem, ki so se med seboj dopolnjevali. V nadaljevanju so prikazane definicije posameznih podatkovnih slojev za potrebe baze StreetConnect in njihov atributni del. V poglavju o kakovosti podatkov sem podrobneje obravnaval nekatere, za vsakdanjega uporabnika pomembnejše vidike kakovosti obravnavane baze ter hkrati prikazal težave in napake, ki se pojavljajo med zajemom in obdelavo podatkov. Končni izdelek AdriaRoute je opisan v enajstem poglavju in primerja zbrane podatke v Sloveniji, na Hrvaškem in v Bosni in

Hercegovini. Sledi še nekaj primerov uporabe in nadgradnje podatkov v okviru baze StreetConnect in cestne navigacije.



# 1 GEOGRAFSKO INFORMACIJSKI SISTEM

## 1.1 Opredelitev sistema GIS

Informacijski sistem je sistem, ki obsega metode, pripomočke in dejavnosti, ki so potrebni za zbiranje, upravljanje, vzdrževanje in posredovanje podatkov. Informacijski sistem tako združuje bazo podatkov, strojno in programsko opremo, strokovno osebje, uporabniške aplikacije in uporabnike. V primeru, ko so obravnavani podatki prostorski podatki, govorimo o geografskem informacijskem sistemu – GIS. GIS so torej računalniško podprti informacijski sistemi za zajemanje, modeliranje, shranjevanje, urejanje, iskanje, analiziranje in prikazovanje prostorskih podatkov. Osnovni namen GIS je nuditi pomoč pri odločanju, analizah in načrtovanju pri delu s prostorskimi podatki (Slika 1).



Slika 1: Pregled osnovnih sestavin in namena GIS sistema (Šumrada, 2005a)

Atributi opisujejo značilnosti določenega objekta. Vsak prostorski pojav v GIS-bazi ima določene prostorske in opisne attribute. Prostorski atributi podajajo njegove grafične, lokacijske, geometrijske in topološke značilnosti, opisni atributi pa podajajo tematsko vsebino geografskega pojava. Vsak atribut ima ime, določen podatkovni tip in predpisano domeno vrednosti.

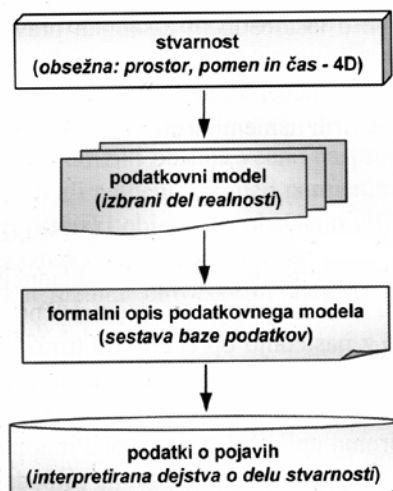
Podatkovna baza v GIS je opredeljena v podatkovnem modelu, ki predstavlja poenostavljeno in miselno interpretacijo stvarnega sveta. Obravnavane stvarne objektne tipe se v podatkovni bazi združuje v razrede, stvarne pojave pa v podatkovne sloje, podatkovne nize.

Objektni tip je modelni pojem in predstavlja kategorijo objektov s skupnimi lastnostmi. Izvedba objektnega tipa je določena z objektnim razredom, s katerim je opredeljena podatkovna struktura, relacije in dovoljene metode obravnave nad objektnimi tipi. Razred opredeljuje niz objektov, ki imajo enaka stanja, attribute, relacije in postopkovno vedenje. Stvarni pojavi so objekti, ki so na podlagi skupnih lastnosti zbrani v podatkovne nize. Podatkovni niz je določljiva zbirka zbranih podatkov.

Vsako območje, ki je predmet naše obdelave, je predstavljeno z modelom stvarnosti. Modeli stvarnosti je miselna interpretacija stvarnosti in predstavlja poenostavljeno opisne in grafične lastnosti obravnavanega prostorskega območja. Predstavitev prostorskih podatkov temelji na dveh pristopih:

- vektorski pristop, ker prikazujemo prostorske pojave s pomočjo topoloških gradnikov: točke, linije in območja,
- rastrski pristop, kjer prikazujemo prostorske pojave s pomočjo digitalnih podob, sestavljenih iz urejene celične mreže.

Zaznava stvarnosti je poenostavljena, posplošena podoba realnega sveta in je pogojena z namenom uporabe. To zaznavanje je osnova ali izhodišče za modeliranje njene tipske sestave in podajanje raznih lastnosti. Modeliranje je torej proces dojetanja, razumevanja in opredelitve. Tako, kot pri ljudeh je tudi na področju računalništva zaznava stvarnosti formalno opredeljena in predstavljena s shranjenimi podatki, ki na strojnem nivoju tvorijo t.i. fizični (digitalni) model realnosti. Slika 2 prikazuje potek modeliranja in pomen ločevanja tipskega in pojavnega nivoja prostorskih objektov.



Slika 2: Prikaz modeliranja in pomen ločevanja tipskega in pojavnega nivoja prostorskih objektov  
(Šumrada, 2005a)

## 1.2 Vektorska podatkovna baza

### 1.2.1 Podatkovna baza, podatkovni model

Zasnova, sestava in vsebina baze podatkov (podatkovne baze) v GIS temelji na pojmovnem modelu. Pojmovni model je razumevanje, interpretacija in zajem stvarnosti, preko katerega s primerno izvedbo (izvedbenim modelom) določimo in vzpostavimo podatkovni model. Vsak model stvarnosti predstavlja vsebinsko in oblikovno poenostavitev prostora, rezultat katere so klasifikacija objektov v ustrezno sestavljene objektne tipe (razrede), določitev lastnosti (atributov) teh objektnih tipov in opredelitev povezav in odnosov (relacij) med objektnimi tipi. Vrsta in način uporabe stvarnih prostorskih podatkov določa načela klasifikacije prostorskih objektnih tipov na nivoju pojmovnega modeliranja, njihovo opredelitev, pravila izbire, vsebino, sestavo, stopnjo abstrakcije, vrste in število atributov, ter relacije med njimi.

Poleg naštetih geometričnih lastnosti prostora je potrebno upoštevati tudi druge, prav tako pomembne parametre, kot so pravni, ekonomski in politični vidiki ter časovna komponenta. Podatkovni model je tako abstrakcija stvarnega sveta, običajno prilagojen določenemu namenu, določeni uporabi, kjer so formulirani vsi potrebni prostorski tipi ter njihove lastnosti.

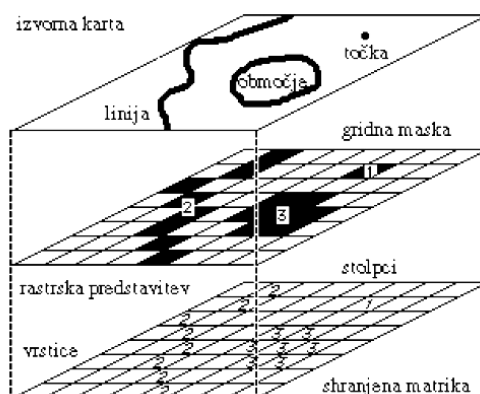
Vzpostavitvi podatkovnega modela sledi vzpostavitev podatkovne baze. Ta mora vsebovati kartografske in tematske (opisne) podatke.

Kartografski podatki določajo lokacijske lastnosti (geokode objektov, podane s koordinatami), prostorske značilnosti (topologija, ki podaja povezljivost, sosedstvo) in geometrijo prostorskih objektov (oblika, velikost, dolžina, površina).

Kartografski podatki so v GIS sistemih lahko podani po dveh organizacijskih in predstavitevni načelih: v rastrski ali vektorski obliki.

### 1.2.2 Rastrski podatkovni model

Rastrski podatkovni model prikazuje prostorske pojave s pomočjo dvodimenzionalne matrike enakih celic, ki tvorijo gridno mrežo (Slika 3). Položaj vsake posamezne celice v gridni mreži je enolično določen s številko vrstice in številko stolpca. Vsaka celica lahko vsebuje tudi podatek ali kodo prostorskega pojava, ki ga prikazuje. Osnovni gradnik v rastrskem podatkovnem modelu je gridna ali mrežna celica, zato so vsi osnovni topološki objekti prikazani z ustrezno kombinacijo celic. Točka predstavljena z eno samo celico, linijo predstavlja določeno število sosednjih celic z enako vrednostjo razvrščenih v določeni smeri in območje, ki je množica sosednjih točk z enako vrednostjo. Pretvorbo vektorja v raster imenujemo rasterizacija.



Slika 3: Rastrski podatkovni model (Šumrada, 2003)

### 1.2.3 Vektorski podatkovni model

Vektorski podatkovni model je eden izmed dveh modelov uporabljenih v GIS in je sestavljen kot relacijska baza podatkov, imenujemo ga tudi kartografski podatkovni model GIS baze (Slika 4). To je dvorazsežni (2D) podatkovni model, ki temelji na kartografskem načinu izdelave topografskih kart in obsega določeno tehnologijo zajema prostorskih podatkov, kot je vektorska digitalizacija, rastrsko skeniranje in podatki pridobljeni pri daljinskem zaznavanju. Shranjevanje podatkov v vektorski obliki temelji na domnevi, da je mogoče vse pojave v prostoru, kot tudi na karti, opredeliti z ustreznim nizom koordinat  $T_i (x_i, y_i, z_i)$ . Pretvorbo rastra v vektor imenujemo vektorizacija.



Slika 4: Vektorski podatkovni model (Šumrada, 2003)

#### 1.2.4 Kaj je vektorska podatkovna baza?

Vektorska podatkovna baza je izvedba vektorskega podatkovnega modela. Organizacija podatkov v tej bazi je mnogonivojska, kar pomeni, da je vsebina topografske karte razstavljena na posamezne po vsebini ločene tematske plasti. Te plasti imenujemo podatkovni sloji. Običajno ti podatkovni sloji ločeno prikazujejo logično in/ali smiselno povezane elemente, kot so npr. relief, hidrologija, vegetacija, ceste, izgrajeni objekti in drugo. Tako so v posameznem podatkovnem sloju zajete vse opisne vrednosti in grafični podatki posameznega tematskega sklopa na določenem geografskem območju, ki pa so zaradi urejenosti, preglednosti in s tem zaradi lažje kasnejše obdelave, analize shranjeni v ločenih podatkovnih bazah.

#### 1.2.5 Grafični objektni tipi

Vektorske objekte v vektorski podatkovni bazi za ponazoritev abstraktno modelirane stvarnosti sestavljajo trije osnovni grafični objektni tipi oz. gradniki. Ti vektorski objekti ali gradniki so:

- točkovni (0D); to je razred brez dimenzij, ki ima podano samo lokacijo. Točka lahko predstavlja tudi območje, kar je odvisno od merila prikaza,
- linijski (1D); enorazsežnostni razred. Podano ima lokacijo, dolžino, smer, oznako in obliko. Edini merljiv atribut je dolžina linije,
- območni (2D); dvorazsežnostni tip. Usmerjeni odseki, ki obkrožajo neko območje določajo njegovo obliko, velikost in lokacijo. Merljiva atributa sta dva in sicer površina in obseg območja.

Tem gradnikom lahko dodajamo, prirejamo različne tematske, časovne, grafične, lokacijske, topološke in posebne lastnosti. Vektorska podatkovna baza je organizacijsko zahtevnejša od rastrske podatkovne baze. Tako je najprej potrebno vzpostaviti in urediti območno topologijo in šele takrat imamo zagotovljeno uspešno obdelavo in analiziranje podatkovnih slojev.

### **1.2.6 Topološki objektni tipi**

Topološki atributi so nemetrične vrednosti in podajajo povezljivost, zaporednost in sosedske odnose. Odnosi med vektorskimi objekti so urejeni z osnovnimi topološkimi gradniki:

- vozlišča (presečišča vseh povezav); vozlišče je točka, ki končuje ali začenja vsak linijski segment,
- segmenti (vektorji med vozlišči); segment je usmerjena povezava, ki se vedno začne in konča v vozlišču,
- robni poligoni (sestavljene iz segmentov); poligon sestavlja trije ali več linijskih segmentov, ki opisujejo mejo zaprtega območja. In vsako tako območje ima svojo osrednjo točko centroid,
- površina (zaprt, sklenjen 2D območja); vsaka površina je določena z orientiranimi robnimi poligoni.

### **1.2.7 Razred**

Pojma razred in objektni tip se uporabljata pri razvrstitvi zajetih in obravnavanih prostorskih objektov v določene kategorije. Objektni tip je kategorija enakih objektov. Vsak objekt je zmeraj pojav določenega objektnega tipa oziroma razreda. Izvedba objektnih tipov pa je določena v razredu, kjer so opredeljeni nizi objektov z enakimi stanji, atributi, relacijami ter predpisanimi operacijami nad to podatkovno strukturo.

## **1.3 Kodiranje prostorskih podatkov**

### **1.3.1 Pomen kodiranja prostorskih podatkov**

V klasičnih analognih topografskih kartah so vsi podatki, ki so prikazani, posplošeni (stopnja generalizacije), pomanjšani (velikost merila) in kodirani. Kodiranje analognih kart pomeni prikaz prostorskih elementov s kartografskimi znaki, kodiranje digitalnih podatkov v GIS pa je določitev enoličnega numeričnega identifikatorja. Taka koda predstavlja identifikacijo objekta, njegovo klasifikacijo, koordinate, in attribute kot so orientacija, velikost, barva in drugo.

### **1.3.2 Kodiranje digitalnih prostorskih pojavov**

Vsakemu prostorskemu objektu v bazi podatkov se pripišejo koordinate, identifikator in atributi. V grafični bazi podatkov se točkovnim objektom atributi dodajajo pripadajočim koordinatam, pri linijah in območjih pa je to nekoliko težje, saj so sestavljeni iz več točk. Predstavitev takšnih objektov je odvisna od njihove oblike, sestave, velikosti, ...

V GIS bazah je bila v preteklosti uveljavljena dvojna podatkovna struktura, kar pomeni, da so se grafični in tematski podatki prostorskih objektov hranili v dveh različnih bazah podatkov. Tak način se je uveljavil predvsem zaradi načina zajemanja podatkov in zaradi poenostavitve pregleda podatkov. Zaradi ločene strukture podatkov je potrebno le te ustrezno povezati z ustreznimi relacijskimi tabelami, kjer so shranjeni enotni identifikatorji. Enotni identifikatorji



so cela števila, dodeljena vsakemu prostorskemu objektu shranjenemu v bazi in se ne ponavljajo. Vsi dodatni opisni podatki se vežejo na njegov identifikator.

## **1.4 Shranjevanje podatkov**

Prednost shranjevanja prostorskih podatkov v bazi GIS je ta, da podatke zajete iz različnih virov lahko enostavno združujemo in te podatke dosti lažje vzdržujemo kot podatke na analognih kartah. Slabost tako zbranih podatkov pa je, da niso tako lahko dostopni kot klasične, analogne karte.

Shranjevanje podatkov je lahko povezano organizirano v ustreznem topološkem modelu ali nepovezano t.i. "špagetna" organizacija, kjer se vsi gradniki shranijo brez določenih povezav in medsebojnih sosedskih odnosov med geometričnimi objekti. Nepovezana organizacija podatkov, ki podaja zaporedno shranjevanje grafičnih podatkov zahteva tudi nepraktično in zamudno zaporedno iskanje podatkov, ne dopušča izvedbe nekaterih analitičnih operacij in zavzame veliko pomnilniškega prostora.

## **1.5 Topologija**

Topologija podaja logične odnose med geografskimi objekti v modelu. Predstavlja najvišji nivo generalizacije in dejansko predstavlja opisni atribut prostorskih pojavov ter podaja povezljivost, zaporednost in sosedske odnose. Topologija je nujno potrebna pri izvajanju mnogih analitičnih postopkih, njena značilnost pa je tudi, da se odnosi med objekti po izvedenih operacijah ne spremenijo.

V nasprotju z rastrskim podatkovnim modelom, kjer se topologija ugotavlja s pomočjo sosedskih odnosov med celicami, vektorski podatkovni model nima vgrajena topologije in jo je potrebno posebej načrtovati. V GIS ločimo naslednje oblike ravninske vektorske topologije (Šumrada, 2005):

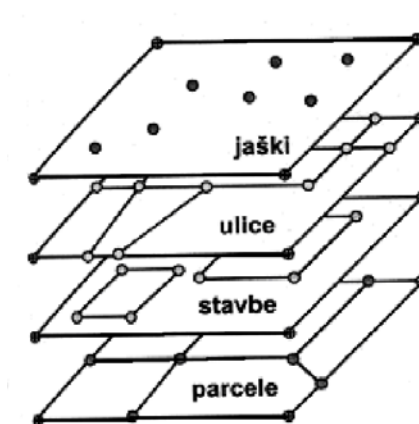
- linijska topologija (vozlišča in segmenti),
- območna topologija (vozlišča segmenti in poligoni),

- trikotniška topologija (TIN-posebna oblika območne topologije),
- mrežna topologija (vozliča na začetku in na koncu vseh linij, notranja križanja segmentov niso nujno vozlišča).

Ker topološka organizacija podatkov omogoča nekatere avtomatske postopke za preverjanje pravilnosti povezav, je potrebno upoštevati naslednje štiri topološka pravila:

- vsak segment določata natanko dve vozlišči,
- vsak segment obdajata dve območji,
- vsako območje omejuje pravilno usmerjen zaključen poligon razvrščenih segmentov,
- vsako vozlišče mora obdajati eno samo usmerjeno zaporedje razvrščenih območij.

Vektorski podatkovni model je običajno v GIS-bazah izveden z več podatkovnimi sloji (Slika 5). To pomeni, da je obravnavano območje lahko razslojeno na več tematskih sklopov oziroma glede na geometrični pojav se vzpostavi sloj točkovnih, linijskih, območnih pojavov.



Slika 5: Vektorski podatkovni model (Šumrada, 2005b)

## **2 VIRI ZA IZDELAVO VEKTORSKE PODATKOVNE BAZE STREETCONNECT**

Vzpostavitev vektorske podatkovne baze za namene cestne navigacije pomeni izbiro primernih virov, opredelitev metod in kriterijev zajema, izbiro programskega orodja ter določitev tehnične specifikacije slojev in atributov. Vzpostavitev take baze tudi pomeni pravilna določitev podatkovnega modela, ki v prvi vrsti določa o kakovosti in uporabnosti končnega izdelka. Le ta je bil določen glede na že obstoječe baze podobnega namena.

Zajemanje podatkov je proces pridobivanja zelenih dejstev o stvarnih prostorskih podatkih. Izbira virov je pomemben del procesa, saj morajo ustrezati različnim vidikom kakovosti. Pri rastrskih podobah pomeni to dovolj visoka ločljivost posnetka za primeren prikaz detajla površja, pri ostalih, vektorskih podatkovnih slojih pa popolnost in časovna sodobnost podatkov. Končna kakovost podatkov zajetih v bazi je torej najbolj odvisna od kakovosti virov.

Najpomembnejši viri zajema položaja prostorskih podatkov so bili vektorski podatkovni sloji topografskih kart, terenski zajem in satelitski posnetki. Za kontrolo zajema so služili posnetki DOF 5. Za pridobivanje opisnih podatkov pa bili uporabljeni podatki iz uradnih evidenc in zbirk podatkov (državne evidence, kot so EHIŠ, atributni del baze cestnih podatkov, podatki različnih organizacij, skupnosti, družb, podjetij, ...).

## 2.1 Satelitski posnetki satelita Landsat 7

Program Landsat, del katerega je tudi satelit Landsat 7, je del Nasinega (NASA; National Aeronautics and Space Administration) programa za opazovanje Zemlje (The Earth Observing System). Za pravilno delovanje sistema skrbi NOAA (National oceanic and atmospheric administration) in za distribucijo podatkov USGS (United States Geological Survey) v sodelovanju z EDC DAAC (EROS Data Center; Distributive Active Archive Center).

Program Landsat je program opazovanja Zemlje iz vesolja s pomočjo satelitov, ki krožijo okoli Zemlje. Program deluje od leta 1972 z izstrelitvijo prvega satelita Landsat 1. Do danes je bilo izstreljenih sedem satelitov, izmed katerih danes delujeta dva, Landsat 7 in Landsat 5. Satelit Landsat 7 je zadnji od 6 satelitov omenjenega programa, deluje od aprila 1999. Namen programa je neprekinjeno zbiranje podatkov o spremembah na Zemljinem površju z namenom preučevanje regionalnih in globalnih sprememb. S programom Landsat 7 so prvič ponudili posnetke tudi v komercialne namene.

Satelit Landsat 7 nadaljuje sistematično opazovanje Zemlje. Satelit ima naslednje, za opazovanje površja Zemlje, pomembnejše inštrumente: Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), Advanced Land Imager (ALI), LEISA atmospheric correction (LAC). Lastnosti satelitove orbite so predstavljene v Preglednici 1.

**Preglednica 1: Nekaj lastnosti orbite satelita Landsat 7**

LASTNOSTI ORBITE SATELITA LANDSAT 7	
Obseg pasu snemanja	185 km širine X 170 km dolžine
Interval zajema istega območja (vseh 233 linij snemanja)	16 dni
Višina satelitove orbite	705 km
Kapaciteta internega pomnilnika	375 GigaBit-ov
Inklinacija	98.2°
Čas prečkanja ekvatorja	10:00 a.m +/- 15 min.
Čas obkrožitve Zemlje	98.9 minut

### 2.1.1 Nekaj lastnosti uporabljenih posnetkov

V tem poglavju sem podal samo najpomembnejše lastnosti uporabljenih posnetkov. To so stopnja kakovosti podatkov, položaj in območje posnetka v prostoru, ločljivost, format in čas nastanka uporabljenih posnetkov.

