

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*



Visokošolski program Geodezija,
Smer za prostorsko informatiko

Kandidatka:

Petra Božnik

Mobilni GIS kot pomoč pri zajemanju podatkov o telekomunikacijskem omrežju

Diplomska naloga št.: 280

Mentor:

viš. pred. mag. Samo Drobne

Ljubljana, 27. 11. 2008

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana **PETRA BOŽNIK** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:
»MOBILNI GIS KOT POMOČ PRI ZAJEMANJU PODATKOV O TELEKOMUNIKACIJSKEM OMREŽJU«.

Podpis: _____

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Podpis: _____

Ljubljana, _____ 2008

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČKI

UDK:	004.6:621.39:659.2:91(043.2)
Avtor:	Petra Božnik
Mentor:	viš. pred. mag. Samo Drobne
Naslov:	Mobilni GIS kot pomoč pri zajemanju podatkov o telekomunikacijskem omrežju
Obseg in oprema:	77 str., 6 pregl., 27 sl.
Ključne besede:	GIS, mobilni GIS, zbirni kataster GJI, Telekom

Izvleček

V diplomski nalogi je opisan postopek pridobivanja podatkov in vzpostavitev sistema enotnega vodenja in hranjenja podatkov o telekomunikacijski infrastrukturi. Navedeni so vzroki in namen vzpostavitve skupne baze podatkov v podjetju Telekom Slovenije d. d. Prav tako je naveden problem manjkajoče dokumentacije ter zajem le-te na terenu, s pomočjo mobilnega geografskega informacijskega sistema. Izvedli smo testni zajem podatkov s pomočjo dlančnika MobileMapper CX z vgrajenim GPS, na območju funkcijske lokacije 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	004.6:621.39:659.2:91(043.2)
Author:	Petra Božnik
Supervisor:	Sen. Lect. Samo Drobne, M.Sc
Title:	Mobile Geographic Information System as a tool to help collect data on telecommunications network
Notes:	77 p., 6 tab., 27 fig.
Key words:	GIS, mobile GIS, Cadastre of Public infrastructure, Telekom

Abstract

This thesis describes the procedure of data collection and the setting up of a system for unified management and conservation of data on telecommunications infrastructure. The reasons and the purpose of setting up a common database in the company Telekom Slovenije d.d. are specified in this thesis as well as the problem of the outstanding documentation and the collection of these documentation in the field using mobile geographic information systems. A test data collection using a handheld GPS receiver MobileMapper CX was carried out within the functional location (FL) 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem podjetju DFG CONSULTING d. o. o., ki mi je omogočilo izdelavo diplomske naloge, posebna zahvala gre mag. Domnu Smoletu. Prav tako se zahvaljujem Francu Veselu in podjetju CGS plus d. o. o. za izposajo strojne opreme. Hvala tudi mentorju viš. pred. mag. Samu Drobnetu za nasvete pri pisanju diplomske naloge.

Zahvala gre tudi Mojci Satler za pomoč pri oblikovanju naloge ter prijateljem in staršem, ki so mi skozi celotno študijsko obdobje stali ob strani.

KAZALO VSEBINE:

1 UVOD	1
2 TELEKOM IN NAPELJAVA TELEKOMUNIKACIJSKEGA OMREŽJA	3
2. 1 Opis podjetja Telekom	3
2. 2 Dela povezana z napeljavo omrežja	5
2. 2. 1 Dela pred gradnjo, pridobitev soglasij in potrebna dokumentacija	6
2. 2. 1. 2 Pridobitev projektnih pogojev	8
2. 2. 1. 3 Sklenitev pogodbe o služnostnih pravicah	8
2. 2. 2 Gradbena dela	9
2. 2. 3 Projekt izvedenih del	10
2. 3 Različne oblike telekomunikacijskih omrežij	11
2. 3. 1 Tehnologija klasičnega telefonskega omrežja – xDSL	11
2. 3. 2 Tehnologija širokopasovnega kablanskega omrežja	12
2. 3. 3 Širokopasovni dostop preko optičnih vlaken	12
2. 3. 4 Širokopasovni dostop preko brezžičnega fiksnega omrežja	13
2. 3. 5 Široko pasovni dostop preko mobilnega omrežja	13
3 GIS	15
3. 1 Splošno o GIS-u	15
3. 2 Sestavine GIS tehnologije	16
3. 2. 1 Programska oprema	16
3. 2. 2 Strojna oprema	17
3. 2. 3 Uporabniki	18
3. 3 Prostorski podatki	18
3. 3. 1 Vektorski podatki	21
3. 3. 2 Rastrski podatki	23
3. 3. 3 Atributni podatki	24
3. 3. 4 Metapodatki	24
3. 3. 5 Pridobivanje podatkov	25
3. 3. 6 Kakovost geografskih podatkov	26
3. 3. 6. 1 Izvor podatkov	26
3. 3. 6. 2 Položajna natančnost	27
3. 3. 6. 3 Tematska natančnost	27
3. 3. 6. 4 Popolnost podatkov	27
3. 3. 6. 5 Logična usklajenost	27
3. 3. 6. 6 Časovna natančnost	28
3. 4 Uporabnost GIS-a	28
3. 5 Razlogi za vzpostavitev GIS-a v podjetju	29
3. 6 Zajem in organizacija podatkov o telekomunikacijskem omrežju	30
3. 6. 1 Organizacija projekta	33
3. 6. 1. 1 Skeniranje in priprava geopodatkov	34
3. 6. 1. 2 Klasifikacija in atributiranje	35
3. 6. 1. 3 Geolokacija	35
3. 6. 1. 4 Vektorizacija	37
3. 6. 1. 5 Uvoz podatkov v bazo – Network Engineer	41

4 MOBILNI GIS KOT POMOČ ZA PRIDOBIVANJE TK PODATKOV	44
4. 1 Splošno o mobilnem GIS-u	44
4. 1. 1 Prednosti in slabosti mobilnih GIS-ov	46
4. 1. 2 Ideja za vzpostavitev mobilnega GIS-a za potrebe zajemanja manjkajočih podatkov o telekomunikacijskem omrežju.....	47
4. 2 GPS zajem podatkov za mobilni GIS.....	48
4. 2. 1 Zgradba GPS sistema	48
4. 2. 2 Način izvajanja GPS meritev in s tem povezana natančnost.....	49
4. 2. 3 Sprejemniki GPS	51
4. 3 Testni zajem manjkajočih podatkov o telekomunikacijskem omrežju.....	54
4. 3. 1 Problem in predmet naloge	54
4. 3. 2 Struktura podatkov	56
4. 3. 3 Analiza programske in strojne opreme.....	57
4. 3. 4 Pregled in priprava podatkov za teren.....	59
4. 3. 5 Testni zajem	59
4. 3. 6 Prenos in obdelava dobljenih podatkov	63
4. 3. 7 Rezultati testnega zajema	65
4. 3. 8 Ovrednotenje rezultatov testnega zajema.....	69
4. 4 Ocena testnega zajema	70
5 ZAKLJUČEK	73
LITERATURA	75

KAZALO PREGLEDNIC:

Preglednica 1: Primer osnovnih tipov objektov (Geoservis 2007).....	22
Preglednica 2: Prikaz že dokumentiranega stanja v FL 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico pred zajemom na terenu	55
Preglednica 3: Vrste elementov, ki se uporabljajo za zajem	56
Preglednica 4: Dokumentirano stanje na območju FL 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico, pred in po zajemu na terenu	65
Preglednica 5: Prikaz razlike med nekaterimi vektoriziranimi in na terenu zajetimi točkami (s sivo barvo so označeni objekti s slabšo položajno natančnostjo)	66
Preglednica 6: Pregled razlike med znanimi in izmerjenimi koordinatami	67

KAZALO SLIK:

Slika 1: Organigram skupine Telekom Slovenije (Telekom Slovenije 2007b).....	4
Slika 2: Izgradnja Telekomovega omrežja.....	6
Slika 3: Prikaz najnovejše tehnologije izkopa in polaganja cevi (Gratel 2007).....	10
Slika 4: Tržni deleži različnih oblik širokopasovnega dostopa na maloprodajnem trgu na dan 31. 3. 2007 (Telekom Slovenije 2007b).....	14
Slika 5: Sestavine GIS tehnologije (Šumrada 2005a).....	16
Slika 6: Namen GIS-a.....	17
Slika 7: Organizacija prostorskih podatkov (Geoservis 2007).....	19
Slika 8: Topološka kontrola.....	23
Slika 9: Primerjava med vektorsko (levo) in rastrsko sliko (desno).....	24
Slika 10: Delitev Slovenije na CVO-je in FL-je ter prikaz testnega območja – FL 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico.....	32
Slika 11: Primer geolokacije skic z neto poligoni na območju FL Gradišče nad Pijavo Gorico.....	37
Slika 12: Primer točkovnega objekta OA – Omarica na A-drogu.....	39
Slika 13: Pregled atributov, ki se dodelijo posameznemu objektu.....	40
Slika 14: Primer vektorskih podatkov na območju FL Gradišče nad Pijavo Gorico.....	41
Slika 15: Tradicionalni pristop zajemanja in obdelave terenskih podatkov.....	45
Slika 16: Primer dlančnika MobileMapper CX (CGS plus 2007).....	53
Slika 17: Delo z dlančnikom MobileMapper CX.....	58
Slika 18: Pogled v okno »kvaliteta signala/navigacija«.....	60
Slika 19: Pogled v okno »azimutni kot/višina«.....	61
Slika 20: Pregled statistike.....	61
Slika 21: Pregled vektoriziranih objektov (modro) in posnetih objektov (rumeno).....	63
Slika 22: Prikaz dokumentov – posneti objekti ter znana točka v SHP formatu.....	64
Slika 23: Primer atributov točkovnih (levo) in linijskih (desno) objektov.....	64
Slika 24: Dokumentirano stanje na območju FL 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico, pred in po zajemu na terenu.....	65
Slika 25: Primerjava vektoriziranih objektov (modro) in objektov, merjenih na terenu (rumeno).....	66
Slika 26: Grafični prikaz odstopanj med znanimi in izmerjenimi koordinatami.....	68
Slika 27: Grafični prikaz celotne dokumentacije na območju FL 1158 – Gradišče nad Pijavo Gorico, s terenskim zajemom vred.....	69

OKRAJŠAVE

CVO	Območna enota
DBMS	Data Base Management System (slov. sistem za upravljanje podatkovnih zbirk)
DOF	Digitalni ortofoto
EDGE	Enhanced data rates for GSM evolution (slov. vrsta brezžične tehnologije)
EHIŠ	Evidenca hišnih števil
FL	Funkcijska lokacija
GBps	Gigabit na sekundo
GIS	Geografski informacijski sistem
GJI	Gospodarska javna infrastruktura
GLS	Program za geolokacijo Telekomove dokumentacije
GPRS	General Packet Radio Service (slov. vrsta brezžične tehnologije)
GPS	Global Positioning System (slov. globalni položajni sistem)
HDTV	High Definition Television (slov. televizija visoke ločljivosti)
IP	Internet protokol (slov. internetni protokol)
ISO	International Standards Organisation (slov. mednarodna organizacija za standarde)
ITD	Izvršilna tehnična dokumentacija
JPEG	Joint Photographic Experts Group (slov. rastrski slikovni format)
LAN	Local Area Network (slov. lokalno računalniško omrežje)
PCM	Pulse-code modulation (slov. impulzno kodna modulacija)
PDOP	Position Dilution Of Precision (slov. vrednost, ki jo določajo pozicije GPS satelitov v orbiti)
RDBMS	Relational Data Base Management System (slov. sistem za relacijsko upravljanje baz podatkov)
RPE	Register prostorskih enot
SDE	Spatial Data Engine (slov. vmesnik za prostorsko interpretacijo)
SHP	ESRI shapefile (slov. vektorski podatkovni format)
SNR	Signal to Noise Ratio (slov. vrednost, ki predstavlja vrednost motnje signala)
SQL	Structured Query Language (slov. strukturirani povpraševalni jezik za delo s podatkovnimi bazami)
TFW	Format za določanje položaja rastrske slike v prostoru
TIF	Tagged Image File Format (slov. rastrski slikovni format)
TKI	Telekomunikacijska infrastruktura
TKO	Telekomunikacijsko kabelsko omrežje
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (slov. vrsta brezžične tehnologije)
USB	Universal Serial Bus (slov. univerzalno serijsko vodilo)
VE TO	Program za vektorizacijo Telekomovega omrežja
XML	Extensible Markup Language (slov. razširljiv jezik za označevanje)

1 UVOD

Z vzpostavitvijo zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture (GJI), med katero spadajo objekti vodovodnega, kanalizacijskega, cestnega, toplovodnega, energetskega sistema, elektronskih komunikacij in drugi objekti, ki so v javni rabi, se je omogočilo enotno vodenje podatkov o lokaciji in vrsti zgrajene infrastrukture. Osnovni namen vzpostavitve zbirnega katastra GJI je prikaz zasedenosti prostora z objekti GJI, kar omogoča bolj smotrno planiranje in urejanje prostora ter bolj varno izvajanje posegov v prostor. Pred vzpostavitvijo enotnega sistema so bili podatki, zaradi razdrobljenega vodenja, težko dosegljivi in nestandardizirani.

Poleg podatkov o novozgrajenih objektih, morajo lastniki v zbirni kataster GJI posredovati tudi podatke o že obstoječih objektih. Tudi zato se je Telekom Slovenije d. d. (Telekom Slovenije) odločil za vzpostavitev sistema enotnega vodenja in hranjenja podatkov o telekomunikacijski infrastrukturi. S tem se je lotil obsežnega projekta, saj je bilo potrebno vso dokumentacijo na območju celotne države, ki se je skozi leta nabirala v analogni in zato precej nepregledni obliki, pretvoriti v digitalno obliko. Le tako so podatki primerni za vnos v bazo podatkov, ki je osnovni element za vzpostavitev geografskega informacijskega sistema. To bo omogočalo, da bo podjetje lahko posredovalo podatke v zbirni kataster GJI, učinkovito pa bo lahko izvajalo tudi prostorska povpraševanja in analize, pomembne za poslovne in tehnične odločitve znotraj podjetja.

Diplomska naloga v prvem delu opisuje nekaj splošnih pojmov o telekomunikacijskih omrežjih: o delu, ki je povezano z napeljavo omrežja, ter o dokumentaciji, ki jo je potrebno pridobiti pred in po sami gradnji. Drugi del naloge se nanaša na geografsko informacijske sisteme (GIS), vključno z razlogi za vzpostavitev GIS-a v podjetje. Opisane so vse faze dela, ki jih je bilo potrebno opraviti za uspešno pretvorbo in uvoz podatkov v bazo – Network Engineer.

Po končanem postopku digitalizacije obstoječih podatkov se je izkazalo, da za precejšnji del napeljane infrastrukture ni dokumentacije. Manjkajočo dokumentacijo je potrebno v

razumnem času pridobiti in jo uvoziti v skupno bazo. Zadnji del naloge je namenjen pridobivanju te dokumentacije; in sicer s pomočjo mobilno geografsko informacijskih sistemov. Prikazan je praktični del zajema manjkajoče dokumentacije na izbranem območju funkcijske lokacije (FL) 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico, z dlančnikom MobileMapper CX. Na koncu je podana še ocena testnega zajema.

2 TELEKOM IN NAPELJAVA TELEKOMUNIKACIJSKEGA OMREŽJA

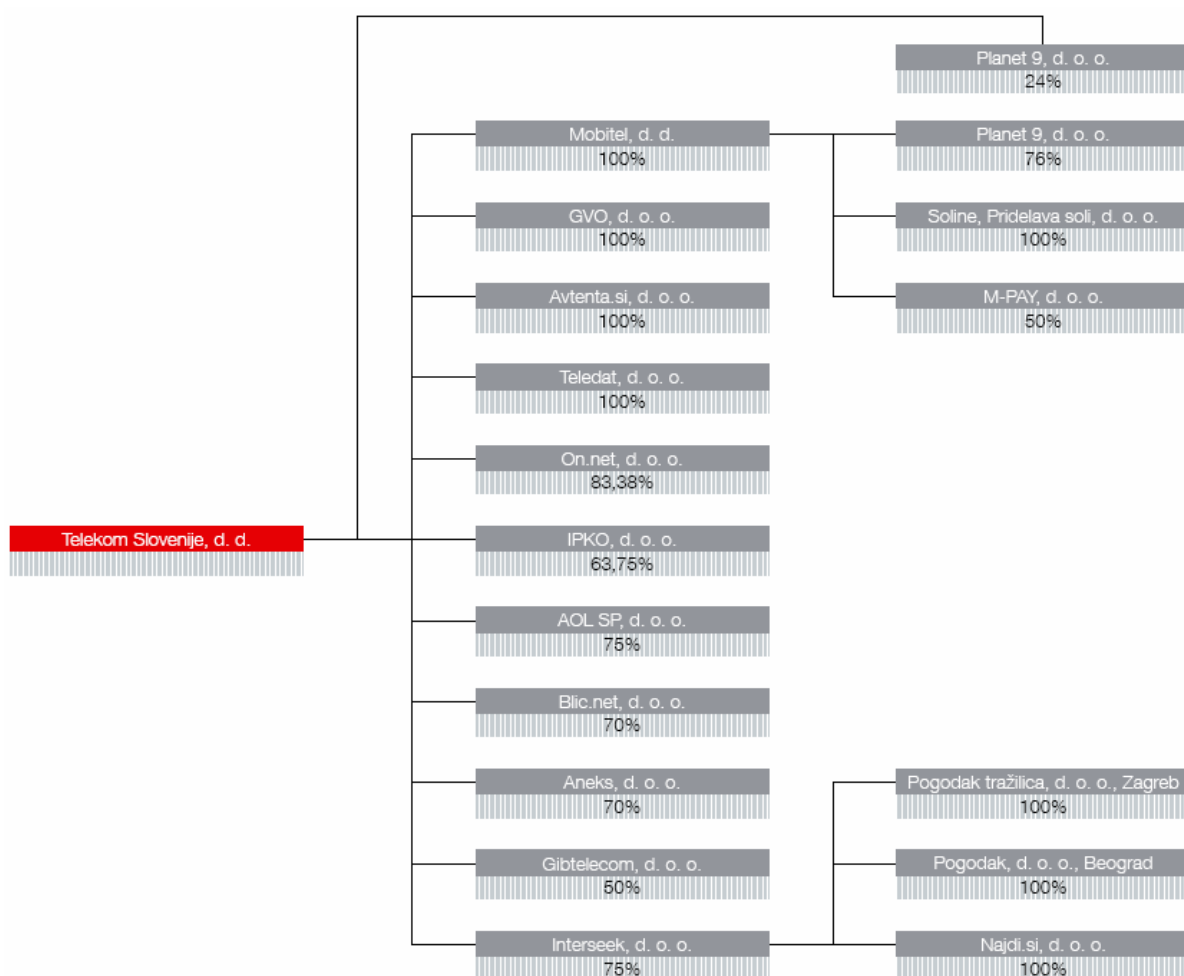
2.1 Opis podjetja Telekom

Telekom Slovenije d. d. je delniška družba, katere glavni cilji so (Telekom Slovenije 2007b):

- maksimiziranje vrednosti družbe;
- izvajanje javnih telekomunikacijskih storitev v skladu s predpisi;
- nudenje in opravljanje telekomunikacijskih in drugih storitev, ki jih zahteva trg in zadovoljevanje potreb svojih uporabnikov;
- stalno izboljševanje zanesljivosti in kakovosti z uvajanjem celovitega sistema za ugotavljanje kakovosti;
- uvajanje novih donosnih in tehnološko učinkovitih telekomunikacijskih storitev ter širitev dostopnosti obstoječih storitev, kjer in ko je to ekonomsko upravičeno, ter pri tem dajati prednost razvoju in tehnološki posodobitvi;
- ustvarjati dobro delovno okolje, v katerem imajo zaposleni možnost razviti in uveljavljati svoje sposobnosti.

Skupina Telekom Slovenije je prva na trgu po vlaganjih v infrastrukturo in inovacije. V Telekomu pravijo, da se lahko pohvalijo s ponudbo edinstvenih, najboljših, najnaprednejših, varnih, vedno dosegljivih in obenem cenovno ugodnih storitev na področju telekomunikacij ter sistemskih integracij (Telekom Slovenije 2007b). Ekipe njihovih strokovnjakov opravljajo vsa dela, ki so potrebna za učinkovito izvajanje telekomunikacijskih storitev.

Skupino Telekom Slovenije sestavljajo obvladujoča družba Telekom Slovenije d. d. in odvisne (hčerinske) družbe, v katerih ima obvladujoča družba večinski lastniški delež ali večino glasovalnih pravic (Telekom Slovenije 2006, 2007b).



