

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

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



Univerzitetni program Geodezija,
smer Geodezija

Kandidat:

Damjan Marković

Možnosti uporabe mobilnega GIS

Diplomska naloga št.: 817

Mentor:

izr. prof. dr. Dušan Kogoj

Somentor:

izr. prof. dr. Radoš Šumrada

Ljubljana, 26. 11. 2009

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **DAMJAN MARKOVIĆ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »**MOŽNOSTI UPORABE MOBILNEGA GIS**«.

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

Ljubljana, 18.11.2009

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 004.6:528:659.2:91(043.2)
Avtor: Damjan Marković
Mentor: izr. prof. dr. Dušan Kogoj
Somentor: izr. prof. dr. Radoš Šumrada
Naslov: Možnosti uporabe mobilnega GIS
Obseg in oprema: 77 strani, 5 preglednic, 21 slik, 1 priloga
Ključne besede: mobilni GIS, MobileMatrix, bluetooth, terenski računalnik, zakoličba, zemljiški kataster, terenska izmera

Izvleček:

Diplomsko delo opisuje možnosti uporabe mobilnega GIS v praksi z njegovimi prednostmi in pomanjkljivostmi ter uporabo programskega modula MobileMatrix v praksi. MobileMatrix je programski modul proizvajalca Leica, ki je narejen za program ArcMap, proizvajalca Esri. V prvem delu so opisani vsi sestavni deli celotnega sistema, od strojne opreme pa vse do programske opreme. V drugem delu so predstavljeni rezultati terenske izmere, pri kateri se je uporabljal sistem mobilni GIS. Terenska izmera je vsebovala terensko zajemanje podatkov, zakoličbo s sistemom mobilni GIS ter uporabo sistema v zemljiškem katastru.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 004.6:528:659.2:91(043.2)

Author: Damjan Marković

Supervisor: assoc. prof. dr. Dušan Kogoj

Co - Supervisor: assoc. prof. dr. Radoš Šumrada

Title: The possibilities of mobile GIS use

Notes: 77 pages, 5 tables, 21 figures, 1 addition

Key words: mobile GIS, MobileMatrix, bluetooth, toughbook, stakeout, land cadastral, landscape survey

Abstract:

Diploma thesis describes the potential use of mobile GIS in practice with its strengths and weaknesses. It also includes the use of programming modul MobileMatrix in practice. It is provided by manufacturer Leica and it is made for program ArcMap. The first part describes the components of the entire system from hardware to software. The second part presents the fieldwork results where the system mobile GIS has been used. Field measurements contained field data, stakeout and the use of system in land register.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Dušanu Kogoju in somentorju izr. prof. dr. Radošu Šumradi. Hvala tudi vsem na katedri, ki so mi omogočili prijetno delovno vzdušje.

Zahvaljujem se tudi svoji družini, ki mi je skozi vsa leta študija nudila podporo.

KAZALO VSEBINE

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | UVOD..... | 1 |
| 2 | STROJNA OPREMA..... | 2 |
| 2.1 | Inštrumentarij | 2 |
| 2.1.1 | Elektronski tahimeter..... | 2 |
| 2.1.2 | GPS-sprejemnik..... | 4 |
| 2.1.3 | Integracija GNSS-sprejemnika in elektronskega tahimetra..... | 6 |
| 2.2 | Razvoj tehnologije..... | 8 |
| 2.2.1 | Razvoj informacijske tehnologije..... | 8 |
| 2.2.2 | Razvoj programske opreme | 10 |
| 2.2.3 | Razvoj geodetskega inštrumentarija..... | 11 |
| 2.3 | Upravljanje z elektronskim tahimetrom | 15 |
| 2.4 | Računalniki..... | 19 |
| 2.5 | Primerjava geodetskih inštrumentov | 22 |
| 3 | PROGRAMSKA OPREMA..... | 26 |
| 3.1 | Mobilni GIS..... | 26 |
| 3.2 | Proizvajalci programske opreme za Mobilni GIS | 30 |
| 3.2.1 | Esri..... | 30 |
| 3.2.2 | Leica | 31 |
| 3.2.3 | Topcon..... | 32 |
| 3.2.4 | DigiTerra | 32 |
| 3.2.5 | MapInfo | 32 |
| 4 | METODE DELA..... | 34 |
| 4.1 | Podlage za digitalne skice..... | 35 |
| 4.2 | Urejanje in geokodiranje podatkov na zaslonu..... | 37 |
| 4.3 | Sistem zajemanja podatkov v realnem času | 38 |
| 5 | UPORABA MOBILNEGA SISTEMA GIS..... | 40 |
| 5.1 | Uporaba mobilnega GIS v Sloveniji..... | 42 |
| 6 | DETAJLNA IZMERA | 44 |
| 6.1 | Vzpostavitev izmeritvene mreže | 45 |
| 6.2 | Izmera detajla | 46 |
| 7 | KATASTRSKA IZMERA | 50 |
| 7.1 | Klasični način izmere | 50 |
| 7.2 | Mobilni način izmere..... | 51 |
| 7.3 | Prednosti in slabosti mobilnega načina izmere..... | 52 |
| 8 | ZAKOLIČEVANJE | 54 |
| 8.1 | Klasični način zakoličbe..... | 54 |
| 8.2 | Mobilni način zakoličbe | 55 |
| 8.3 | Prednosti in slabosti zakoličevanja..... | 55 |
| 9 | PRAKTIČNI PREIZKUS MOBILNEGA GIS | 57 |
| 9.1 | Uporabljen inštrumentarij in programska oprema..... | 57 |
| 9.2 | Detajlna izmera in zakoličba | 58 |
| 9.3 | Katastrska izmera | 65 |
| 9.4 | Programska oprema in inštrumentarij..... | 67 |
| 10 | ZAKLJUČEK | 69 |
| | VIRI..... | 70 |

| | |
|--|----|
| Uporabljeni viri: | 70 |
| Ostali viri: | 72 |
| UPORABLJENE OKRAJŠAVE | 74 |
| KAZALO TABEL | 75 |
| KAZALO SLIK | 75 |
| PRILOGA A: Grafični izsek iz podatkovne baze | 76 |

1 UVOD

Star slovenski pregovor pravi: „Čas je zlato.“ In to danes pomeni denar. Cilj vsakega podjetja je poslovati z dobičkom, do katerega pa pride z zmanjševanjem stroškov in večanjem prodanih kakovostnih storitev. Eden od načinov zmanjševanja stroškov je tudi mobilno računalništvo. Mobilno računalništvo zmanjšuje stroške pri kadru, saj potrebujemo manj osebja za terensko delo. Izboljša se zanesljivost in kakovost podatkov ter učinkovitost opravil na terenu.