#### Stopnja kakovosti podatkov

Satelit Landsat 7 zagotavlja tri stopnje kakovosti podatkov: stopnja 0R (Level 0 Reformatted (0R, RAW)) podatkov pomeni samo popravek smeri opazovanja satelita in spektra. 1R stopnja (1 Radiometrically Corrected (1R, RADCOR)) so radiometrično popravljene 0R podatki, kar obsega nekatere postopke za izboljšanje kakovosti slike ([http://landsat.usgs.gov/technical\\_details/image\\_processing/index.php](http://landsat.usgs.gov/technical_details/image_processing/index.php)). Uporabljeni pa so bili posnetki s stopnjo kakovosti 1G (Level 1 System Corrected 1G), kar pomeni, da je posnetek radiometrično in geometrično popravljen ter, da so upoštevane določene naročnikove zahteve. Vsaka višja kakovostna stopnja je nadgradnja prejšnje tako, da 1G prevzema radiometrične popravke 1R. Geometrični popravki pomenijo popravo smeri pikslov v smeri glavne linije satelitove poti, naročnik pa lahko zahteva posnetke v izbranem referenčnem sistemu, kjer mora podati tip projekcije, elipsoid projekcije, datum projekcije, .. in lahko izbira med algoritmi prevzorčenja (algoritem najbližjega sosedstva ter kubični algoritem). 1G ne upošteva atmosferske korekcije, kar pomeni, da na posnetkih ostanejo še določene napake, ki pomenijo odstopanje glavne smeri snemanja do 250 m od predvidene satelitove poti (na nivoju ničelne nadmorske višine). Kot primer sta podana primera posnetkov s stopnjo kakovosti 0R (Slika 6) in 1G (Slika 7) (<http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/data.html>).



**Slika 6: Landsat 7 0R posnetek (42 kbitov), C. Wivell, EROS Data Center**



**Slika 7: Landsat 7 1G posnetek (63 kbitov), C. Wivell, EROS Data Center**

Format posnetka:

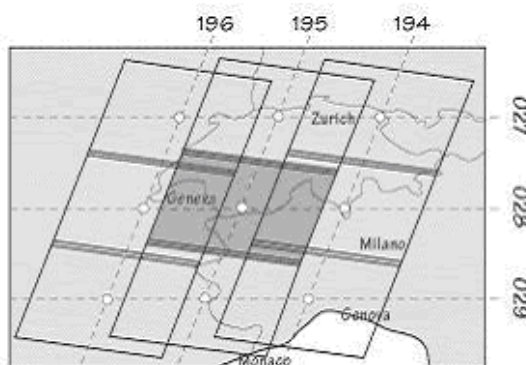
Uporabljen je GeoTIFF (Geographic Tagged Image File Format) format t.j. georeferencirani tiff format, ki je na voljo samo pri 1G stopnji kakovosti. Ti posnetki so pripravljene za nadaljnjo GIS obdelavo.

Datum posnetkov:

Uporabljeni posnetki so bili posneti dne 15.09.1999 in 10.9.2000. Ti posnetki so bili uporabljeni samo v začetni stopnji zajema leta 2001. Za kasnejše potrebe baze StreetConnect se satelitskih posnetkov Landsat 7 ni več uporabljajo.

Pot/orientacija posnetka:

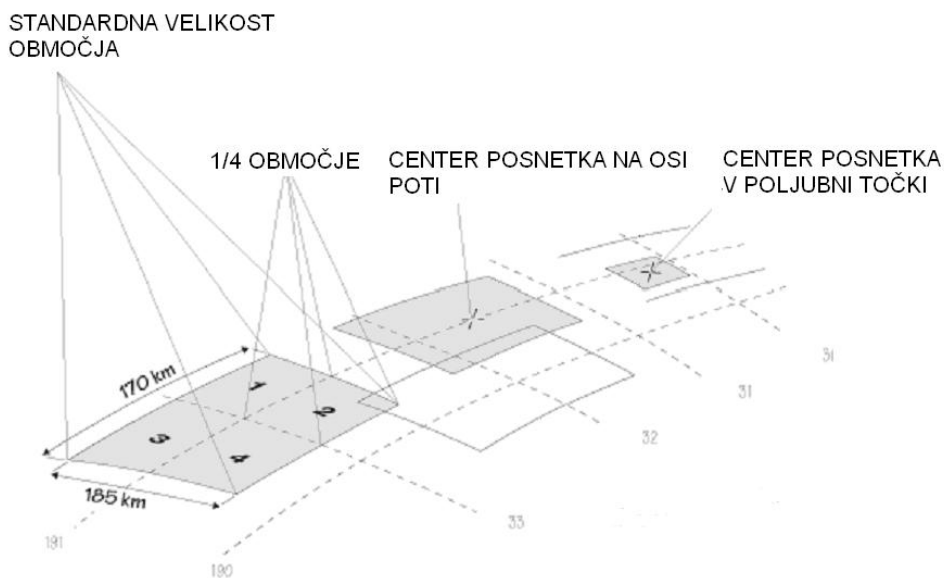
Z vrstico in stolpcem je določen položaj satelita, ko se nahaja nad določenim območjem na Zemlji in s tem tudi položaj posnetka. Za območje Slovenije sta to 190 in 191 stolpca poti in 28 vrstica poti (Slika 8) ([www.eurimage.com/products/landsat.html](http://www.eurimage.com/products/landsat.html)).



**Slika 8: Primer orientacije posnetka Landsat 7 nad območjem 195/02**

Območje posnetka:

Posnetek satelita pokriva območje v velikosti 185 km širine in 170 km dolžine (gledano v smeti preleta), kar predstavlja tudi območje največjega posnetka. Za manjša območja površja so uporabljeni kvadranti tega območja (quarter, mini in mikro posnetke) (Slika 9).



**Slika 9: Določitev območja posnetka**

### Ločljivost:

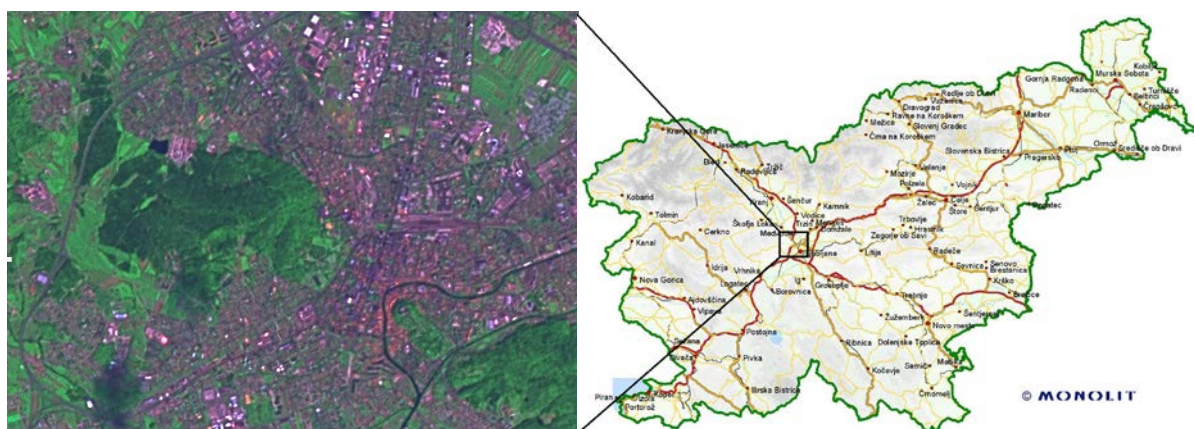
Landsat 7 je opremljen s kamero ETM+ (Enhanced Thematic Mapper), ki omogoča največjo ločljivost 15 metrov. To pomeni, da mrežna celica pokriva območje na površini Zemlje 15 m x 15 m. Ostale ločljivosti so med 30 m do 60 m in so odvisne od opazovalnega spektra, ki je za vseh sedem kanalov različen. Preglednica 2 predstavlja kanale, njihove spektre in ločljivost, ki jo omogočajo (<http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/17.html>).

**Preglednica 2: Ločljivost posnetka glede na kanal opazovanja**

številka kanala	spekter (μmeter)	ločljivost površja (m)
1	0.450 - 0.515	30
2	5.25 - 0.605	30
3	0.630 - 0.690	30
4	0.750 - 0.900	30
5	1.55 - 1.75	30
6	10.40 - 12.50	60
7	2.09 - 2.35	30
panchromatic (ETM+)	0.520 - 0.900	15

### 2.1.2 Zajem podatkov

Ti satelitski posnetki so bili uporabni le za zajem večjih cest (Slika 10), saj ločljivost posnetka za podrobnejši in natančnejši zajem tega ne omogoča. Zaradi tega so bile zajete samo večje ceste na območju Slovenije. (Slika 10).



**Slika 10: Zajete ceste na podlagi satelitskih posnetkov**



## 2.2 Topografska karta DTK 25

Za zajem podatkov so bili pomemben vir podatkovni sloji skenirane državne topografske karte v merilu 1 : 25.000 (DTK 25).

Državna topografska karta 1 : 25.000 je prva slovenska državna karta v topografsko kartografskem sistemu. Obsega 198 listov, ki pokrivajo celotno območje Slovenije. DTK 25 je edina tiskana karta, ki pokriva ozemlje celotne države, v največjem možnem merilu in jo je hkrati možno vzdrževati v realnem roku. Na sliki 11 je prikazan izsek iz karte DTK 25 ([www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/dtk/dtk.asp](http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/dtk/dtk.asp)).



Slika 11: Izsek iz karte DTK 25

### 2.2.1 Lastnosti uporabljenih podatkov

Topografski načrti in državna topografska karta so bili skenirani po posameznih vsebinskih slojih:

- vsebinski sloji DTK 25 so: naselja, prometna mreža, zemljepisna imena, plastnice in druge reliefne značilnosti, hidrografska mreža z imeni, vodni objekti, ledeniki, gozdovi in znaki za druge vrste vegetacije.

Vsak list karte ali načrta predstavlja en skenogram in je geolociran v državni koordinatni sistem D48. Skenogrami obsega samo notranjo vsebino lista zaradi možnosti združevanja. Zapisani so TIFF formatu in v 256 sivinah z ločljivostjo 300 dpi. Skenogrami so tudi združeni in postavljeni v Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem.

## 2.3 Terenski zajem

Najbolj zanesljiv in popoln vir je zajem objektov neposredno na terenu. Zajem na terenu je služil za zajem in kontrolo podatkov povsod tam, kjer je bil zajem podatkov iz satelitskih posnetkov ali topografskih načrtov težko določljivi. Avtomobil, GPS sprejemnik, prenosni računalnik in primeren program za zajem in obdelavo podatkov so sestavni del opreme pri terenskem zajemu ceste. Sočasno z vožnjo po cesti je potekal zajem osi ceste in vnos atributov. Metodologija takega načina zajema je opisana v nadaljevanju.

## 2.4 Register prostorskih enot

Sistem za navigacijo vozil omogoča poleg same cestne navigacije tudi iskanje poti do posameznih hiš in prikaz zemljepisnih imen. Zato je potrebno v bazo podatkov vključiti tudi podatke hišnih števil s pripadajočo lokacijo – centroidom in pravilna zemljepisna imena.

Register prostorskih enot (RPE) je nadgradnja Registra območij teritorialnih enot (ROTE) in evidence hišnih števil (EHIŠ). To je integrirana podatkovna baza z lokacijskimi in opisnimi podatki. Centralno bazo registra prostorskih enot vzdržujejo geodetske pisarne, območne geodetske uprave in glavni urad preko lokalnih baz s pomočjo aplikacij. Prostorske enote, ki se vodijo in vzdržujejo v RPE so: hišna številka in dodatek, ulica, prostorski okoliš, statistični okoliš, naselje, občina, upravna enota, območje vodenja RPE, Geodetska pisarna geodetske uprave, katastrska občina in država.

Prostorski referenčni sistem je državni koordinatni sistem D48. Uporabljena je Gauss-Krügerjeva projekcija. Vir zajema RPE so TTN meril 1 : 5000, kar omogoča ločljivost 0, 2 mm oziroma natančnost digitalizacije mej in centroidov hišnih števil je 1 meter v naravi. Natančnost atributov za hišne številke 100%-na, prav tako za osnovne prostorske enote. Celotno časovno usklajenost in točnost zagotavlja sprotno posodabljanje baze.

Podatki uporabljeni iz RPE so potrebni za navezovanje cestnih odsekov na posamezne centroide stavb. Vsi centroidi hiš so tudi neposredno uvoženi v bazo StreetConnect. Ker kljub

vsemu prihaja do odstopanj centroidov stavb, se položaj še dodatno preverja glede na satelitske posnetke oziroma glede na DOF.

## 2.5 DRSC in DARS

Poimenovanja cest in cestnih odsekov so privzeta iz državnih evidenc, kjer so določene tudi privzete hitrostne omejitve in kategorija ceste.

### DRSC

Direkcija RS za ceste (v nadaljevanju DRSC) je po Zakonu o javnih cestah (Ur.l. RS, št. [29/1997](#), [18/2002](#), [50/2002](#) Odl.US: U-I-224/00-15, [110/2002](#), [131/2004](#) Odl.US: U-I-96/02-20) in Pravilniku o načinu označevanja javnih cest in o evidencah o javnih cestah in objektih na njih (Ur.l. RS, št. [49/1997](#), [2/2004](#)) odgovorna za vodenje in vzdrževanje baze cestnih podatkov za državne ceste. Za vodenje in vzdrževanje baze občinskih cest pa je zadolžena občinska uprava, ki letno posreduje podatke DRSC katera tudi vodi združeno evidenco cestnih podatkov. V bazi cestnih podatkov se vodijo s pravilnikom določeni opisni podatki, ki so potrebni za upravljanje s cestami. DRSC je pristojen za določitev odsekov in njihovih evidenčnih števil za vse javne ceste.

Državne ceste v pristojnosti Direkcije Republike Slovenije za ceste so (podatki na dan 18.11.2005, vir: [www.dars.si/index.php?id=134](http://www.dars.si/index.php?id=134)):

- hitre ceste v skupni dolžini 86 km in 8 km priključkov nanje,
- glavne ceste v skupni dolžini 997 km in 10 km priključkov nanje,
- regionalne ceste v skupni dolžini 4.791 km in 6 km priključkov nanje.

### DARS

Direkcija za avtoceste RS (v nadaljevanju DARS) upravlja in organizira vzdrževanje skupaj 456.9 km državnih cest; 403.2 km med njimi so štiripasovne avtoceste (vključno s 3.45 km enocestnim predorom Karavanke), 53.7 km pa so štiripasovne hitre ceste. Temu je potrebno prišteti še več kot 130 km dvopasovnih priključkov nanje (podatki na dan 11.november 2005, vir: [www.dars.si/index.php?id=134](http://www.dars.si/index.php?id=134)).

Gre za naslednje odseke:

- A1 Šentilj - Maribor; Maribor vzhod (Ptujška cesta) - Koper;
- A2 Predor Karavanke - Hrušica - Vrba, Podtabor - Naklo - Ljubljana (Šentvid; Koseze-Kozarje; Malence) – Pluska, Kronovo – Obrežje;
- A3 Ljubljana - (razcep Gabrč pri Divači) - Fernetiči (Ferneti);
- A5 Vučja vas – Beltinci;
- H2 hitra cesta skozi Maribor;
- H3 Severna ljubljanska obvoznica (Zadobrova - Koseze);
- H4 Podnanos – Vrtojba;
- H5 Škofije - Srmin.

Vsem cestam v bazi je bila dodana kategorija in ime ceste in cestnih odsekov in predpisana hitrost kot določata DRSC in DARS. Ostali atributi niso bili uporabljeni.

## **2.6 Meje Slovenije**

Potek meje Slovenije vodijo na Geodetski upravi Republike Slovenije na Oddelku za državno mejo. Za namene obravnavane baze je bil pridobljen rastrski sloj državne meje in vključen v bazo. Pri delu s podatki Evidence državne meje (v nadaljevanju EDM) se uporablja namensko aplikacijo EDM.apr, ki se izvaja znotraj programskega okolja ESRI ArcView 3.0. Aplikacija omogoča vzdrževanje podatkov EDM ter izdelavo statističnih prikazov stanja EDM. Pri uporabi moramo imeti odprt sloj View (imenuje se Prostorski prikaz EDM), ki omogoča grafični prikaz in vnos v sloje EDM.

## 2.7 Drugi viri in podlage za kontrolo

### Spletne strani:

V primerih, ko za določen tip podatkov ne obstajajo evidence ali zbirke podatkov, so se podatki pridobili s pomočjo različnih objav, oglasov ali predstavitev na spletnih straneh.

Podatki zbrani preko interneta so predvsem opisni podatki sloja interesnih točk. Kot so npr.: internetni naslov, dejavnost (gostišče, motel, hotel, ...), vrsta točke (gostišče, bankomat, spomenik, ...), telefonska številka in drugo (odpiralen čas za gostilne, ipd).

Nekaj primerov uporabljenih spletnih strani:

- [www.turisticna-zveza.si/](http://www.turisticna-zveza.si/)
- [www.bankomati.net/](http://www.bankomati.net/)
- [www.pzs.si/](http://www.pzs.si/)

### DOF 5:

Za namene kontrole zajetih podatkov so bili uporabljeni digitalni ortofoto posnetki v merilu 1 : 5000. Digitalno ortofoto snemanje je projekt cikličnega aerosnemanja z namenom pridobitve posnetkov površja območja R Slovenije vodi in vzdržuje Geodetska Uprava R Slovenije. Ortofoto je skeniran aeroposnetek, ki je z upoštevanjem centralne projekcije posnetka in modela reliefa, transformiran v državni Gauss-Krugerjev koordinatni sistem. Digitalni ortofoto posnetki s slikovnim elementom 0,5 m in izrisom ortofoto karte v merilu 1 : 5 000 so izdelani na osnovi aeroposnetkov meril od 1 : 17 400 do 1 : 25 000. Ti posnetki nosijo oznako DOF 5.

Izdelek je v metričnem smislu enak karti ter boljše ločljivosti kot satelitski posnetki, zato je bil primeren za uporabo pri vzpostavitvi baze. Uporabljen je bil za naslednje namene:

- za dopolnitev informacij klasičnim topografskim načrtom,
- za kontrolo zajema stavb glede na podatke EHIŠ,
- za kontrolo osi cest pridobljenih iz podatkovnih slojev kart različnih meril,
- za pomoč vizualizacije prostora.

Tehnične karakteristike uporabljenih DOF 5:

- eno enoto predstavlja en ortofoto posnetek, ki v naravi obsega 4500 x 6000 pikslov na posnetku oziroma 2250 m x 3000 m v naravi,
- ločljivost posnetka je 0,5 m x 0,5 m,
- uporabljeni so bili črnobeli posnetki, posneti v 256 sivih tonov,
- posnetek je transformiran v državno Gauss Kruegerjeva projekcijo,
- srednje merilo posnetkov za izdelavo DOF 5: 1 : 17 500,
- oblika datotek:
  - o posnetek je v TIF formatu,
  - o podatki o geolokaciji slike so zapisani v datotekah s končnico .TFW (ARC/INFO) in .SDW (Mr.Sid format),
  - o izvenokvirna vsebina lista v datotekah s končnico .DXF .

Posnetek DOF 5 je bil uporabljen v programu ArcView, kjer je služil kot podlaga za kontrolo zajetih elementov. Pri zajemanju osi cest, smo vektor osi ceste popravili glede na situacijo na DOF 5, ter dopolnili manjkajoče podatke.

### **3 OPREDELITEV PROGRAMSKEGA OKOLJA**

Celotna baza podatkov StreetConnect je zajeta, se vzdržuje in vodi v ArcGIS programskem paketu podjetja ESRI. Razlogov za to je več:

- vsi viri digitalnih prostorskih podatkov so v ESRI Shape obliki
- Uporabljene rastrske podobe za zajem in kontrolo so v TIF formatu, kar je mogoče prikazovati tudi v ArcGis okolju.
- Aplikacija WinArc za zajem na terenu je narejena za ArcView okolje.
- ESRI Shape oblika zapisa je najbolj razširjena v GIS sistemih in se že uveljavlja kot standard na svojem področju.

ArcGIS Desktop je skupina programskih orodij, ki omogočajo celovito upravljanje z GIS sistemom. Je zbirka programov, ki omogočajo zajem, urejanje, analizo, kartiranje, distribucijo in objavo prostorskih podatkov. ArcGis temelji na sedanjih standardnih na področju informacijskih tehnologij, oblikovan je oblikovan s pomočjo Windows uporabniškega vmesnika kar omogoča prilagoditev in nadgraditev s pomočjo orodji, kot so Visual Basic for Applications, .NET in Visual C++. V okviru ArcGIS Desktop okolja obsega:

- ArcReader, ki omogoča pregled in izris v ESRI Shape obliki shranjene podatke.
- ArcView programsko okolje za kartiranje, zajem, urejanje in analizo prostorskih podatkov.
- ArcEditor omogoča urejanje podatkovnih tabel.
- ArcInfo obsega in nadgrajuje ArcView in ArcEditor.

## ArcView

ArcView je eden od omenjenih programskih orodij ArcGIS Desktop-a, ki je na področju GIS-ov najbolj v uporabi. To je orodje za kartiranje, poročanje in kartografsko analizo. Sestavljen iz treh osnovnih aplikacij:

- ArcMap je glavna aplikacija za prikaz, raziskovanje in analizo prostorskih podatkov. Mogoč je pregled po posameznih podatkovnih slojih ali pogled izbranega kartografskega območja z kartografskimi elementi (merilo, legenda, ..) primerne za tisk kart.
- ArcCatalog je okolje za organizacijo in upravljanje vseh zajetih podatkov v GIS sistemu.
- ArcToolbox vsebuje zbirko orodij za upravljanje s podatki, pretvorbo podatkov, vektorsko analizo, geokodiranje in statistične izračune zajetih podatkov.

Organizacija zapisa na disk celotne baze je temeljila na zajemu, vodenju in vzdrževanju ločenih podatkovnih slojev. Za namene cestne navigacije je bilo v okviru baze StreetConnect definiranih osmih podatkovnih slojev združenih v skupen projekt.

Program ArcView je uporabljen samo pri omenjenih nalogah baze StreetConnect. Distribucija prostorskih podatkov za namene Garminovih GPS navigacijskih naprav poteka preko FTP protokola v ESRI Shape obliki. Podatki so kasneje spremenjeni v drugo obliko zapisa, ki je berljiv samo Garminovim napravam.