Slika 1: Organigram skupine Telekom Slovenije (Telekom Slovenije 2007b)

Sami in s pomočjo hčerinskih podjetij Telekom Slovenije zagotavlja vse storitve, ki se tičejo telekomunikacij, kar zajema:

- skrb za razvoj novosti na poslovnem trgu storitev elektronskih komunikacij;
- založništvo telefonskih imenikov in vzdrževanje podatkovnih baz;
- ponujanje najsodobnejših telekomunikacijskih storitev;
- gradnjo in vzdrževanje kableskega omrežja, od projektiranja, izvedbe gradbenih del, montažnih del do pridobivanja in vzdrževanja podatkov o omrežju.

Z avgustom 2007 so v Telekomu Slovenije uveljavili novo organizacijo, katere osnovni namen je večja prožnost, odzivna sposobnost, inovativnost in sposobnost prilagajanja razmeram na trgu s poudarkom na potrebah in zahtevah uporabnikov.

V prihodnosti so si zadali izpolniti naslednje cilje (Telekom Slovenije 2006):

- povečevanje vrednosti skupine;
- zagotavljanje najsodobnejših širokopasovnih, multimedijskih in konvergenčnih storitev;
- povezovanje zabavnih, inovativnih in poslovnih vsebin;
- nadzorovanje zmanjševanja deleža prihodkov in klasičnih telefonskih storitev;
- investicija v širokopasovno IP infrastrukturo in IP telefonijo;
- spreminjanje kulture skupine;
- optimizacija poslovanja in organizacija skupine;
- regionalizacija poslovanja.

2. 2 Dela povezana z napeljavo omrežja

Podjetje Telekom se ukvarja z vsemi fazami dela, s pomočjo hčerinskega podjetja GVO d. o. o. pokriva tudi področja kot so (GVO 2007):

- gradnja in vzdrževanje TK kabelskih omrežij;
- projektiranje TK kabelskih omrežij;
- izdelovanje tehnične dokumentacije in geodetsko snemanje TK kabelskih omrežij;
- izvajanje zaščit in prestavitev TK kabelskih omrežij;
- gradnja in vzdrževanje naročniških PCM sistemov;
- gradnja in vzdrževanje kabelsko komunikacijskih sistemov.

Začetna dela tako zajemajo vse od pridobivanja ustreznih dovoljenj in soglasij, ogleda in izbire trase gradnje, ki se določi na podlagi izvedbenih projektov, do gradbenih del, kamor spada prekop zemljišča, položitev cevi, vgradnja omaric. Sledi še napeljava kabla ter hišne inštalacije in zajem podatkov z geodetskim snemanjem.



Slika 2: Izgradnja Telekomovega omrežja

Pred samo izgradnjo mora podjetje:

- pridobiti lokacijsko informacijo;
- pridobiti projektne pogoje s strani občine in drugih soglasodajalcev;
- skleniti pogodbo o služnostnih pravicah.

Na osnovi podpisane pogodbe ob pridobitvi služnostnih pravic ter po končanih upravnih postopkih nato občina izda dovoljenje za gradnjo.

Po izgradnji pa podjetje še:

- izdela projekt izvedenih del,
- vnese podatke v kataster gospodarske javne infrastrukture;
- vzpostavi geografsko informacijski sistem.

2.2.1 Dela pred gradnjo, pridobitev soglasij in potrebna dokumentacija

Za območje, kjer naj bi potekala gradnja, je na matični občini potrebno pridobiti soglasje. Tako se najprej izdela vloga za pridobitev lokacijske informacije. Občina na podlagi vloge izda lokacijsko informacijo investitorju ter izdela projektne pogoje, na podlagi katerih se

izdelajo izvedbeni projekti, po katerih se določi dokončna trasa izgradnje. Na podlagi podpisane pogodbe ob pridobitvi služnostnih pravic občina nato izda dovoljenje za gradnjo. Potrebno je pridobiti tudi soglasja prebivalcev okoliša, kjer poteka gradnja. Dejanska dela se dokumentirajo v projektu izvedenih del.

2. 2. 1. 1 Pridobitev lokacijske informacije

Občinska uprava je dolžna vlagatelju za pridobitev lokacijske informacije posredovati informacije o možnih lokacijah za graditev in druge posege v prostor ter informacije v zvezi z urejanjem prostora. Te informacije izda na podlagi Zakona o urejanju prostora, Zakona o graditvi objektov ter drugih odlokih na področju urejanja prostora in varstvu okolja. Zahtevek za lokacijsko informacijo se vloži za parcele oziroma za območje, kjer se nahajajo parcele, po katerih bo potekala trasa. Vloga za pridobitev lokacijske informacije mora poleg splošnih podatkov, ki jih določa 66. člen Zakona o splošnem upravnem postopku obsegati še podatke o parcelni številki in katastrski občini zemljišča oziroma objekta ter namen, zaradi katerega se lokacijska informacija potrebuje.

V skladu s pravno podlago se lokacijska informacija izdaja za tri namene:

- za namen gradnje objektov oziroma izvajanja del na zemljiščih in objektih,
- za namene prometa z nepremičninami,
- za namene določitve gradbene parcele k obstoječim objektom.

Z izdajo lokacijske informacije občina seznanja investitorja z merili, pogoji ter morebitnimi prepovedmi za načrtovanje nameravane gradnje oziroma posega v prostor, ki jih določajo občinski prostorski akti.

Lokacijska informacija mora vsebovati naslednje elemente:

- podatke o namenski rabi prostora,
- lokacijske in druge pogoje, kot jih določajo občinski izvedbeni prostorski akti,
- podatke o prostorskih ukrepih, ki veljajo na določenem območju.

2. 2. 1. 2 Pridobitev projektnih pogojev

Po Zakonu o graditvi objektov je investitor dolžan poleg lokacijske informacije pridobiti tudi projektne pogoje za gradnjo objektov oz. posege v prostor. Tako je pred začetkom projektiranja kot tudi po izdelani projektni dokumentaciji dolžan soglasodajalce pisno pozvati, da jim na podlagi dokumentacije dajo soglasja, razen če določeni soglasodajalec izrecno navede, da k projektnim rešitvam za gradnjo določene vrste objekta njegovega soglasja ni potrebno pridobiti. Soglasodajalec je po Zakonu o graditvi objektov dolžan določiti projektne pogoje najkasneje v 15 oziroma 30 dneh po prejemu poziva, odvisno od zahtevnosti del. Če soglasodajalec v tem roku ne določi projektnih pogojev, se šteje, kot da pogojev za gradnjo nima. Morebitne pogoje, ki jih soglasodajalec navede, mora utemeljiti z zakoni in predpisi, v katerih ima podlago, da daje projektne pogoje in soglasja.

2. 2. 1. 3 Sklenitev pogodbe o služnostnih pravicah

Investitor mora pridobiti služnostne pravice od vseh lastnikov parcel, po katerih naj bi potekala trasa za gradnjo napeljave. S tem lastniki potrdijo, da se strinjajo z izvajanjem gradnje in kasnejšim vzdrževanjem na njihovih parcelah. V primeru gradnje dolžinskih objektov, kot je napeljava telekomunikacijskega omrežja, se skuša zadeva poenostaviti tako, da se gradnja trase načrtuje po cestah oziroma pločnikih ter drugih občinskih ozemljih, saj se na ta način izognemo pridobivanju služnostnih pravic pri številnih fizičnih osebah. Temu pa se ne da izogniti pri priključkih do posameznih stavb, kjer je neizogibno, da bi kabel napeljali izven parcel, ki pripadajo k določeni stavbi. Poleg tega se v pogodbi določi tudi odškodnina za parcele, po katerih naj bi potekala gradnja. V primerih, ko gradnja poteka tudi v prid lastnikov samih, se le-ti največkrat zadovoljijo z zagotovitvijo s strani izvajalcev, da bo po gradbenih delih na parceli popravljena vsa morebitna škoda in da se parcela vrne v prvotno stanje.

2. 2. 2 Gradbena dela

Pred samo gradnjo mora investitor poskrbeti za zakoličbo ostalih elementov gospodarske javne infrastrukture. Za to poskrbijo razna podjetja, katerih vodi potekajo po predvideni trasi, kjer bo potekala nova napeljava. Na ta način se izognemo morebitnim poškodbam, ki bi jih delavci pri izkopavanju jarkov lahko povzročili, če predhodno ne bi bili obveščeni o poteku vodov drugih podjetij.

Podjetje GVO se v zvezi z gradnjo in vzdrževanjem kabelsko telekomunikacijskih sistemov ukvarja z naslednjimi fazami dela (GVO 2007):

- montaža aktivne in pasivne opreme;
- montaža UPS sistemov in napajanja;
- spajanje in zaključevanje koaksialnih kablov;
- spajanje in zaključevanje optičnih kablov;
- izvajanje meritev in umerjanje sistema;
- vključevanje priključkov in gradnja hišnih inštalacij;
- izvajanje kurativnega vzdrževanja (intervencijska popravila);
- dobava materialov;
- prevozi in izkopi.



Slika 3: Prikaz najnovejše tehnologije izkopa in polaganja cevi (Gratel 2007)

2. 2. 3 Projekt izvedenih del

Projekt izvedenih del se izdelava tako, da se načrt projekta za izvedbo tekstualno in grafično dopolni s spremembami in dopolnitvami, ki so nastale med gradnjo (UL RS št. 35/98: 1518).

Projekt izvedenih del predstavlja dejansko stanje situacije z vsemi morebitnimi spremembami vred. Temelj za izdelavo projekta izvedenih del je gradbeni dnevnik, kamor se dokumentirajo vse spremembe, ki so nastale med gradnjo. Izdelati ga je potrebno tudi v primeru, da med gradnjo ni prišlo do sprememb, iz njega pa mora biti v tem primeru razvidno, da gre za projekt izvedenih del in ne za projekt za izvedbo. Projekt izvedenih del mora vsebovati:

- navodilo za obratovanje in vzdrževanje objekta;
- izjavo, s katero nadzornik potrdi, da so bile v projektno dokumentacijo vnesene vse spremembe, nastale med gradnjo;
- podatke o gradbeni vrednosti zgrajenega objekta.

- študijo o varstvu pred požarom;
- študijo o tem, da so izpolnjeni pogoji iz okoljevarstvenega soglasja;
- navodila za obratovanje in vzdrževanje tehnološko proizvodne opreme;
- druge elaborate oziroma študije, če jih zahtevajo posebni predpisi.

V primeru, da se na tehničnem pregledu ugotovijo neodpravljive pomanjkljivosti in napake in je zaradi ogrožanja varnosti potrebno objekt porušiti oziroma odstraniti, se projekt izvedenih del uporabi kot strokovna podlaga za izdelavo projektne dokumentacije za rušenje oziroma odstranitev napeljave.

2. 3 Različne oblike telekomunikacijskih omrežij

Telekomunikacije so še vedno ena od najbolj perspektivnih obenem pa dinamičnih in konkurenčnih panog. V Sloveniji je trg razvit, konkurenca pa vedno ostrejša. Potrebe uporabnikov po komunikaciji in medsebojnem povezovanju rastejo. Želje se izražajo po kakovostnejšem in predvsem hitrejšem dostopu do komunikacijskih storitev. Za to so potrebna zmogljivejša telekomunikacijska omrežja.

2. 3. 1 Tehnologija klasičnega telefonskega omrežja – xDSL

Tehnologija klasičnega telefonskega omrežja je stara že več kot sto let. Poteka po bakrenih kabljih na klasičnem dvosmernem prenosu analognega električnega signala, imenovana tudi sukani bakreni pari. Dolžina sukanega bakrenega para, po katerem se prenašajo električni signali, ki prenašajo informacijo, je zaradi slabljenja in popačitve električnih signalov omejena. Prenosna hitrost je odvisna od razdalje in uporabljene tehnologije, v večini primerov 1-8 Mbit/s do uporabnika in 500 kbit/s od uporabnika, v urbanih središčih pa tudi do 20 Mbit/s do uporabnika. Pasovna širina prenosa po bakrenem paru je uporabniku pogodbeno zagotovljena in se tehnološko ne deli.

2.3.2 Tehnologija širokopasovnega kabelskega omrežja

Tehnologija kabelskega omrežja je sicer precej mlajša, poteka po koaksialnih kabljih, ki omogočajo enosmerno razpošiljanje analognega signala več televizijskih kanalov. Omogoča tudi večjo pasovno širino kot sukani bakreni pari. Poleg kabelske televizije se koaksialni kabli uporabljajo še za povezovanje nekaterih lokalnih računalniških omrežij LAN (Local Area Network). Hitrost prenosa podatkov je v tem primeru odvisna od števila uporabnikov v omrežju in od zmogljivosti kabelskega priključka, se pravi od širine kabla.

2.3.3 Širokopasovni dostop preko optičnih vlaken

Komunikacija preko optičnih kablov predstavlja telekomunikacijo prihodnosti, saj omogoča hiter in nemoten prenos besedil, zvoka, slik, filma in videa. Podatki preko optičnih kablov potujejo z visokimi hitrostmi, z zmogljivimi datotekami, zapisi ali uporabniškimi informacijami.

Trenutno je gradnja optičnih napeljav v porastu, zavira jo edino težavnost zemeljskih del ter visoke začetne investicije. A to ne ovira Telekom Slovenije, ki pospešeno zamenjuje bakreno omrežje z optičnim. Cilj zamenjave je pripeljati sodobno optično povezavo do vsakega gospodinjstva, tudi izven urbanih središč, zagotavlja izjemno zanesljivo, hitro in varno uporabo širokopasovnih storitev, kot so internet, internetna telefonija in televizija (Telekom Slovenije 2007a).

Slovenski projekt izgradnje optičnega omrežja je povsem v sozvočju z evropskimi cilji: zagotoviti širokopasovni dostop najmodernejših telekomunikacijskih storitev čim večjemu številu uporabnikov po dostopni ceni. Dostop preko optičnih vlaken je praktično nova tehnologija, stara šele trideset let. Bistvena prednost optične napeljave je v hitrosti prenosa podatkov, saj gre za širokopasovno omrežje. Na ta način se zagotavlja praktično neomejeno pasovno širino prenosa podatkov preko interneta, ki lahko doseže tudi do 1Gbps, storitev digitalne televizije, ki omogoča spremljanje številnih televizijskih programov v standardu HDTV, ter govorne in video telefonije preko spleta.

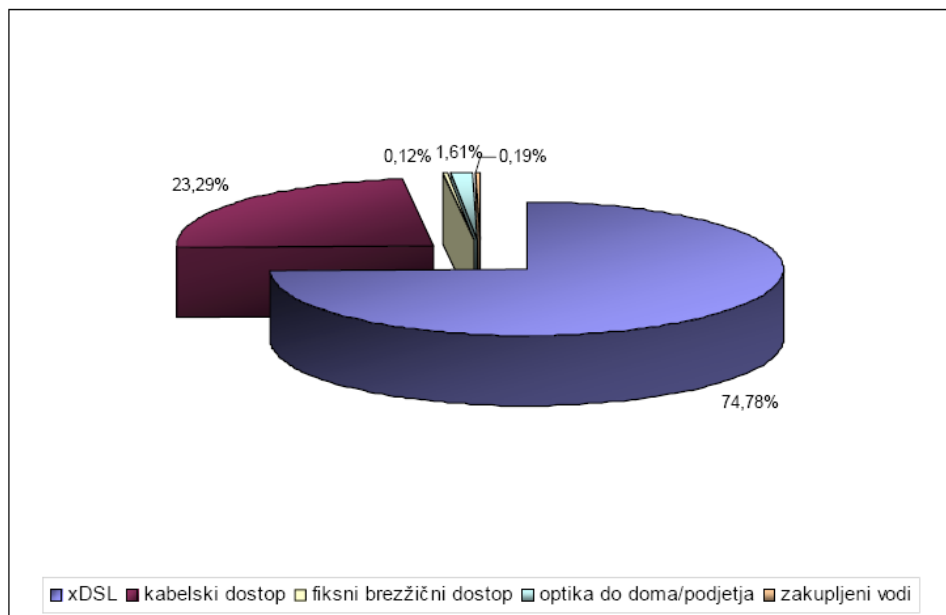
2. 3. 4 Širokopasovni dostop preko brezžičnega fiksnega omrežja

Delež ponujenih storitev preko brezžičnega fiksnega omrežja je zaenkrat majhen. Saj je za ta način potrebna pridobitev frekvenc, ki pa so omejena dobrina, zaradi česar je ponujanje te oblike dostopa večjemu številu končnih uporabnikov dodatno oteženo. Poleg tega se prenosna hitrost pri brezžičnem širokopasovnem dostopu deli med uporabniki, kar vpliva na kvaliteto storitev na maloprodajnem trgu.

2. 3. 5 Široko pasovni dostop preko mobilnega omrežja

Med brezžične tehnologije se štejejo GPRS, EDGE, GSDPA ter UMTS kot najhitrejša oblika mobilnega širokopasovnega prenosa podatkov. Slabost teh tehnologij je ta, da je omejena na urbane dele države in nekatere pomembnejše prometnice, kvaliteta sprejema pa je tudi odvisna od naravnih in umetnih ovir. Preko mobilnih tehnologij ima govor absolutno prednost pred ostalimi storitvami, kar pri obremenitvi omrežja z govornimi klici povzroča padec hitrosti prenosa podatkov. Tehnologija UMTS na primer omogoča prenos podatkov s hitrostjo 384 kbit/s. Poleg tega so tehnologije mobilnega dostopa v osnovi namenjene uporabi z mobilnimi napravami in v manjši meri uporabi z osebnimi računalniki (Apek 2007).

Na sliki 4 so prikazani tržni deleži različnih oblik širokopasovnega dostopa na maloprodajnem trgu v letu 2007.



Slika 4: Tržni deleži različnih oblik širokopasovnega dostopa na maloprodajnem trgu na dan 31. 3. 2007 (Telekom Slovenije 2007b)

3 GIS

3.1 Splošno o GIS-u

GIS (geografski informacijski sistem) je skupek strojne opreme, programske opreme in postopkov, ki omogočajo urejanje, upravljanje, analiziranje, modeliranje, predstavitev in prikaz geografsko referenciranih podatkov z namenom reševanja kompleksnih problemov planiranja in upravljanja virov (Geoservis 2007).

Je hitro razvijajoče se tehnološko področje, ki je del informacijske in komunikacijske tehnologije. Tehnologija GIS se uporablja za vzdrževanje, obdelave, analize in predstavitve prostorskih podatkov. Z njeno pomočjo lahko v računalnik shranimo poenostavljeni model stvarnega sveta.

Lahko bi rekli, da je GIS »pametna« karta, ki omogoča pridobivanje odgovorov na najrazličnejša vprašanja, npr. katera območja imajo primerno kvaliteto tal in so na prisojnih pobočjih, da bi jih lahko uporabili za vinograde; kako postaviti radijske oddajnike za optimalno pokritost prebivalstva in podobno. GIS torej ne odgovarja zgolj na enostavna vprašanja, ki se tičejo pozicije, pač pa kombinira najrazličnejše podatke – tako prostorske kot neprostorske. Zato so geografski podatki v današnjem času postali osnova za kvalitetno odločanje (Geoservis 2007).

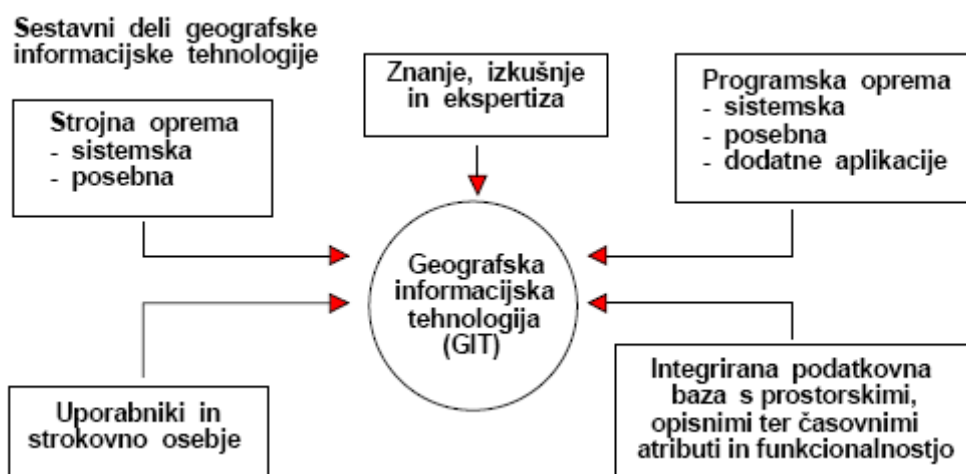
GIS se lahko tvori s programi, ki omogočajo prostorske operacije po podatkovni bazi. Pri tem pa ločimo atributivne in prostorske operacije.

V GIS-ih se različne podatkovne datoteke povezujejo med sabo, kar omogoča lokacija podatkov v prostoru. GIS tehnologija tudi zagotavlja, da se vsaka vrsta podatkov pojavi in vzdržuje le enkrat, na ta način se lahko izognemo napakam, ki lahko nastanejo zaradi podvajanja in prekrivanja podatkov. Sestavni del vsakega GIS-a je tudi sistem za relacijsko upravljanje baz podatkov – RDBM, ki omogoča vsakemu upravljavcu vzdrževanje svojega

informacijskega sloja, hkrati pa mu omogoča vpogled in uporabo vseh ostalih informacijskih slojev, ki sestavljajo skupno bazo podatkov.