Namen diplomske naloge je spoznati nove načine dela v praksi, njihove prednosti in pomanjkljivosti. Razvoj novih tehnologij predstavlja velik izziv za ustaljene in preizkušene metode v vsaki stroki, po drugi strani pa nudi rešitve za mnoga sodobna problemska vprašanja (Šumrada, 2005). Mobilno računalništvo je dokaj mlada tehnologija, ki je še vedno v razvoju. Čeprav je uporaba mobilnega računalništva v Sloveniji majhna, mislim, da se bo z razvojem tehnologije in nižanja cen strojne in programske opreme njegova uporaba povečala, saj so koristi glede na sedanje delo velike.

Glavni vir informacij pri izdelavi diplomske naloge je bila strokovna literatura, splet ter posvetovanja s strokovnjaki s tega področja.

Diplomska naloga je sestavljena iz dveh delov. Prvi del je teoretičen in opisuje mobilni GIS kot metodo dela in programsko orodje. Drugi del je praktičen in opisuje možnosti uporabe mobilnega GIS in metod, prilagojenih temu sistemu.

2 STROJNA OPREMA

Danes si brez strojne opreme ne znamo predstavljati življenja, saj je sestavni del vsakdanjika. Strojna oprema je splošni izraz za opis fizičnega izdelka tehnologije. Ponavadi se z izrazom strojna oprema misli na računalniško strojno opremo, ki je materialni del računalnika. Velik del strojne opreme ni dostopen oziroma viden "navadnim" uporabnikom, saj se ponavadi nahaja v zaprtih sistemih naprav.

2.1 Inštrumentarij

Za metrično terestično zajemanje podatkov potrebujemo inštrumente. Inštrument je zelo natančna priprava, ki se uporablja pri specializiranem strokovnem, znanstvenem delu (SSKJ). Poznamo več vrst inštrumentov, kot so geodetski, gradbeni, merilni...

2.1.1 *Elektronski tahimeter*

Teodolit je optično mehanski in elektronski inštrument za merjenje horizontalnih in vertikalnih kotov (zenitnih razdalj). Tahimeter je teodolit z vgrajenim razdaljemerom, tako da lahko hkrati merimo kote oziroma smeri in dolžine.

Elektronski tahimetri imajo vgrajen elektrooptični razdaljemer in elektronsko določevanje horizontalnih in vertikalnih kotov. Odčitane vrednosti horizontalnega in vertikalnega kota ter dolžino prikaže na zaslonu. Horizontalna dolžina, višinska razlika in koordinate se samodejno izračunajo ter shranijo skupaj z meritvami in dodatnimi podatki.

Osnova elektronskega tahimetra je klasični optični teodolit z elektronskimi dodatki in izboljšavami, kot so:

- elektronski način določanja odčitkov na krogih,
- elektronski dodatek kompenzatorju (postavitev indeksa, korekcija nagiba stojliščne osi...),
- digitalni zapis merskih vrednosti (shranjevanje, prenos),
- notranji procesor (elektronsko justiranje, preračun merskih vrednosti, pretvorba v grafično obliko).

Sodobni elektronski tahimetri so usmerjeni k izboljšavam, ki računsko upoštevajo nekatere instrumentalne pogreške, odpravijo grobe pogreške, kot sta pogrešek čitanja in viziranja ter avtomatizacijo merskih postopkov. Vsebujejo tudi veliko uporabnih aplikacij, ki omogočajo hitrejšo in lažjo obdelavo podatkov. Prvi korak k avtomatizaciji merskih postopkov je vgradnja servomotorjev. Motoriziranim elektronskim tahimetrom dodamo ustrezno programsko in strojno opremo in dobimo avtomatizirane ali robotizirane elektronske tahimetre. Popolna avtomatizacija elektronskih tahimetrov je potekala v dveh korakih.

Prvi korak je bil razvoj tehnologije oziroma sistema za avtomatsko prepoznavanje tarče (APT). APT je sistem, ki nadomesti ročno fino viziranje tarče, ko se le-ta že nahaja v vidnem polju daljnogleda tahimetra oziroma v vidnem polju sistema APT. V okviru tehnologije APT obstajata dva sistema: avtomatsko viziranje tarče (AVT) in avtomatsko sledenje tarče (AST). AVT je glavna sistema APT, saj je za njegovo realizacijo potrebna večina programske in vsa strojna oprema, ki jo uporablja sistem AST. AST je samo programska nadgradnja sistema AVT, ki omogoča sledenje in dinamično merjenje premikajoče se tarče, ko je ta že identificirana s sistemom AVT. (M. Valh, 2008)

Drugi korak je dopolnitev oziroma nadgradnja sistema APT s tehnologijo avtomatskega iskanja tarče (AIT), ki je sposobna vizurno os tahimetra grobo navizirati proti tarči, ki se nahaja na "poljubni" lokaciji v okolici instrumenta. Vgrajeni modul ne zahteva več prisotnosti operaterja in popolnoma avtomatizira mehanske operacije tahimetra. Avtomatskemu elektronskemu tahimetru z vgrajeno tehnologijo AIT posredujemo osnovne operacije in pregledujemo rezultate opazovanj s posebno kontrolno enoto na tarči, ki je z instrumentom povezana s telemetrično povezavo. Tahimetru, z vgrajenima tehnologijama APT in AIT, tako uporabnik prek kontrolne enote posreduje, katero točko naj izmeri. (M. Valh, 2008)

2.1.2 GPS-sprejemnik

GPS je kratica za Globalni Pozicijski Sistem in je del Globalnega Navigacijskega Satelitskega Sistema (GNSS). GPS se uporablja za določanje natančnega položaja in časa kjerkoli na Zemlji ali v njeni tirnici.

Sistem sestavlja najmanj 24 satelitov v 6 ravninah tirnic. Vsak od njih Zemljo obkroži dvakrat dnevno na približni višini 20.000 km. Sateliti imajo nameščeno atomsko uro, ki neprestano oddajajo čas (po svoji uri) in podatke o tirnici gibanja, ki jih določajo zemeljske opazovalnice.

Razdeljen je na tri odseke: vesoljskega, nadzornega in uporabniškega. Vesoljski odsek vključuje GPS-satelite. Nadzorni odsek sestavljajo zemeljske postaje, ki skrbijo za nadzorovanje poti satelitov, usklajevanje njihovih atomskih ur in nalaganje podatkov, ki jih oddajajo sateliti. Uporabniški odsek sestavljajo civilni in vojaški GPS-sprejemniki, ki razberejo časovne podatke iz večjega števila satelitov in nato izračunajo položaj sprejemnikov s postopkom trilateracije.

GPS-sprejemnik je inštrument za določanje položaja v prostoru v GPS (GNSS) sistemu. Glede na kakovost jih ločimo na tri sklope, faktor kakovosti med njimi je 10, in sicer:

- na GPS-sprejemnike visoke položajne natančnosti (reda cm),
- na GPS-sprejemnike srednje položajne natančnosti (reda dm) in
- na GPS-sprejemnike nizke položajne natančnosti (reda m).