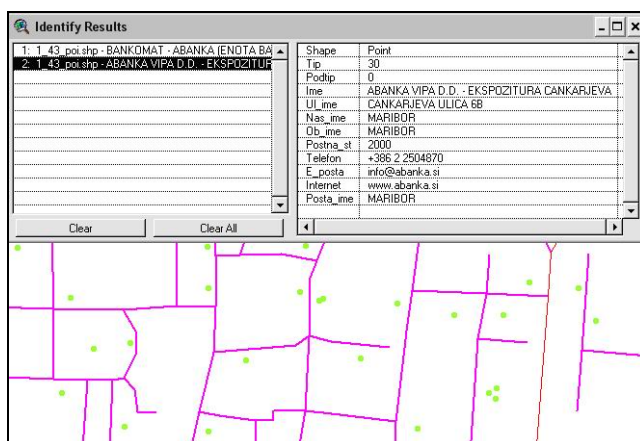
## **4 METODE ZAJEMA**

### **4.1 Zaslonska vektorizacija**

Postopek pretvorbe podatkov iz rastra v vektor imenujemo vektorizacija. Vektorizacija je potekala ročno v programu ArcView 3.3.. Prvi zajem se je izvajal s pomočjo satelitskih posnetkov Landsat 7, kjer so bile zajete pomembnejše ceste na območji Slovenije. Zaradi neprimerne ločljivosti posnetkov je bil uporabljen sloj DTK 25. Postopek zajema je enak, ne glede na vir zajema. Kontrola zajema je potekala glede na DOF 5 tako, da se je zajete podatke usklajevalo glede prikazano stanje.

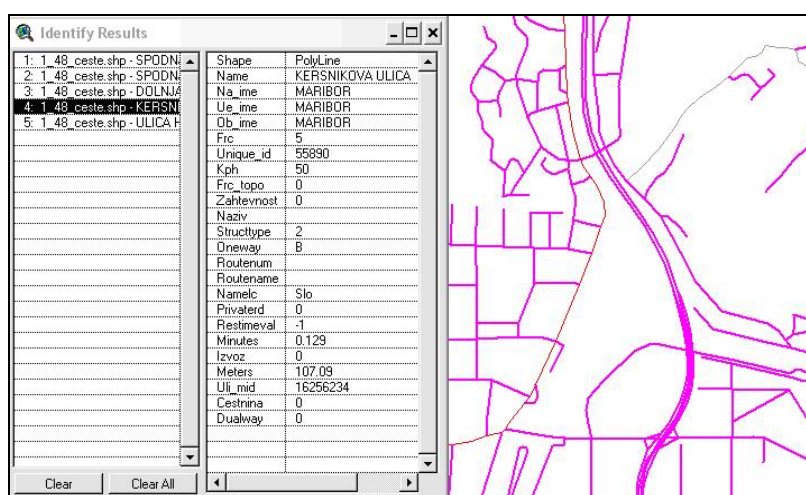
Vektorizacija podatkov je bila točkovna, linijska in poligonska. Vsem zajetim podatkom so sočasno z zajemom dodani predpisani tematski (ime ceste, ..), časovni (čas potovanja ob predpisani hitrosti, ..), lokacijski (položaj točke, ..), topološki in posebni (prepovedi, omejitve, ..) atributi. Prostorski podatki v bazi StreetConnect so razdeljeni na posamezne sloje, zato se je tudi zajem izvajal ločeno - po posameznih kategorijah prostorskih podatkov. Najprej je bil zajet podatkovni sloj cest, nato sloj interesnih točk in kasneje še ostali.

V bazi StreetConnect so točke točkovni prostorski podatki, ki predstavljajo vrhove hribov in interesne točke (bencinski servisi, muzeji, policija, grad, ...). Točke so prikazane s pogojnim točkovnim znakom s pripadajočimi atribut (Slika 12).



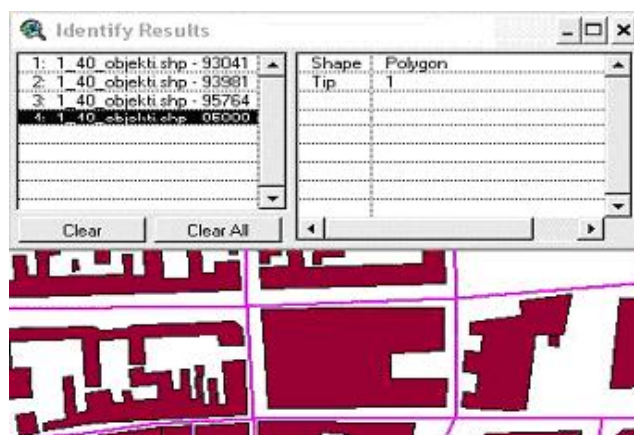
Slika 12: Primer točkovnih objektov in pripadajočih atributov

Linije so linijski prostorski objekti, zajeti kot neprekinjeno zaporedje poligonskih segmentov, z zadostnim številom lomnih točk (Slika 13). Vsaka linija oz. segment se začne in konča z vozliščno točko in vsakemu takemu segmentu so posebej določeni atributi in vsakemu posameznemu segmentu je dodeljena identifikacijska številka (*unique\_id*), ki služi za navezovanje podatkov in mrežne analize. Velja načelo, da se linijski segment ne konča, dokler ni spremembe kateregakoli atributa, ki se beleži na tej liniji. Med linijske prostorske objekte sodijo vse ceste ne glede na širino cestnega pasu, tir železnice in reke, kjer njihova širina ne preseže petih metrov (širina petih metrov kot je prikazana na DTK 25). Zadostno število lomnih točk pa je odvisno od kriterija zajema.



Slika 13: Primer linijskih objektov in pripadajočih atributov

Območja v bazi StreetConnect predstavljajo rabo tal (določenih je devet vrst rabe tal) in stavbe (določene so tri vrste stavb). Za namene Garminovih GPS navigacijskih naprav je območje poselitve nekoliko prirejeno (Slika 14).



Slika 14: Primer območnega objekta in pripadajočih atributov

#### 4.1.1 Potek zajema

V začetnem obdobju izdelave baze StreetConnect se je zajelo le večje objekte iz satelitskih posnetkov. To so bile avtoceste, hitre ceste in druge večje regionalne ceste. Zaradi neprimerne ločljivosti posnetkov za namene zajema so bili v nadaljevanju uporabljeni samo še podatkovni sloji kart različnih meril in zajem na terenu. Položaj objektov je bil najprej zajet glede na DTK 25.

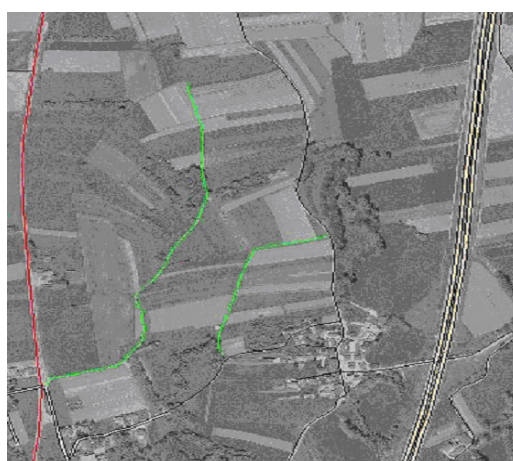
Problemi, ki so se pojavljali med zajemom podatkov so izhajali iz dejstva, da je kartografski prikaz generaliziran prikaz, ter da zaradi leta izdelave kdaj ne prikazuje dejanskega stanja na terenu. V ta namen se je vršila kontrola zajema s primerjavo stanja na DOF 5 posnetkih in s terenskim pregledom in zajemom. Terenski zajem je uporabljen kot dopolnilna metoda zajema prostorskih podatkov. Na primeru je prikazan zajem glede na podatkovni sloj karte DTK 25, ki ne prikazuje dejanskega stanja na terenu (Slika 15). Dopolnjen sloj cest z zajeto novo osjo ceste (Slika 16), ter kontrola glede na DOF 5, ki prikazuje novejšo stanje na terenu (Slika 17).



Slika 15: Uporabljen podatkovni sloj karte DTK 25



Slika 16: Dopolnjen zajem prostorskih podatkov



Slika 17: Kontrola zajetih podatkov glede na DOF 5 in zajem osi ceste

#### **4.1.2 Uskladitev in topološka ureditev podatkov cestnega podatkovnega sloja**

Rezultat je topološko urejeno omrežje cest z vsemi potrebnimi dodatnimi atributi, ki omogočajo izvajanje mrežnih analiz in navigacije. Ti postopki lahko uspešno delujejo le, če je topologija cestnega podatkovnega sloja urejena.

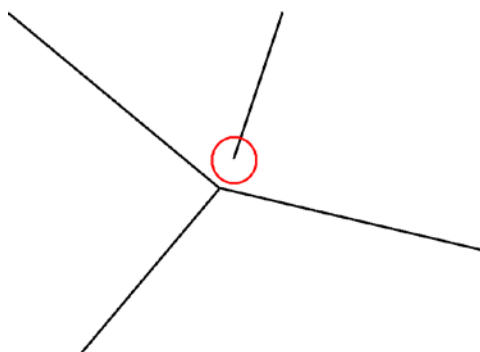
Ceste so bazi StreetConnect so zajete kot vektorske linije s smerjo in dolžino. Te vektorske linije so med seboj povezane v vozliščih in skupaj tvorijo celoten, smiselno povezan cestni sistem. Vozlišča so vzpostavljena povsod tam, kjer se posameznemu odseku ceste spremeni katerikoli atribut: na križiščih cest, pri spremembi kategorije ceste, pri prehodu meje drugega naselja, pri prehodu cestninskih postaj, mostov, rek, ..

Podatkovni sloj cest je zato potrebno topološko urediti. Topologijo smo uredili v programskem okolju ArcView glede na nekatera topološka pravila:

- podatkovni sloj ne sme imeti visečih vozlišč, razen ko tako vozlišče pomeni konec ceste ali slepo ulico,
- segmenti v podatkovnem sloju se ne smejo prekrivati,
- segmenti z istimi lastnostmi v podatkovnem sloju ne smejo križati,
- segment v podatkovnem sloju ne sme križati samega sebe,
- izločiti je potrebno psevdovozlišča, ki delijo segment z istimi lastnostmi, razen, če tako vozlišče predstavlja križišče cest.

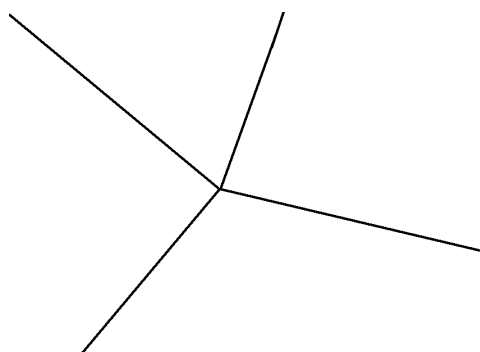
Topološko pravilo »Ne sme imeti visečih vozlišč«

Primer topološke napake visečega vozlišča (Slika 18):



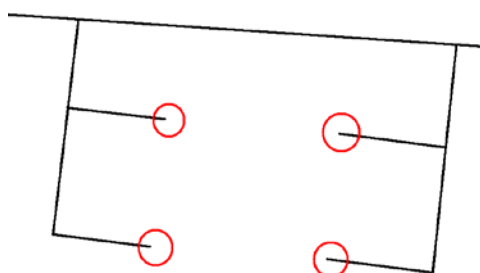
**Slika 18: Prikaz napake visečega vozlišča**

Odprava napake visečega vozlišča (Slika 19):



**Slika 19: Odprava napake visečega vozlišča**

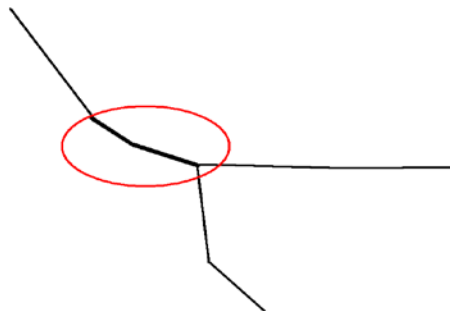
Primer visečih vozlišč, ki ne predstavljajo topološke napake, na primeru slepih ulic (Slika 20):



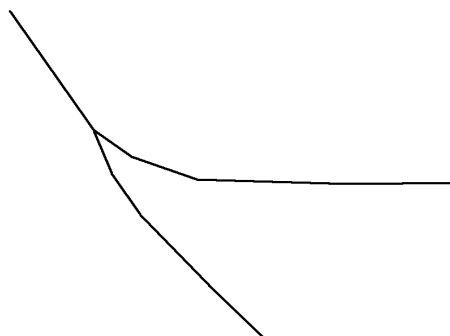
**Slika 20: Izjema visečih vozlišč, ki niso napake – slepe ulice**

V cestnem omrežju so vsi cestni odseki med seboj povezani v vozliščih. Napaka visečega vozlišča pomeni, da nek segment ni povezan v vozliščni točki z ostalim omrežjem, kar posledično povzroči napačen izračun in napačen prikaz poti. Vendar viseča vozlišča niso vedno topološke napake. Izjema so vozlišča, ki niso povezana v cestno omrežje in predstavljajo konec poti, kot so npr.: slepe ulice, pa tudi konec ceste na državni meji, ipd.. Slika 19 prikazuje primer napake visečega vozlišča, kjer se segment ne stika v križišču. Segment bi moral biti povezan z cestnim omrežjem kot prikazuje slika 19. Slika 20 pa prikazuje primer, ko ne gre za napako visečega vozlišča ampak za slepe ulice.

Topološko pravilo »Segmenti se ne smejo prekrivati«



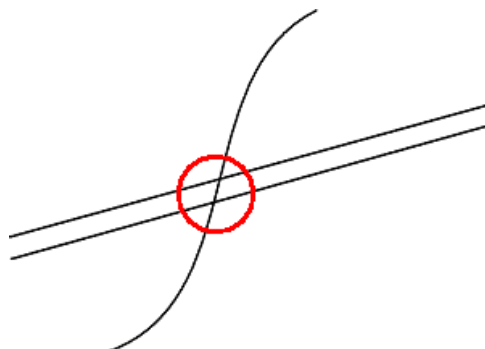
**Slika 21: Prikaz napake pravila »segmenti se ne smejo prekrivati«**



**Slika 22: Odprava napake prekrivanja segmentov**

Primer na sliki 21 prikazuje topološko napako, kjer se dva segmenta prikrivata. Napaka nastane zaradi napačne povezave enega vektorja ceste na drug vektor. Zaradi spojitve ceste na eno vozlišče prej pride do prekrivanja linij (območje rdeče barve). Slika 22 prikazuje pravilen potek segmentov.

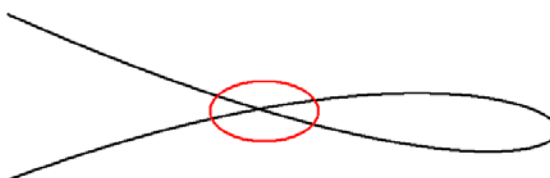
Topološko pravilo »Segmenti se ne smejo križati«



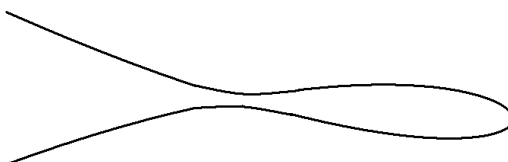
**Slika 23: Prikaz napake pravila »Segmenti se ne smejo križati«**

Križanje segmentov se pojavlja povsod tam, kjer predstavljajo dva ali več nivojev cest – večnivojsko križanje (Slika 23). To pomeni, da je v dvodimenzionalnem pogledu sicer videti kot križanje segmentov, v realnosti pa gre za nadvoz ali podvoz. Križanje segmentov je urejeno v atributnem delu posameznega segmenta.

Topološko pravilo »Segment ne sme križati samega sebe«



**Slika 24: Prikaz napake pravila »Segmenti ne smejo križati samega sebe«**

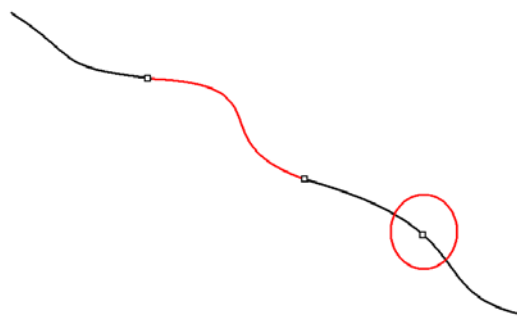


**Slika 25: Odprava napake križanja segmenta**



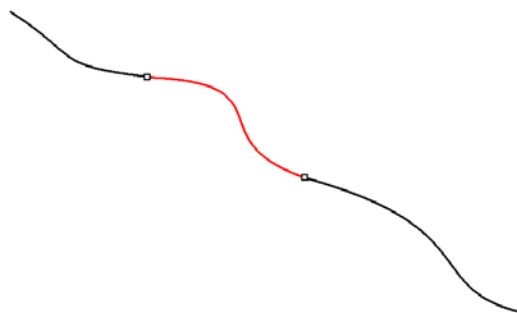
V primeru, kot ga prikazuje slika 24 je prikazana napaka, kjer segment križa samega sebe. Rešitev napake je prikazan slika 25. Vse take napake so sproti odkrite in odpravljene. V primerih pa, ko gre za eno cesto, ki v realnosti zavije pod ali nad samo sebe, pa je del takega odseka predstavljen ločen z vozliščno točko in tako predstavlja drug segment s primernim atributom v polju *tip cestnega elementa*.

Topološko pravilo »Psevdovozlišča«



**Slika 26: Primer psevdovozlišča**

Pri psevdovozliščih gre za primer topološke napake, kjer je vozlišče nepotrebno. To je v takšnih primerih, kjer sta povezana dva segmenta enakih atributov. Na primeru (Slika 26) je prikazana cesta (črna linija), ki ima odseku (rdeča linija) spremenjen atribut. To sta dva segmenta, ločena z vozliščem. Označeno vozlišče na segmentu, ki se mu noben atribut ne spremeni, pa je nepotrebno. Vsa taka vozlišča, ki so bila odkrita med vzdrževanjem baze, so bila tudi sproti odpravljena (Slika 27).



**Slika 27: Odprava psevdovozlišča**

## 4.2 Terenski zajem cest z tehnologijo GPS

Ena pomembnejših metod je zajem s pomočjo mobilne GPS naprave na terenu. GPS terenski zajem je zajem, kje s pomočjo mobilne enote (vozilom) z vgrajenim GPS sprejemnikom in ustreznim sistemom beležimo opravljeno pot. Ta metoda je sicer zamudna in dolgotrajna, je pa potrebna povsod tam, kjer ostali viri ne zagotavljajo dovolj kakovostnega zajema prostorskih podatkov.

### 4.2.1 Opis metode

Za to metodo zajema potrebujemo vozilo z vgrajeno GPS mobilno napravo, komunikacijski strežnik priključen v internetno omrežje in aplikacijski vmesnik.

Vozilo je opremljeno z mobilno enoto, ki spremlja položaj vozila. Prenos podatkov med mobilno enoto in satelitom poteka preko NMEA standarda. Podatki o položaju in stanju vozila se shranjujejo v interni spomin mobilne enote in se na določen interval preko brezžičnega omrežja GSM povezave (GPRS, DATA, SMS) prenašajo v nadzorni center do računalniškega strežnika, ki vse podatke vpiše v podatkovno bazo na centralnem podatkovnem strežniku. Z aplikacijskim vmesnikom GpsWin, ki ga je razvilo podjetje Sledenje d.o.o., pa je omogočen pregled poti vozila z vgrajeno GPS mobilno napravo. Mobilna naprava v vozilu obsega GPS sprejemnik za določanje položaja vozila, GPS modem, za prenos podatkov o položaju vozila v nadzorni center t.j. prenosni računalnik in kombinirano GPS/GSM anteno za sprejem in oddajo signala. Delovanje sistema je prikazano na Sliki 29 ([www.sledenje.com:81/?m1=6&m2=0](http://www.sledenje.com:81/?m1=6&m2=0)).



Slika 28: Delovanje sistema sledenja vozila

#### 4.2.2 Mobilna naprava v vozilu

Osnova sistema je v vozilo vgrajena mobilna enota, ki spremlja delovanje vozila in neprestano spremlja položaj vozila z uporabo sistema za globalno določanje položaja GPS. Podatki se prek brezžične povezave GPRS (ali DATA) prenesejo na strežnik nadzornega centra, kjer se analizirajo, prikažejo in shranijo za kasnejšo analizo.

#### 4.2.3 Komunikacijski strežnik

Komunikacijski strežnik deluje v okviru nadzornega centra, ki omogoča optimalno izrabo vseh uporabniških funkcij sistema za sledenje vozil.

Funkcije nadzornega centra

- izmenjava podatkov med mobilno napravo in nadzornim centrom,

- shranjevanje podatkov za kasnejšo analizo,
- posredovanje zahtevanih podatkov uporabniku.

Osnovni gradniki nadzornega centra so komunikacijski vmesnik, podatkovne baze in aplikacijski vmesnik. Komunikacijski vmesnik sestavljata mobilna enota in komunikacijski strežnik. Mobilna enota omogoča spremljanje pozicije in nadzor delovanja vozila s pomočjo GPS sprejemnika. Komunikacijski strežnik po vnaprej določenih časovnih intervalih komunicira z mobilno enoto. Podatki se preko brezžičnega GSM omrežja (GPRS ali DATA način prenosa podatkov) pošiljajo na komunikacijski strežnik, ki podatke o poziciji vozila vpiše v podatkovno bazo na centralnem podatkovnem strežniku. V okviru nadzornega centra je vzpostavljen tudi sistem za hranjenje, vzdrževanje in varovanje podatkov.