3. 2 Sestavine GIS tehnologije

GIS tehnologijo sestavlja programska oprema, strojna oprema, podatki in postopki, uporabniki ter različne metode.



Slika 5: Sestavine GIS tehnologije (Šumrada 2005a)

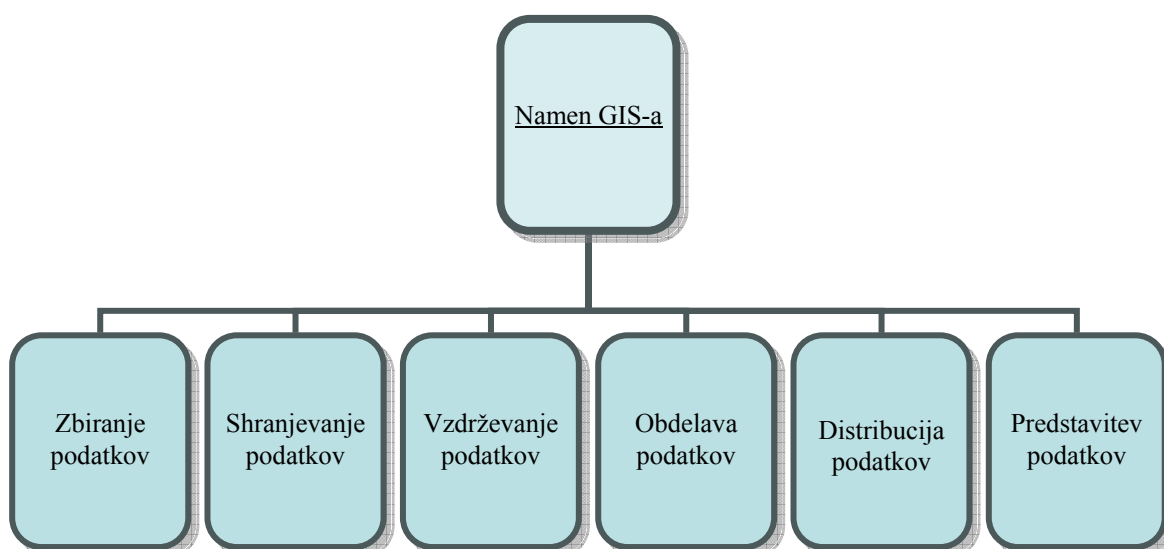
3. 2. 1 Programska oprema

Programska oprema ima funkcijo, da računalniku narekuje, kako naj se odziva na določene vhodne informacije, kako naj obdeluje podatke in kako oblikuje izhodne informacije. Na ta način lahko GIS tehnologija sploh funkcionira. Programsko opremo delimo na tri osnovne dele: operacijske sisteme, programske jezike ter uporabne programe. Programsko opremo sestavljajo v sistem povezani programski moduli, ki opravljajo vsak svojo nalogo. Osnovni modul predstavlja sistem za upravljanje z zbirko podatkov – DBMS (DataBase Management System). Njegova naloga je definiranje, shranjevanje, vzdrževanje, iskanje podatkov, omogočati mora dostop uporabnikov do podatkov, delovati mora kot uporabniški vmesnik, podatke mora varovati pred različnimi nevarnostmi. Drugi modul je modul za zajemanje

podatkov. Ta omogoča pretvorbo analogno zajetih podatkov v digitalno obliko. Modul za preoblikovanje podatkov omogoča, da spremenjen način zapisa podatkov ne vpliva na njihovo vsebino. Uporabniški vmesnik spreminja ukaze, ki jih podaja uporabnik v sistemsko razumljiv jezik. Modul za prostorske analize omogoča prostorsko modeliranje, združevanje in poizvedovanje po podatkih. Modul za prikazovanje in tiskanje poročil pa služi za primerno predstavitev informacij.

3. 2. 2 Strojna oprema

Strojno opremo predstavljajo računalniki, ki so sestavljeni iz raznih delov, ki združeni med seboj tvorijo enoten sistem. Sem spadajo osebni, prenosni, terenski računalniki, delovne postaje, omrežni sistemi in podobno. Izbira strojne opreme je odvisna predvsem od zahtevnosti postopkov in od velikosti baze podatkov, s katerimi operiramo. Z vgrajevanjem hitrejših in boljših procesorjev ter operacijskih sistemov smo kos zahtevnejšim postopkom in obdelavi večjih baz podatkov. Seveda pa je strojna oprema pogojena s finančnimi omejitvami, saj predstavlja precejšnje začetne stroške. Pod strojno opremo prištevamo centralne procesne enote, pomnilne enote, vhodne in izhodne naprave, pomožne naprave, kontrolne enote ter komunikacijsko opremo za računalniška omrežja. Vhodne naprave služijo za vnos podatkov v računalnik izhodne pa za izris oziroma prikaz kart ter drugih proizvedenih informacij.



Slika 6: Namen GIS-a

3.2.3 Uporabniki

Pod uporabnike lahko prištevamo vse osebe in tudi organizacije, ki upravljajo z bazo podatkov. Baza podatkov je zbirka podatkov za večnamensko uporabo. Tako lahko vsak uporabnik dostopa do tiste vrste podatkov, ki jih potrebuje za reševanje določene naloge. Različni uporabniki lahko na različne načine uporabljajo podatke iz iste baze podatkov. Uporabnike lahko razdelimo na končne uporabnike, ti preko posebnih uporabniških programov ali preko poizvedovalnega jezika (na primer SQL) komunicirajo z bazo podatkov. Druga vrsta uporabnikov so razvijalci uporabniške programske opreme, ti v višjih programskih jezikih sestavljajo posebne programe za uporabo baze podatkov. Tretja vrsta uporabnikov pa so administratorji baze podatkov. Ti so odgovorni za nadzor delovanja baze podatkov, za sistem ažuriranja ter morajo spremljati želje in zahteve uporabnikov.

3.3 Prostorski podatki

Geografski informacijski sistem (GIS) je računalniško podprt podatkovni procesni sistem za učinkovito zajemanje, shranjevanje, vzdrževanje, obdelave, analize, porazdeljevanje in prikazovanje prostorskih (geografskih) podatkov (Šumrada 2005b).

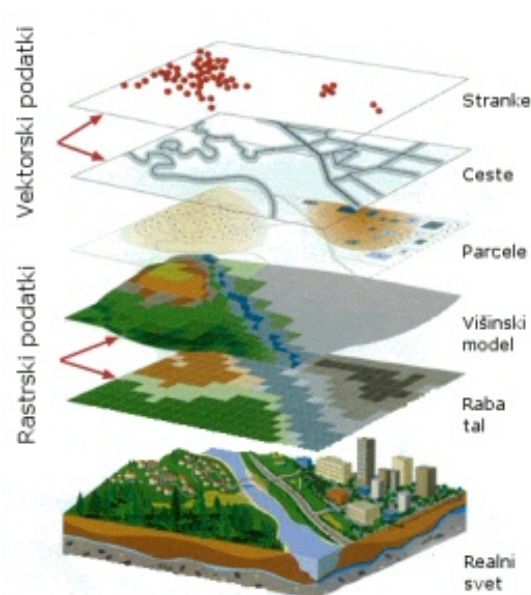
Prostorski podatki so podatki, ki opisujejo pojave v prostoru (Mihevc 2005). So najpomembnejši člen oziroma najpomembnejša sestavina GIS-a. Lahko so osnovni ali izvedeni. Osnovni podatki so tisti, ki jih neposredno pridobimo iz stvarnega sveta z ustreznimi postopki prenašanja stvarnega prostora v nek medij. Izvedeni podatki pa so pretvorjeni osnovni podatki (Marušič 2001: 47).

Ta predelava so lahko (Marušič 2001: 54):

- iskanje odnosov v prostoru, na primer oddaljenost med pojavi, različne klasifikacije pojavov ipd.;
- modeliranje različnih stanj prostora, ki jih je težko ugotoviti neposredno;
- poustvarjanje možnega razvoja v prostoru, bodočih stanj ob predpostavkah, kaj se bo zgodilo, če bo razvoj tekkel v določeno smer;

- preslikava vrednostnega odnosa do različnih stanj prostora – različna vrednotenja zemljišč;
- odločitve o rabi zemljišč – opredelitve območij izključne rabe, rezervati, načrti ...

GIS podatki tvorijo v bazi shranjene prostorske podatke, s katerimi operiramo, jih shranjujemo in obdelujemo. Baza podatkov v GIS tehnologiji se od običajne baze podatkov razlikuje v tem, da so podatki zbrani in opredeljeni na podlagi prostorskih položajev. Eno sestavino celotne baze podatkov ponavadi obravnavamo kot plast. Plasti oziroma podatkovni sloji so zapisani v digitalni obliki in se nanašajo na eno prostorsko spremenljivko, ki je ponavadi shranjena v lastni datoteki. Te plasti so temelj sistema GIS in osnova za ustvarjanje novih informacij.



Slika 7: Organizacija prostorskih podatkov (Geoservis 2007)

Prostorski podatek vsebuje prostorsko referenco, s pomočjo katere je moč pojav locirati v prostoru ter izbrani opis dodatnih lastnosti pojava ali objekta. Podatke o prostoru lahko opredelimo kot podatke:

- s prostorskimi lastnostmi – ti povedo, kje se določen objekt nahaja; podajo grafične, lokacijske, geometrijske in topološke značilnosti objektov;

- z opisnimi oziroma tematskimi lastnostmi – ti povedo kakšen je objekt, podajo opisne lastnosti geografskega pojava;
- s časovnimi lastnostmi – povedo kdaj ali kako dolgo objekt obstaja,
- z odnosih med geografskimi pojavi.

Glavna značilnost prostorskih podatkov je torej, da imajo poleg opisnih lastnosti še posebne lokacijske lastnosti. Vezane so na geometrijo prostora in na ta način omogočajo grafično predstavitev. Razlikujemo tri tipe geometričnih in atributnih podatkov.

- Pri prvem tipu se geometrični in atributni podatki shranjujejo v dveh različnih zbirkah. Geometrični podatki se shranjujejo v grafični zbirki, medtem ko se atributi shranjujejo v relacijski zbirki. V tem primeru se uporabljata dva ločena programa za vsako vrsto podatkov posebej.
- Pri drugem tipu se geometrični in atributni podatki shranjujejo sicer ločeno, vendar v isti zbirki podatkov.
- Pri tretjem tipu pa gre za objektno usmerjen pristop. Kar pomeni, da so geometrični in atributni podatki shranjeni skupaj v isti zbirki.

Stroški zajema podatkov predstavljajo največji delež celotnih stroškov nastavitve GIS-a. Prostorske podatke je danes možno kupiti ali dobiti licenco za uporabo te-teh. Zajemajo in vzdržujejo jih tako javne ustanove kot tudi privatna podjetja. Podatki katerih zajem in vzdrževanje financira država so največkrat javno dostopni in na voljo brezplačno. Zaradi različnega zajema podatkov in številnih GIS orodij, ki so trenutno na razpolago, je nujno potrebno, da se podatki in načini prenosa podatkov med posameznimi GIS orodji standardizirajo.

Grafično jih lahko predstavimo na dva načina: vektorsko ali rastrsko. Pri vektorskem prikazu uporabljamo koordinatne pare x in y ter višino. Pri rastrskem pa piksele oziroma slikovne elemente.

3.3.1 Vektorski podatki

V GIS-ih prevladuje uporaba vektorskega načina vnosa in obdelave podatkov. V matematiki je vektor definiran kot usmerjena daljica, določena z izhodiščem, velikostjo in smerjo. V GIS-ih pa vektor predstavlja linijski segment neke podatkovne strukture, kateremu je dodan spisek opisnih atributov.

Osnovni tipi objektov, s katerimi opisujemo prostorske pojave v vektorski obliki so:

Točkovni objekt

- točka oziroma vozlišče (x, y ali x, y, z)

Položaj točke opredeljuje količina imenovana koordinata oziroma koordinatni par x, y ali x, y, z. Le-ta se nanaša na razdalje merjene vzdolž horizontalne ali x – osi, ter vertikalne ali y – osi. Točka je brez dimenzije. Nima ne širine ne dolžine. Točka je torej najenostavnejši grafični objektni tip.

Linijski objekt

- linija ali polilinija (povezave med točkami)

Linija ima eno dimenzijo, to je dolžina. Linije so sestavljene iz daljic, ki med seboj povezujejo lome linij. Lomi pa so definirani s koordinatami oziroma koordinatnimi pari x, y ali x, y, z.




Območni objekt

- območje (več zaključenih povezav)

Območju določimo atributno oznako ter niz koordinatnih parov, s katerimi označujemo njegove meje. Ima dve dimenziji: dolžino in ploščino. Za označevanje območja potrebujemo vsaj tri koordinatne pare. Glede na to, da je območje sklenjeno mora biti zadnji koordinatni par enak prvemu. Območni objekt je posebna oblika sestavljenih poligonov, ki določajo

zapleteno zbirko območij. Območja se lahko tvorijo med prostorsko analizo, ali pa se določajo med urejanjem in vektorizacijo prostorsko orientirane rastrske podobe.

Preglednica 1: Primer osnovnih tipov objektov (Geoservis 2007)

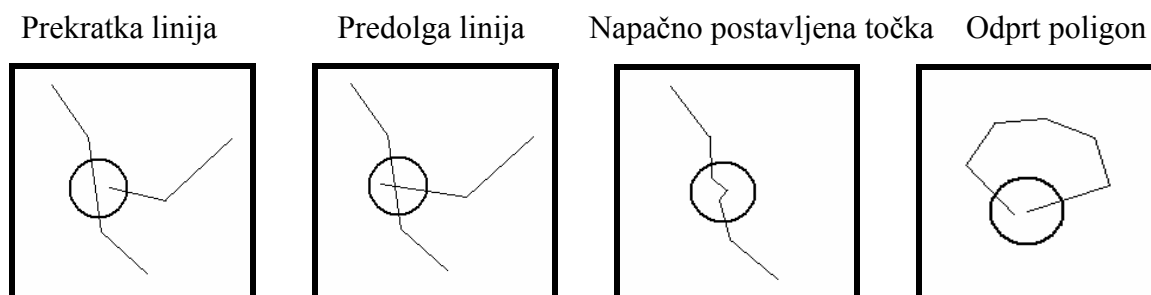
	točkovni objekti - XY
	linijski objekti - XY ₁ , XY ₂ , XY ₃ , XY ₄
	območni objekti - XY ₁ , XY ₂ , XY ₃ , XY ₄ , XY ₅ [XY ₁]

Vektorsko predstavitev pogosto uporabljamo kot metodo za predstavitev objektov na topografski karti. V vektorski predstavitvi je poudarek na obliki, položaju in povezanosti prostorskih pojavov. Pri tem pa lahko nastajajo številne napake, ki jih moramo pred dokončnim zapisom v zbirko podatkov odpraviti.

Odnose med točkami, linijami ter območji, ki ponazarjajo objekt iz stvarnega sveta, lahko opišemo s pomočjo topoloških podatkov. Topologija je veda o odnosih med objekti v prostoru. Ločimo tri glavne topološke odnose: povezanost, sosedstvo in vsebovanje (Drobne in Podobnikar 1999).

Zaradi morebitnih napak, ki lahko nastanejo med vektorskimi podatki, izvajamo različne kontrole, s katerimi napake odkrijemo in jih tudi odpravimo. V nekaterih orodjih lahko to storimo že med samim zajemom podatkov, v drugih pa šele med nadaljnjo obdelavo.

Najpogostejše topološke napake so:



Slika 8: Topološka kontrola

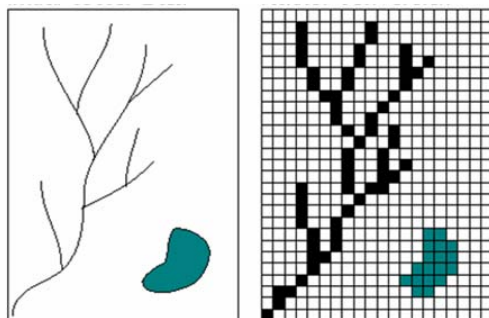
Topološki elementi morajo izpolnjevati osnovna neprotislovna pravila, ki veljajo za 2D model prostora in zagotavljajo vzpostavitev ravninske vektorske topologije:

- vsak segment je usmerjen in ga določata dve vozlišči. Vsak segment določata začetna in končna točka;
- vsa presečišča med segmenti so opredeljena kot vozlišča;
- vsak segment loči dve območji, ki ležita na levi in desni strani;
- vsako območje obkroža urejen poligon segmentov. Pravilo zagotavlja zaprtost vseh območij, ki jih določajo razvrščeni in sklenjeni poligoni segmentov;
- v vsakem vozlišču se stikajo segmenti in obkrožajo ga območja. Prostor tvorijo orientirana in zaprta območja.

3.3.2 Rastrski podatki

Pri rastrskem prikazu predstavimo geometrične lastnosti točkovnih, linijskih ali območnih objektov iz stvarnega sveta z nizom celic imenovanih tudi slikovni elementi oziroma pikslji. Točkovni objekt predstavlja samostojna celica. Linijski objekt predstavlja niz sosednjih celic urejenih v trak. Območni objekt pa sestavlja skupek rastrskih celic. Vsak objekt je torej v rastrski podobi predstavljen kot niz celic z istimi vrednostmi. Vsaka celica ima svojo številko, ta številka pomeni vrednost nekega parametra, položaj te številke v mreži pa geografski položaj njene vrednosti relativno, glede na ostale vrednosti v mreži. Rastrske podatke za GIS

pridobivamo največkrat s pomočjo skeniranja. Na ta način pretvorimo karto iz analogne v digitalno obliko. Rastrske podatke lahko zelo učinkovito in nazorno prikažemo grafično. Pri tem pa lahko od topoloških odnosov upoštevamo le sosedstvo posameznih celic.



Slika 9: Primerjava med vektorsko (levo) in rastrsko sliko (desno)

3.3.3 Atributni podatki

Atribut pove, kaj določen pojav predstavlja. Atributni podatki so v sistem urejeni tabelarični podatki, ki vsebujejo referenčne atributivne informacije o grafičnih elementih GIS-a in podobno. Večina GIS-ov uporablja za vodenje Database podatkov standardna programska orodja, kot je na primer Oracle. Na ta način se bistveno olajša prenos podatkov med GIS-i.

3.3.4 Metapodatki

Za učinkovito uporabo prostorskih podatkov pa je potrebno poznati tudi metapodatke. To so podatki o podatkih in se nanašajo na vsebino, strukturo, kvaliteto, tehnologijo, namen, uporabnost, lastništvo ter druge elemente, ki so ključnega pomena za pravilno uporabo in razumevanje podatkov. Uporabljajo jih producenti in uporabniki za medsebojno izmenjavo informacij o prostorskih podatkih. Za urejen in enoten način izmenjave informacij potrebujemo standarde, saj le s pomočjo standardiziranih opisov metapodatkov postanejo le-ti razumljivi vsem, ki poznajo standard. S standardom torej opredelimo način opisovanja prostorskih podatkovnih nizov.

Metapodatki so izpeljane informacije o pomenu, zgradbi, vsebini, kakovosti, zgodovini, organizaciji, dostopnosti, vrednosti in uporabi shranjenih podatkov. Podajajo predvsem naslednje značilnosti geografskih podatkov v obravnavanem nizu (Šumrada 2005a):

- podatkovna vsebina, zgradba in referenčni sistem;
- prostorski in časovni obseg podatkov niza;
- ažurnost oziroma aktualnost podatkov v nizu;
- kakovostne elemente za podatkovni niz (poreklo, predhodna uporaba, natančnost, popolnost, logična usklajenost itd.);
- administrativne podatke (identifikacija, avtorstvo, lastništvo, prenesljivost, dostopnost, cena, itd.).

3. 3. 5 Pridobivanje podatkov

Pridobivanje kvalitetnih GIS podatkov je najdražji in najzahtevnejši del GIS-a. Pri tem lahko pridobivanje pomeni nakup ali izposojajo podatkov, ali pa zajem podatkov na terenu. Za pridobivanje geografskih podatkov je na voljo mnogo različnih tehnik – daljinsko zaznavanje, aero snemanje, geodetsko snemanje in terenski zajem podatkov z GPS (Geoservis 2007).

V zadnjem delu diplomske naloge se bom posvetila predvsem zajemanju prostorskih podatkov na terenu, za potrebe pridobivanja manjkajočih podatkov o telekomunikacijski infrastrukturi.

Zajemanje podatkov predstavlja tako terenske kot tudi tematske podatke. Poleg samega zajema pa sem spada tudi vzdrževanje, ažuriranje, dopolnjevanje in obnavljanje že obstoječih z novimi podatki. Razlika med podatki se izraža predvsem v kvaliteti oziroma natančnosti zajema. Saj je podatke možno zajemati od nekaj metrov do nekaj milimetrov natančno, kar je odvisno od več dejavnikov.