Vsi GPS sprejemniki so v osnovi sestavljeni iz:

- antene,
- radio – frekvenčnega dela in računalnika,
- kontrolne enote ali uporabniškega vmesnika,
- spominske enote in
- vira energije.

Antena je običajno zunanja enota. Njena naloga je sprejem, filtriranje, ojačitev in pretvorba sprejetega signala v elektronski signal. Mikroprocesor krmili GPS sprejemnik in omogoča navigacijo s sprejemnikom v realnem času. Pomnilnik je namenjen shranjevanju podatkov opazovanj. Kontrolno enoto sestavljata tipkovnica in zaslon za komunikacijo s sprejemnikom. Vir energije je električna napetost, ki jo zagotavljajo baterije. Radio – frekvenčni del je osrednji del GPS sprejemnika, ki mora razlikovati sprejete signale, prispele s posameznega satelita. Signali se obdelujejo na kanalih. Sprejemnik je sposoben hkrati obdelovati signal tolikih satelitov kolikor ima kanalov. Slika 1 prikazuje GPS-sprejemnik ter njegovega uporabnika.

Poglavje 2.1.2 (GPS-sprejemnik) je povzetek predavanj predmeta Višja geodezija, katerega predavatelj jeizr. prof. dr. Bojan Stopar. (B. Stopar, 2003)



Slika 1: GPS-sprejemnik

2.1.3 Integracija GNSS-sprejemnika in elektronskega tahimetra

V današnjem času sta se razvila dva načina integracije GNSS-sprejemnika in elektronskega tahimetra. Prvi način je integracija GNSS-sprejemnika na elektronski tahimeter. Anteno GNSS-sprejemnika namestimo na elektronski tahimeter preko vhodnih vodil (konektorjev). Prednost integracije je v tem, da lahko vsako komponento uporabljamo ločeno, kar pomeni, da lahko snemo anteno GNSS-sprejemnika in ga uporabljamo kot samostojen RTK GNSS-sprejemnik. Pri delu s tako kombinacijo inštrumentov prihranimo do 38 % časa, saj stojišče določimo z GNSS-sprejemnikom, meritve detajla pa opravimo klasično s tahimetrom. Vsa programska oprema in algoritmi se nahajajo v tahimetru. Vsi ukazi za GPS-sprejemnik in tahimeter se izvajajo preko tipkovnice ali na dotik občutljivega zaslona na tahimetru. Vse meritve so shranjene v isti podatkovni bazi ter na isti pomnilniški kartici, ne glede na to, ali so opravljene z GPS-sprejemnikom ali s tahimetrom. Rezultati meritev, status in drugi podatki so prikazani na zaslonu tahimetra (www.geoservis.si). Za tak način integracije sta se odločila proizvajalca Leica (slika 2) in Trimble, proizvajalec Topcon pa tega ne podpira saj je mnenja, da ne smemo postaviti stojišča, dokler nimamo znanega zadostnega števila satelitov.



Slika 2: Leicina integracija GPS-sprejemnika in elektronskega tahimetra

Drugi način integracije, ki ga podpirata proizvajalca Leica in Topcon, je fizično ločena integracija GNSS-sprejemnika in elektronskega tahimetra. Tahimeter in GNSS-sprejemnik nista združena na isti osnovi kot pri prejšnjem načinu, zato ju lahko uporabljamo ločeno ali skupaj, ne da bi bile potrebne predhodne združitve tahimetra in GNSS-sprejemnika. Komponente so antena, prizma (360°), na katero se lahko namesti antena, togo grezilo ter kontroler, ki ima vgrajen radio modem za povezavo s tahimetrom. Uporaba je preprosta. Ko je GPS signal omejen zaradi ovir, uporabimo tahimeter. V primeru, da med tahimetrom in prizmo ni čiste vizure, uporabimo GNSS-sprejemnik. Na terenu ni potrebno najprej določiti koordinat stojišča in orientacijo tahimetra, saj orientacijske točke izmerimo hkrati z detajlnimi točkami. Ko posnamemo dovolj orientacijskih točk, inštrument orientira vse predhodno merjene točke. To nam omogoča funkcija, ki koordinate stojišča in orientacijo določa sproti, medtem ko merimo detajlne točke. Slika 3 prikazuje komponente, ki jih potrebujemo za integracijo GNSS-sprejemnika in tahimetra na drugi način integracije.



Slika 3: komponente, ki jih potrebujemo za integracijo

2.2 Razvoj tehnologije

2.2.1 Razvoj informacijske tehnologije

Za razvoj tehnologije se je morala pojaviti potreba. Ta potreba se je pojavila z razvojem številskih sistemov. Prvotno so se pojavili pripomočki za računanje, šele nato se je začela razvijati "prava" tehnologija. Eden najstarejših računskih pripomočkov je abak, ki so ga razvili Babilonci približno 3000 let pr. n. št.. Abak je v osnovi naprava za zapis števil in omogoča zapis enega števila.

Razvoj informacijske tehnologije se nekako deli na tri obdobja. Za nas je najbolj zanimivo in pomembno tretje obdobje, saj je to obdobje, ki še vedno poteka. Tehnologija, ki jo uporabljamo, je rezultat tretjega obdobja.

Tretje obdobje je obdobje elektronskih računalnikov in se deli na pet generacij, traja pa od leta 1945. Tehnološka osnova je elektronika in magnetni pomnilnik.

Za prvo in drugo generacijo je značilna uporaba elektronskih vezij, magnetnega pomnilnika, luknjanih kartic in predvsem iznajdba tranzistorja, ki velja za eno izmed prelomnic v razvoju računalništva. Računalniki v tem obdobju so bili nezanesljivi, veliki porabniki energije, ogromnih fizičnih dimenzij in visokih cen.

Za tretjo generacijo so značilna integrirana vezja (slika 5), terminali ter prva omrežja. Pomnilnik je velik nekaj sto KB, zunanji reda MB. Skok v zmogljivosti je ogromen, pojavijo se novi koncepti obdelave podatkov, poveča se zanesljivost in zmanjša poraba energije. Cene računalnikov so občutno nižje.



Slika 4: Integrirano vezje

Za četrto generacijo je značilen nagel razvoj integriranih vezij ter iznajdba mikroprocesorja (slika 6). Pomnilniki so reda 100 MB, zunanji pa GB ter TB. Pojavijo se nove arhitekture računalnikov, predvsem razvoj mini računalnikov in osebnih računalnikov. Izreden skok se vidi v zmogljivosti, zanesljivosti, miniaturnosti in majhni porabi energije.



Slika 5: Mikroproesor

V tem obdobju se začne množična prodaja osebnih računalnikov, zato temu sledi zlato obdobje razvoja programske opreme. Mnogokrat je razvoj programske opreme narekoval tempo razvoju tehnologije.

Za peto generacijo so značilne nadgradnje arhitekture računalnikov, umetna inteligenca, samoprogramiranje, programiranje z učenjem, nove generacije mikroprocesorjev, optične tehnologije (optični tranzistor, 3D procesor), govorno komuniciranje z uporabnikom, uporaba mehke (fuzzy) logike, nevronskih mrež, DNK računalniki, molekularni računalniki, superračunalniki ter nanotehnologija.