#### **4.2.4 Aplikacijski vmesnik GpsWin**

Preko uporabniške aplikacije GpsWin uporabniki dostopajo do vseh uporabniških funkcij sistema. Dostop do aplikacij je omogočen s prijavo uporabnika, z uporabniškim imenom in geslom. Uporabniške funkcije vključujejo naslednje funkcionalnosti programske opreme:

- določanje položaja in sledenje vozil,
- evidenca podatkov o voznem parku,
- optimizacija voženj in načrtovanje poti,
- evidenca potnih nalogov,
- poročila in analize podatkov o voznem parku,
- opozorila in alarmi.

Sistem omogoča spremljanje položaja vozila, spremljanje vozil v realnem času in analizo voženj. Pregled voženj se lahko izvaja za določen dan ali poljubno časovno obdobje za nazaj. Z izbiro vozila, izbiro časovnega obdobja in izbiro vrste poročila uporabnik izvaja različne vrste analize voženj. Pregled podatkov o vožnjah je možen v različnih oblikah in sicer na vektorskih digitalnih zemljevidih, v obliki tabelaričnih izpisov in v obliki poročil, primernih za tiskanje ([www.sledenje.com](http://www.sledenje.com)).

#### 4.2.5 Primer zajema

V naslednjem primeru je prikazan primer zajema podatkov, ki se je izvajal junija 2006 v Novi Gorici. Zajem položaja smo izvajali z vozilom Renault Kangoo (Slika 29). Vozilo je bilo opremljeno z GPS na mobilno napravo, povezano preko komunikacijskega strežnika s prenosnim računalnikom, ki je bil v vozilu. Potrebno je bilo prevoziti vse ceste, ki še niso bile zajete s pomočjo kartografskih podatkovnih slojev, hkrati pa se je z zajemom po tej metodi, izvajala tudi kontrola že zajetih cest.



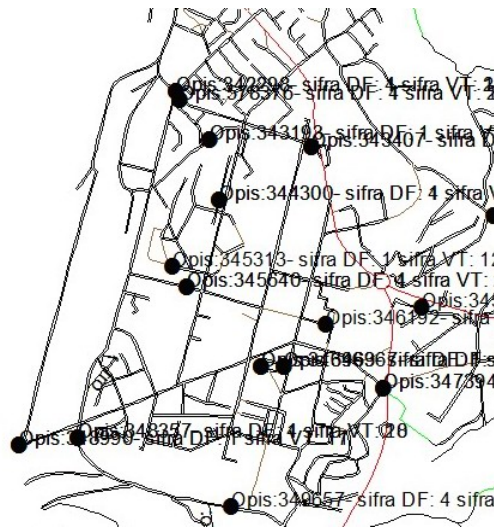
Slika 29: Primer zajetih cest na topološki podlagi, junij 2006, Nova Gorica.

Položaj vozila se je beležil na časovni interval 5 sekund, kar je prikazano točkovno z rdečo piko na cestnem podatkovnem sloju (Slika 29). Gostota teh pik je odvisna od hitrosti vozila. Za prikaz opravljene poti je bil vključen cestni podatkovni sloj baze StreetConnect.



**Slika 30: Točkovni prikaz sledenja vozila na vektorskem sloju cest, junij 2006, Nova Gorica**

Prednost te metode je v tem, da omogoča dodajanje atributov cestnim vektorjem neposredno na terenu, kar pomeni prikaz dejanskega stanja na terenu (Slika 30). Na ta način smo dodajali samo attribute, ki pomenijo prepovedi ali omejitve, kot jih določajo cestno prometna obvestila postavljena ob cestiščih. Postopek je potekal tako, da smo vzpostavili nov segment za tisti del ceste, na katerega za je prepoved ali omejitev nanašala in mu določili primeren atribut (Slika 31).



Slika 31: Primer dodajanja atributov (prepovedi, omejitve) zajetim cestam, junij 2006, Nova Gorica

#### 4.2.6 Uvoz podatkov v bazo StreetConnect

Program GpsWin omogoča tudi izvoz podatkov s ESRI shp obliko. Na tak način smo uvozili vse, na terenu zajete podatke v bazo StreetConnect (Slika 32).



Slika 32: Izvoz podatkov iz GpsWin v bazo StreetConnect

### **4.3 Zajem atributov**

Večini prostorskim podatkom smo attribute dodajali sproti. Pri zajemu cest na terenu smo upoštevali cestno prometne predpise prepovedi in omejitev, ki smo jih določevali cestnim odsekom. Pri zajemu podatkov s pomočjo kartografskih podlag smo prav tako sproti dodajali vse znane attribute. Nekaterih atributov pa vseeno ni bilo moč dodajati neposredno ob zajemu, zato so bili dodano naknadno. Naknadno dodajanje atributov se je izvajalo takrat, ko atributi v postopku zajema podatka še niso bili določeni ali predvideni za zajem oziroma tisti atributi, ki so bili privzeti iz uradnih evidenc (ime ceste, mednarodno oznako, ipd.). Atributi so bili naknadno dodani tudi takrat, ko jih pri zajemu ni bilo mogoče točno določiti. To je bilo običajno pri zajemu iz kartografskih virov; omejitve hitrosti, prepovedi in druge omejitve, kategorija ceste, ...



## 5 PODATKOVNI SLOJI BAZE STREETCONNECT ZA NAMENE CESTNE NAVIGACIJE

Celotna baza Streetconnect je trenutno sestavljena iz osmih podatkovnih slojev. Ti podatkovni sloji se vodijo in vzdržujejo ločeno. Vsak posamezen podatkovni sloj je definiran v Tehničnih specifikacijah baze StreetConnect, kjer je predpisana definicija posameznega podatkovnega sloja, kategorizacija zajetih elementov, metode, viri in kriteriji zajema ter topološka oblika. Vektorska podatkovna baza StreetConnect obsega osem podatkovnih slojev od katerih je prvih šest od naštetih, uporabljenih za namene cestne navigacije;

1. podatkovni sloj cest,
2. podatkovni sloj interesnih točk,
3. podatkovni sloj železniškega omrežja,
4. podatkovni sloj rabe prostora,
5. podatkovni sloj državne meje,
6. podatkovni sloj voda,
7. podatkovni sloj stavb,
8. podatkovni sloj vrhov.



Slika 33: Primer združenega prikaza različnih vektorskih slojev (ceste, železnica, POI, register stavb, raba prostora)

Na Sliki 33 so prikazani sloji baze StreetConnect. Ti podatkovni sloji so prirejeni za namene GPS cestnih navigacijskih naprav Garmin, kar je opisano v poglavju o opisnem delu posameznega sloja. V nadaljevanju so tako opisani samo tisti sloji baze StreetConnect, ki so uporabljeni za namene cestne navigacije.

## 5.1 Podatkovni sloj cest

### Definicija objektnega tipa:

Ceste so prometne površine splošnega pomena za cestni promet, ki jih lahko vsak prosto uporablja na način in pod pogoji, določenimi s predpisi, ki urejajo javne ceste in varnost prometa na njih (ZJC 2.člen, [www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=199729&stevilka=1642](http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=199729&stevilka=1642)). V sloj cest zajemamo predvsem javne ceste in privatne ceste, v kolikor ustrezajo kriteriju. Status in kategorizacijo javnih cest določa Zakon o javnih cestah, ki deli in kategorizira ceste v naslednje kategorije:

- javne ceste, ki so v lasti RS in se kategorizirajo na avtoceste, hitre ceste, glavne ceste I. in II. reda ter regionalne ceste I., II. in III. reda,
- občinske v lasti občin se kategorizirajo na lokalne ceste in javne poti

Zajemamo tudi ceste, ki jih ne ureja zakon o javnih cestah. To so običajno privatne, krajše ali dovozne ceste do hiš ali drugih zasebnih objektov.

### Kategorizacija cest:

Za potrebe navigacije so ceste v bazi StreetConnect kategorizirane glede na promet in funkcijo v naslednje kategorije:

- avtocesta,
- hitra cesta,
- obvoznica,
- regionalna cesta,
- pomembna mestna cesta (Dunajska cesta v Ljubljani, ipd.),
- mestne ceste (vse ostale ceste v mestih),

- mestne nepovezovalne ceste (slepe ulice),
- manj pomembne ceste (izven naseljenih območij),
- gozdne ceste,
- vse ostale ceste, ki niso primerne za promet.

Kategorizacija cest je za potrebe cestne navigacije, kot jo zahtevajo GPS navigacijski inštrumenti Garmin spremenjena in je opisana v poglavju o atributih. Cestni objekti, kot so mostovi, predori nadvozi in podvozi so obravnavani kot ločeni cestni odseki z ustreznimi atributi.

#### Metode in viri zajema:

Glavna metoda zajema osi cest je zaslonska vektorizacija DTK 25 s pomočjo digitalnih ortofoto posnetkov (DOF), ki služijo za kontrolo zajema. Za dopolnilno metodo zajema je predviden zajem na terenu s pomočjo GPS mobilne enote. Podatki zbrani na terenu, se zajemajo s pomočjo programa GpsWin in so kasneje vključeni v bazo. Atributi cestnih odsekov so zajeti sočasno z vektorizacijo osi ceste ( tip cestnega objekta, prepovedi, ...). Vsaka cesta je tudi poimenovana in kategorizirana; imena so pridobljena iz EHIŠ, kategorizacija pa iz evidence DRSC. Ceste manjšega pomena (manj pomembne ceste, gozdne ceste, ..) običajno nimajo imena v tej bazi.

#### Kriteriji in način zajema

Zajemajo se vse osi cest in cestnih odsekov do dolžine 300 metrov, cestni odsek predstavlja dovozno pot do posameznega objekta. Pri cestah, ki ima fizično ločena pasova (vmes zelenica, varovalna ograja, ..), se zajema vsak pas posebej. Vse ceste se zajemajo od križišča do križišča kot en segment. Zajemajo se tudi vsi cestni objekti, kot so mostovi, viadukti, predori, nadvozi, podvozi. Pri križanji cest (nadvozi, podvozi, mostovi, ..) se upošteva nivojsko križanje cest, kar pomeni, da se cesto razdeli na primerno število segmentov, katerim so dodani atributi cestnega elementa. Smer vektorja ceste je določena le za enosmerne ceste, kjer je vektor usmerjen v smeri vožnje.

### Topološka oblika:

Ceste in poti prikazujemo z linijo (Slika 34).



**Slika 34: Primer sloja cest**

## **5.2 Podatkovni sloj interesnih točk**

### Definicija objektnega tipa:

Interesne točke ali POI (points of interest) so točke, ki so zanimive za širši krog uporabnikov in so poleg sloja cest eden pomembnejših podatkov v bazi StreetConnect. Točke so zaradi lažjega pregleda in iskanja razdeljene v posamezne skupine točk s podobnimi lastnostmi.

### Kategorizacija interesnih točk:

V bazi interesnih točk je trenutno naslednjih šest skupin objektov in vsaki teh skupin so določeni tudi pripadajoči tipi objektov:

- točke storitve: bankomat, bencinski servisi, pošta, banka, trgovina, lekarna, parkirišča, knjižnica,
- pomembne ustanove: policija, bolnišnica, zdravstveni dom, veleposlaništvo,
- kultura: gledališče, kulturni center, grad, muzej, cerkev,
- zabava: kino, casino, golf igrišče, toplice, smučišče, marina, jama,
- hrana in prenočišča: gostilna, hotel, kamp,
- prometne povezave: letališče, železniška postaja.

Kategorije točk se dodajajo glede na naročila in glede na plan vzdrževanja podatkov.

Viri zajema:

Položaj in naslovi stavb so privzeti iz baze EHIŠ. DOF služi za kontrolo položaja izbranih točk. Atributi interesnih točk so pridobljeni s pomočjo svetovnega spleta, telefonskega imenika in različnih javnih evidenc.

Metode zajema:

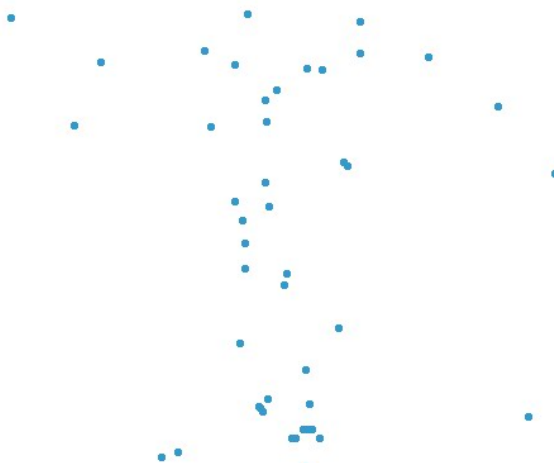
Položaj objektov, ki sodijo v skupino interesnih točk je privzet kar iz baze EHIŠ. Objekti, ki niso v tej bazi (golf igrišča, kampi, gradovi, ...) so vektorizirani na osnovi kartografskih podlag.

Kriteriji zajema:

Zajemajo se objekti na področju Slovenije. Zajeti so objekti in njihovi atributi, ki imajo podatke objavljene v javnih evidencah, na svetovnem spletu ali pa so podatki pridobljeni neposredno z naslova ustanove, ki upravlja z določenimi tipi točk.

Topološka oblika:

Topološka oblika je točka (Slika 35).



**Slika 35: Primer sloja interesnih točk**

### 5.3 Podatkovni sloj železnic

#### Definicija objektnega tipa:

Tir predstavlja os proge. V splošnem se železniške proge delijo na eno in dvotirne vendar ne glede na to, so proge zajete kot en linijski simbol. Železniška postaja označuje območje železniškega postajališča.

#### Kategorizacija in kriterij zajema:

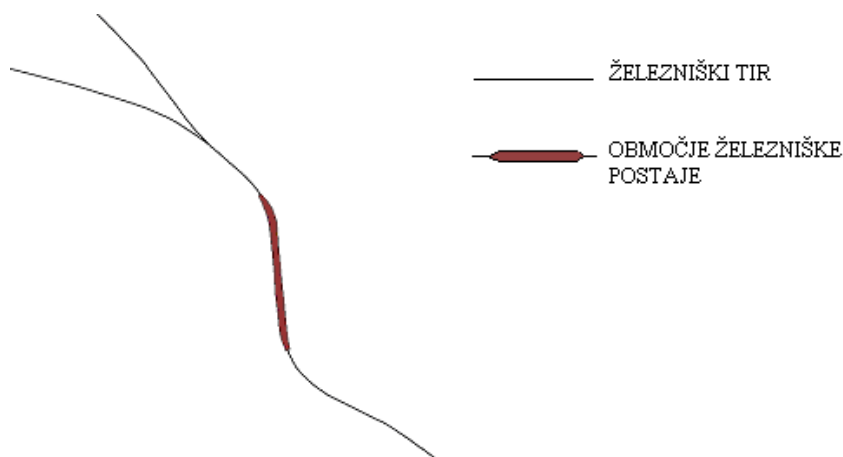
V sloju železnice sta določeni samo dve kategoriji: območje železniške postaje in os železniškega tira. Zajet je samo glavni slovenski železniški križ.

#### Metode in viri zajema:

Osnovni vir zajema poteka železniških tirov je DTK 25. Metoda zajema je zaslonska vektorizacija, zajem poteka od vozlišča do vozlišča, ki je vzpostavljeno na vsaki postaji. Atributi so zajeti na osnovi nomenklature slovenskih železnic.

#### Topološka oblika:

Os železniškega tira je prikazana kot linija, posebej je tudi prikazano območje železniške postaje (Slika 36).



Slika 36: Os železniškega tira in območje železniške postaje

## 5.4 Podatkovni sloj rabe prostora

### Definicija objektnega tipa:

Prostorske enote prikazujejo namembnost površin oz. namensko rabo prostora.

### Kategorizacija:

V bazi StreetConnect je določenih devet različnih vrst rabe prostora.

### Vir in metoda zajema:

Kot podatkovna osnova je bil uporabljen sloj rabe površin in vektorizacija DTK 25.

### Kriteriji in način zajema:

Zajemajo in atributirajo se prostorske enote z različnimi vrstami rabe (Slika 37).



Slika 37: Primer sloja rabe prostora

## 5.5 Podatkovni sloj državne meje

### Definicija podatkovnega sloja:

Meja Slovenije je določena na podlagi meddržavnih pogodb, vodi jo GURS, oddelek za Evidenco državne meje. Podatki meje so pridobljeni v vektorski obliki in vključeni v bazo podatkov kot samostojen sloj.

Kategorizacija:

Meja Slovenije ima eno samo kategorijo.

Vir in metoda zajema:

Podatki državne meje so pridobljeni s strani GURS kot aplikacija Evidence državne meje. (edm.apr), za uporabo znotraj programskega orodja ESRI ArcView. Atributni del evidence državne meje podaja naslednje attribute: šifra države, sektor, oznaka mejnega znaka, tip mejnega znaka, lega mejnega znaka, slovenske koordinate, tuje koordinate, ETRS koordinate. Državna meja je privzeta meja glede na aplikacijo EDM.

Kriteriji zajema:

Kriteriji zajema niso predvideni, saj je državna meja privzet podatkovni sloj vključen v bazo podatkov.

Topološka oblika:

Državna meja R Slovenije je prikazana kot linija.

## **5.6 Podatkovni sloj vodotokov**

Definicija objektnega tipa:

V tem sloju so zajete pomembnejše tekoče vode (reke) in stoječe vode (jezera in morje). Tekoče vode in jezera so zajeta glede na njihov (stalen) tok, kot je prikazan na DTK 25. Pri tem je predvideno, da so tekoče vode do širine pet metrov zajete kot linijski objekt, reke, katerih širina presega pet metrov pa so zajete kot območja. Kjer vodotok prečka cesta, je le ta prekinjen.



### Kategorizacija voda:

Kot tekoče vode so zajete reke, ponikalnice, kanali in se delijo v dve kategoriji; kategorijo vod, ki so širše in kategorijo vod, ki so ožje od pet metrov.

### Metode in viri zajema:

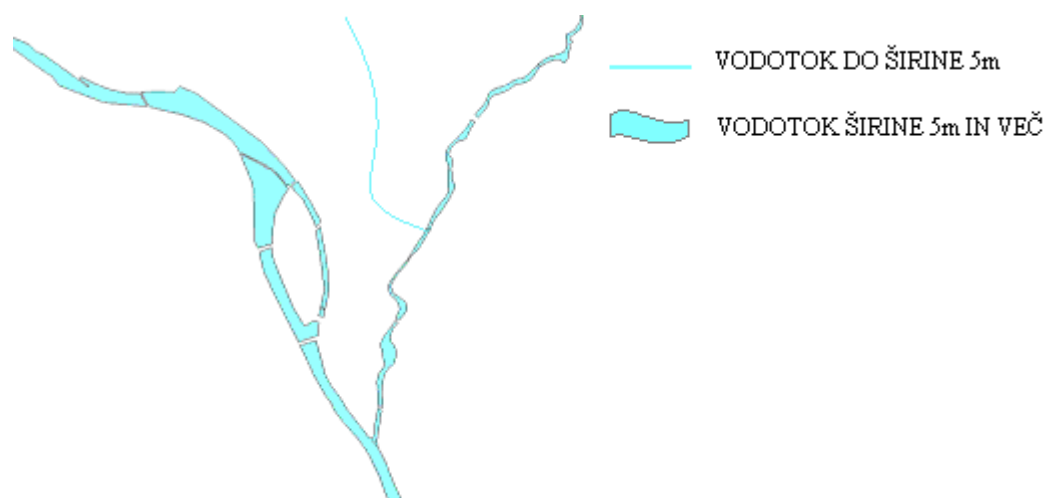
Osnovna metoda zajema je zaslonska vektorizacija. Glavni vir je zajem iz DTK 25.

### Kriteriji zajema:

Zajemajo in atributirajo se morje in vsa pomembnejša jezera in reka na območju R Slovenije

### Topološka oblika:

Reke do širine pet metrov so zajete in prikazane kot linije, širše reke, jezera in morje pa kot poligoni (Slika 38).



**Slika 38: Primer sloja voda**

## 6 OPISNI DEL

Opisni del podatkov je tisti, ki skupaj z grafičnim delom omogoča pravi namen vzpostavitve tega sistema. S samim zajemom prostorskih podatkov vzpostavimo zgolj vektorsko karto, s primernim in pravilnim izborom atributov pa dosežemo logično in smiselno povezan sistem primeren za navigacijo in uporabo zajetih prostorskih podatkov.

Atribut je kateri koli imenovani detajl, ki služi za opredelitev, klasifikacijo ali izražanje stanja izbranega entitetnega tipa, objektnega tipa ali relacije. Atributi opisujejo lastnosti objekta in jih lahko pojmuje kot vedenje računalnika o stvarnem objektu (Šumrada, 2005b).

Atribut pojava je njegova pomembna značilnost, ki jo registriramo. Vsak atribut ima ime, podatkovni tip in domeno vrednosti (definijsko območje) (Šumrada, 2005b).

V splošnem so atributi v programu ArcView črkovnega in številčnega tipa z določeno velikostjo polja. Atributi, ki nastopajo v omenjeni bazi, so shranjene konkretne vrednosti oziroma podatki konkretnega stvarnega pojava in izpeljani atributi, ki se tvorijo kot rezultat različnih operacij objekta. V vsaki glavni tabeli je določeno ime polja (*unique\_id*, *Name*, *Na\_ime*, ..), tip polja (črkovni ali številčni atribut), širina polja (predpisuje število znakov), decimalna mesta (določa na koliko decimalnih mest natančno lahko vpišemo številčni atribut) in opis polja. Atributi so v večini primerov zajeti sočasno z vektorizacijo z zajemom na terenu.

Kaj in kateri atributi se upoštevajo in zajemajo je dano v specifikacijah, kjer je prav tako v šifrantih podan način atributiranja določenega stanja, pojava ali rezultata izpeljave. V nadaljevanju so opisani atributi za vsak posamezen sloj, njihov pomen in namen v navigacijskem smislu.

## 6.1 Atributi cest

### 6.1.1 Atributi cestnih vektorjev

Atributni del sloja cest je eden najpomembnejših delov, saj se na ta del navezujejo vsi ostali podatki in izračuni ter predstavlja vsebinsko osnovo navigacije. Večina atributov se dodaja sočasno z zajemom ceste. Glavni del atributov cest je prikazan v Preglednica 3: Vrste atributov cestnih vektorjev v bazi StreetConnect.