3.3.6 Kakovost geografskih podatkov

ISO (International Standards Organisation) opredelitev pojma kvalitete v okviru kontrole kakovosti je naslednja: Kvaliteta je skupek značilnosti in lastnosti proizvoda ali usluge, ki podpirajo njeno sposobnost, da zadovolji izražene ali vsebovane potrebe (Šumrada 2005a).

Podatki morajo biti za uspešno delovanje informacijskega sistema kakovostni, točni, natančni, ažurni, nepomanjkljivi, v nasprotnem primeru so proizvedene informacije nezanesljive, GIS pa na ta način ne doseže svojega namena. Za kakovost podatkov je potrebno poznati njihove metapodatke.

Kakovost prostorskih podatkov tvori niz elementov in nadalje pod elementov, kot so razne natančnosti, popolnost in usklajenost, ki morajo biti poenoteno opredeljene s pokazatelji v standardnem modelu kvalitete. Vsak element kakovosti prostorskih podatkov se lahko ocenjuje glede na prostorske, časovne ali opisne značilnosti, ki tvorijo tri glavne vidike prostorskih podatkov.

Elementi kakovosti prostorskih podatkov služijo za podajanje kvalitete in tvorijo kakovostni model; le-ti so naslednji (Šumrada 2005b):

- izvor podatkov,
- položajna natančnost,
- tematska natančnost,
- popolnost podatkov,
- logična usklajenost,
- časovna natančnost.

3.3.6.1 Izvor podatkov

Izvor podatkov podaja celotno zgodovino življenjskega ciklusa prostorskih podatkov, podaja opisne podatke zlasti o viru ali materialih, metodah za zajemanje podatkov, pretvorbah,

urejanju, popravkih, dodatnih obdelavah, transformacijah, analizah in izpeljavah (Šumrada 2005b).

3.3.6.2 Položajna natančnost

Položajna natančnost je element kakovosti prostorskih podatkov, ki ji je, kljub hitremu razvoju tehnologije, še vedno posvečena osrednja vloga. Položajno natančnost predstavlja bližino podanih koordinat v izbranem položajnem sistemu v razmerju do »resnične« lokacije objekta, ki mora biti naprej podana (Šumrada 2005b).

.

3.3.6.3 Tematska natančnost

Tematska natančnost ali natančnost opisnih podatkov se pojmuje kot razlika med trenutno vrednostjo nekega atributa in primerljivo bolj natančno vrednostjo istega atributa. Vrednost opisnih podatkov lahko razdelimo na dve skupini: kvalitativne (kakovostne vrednosti) in kvantitativne (števne) vrednosti (Šumrada 2005b).

.

3.3.6.4 Popolnost podatkov

Podatkovna popolnost ali dovršenost opisuje obseg ter širino v bazi podatkov zajetih objektov in njihovih atributov. Ločimo dva vidika ali sestavini popolnosti prostorskih podatkov; in sicer: modelno popolnost, ki odraža vidike primernosti podatkovnega modela za določeno uporabo in se izraža kot kvalitativna ocena, in podatkovno popolnost, ki odraža napake zaradi izostankov ali nadštevilnih vrednosti v atributih posameznih objektov (Šumrada 2005b).

.

3.3.6.5 Logična usklajenost

Logična usklajenost obravnava strukturalno celovitost v podatkovnem nizu. Podaja število objektov, relacij in atributov, ki so pravilno kodirani ter so skladni z omejitvami razredov. V GIS bazah se logična usklajenost prostorskih podatkov pogosto nanaša tudi na: usklajenost

povezav med geometričnimi in opisnimi podatki prostorskih objektov (povezanost), ter na dosledno opredelitev topologije (Šumrada 2005b).

3.3.6.6 Časovna natančnost

Informacija o tem, kdaj je bil določen podatek zajet ali pa spremenjen, je pomemben dejavnik, pri ocenjevanju kvalitete prostorskih podatkov. Časovni podatki opisujejo datum opazovanj, vrsto posodabljanja podatkov ter podajajo informacije o veljavnosti in obstojnosti prostorskih podatkov. Časovna natančnost se nanaša na trenutne in intervalne časovne podatke in sicer točnost časovnih meritev, veljavnost ter časovna usklajenost (Šumrada 2005b).

3.4 Uporabnost GIS-a

Uporaba GIS sistemov je trenutno v porastu, GIS-i se uporabljajo v vseh strokah, ki se ukvarjajo s področjem, ki je na kakršenkoli način vezan na prostor. Upravne in tehnične službe se soočajo z vedno zahtevnejšim pridobivanjem in vodenjem podatkov o okolju in v to vlagajo velike vsote denarja in časa. Te podatke je potrebno tudi nenehno vzdrževati, sprotno vnašati vse spremembe, omogočati dostop do njih, potrebno pa je poskrbeti tudi za pravno podlago in veljavo. Danes skoraj ni sodobnega podjetja, ki ne bi uporabljal GIS tehnologije, saj je le-ta postala nuja in za podjetje predstavlja konkurenčno prednost. Prednost uporabe se kaže v hitri, množični uporabi, lažjemu in hitrejšemu vzdrževanju ter enostavni distribuciji prostorskih podatkov s pomočjo intraneta in interneta. Spletni GIS je tehnološki pristop, ki uporabnikom omogoča uporabo raznih GIS funkcij direktno v brskalnikih, ne da bi za to potrebovali draga GIS orodja (Šumrada 2005b).

Uporabnost GIS-a v praksi se kaže v tem, da lahko vsak uporabnik preko sestavin koristi podatke, ki so na razpolago, na način kakršen jih želi oziroma potrebuje. GIS lahko razumemo tudi kot neke vrste karto, ki s pomočjo vseh sestavin, ki jih ima na razpolago, zna odgovoriti na vprašanja, ki jih zastavlja uporabnik. Ta vprašanja so tako pozicijske kot opisne narave. Zanima nas predvsem: kaj se kje nahaja, kje se kaj nahaja, kaj se je v določenem času

spremenilo, kakšne prostorske povezave obstajajo med določenimi elementi, kaj se zgodi, če se nekaj spremeni?

GIS v podjetjih pomaga odpravljati različne probleme, ki nastajajo pri obdelavi večjih količin podatkov, pridobljenih iz različnih virov. Kažejo se predvsem kot razpršenost, neuskklajenost in neenotnost oblike zapisa podatkov. Glavni problemi, ki se pojavljajo pri izgradnji GIS tehnologije v podjetju, pa so:

- problem uvajanja nove tehnologije in sprememb v podjetje;
- problem izbire skupine ter vodje za izvedbo projekta;
- izvedba analize glede funkcijskih zahtev;
- izbira sistema in zmogljivosti;
- primerna opredelitev stroškov in koristi.

Pred vzpostavitvijo GIS tehnologije mora podjetje odgovoriti predvsem na vprašanja kot so: katero programsko in strojno opremo potrebuje, katere podlage bo potrebovalo in kje jih bo pridobilo, ali se bodo podatki pridobivali neposredno iz terena ali kako drugače? V primeru, da se bodo podatki pridobivali s pomočjo geodetskih posnetkov, je potrebno vedeti, na kak način oziroma s kakšno metodo se bo snemanje izvajalo in kakšno natančnost potrebujemo. Katere attribute potrebujemo? Katere podatke bomo pridobili v pisarni, katere na terenu, itd. (Geocities 2007).

3. 5 Razlogi za vzpostavitev GIS-a v podjetju

Vpeljava GIS-ov v podjetje je zelo zahteven projekt, zato je za ta projekt potrebno temeljito analizirati podjetje, cilje in pričakovanja. Potrebno je sestaviti dolgoročni plan, pri čemer so velikega pomena ekonomski vidiki. Tukaj igra zelo veliko vlogo kazalec donosnosti, se pravi razmerje med vloženim kapitalom ter zaslužkom. Ker projekt vzpostavitve GIS-a predstavlja velika finančna vlaganja, mora podjetje, preden se odloči za ta korak, temeljito proučiti in predvideti vse morebitne nastale stroške, ki morajo biti za uspešno poslovanje manjši od predvidenih koristi. Uspešno poslovanje se kaže v dobičku. Eden od načinov, kako povečati dobiček, je zmanjšanje stroškov. Stroške za nabavo strojne in programske opreme ter stroške za vzdrževanje sistema, šolanje kadrov ter za razvoj baze podatkov je precej enostavno

predvideti. Večje težave nastanejo pri določitvi koristi, saj se nemalokrat zgodi, da se nekatere koristi lahko pokažejo šele čez nekaj let in so tako lahko precej večje ali pa tudi manjše od napovedanih. Ena od koristi vzpostavitve GIS-a je tudi povečanje produktivnosti dela, kar pa predstavlja drugi način za možnost povečanja dobička. Poleg merljivih koristi, katerih vrednost lahko določimo v denarju, namreč poznamo še nemerljive, ki pa zaradi tega nikakor niso nepomembne. Zgodi se lahko namreč tudi, da se čez čas nepredvidoma povečajo stroški. Zato je velikega pomena, da se analize stroškov in koristi lotimo resno, pozorno in zelo kritično.

Zakaj se torej podjetja odločajo za gradnjo GIS-a? Zato ker predstavlja konkurenčno prednost, ker omogoča lažje in enostavnejše opravljanje s podatki, ker lahko na ta način prihranimo čas, ker zagotavlja nove in izboljšane poslovne možnosti in ker pripomore k izboljšanju tehničnih in organizacijskih sposobnosti (Šumrada 2005b).

3. 6 Zajem in organizacija podatkov o telekomunikacijskem omrežju

Zaradi navedenih razlogov za vzpostavitev GIS-a v podjetje, se je tudi Telekom Slovenije d.d. (Telekom Slovenije) odločil vzpostaviti sistem enotnega vodenja in hranjenja prostorskih podatkov o telekomunikacijski infrastrukturi. Telekomunikacijska infrastruktura je razporejena po celotnem prostoru države, podatki pa so se do sedaj hranili in vodili ločeno, po posameznih območnih enotah. Z vnosom v centralno bazo bodo vsi podatki zbrani v enotni obliki, na enem mestu. Na ta način se lahko izvajajo prostorska povpraševanja in analize, ki so pomembne za poslovne in tehnične odločitve. Poveča pa se tudi hitrost in učinkovitost iskanja informacij o omrežju in naročniških storitvah.

Telekom Slovenije od vsega začetka spremlja ter vodi podatke o lokaciji naročnika, telekomunikacijskih objektih in kabelskem omrežju. Vendar so ti podatki vodeni v analogni obliki in zato brez dodatne obdelave neprimerni za vnos v skupno bazo podatkov. Podatki se pri Telekomu Slovenije delijo na zunanje in notranje prostorske podatke. Zunanji prostorski podatki so javno dostopni in predstavljajo rastrske karte različnih meril, vektorske karte manjših meril, evidenco hišnih števil ter razne statistične podatke. Notranji prostorski

podatki pa so pridobljeni znotraj podjetja ali preko zunanjih proizvajalcev in predstavljajo potek tras ter lokacijo objektov, ki so priključeni na omrežje (Korenini 2001).

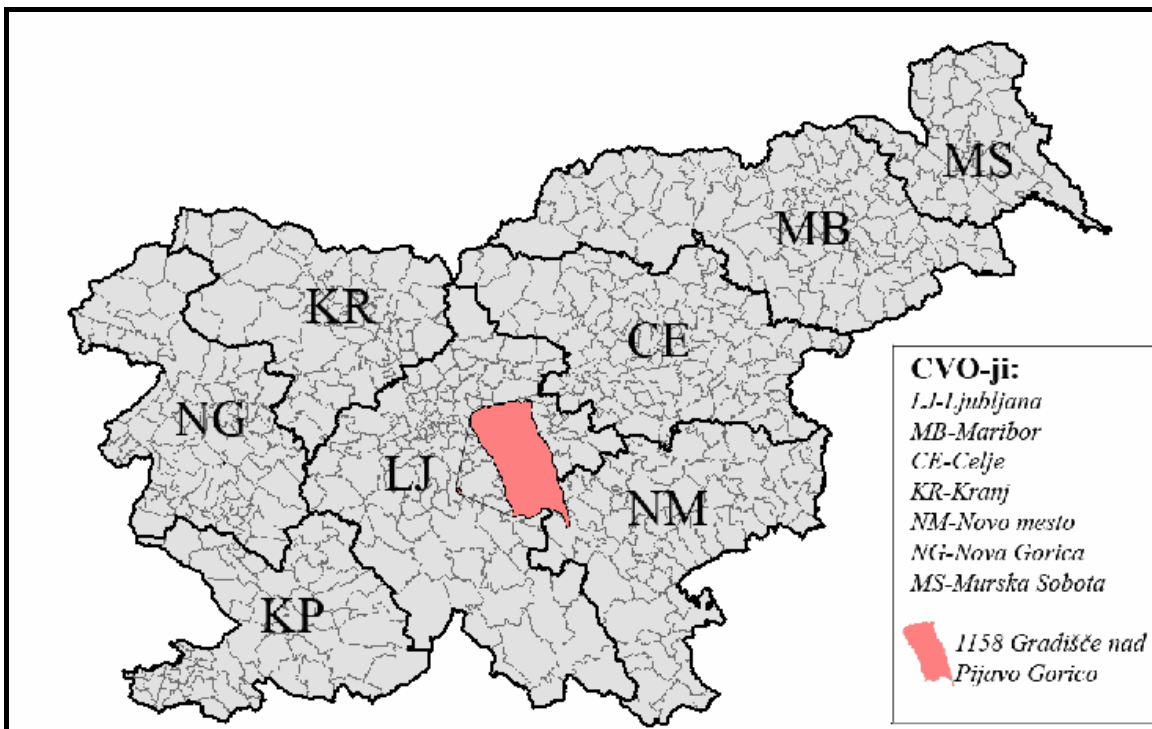
Izvršilna tehnična dokumentacija telekomunikacijskega kableskega omrežja (ITD TKO), ki predstavlja inventarizacijo kabelskih omrežij, usmeritev v prostor ter vse ostale tehnične podatke o kabelskih elementih in njihovih povezavah, vsebuje (Telekom Slovenije 2004):

- izvršilno tehnično dokumentacijo dostopovnih kabelskih omrežij;
- izvršilno tehnično dokumentacijo hrbteničnih in medkrajevnih kabelskih omrežij;
- izvršilno tehnično dokumentacijo kableske kanalizacije in PEHD cevi;
- geodetske posnetke.

Telekom Slovenije se pri izdelavi ITD TKO drži navodil in napotkov, ki jih določajo splošne določbe. Vodijo se podatki ločeno po posameznih območnih enotah (CVO-jih), znotraj posamezne funkcijske lokacije (FL). Slovenija je razdeljena na osem takih območnih enot (CVO-jev) in sicer:

- LJ – Ljubljana
- MB – Maribor
- CE – Celje
- KR – Kranj
- KP – Koper
- NG – Nova Gorica
- NM – Novo mesto
- MS – Murska sobota

Slika 10 prikazuje razdelitev Slovenije na osem CVO-jev, 662 FL-jev ter testno območje – FL 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico.



Slika 10: Delitev Slovenije na CVO-je in FL-je ter prikaz testnega območja – FL 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico

Dokumentacija je izdelana v obliki mape velikosti A4. Tako mapo sestavljajo: naslovnica, vsebina mape, seznam odgovornih oseb, seznam izvršenih sprememb, pregled povezav telekomunikacijskih kabelskih izvodov, pregledna karta, shematski načrt, vezalni načrt, situacijski načrt, detajli, legenda znakov in topografskih znakov. Velike količine teh map v analogni obliki se hranijo in arhivirajo v prostorih na posameznih območnih enotah, kjer je tudi poskrbljeno za nadzor in ažuriranje celotne dokumentacije. Prav tako izvajajo kontrolo kvalitete dokumentacije ter skrbijo za evidentiranje vseh sprememb v obstoječi dokumentaciji. Glede na ogromne količine podatkov je to precej obsežno delo. Poleg zahtevnega in zamudnega dela z velikimi količinami analognih podatkov pa se Telekom srečuje tudi s problemom razpršenosti, neusklajenosti in neenotnosti oblike zapisa podatkov.

Zato so se v letu 2006 odločili obstoječo dokumentacijo iz analogne oblike pretvoriti v digitalno obliko, jo vnesti v računalniško bazo in tako ustvariti geografski informacijski sistem. Le na ta način lahko namreč izvajajo prostorska povpraševanja in analize, pomembne za poslovne in tehnične odločitve.

Projekt se je začel z zajemanjem podatkov o kabelskem omrežju, kar vključuje vse od skeniranja celotne dokumentacije, atributiranja listov, geolokacije – postavitev listov v prostor, do vektorizacije in nato še vnosa podatkov v bazo GIS – Network Engineer. Glavni cilj projekta je poenostaviti delo in povečati učinkovitost zaposlenih.

Z uvedbo informacijskega sistema želi Telekom Slovenije predvsem:

- povečati učinkovitost in zmanjšati stroške poslovanja;
- skrajšati čas za uvedbo novih storitev;
- povečati kompleksnost omrežja;
- zadostiti zahtevam zakonodaje in regulatorja.

Kot je že omenjeno v poglavju 3. 2 »Sestavine GIS tehnologije«, je vsak informacijski sistem sestavljen iz več komponent. Telekom ima zagotovljene skoraj vse komponente. Razpolaga s strojno opremo, programsko opremo predstavlja Network Engineer skupaj z ostalimi orodji, uporabnike oziroma kadre zagotavlja z notranjimi viri ali z najemom zunanjih strokovnjakov, podatki, ki pa predstavljajo ključni del segmenta pa so v trenutni obliki, ki ni primerna za direktni vnos v Network Engineer. Zato je glavni namen projekta, da se podatki, ki so na razpolago v analogni obliki, pretvorijo v podatke, ki zadostujejo vsem kriterijem za vnos v bazo.

3. 6. 1 Organizacija projekta

Zaradi velike količine dokumentacije je bila pri projektu bistvenega pomena pravilna organizacija in razvoj sistema, po katerem naj bi se projekt odvijal. Od prevzema in vodenja map analognih oblik, do zagotovitve zadostnega prostora za dokumente v digitalni obliki, ter organizacije datotek, imenikov in podimenikov v določenem sistemu v neki smiselni hierarhiji. Delo je bilo potrebno razdeliti v več delovnih faz, zagotoviti potrebno delovno silo, prostor ter potrebno opremo. Projekt je obsegal 5 faz:

- skeniranje in priprava geopodatkov;
- klasifikacija in atributiranje;
- geolokacija;

- vektorizacija in
- prenos podatkov v okolje naročnika.

Pred samim skeniranjem je bilo potrebno analizirati vso prejeto dokumentacijo. Iz analize je bilo razvidno, da se situacijski načrti, ki so del celotne dokumentacije, delijo v tri skupine:

- papirna oblika;
- negeolocirana elektronska oblika;
- geolocirana elektronska oblika.

Na podlagi analize smo prišli do ugotovitve, da so podatki v geolocirani elektronski obliki, se pravi tretja skupina dokumentacije, edina zapisana v obliki, primerni za direkten vnos v bazo. Prva in druga skupina pa sta izdelani v različnih časovnih obdobjih, s strani različnih izvajalcev, v različni kvaliteti. Prav tako nista geolocirani v državnem koordinatnem sistemu in nimata izdelane topološke kontrole. Prvi dve skupini dokumentov je zato pred uvozom v bazo potrebno dodatno obdelati. Obdelava je potekala v petih korakih: Skeniranje in priprava analognih geopodatkov, klasifikacija in atributiranje, geolokacija, vektorizacija in zadnji korak, ki predstavlja uvoz podatkov v bazo.

3. 6. 1. 1 Skeniranje in priprava geopodatkov

Prezem papirne oblike dokumentacije, ki predstavlja največji delež celotne dokumentacije, je potekal po tranšah. Tranša je zbirka map, ki jo je Telekom Slovenije v določenih časovnih intervalih predajal izvajalcu. Celotna dokumentacija je bila predana v 25 tranšah. Le-te so se označevale po številkah od 1 do 25. Vsaka tranša je vsebovala različno število map. Mapa predstavlja osnovno enoto dokumentacije in vsebuje vse tipe dokumentov, v sklopu katerih so podatki o telekomunikacijski infrastrukturi na določenem območju. Vsaka mapa vsebuje situacijske skice, logične sheme, skice plaščev jaškov, detajle in pa ostale dokumente, kot so naslovnice, legende, opisi ... Posamezni mapi se ob prevzemu dodeli štirimestna unikatna identifikacijska številka (ID mape). V 25 tranšah se je tako v celoti poskeniralo in nadalje obdelalo preko 4000 map.

Po prejemu dokumentacije, se je le-ta skenirala in se identično kot v analogni obliki, tudi v digitalni obliki razdelila po tranšah in mapah ter se primerno poimenovala in shranjevala na disk.