Trend razvoja informacijske tehnologije gre v povečanje zmogljivosti naprav, zmanjšanje porabe energije, zmanjšanje cene, povečanja uporabniških funkcij, združevanje večjega števila naprav v eno samo napravo, povezovanju ter brezžični komunikaciji, integracij

sistemov, povezljivosti in prilagodljivosti programov, povečanju varnosti. Po Moorovem zakonu se vsakih 18 mesecev podvoji število vgrajenih elementov ob enaki ceni.

Poglavje 2.2.1 (Razvoj informacijske tehnologije) je povzetek predavanj predmeta Informatika v medijih I, katerega predavatelj je docent dr. Vili Podgorelec. (V. Podgorelec, 2006)

2.2.2 Razvoj programske opreme

V pionirski dobi računalnikov je bila programska oprema povsem unikatna, saj je bil vsak računalnik unikatni izdelek. Zaradi visoke cene strojne opreme je bilo potrebno programsko opremo prilagajati tako, da je bila strojna oprema čimbolj izkoriščena. S tretjo generacijo računalnikov, ki je že temeljila na integriranih vezjih, se je število računalnikov skokovito povečalo. Pojavili so se novi koncepti v programski opremi, kot sta večopravilnost in večuporabnost ter številni novi programski jeziki. (Solina F., 1997)

Izraz programska oprema se je pojavil v zgodnjih 60-ih letih. Operacijski sistemi so bili prvotno zasnovani za delo v enem samem računalniškem sistemu. Ti sistemi so se imenovali lastniški, kar pomeni, da so delovali le na izbrani strojni opremi, in to ponavadi istega proizvajalca. Današnji operacijski sistemi so odprtega sistema, ki delujejo na različnih računalniških sestavah. Prva sistema odprtega tipa sta bila DOS in Windows. (Drobne S., 2003)

Pri osebnih računalnikih ločimo dve vrsti operacijskih sistemov, in sicer samostojne operacijske sisteme, ki delujejo le na posameznih osebnih računalnikih ter mrežne operacijske sisteme, ki delujejo v računalniški mreži. Osebni računalnik je bil zasnovan za posamično delo, zato so bili vsi operacijski sistemi v 70-ih in 80-ih letih zasnovani kot samostojni operacijski sistemi. Primeri samostojnih operacijskih sistemov so MS – DOS, PC DOS, Okna in MacOS. Mrežni operacijski sistemi so zasnovani za nadzor dejavnosti med različnimi tipi računalnikov in zunanjih naprav, povezanih v računalniško mrežo. Temeljna funkcija mrežnih operacijskih sistemov je omogočiti uporabnikom izmenjavo in skupno uporabo aplikacij, datotek, podatkov ter zunanjih naprav. (S. Drobne, 2003)

2.2.3 Razvoj geodetskega inštrumentarija

Geodetska merska tehnika se je v zadnjih desetletjih zelo razvila na področju kakovost, preprostosti ter prijaznosti uporabniku. Vse to sloni na miniaturnih elektronskih komponentah, ki so vgrajena v senzorje. Njihov cilj je povečanje računske zmožnosti inštrumenta. Z izboljšano funkcionalnostjo inštrumentarija so se začela združevati terenska in pisarniška dela. Danes opravimo izračun zakoličbenih elementov na terenu s pomočjo inštrumenta.

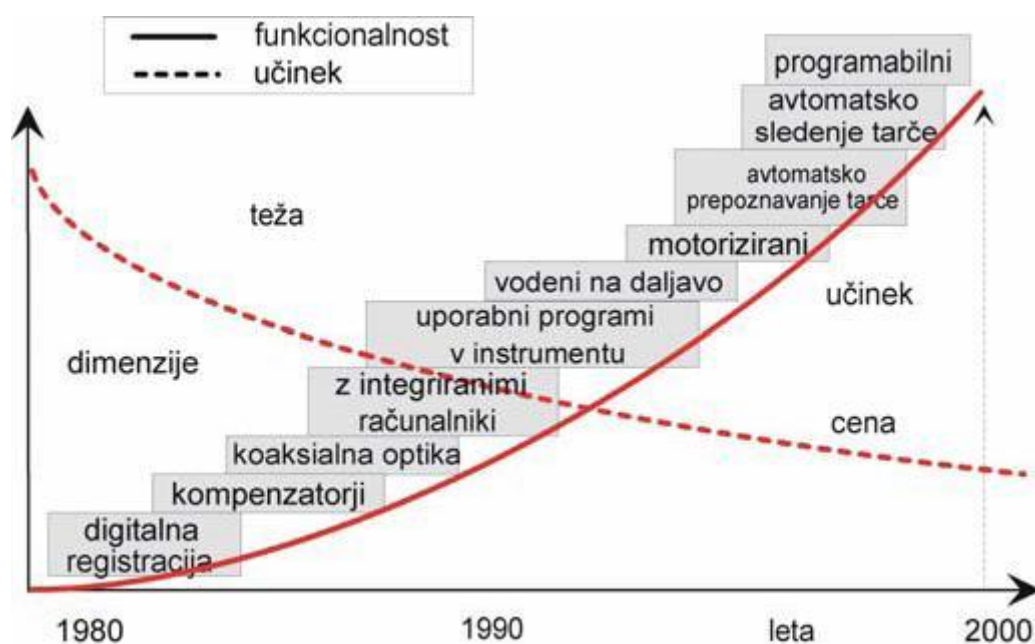
Zajem geometrijskih pojavov v prostoru se je v preteklosti naslanjal na zajem točno določene točke. Danes z uporabo terestičnih laserskih skenerjev in motoriziranih tahimetrov, z možnostjo brez reflektorskega načina merjena dolžin, lahko učinkovito zajemamo različne površine objektov in ne le točk. Zaradi skrajšanja časa zajema podatkov nam v kombinaciji motorizacije, avtomatičnega viziranja in avtomatičnega sledenja, inštrumenti omogočajo zajem dinamičnih točk v prostoru. Tak zajem nam omogoča upravljanje z gradbeno mehanizacijo ter prihranek na času do 60 %.

Današnji tahimetri in GNSS-sprejemniki omogočajo izgradnjo objektno strukturirane baze merskih podatkov. Ti podatki omogočajo poleg geometrijskih podatkov, tudi topološke podatke. S tem omogočajo zajem podatkov za izgradnjo podatkovnih baz že na terenu.

Kakovostni elektronski tahimetri so imeli, konec 80-ih let, sledeče tehnične komponente:

- dvoosne senzorje nagiba za računsko korekcijo nagnjenosti osi,
- koaksialne merilne sisteme za merjenje kotov in razdalje,
- možnosti zunanjega ali notranjega pomnilnika za prvotne vrednosti merjenja (Hz, V, s),
- uporabniško programsko opremo za redukcijo izmerjenih vrednosti.