**Preglednica 3: Vrste atributov cestnih vektorjev v bazi StreetConnect**

ceste				
ime	tip	širina	dec. mesta	opis
Unique_id	FIELD_DECIMAL	10	0	identifikator ceste
Name	FIELD_CHAR	70	0	ime ceste
Na_Ime	FIELD_CHAR	100	0	ime naselja
Ue_Ime	FIELD_CHAR	100	0	ime upravne enote
Ob_Ime	FIELD_CHAR	100	0	ime občine
Frc	FIELD_DECIMAL	11	0	funkcionalnost ceste
Routenum	FIELD_CHAR	50	0	št ceste
Routename	FIELD_CHAR	150	0	ime ceste po DRSC
Namelc	FIELD_CHAR	3	0	država
Oneway	FIELD_CHAR	2	0	usmerjenost ceste
Privaterd	FIELD_DECIMAL	11	0	restrikcije
Restimeval	FIELD_DECIMAL	11	0	časovne restrikcije
Structtype	FIELD_DECIMAL	11	0	tip cestnega elementa
Kph	FIELD_DECIMAL	11	0	hitrost predpisana za cesto
Minutes	FIELD_DECIMAL	5	3	čas potovanja
Meters	FIELD_DECIMAL	15	2	dolžina ceste
Uli_mid	FIELD_DECIMAL	16	0	povezava ulic z mid
Izvoz	FIELD_DECIMAL	11	0	označba izvoza iz AC
Cestnina	FIELD_DECIMAL	11	0	plačilo cestnine

Identifikator ceste je enolično določen za vsak segment ceste. Preko enolično določenega identifikatorja ceste lahko navezujemo nekatere tabele atributov, ki se nanašajo na točno določen cestni odsek (cestni segment). Ime ceste, naselja, upravne enote in ime občine so podatki, ki so dodeljeni vsakemu posameznemu vektorju. Ime ceste pomeni ime ulice, poti ali ime naselja (slednje velja za naselja brez uličnega sistema) in je skupaj z imeni (ime naselja, upravne enote in občine) privzeto iz EHIŠ. Ta vrsta atributa je dodeljena vsem kategorijam in tipom cest, ki so zajete v bazi. Ti atributi se uporabljajo pri iskanju poti do izbranega naslova.

Atribut v polju funkcionalnost ceste določa tip ceste. Ceste so v bazi StreetConnect klasificirane v različne skupine glede na promet, funkcionalnost, vlogo povezljivosti ter glede na druge potrebe za navigacijo (Preglednica 4).

**Preglednica 4: Klasifikacija cest**

atribut	
0	avtocesta
1	hitra cesta; pomembna mednarodna cesta
2	obvoznica
3	regionalna cesta
4	pomembna mestna cesta
5	mestne ceste
6	mestne nepovezovalne ceste (slepe ulice)
7	manj pomembne ceste
8	gozdne ceste
9	vse ceste, ki niso primerne za promet (peš poti)

Usmerjenost ceste pomeni predpisano smer vožnje na posameznem cestnem odseku. Pri navigaciji algoritem prepozna prevoznost ceste v določeni smeri na podlagi česar izračuna pot in čas. Atributni vrednosti sta tukaj dve; za enosmerno ali dvosmerno cesto (Preglednica 5).

**Preglednica 5: Vrste atributov za prevoznost ceste**

atribut	opis
1	enosmerna cesta
2	dvosmerna cesta

Tip cestnega elementa je atribut odseka ceste, ki v naravi predstavlja določen cestni element: most, nadvoz, cesta, krožišče, podvoz, tunel. Atributi, ki določajo tip cestnega elementa so prikazani v Preglednici 6.

**Preglednica 6: Vrste atributov, ki določajo tip cestnega elementa**

atribut	opis
1	most/nadvoz
2	cesta
3	krožni promet
4	podvoz
5	tunel

Čas potovanja se določi za vsak posamezen vektor ceste in je izračunan glede na predpisano hitrost in dolžino odseka. Čas potovanja je podan v sekundah.

Dolžina ceste je dolžina odseka ceste, ki jo določen vektor predstavlja. Dolžina je podana v metrih.

Atribut izvoza iz avtoceste podaja vrsto izvoza ali uvoza na avtocesto iz počivališča, bencinskega servisa ali druge ceste. Za označbe izvozov in uvozov skrbi DRSC. Atributi za izvoze so podani v Preglednici 7.

**Preglednica 7: Vrste atributov, ki določajo vrste izvozov iz avtoceste**

atribut	opis
0	Cesta
1	Izvoz iz avtoceste
2	Uvoz na avtocesto
3	Bencinski servis
4	Počivališče

Plačilo cestnine je atribut dodeljen cestnemu odseku, kjer je potrebno plačilo cestnine ali ne (Preglednica 8).

**Preglednica 8: Vrste atributov, ki določajo plačilo cestnine**

atribut	opis
0	ni plačila cestnine
1	potrebno plačilo cestnine

Hitrost predpisana za cesto je hitrost posamezne kategorije ceste, ki je določena z zakonom o javnih cestah in privzeta glede na kategorijo ceste iz uradnih evidenc Direkcije Republike Slovenije za ceste. Od 1.1.2005 po veljavnem ZVCP na slovenskih cestah veljajo naslednje omejitve hitrosti za posamezne kategorije cest, kot je prikazano v Preglednici 9. Privzete so samo omejitve hitrosti za motorna vozila do mase 3.5 tone.

**Preglednica 9: Omejitve hitrosti za osebna vozila za posamezne kategorije cest v Republiki Sloveniji**

Avtocesta	
130	motorna vozila do NDM 3, 5 T
Hitra cesta	
100	motorna vozila do NDM 3, 5 T (če je odsek označen s predpisanim prometnim znakom lahko tudi 110 km/h)
Izven naselja	
90	motorna vozila do NDM 3, 5 T
Naselje	
50	za vsa motorna vozil (na posameznih odsekih, če je to določeno s prometnim znakom tudi 60 ali 70 km/h)

### Kategorije javnih cest

Številka in ime ceste je številka ceste ali cestnega odseka in je privzeta iz uradnih podatkov Direkcije Republike Slovenije za ceste, ki je tudi pristojno za dodeljevanje evidenčne številke javnim in občinskim cestam in cestnim odsekom. Šifrant javnih cest vodi Direkcija Republike Slovenije za ceste v bazi cestnih podatkov in je opisan v naslednjem poglavju. Javne ceste se po Pravilniku o načinu označevanja na javnih cestah in o evidencah o javnih cestah in objektih na njih (Ur.l.RS 49/1997), označujejo z evidenčnimi številkami in so po posameznih kategorijah javnih cest prikazane v Preglednici 10.

**Preglednica 10: Kategorije javnih cest in njihove evidenčne številke  
(Pravilnik o načinu ..., 1997, 2004, 1-2)**

Kategorija javne ceste	Evidenčna številka javne ceste
avtocesta (AC)	A1 – A9
hitra cesta (HC)	H1 – H9
glavna cesta I reda (G1)	1 – 99
glavna cesta II reda (G2)	101 – 199
regionalna cesta I reda (R1)	201 – 399
regionalna cesta II reda (R2)	401 – 599
regionalna cesta III reda (R3)	601 – 999
lokalna cesta (LC)	001XXX – 499XXX
javna pot (JP)	501XXX – 999XXX
glavna mestna cesta (LG)	001XXX – 499XXX
zbirna mestna cesta ali zbirna krajevna cesta (LZ)	001XXX – 499XXX

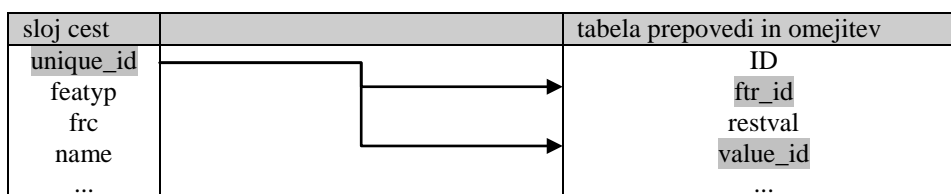
mestna cesta ali krajevna cesta (LK)	001XXX – 499XXX
daljinska kolesarska pot (KD)	9101XX – 9199XX
glavna kolesarska pot (KG)	9201XX – 9299XX
regionalna kolesarska pot (KR)	9301XX – 9499XX
javna pot za kolesarje (KJ)	9501XX – 9999XX

Javne ceste so razdeljene na več odsekov, ki so medsebojno razmejeni s križiščem drugih kategoriziranih cest ali z drugo mejno točko odseka (npr. državna meja, prelaz, križišče z nekategorizirano cesto ipd.). Odsek javne ceste po predpisih ne sme biti krajši od 100 m, razen če je celotna javna cesta krajša od te dolžine. V obravnavani bazi StreetConnect cestni odseki niso usklajeni z odseki javnih cest, kot so vodeni v bazi cestnih podatkov, zato je potrebna pozornost pri poimenovanju odsekov pri spremembi kategorije ceste.

### 6.1.2 Tabela prepovedi in omejitev

V Preglednici 12 so določeni atributi, ki označujejo prepovedi in omejitve na določenem odseku ceste v določeni smeri vožnje. Povezava vektorja ceste z tabelo restrikcij poteka preko enoličnega identifikatorja cestnega odseka, kot je simbolično prikazano v Preglednici 11. Enolični identifikator ceste pomeni geokodiranje podatkovnega znaka in predstavlja enolično določeno število za vsak vektor ceste. Enolični identifikator služi kot ključ za navezavo drugih podatkov, ki se nanašajo na dani prostorski objekt.

**Preglednica 11: Prikaz povezave enoličnega identifikatorja s tabelo restrikcij**



**Preglednica 12: Atributi polja prepovedi in omejitev**

prepovedi in omejitve				
ime	tip	širina	dec. mesta	opis
ID	FIELD_DECIMAL	10	0	univerzalni identifikator omejitve
SRC_ID	FIELD_CHAR	15	0	ID vira omejitve
READONLY	FIELD_CHAR	10	0	možnost spreminjanja
FTRTYP	FIELD_CHAR	1	0	tip elementa na katerega se nanaša omejitev
FTR_ID	FIELD_DECIMAL	10	0	id elementa (prevzeto iz sloja cest)
RESTRTYP	FIELD_CHAR	3	0	tip omejitve
RESTVAL	FIELD_DECIMAL	3	0	šifra omejitve
INCTIME	FIELD_DECIMAL	10	0	povečanje časa potovanja (sekunde)
VALUE_ID	FIELD_DECIMAL	10	0	vrednost povezana z tipom omejitve (prevzeto iz sloja cest)
VT	FIELD_DECIMAL	3	0	tip vozila
TIMEDOM	FIELD_CHAR	200	0	urnik omejitve
SOURCE	FIELD_CHAR	50	0	izvor informacij (npr AMZS)
X, Y	FIELD_CHAR	20	0	koordinate omejitve (ni nujno)
DESCRIBE	FIELD_CHAR	20	0	kratak opis omejitve
TEXT	FIELD_CHAR	250	0	daljši opis omejitve
POS	FIELD_DECIMAL	3	0	vplivno območje omejitve
U_TURN	FIELD_CHAR	50	0	posebne prepovedi za U zavijanje na dvopasovnih križiščih

Tipi omejitev so prikazani v Preglednici 13.

**Preglednica 13: Atributi polja tip omejitve**

atribut	opis
1	omejitev prevoznosti
2	plačilo cestnine
3	omejitve manevrov
4	mejni prehod
5	omejitev teže vozila
6	omejitev višine vozila



Atributi omejitev v Preglednici 14 podajajo prepovedi v določeni smeri vožnje. Pri tem je pozitivna smer vožnje določena s smerjo cestnega vektorja.

**Preglednica 14: Atributi prepovedi smeri vožnje v določeni smeri**

atribut	opis
1	odprta cesta
2	cesta zaprta v pozitivni smeri
3	cesta zaprta v negativni smeri
4	cesta zaprta v obeh smereh
5	prepovedano za vsa vozila

Določen je tudi tip vozila za katerega omejitev ali prepoved velja, kar je prikazano v Preglednici 15.

**Preglednica 15: Vrste vozil, na katere se nanaša prepoved ali omejitev**

atribut	opis
1	za vsa vozila
2	osebna vozila
3	samo za stanovalce
4	taxi
5	avtobus
6	tovornjak
7	priklopnik
8	dostava
9	intervencijska vozila
10	službeni dovoz

Z določitvijo vplivnega območja omejitve je podano območje, na katerega se prepoved ali omejitev nanaša. Preglednica 16.

**Preglednica 16: Vplivna območja prepovedi in omejitev**

atribut	opis
1	cestni odsek
2	začetno vozlišče
3	končno vozlišče

### 6.1.3 Pretvorba atributov za GPS navigacijske naprave Garmin

Za potrebe Garminovih cestnih navigacijskih naprav je bilo potrebno prirediti nekatere atributne tabele. Glavne razlike med obema specifikacijama so predvsem v glavni tabeli atributov, v klasifikaciji cest in v zapisu prepovedi zavijanja.

V Preglednici 17 je prikazana priredba glavne tabele atributov StreetConnect po Garminovi specifikaciji. Nekateri atributi so dodani na novo in so predstavljeni v Preglednici 18. To so atributi, ki podajajo podrobnejšo lokacijo cestnega odseka (Kastelic Aleš, 2004b).

**Preglednica 17: Priredba tabele atributov StreetConnect po Garminovi specifikaciji**

Garmin	StreetConnect
name	name
oneway	oneway
route_lvl	frc
spd_limit	KPH
grmn_type	frc
toll_road	cestnina
turn_rstr	tabela prepovedi in omejitev
link_id	unique_id
acc_mask	tabela restrikcij za določene tipe vozil

**Preglednica 18: Dodani atributi**

Garmin	tip	širina	dec. mesta	StreetConnect
L_parity	FIELD_DECIMAL	1	0	Tabela ceshis l_struct
R_parity	FIELD_DECIMAL	1	0	Tabela ceshis r_struct
L_from_adr	FIELD_DECIMAL	5	0	Tabela ceshis l_f_add (integer)
L_to_adr	FIELD_DECIMAL	5	0	Tabela ceshis l_t_add (integer)
R_from_adr	FIELD_DECIMAL	5	0	Tabela ceshis r_f_add (integer)
R_to_adr	FIELD_DECIMAL	5	0	Tabela ceshis r_t_add (integer)
L_city	FIELD_CHAR	100	0	NA_Ime
R_city	FIELD_CHAR	100	0	NA_Ime
L_state	FIELD_CHAR	100	0	Slovenija
R_state	FIELD_CHAR	100	0	Slovenija
L_country	FIELD_CHAR	100	0	Slovenija
R_country	FIELD_CHAR	100	0	Slovenija
Z_lvl_strt	FIELD_DECIMAL	1	0	0
Z_lvl_end	FIELD_DECIMAL	1	0	0
L_format	FIELD_DECIMAL	1	0	0
R_format	FIELD_DECIMAL	1	0	0

Za namene Garminovih GPS cestnih navigacijskih naprav je bilo potrebno prirediti tudi klasifikacijo cest. V Preglednici 19 pa je prikazana priredba cestne klasifikacije baze StreetConnect po Garminovih zahtevah.

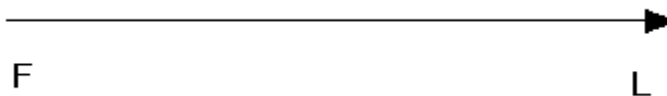
**Preglednica 19: Priredba klasifikacije cest**

Garmin (angleški zapis)	prevod angleškega zapisa	kategorija po StreetConnect
1-trial	peš pot	9-ceste, ki niso primerne za promet, peš pot
2-unpaved road	makadam	8-gozdne ceste
3-driveway	dovoz	7-manj pomembne ceste
4-alley	ozka ulica	6-mestne nepovezovalne ceste, slepe ulice
5-residential	nepomembna mestna cesta	5-mestne ceste, 4-pomembne mestne ceste, 3-regionalne ceste
6-colector	mestna cesta	4-pomembna mestna cesta
7-arterial	pomembna mestna cesta	3-regionalna cesta
8-other high way	hitra cesta	2-obvoznica
9-principal high way	obvoznica	1-hitra cesta, pomembna mednarodna cesta
10-low speed ramp	zaviralni pas	izvoz iz avtoceste
11-high speed ramp	pospeševalni pas	izvoz na avtocesto
12-major highway	avtocesta	0-avtocesta

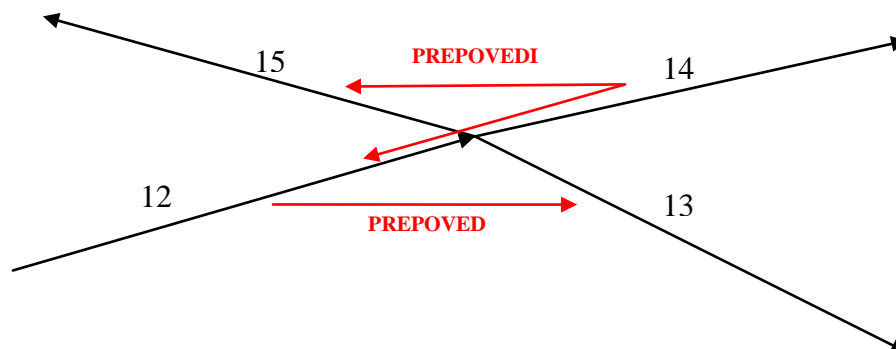
### 6.1.3.1 Zapis prepovedi po Garminovi specifikaciji

Za polje prepovedi in omejitev je določen tudi zapis posameznih restrikcij, ki je prikazan na primeru enopasovnice in dvopasovnice.

Na primeru enopasovnice je prikazana prepoved zavijanja v določeno smer. Cestni odseki so označeni s števili 12, 13, 14 in 15 ter s smerjo, kot kaže puščica (Slika 40). Prepoved zavijanja v določeno smer je zapisana v naslednji obliki: prva črka začetne (F) ali končne točke (L) segmenta (Slika 39) na katerega se prepoved nanaša in oznaka odseka linije na katero se prepoved navezuje ((F = first, L = last) + LINK\_ID). V tem primeru enopasovnih cest je prikazana prepoved zavijanja iz cestnega odseka 12 na cestni odsek 13, ter iz cestnega odseka 14 na cestna odseka 12 in 15.



Slika 39: Oznaka začetne (F) in zadnje (L) točke vektorja ceste

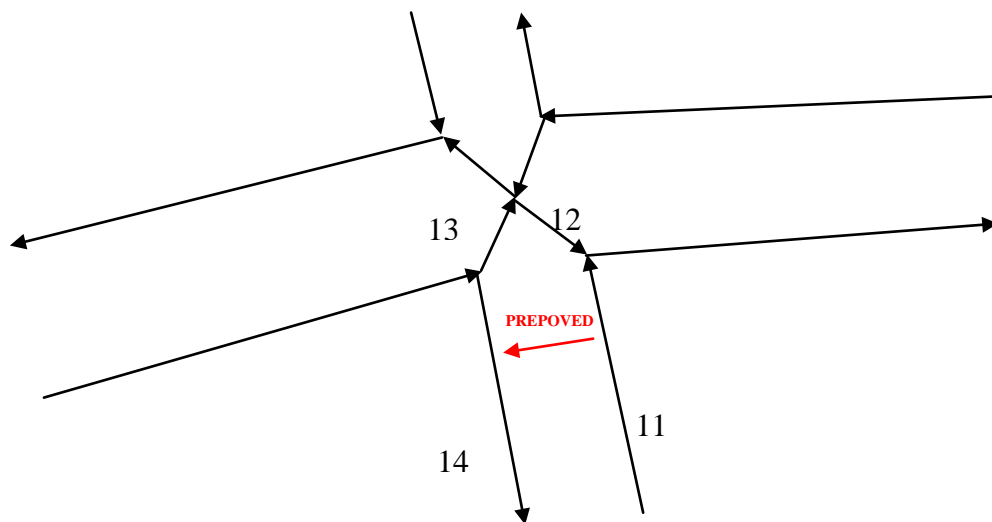


Slika 40: Primer prepovedi zavijanja

Zapis zgoraj narisanih prepovedi je sledeč:

- Na liniji 12 je zapis v polju TURN\_RSTR L13, kar predstavlja prepoved zavijanja iz končne točke vektorja 12 na vektor 13,
- Na liniji 14 je vrednost polja TURN\_RSTR F12;F15, kar pomeni prepoved zavijanja iz začetne točke vektorja 14 na vektor 12 in 15

V primeru križišč na dvopasovnicah, kjer so prepovedi obračanja ali t.i. U\_TURN, se prepoved napiše z vejico med segmenti. Na primeru, kot ga prikazuje slika 41 je prikazana prepoved U zavijanja iz cestnega odseka 11 na cestni odsek 14.



Slika 41: Primer prepovedi U zavijanja

Zapis zgoraj narisanih restrikcij je sledeč:

- Na liniji 11 je vrednost polja TURN\_RSTR L12, 13

## 6.2 Atributi interesnih točk

Interesne točke so zaradi preglednosti razdeljene v skupine s podobnimi lastnostmi, glede na namen ali ponudbo zaradi lažjega tematskega iskanja. Strukturo tabele interesnih točk prikazuje Preglednica 20.

**Preglednica 20: Atributi interesnih točk**

interesne točke		
ime	tip	širina
tip	FIELD_DECIMAL	2
pod tip	FIELD_DECIMAL	2
ime	FIELD_CHAR	100
ul_ime	FIELD_CHAR	100
nas_ime	FIELD_CHAR	100
ob_ime	FIELD_CHAR	100
postna_st	FIELD_DECIMAL	4
telefon	FIELD_CHAR	16
e_posta	FIELD_CHAR	80
internet	FIELD_CHAR	80

Tip in razvrstitev interesne točke pove, za katero vrsto točke gre. Trenutno je na območju Slovenije zajetih več kot 5.000 interesnih točk razdeljenih v šest skupin; storitve (bankomat, bencinski servis, ..), pomembne ustanove (policija, gasilci, ..), kulturne ustanove (gledališče, grad, ..), zabava (kino, casino, ...), hrana in prenočišča (hotel, gostilna, ...) ter prometne povezave (letališče, železniška postaja, ...). V okviru teh skupin se vodi 31 tipov in 20 podtipov točk. V Preglednici 21 je prikazan primer tipov in podtipov točk s številom zajetih točk.