3. 6. 1. 2 Klasifikacija in atributiranje

Skeniranju sledi klasifikacija dokumentov in atributiranje (zaporedna št., letnica, opis ...). Vsi atributni podatki se zavedejo v bazo. Ker se v vsaki mapi nahaja več različnih tipov dokumentov, se je vsak dokument v fazi klasifikacije razvrstil v eno od sledečih skupin:

- G: situacijske skice
- L: logične sheme
- J: plašči jaškov
- D: detajli
- O: ostalo.

Sledi dodeljevanje opisnih podatkov vsakemu od posameznih dokumentov. Vrsta opisnega podatka je odvisna od tipa dokumenta.

3. 6. 1. 3 Geolokacija

V fazi geolokacije pridejo v poštev samo dokumenti iz skupine G – situacijske skice. Vsako skenirano situacijsko skico je potrebno pravilno postaviti v prostor. Postavitev listov v prostor se imenuje geolokacija. Izvaja se s pomočjo dveh transformacijskih parametrov: premika in zasuka.

Postopek geolokacije si sledi po naslednjih korakih:

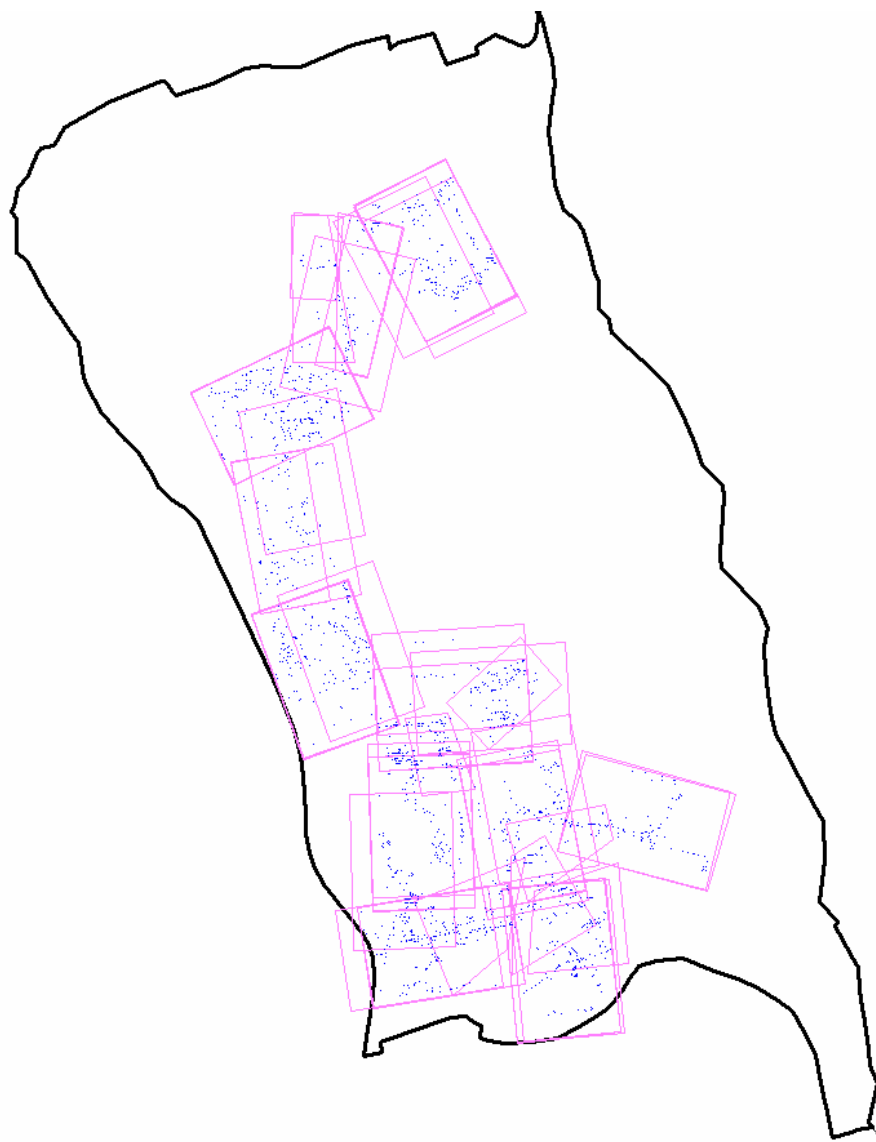
- določitev približne lege skice v prostor oz. groba geolokacija – ta nam pove, v katerem delu Slovenije se nahaja določena skica, pri tem smo si največ pomagali s podatki EHIŠ-a, s karto Slovenije, s posvetovanjem z drugimi operaterji ...
- Izbor transformacijskih točk – za pravilno transformacijo v prostor je potrebno poiskati identične točke na skici in na podlagi. Za to sta potrebna vsaj dva nedvoumno določena

detajla, ki jih imenujemo transformacijske točke. Transformacija se najlepše izvede v primeru treh ali štirih zanesljivih transformacijskih točk. Te točke nam pomagajo, da skico s pomočjo transformacijskih parametrov (premiki, rotacija, merilo) pravilno umestimo v prostor. Pri transformaciji je pomembno, da se ohrani oblika in da se določijo odstopanja na točkah in natančnost transformacije.

- Izvedba razpačevanja – to je postopek, ki na podlagi predhodno določenih transformacijskih točk transformira skico iz lokalnega v državni sistem. Hkrati pa se izdela okvir geolocirane skice imenovan tudi neto poligon. Neto poligon loči dokument oz. vsako situacijsko skico na izven okvirno vsebino, ki nas pri geolokaciji ne zanima, in na uporabni del skice oz. neto vsebino.
- Shranjevanje in geolociranje rastrske slike – transformirana slika se shrani v *.tif formatu, s pripadajočo *.tfw geolokacijsko datoteko.

Sledi še kontrola, kjer preverimo skladnost skice s podlago, na katero smo jo transformirali, in še z ostalimi podlagami. Pri izbiranju podlage je pomembno, da upoštevamo prioriteto podlag glede na njihovo natančnost. Podlage, ki smo jih pri tem uporabljali so: DKN grafična izmera, DOF, DKN koordinatni, numerična izmera, vektorski podatki, terenska izmera ITD. Kontrola se izvaja v treh korakih in sicer kontrola klasifikacije, transformacije in geolokacije.

Geolokacija je potekala v programu GLS, ki je bil zasnovan posebej za omenjen projekt masovnega zajema podatkov o kabelskem omrežju Telekoma Slovenije.



Slika 11: Primer geolokacije skic z neto poligoni na območju FL Gradišče nad Pijavo Gorico

3. 6. 1. 4 Vektorizacija

Pravilno geolocirane skice predstavljajo osnovo za nadaljnje delo v fazi vektorizacije. Če je bila v geolokaciji osnovna enota za delo mapa, predstavlja v vektorizaciji osnovno enoto dela funkcijska lokacija.

Funkcijska lokacija (FL) se opredeljuje kot območje, ki pokriva določen del države, največkrat ena FL pokriva celo mesto ali del mesta oz. kraj, po katerem dobi posamezna FL

ime. Vsaka FL ima torej svoje ime in številko. Celo območje Slovenije pokriva 662 funkcijskih lokacij.

Vektorizacija se izvaja v programu Veto, ki je bil izdelan posebej za Telekomov projekt masovnega zajema podatkov. Vektorizacija poteka po predhodno določenih pravilih. Pri vektorizaciji se zajemajo trase – linijski objekti ter telekomunikacijski objekti – točkovni objekti.

Vse trase so zajete kot polilinije, ki se začnejo in končajo s točkovnim objektom. Vektoriziranim trasam se določi pripadajoč atribut glede na vrsto trase. Ločimo naslednje vrste tras:

- v kanalizaciji;
- v zemlji;
- nadzemna;
- v galeriji;
- v zaščitni cevi;
- znotraj objekta.

Točkovni objekti pa so objekti, ki se jim prav tako določi atribut, glede na vrsto objekta.

Ločimo naslednje vrste objektov:

- ST – Stojalo v prostoru;
- OM – Omara v prostoru;
- OS – Omarica v steni;
- OP – Omarica na podstavku;
- OO – Omarica na oporišču;
- OD – Omarica na dvojniku;
- OA – Omarica na A-drogu;
- EO – Oporišče enojno;
- DV – Dvojnik;
- AD – A-drog;
- TS – Trasni spoj;
- PJ – Pomožni jašek;

- JA – Jašek;
- FL – Funkcijska lokacija;
- BP – Brezžična postaja;
- RP – Repetitor;
- Robna točka.



Slika 12: Primer točkovnega objekta OA – Omarica na A-drogu

Tako linijskim kot točkovnim elementom se pri vektorizaciji dodelijo s strani naročnika določeni atributi – glej sliko 13. Vrednost atributa se nekaterim atributom dodeli ob sami vektorizaciji. Tako na primer dodelimo vrednost REF_NAME, ki predstavlja vrsto objekta oziroma trase. Dodeli pa se še vrednost atributu GJI_NAT_YX ter GJI_VIR. GJI_NAT_YX predstavlja GJI natančnost, ki je bila določena glede na vir, po katerem je bil objekt vektoriziran. GJI_VIR pa predstavlja vrsto podlage, po kateri je bil objekt vektoriziran.

Vrednosti, ki se določajo za atribut GJI_VIR, so GJI vir in pripadajoča natančnost:

- Terenska meritev (0,1 m-1 m)
- Načrt 1:1000 (1 m-5 m)

- Načrt 1:5000 (10 m-20 m)
- Načrt 1:25000 (nad 20 m).

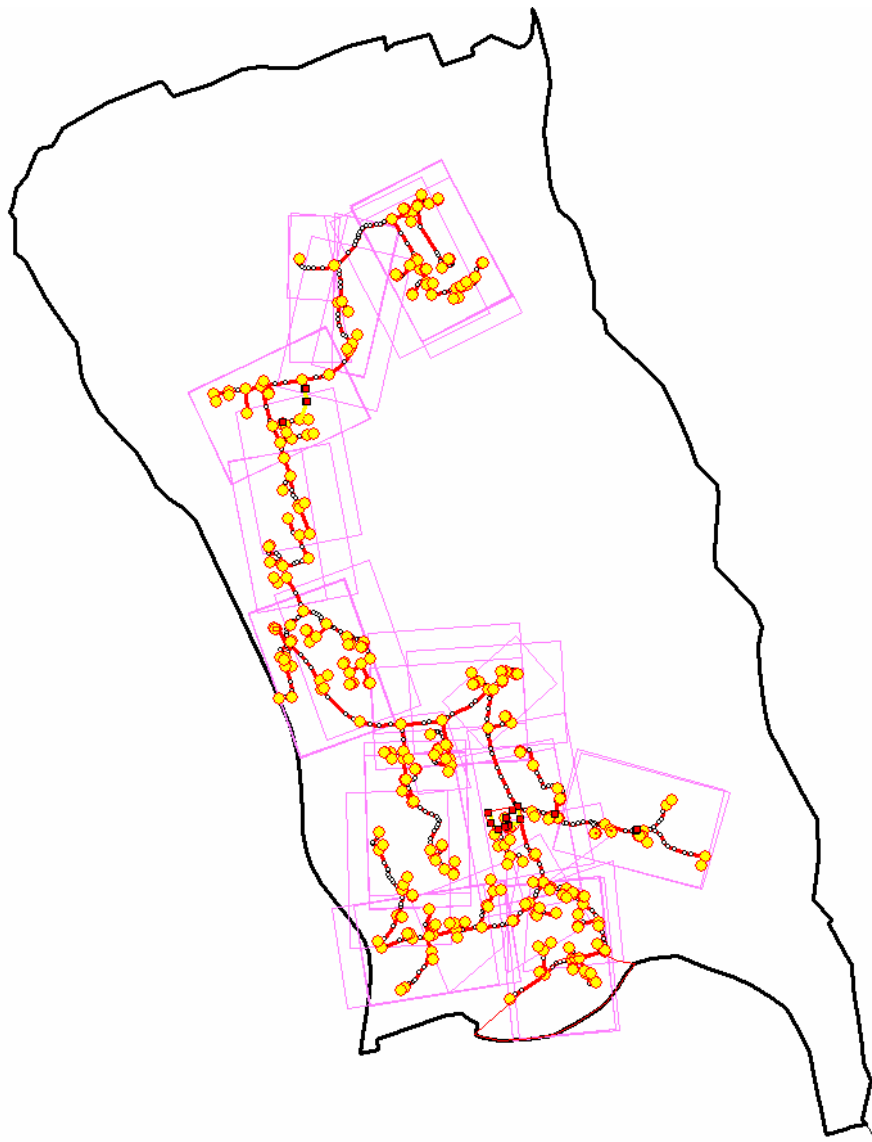
Dodeli se še atribut REF_NAME, s katerim dodelimo vrsto objekta oz. vrsto trase. In pa OZNAKA, ki pa smo jo določevali samo za objekt »jašek« in »pomožni jašek«.

Ostali atributi se pri izvozu določijo avtomatsko.

Shape	Point
Dfgid	
Str_name	DFG_48476
Cat_name	POLE
Type_name	SYM_EO
Ref_name	EO
Tip_spr	0
St_spr	0
Rotation	0.000
Gij_nat_vx	3
Gij_vir	4
Gij_dim_vx	0.000
Gij_dim_z	0.000
Itd_id	DFG_48476
Prip_oe	LJ
Prip_fl	1158_GRADIŠČE NAD PIJAVO GORIC
Prip_kanal	
Prip_proj	M0111
Oznaka	
Oznaka_gi	
Xmlfile	M0111
Xmlfileid	

Slika 13: Pregled atributov, ki se dodelijo posameznemu objektu

Po končani fazi vektorizacije so potrebne kontrole, ki jih v grobem delimo na kontrole geometrije, topologije in atributov.



Slika 14: Primer vektorskih podatkov na območju FL Gradišče nad Pijavo Gorico

3. 6. 1. 5 Uvoz podatkov v bazo – Network Engineer

Network Engineer (NE) je programska aplikacija za načrtovanje, dokumentiranje in vzdrževanje telekomunikacijskih objektov ter za detajlni pregled telekomunikacijskega omrežja. Z NE se lahko ustvarja, ureja in upravlja s podatki o telekomunikacijskih sredstvih v GIS okolju. NE posredno omogoča (Telcordia 2007):

- prikazovanje obstoječih objektov in omrežij na obravnavanem območju;
- dodajanje in preurejanje objektov v skladu z delovnim nalogom;

- izračune vrednosti delovnega naloga;
- sledenje podatkov o delovnem nalogu v njegovem življenjskem ciklu od ustvarjanja do zadnje spremembe.

Namen celotnega projekta je podatke o telekomunikacijskem omrežju pripraviti do take oblike, da bodo primerni za vpis v bazo podatkov in bodo lahko funkcionirali znotraj aplikacije Network Engineer. Do sedaj so na Telekomu vodili več različnih vrst podatkov pod skupnim imenom »izvršilno tehnična dokumentacija« (ITD). Največji del te dokumentacije se vodi v papirnati obliki, manjši del se vodi v elektronski obliki, nekaj malega dokumentov pa se vodi že v elektronski obliki in sicer tako, da je situacija izdelana v veljavnem koordinatnem sistemu. Edino slednja je primerna za direktni vnos v bazo. Ostala dokumentacija pa potrebuje dodatno obdelavo, da bi bila primerna za vnos v Network Engineer. Glavni razlogi za to, da dosedanja dokumentacija ITD ni primerna za direkten vnos v aplikacijo so sledeči:

- izdelava v analogni obliki;
- nepravilna postavitve v prostor;
- vsebovanje topoloških in drugih napak;
- izdelava v različnih časovnih obdobjih, s strani različnih izvajalcev in različnih kvalitiet.

Ko so podatki pripravljene v ustrezni obliki in ko so odpravljene vse napake, ki se jih odkrije preko številnih kontrol, se lahko preko vmesnika v obliki XML - datotek vnesejo v bazo. Vsak uporabnik lahko dostopa samo do vmesnika, preko njega pa do dveh glavnih vrst prostorskih podatkov:

- javnih (DOF, digitalni kataster, naselja, hišne številke);
- Telekomovih podatkov t. i. (»TELCO« sloj), ki vsebuje za nas dva pomembna sloja: sloj trasnih odsekov (»span«) ter sloj trasnih objektov (»struktura«).

XML (Extensible Markup Language) je razširljiv jezik za označevanje. XML je tudi datoteka, ki je zapisana po nekem predpisu v XML - jeziku in je namenjena izmenjavi podatkov.

Podatki, ki se nahajajo v XML - datoteki so namenjeni urejeni komunikaciji med različnimi programi, strežniki, operacijskimi sistemi.

Pripravljene XML datoteke za vsako FL posebej se preko v naprej pripravljene MXD datoteke strežnika uvozijo v Network Engineer (NE). MXD - datoteka je vnaprej pripravljena datoteka, ki definira pravilno nastavitvev »TELCO« sloja ter optimalno izbiro in pravilno uporabo geodetskih podlog kot npr.: relief Slovenije, digitalni ortofoto, pregledna karta 1:25000, meje organizacijskih enot, evidenca hišnih števil in funkcijske lokacije.

Med uvozom se preverja struktura XML dokumenta, izvaja se vsebinska kontrola, preverjajo pa se tudi vrednosti atributov. V primeru da kontrola zazna napako, se informacija o napaki shrani v *.log datoteko ter se glede na vrsto napake le-ta odpravi in postopek ponovi . Ko program napake ne javi, se delovni nalog shrani, začne se postopek tranzicije.

Tranzicija pomeni zaporedje postopkov, s katerim prenesemo podatke iz delovnega naloga v glavno bazo podatkov. Delovni nalog je s tem zaključen podatki so uvoženi v NE. Podatki zbrani v bazi se bodo lahko uporabljali za izdelavo prostorskih analizi in aplikacij.

4 MOBILNI GIS KOT POMOČ ZA PRIDOBIVANJE TK PODATKOV

Skozi celoten projekt masovnega zajema geopodatkov smo prišli do ugotovitve, da za določen del omrežja dokumentacija ni bila izdelana in zato ne obstaja. Naročnik se mora odločiti, koliko je pripravljen vložiti za izdelavo manjkajoče dokumentacije in na kakšen način jo bo pridobil. Enotni smo si v tem, da je v vsakem primeru nesmiselno za manjkajoči del izdelovati dokumentacijo s pomočjo klasičnih geodetskih posnetkov, kot se je to počelo do sedaj. Pač pa je potrebno težiti k temu, da bo dokumentacija pridobljena na tak način, da bo brez večjih naporov in dodatnih obdelav možen takojšen vnos v bazo Network Engineer. Ideja je torej v uporabi mobilnega GIS-a s pomočjo GPS.

4. 1 Splošno o mobilnem GIS-u

Mobilni GIS je programsko orodje, ki zagotavlja tehnološko podporo pri vzdrževanju prostorskih podatkov med zajemanjem le-teh v stvarnem času neposredno na terenu. Bistvo mobilne GIS tehnologije je v možnosti, da uporabnik lahko vzame potrebne digitalne prostorske in opisne podatke s seboj na teren ter jih tam uporablja ter novelira. Glavni namen je avtomatizacija terenske izmere.

Ideja mobilnega GIS-a je torej v tem, da se delo s prostorskimi podatki iz pisarne prenese neposredno na teren. Na tržišču se je mobilni GIS pojavil sredi devetdesetih let vzporedno z razvojem vseh prednosti, ki jih prinašajo terenski računalniki ter razvoj mobilnega računalništva. Z uvedbo mobilnega GIS-a se tradicionalne geodetske meritve počasi zamenjuje z aktivnim obdelovanjem in vzdrževanjem podatkov med samim zajemanjem, sprti na terenu (Šumrada in Čeh 2000).

Tradicionalno snemanje detajlnih točk je namreč kljub sodobni tehnologiji precej zamudno delo. Že zbrane podatke se v tem primeru v obliki map in papirnatih zapiskov prenese na teren, kjer se ročno popravi obstoječe in na novo vnese nove podatke v obliki skic in

zapisnikov. Te se v pisarni znova vnese nazaj v bazo GIS. To povzroča zamude pri posodobitvi baze podatkov, podatki v bazi pa niso tako natančni, kot bi lahko bili. Hkrati pa je tako delo nagnjeno k številnim napakam.