Slika 6 prikazuje, kako se je funkcionalnost s časom večala, cena ter dimenzija in masa pa so padale.



Slika 6: Prikaz razvoja funkcionalnosti

Sedaj so v uporabi sistemi, ki omogočajo veliko avtomatizacijo merskih postopkov. Sistem je sestavljen iz elektronskega teodolita, elektronskega razdaljemera, sistema za samodejno iskanje ciljne točke, sistema za samodejno viziranje in sledenje, možnosti registracij merskih vrednosti, uporabniških programov za nadzor, krmiljenje in obdelavo... Elektronski tahimetri so sedaj multi senzorski sistemi z integriranimi računalniškimi enotami. Včasih je bilo ključno vprašanje, s katerim inštrumentom bomo opravili nalogo, sedaj pa, s katero kombinacijo senzorjev.

Pojavlja se nova tehnika dela, "One-man station" tehnika. Pri uporabi tega principa, figurant, ki drži reflektor, ni več potreben. Nadomesti ga vodja izmere, mesto njegovega delovanja pa se od tahimetra preseli k reflektorju. Vsa dela se usmerjajo in nadzirajo iz mesta stojišča reflektorja. Mesto reflektorja postane centralna enota za upravljanje, sestavljajo pa jo reflektor, radijski modem, enota za prikaz in enota za upravljanje. Tahimeter samostojno, z operaterjevo podporo, najde reflektor. Za uporabo take metode, je potrebno imeti instrument, ki je robotiziran ter ima funkciji iskanja ter sledenja tarči.

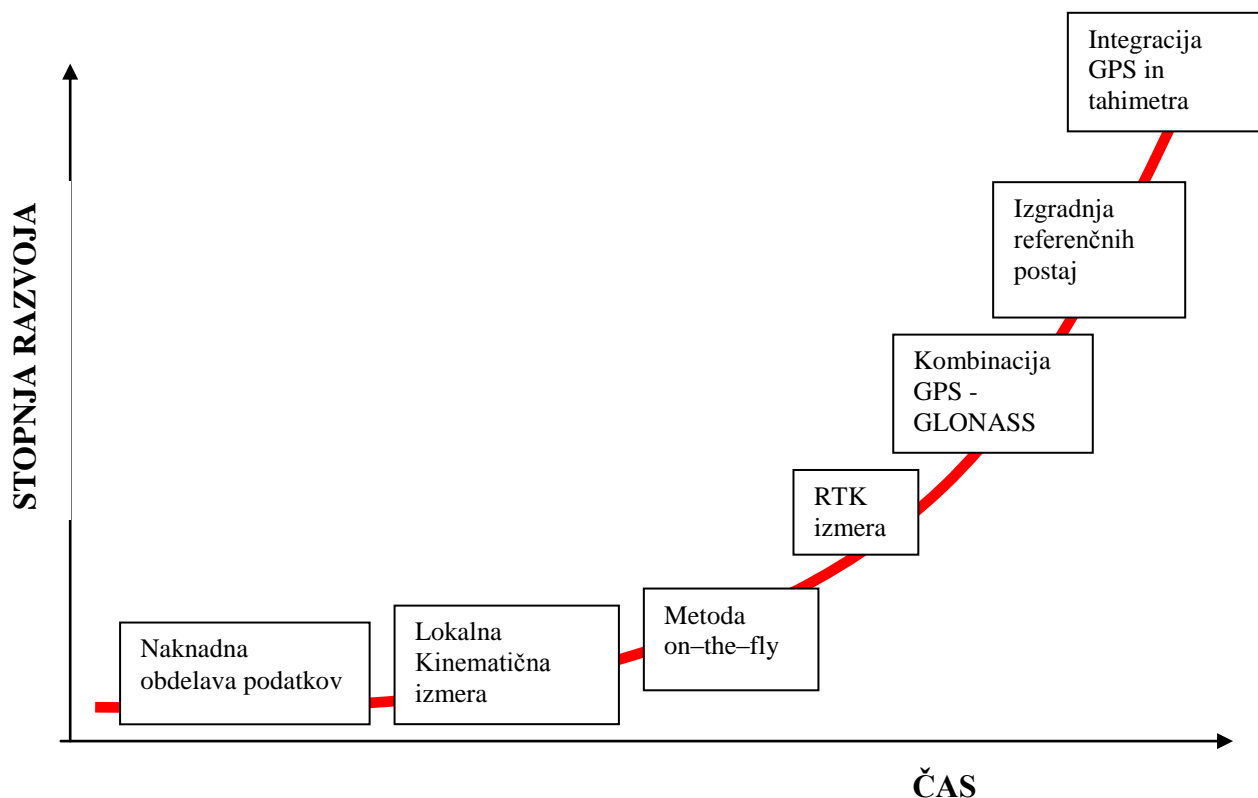
Na tržišču se čedalje pogosteje pojavljajo motorni video teodoliti, ki so zasnovani za potrebe industrijske merilne tehnike. Sistem je sestavljen iz dveh ali več video teodolitov, ki s pomočjo avtomatiziranih korakov določajo 3 D koordinate večjih objektov v avtomobilski, letalski, industrijski in vesoljski industriji.

GNSS je kratica za Globalni Navigacijski Satelitski Sistem. Poznamo več različnih sistemov, ki pa so vsi del GNSS. V začetku 70-ih so Američani začeli razvijati satelitski sistem GPS. Rusi pa GLONASS. V današnjem času nastajajo novi sistemi, in sicer evropski GALILEO, indijski IRNSS ter kitajski BeiDou. Najuporabnejši je ameriški GPS. S postavitvijo referenčnih postaj na Zemlji nam GNSS-senzorji danes omogočajo izgradnjo državne geodetske osnove ter uvedbo novih koordinatnih sistemov, kot npr. ETRS 89. Ta zgrajeni GNSS sistem nam omogoča enostavno vsakdanjo uporabo GNSS-senzorjev.

Kljub razvoju instrumentarija in algoritmov imajo GNSS senzorji omejeno uporabo v urbanem okolju, zaradi vidnosti satelitov. Zaradi tega skoraj vsi proizvajalci opreme ponujajo GNSS– senzorje, ki slonijo na istočasni uporabi GPS in GLONASS signala. Ta kombinacija obeh sistemov ni prinesla povečanja natančnosti GNSS izmere. S povečanjem vidnosti satelitov se je razširila možnost uporabe senzorjev tudi v urbanem okolju. Z izgradnjo evropskega GALILEA in dodatnih GPS satelitov bo šel razvoj v smeri povečanja natančnosti za GNSS izmero.

Prve sprejemnike za potrebe izmere so naredili leta 1984. Odprava namerne motnje signala, leta 2000, je omogočila uporabo sprejemnikov v civilne namene. Z naknadno obdelavo podatkov lahko dosežemo milimetrsko natančnost, kar nam omogoča merjenje deformacij ter stalnih točk v mrežah.