**Preglednica 21: Primer tipov in podtipov interesnih točk**

tip	pod tip	opis	število točk
1	0	bencinski servis	414
2	0	bolnišnica, zdravstveni dom	105
3	0	policija	155
4	0	cerkev	415
5	0	hotel	316
	1	penzion	
	2	mladinski hotel	
	3	planinske koč	
	4	počitniški dom	
	5	bivak	
...	...	...	...

Ime točke je pripadajoče ime točke; npr gostilna Franko, Hostel Celica, ....pri nekaterih točkah je ime sestavljeni iz vrste storitve, usluge in ulice kjer se točka nahaja; npr: bankomat, ki se nahaja na dunajski 102 v Ljubljani: BA, dunajska 102, Lj....ipd.

Ostali atributi so ime ulice, naselja in občine, poštna številka, telefonska številka, internetni naslov in elektronska pošta. To so podatki pridobljeni iz javno objavljenih občil (rumene strani, javne evidence, objave na medmrežju, ...) in uradnih evidenc (EHIŠ).

### 6.3 Atributi rabe prostora

Ker je raba prostora manjšega pomena pri navigaciji vozil je atributni del v tem primeru bolj posplošen (Preglednica 22). Podatki o rabi prostora se pridobijo iz sloja rabe prostorskih enot. Specifikacije za v bazi StreetConnect razvrščajo rabo prostora v devet kategorij kot prikazuje Preglednica 23. Za namene Garminovih GPS navigacijskih naprav, pa je raba prostora razdeljena zgolj v dve kategoriji – poseljena območja in ostala območja.

**Preglednica 22: Atributi rabe prostora**

raba prostora				
ime	tip	širina	dec. mesta	opis
ID	FIELD_DECIMAL	10	0	univerzalni identifikator
TIP	FIELD_DECIMAL	1	0	TIP vira

**Preglednica 23: Vrste rabe prostora**

atribut	opis
1	kmetijska zemljišča
2	gozd in ostale poraščene površine
3	pozidana zemljišča
4	močvirja
5	suha odprta zemljišča s posebnim rastlinskim pokrovom
6	zemljišča brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom
7	vode (morje, reke, jezera)
8	pokopališče
9	športno rekreacijske površine

## 6.4 Atributi vodotokov

Vsakemu vektorju, ki predstavlja del območja vode, se dodeli enoličen identifikator, tip vode, ki označuje reko, jezero ali morje, ime vode in vrsto vodotoka. Vrsta vodotoka ima še podrobnejšo razdelitev in sicer:

- reka do širine 5 metrov oz. reka širine 5 metrov in več,
- kanal do širine 5 metrov oz. kanal širine 5 metrov in več,
- ponikalnica do širine 5 metrov oz. ponikalnica širine 5 metrov in več,
- reka ali kanal občasno brez vode do širine 5 metrov oz. reka ali kanal občasno brez vode širine 5 metrov in več.

Podrobnejša razčlenitev atributov je prikazana v preglednicah 24, 25 in 26.

**Preglednica 24: Atributi vodotokov**

osi vodotokov				
ime	tip	širina	dec. mesta	opis
ID	FIELD_DECIMAL	10	0	univerzalni identifikator
TIP_VOD	FIELD_DECIMAL	20	0	tip vodotoka
IME_VOD	FIELD_CHAR	70	0	ime vodotoka

**Preglednica 25: Tip vodotoka (linija)**

atribut	opis
0	reka (širša od 5m)
10	reka (enaka ali ožja od 5m)
20	kanal (širši od 5m)
30	kanal (enak ali ožji od 5m)
40	Ponikalnica (enaka ali ožja od 5m)
50	Ponikalnica (širša od 5 m)
60	reka ali kanal občasno brez vode (širši od 5m)
70	reka ali kanal občasno brez vode (širši od 5m)
80	reka ali kanal občasno brez vode (enak ali ožji od 5m)
90	na karti neviden potek vodotoka
91	večnivojsko križanje
100	vode, ki smo jih pri kontroli izločili

**Preglednica 26: Tip vodotoka (območje)**

atribut	opis
1	reka
2	jezero
3	morje



## **6.5 Atributi državne meje Slovenije in podatkovnega sloja železnice**

### Meje Slovenije

Meje Slovenije so vzete iz uradne evidence GURS Oddelka za državno mejo in se dodeli samo univerzalni identifikator posameznemu vektorju.

### Atributi železnice

Glede na obseg prometa, gospodarski pomen in povezovalno vlogo železniškega prometa v prostoru proge delimo na glavne in regionalne. Delimo jih tudi po številu tirov:

- enotirne proge: vlaki po istem tiru vozijo v obeh smereh,
- dvotirne proge: vsak tir je namenjen prometu vlakov v določeni smeri.

V bazi StreetConnect je zajet samo glavni slovenski železniški križ in ne glede na kategorijo tira je vsakemu odseku proge je dodan univerzalni identifikator in oznaka mednarodnega koridorja.

## **7 KAKOVOST PODATKOV**

### **7.1 Kakovost prostorskih podatkov**

Kakovost prostorskih podatkov predstavlja njihova dovršenost v bazi podatkov GIS. Kakovost se ocenjuje relativno glede na opredelitev baze podatkov oziroma uporabljeni uporabniški model, ki opredeljuje izbrani in potrebni nivo posplošitve stvarnosti ter klasifikacijo objektov na izbranem področju obravnave.

Kljub vsem formalnim ocenam kakovosti, so pomemben pokazatelj kakovosti tudi povratne informacije uporabnikov. Nabor podatkov je končen in položaj objektov znan, vendar kljub vsemu ne moremo govoriti o 100% popolnosti zajetih podatkov. Zato je potrebno ob upoštevanju kakovosti vhodnih podatkov, tehničnih zmogljivosti, metodoloških pristopov in ekonomskih vidikov predvideti in doseči tak nivo kakovosti, da bo sistem tržno zanimiv in uporaben tako za kupca, kot za ponudnika. Brez poglobitvenih elementov kakovosti (namen podatkov, poreklo in uporaba podatkov, položajna natančnost, natančnost opisnih podatkov, popolnost podatkov, logična usklajenost in časovna natančnost) izgledajo vsi pridobljeni podatki natančni in popolni. Že pri primerjavi enega prostorskega podatka pridobljenega z različnih virov pa prihaja do odstopanj.

Potrebno je omeniti še to, da se s transformacijo podatkov iz ESRI Shape zapisa v Garminov zapis podatkov spremenijo nekatere lastnosti podatkov. Kakovost, ki je opisana v tem delu, se nanaša na podatke, kot so zajeti, vzdrževani in vodeni v bazi StreetConnect.

### **7.2 Standardi in standardni model kakovosti prostorskih podatkov**

Standardni model kakovosti obsega niz elementov pokazateljev kvalitete, ki proizvajalcu in uporabniku omogočajo, da opredelijo odnos med opredelitvijo kvalitete in dejansko uporabnostjo podatkovnega niza. Prirejena ISO opredelitev kakovosti se glasi, da je kvaliteta prostorskih podatkov skupek značilnosti in lastnosti podatkovne zbirke, ki podpirajo njeno

sposobnost, da zadovolji izražen niz zahtev. Torej primernost podatkovnega niza za dejansko in potencialno uporabo. Prostorski podatki so organizirani v podatkovne nize in ti predstavljajo zbirke podatkov. Kvaliteto prostorskih podatkov v teoretičnem poročilu ICA opredeljuje naslednjih sedem pokazateljev kvalitete, ki najbolj celovito opredeljujejo kakovost prostorskih podatkov:

- poreklo podatkov,
- položajna natančnost,
- atributna natančnost,
- popolnost podatkov,
- logična usklajenost podatkov,
- semantična natančnost podatkov,
- posodobljenost podatkov.

Preglednica 27 predstavlja obstoječe standardne modele kakovosti za prostorske podatke (Šumrada, 2005b).

**Preglednica 27: Obstoječi standardni modeli kakovosti za prostorske podatke**

SDTS (1992)	ICA poročilo (1995)	CEN ENV 12656:1998	ISO 19113:2002
poreklo podatkov	poreklo podatkov	poreklo podatkov in uporaba	namen, uporaba in poreklo podatkov
atributna natančnost	atributna natančnost	tematska natančnost	tematska natančnost
pozicijska natančnost	položajna natančnost	položajna natančnost	položajna natančnost
popolnost podatkov	popolnost podatkov	popolnost podatkov	popolnost podatkov
logična usklajenost	logična usklajenost	logična usklajenost	logična usklajenost
	semantična natančnost		
	ažurnost podatkov	časovna natančnost	časovna natančnost

Pristop ICA predstavlja sedem elementov modela kakovosti (od tega je šest parametrov kakovosti), evropski standardni model CEN ENV 12656 obsega šest elementov modela, mednarodni standard ISO 19113 pa tri pregledne (namen, uporaba in poreklo podatkov) ter pet osnovnih elementov kvalitete. Ameriški standard SDTS je najstarejši in manj obsežen. V Sloveniji se podajanje kakovosti prostorskih podatkov uporablja ISO standardni kakovostni model.

Kakovostni model, elemente kvalitete, podelemente, sestavo poročila o kakovosti ter načine za določanje vrednosti kakovostnih parametrov opredeljujeta naslednja dva standarda, ki sta leta 2003 s prevzemom postala hkrati tudi slovenska standarda (SIST):

- ISO 19113:2002 – geografske informacije – kakovostna načela,
- ISO 19114:2003 – geografske informacije – postopki za ocenjevanje kakovosti.

Elementi kakovosti pa so:

- pet osnovnih (kvantitativnih) elementov kakovosti:
  - o podatkovna popolnost,
  - o logična usklajenost,
  - o položajna usklajenost,
  - o časovna usklajenost,
  - o tematska usklajenost,
- trije pregledni (kvantitativni) elementi kakovosti:
  - o namen, ki podaja osnovni namen sestave in izdelave podatkovnega niza,
  - o uporaba, ki podaja pregled izkušenj iz predhodne uporabe podatkovnega niza,
  - o poreklo, ki podaja vire, izvor ter celotni zgodovino podatkovnega niza

V nadaljevanju sem poskušal prikazati kvaliteto omenjene baze skozi nekatere vidike kakovosti, kot so: poreklo podatkov, položajna in opisna natančnost zajetih podatkov, popolnost podatkov in posodobljenost.

### 7.3 Poreklo vhodnih podatkov

Izvor ali poreklo podatkov opisuje kakovost uporabljenih virov za zajem, kar je pomembno pri nadaljnjem razumevanju kakovosti baze. Podatkom, pridobljenim iz uradnih virov (GURS, DARS, ..), iz satelitskih posnetkov in z zajemom na terenu so določeni parametri kakovosti (čas zajema, ločljivost posnetka, lokacijska natančnost, ..), medtem ko je pri podatkih pridobljenih iz medmrežja težko govoriti o tem. Podatki z medmrežja so predvsem nekatere atributne vrednosti, kot so naslovi, telefonske številke, opisi dejavnosti, ...ipd., pri katerih se lahko zanašamo le na pravilen vnos podatkov na spletno stran. V nadaljevanju sem zato izpostavil le tri najpomembnejše vire, kjer so parametri kakovosti določeni.

a) Podatkovni viri, ki so pridobljeni z Geodetske uprave R Slovenije so skenogrami DTK 25 in RPE. Viri vseh teh skenogramov topografskih kart so reprodukcijski originali državnih kart pripadajočega merila in za vse omenjene velja naslednje:

- prostorski referenčni sistem je državni koordinatni sistem D48,
- uporabljena je Gauß-Krügerjeva projekcija (komformna, prečna, valjčna),
- referenčni elipsoid je Besselov elipsoid (1841),
- višinski referenčni sistem se nanaša na mareograf v Trstu. V uporabi so normalne ortometrične višine.

V Preglednici 28 so prikazani nekateri vidiki kakovosti skenogramov DTK 25 in RPE, ki služijo kot podlaga pri zajemu podatkov.

**Preglednica 28: Kakovost podatkovnih slojev DTK 25 in RPE**

VIDIK KAKOVOSTI	DTK 25	RPE
pozicijska natančnost:	odgovarja grafični natančnosti vira, ki znaša: $0.2 \text{ mm} \times 25000 = 5.0 \text{ m}$	natančnost vrisa mej v merilu 1 : 5000 ni določena; natančnost digitalizacije mej in centroidov hišnih števil je 1 m
popolnost:	podatkovni niz pokriva območje celotne države	vsi objekti so zajeti v bazo, pokritje 100% Slovenije
časovna usklajenost:	permanentno vzdrževanje ob reambulaciji DTK 25	vsi časovni atributi so pravilni

b) Satelitski posnetki imajo podane nekatere, v poglavju o lastnostih uporabljenih posnetkov, že opisane parametre kakovosti, med katerimi bi izpostavil najpomembnejšega - ločljivost. Sicer so bili posnetki posneti v letu 1999, vendar to ne predstavlja večjega problema z vidika sodobnosti podatkov na posnetkih, saj se ne uporabljajo več za zajem. Večji problem je predstavljal ločljivost mrežne celice, ki v naravi obsega območje  $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ , kar je seveda premalo za podrobnejši zajem, kljub vsemu pa dovolj za zajem večjih objektov (Preglednica 29).

**Preglednica 29: Ločljivost ETM+ kanala**

številka kanala	spekter ( $\mu\text{meter}$ )	ločljivost površja (m)
Panchromatic (ETM+)	0.520 - 0.900	15

c) Zajem na terenu je metoda, ki zagotavlja točne in časovno posodobljene podatke povsod tam, kjer je to potrebno. Kakovost zajema je določena z natančnostjo določitve položaja GPS sprejemnika, kar predstavlja je 1 meter v primernih pogojih. Na tak način je bilo do sedaj zajetih že več kot 130 slovenskih mest in več kot 50 000 kilometrov cest po Sloveniji. Glede na to, da aplikacija omogoča dodajanje atributov sočasno z zajemom osi ceste, so podatki, ki se nanašajo na določen cestni odsek dejansko takšni, kot so v tistem trenutku na terenu. Upoštevane so vse obcestne table (prepovedi, omejitve, obvestila, ..), ki urejajo cestni promet.

## 7.4 Natančnost ali točnost zajetih podatkov v bazi StreetConnect

Natančnost ali točnost izraža, kako zanesljivo lahko določene meritve predstavljajo merjeno količino. Oziroma v našem primeru, kako zanesljivo lahko zajem podatkov predstavlja podatke v naravi. V primeru prostorskih podatkov se natančnost nanaša na časovno, položajno in tematsko natančnost. V nadaljevanju sta opisani le položajna in tematska natančnost.

### 7.4.1 Položajna (lokacijska) natančnost

Položajna natančnost podaja in ocenjuje odstopanje med dejanskim položajem prostorskega elementa in zajetim položajem. S tako primerjavo dobimo stopnjo zanesljivosti grafičnih podatkov. V splošnem je težko ugotoviti, koliko določen prostorski element dejansko odstopa od pravega položaja v naravi, zato je kakovost podana glede na vhodne, referenčne vire, ki zagotavljajo položajno natančnost od 1 do 5 m, kar je odvisno od merila karte.

Kljub vsemu prihaja v nekaterih primerih do večjih odstopanj. Ta odstopanja so lahko posledica napačnega prikaza virov ali so posledica pri zajemu podatkov. Vzroki teh odstopanj prostorskih podatkov od referenčne vrednosti so predvsem na dveh nivojih zajema.

- napake zaradi vira zajema; te napake se pojavljajo zaradi generalizacije kart in načrtov. Najpogosteje prihaja do večjih odstopanj pri manj pomembnih cestah (vijugaste gorske ceste, ...), kjer je njihov prikaz posplošen do te mere, da niso prikazani vsi zavoji. Najpogostejše napake so:
  - o centriidi EHIŠ ne sovpadajo s položajem objekta glede na DOF 5, kar pomeni napačen prikaz lokacije stavbe;
  - o posploševanje, kot metoda kartografske generalizacije; napaka je izrazitejša pri bolj vijugastih cestah,
  - o izpuščanje manj pomembnih cest;
  - o neposodobljenost kartografskih podlag.
- Napake pri metodi zajema;
  - o nenatančnost operaterja pri ročni vektorizaciji (Slika 42),



Slika 42: Nenatančnost zajema linije

Zato so glede na poznane natančnosti vhodnih skenogramov natančnosti zajetih podatkov v bazi ocenjene naslednje; za sloj osi cest je ocenjena natančnost 5 m glede na kartografske vire in od 1 do 3 m glede na terenski zajem osi. Os železniških tirov 5 m, meje vodotokov 10 m in natančnost določitve tlorisa objektov 5 m, glede na kartografski vir zajema, položaj interesnih točk 1 m glede na natančnost položaja centroidov v EHIŠ.

#### 7.4.2 Tematska (opisna) natančnost

Tematska natančnost je vidik kakovosti opisnih vrednosti, kar je odvisno od domene vrednosti posameznega podatkovnega tipa. Domena opredeljuje definicijsko območje atributa in je lahko numerična ali opisna. Atributi, ki jih določamo prostorskim podatkom so podani v specifikacijah za bazo StreetConnect.

Pri tematski natančnosti se odstopanja pojavljajo na treh nivojih, in sicer:

- napake zaradi vira zajema;
  - o prostorskemu podatku je dodeljen napačen atribut,
  - o časovna nesodobnost podatka (sprememba kategorija ceste, ..)



- napake pri metodi zajema;
  - o prostorskemu podatku je dodeljen napačen atribut (Slika 43),
- napaka pri določitvi modela;
  - o predpisana vrednost domene ne predvideva določenega stanja na terenu (galerije, kot cestni element niso posebej definirane, ..),



**Slika 43: Napačen atribut cestnemu odseku**

Slika 43 prikazuje primer, ko je cestnemu odseku dodeljena napačna kategorija ceste. Napačen osek je prikazan modro, ostali odseki so rdeče barve. Pri kontroli na DOF 5 ali na terenu se preveri, ali gre dejansko za drugo kategorijo na določenem odseku ali je to napaka pri zajemu.

Ocena tematske natančnosti na podlagi izkušenj je 95%, pri čemer je največ napak posledica operaterja in časovno nesodobnega vira zajema. Vse napake se ob odkritju tudi sproti odpravljajo.

## 7.5 Popolnost podatkov

Popolnost se nanaša na pomanjkljive ali nadštevilne podatkovne vrednosti v bazi ali podatkovnem nizu. Popolnost ločimo na modelno in podatkovno popolnost. Modelna popolnost in njej podrejeni popolnosti razredov in atributov prikazujejo primernost podatkovnega modela za navigacijo. Podatkovna popolnost pa predstavlja povezavo med kategoriziranimi izvornimi podatki in njihovo prisotnostjo v podatkovnem nizu v skladu s specifikacijami naročnika. V nadaljevanju je podana stopnja podatkovne popolnosti, ki podaja količino manjkajočih ali nadštevilnih podatkovnih vrednosti v posameznih slojih.

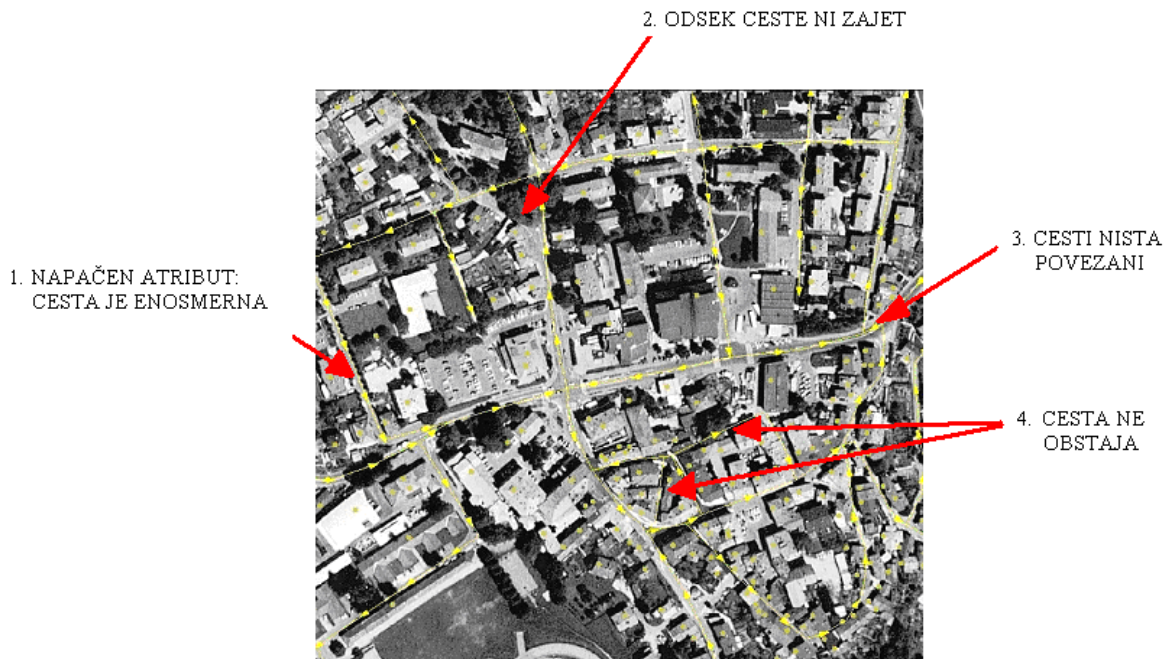
### Grafični del podatkov

V sloju cest se popolnost ocenjuje na podlagi vzorca prostorskih podatkov in vseh pripadajočih atributov. Pri cestah naj bi bili zajeti vsi odseki do dolžine 300 m. Problem predstavljajo izpuščeni podatki, kot so manj pomembne ceste, izpuščeni cestni odseki daljši od 300m, netočno zajete osi cest, nepovezani odseki, ter deli cest, ki niso vključeni v bazo zaradi periode ažuriranja. Ocena popolnosti je v mestnih centrih 98%, izven mestnih centrov 95%.