Slika 15: Tradicionalni pristop zajemanja in obdelave terenskih podatkov

S pomočjo primerne strojne in programske opreme, torej z mobilno GIS tehnologijo ter s pomočjo mobilnih računalnikov, se delež ročnega skiciranja zmanjšuje. Na skiciranje detajlov izmere v večji meri vpliva izbira metode dela na terenu. Metoda dela, ki smo jo izbrali za testni zajem Telekomovega omrežja, terenskega skiciranja v celoti ni odpravila, saj se nam je glede na uporabljeno programsko opremo zdelo še vedno bolj primerno zajemati le točkovne objekte in jih nato s pomočjo uporabljene programske opreme za potrebe vektorizacije, povezati s trasami. Hkratno zajemanje točkovnih in linijskih objektov se nam namreč ni zdelo smotno, saj bi v tem primeru posneto točko morali trikrat registrirati. Prvič kot zadnjo točko predhodno posnete linije, drugič kot posnet objekt in tretjič kot prvo točko naslednje linije, vsaki od točk bi morali posebej določiti še pripadajoči atribut. Vse tri točke posnete na »isti« lokaciji pa v tem primeru niti niso združene skupaj. Tako bi že pri samem zajemu na terenu naredili topološko napako, ki bi jo bilo potrebno z nadaljnjimi postopki odpravljati. Z možnostjo zajemanja točk in linij s pripadajočimi atributi, bi odpravili izdelavo skice na samem terenu, kar bi bistveno skrajšalo čas in posledično zmanjšalo stroške zajema.

Temeljni element mobilnega GIS-a je uporaba primerne strojne opreme. Mobilno računalništvo je torej veja računalništva, ki lahko uporablja brezžično tehnologijo za prenos

podatkov s terenskega računalnika na centralni računalnik in obratno. Glavna značilnost terenskih računalnikov je v tem, da so odporni na vremenske vplive, udarce in prah. Sicer so sposobni izvajati vse naloge kot vsak osebni računalnik, le da lahko delujejo ne glede na njihovo fizično lokacijo. Kombinacija terenskega računalništva in brezžične tehnologije prenosa podatkov omogoča avtomatizacijo terenskega dela, dviguje učinkovitost izvajanja nalog in znižuje stroške.

Majhni terenski računalniki so za delo na terenu primerni predvsem zaradi naslednjih lastnosti in značilnosti (Šumrada 2005b):

- so majhni in lahki, z lahkoto jih uporabljamo med hojo;
- so vzdržljivi in odporni na razne terenske razmere in vplive, uporabni tako v dežju, snegu, prahu, na soncu in v temi;
- v pisarni jih lahko dopolnimo z vso dodatno opremo, tipkovnico, večjim ekranom, zunanjo enoto;
- lahko komunicirajo brezžično s strežnikom ali po omrežju.

Poznamo več vrst terenskih računalnikov in sicer notesnike, ročne, peresne, oblačilne računalnike ter dlančnike. Slednji so predvsem primerni za delo na terenu v geodetske namene, saj jih lahko uporabljamo v povezavi z geodetskim instrumentom.

4. 1. 1 Prednosti in slabosti mobilnih GIS-ov

Kot vsaka metoda dela ima tudi mobilni GIS svoje prednosti in slabosti.

Prednosti mobilnega GIS-a (Šumrada 2005b):

- učinkovitost dela na terenu;
- izboljšana kakovost zajemanja prostorskih podatkov;
- zmanjšanje časovnega razmika med zajetjem podatkov na terenu in njihovo dostopnostjo v podatkovni bazi;
- možnost brezžične komunikacije z omrežjem;
- časovni in posledično finančni prihranki;

- možnost uporabe na terenu tudi ob slabših vremenskih pogojih;
- odprava oz. zmanjšanje deleža ročnega skiciranja, posledično manjša nagnjenost k napakam.

Kljub temu, da metoda uporabe mobilnega GIS-a prinaša kar nekaj prednosti, pa moramo omeniti tudi slabosti, ki so povezane s to metodo dela.

Slabosti mobilnega GIS-a so predvsem (Šumrada in Čeh 2000):

- večja tehnološka zapletenost pri prenosu podatkov,
- slabša vidljivost na majhnem ekranu na samem terenu,
- večja poraba energije,
- večja obremenjenost operaterja,
- zadržki uporabnikov pred novimi metodami dela.

Kot sem že omenila, lahko pridobivanje geografskih podatkov poteka na več različnih načinov – daljinsko zaznavanje, aero snemanje, geodetsko snemanje in terenski zajem podatkov z GPS. V nadaljevanju se bom posvetila predvsem zajemanju podatkov preko mobilnega GIS-a s pomočjo GSP meritev.

4. 1. 2 Ideja za vzpostavitev mobilnega GIS-a za potrebe zajemanja manjkajočih podatkov o telekomunikacijskem omrežju

Ideja je vzpostaviti mobilni geografski informacijski sistem za podporo delu na terenu pri zajemanju manjkajoče Telekomove dokumentacije. Glavni namen je, da bi s pomočjo primerne programske ter strojne opreme ter ob podpori GPS sprejemnika, ki sledi našemu gibanju po prostoru, imeli neposredno na terenu možnost pridobivanja podatkov o telekomunikacijskem omrežju, pridobljene podatke pa brez večjih naporov uvoziti v bazo podatkov.

Za potrebe pridobivanja podatkov s terena ter uvoza le-teh v bazo podatkov smo tako uporabili metodo pridobivanja podatkov s pomočjo mobilnega GIS-a, ob podpori dlančnika z vgrajenim GPS-jem.

4. 2 GPS zajem podatkov za mobilni GIS

GPS je satelitski sistem, ki omogoča sprejemnikom na Zemlji preko satelitskih signalov določitev lokacije. Sprva je bil načrtovan za vojaške namene, danes pa je vse bolj razširjen tudi med civilnim prebivalstvom. Sestavljen je iz 24 aktivnih satelitov, ki krožijo v šestih enakomerno razmaknjenih tirnicah z obhodnim časom 24 ur, s po 4 sateliti na uro. S poljubne točke na Zemlji je v določenem trenutku vidnih od 6 do 11 satelitov, za ustrezno določitev položaja sprejemnika pa je potrebna informacija najmanj štirih satelitov (Stopar in Kozmus 2003).

GPS sistem torej omogoča določitev položaja kjerkoli na Zemlji v vsakem času, vse dni v letu ne glede na vremenske razmere.

Osnova GPS sistema so sateliti, katerih položaj v vesolju je vedno natančno znan. Določitev položaja na zemlji temelji na merjenju najmanj štirih razdalj od sprejemnika na zemlji do posameznega satelita. Razdaljo dobimo na osnovi meritev časovnega zamika med trenutkom oddaje signala s satelita in trenutkom sprejema signala v sprejemnik. Časovni zamik lahko pridobimo na dva načina in sicer z izvajanjem kodnih opazovanj ali z izvajanjem faznih opazovanj.

4. 2. 1 Zgradba GPS sistema

GPS je sestavljen iz treh delov: vesoljski, kontrolni in uporabniški del. Vesoljski del sestavljajo sateliti, ki na zemljo pošiljajo podatke o svojem položaju in ostale informacije, potrebne za izvajanje meritev. Kontrolni oziroma nadzorni del vključuje zemeljske postaje, ki skrbijo za nadzorovanje poti satelitov, usklajevanje njihovih atomskih ur in nalaganje podatkov, ki jih oddajajo sateliti. Uporabniški del sestavljajo civilni in vojaški GPS

sprejemniki, ki opazujejo in shranjujejo sprejeti signal, na osnovi katerega določijo svoj položaj, hitrost gibanja in pridobivajo podatek o času (Rožič 2003).

Osnovna funkcija GPS sprejemnika je torej prikaz točne lokacije, izpis geografskih koordinat, na katerih se sprejemnik v točno določenem času nahaja.

4. 2. 2 Način izvajanja GPS meritev in s tem povezana natančnost

GPS meritev lahko izvajamo na več različnih načinov. Glede na način določitve razdalj med sateliti in sprejemnikom ločimo kodna in fazna opazovanja.

Glede na način določanja položaja ločimo absolutno, relativno in diferencialno metodo. Glede na način zajemanja ločimo statično, kinematično ter »stop&go« metodo. Glede na čas obdelave opazovanj ločimo post-procesiranje in sprotno obdelavo opazovanj. Za kateri način meritve se odločimo, je predvsem odvisno od tega, kakšno natančnost želimo doseči.

Kodna opazovanja

Pri kodnem opazovanju temelji določitev časovnega zamika na korelaciji kode oddane s satelita in kode sprejete s sprejemnikom. Korelacija kode pomeni primerjavo kode oddane s satelita s kodo generirano v sprejemniku. Ko s satelita oddano kodo sprejemnik sprejme, sta kodi enaki, vendar nista časovno usklajeni – kodi sta časovno zamaknjeni za časovni zamik, to je čas potovanja signala od satelita do sprejemnika. S kodnim opazovanjem lahko dosežemo metrsko natančnost. Lahko pa to natančnost izboljšamo z uporabo diferencialne metode GPS.

Fazna opazovanja

Fazna opazovanja temeljijo na nemoduliranih nosilnih valovanjih L1 in L2. Opazovana količina v primeru faznih opazovanj je fazna razlika med fazo valovanja, oddano s satelita, ter fazo valovanja, ki je generirana v sprejemniku. Fazna razlika omogoča izvedbo opazovanj, četudi v samem začetku ne poznamo števila celih valov med satelitom in sprejemnikom, ki je potreben za določitev razdalje med satelitom in sprejemnikom. S faznim opazovanjem lahko

dosežemo centimetrovsko natančnost. Natančnost se pri faznem opazovanju lahko izboljša s pomočjo post-procesiranja ali z relativno metodo izmere.

Absolutno določanje položaja

Osnova za določevanje položaja GPS sprejemnika je izračun psevdo razdalje od satelitov do posamezne točke. Absolutna metoda je najenostavnejša metoda za določitev položaja točke – je pa hkrati najmanj natančna.

Relativno določanje položaja

Relativno določanje položaja uporabljamo, kadar potrebujemo meritve, opravljene z večjo natančnostjo. Relativni položaj predstavlja položaj, podan relativno glede na dano točko ali množico točk. Relativni položaj je torej podan z baznim vektorjem, to je vektor, ki povezuje dve ali več točk med sabo. Ker poznamo koordinate na dani točki, lahko modeliramo pogreške na mobilnem sprejemniku, ki mora biti v določenem radiju od dane točke.

Post-procesiranje

Pri post-procesiranju gre za naknadno obdelavo podatkov v pisarni. Tako lahko pridobimo boljšo natančnost položaja točk, ki smo jih zajeli s pomočjo faznih opazovanj. S post-procesiranjem oziroma z naknadnim obdelovanjem podatkov odpravimo nekatere pogreške kot so:

- pogrešek tirnic satelita;
- pogreški satelitovih ur;
- pogreški sprejemnikove ure;
- vplivi ionosfere;
- vplivi troposfere;
- odboj signala od objektov v bližini – multipath.

Določitve položaja lahko po natančnosti razdelimo vsaj na pet osnovnih nivojev (Geodetska uprava RS, 2007): nekajmetrska natančnost, podmetrska natančnost, nekajdecimetrovsko natančnost, nekajcentimetrovsko natančnost, podcentimetrovsko natančnost. Natančnost določitve položaja na osnovi GPS opazovanj pa je poleg izbranega načina merjenja, odvisna tudi od

kvalitete opazovanj in od geometrijske razporeditve opazovanih satelitov. Vplive na GPS opazovanja lahko razdelimo glede na njihov izvor v tri skupine:

- vplivi z izvorom v satelitih, ki vključujejo pogreške tirnic satelitov in satelitovih ur;
- vplivi z izvorom v sprejemniku in njegovi okolici, ki vključujejo odboj signala od objektov v bližini (»multipath«), spreminjanje položaja faznega centra antete in šum sprejemnika;
- vplivi z izvorom v mediju, v katerem signal potuje (vključuje ionosfersko in troposfersko refrakcijo).

4. 2. 3 Sprejemniki GPS

Storitve sistemov satelitske navigacije lahko uporablja vsak posameznik, ki ima ustrezen sprejemnik. Funkcije sprejemnika so določene z zmogljivostjo programske opreme in tipa sprejemnika (Ranfl 2004).

Stopar in Kozmus (2003) pravita, da sprejemnike za GPS opazovanja razlikujemo po:

- načinu obdelave signalov (samo kodni ali kodni in fazni način);
- frekvenčnem razponu (samo L1 ali L1 in L2);
- vsebnosti elektromagnetnega šuma;
- pomnilniških sposobnostih;
- obliki;
- velikosti;
- masi ...

GPS sprejemniki obstajajo v naslednjih oblikah (Šumrada in Čeh 2000):

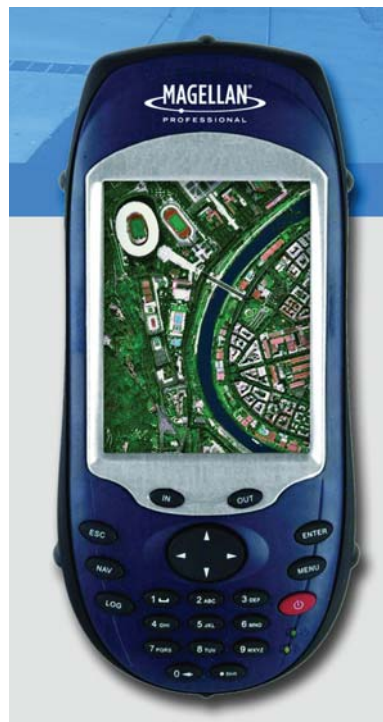
- samostojni GPS sprejemnik;
- sprejemnik kot modul za priključitev na drugo napravo (prenosni računalnik);
- ročni računalnik ali dlančnik z integriranim GPS sprejemnikom in
- avtomobilski navigacijski sistemi.

Ranfl (2004) omenja pet osnovnih delov sprejemnika:

- antena;

- radiofrekvenčni del;
- mikroprocesor;
- kontrolna enota;
- spominska enota ali pomnilnik;
- viri energije.

Naloga antene je, da sprejema signale iz satelita in jih nato, filtrirane in ojačane, pošlje v radiofrekvenčni del sprejemnika, hkrati pa je njena naloga tudi, da odstrani signale odbite od objektov v bližini. Radiofrekvenčni del je osrednji del sprejemnika. Njegova naloga je, da istočasno sprejema signale z vseh satelitov, ki so nad horizontom antene. Funkcija radiofrekvenčnega dela sprejemnika je, da loči in prepozna signal s posameznega satelita. Naloga mikroprocesorja je, da kontrolira delo sprejemnika in omogoča navigacijo s sprejemnikom na osnovi opazovanih psevdorazdalj. Kontrolna enota zagotavlja nadzor nad funkcijami in delovanjem sprejemnika. Izvaja kontrolo nad opazovanji in odstranjuje grobe napake. Spominska enota ali pomnilnik shranjuje podatke opazovanj na ustrezen pomnilniški medij. Mediji za shranjevanje so lahko pomnilniške kartice, mikročipi, zgoščenke, trdi disk. Vir energije predstavlja enota za napajanje prenosnih sprejemnikov GPS. Uporabljajo se enosmerni nizkonapetostni viri, kot so svinčeni, nikelj-kadmijevi in litij-ionski akumulatorji.



Slika 16: Primer dlančnika MobileMapper CX (CGS plus 2007)

Kot vsaka metoda ima tudi ta svoje prednosti in slabosti. Prednosti GPS tehnologije pred klasičnimi geodetskimi merskimi postopki so:

- visoka produktivnost meritev;
- na razpolago kjerkoli na Zemlji;
- vremenski pogoji za izvedbo niso pomembni;
- medsebojna vidnost točk ni potrebna;
- možnost določitev tridimenzionalnega položaja;
- položaj, ki ga dobimo z GPS je geometrijski položaj.

Slabosti GPS tehnologije:

- v okolici opazovane točke ne sme biti ovir, ki bi onemogočale ali motile sprejem GPS signala;
- elipsoidna višina točke, ki jo dobimo na osnovi GPS opazovanj, je neprimerna za praktično uporabo;
- za praktično uporabo ortometrične višine točke moramo poznati obliko ploskve geoida.

4.3 Testni zajem manjkajočih podatkov o telekomunikacijskem omrežju

Glavni cilj zajema podatkov na terenu je dopolnitev manjkajoče dokumentacije o Telekomovem omrežju.

Namen testnega zajema je na izbranem območju zajeti del trase ter na podlagi rezultatov sestaviti projektno nalogo za potrebe zajema manjkajoče dokumentacije Telekomovega omrežja na območju celotne države. Oceniti je potrebno prednosti in slabosti pridobivanja podatkov z metodo zajemanja s pomočjo mobilnih GIS-ov, ter podati ekonomsko in časovno oceno zajema testne trase.

Za testni zajem smo izbrali območje funkcijske lokacije 1158 - Gradišče nad Pijavo Gorico. Po ogledu lokacije smo ugotovili, da je primerna za testni zajem, saj je na terenu še viden potek trase Telekomovega omrežja, tako nedokumentirane zračne trase kot tudi trasa nove optične napeljave.

Dela smo se lotili po sledečem postopku:

- opredelitev problema in predmet naloge;
- struktura podatkov, ki jih je potrebno zajeti;
- analiza programske in strojne opreme;
- pregled in priprava podatkov, ki bodo služili kot podlaga;
- testni zajem;
- prenos in obdelava dobljenih podatkov;
- prikaz rezultatov projekta.

4.3.1 Problem in predmet naloge

V nalogi je bilo potrebno analizirati ter oceniti količino nedokumentiranih in novo grajenih nadzemnih ter podzemnih tras. Prav tako je bilo potrebno analizirati količino že zajete trase na posameznem območju. Potrebno je bilo finančno in časovno oceniti testni zajem, izraziti namen zajema trase ter predstaviti način izbire trase primerne za snemanje.

Nedokumentirano stanje se najlažje razbere iz posamezne FL in sicer tako, da se na podlago DOF-a iz baze naložijo vse že dokumentirane trase v določeni FL. Oceni se približna količina še ne dokumentirane trase, ki jo je nato na terenu potrebno zajeti.

Preglednica 2: Prikaz že dokumentiranega stanja v FL 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico pred zajemom na terenu

Oznaka	Opis	Vrednost
FL	Številka funkcijske lokacije	1158
ITD_PNT	Število ITD točk (zajetih predhodno s strani Telekoma)	21
ITD_PLL	Število ITD polilinj (zajetih predhodno s strani Telekoma)	19
ITD_M	Količina ITD trase v metrih (zajete predhodno s strani Telekoma)	199,05 m
DFG_PNT	Število zajetih točk v postopku vektorizacije	344
DFG_PLL	Število zajetih linij v postopku vektorizacije	822
DFG_M	Količina zajetih polilinj v postopku vektorizacije	7362,48 m
SUM_PNT	Skupno število dokumentiranih točk	365
SUM_PLL	Skupno število dokumentiranih polilinj	841
SUM_M	Skupna količina dokumentiranih tras v metrih	7561,53 m

Na območju testnega zajema znaša ocena že dokumentirane trase 7561,53 m. V celoti je dokumentiran južni ter delno zahodni del FL. Testni zajem smo izvedli na vzhodnem delu FL. Zajeli smo približno 3700 m dolgo traso. Klub temu pa ostaja še vedno nedokumentiran severozahodni del FL.

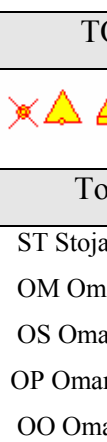
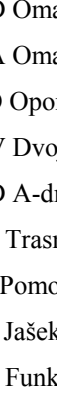
Pred zajemom je bilo potrebno predvideti težave, ki bodo morda nastopile med samim zajemom. Pri tem je vredno poudariti dve potencialni težavi. Prva je povezana z natančnostjo pridobljenih podatkov. Kolikšna je torej še zadovoljiva natančnost posnetega dejanskega stanja trase in ali bomo s pomočjo mobilnega GIS-a na podlagi GPS to natančnost lahko dosegli. In druga, ki predstavlja izgubo GPS signala na določenih, bolj zaprtih predelih. Težavo bi lahko predstavljal tudi prenos podatkov, ki mora biti omogočen tako iz računalnika na dlančnik, kot tudi obratno. Izbrana strojna in programska oprema to tudi omogoča.

4.3.2 Struktura podatkov

V dogovoru s Telekomom je potrebno uskladiti nabor podatkov, ki so potrebni za zajem. Za zajem uporabimo podobno strukturo podatkov in atributov, kot v fazi vektorizacije, kjer smo ločeno zajemali točkovne in polilinijske podatke, kot je prikazano v preglednici 3.

Zajemajo se geometrični in opisni podatki o trasah, se pravi podatki o linijskih in točkovnih objektih. Za zajem podatkov na terenu naj bi se uporabljala podobna organizacijska struktura, kot jo Telekom uporablja do sedaj.

Preglednica 3: Vrste elementov, ki se uporabljajo za zajem

Element	TOČKA	POLILINIJA
Grafični simbol		
Vrste objektov	Točkovni	Linijski
Vrste točkovnih in linijskih atributov	<ol style="list-style-type: none"> 1. ST Stojalo v prostoru 2. OM Omara v prostoru 3. OS Omarica v steni 4. OP Omarica na podstavku 5. OO Omarica na oporišču 6. OD Omarica na dvojniku 7. OA Omarica na A-drogu 8. EO Oporišče enojno 9. DV Dvojnik 10. AD A-drog 11. TS Trasni spoj 12. PJ Pomožni jašek 13. JA Jašek 14. FL Funkcijska lokacija 15. BP Brezžična postaja 16. RP Repetitor 17. Robna točka 	<ol style="list-style-type: none"> 1. V kanalizaciji, 2. V zemlji, 3. Nadzemno, 4. V galeriji 5. V zaščitni cevi 6. Znotraj objekta

Preglednica 3 prikazuje vrste točkovnih in linijskih objektov, primernih za potrebe vektorizacije in prav tako za potrebe zajema na terenu.