Možno je tudi kombinirati elektronski tahimeter in GPS-sprejemnik, kar pomeni da je možna sočasna uporaba obeh sistemov. Slika 7 prikazuje mejnike na področju razvoja GNSS-sprejemnikov.



Slika 7: Mejniki na področju razvoja GNSS - senzorjev

Značilnosti sodobnih merskih sistemov so:

- uporaba visoko tehnološko razvitih elektronskih instrumentov,
- avtomatiziracija kompleksnih merskih postopkov,
- vse manjši ali nikakršen vpliv operaterja na merski postopek,
- vedno večja ločljivost in hitrost meritev,
- vse manjši ali nikakršen vpogled v delovanje instrumenta,
- trpežnost instrumentov je vse manjša, konstrukcijske pomanjkljivosti se nadomeščajo z elektronskimi korekcijami,
- združevanje različnih merskih senzorjev,
- uporaba senzorjev za množični zajem prostorskih podatkov,
- uveljavljanje postopkov ocene kvalitete meritev na osnovi moduliranja ter izločanje motečih vplivov v postopku izračuna. (D. Kogoj, 2006)

2.3 Upravljanje z elektronskim tahimetrom

Tahimeter ima mikroprocesor, ki služi kot vmesnik do uporabnika v obliki *Application Programming Interface* (API). API je sestavljen iz kompletnega seta razpoložljivih funkcij, ki so uporabniku dovoljene, tako da lahko sam sestavi lastno programsko opremo za upravljanje tahimetra.

Prek API ni možen le dostop do merilnih funkcij tahimetra, temveč tudi do enote za prikaz ter tipkovnice. S tem je možno interaktivne aplikacije ustvariti z direktnimi dialogi in kontekstno povezanimi tipkami. API ne ve, ali navodilo kot „Izvedi merjenje razdalje“ izhaja iz tipkovnice, funkcijske tipke ali iz notranjega oziroma zunanjega programa. Izvor ni bistvenega pomena, saj instrument neodvisno od izvora ukaza ustvari isto sporočilo.

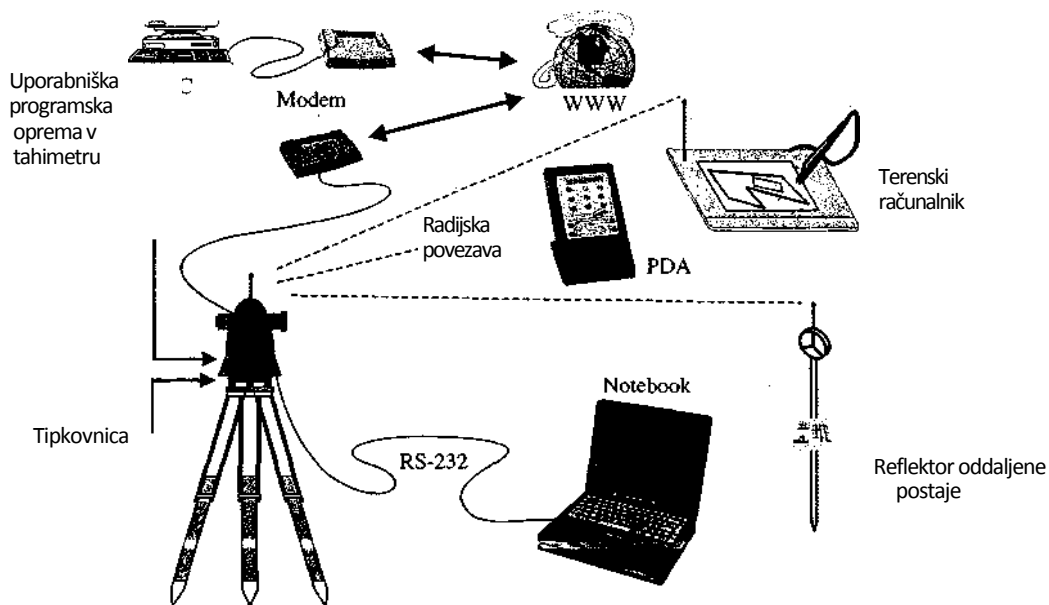
Moderni tahimetri predvidevajo, da se lahko preko zunanjega vmesnika naloži tudi nov operacijski sistem. V bližnji preteklosti so nekateri proizvajalci z izboljšanjem operacijskih sistemov znatno povečali zmogljivost svojih instrumentov pri kinematičnih meritvah.

S to odprto zgradbo sistema so na voljo različne možnosti upravljanja:

- *direktno upravljanje na instrumentu*: merilni sistem se upravlja prek tipkovnice ali terenskega računalnika, ki je preko kabla povezana s tahimetrom,
- *daljinsko upravljanje*: preko radijskega modema je terenski računalnik, dlančnik ali kakšen drug računalnik povezan s tahimetrom. Možna sta tudi krmiljenje in nadzor preko daljinske zveze,
- *avtonomen potek merilne programske opreme*: v tahimetru je nameščena programska oprema, ki na primer v rednih intervalih izvaja ponovljena merjenja za pred-programirane točke z namenom zajemanja sprememb (*monitoring*).

Motorizirani tahimeter ponuja kot enoto za upravljanje na reflektorju pritrjeno tipkovnico z zaslonom, ki je podobno zgrajena ali je celo popolnoma identična z vnosno enoto na instrumentu.

Uporabnik tahimetra ima različne možnosti, da enoto za upravljanje prilagodi svojim potrebam. Sem sodijo jezik, enota za kot in dolžino, shranjene in prikazane vrednosti, število decimalnih mest, kodiranje, omejen dostop do podatkov itd. Slika 8 prikazuje različne možnosti povezovanja in upravljanja s tahimetrom.



Slika 8: Možnosti upravljanja tahimetra

Pri povezavi tahimetra in kontrolne enote se lahko uporablja različne povezave. Povezava med enotami je možna preko žice ali preko elektromagnetnega valovanja – brezžično. Tako je možno vzpostaviti povezavo preko:

- radijske povezave,
- bluetooth,
- mobilne povezave ter
- kabelske povezave in standarda RS – 232.

Radijska povezava

Brezžična radijska povezava je povezava dveh ali več računalnikov brez uporabe kablov, ki izkorišča tehnologijo na osnovi radarskih valov s frekvenčnim pasom od 2 do 11 GHz. V tem frekvenčnem pasu je doomet 70 km.

Najpogostejša povezava je povezava dveh računalnikov. Povezava je namenjena dostopu do interneta, uporabi elektronske pošte preko mobilnih računalnikov, odzivnikov in mobilnih telefonov. Povezava sestoji iz radijskega oddajnika, ki oddaja podatke in radijskega sprejemnika, ki jih sprejema.