### Opisni del podatkov

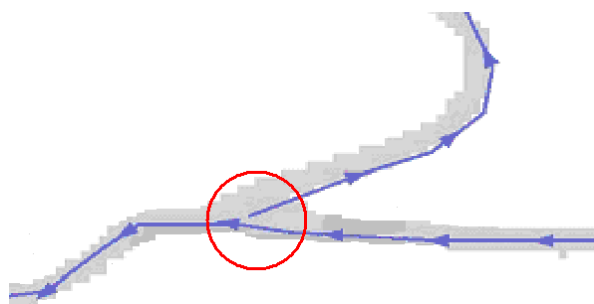
Kakovost opisnega dela podatkov pove, koliko je zajetih vseh predvidenih atributov. Napake se najpogosteje pojavljajo zaradi napačne kategorizacije ceste ali napačnega poimenovanja odseka ceste. V to kategorijo kakovosti lahko uvrstimo tudi kakovost povezave cest na bazo Ehiš, ki pove, koliko je hišnih števil, ki niso v naboru za poizvedovanje. To je predvsem posledica povezovanja na krajše odseke cest, in sicer je v mestnih centrih stopnja povezljivosti 85% izven mestnih centrov pa 95%. To pomeni, da je približno od 5-15% hišnih števil, ki niso v naboru iskanja. Velja omeniti, da je pri pretvorbi podatkov v Garminov zapis izpad hišnih števil večji, saj se dve različni ulici ne moreta navezovati na en cestni odsek. Kako in zakaj prihaja do tega, je razloženo v primeru, kot ga prikazuje Slika 47.

V nadaljevanju je prikazanih nekaj primerov napak.



**Slika 44: Primeri napak na območju Tolmina, 15.6.2006**

Na primeru, ki ga prikazuje Slika 44 je prikazan zajem podatkov v Tolminu, dne 15.6.2006 na podlagi topografskih kart in terenskega zajema. S kasnejšo kontrolo in med posodabljanjem podatkov je bilo ugotovljenih nekaj nepravilnosti. Odseku ceste (točka 1) je bil spremenjen prometni režim (enosmerna cesta). Del ceste ni bil zajet (točka 2). Odseka ceste v realnosti nista povezana (točka 3). Ceste (točka 4), ki so bile zajete dejansko ne obstajajo oz. niso prevozne ali pa niso povezane zato so bile izločene.



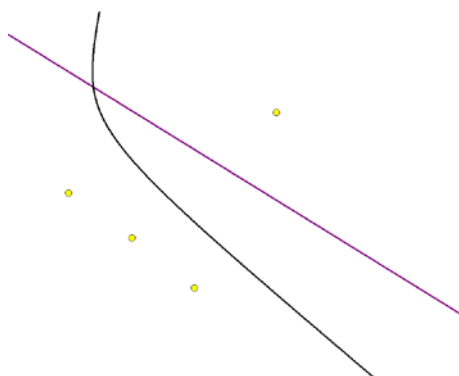
**Slika 45: Nepovezana odseka ceste**

Na Sliki 45 sta prikazana cestna odseka, ki nista povezana. Ta napaka povzroči napačen izračun poti, saj so nepovezane ceste na tak način izpuščene. Napako nepovezanega cestnega odseka se odkrije največkrat šele z uporabo cestnih podatkov.



**Slika 46: Izpuščen odsek ceste**

Na Sliki 46 je prikaz ceste, ki jo prikazuje DTK 25 in ni zajete. Te napake so redke in v postopku vzdrževanja baze tudi sproti odpravljene.



**Slika 47: Izpad hišnih števil**

Slika 47 prikazuje problem navezovanja centroidov hišnih števil na odseke cest pri Garminovi obliki zapisa. Linija vijola barve razmejuje dve naselji. Preko nje potek zajeta os ceste, ki je prikazana z črno barvo. Centroidi stavb so rumene točke, levo in desno od omenjenih linij. Problem nastane, ko si centroida stojita nasproti, vsak na svoji strani vektorja ceste in ko pripadata različnemu naselju ali ulici, saj se cestnemu odseku lahko dodeli samo en atribut v polje *ime naselja*. V takem primeru se zgodi, da ena točka ostane nepovezana v bazi in jo ni v naboru iskanja. V okviru baze AdriaRoute je zaradi tega izpad hišnih števil od 15-20%.

Pri drugih slojih je ocena popolnosti podana glede na kriterije zajema, saj problem popolnosti voda, osi železniških tirov in objektov ne predstavlja večje pozornosti. Za te sloje je podana ocena popolnosti 98%. Prav tako je tako atributna kot objektna popolnost pri interesnih točkah dana glede na podatkovne vire in trenutno aktualnostjo posameznih kategorij.

## 7.6 Časovna posodobljenost podatkov

Pomemben vidik kakovosti je tudi podatek o časovni natančnosti. V splošnem časovna natančnost opisuje datum opazovanj, način posodabljanja in časovno veljavnost podatkov. Vsak parameter časovne natančnosti lahko vpliva na ostale vidike kakovosti, tako npr časovna sodobnost podatkov (gradnja novih cest, ..) vpliva na popolnost podatkovne baze, upoštevanje časovnih sprememb (spremembe kategorije cest, vozne lastnosti, ...) vpliva na točnost. V preglednici 30 so prikazani datumi uporabljenih virov, ki so pomembni pri izdelavi cestne navigacijske karte AdriaRoute.

**Preglednica 30: Datumi uporabljenih virov in zadnje izdaje AdriaRoute**

VIDIK KAKOVOSTI	Skenogrami državni topografskih kart	Satelitski posnetek	Zajem na terenu	Zadnja izdaja AdriaRoute
datum zajema, zadnjega vzdrževanja:	02.06.2005	15.09.1999	po načrtu vzdrževanja, po potrebi	15.10.2006

Z datumom virov je podan datum, ki podaja začetno stanje baze. Ker je za zajem podatkov predvidenih več virov, se tako vrši tudi sočasna kontrola med kartografskimi viri in satelitskim posnetkom ter DOF, saj ti posnetki površja niso nastali v istem časovnem trenutku in zato lahko prikazujejo drugačno sliko. Časovna veljavnost podatkov je tukaj nedoločena, načini posodabljanja pa so opisani v naslednjem poglavju.

## 8 VZDRŽEVANJE BAZE

### 8.1 Pomen vzdrževanja

Ena izmed pomembnih nalog in zahtev je, da mora biti karta vzdrževana. Samo časovno posodobljena karta in dovolj kakovosten nabor podatkov je tisto, kar je zanimivo za uporabnike. Podatki, ki so zajeti in že v uporabi zagotavljajo določeno stopnjo popolnosti. Težnja je, da podatki v vsakem trenutku v največji možni meri odražajo dejansko stanje v naravi.

Vzdrževanje baze pomeni poprava in dopolnitev že obstoječih podatkov v bazi. Za popravek se smatra vsaka sprememba na že predstavljenem izdelku, dopolnitev pa na novo predstavljeni prostorski elementi. Dopolnjevanje podatkov se vrši na podlagi dogovora med izvajalcem in naročnikom, medtem ko so popravki odpravljeni sproti. Vzdrževanje baze je tako kontinuiran proces, ki se lahko izvaja kot:

- redno posodabljanje baze, kar pomeni, da so časovni intervali izdaje podatkov določeni ali
- posodobitev na zahtevo, kjer izvajalec izda popravek na zahtevo uporabnika.

Vzdrževanje obsega proces odprave napak in dopolnjevanje podatkov, neposredne vključitve le teh v že obstoječo bazo ter predviden časovni plan izdaje novih verzij.

## 8.2 Načini in metode vzdrževanja

Podatki so vzdrževani in sproti vključeni v bazo in na več načinov;

- s terensko izmero, ogledi in vožnjami oz. sledenjem vozil. Terenska izmera je sicer natančna metoda, ampak zamudna. Stanje cest se kontrolira in zajema povsod tam, kjer so novogradnje, napačen zajem zaradi napačne interpretacije s posnetka in kjer je potreben detajlni zajem cest (npr. v mestih),
- Vključitev posodobljenih podatkov lokalnih baz in občin, podatkov uradnih evidenc in zbirk, ki se vodijo in vzdržujejo na podlagi sprejetih zakonov, ki določajo tudi časovni interval posodabljanja baz.
- Upoštevanje posodobljenih virov, ki so dostopni preko medmrežja.



## 9 PRAVNI IN EKONOMSKI VIDIKI

Zajem, zaščita, prenos, trženje in obdelava prostorskih podatkov se nekatera področja pri ravnanju s prostorskimi podatki, ki pogostokrat premalo jasno dorečena. V nekaterih državah ZDA so prostorski podatki, ki jih zbirajo javne službe brezplačni, v Evropi pa so predmet trženja. Tako je tudi v Sloveniji, kjer Zakon o geodetski dejavnosti predpisuje ravnanje s prostorskimi podatki (ZgeoD, 2000, 35. in 36. člen). Geodetska uprava Republike Slovenije tudi določa pogoje uporabe, ki se nanašajo na uporabo podatkov iz javnih evidenc in drugih zbirk geodetskih podatkov, ki so last Republike Slovenije in jih vodi Geodetska uprava Republike Slovenije. Podobno je bilo s pridobitvijo satelitskih posnetkov, katere trži agencija USGS.

### 9.1 Satelitski posnetki

Program Landsat je del Nasinega (NASA; National Aeronautics and Space Administration) programa za opazovanje Zemlje iz vesolja s pomočjo satelitov, ki krožijo okoli Zemlje. (The Earth Observing System). Za pravilno delovanje sistema skrbi NOAA (National oceanic and atmospheric administration) in za distribucijo podatkov USGS (United States Geological Survey) v sodelovanju z EDC DAAC (EROS Data Center; Distributive Active Archive Center). Med naloge USGS sodi tudi kontrola gibanja satelitov, upravljanje z zemeljskimi sprejemnimi postajami (Landsat Ground station) ter arhiviranje in prenos podatkov.

Agencija USGS deluje v skladu z ameriškim zakonom Freedom of Information Act (FOIA), 5 U.S.C. 552, ki predvideva dostop do podatkov čim širšemu krogu uporabnikov ([www.usgs.gov/foia/](http://www.usgs.gov/foia/)). Uporabniki so lahko fizične ali pravne osebe, ki pošljejo zahtevek agenciji USGS. Ne glede na način pošiljanja (po navadni pošti, preko FTP protokola) je cena posnetka določena glede na trenutno veljavni cenik, glede na število posnetkov, velikost območja, glede vrsto senzorja (TM, ETM+) in stopnjo obdelave posnetka (0R, 1R, 1G). Pridobljeni posnetki so last naročnika, ki jih lahko uporablja v skladu z nameni, ki so navedeni pri naročilu. Nadaljnja prodaja posnetkov ni dovoljena.

## 9.2 Podatkovni sloji GURS

Geodetska uprava Republike Slovenije omogoča izdajanje geodetskih podatkov za ponovno uporabo za pridobitne namene. Ponovna uporaba geodetskih podatkov za pridobitne namene je uporaba podatkov s strani fizičnih ali pravnih oseb za zaračunljive pridobitne namene. Prosilci za pridobitev podatkov so fizične in pravne osebe, ki izpolnijo obrazec »naročilo digitalnih podatkov« in v naročilu navedejo namen uporabe geodetskih podatkov.

Na podlagi 36. člena Zakona o dostopu do informacij javnega značaja (Uradni list RS, št. 51/06, ZDIJZ-UPB2) in 19. člena Uredbe o posredovanju in ponovni uporabi informacij javnega značaja (Uradni list RS, št. 76/05) določa Geodetska uprava Republike Slovenije ceno ponovne uporabe geodetskih podatkov v pridobitne namene. V ceniku ponovne uporabe geodetskih podatkov v pridobitne namene je določen geodetski podatek, enota in cena. Del celotnega cenika, ki velja od 24.11.2006 je prikazan v Preglednici 31.

**Preglednica 31: Del cenika ponovne uporabe geodetskih podatkov, 24.11.2006**

geodetski podatek	enota	cena v EUR (brez DDV)	cena v SIT (brez DDV)
<b>VEKTORSKI PODATKI</b>			
topografski podatki merila 1 : 5.000			
zgradbe	list merila 1 : 5000	0, 4382	105, 00
promet	list merila 1 : 5000	0, 4382	105, 00
ceste	list merila 1 : 5000	0, 4382	105, 00
...			
<b>RASTRSKI PODATKI</b>			
rastrska slika z geolokacijo državne topografske karte merila 1 : 25000-sloj	list karte	2, 5931	621, 40
...			
<b>REGISTER PROSTORSKIH ENOT</b>			
podatki o hišni številki	hišna številka	0, 0188	4, 50
...			

Glede na to, da Geodetska uprava že daljše časovno obdobje razpolaga z evidencami in zato celoten strošek vzpostavitve ni znan, so določene tudi obračunske podlage za določitev cene za ponovno uporabo geodetskih podatkov v pridobitne namene. Osnova za delitev stroškov na stroškovne nosilce oziroma izdelke Geodetske uprave Republike Slovenije je metoda Delitev

stroškov na podlagi aktivnosti (ABC – Activity Based Costing). Strošek dela je razdeljen na naslednje glavne aktivnosti po evidencah: vzpostavitev evidenc, vodenje in vzdrževanje evidenc, izdajanje podatkov in na podporne funkcije. Pri tem je upoštevana ocena stroškov vzdrževanja evidenc zadnjih pet let, stroški vzpostavitve zadnjega leta pa so izključeni. Cena ponovne uporabe je izračunana glede na število enot v posamezni evidenci. Pri izračunu se upošteva 20-odstotni delež ponovne uporabe. Vsakemu posameznemu prosilcu se zaračunava eno dvajsetini tako oblikovane cene.

Pogoji uporabe se nanašajo na uporabo podatkov iz javnih evidenc in drugih zbirk geodetskih podatkov, ki so last Republike Slovenije in jih vodi Geodetska uprava Republike Slovenije so naslednji:

- Geodetska uprava Republike Slovenije pri izdajanju podatkov ne prenaša lastništva izdanih podatkov na naročnika podatkov in ne prevzema odgovornosti za morebitne napake v podatkih in za posledice takih pomanjkljivosti.
- Naročnik ob prejemu podatkov pridobi pravico njihove uporabe za takšen namen, kot ga je navedel v Naročilu digitalnih podatkov.
- Naročnik lahko drugo osebo pooblasti za prevzem naročenih podatkov ali za obdelavo podatkov, vendar jo mora opozoriti na Pogoje uporabe geodetskih podatkov.
- Naročnik se zavezuje, da bo v primeru obdelave geodetskih podatkov, ki vsebujejo osebne podatke, ravnal v skladu z Zakonom o varstvu osebnih podatkov (ZVOP-1, Uradni list RS, št. 86/2004 in 113/2005).
- Naročnik mora Geodetski upravi Republike Slovenije sporočiti vsako spremembo namena uporabe podatkov.
- Naročnik podatkov se obvezuje, da bo pri vsaki uporabi in morebitni objavi podatkov ali izdelkov zagotovil navedbo vira podatkov, ki obsega naziv »Javne informacije Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije, vrsta podatka«. Poleg tega je dolžan navesti tudi čas, na katerega se podatki nanašajo oziroma datum stanja zbirke podatkov.
- Naročnik ne sme posredovati podatkov tretjim osebam, razen če to ni s pogodbo ali kako drugače izrecno dovoljeno.

- Naročnik se obvezuje zavarovati podatke, tako da nihče tretji ne bo imel dostopa do podatkov ali proizvodov iz teh podatkov.
- Pravica uporabe podatkov preneha, če naročnik namenoma ali iz malomarnosti prekrši pogoje uporabe.
- Predvidene so tudi denarne kazni za prekršek, če pravna oseba ali samostojni podjetnik posameznik, ki ponovno uporabi informacijo javnega značaja (podatek) v pridobitne namene, za katere organ zaračunava ceno ali določa druge pogoje, pa ji organ take uporabe ni dovolil.

### **9.3 Uporabljeni programi: ArcView in GpsWin**

#### ArcView 3.0.

Za zajem podatkov je bil uporabljen program ArcView 3.0, ki ga je razvilo podjetje ESRI. Za uporabo omenjenega programa je bilo potrebno pridobiti licenčno kodo, ki omogoča časovno neomejeno uporabo vseh funkcij v obsegu izdaje ArcView 3.0.

#### GpsWin

Za terenski zajem prostorskih podatkov se uporablja aplikacija GpsWin, ki ga je razvilo podjetje Sledenje d.o.o.. Ta aplikacija omogoča sledenje vozila v danem času, grafični prikaz opravljene poti in analize opravljene poti ter prenos podatkov v aplikacijo ArcView 3.0. Podjetje Monolit d.o.o. uporablja t.i. paket Sledenje vozil. Pogodba za paket Sledenje vozil se podaljšuje po potrebi.

### **9.4 Zaščita baze StreetConnect**

Predmet trženja so samo tisti podatkovni sloji, ki jih zahteva naročnik. Z vsako pogodbo je vzpostavljena samo pravica za izražene namene uporabe, ni pa izključne pravice nad podatki, kar bi pomenilo, da podjetje Monolit d.o.o. izgubi vse pravice nad zajetimi podatki. Drugi pogoji in pravice uporabe podatkov se razlikujejo med pogodbami.

Tako Adriaroute in TOPO Slovenije so zapisani na zgoščenci, ki je zaščitena z aktivacijsko kodo, kar pomeni, da se lahko izdelek aktivira le enkrat in le na eni napravi.

## 9.5 Ekonomski vidiki

Za bazo StreetConnect je bila narejena analiza stroškov in koristi. Finančna analiza projekta StreetConnect je temeljila na razvojnih in operativnih stroških, ter na opredeljivih in neopredeljivih koristi. Ocena realizacije je temeljila na tehnološki, poslovni in organizacijski izvedljivosti projekta, ki jo zagotavlja podjetje Monolit d.o.o.

Celotne stroške projekta smo razdelili na razvojne in operativne stroške. Razvojne stroške nadalje razdelimo v tri skupine:

- nakup programske in strojne opreme,
- izobraževanje in plačilo osebja,
- nakup in zajem podatkov.

Med operativne stroške pa sodijo:

- plačilo osebja za vzdrževanje baze,
- nakup posodobljenih podatkov,
- zajem in kontrola novih prostorskih podatkov na terenu,
- nakup paketa Sledenje vozil in GPS naprav,
- drugo vzdrževanje podatkov (odpravljanje napak, dodajanje novih atributov, ..).

Začetni in operativni stroški projekta StreetConnect so se prepletali zaradi sprotnega vzdrževanja baze in niso bili strogo ločeni. Za projekt je vsako leto določen proračun, v katerem so upoštevani oboji stroški. V nadaljevanju je zato podana le ocena (v odstotkih) začetnih in operativnih stroškov. Minimalni vložki so bili pri nakupu programske in strojne opreme (en osebni računalnik in en licenčni program ArcView 3.0) in pri izobraževanju osebja (predhodno znanje s področja GIS tehnologije in programa ArcView). Sam nakup podatkov je predstavljal okoli 60% celotnih začetnih stroškov.

Pri operativnih stroških pa odstotek nakupa posodobljenih podatkov predstavlja okoli 30%, ostalih 70% pa se porazdeli na stroške terenskega zajema in plače osebja. Zaradi dobre tržne politike podjetja začetni stroški projekta StreetConnect niso predstavljali večjega bremena za podjetje, saj so sočasno z nastajanjem baze pridobivali tudi naročnike (kupce); npr. točkovni prikaz bencinskih črpalk OMV na satelitskih posnetkih Landsat 7 na območju Slovenije, nakup sloja cest podjetja Sledenje d.o.o., ...

Koristi projekta prav tako razdelimo na predvidljive in nepredvidljive, med katerimi lahko štejemo za predvidljive koristi:

- vse naročnike, za katere se baza dopolni ali priredi,
- prodajo lastnih izdelkov (TOPO Slovenije, ..).

Za nepredvidljive koristi pa lahko štejemo:

- vsa druga naročila, ki povprašujejo po že obstoječih podatkih. Te koristi predstavljajo precej variabilen del celotnega dohodka.

Podjetje Monolit d.o.o. je pričelo razvijati omenjeno bazo leta 2000. Do konca leta 2006 so sklenili za okoli 420.000 evrov poslov s prodajo podatkov, v istem obdobju pa so bili stroški razvoja in vzdrževanja približno 230.000 evrov. Bilanca pozitivnega stanja projekta StreetConnect je od leta 2005 naprej. Z neprekinjenim vsebinskim in tehnološkim razvojem in nadgradnjo se še vedno širi krog potencialnih kupcev, tako da je omenjena baza v svojih različicah primerna tako za posebne namene (kot jih trži Sledenje d.o.o.), kot tudi za vsakdanje potrebe ljudi (cestna navigacija).

## 10 ADRIAROUTE

### 10.1 Kaj je AdriaRoute?

AdriaRoute je cestna navigacijska karta, ki obsega območja Slovenije, Hrvaške in Bosne in Hercegovine. Vsaka od teh držav vodi in vzdržuje podatke za svoje območje. Trenutno je na trgu AdriaRoute 1.5.1.. Na Sliki 48 je prikazano območje, ki ga pokriva omenjena izdaja AdriaRoute.