4.3.3 Analiza programske in strojne opreme

Pri izbiri strojne ter programske opreme smo upoštevali nekatere omejitve in zahteve s strani naročnika. Glavne zahteve, na katere smo bilo pozorni pri izbiri primerne strojne opreme, ki jo sestavlja dlančnik z vgrajenim GPS, so bile:

- 1 – 5 metrska natančnost izmere neobdelanih opazovanih podatkov;
- podpirati mora programsko opremo Windows CE in razna GIS orodja;
- dlančnik mora biti dovolj robusten in majhen, primeren za uporabo na terenu;
- biti mora enostaven za uporabo in cenovno sprejemljiv.

S programsko opremo smo morali zagotoviti nekaterim zahtevam; in sicer program mora podpirati vektorske in rastrske standardne formate (shp, dbf, jpeg, tiff) ter omogočati branje, pisanje, urejanje tako atributnih kot grafičnih podatkov.

Glede na zgoraj našteje zahteve smo se pri testnem zajemu odločili za dlančnik MobileMapper CX s programsko opremo DigiTerra Explorer.

MobileMapper CX

MobileMapper CX je robusten GPS sprejemnik za univerzalno GIS uporabo. Ima vgrajeno Windows CE platformo, ki zagotavlja skladnost z različnimi GIS aplikacijami. GPS sprejemnik naj bi, po zagotovitvi proizvajalcev, omogočal delo z metrsko natančnostjo v dejanskem času in nekajdecimetrsko natančnost z naknadno obdelavo podatkov.

Poleg tega MobileMapper CX vključuje (CGS plus 2007):

- WLAN in bluetooth brezžično tehnologijo;
- zmogljivo baterijo z možnostjo zamenjave na terenu;
- odstranljivo SD spominsko kartico kapacitete do 4GB;
- na dotik občutljiv ekran in vgrajeno alfanumerično tipkovnico.



Slika 17: Delo z dlančnikom MobileMapper CX

Robustno ohišje uspešno kljubuje težkim terenskim pogojem. Njegova zasnova omogoča prenos padcev in udarcev poleg tega pa je tudi vodoodporen (CGS plus 2007).

DigiTerra Explorer

DigiTerra Explorer je programska oprema za zbiranje in obdelavo geoinformacijskih podatkov, ki delujejo na različnih platformah. Terenske geodetske meritve so podprte s prejetimi GPS podatki. Zaradi sposobnosti integracije se izdelava izvaja v izvornem formatu, brez kakršnihkoli pretvarjanj podatkov. V program je vgrajen modul za hitro delo z bazami podatkov.

Glavne značilnosti DigiTerra Explorer-ja so (CGS plus 2007):

- podpira različne platforme (Windows CE, 9x/NT/2000/XP...);
- omogoča direktno branje pisanje in urejanje standardnih formatov vektorskih, rastrskih in tabelarnih podatkov (Shp, Dbf, Jpeg, Tiff, Dxf ...) tako v pisarni kot na terenu,
- možnost uporabe neomejenega števila slojev;

- urejanje atributnih podatkov;
- popolna GPS in diferenčna GPS podpora;
- vgrajen modul za hitrejše urejanje podatkov in podatkovnih baz;
- navigacija, planiranje smeri.

4. 3. 4 Pregled in priprava podatkov za teren

Predhodno je potrebno na dlančnik naložiti podatke, ki jih bomo uporabljali kot podlago pri merjenju Telekomove trase in sicer:

- Za grobo kontrolo geometrije smo uporabili barvni digitalni ortofoto (DOF), ki smo ga pridobili s strani naročnika. Zapisan je v rastrskem formatu TIF, podatki o lokaciji posameznega lista pa so podani s geolokacijsko TFW datoteko. Z namenom, da bi prihranili prostor, smo TIF format pretvorili v JPEG.
- Meje funkcijskih lokacij smo prav tako pridobili od naročnika v Esri SHP formatu, v obliki poligona.
- Na razpolago imamo tudi Esri SHP formate že dokumentirane trase, se pravi trase, ki smo jo predhodno vektorizirali in izvršilno tehnično dokumentacijo (ITD) pridobljeno od Telekoma Slovenije. Ločeno so zapisani točkovni ter linijski objekti (trase).
- Po potrebi si lahko pomagamo tudi z evidenco hišnih števil (EHIŠ), ki je podana v Esri SHP formatu.

Za prenos podatkov iz PC-ja na dlančnik je potrebna uporaba Microsoft Active Sync programa. Podatke smo nato s pomočjo USB kabla enostavno prenesli iz PC-ja na dlančnik.

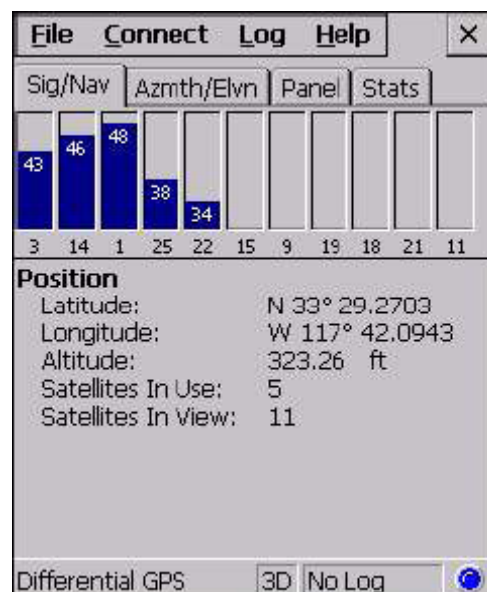
4. 3. 5 Testni zajem

Pred prvo uporabo je bilo potrebno izvesti kalibracijo ekrana ter nastaviti časovni pas, da se nato avtomatsko posodobi sistemski datum in čas. Izvesti je potrebno še inicializacijo GPS-ja. To naredimo tako, da se postavimo na mesto, kjer imamo čisto odprto nebo, nato izberemo ukaz »Start>>Programs<><<GPS Utilities<><<GPS Inicialization<< ter izberemo celino in državo, v kateri se nahajamo ter podamo še trenutni čas in datum. Sledi še nastavitvev GPS-ja.

S tem kontroliramo želeno stopnjo natančnosti pri preračunavanju GPS pozicije. To nastavimo z ukazom »Start> »Programs<><<GPS Utilities<><<GPS Settings<<. Nastavimo:

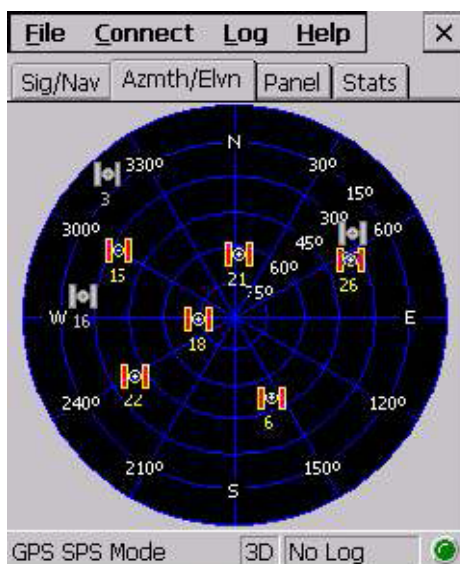
- Maksimalno PDOP (Position Dilution Of Precision) vrednost – določajo jo pozicije GPS satelitov v orbiti. Višja kot je PDOP vrednost, manj natančna je pozicijska natančnost. Vrednost večjo od 7 smatramo za »slabo« zato maximum PDOP nastavimo na 6.
- Minimalna SNR (Signal to Noise Ratio) vrednost – predstavlja vrednost motnje signala. Ta naj ne bo nastavljena prenizko (manj kot 20) zato smo minimum SNR nastavili na 23.
- Evalacijsko vrednost (Elevation Mask) – z njo se nastavi kot, ki določa, da mora biti vsak satelit vsaj na takem izbranem kotu (stopinjah) na horizontu. Evalacijska vrednost naj bo nastavljena dovolj visoko (15 stopinj ali več).
- Višino antene (Antenna Height) – ta predstavlja vrednost izmerjeno od tal do vrha in znaša v našem primeru 2,13m.

Spremljanje trenutnega stanja GPS statusa omogoča, da lahko vsak trenutek preverimo trenutno postavitev GPS satelitov. Do GPS statusa pridemo z ukazom »Start> »Programs<><<GPS Utilities<><<GPS Status<<.



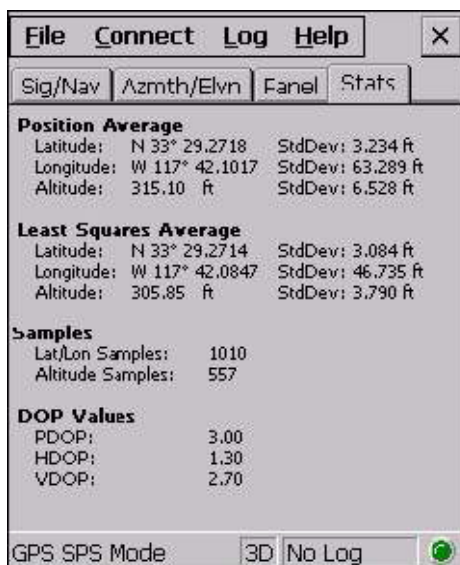
Slika 18: Pogled v okno »kvaliteta signala/navigacija«

Na sliki 18 zavihek »Kvaliteta signala/navigacija«, predstavlja prikaz nadziranja vrednosti SNR za posamezni satelit. V predelu »Position« pa prikazuje koordinate trenutne GPS pozicije vključno z višino ter številom satelitov v uporabi in številom vseh zaznanih satelitov v vidnem polju.



Slika 19: Pogled v okno »azimutni kot/višina«

Na sliki 19 zavihek »azimutni kot in višina« predstavlja prikaz vseh satelitov, ki so trenutno v vidnem polju.



Slika 20: Pregled statistike

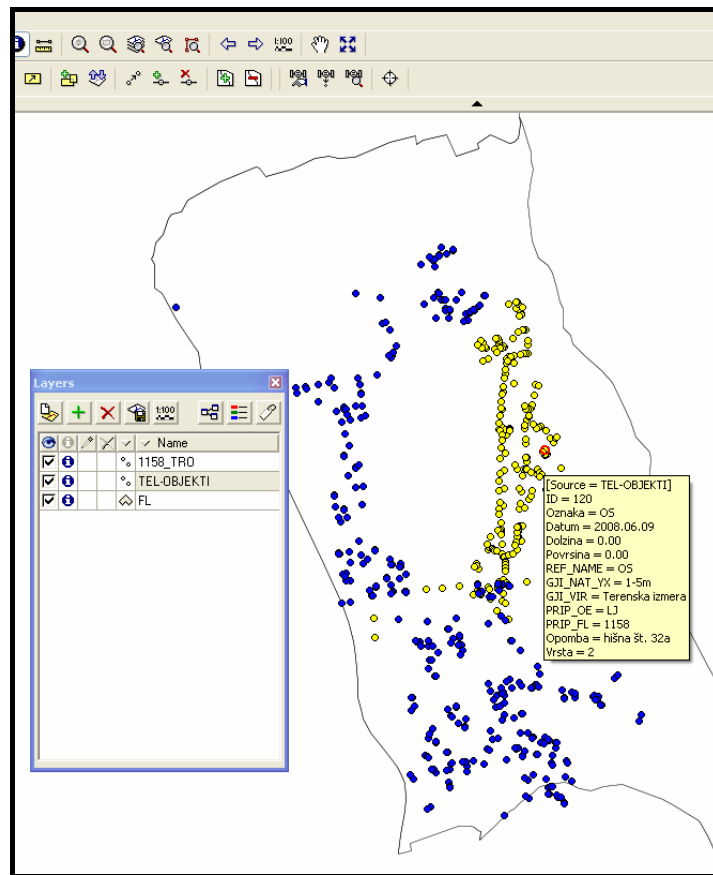
V statističnem oknu, ki ga prikazuje slika 20, se izpisujejo povprečne koordinate preračunane lokacije ter parametri natančnosti in PDOP vrednosti, v skladu z GPS sprejemnikom v statični metodi.

Po uvodnih nastavitvah pričnemo z izvajanjem meritev. Meritve so bile izvedene z absolutno metodo meritve GPS položaja, na podlagi kodnih opazovanj. Uporabili smo možnost »Povp« z nastavitvijo na 10. Kar pomeni, da meritev na vsaki točki traja 10 sekund, shrani pa se povprečna vrednost merjenih koordinat v tem času. V času meritev je bilo povprečno vidnih po 7 satelitov. Signal je bil vidno moten pri merjenju točk, ki so se nahajale blizu visokih objektov. Položaj objektov, kot so omarica v steni, je tako težko natančno določiti, saj je natančnost na teh mestih tudi več kot 5 metrov. Zato je pri takih objektih priporočljiva uporaba detajlne skice ali fotografije.

Kljub temu, da so za zajem potrebni tako linijski kot točkovni objekti, smo zaradi hitrejšega in bolj smotrnega zajema, zajemali samo točke s pripadajočimi atributi. Zaradi takega načina dela je bilo na samem terenu potrebno voditi skico izmere, kar je precej zamudno. Poleg tega operater sam težko izvaja meritve in hkrati vodi skico. Prav zaradi vodenja skice, je skoraj nujno na terenu imeti figuranta, kar pa predstavlja dodaten strošek. V bodoče bi bilo potrebno razmisliti o nadgraditvi programske opreme, kjer bi bilo možno brez večjih težav sproti povezovati točke s polilinijami. Točkovne objekte smo shranjevali na nov, predhodno pripravljen sloj. Vsaki posneti točki smo dodelili atribut, glede na vrsto objekta.

Tako dobimo, kot rezultat izmere, množico med sabo nepovezanih točk s pripadajočimi atributi. Točke je potrebno nato še med sabo povezati ter dobljenim polilinijam dodeliti ustrezne attribute, glede na vrsto posnete trase.

Mrežo 223 posnetih točk smo prenesli v računalnik, kjer je sledila dodatna obdelava.



Slika 21: Pregled vektoriziranih objektov (modro) in posnetih objektov (rumeno)

4. 3. 6 Prenos in obdelava dobljenih podatkov

Za prenos podatkov med dlančnikom in PC-jem je potrebna uporaba Microsoft Active Sync programa. Podatki v SHP formatu se s pomočjo USB kabla enostavno prenesejo iz dlančnika na PC.

Ime	Velikost	Vrsta	Datum spremembe
TEL-OBJEKTI.dbf	11 KB	Datoteka DBF	10.6.2008 9:50
TEL-OBJEKTI.dbf.bak	11 KB	Datoteka BAK	9.6.2008 21:15
TEL-OBJEKTI.prj	1 KB	Datoteka PRJ	18.5.2007 12:00
TEL-OBJEKTI.shp	7 KB	AutoCAD Shape So...	10.6.2008 9:50
TEL-OBJEKTI.shp.bak	6 KB	Datoteka BAK	9.6.2008 21:15
TEL-OBJEKTI.shp.xml	10 KB	XML Document	14.6.2008 19:39
TEL-OBJEKTI.shx	2 KB	AutoCAD Compiled ...	10.6.2008 9:50
T-skofljica.dbf	1 KB	Datoteka DBF	9.6.2008 21:44
T-skofljica.dbf.bak	1 KB	Datoteka BAK	9.6.2008 21:44
T-skofljica.prj	1 KB	Datoteka PRJ	18.5.2007 12:00
T-skofljica.shp	1 KB	AutoCAD Shape So...	9.6.2008 21:44
T-skofljica.shp.bak	1 KB	Datoteka BAK	9.6.2008 21:44
T-skofljica.shx	1 KB	AutoCAD Compiled ...	9.6.2008 21:44

Slika 22: Prikaz dokumentov – posneti objekti ter znana točka v SHP formatu

Sloje »TEL-OBJEKTI« smo uvozili v program za vektorizacijo telekomunikacijskih objektov - VETO, kjer smo točkovne objekte »TEL-OBJEKTI« povezali s pripadajočimi polilinijskimi objekti »TEL-TRASE«, glede na dejansko stanje oz. skico. Pri izvozu se nato avtomatsko dodelijo še ostali, s strani naročnika dodeljeni atributi.

Shape	Point
Dfgid	
Str_name	DFG 48476
Cat_name	POLE
Type_name	SYM_EO
Ref_name	EO
Tip_spr	0
St_spr	0
Rotation	0.000
Gji_nat_vx	3
Gji_vir	4
Gji_dim_vx	0.000
Gji_dim_z	0.000
ltd_id	DFG 48476
Prip_oe	LJ
Prip_fl	1158_GRADIŠČE_NAD_PJAVO_GORIC
Prip_kanal	
Prip_proj	M0111
Oznaka	
Oznaka_gi	
Xmlfile	M0111
Xmlfileid	

Shape	PolyLine
Span_name	DFG 48885
Cat_name	OSP
Type_name	CONDUIT
Ref_name	KANALIZACIJA
Tip_spr	0
St_spr	0
To_str	DFG_0
From_str	DFG_0
Calc_len	74.12
Meas_len	74.12
Gji_nat_vx	3
Gji_vir	4
Gji_dim	0.00
ltd_id	DFG 48885
Prip_oe	LJ
Prip_fl	1158_GRADIŠČE_NAD_PJAVO_GORIC
Prip_kanal	
Prip_proj	M0111
Xmlfile	M0111

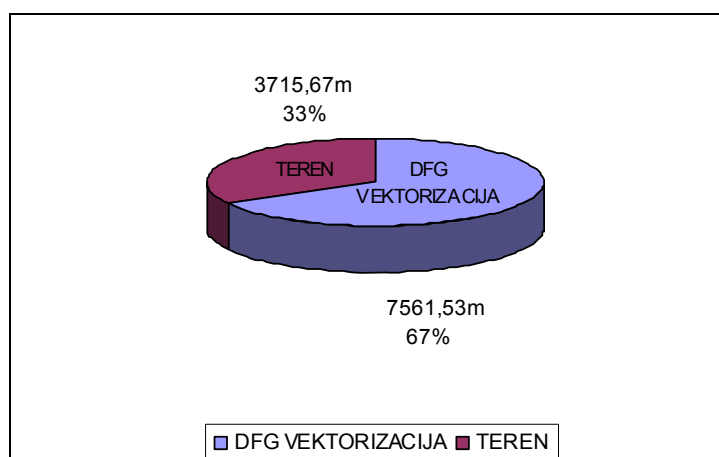
Slika 23: Primer atributov točkovnih (levo) in linijskih (desno) objektov

4. 3. 7 Rezultati testnega zajema

Končni rezultat projekta predstavljajo Telekomovi objekti, zajeti na terenu, ter trase povezane med njimi, s pripadajočimi atributi. Na terenu se je zajelo 3715,67 m trase. Večina zajete trase predstavlja traso v zemlji, približno petina trase pa predstavlja nadzemno oz. zračno traso.

Preglednica 4: Dokumentirano stanje na območju FL 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico, pred in po zajemu na terenu

Oznaka	Opis	Vrednost
FL	Številka funkcijske lokacije	1158
ITD_PNT	Število ITD točk (zajetih že predhodno s strani Telekoma)	21
ITD_PLL	Število ITD tras (zajetih že predhodno s strani Telekoma)	19
ITD_M	Količina ITD trase v metrih (zajetih že predhodno s strani Telekoma)	199,05 m
DFG_PNT	Število zajetih točk v postopku vektorizacije	344
DFG_PLL	Število zajetih tras v postopku vektorizacije	822
DFG_M	Količina zajetih polilinj v postopku vektorizacije	7362,48 m
TEREN_PNT	Število točk zajetih na terenu	223
TEREN_PLL	Število polilinj zajetih na terenu	114
TEREN_M	Količina zajetih tras na terenu	3715,67 m
SUM_PNT	Skupno dokumentiranih točk v FL 1158	588
SUM_PLL	Skupno dokumentiranih polilinj v FL 1158	955
SUM_M	Skupno dokumentirana količina trase v metrih	11277,2 m



Slika 24: Dokumentirano stanje na območju FL 1158 Gradišče nad Pijavo Gorico, pred in po zajemu na terenu

Pri primerjavi med nekaterimi vektoriziranimi objekti in objekti, izmerjenimi na terenu, smo prišli do ugotovitve, da prihaja do največjih odstopanj ravno pri objektih, ki se nahajajo blizu stavb. Na tem mestu je signal moten in je natančnost zato precej slabša. Ponavadi gre za omarice v steni in jaške pred omarico. V našem primeru so to objekti z zaporedno številko 4, 5, 6 in 7.