Brezžična povezava omogoča uporabo omrežnih sredstev iz katerekoli lokacije, pokrite s signalom. Vpliv okolja, predvsem vremenskih razmer, na brezžični signal je velik, zato lahko pride do motnje ali celo izpada signala.

Bluetooth

Bluetooth ali modri zob je zelo varna brezžična tehnologija, ki deluje na osnovi radijske povezave. Njen doseg je od nekaj metrov pa vse do nekaj 100 m. Hitrost prenosa podatkov je od 1 Mbit/s do 500 Mbit/s.

Uporablja se za povezovanje različnih digitalnih elektronskih naprav. Bluetooth je namenjen pošiljanju elektronske pošte, prostoročnemu telefoniranju, prenašanju datotek, igranju igrice, brskanju po spletu in tiskanju.

Brezžično usmerjeni trendi pomenijo predvsem varno in nevidno povezavo med napravami in ljudmi. Bluetooth je najbolj razširjen v mobilnih telefonih.

Čeprav je bil sprva zamišljen le kot tehnologija, ki nadomešča kabelske povezave, pa je postal široko uporaben tudi na področju brezžičnih omrežij – piconetov in scatternetov, saj se bluetooth naprave samodejno povezujejo med seboj, ko se nahajajo v doletu. Bluetooth naprave so majhne, z majhno porabo energije in cenovno zelo ugodne.

Mobilna telefonija

GSM (Global System for Mobile communications,) je kratica za svetovni standard mobilnih komunikacij. GSM uporablja digitalni prenos govora in signalizacije in s tem predstavlja začetek druge generacije mobilnih telefonskih sistemov. Podatkovne komunikacije in storitve pa so vgrajene šele v tretjo generacijo mobilnih telefonskih sistemov.

GPRS (General Packet Radio Service) je mobilna podatkovna storitev v okviru standarda GSM. GPRS prenos podatkov se običajno obračunava po preneseni količini, medtem ko se prenos podatkov v klasičnih preklopnih omrežjih obračunava po času vzpostavljene povezave, ne glede na to, ali se podatki prenašajo ali pa je povezava neaktivna. GPRS storitev se lahko uporablja kot osnova za storitve kot so WAP, SMS ali MMS, najzanimivejša pa je za mobilni dostop do internet storitev, kot so elektronska pošta in spletni dostop. GPRS ponuja prenosne hitrosti do 140.8 kbit/s, čeprav so tipične prenosne hitrosti bližje 56 kbit/s

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) je ena ključnih tehnologij in sestavni del tretje generacije mobilnih sistemov GSM. Najbolj razširjena je uporaba W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) kot brezžičnega vmesnika. UMTS s pomočjo W-CDMA v teoriji omogoča prenos podatkov s hitrostmi do 14.0 Mbit/s (s HSDPA), vendar v realnih omrežjih uporabniki dosegajo hitrosti do 384 kbit/s za R99 mobilne terminale in do 3.6 Mbit/s za HSDPA mobilne terminale pri prenosu podatkov k uporabniku.

Tekst je povzeten s spletne strani <http://sl.wikipedia.org/wiki>

Kabelska povezava in standard RS – 232

Kabel je električni vodnik iz ene ali več med seboj izoliranih žic, obdan z zaščitnim slojem. Kabelska povezava je povezava dveh ali več enot s kablom. Najpogostejša povezava je USB povezava. USB je kratica za univerzalno serijsko vodilo, ki je večnamensko vodilo, namenjeno priklopu različnih perifernih naprav na računalnik. Pred iznajdbo USB vhodov se je uporabljal standard RS – 232, ki se je uporabljal za serijski prenos binarnih podatkov med strojno in komunikacijsko opremo. Uporabljal se je tudi kot serijski vhod na računalnikih.

2.4 Računalniki

Na tržišču se pojavlja ogromno oblik in tipov računalnikov. Po eni od delitev poznamo naslednje vrste računalnikov:

- Prenosni računalniki; so računalniki, ki jih lahko primemo, dvignemo in po potrebi prenašamo med različnimi lokacijami. Prenosnik se pojmuje kot računalnik, ki je sestavljen iz različnih delov in ima tipkovnico kot osnovno vhodno napravo. Prenosniki se lahko uporabljajo kjer koli in kadar koli, dokler je na voljo ustrezna delovna miza. Uporabnik razporedi prenosnik na namizje in ga uporablja kot običajen osebni računalnik (Šumrada, 2000).
- Peresni računalniki so računalniki, ki namesto tipkovnice uporabljajo pero. Razlika je zlasti v uporabi posebnih peres, ki služijo kot osnovno sredstvo za interakcijo med uporabnikom in računalnikom. Peresni računalniki so drugačni od običajnih računalnikov, saj so lažje prenosljivi, bolj interaktivni in intuitivni. Peresni računalniki so prikladni tudi za raznovrstno uporabo v geodetski stroki, ker so enostavni in primerni za uporabo pri delu na terenu (Šumrada, 2000).
- Majhen računalnik je naprava, ki jo ima lahko uporabnik večino časa s seboj, in ki zagotavlja podporo uporabniku v raznih situacijah pri izvajanju velikega števila različnih nalog. Tovrstno računalništvo predpostavlja nove načine rabe strojne opreme, ki se razlikujejo od tradicionalnih načinov namizne uporabe računalnikov. Novost predstavlja zlasti množična uporaba mobilnega, od lokacije neodvisnega računalništva, novi pristopi h krmiljenju računalnikov (pero in glas), brezžične povezave, kar posredno vključuje tudi povezavo z mobilno telefonijo (Šumrada, 2000).
- Terenski računalniki so vzdržljivi in posebej odporni na razne terenske vplive. Za razliko od prenosnih se lahko uporabljajo med premikanjem in hojo, v dežju in snegu, v prahu, ob močnem soncu, v temi itd. Strojna oprema terenskih računalnikov je posebej zaščitena. Tako je terenski računalnik oblečen v ohišje (npr. magnezijevo), ki je odporno na udarce, tipkovnica je zaščitena pred politjem, disk pa vpet v posebno peno, ki ga ščiti pred udarci in tresljaji. Zaslona je prevlečen z zaščitnim premazom proti bleščanju za delo pri močni svetlobi. Terenski računalnik mora biti vodotesen vsaj za določen čas in globino, možno pa mora biti tudi čiščenje, denimo blata, pod

tekočo vodo. Računalnik mora biti odporen na udarce in razne pritiske. Možen temperaturni obseg med obratovanjem je navadno med -10 in 50 stopinj Celzija.