Slika 48: Območje AdriaRoute

Karta AdriaRoute je shranjena na zgoščenki, iz katerega se podatki prenesejo na pomnilniške kartice GPS navigacijskih naprav s pomočjo osebnega računalnika in USB kabla. Na zgoščenki zaseda 30,4 MB prostora. Kompatibilna je z vsemi Garminovimi navigacijskimi napravami, kot so npr. (<http://www.garmin.com/mobile/pdapl.jsp>):

- StreetPilot [2610](#), [2620](#) (Slika 49), [2650](#), [c330](#), [c320](#) ,

- [Quest](#) (Slika 49),
- [iQue 3600](#) (Slika 50), [iQue M5](#), [cf Que 1620](#) ,
- GPSMAP [60 CS](#) (Slika 50), [60C](#), [60](#), [76CS](#), [76C](#), 76S in [276](#) ,
- eTrex [Legend C](#) (Slika 50) in [Vista C](#) ,



Slika 49: StreetPilot 2620, Quest



Slika 50: iQue3600, GPSMAP 60CS, eTrex Legend C

AdriaRoute je zaradi PC Windows osnove združljiva tudi z enako osnovanimi napravami, kot so npr. naslednji omenjeni dlančniki (žepni osebni računalniki - pocket PC), Dell-ov Axim, HP-jev iPAQ (Slika 51) ([www.hp.com/country/us/en/prodserv/handheld.html](http://www.hp.com/country/us/en/prodserv/handheld.html)), Fujitsu-Siemens Loox (Slika 51), ipd.





Slika 51: HP iPAQ, Fujitsu-Siemens Loox

## 10.2 Nekatero pomembnejše lastnosti cestnih navigacijskih kart

Elektronska karta je digitalna karta povezana s prikazovanjem na elektronskih napravah (npr. zaslonu). Uporablja se za naslednje potrebe (Kete, 2002):

- predstavitev na grafičnem zaslonu,
- analiz prostorsko porazdeljenih podatkov,
- geografskih in geodetskih izračunov,
- zemeljsko, zračno in pomorsko navigacijo.

AdriaRoute je elektronska karta za namene cestne navigacije. Za tovrstne karte značilno, da vodijo uporabnika po načelu "turn-by-turn" po prevoznih cestah. Nekatero glavne značilnosti takih kart so:

- podrobna cestna "Turn-by-turn" karta; ki omogoča vodenje voznika od zavoja do zavoja, od start do cilja.
- ViaPoint funkcija, kar pomeni grafični prikaz poti do izbrane točke.
- Iskanje in lokacijski prikaz po hišnih številkah, ulicah in interesnih točkah,
- Optimizacija poti.
- Izogibanje posameznih cest ali odsekov v primeru zastojev, nesreč, dela na cesti, ..
- Možnost izbire poti glede na najkrajšo ali najhitrejšo pot,
- in še nekatere druge funkcije (markacija točke, poti ...).

AdriaRoute 1.5.1 vsebuje nekatere dopolnitve in popravke podatkov, kot so npr:

- popravljeno in dopolnjeno celotno cestno omrežje v Sloveniji, na Hrvaškem in v Bosni in Hercegovini,
- dodane hišne številke v nekaterih krajih v Sloveniji in na Hrvaškem: Celje, Zadar, Novska, Požega, Imotski, Slavonski brod, Samobor, Reka),
- dodane nove interesne točke v Sloveniji; nove kategorije (Renault servisi na območju Slovenije, ..) in dopolnjene obstoječe kategorije,
- dodana nova mestna cestna omrežja na območju Hrvaških mest: Imotski, Buzet, Labin, Novigrad, Pazin, Poreč, Rovinj, Buje, Krk, Punat, Njivice, Malinska, Šilo, Baška, Omišalj, Vrbnik, Zaprešić, Sisak, Biograd, območje otoka Krk,
- popravljeno cestno omrežje Zagreba in Reke,
- dopolnjena kategorizacija cest na Hrvaškem,
- popravljena obalna linija v Bosni in Hercegovini,
- in drugi...

AdriaRoute obsega naslednje podatke (Preglednica 32):

**Preglednica 32: Pregled podatkov AdriaRoute 1.5.1**

	<b>AdriaRoute 1.5.1.</b>
ceste [km]	220 000
št. interesnih točk	40 000
hišne številke	6800 naselij na Hrvaškem 5900 naselij v Slovenije 2000 naselij v Bosni in hercegovini
ostalo	trajektne linije na Hrvaškem

## **11 NADGRADNJA BAZE IN NEKATERE MOŽNOSTI UPORABE**

Do sedaj so bili izpostavljeni le sloji v bazi StreetConnect, ki so potrebni in uporabljeni za namene cestne navigacije. Baza v celotnem svojem obsegu trenutno združuje trinajst podatkovnih slojev, ki se glede na potrebe in naročila sproti vzdržujejo in vzpostavljajo. StreetConnect je torej vektorska prostorska podatkovna baza, katere cilj je nuditi uporabniku čimveč prostorskih informacij na enem mestu, ko jih ta potrebuje. Je trenutno edina baza v Sloveniji, ki obsega vektorske prostorske podatke za ozemlje celotne države. V tej bazi se nahajajo tudi sloji, kot so;

- mestni potniški promet v Ljubljani in Mariboru,
- pomembnejše trgovine,
- banke in bankomati,
- raba prostora, ki je razdeljena na zelene površine, gozdne površine, pozidane površine, parki in pokopališča, športna igrišča in pokopališča ,
- objekti/zgradbe.

### **11.1 Nadgradnja podatkov v okviru StreetConnect**

#### **11.1.1 Slo Topo**

Slo Topo se vodi in vzdržuje v okviru baze StreetConnect. Je vektorska topografska karta v merilu 1 : 50000 in obsega področje celotne države.

V okviru Slo Topo se vodijo naslednji sloji:

- gozdne površine,
- vode (poligonske in linijske),
- interesne točke,
- objekti,

- plastnice,
- zemljepisna imena,
- poti (Markirana steza (normalna, zahtevna), nemarkirana steza, slovenska planinska pot, slovenska geološka pot, evropska peš pot, vinska cesta, gozdna učna pot, nekatere znane kolesarske poti).

Podatki v okviru Slo Topo se zajemajo na načine opisane v poglavju o metodah zajema. Pri nekaterih zahtevah (kot so npr.: bankomati, trgovine, pa tudi kolesarske poti, planinske poti ipd.) so podatki pridobljeni s pomočjo dodatnih virov (npr: planinske karte, podatki posredovani s strani naročnika: ulica in hišna številka objekta ipd.). Zaradi istega programskega okolja je tudi Slo Topo v ESRI shape obliki in je primerna za vse inštrumente, ki lahko prikazujejo višine.

### 11.1.2 Uporaba v mobilni telefoniji

Vektorska podatkovna baza StreetConnect je uporabljena tudi za navigacijo v mobilni telefoniji. Operater Si.mobil – Vodafone nudi navigacijo za mobilne telefone s pomočjo GPS sistema v okviru storitve Si.Navigator. Uporabnik za navigacijo potrebuje ustrezen mobilni telefon, to so vsi telefoni z operacijskim sistemom Symbian in večina telefonov s podporo Javi so združljivi z uporabo Si.Navigatorja ter z naloženo programsko opremo in povezavo z anteno GPS.



Slika 52: Nokia 3230

To so na primer: Sony Ericsson K750i, Sony Ericsson P910i, Sony Ericsson W800i, Nokia 9500, Nokia 3230 (Slika 52) ipd.. Si.Navigator med drugim omogoča preprosto načrtovanje poti, prikazuje razdaljo, predviden čas prihoda, cilj in orientacijo s kompasom, uporabniki pa lahko dostopajo do podrobnih zemljevidov Slovenije, več kot 20 evropskih držav, ZDA in Kanade. Zemljevidov ni potrebno predhodno nalagati na telefon, dinamični zemljevidi s samodejno povečavo pa so opremljeni z glasovno navigacijo in samodejnimi izračuni optimalne poti ([www.monitor.si/novice.php?id=8566](http://www.monitor.si/novice.php?id=8566)).

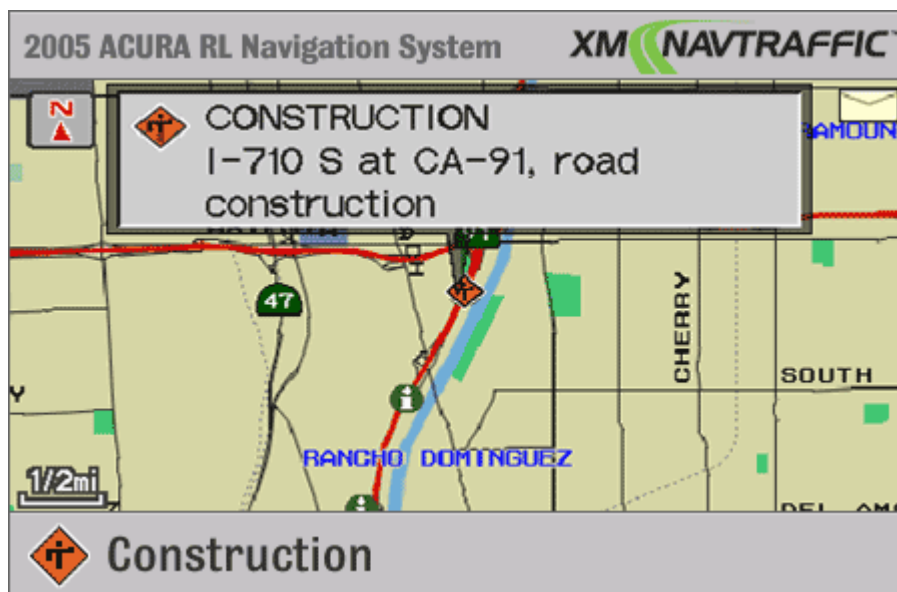
## 11.2 Nadgradnja podatkov v okviru cestne navigacije

### 11.2.1 Prometne informacije v takojšnjem času

Najpomembnejša nadgradnja GPS cestnih navigacijskih sistemov se razvija na področju posredovanja trenutnih prometnih informacij, ki voznika opozarjajo na aktualne pomembne prometne dogodke na njegovi poti. To so t.i. prometne informacije v takojšnjem času. Nekatere GPS navigacijske naprave, ki že nudijo storitev za razpošiljanje prometnih informacij v takojšnjem času so npr.: Garminove GPS navigacijske naprave StreetPilot 7200, StreetPilot 7500, Streetpilot 2730 in Streetpilot 2820 ter Zumo 550, Pioneerjevi modeli AVIC-N1, AVIC-N2, AVIC-D1, AVIC-D2, AVIC-D3 in Z1, Alpineov sistem NVE-N872A in drugi.

Storitev se imenuje XM NavTraffic in je bila razvita v okviru projekta NAVTEQ Traffic, ki ponuja še XM WX Weather in XM Satellite Radio ([www.xmradio.com/xmnavtraffic/index.jsp](http://www.xmradio.com/xmnavtraffic/index.jsp)). To je bil prvi servis za razpošiljanje prometnih informacij v takojšnjem času, ki je skupaj z GPS navigacijskim sistemom zelo uporaben pri vsakodnevni vožnji.

XM NavTraffic vključuje podatke o predvidenih zastojih (delo na cesti), nepredvidenih zastojih (nesreče, pokvarjena vozila) ter o povprečni hitrosti pretoka prometa. Inštrument na podlagi pridobljenih informacij grafično (točkovno ali linijsko) prikaže lokacijo izvora prometnega zastoja, nesreče ali ovire na cesti (Slika 53) ([www.garmin.com/xm/](http://www.garmin.com/xm/)).



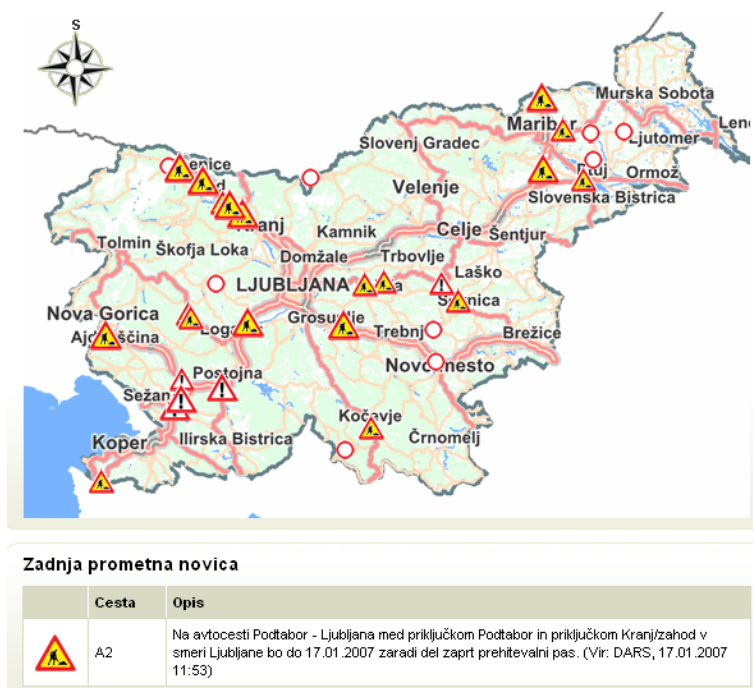
Slika 53: Delovanje XM NavTraffic

#### Kako sistem deluje in kako je s tem v Sloveniji?

Podatki o aktualnih prometnih informacijah so posredovani iz različnih virov: komercialni distributerji prometnih informacij, ministrstvo za promet, policija, reševalne enote, senzorji in kamere na cesti. Trenutno je sistem v opisani obliki vzpostavljen le v nekaterih večjih mestih v ZDA in še to na območjih, kjer se neprekinjeno opazuje pretok prometa.

Vprašanje položajne in časovne točnosti dogodka je ključnega pomena predvsem pri prometnih nesrečah. Taka informacija je lahko poslana s strani lokalnih oblasti (policija) ali službe, ki opazuje cestno omrežje (cestne kamere, ..). Glede na to, da tak sistem ni vzpostavljen povsod, tudi ni mogoče omogočati takih prometnih informacij na celotnem cestnem omrežju.

Informacije o zapori cest pa so že lahko pridobljene s pomočjo uradnih podatkov, ki jih izdajajo državne in lokalne službe, pristojne za določene ceste. Ti podatki se nanašajo na točno določen odsek ceste in podajajo tudi določen čas zapore. Primer takih obvestil je npr.: (Slika 54) (<http://www.promet.si/?lang=1>).



Slika 54: Primer podatkov o stanju na avtocestah na dan 17.1.2007

## 12 SKLEP

Pričujoče delo podrobneje opisuje tisti del baze StreetConnect, ki je uporabljen v GPS cestnih navigacijskih inštrumentih Garmin. V splošnem velja, da svetovni trg vektorskih prostorskih podatkov obvladujeta dve največji podjetji na tem področju, NAVTEQ in TeleAtlas, ki tudi zagotavljata kartografsko podporo večini GPS navigacijskim inštrumentom.

Podatki, ki so potrebni za pravilno delovanje navigacijskih sistemov, morajo biti skrbno zajeti. Prikazovati morajo dovolj natančen položaj prostorskega podatka in obsegati morajo vse tiste attribute, ki so nujno potrebni pri vodenju vozila. Čeprav se kot glavni zajem omenja zajem iz satelitskih posnetkov leta 1999 je potrebno vedeti, da ti posnetki ne nudijo dovolj kakovostnih podatkov za dovolj natančen zajem. Vendar pa lahko trdimo, da se je z njimi začel razvoj baze. Večina podatkov je bila zajeta iz topografskih kart različnih meril in s terenskim zajemom, s čimer se je zagotovilo tudi ustrezno kakovost. Dopolnitev in nadgradnja podatkov se sproti izvaja s pomočjo sprotnega pridobivanja sodobnejših podatkov pridobljenih s strani GURS, terenskega zajema in drugih virov. Različne vrste prostorskih podatkov se vodijo v ločenih podatkovnih slojih. Najpomembnejši sloj je seveda sloj cest in pripadajoči atributi. Ker že osnovni GPS sistemi nudijo uporabniku precej več kot zgolj podatke o cesti, so bili vzpostavljeni tudi ostali sloji, kot so sloj interesnih točk, voda, rabe prostora, naselij., ki dodatno (predvsem grafično) pomagajo uporabniku pri orientaciji v prostoru. V poglavju o kakovosti baze sem poskušal prikazati tiste vidike, ki uporabnika najbolj zanimajo; natančnost, popolnost in posodobljenost baze. Stopnjo kakovosti smo ocenili na podlagi praktičnih izkušenj in danih parametrov vhodnih podatkov. Z vidika položajne natančnosti je bilo ugotovljeno, da so podatki v bazi dovolj natančno prikazani glede na svoj namen, saj so objekti usklajeni glede na grafični prikaz vhodnih virov, ki zagotavljajo položajno natančnost od 0.5 do 1 metra. Prav tako velja za poglavje o popolnosti baze, kjer večji problem primanjkljaja podatkov predstavlja povezava centroidov hiš na odseke cest, zaradi česar so nekateri naslovi izvzeti iz nabora iskanja. Na nivoju cest pa je včasih težko določiti, kateri je tisti odsek, ki še zadošča kriteriju zajema zato so bili pogosto glede na smiselnost in pomembnost zajeti tudi krajši odseki. Nenazadnje pa je popolnost baze



odvisna tudi od časovne posodobljenosti podatkov, ki pa se izvaja na določene roke. Praksa kaže, da uporabniki precej sodelujejo s posredovanjem napak preko elektronske pošte in vse te napake so tudi sproti odpravljene.

V zaključku dela so opisani še nekateri vidiki uporabe podatkov in možna nadgradnja v okviru cestne navigacije. Celotna baza StreetConnect obsega več podatkovnih slojev, kot jih zahteva cestna navigacija. Sloji so bili v bazo vključeni glede na smiselnost zajema in povpraševanje naročnikov in tako se je s časoma razvila velika baza prostorskih podatkov za območje celotne Slovenije. Nekateri izdelki so vektorska topografska karta Slovenije, uporaba podatkov za navigacijo v mobilni telefoniji, internetna stran za planiranje poti [www.kje.sm](http://www.kje.sm) in drugi.

Za samo cestno navigacijo so seveda najpomembnejši podatki o cestah, vendar pa zaradi tržnih zahtev proizvajalci GPS navigacijskih naprav vse bolj širijo svojo ponudbo in tako postajajo navigacijske naprave pravi multimedijski centri, katerih moto je 'vse v enem': DVD predvajalniki, prikazovalniki podob, predvajalniki glasbe, upravljalniki z mobilnimi telefoni, branje kratkih sporočil v različnih jezikih, glasovna navigacija, radio, posredovanje in prikaz prometnih obvestil v takojšnjem času, .. so samo nekatere, ne več tako redke funkcije.

Smotrnost vzpostavitve take baze je za današnji čas smiselna, čeprav zahteva precej časa, saj je vedno več povpraševanja in zahtev po digitalnih prostorskih podatkih, ki omogočajo precej več kot klasične karte. Prostorske analize, prostorsko planiranje, izrisi in prikazi posameznih slojev so samo nekatere operacije nad temi podatki.

## VIRI

### Strokovne publikacije in učbeniki:

[Šumrada, Radoš.](#) 2005a. Tehnologija GIS – Prostorski informacijski sistemi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo str. 5, 98.

[Šumrada, Radoš.](#) 2003. Skripta za predmet GIS – Prostorski informacijski sistemi, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo str. 9, 18.

[Šumrada, Radoš.](#) 2005b. Tehnologija GIS – Strukture podatkov in prostorske analize, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo str. 41, 104, 263.

Kete, Primož. 2002. Diplomsko delo: Elektronska navigacijska karta (ENC) Koperskega zaliva, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, str. 5.

### Spletne strani:

National Aeronautics and Space Agency

<http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/17.html> (4.9.2006)

[http://landsat.usgs.gov/technical\\_details/image\\_processing/index.php](http://landsat.usgs.gov/technical_details/image_processing/index.php) (4.9.2006)

<http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/data.html> (10.0.2006)

Eurimage

[www.eurimage.com/products/landsat.html](http://www.eurimage.com/products/landsat.html) (4.9.2006)

Geodetska Uprava Republike Slovenije

[www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/dtk/dtk.asp](http://www.geodetska-uprava.si/gu/podatki/topograf/dtk/dtk.asp) (26.8.2006)

Sledenje d.o.o.

[www.sledenje.com:81/?m1=6&m2=0](http://www.sledenje.com:81/?m1=6&m2=0) (22.8.2006)

[www.sledenje.com](http://www.sledenje.com) (22.8.2006)

United States Geological Survey

[www.usgs.gov/foia/](http://www.usgs.gov/foia/) (27.12.2006)

TOBO'S

[www.tobos.si/gps/zemljevidi/adriaroute.html](http://www.tobos.si/gps/zemljevidi/adriaroute.html) (3.9.2006)

Garmin

<http://www.garmin.com/mobile/pdapc.jsp> (2.10.2006)

[www.garmin.com/xm/](http://www.garmin.com/xm/) (20.11.2006)

HP

[www.hp.com/country/us/en/prodserv/handheld.html](http://www.hp.com/country/us/en/prodserv/handheld.html) (2.10.2006)

Monitor

[www.monitor.si/novice.php?id=8566](http://www.monitor.si/novice.php?id=8566) (17.10.2006)

XMRadio

[www.xmradio.com/xmnavtraffic/index.jsp](http://www.xmradio.com/xmnavtraffic/index.jsp) (20.11.2006)

Direkcija Republike Slovenije za Ceste

<http://www.promet.si/?lang=1> (17.1.2007)

### **Zakoni in predpisi:**

Zakon o javnih cestah (Ur.l. RS, št. [29/1997](#), [18/2002](#), [50/2002](#) Odl.US: U-I-224/00-15, [110/2002](#), [131/2004](#) Odl.US: U-I-96/02-20).

Pravilnik o načinu označevanja javnih cest in o evidencah o javnih cestah in objektih na njih (Ur.l. RS, št. [49/1997](#), [2/2004](#)).

### **Ostali viri**

Kastelic Aleš, 2004. Specifikacije podatkovnih slojev StreetConnect, Monolit d.o.o.

Kastelic Aleš, 2004. Priredba specifikacij za Garmin

Hlača Nataša, 2002. StreetConnect – od nastanka do ...