Preglednica 5: Prikaz razlike med nekaterimi vektoriziranimi in na terenu zajetimi točkami (s sivo barvo so označeni objekti s slabšo položajno natančnostjo)

Zap.št.	Vrsta objekta	Vektorizirana točka		Izmerjena točka		Razlika [m]	
		y	x	y	x	dy	dx
1	JA	468145,392	86280,393	468144,632	86280,013	0,76	0,38
2	JA	468149,194	86265,059	468148,56	86265,185	0,634	0,126
3	OD	468152,616	86266,833	468151,602	86266,706	1,014	0,127
4	JA	468159,079	86289,011	468157,051	86289,645	2,028	0,634
5	OS	468159,966	86287,87	468157,558	86288,884	2,408	1,014
6	OS	468197,859	86272,282	468200,013	86270,635	2,154	1,647
7	JA	468198,619	86273,296	468202,041	86269,748	3,422	3,548
8	JA	468198,112	86293,193	468197,605	86294,334	0,507	1,141
9	JA	468217,629	86308,147	468217,249	86308,908	0,38	0,761
10	JA	468231,569	86275,577	468231,823	86276,211	0,254	0,634
11	OD	468233,597	86274,437	468232,71	86275,577	0,887	1,14



Slika 25: Primerjava vektoriziranih objektov (modro) in objektov, merjenih na terenu (rumeno)

Za pridobitev ocene točnosti uporabljene metode smo izvedli še kontrolno meritev na točki z znanimi koordinatami. Točka je bila predhodno izmerjena s statično metodo v časovnem intervalu meritev nekaj ur ter obdelana s post-procesiranjem.

Točko smo posneli s petimi ponovitvami v dveh dneh. Prvi dan smo izvedli tri ponovitve v nekajminutnem razmaku, drugi dan pa dve ponovitvi. Odstopanja so prikazana v preglednici 6.

Preglednica 6: Pregled razlike med znanimi in izmerjenimi koordinatami

Dana točka											
y				x				h			
467350,22				92776,33				315,9			
Merjena točka											
Osnovni podatki						Merjene koordinate			Odstopanja [m]		
zap št.	ime točke	datum	čas	št. satelitov	pdop	y	x	h	dy	dx	dh
1	2000	7.6.2008	7:41	7	1,8	467350,101	92777,5	314,45	0,1	-1,2	1,4
2	2001	7.6.2008	7:42	9	1,4	467349,998	92777,494	314,62	0,2	-1,2	1,3
3	2002	7.6.2008	7:45	8	1,6	467349,795	92777,494	314,53	0,4	-1,2	1,4
4	3000	9.6.2008	20:45	8	1,6	467350,297	92777,399	315,35	-0,1	-1,1	0,5
5	3001	9.6.2008	20:50	9	1,4	467350,402	92777,499	315,61	-0,2	-1,2	0,3

Iz petih ponovitev smo izračunali srednji kvadratni pogrešek po formuli:

$$s(y) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

$$s(x) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Kjer predstavlja:

s ... srednji kvadratni pogrešek

n ... število opazovanj ($n=5$)

y_i ... vrednost posamezne meritve po y osi

x_i ... vrednost posamezne meritve po x osi

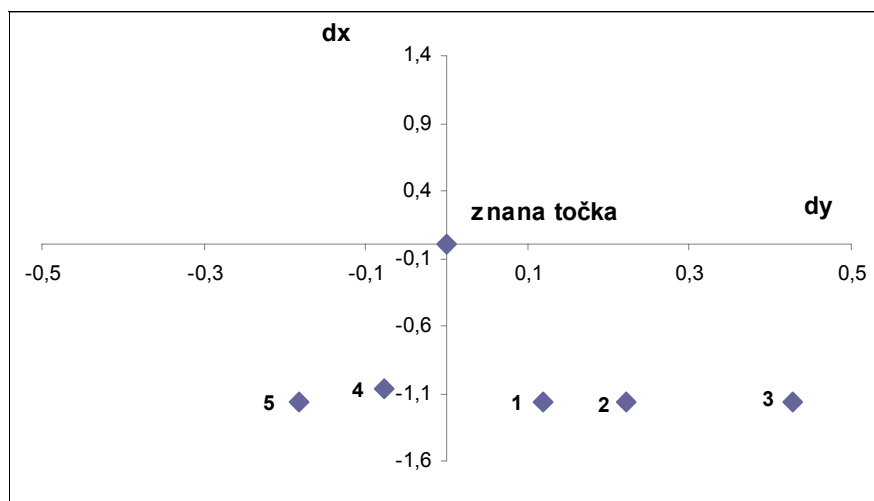
\bar{y} ... prava vrednost po y osi

\bar{x} ... prava vrednost po x osi

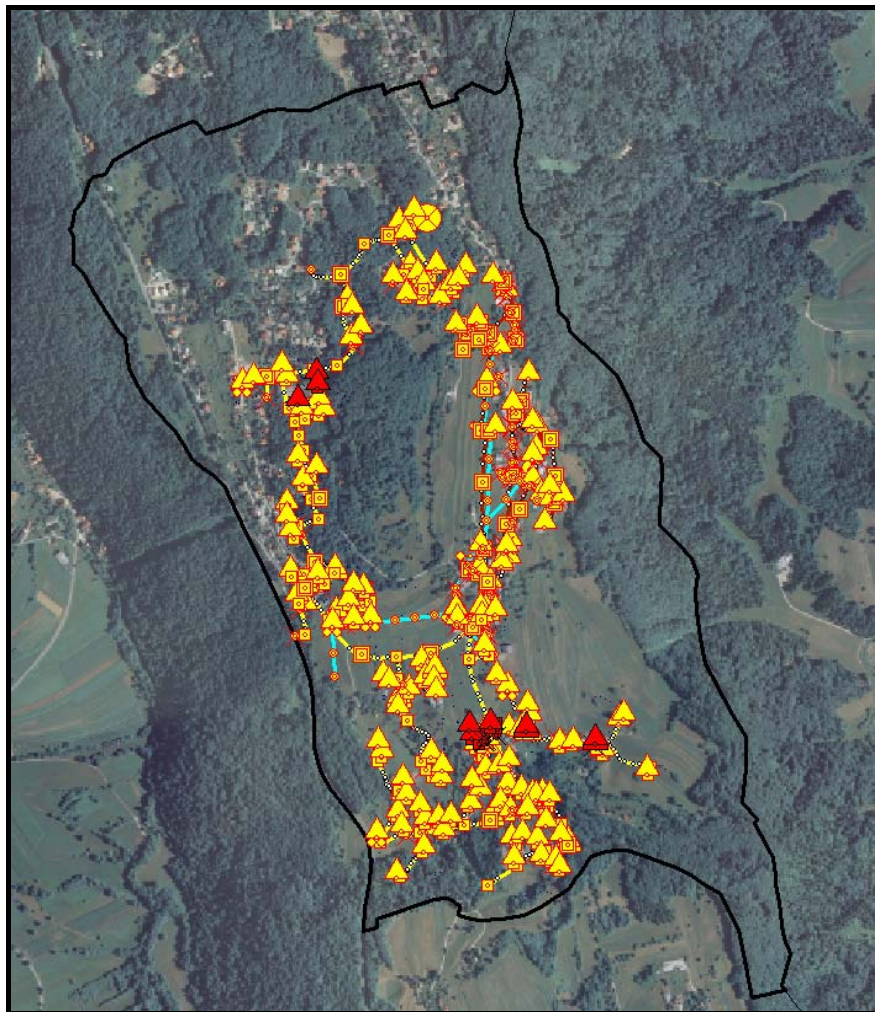
$$s(y) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 0,228$$

$$s(x) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 1,18$$

Srednji kvadratni pogrešek po y osi znaša $s(y) = 0,228$ m; po x osi pa znaša $s(x) = 1,18$ m.



Slika 26: Grafični prikaz odstopanj med znanimi in izmerjenimi koordinatami



Slika 27: Grafični prikaz celotne dokumentacije na območju FL 1158 – Gradišče nad Pijavo Gorico, s terenskim zajemom vred

4. 3. 8 Ovrednotenje rezultatov testnega zajema

Na terenu smo na območju testne lokacije zajeli 3715,67 m trase. Trasa je bila zajeta s skupno 223, med sabo nepovezanimi točkami. Do ocene točnosti, s katero so bile točke posnete, smo prišli na tri načine:

- primerjava objektov v naravi z objekti na DOF-u;
- primerjava nekaterih vektoriziranih Telekomovih objektov s posnetimi na terenu;
- snemanje točke s predhodno znanimi koordinatami.

S prvim in drugim načinom smo prišli do ugotovitve, da so bili Telekomovi objekti, ki so se nahajali neposredno ob stavbi (omarica v steni, jašek), izmerjeni s precej slabšo natančnostjo. V teh primerih je prišlo tudi do 3,5 m razlike med istim izmerjenim in vektoriziranim objektom. Prav tako so na natančnost izmere vplivale druge naravne ali umetne ovire, ki so preprečevale dostop signala. Velika večina objektov pa se je nahajala na odprtem, signalu dostopnem območju. Pri teh je prišlo od 0,1 m do 1,1 m razlike med istim, predhodno vektoriziranim in izmerjenim objektom na terenu. Na sliki 25 so prikazana večja odstopanja.

S snemanjem točke s predhodno znanimi koordinatami smo prišli do ugotovitve, da je na točki z znanimi koordinatami prišlo do razlike od 0,1 m do 0,4 m po y osi in od 1,1 do 1,2 m po x osi. Srednji kvadratni pogrešek po y osi tako znaša $s(y) = 0,24$ m; po x osi pa znaša $s(x) = 0,04$ m.

Glede na to, da je celotna vektorizacija potekala večinoma po načrtih merila 1:1000, se pravi, da je večina objektov vektorizirana z natančnostjo od 1 do 5 m, lahko naše meritve, glede na zgoraj podane rezultate, smatramo za dovolj natančne. Natančnost s takimi odstopanji sicer ne moremo smatrati kot geodetsko natančnost, vendar je za naše potrebe sprejemljiva.

4. 4 Ocena testnega zajema

Manjkajočo dokumentacijo Telekomovega omrežja smo se odločili zajeti s pomočjo Mobilnega GIS-a predvsem zaradi naslednjih razlogov:

- lažji in hitrejši način določitve položaja v prostoru;
- enostaven način za ažurno spremljanje sprememb v prostoru;
- enostavna in poceni izmera Telekomovih tras ter objektov;
- zajem prostorskih podatkov za potrebe vzpostavitve GIS;
- zajem prostorskih podatkov za potrebe GJI.

Razlog za zajem podatkov s pomočjo MobileMapper CX je v tem, da naročnik Telekom Slovenije predvideva nakup dlančnikov, ki so tehnično enakovredni uporabljenemu. Dlančnik je za potrebe in pogoje, ki jih postavlja naročnik dovolj zmogljiv in hkrati cenovno ugoden.

Šele tekom pridobivanja podatkov in vzpostavitve sistema enotnega vodenja in hranjenja podatkov v GIS bazo – Network Engineer je naročnik dobival pregled nad dejanskim stanjem dokumentacije, ki se je vsa leta nabirala v analogni in zato precej neprimerni obliki za iskanje in dodatno obdelovanje. Med projektom se je izkazalo, da nekatera dokumentacija o poteku trase, kje v naravi dejansko poteka kabel, ne obstaja. Zato je potrebno razviti sistem za pridobivanje teh manjkajočih podatkov. V ta namen se je v diplomski nalogi opravil testni zajem s pomočjo mobilnega GIS-a.

Prvi pogoj, ki ga je bilo potrebno pri tem upoštevati, se nanaša na natančnost. Podatki so bili pridobljeni z obdelavo analognih dokumentov, se pravi z vektorizacijo skeniranih skic, ki so bile večinoma v merilu 1 : 1000, 1 : 5000, nekaj pa tudi merila 1 : 25000. Natančnost za merilo 1 : 1000 se giblje od 1 do 5 metrov, v primeru merila 1 : 5000 in 1 : 25000 pa od 10 do 20 metrov in več. Poleg tega je nedokumentirano stanje potrebno pridobiti za trase kablov, ki so bili položeni že pred leti in se zato izkopa trase na terenu v večini primerov ne vidi več. V tem primeru je edina možna pomoč iskalec kabla. To je naprava, s pomočjo katere lahko določimo in sledimo poteku kabla pod zemljo. A tudi to ni najbolj zanesljiva metoda. Zato je prevladalo mnenje, da ne bi bilo smotno zajemati stanja z manj kot metrsko natančnostjo.

Posebne težave bi lahko predstavljalo iskanje tras v urbanih, poseljenih območjih. Tukaj je gostota kablov različnih izvajalcev precejšnja in je zato iskanje precej oteženo. Večinoma se vsa infrastruktura v urbanih območjih polaga po že obstoječih kanalizacijah.

V vsakem primeru je priporočljivo, da se terensko delo izvaja ob pomoči tako imenovanega rajonskega inženirja, priporočljivo pa je, pred odhodom na teren, pregledati morebitno dokumentacijo, skice, gradbene dnevnike in podobno, iz česar je razvidna približna lokacija, razdalje od objektov in morebitne podrobnosti, ki jih na terenu ne opazimo.

Drugi pogoj, predstavlja precejšnja količina podatkov in hkrati časovna omejitev. Glede na količino še ne dokumentiranega stanja, je potrebno razmisliti, koliko časa bi za določeno območje potrebovali, v primeru snemanja po klasični geodetski izmeri in koliko bi prihranili z metodo zajema s pomočjo mobilnega GIS-a. Predvidevamo, da je klasična geodetska izmera preveč zamuden in dolgotrajen postopek, da bi se na ta način lotili zajemanja.

Tretji pogoj predstavlja primerna oblika zapisa podatkov, le-ti morajo biti namreč primerni za takojšnji uvoz v bazo podatkov, brez naknadne obdelave. Na ta način se prihrani precej časa poleg tega pa je manj možnosti za napake. To lahko zagotovimo le z zajemom podatkov neposredno v Esri SHP formatu. SHP format je primeren za izvažanje v XML format, ki se lahko nato neposredno uvozi v bazo.

Četrty pogoj predstavlja finančna omejitev. Glavni strošek projekta, predstavlja strošek delovnih ur, porabljenih za sam zajem. Zato je pomembno razviti metodo, s pomočjo katere bo terensko delo kar najhitreje opravljeno. Stroški, nastali pri projektu zajemanja nedokumentiranega stanja, poleg delovnih ur, predstavljajo še:

- stroški nabave inštrumenta ter programske opreme,
- stroški izobraževanja kadra,
- stroški prevoza oz. potni stroški.

5 ZAKLJUČEK

Tako kot Telekom Slovenije imajo tudi mnoga druga, predvsem podjetja, ki se ukvarjajo s komunalnimi vodi, precej dokumentacije še vedno v analogni obliki. Pretvorba večjih količin analognih podatkov v digitalne pa je precej obsežen projekt, ki se ga podjetja le s težavo lotevajo.

Sprotno stanje se v večini podjetij zajema s klasično geodetsko izmero. Kar je precej zamudno delo, saj podatki pridobljeni na ta način potrebujejo še dodatno obdelavo, da bi bili primerni za vnos v baze podatkov. Za podjetja, ki upravljajo s prostorsko infrastrukturo, je v današnjem času skoraj nujna vzpostavitev geografskega informacijskega sistema, saj lahko na ta način lažje in enostavneje opravljajo s podatki ter prihranijo čas za kasnejše izvajanje prostorskih analiz. Podatki, pridobljeni na terenu, morajo iti skozi več faz obdelave, da so primerni za vnos v bazo. Delo si lahko olajšamo z zajemanjem podatkov s pomočjo uporabe mobilnega sistema GIS s pomočjo terenskih računalnikov.

Razvoj sodobne tehnologije, kot je uporaba GPS v geodeziji, uporaba GIS-ov, prenosnih in terenskih računalnikov, mobilnih sistemov, so v zadnjem desetletju temeljito spremenile način reševanja geodetskih problemov. Kljub temu, se večina še vedno raje poslužuje dobre stare klasične metode dela.

Prav zaradi redke uporabe sodobnih tehnoloških pripomočkov na terenu, sem imela tudi sama nekaj težav pri izvajanju praktičnega dela diplomske naloge. Le redki lahko namreč delijo izkušnje glede zajema podatkov s pomočjo mobilnih GIS-ov. Težava pa se je pojavila tudi pri iskanju podjetja, ki razpolaga s to tehnologijo in bi bilo pripravljeno posoditi strojno in programsko opremo (dlančnik z GIS orodji) za testni zajem.

Upam, da bo tudi ta diplomska naloga pripomogla k porastu števila uporabnikov te metode zajema podatkov, saj prinaša mnoge prednosti, ki so razvidne tudi iz praktičnega dela te naloge. Poleg izboljšanja kakovosti zajemanja podatkov, se zmanjša tudi časovni razmik med

zajemanjem podatkov na terenu in njihovo uporabo v podatkovni bazi ter zmanjšanje osebja in stroškov za terensko delo.

V sklopu diplomske naloge je bila opravljena tudi finančna ocena testnega zajema ter približno finančno ovrednotenje celotnega projekta manjkajoče dokumentacije na območju vseh funkcijskih lokacij. Zaradi zaščite poslovnih interesov podjetja Telekom Slovenije d. d. smo se odločili, da finančne ocene ne objavimo pred uradno ponudbo.

LITERATURA

Apek – Agencija za pošto in elektronske komunikacije Republike Slovenije 2007. Analiza upoštevanega trga 12 (širokopasovni dostop) s predlaganimi obveznostmi.

URL: http://www.appek.si/sl/datoteke/File/2007/telekomunikacije/analiza_12.trga_objava_na_spletu.pdf (27. 10. 2007).

CGS plus d. o. o. 2007. Mobile Mapper CX. Uporabniški priročnik za tečaj.

URL: <http://www.cgsplus.si/Default.aspx?tabid=268> (8. 7. 2008).

Drobne S., Podobnikar T. 1999. Osnovni pojmi v geografskih informacijskih sistemih.

URL: http://www.fgg.uni-lj.si/~sdrobne/GIS_Pojm/Okvir2.htm (28. 10. 2007).

Geocities 2007. GisSLO.

URL: <http://www.geocities.com/gisSlo/> (21. 4. 2007).

Geodetska uprava Republike Slovenije. 2007. Natančnost.

URL: http://www.gu-signal.si/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=34
(8. 7. 2008).

Geoservis 2007. Geografsko informacijski sistemi.

URL: <http://www.geoservis.si/uporabno/gis/gis.htm> (28. 10. 2007).

Gratel d. o. o. 2007. Projekt izgradnje optične infrastrukture v Sloveniji.

URL: <http://www.gratel.si/36> (28. 10. 2007).

GVO d. o. o. 2007. Dejavnosti 2007.

URL: <http://www.gvo.si/dejavnosti/> (28. 10. 2007).

Korenini R. 2001. Geoinformacijska tehnologija v Telekomu Slovenije, Geodetski vestnik.

URL: <http://www.geodetski-vestnik.com/45/gv45-3.pdf> (8. 7. 2008).

Marušič I. 2001. Krajinsko planiranje Gradivo za priročnik za krajinsko planiranje Teoretske osnove in praksa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: str. 47, 54.

Mihevc M. 2005. Pridobivanje podatkov o prostoru za pripravo poročila o stanju na področju urejanja prostora. Diplomski naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 92 str.

Pravilnik o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije. UL RS št. 35/98: 1518

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

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

Stopar B., Kozmus K. 2003. Način določanja položaja s satelitskimi tehnikami, Geodetski vestnik.

URL: http://www.geodetski-vestnik.com/47/4/gv47-4_404-413.pdf (28. 10. 2007).

Šumrada R., Čeh M. 2000. Upravljanje s prostorskimi podatki na terenskem računalniku. Geodetski vestnik.

URL: <http://www.geodetski-vestnik.com/44/gv44-4.pdf> (8. 7. 2008).

Šumrada R. 2005a. Tehnologija GIS. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 330 str.

Šumrada R. 2005b. Strukture podatkov in prostorske analize. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 284 str.

Telcordia 2007. Network Engineer.

URL: http://www.telcordia.com/collateral/brochures/net_engineer.pdf (8. 7. 2008).

Telekom Slovenije d. d. 2006. Letno poročilo.

URL: http://www.telekom.si/uploads/pdf/Podjetje/letno_porocilo_2006.pdf (22. 10. 2007).

Telekom Slovenije 2007b. Letno poročilo.

URL: http://www.telekom.si/uploads/pdf/TS_LetnoPorocilo2007.pdf (1. 9. 2008).

Telekom Slovenije 2007a. Optično omrežje.

URL: http://www.telekom.si/zasebni_uporabniki/opticno_omrezje/ (25. 10. 2007).

Uradno glasilo Telekoma Slovenije – Tehnična priloga. 2004. Ljubljana, Telekom Slovenije.