- Oblačilni računalniki so posebna oblika prenosnih, sestavljivih in mobilnih računalnikov hkrati, ki si jih uporabnik nadene oziroma računalnik dobesedno obleče. Posamezne enote so nameščene ob pasu ali pa integrirane v posebnem plašču ali suknjiču. Sestavine so lahko povezane s kabli, v sodobnejših izvedbah pa tudi brezžično (Šumrada, 2000).
- Strežnik je aplikacija ali naprava, ki nam na osnovi naših zahtev posreduje odgovor oziroma niz nekih dejanj. Spletni strežnik (angleško Web server) je računalnik ali programje v računalniku za vzdrževanje spletnega mesta na internetu. Ko nekdo s spletnim pregledovalnikom obišče spletno mesto in zahteva dokument, nam oddaljeni strežnik začne pošiljati spletni dokument. Poleg spletnega strežnika poznamo še vrsto drugih strežnikov, npr. poštni strežnik, MySQL strežnik, datotečni strežnik. Poznamo več oblik strežnikov, kot so tower (stolp), rack (rezina, ki gre v omaro), blade, storage sistemi (diskovna polja za arhiviranje podatkov), mainframe sistemi (uporaba v bankah), database server, file server...

Odločilno pri vseh zgoraj naštetih računalnikih je hitrost procesorja in kapaciteta za shranjevanje podatkov. Iz dela v praksi so se pojavile zahteve, da moramo biti pri izbiri računalnikov pozorni, da so ti med seboj usklajeni in odgovarjajo zahtevam, kot so moč baterije, preglednost in berljivost monitorja, majhna teža, odpornost na vremenske razmere in udarce, dimenzije računalnika, hitrost procesorja, velikost spomina, možnost priključkov, kot so usb, cd, rs232, čitalec kartic ter življenjska doba računalnika.

Uporaba računalnikov na terenu zahteva tudi njihovo nošnjo. V ta namen se uporabljajo nosila za računalnik, ki se jih oprta na človekovo telo. V uporabi je nekaj načinov nošenja računalnikov. Ti načini so prikazani v sliki 9.



Slika 9: Načini nošenja računalnikov (M. Stark, H. Kuhlmann, 2002)

Diagonalni nosilec:

- klasična oblika nošenja,
- povzroča nestabilnost nošenja,
- možnost stranskega nagibanja aparata,
- visoka fleksibilnost,
- možnost nošenja v torbi in sukanja v vse strani.

Štiri točkovni ramenski nosilec:

- visoka stabilnost,
- pripravljalni čas zapenjanja je zelo dolg,
- fleksibilnost omejena (odvisna od dolžine traku),
- trak oteži dostop do naprave.

Dvo točkovni ramenski nosilec:

- večja funkcionalnost rok, kot v 4 točkovnem sistemu,
- gibalni prostor obeh rok ni omejen, ampak lahko napravo od ali k telesu nagibamo,
- najmanjša stabilnost je v stičiščih naprave s telesom,

- stabilna prečna povezava preprečuje popolne padce, omejeno območje padca.

Pasovni in nahrbtnik nosilec:

- uporabna samo za naprave, ki se nosijo okoli pasu ali na hrbtu,
- visoka stabilnost in udobje nošenja,
- sistem ne moti pri drugih delih,
- preprosta namestitvev dodatnih naprav, npr. radia.

2.5 Primerjava geodetskih inštrumentov

V svetu obstaja mnogo proizvajalcev geodetske opreme. Med njimi so trije proizvajalci, ki izstopajo, to so švicarska Leica, ameriški Trimble in japonski Topcon. Vsi trije izdelujejo vrhunske elektronske teodolite, GNSS-sprejemnike, nivelirje, laserske skenerje in drug geodetski inštrumentarij ter pribor. Za vse tri proizvajalce je značilno, da so njihovi produkti med seboj kompatibilni, da je z njimi možno izvajati izmero v realnem času ter da so povezljivi z računalnikom in posledično z mobilnim GIS.

Na tržišču pa se pojavlja ogromno proizvajalcev ročnih GPS/GIS-upravljalnikov. Ti upravljalniki imajo vgrajen GPS-sprejemnik s podmetrsko natančnostjo ter orodja za GIS analize. Tako lahko na terenu ugotovimo lokacijo ter z GIS orodji ustvarjamo analize, ki nam olajšajo odločitve na terenu. Na sliki 10 je prikaz eden od modelov GPS/GIS-upravljalnika.



Slika 10: Magellan MobileMapper CX

V tabeli 1 je prikazana primerjava treh inštrumentov treh različnih proizvajalcev. Tabela je privzeta iz članka Avtomatski elektronski tahimetri ali kam vodi razvoj TPS sistemov (M. Valh in ost., 2008). Tabela je potrebno vzeti z zadržkom saj proizvajalci navajajo samo osnovna načela, pri čemer ni uporabljena enotna terminologija.

| | Leica 1201+ | Trimble S8 | Topcon GPT 9001A |
|--|--|--|---|
| Nat. Hz in V kotov po stand. ISO 17123-3 | 1" | 1" | 1" |
| Največja hitrost rotiranja | 45°/s | 115°/s | 85°/s |
| Vidno polje daljnogleda | 1°30' | 1°30' | 1°30' |
| Poimenovanje sistema AVT | ATR (Automatic Target Recognition) | Autolock/Finelock | Auto Lock |
| Princip delovanja sistema AVT | Digitalna obdelava oddanega merskega signala, ki se preslika na CMOS tipalo s koaksialno optiko z daljnogledom | Tarča RMT (Remote Measure Target) emitira merski signal, ki ga sprejema senzor v inštrumentu ter popravlja smer dokler vizurna os ni poravnana s smerjo proti tarči | / |
| Merski signal sistema AVT | Infrardeči laserski žarek | Sinusno modulirano infrardeče EMV | / |
| Doseg sistema AVT | 1,5 m – 1000 m (standardna tarča GPR1) 1,5 m – 600 m (360° reflektor GRZ4) | 0,2 m – 500/700 m (passive prism) 0,2 m – 800 m (Trimble Multi Track Target) | / |
| Natančnost viziranja AVT | 1 mm za krajše razdalje 1" za daljše razdalje | 2 mm pri 200 m (2") | / |
| Časovni interval viziranja s sistemom AVT | 1,5 s (tarča se nahaja v vidnem polju daljnogleda) | 2 s – 10 s | / |
| Poimenovanje sistema AST | Lock | Robotic | Automatic Tracking |
| Doseg sistema AST | 5 m – 800 m (standardna tarča GPR1) 5 m – 500 m (360° reflektor GRZ4) | 0,2 m – 500/700 m (passive prism) 0,2 m – 800 m (Trimble Multi Track Target) | / |
| Najvišja hitrost sledenja sistema AST | 5 m/s pri 20 m 25 m/s pri 100 m | / | 15°/s |
| Poimenovanje sistema AIT | Power search | GeoLock | Quick Lock/Remote Control RC3 |
| Vrsta tarče | Pasivna | Aktivna - z vgrajenim navigacijskim sprejemnikom GPS | Aktivna – emitira infrardeči laserski žarek |
| Vrsta telemetrične povezave med tarčo in kontrolno enoto za daljinsko vodenje oz. tahimetrom | Ni potrebna | Bluetooth povezava (tarča – kontrolna enota) | Infrardeči laserski žarek (tarča – tahimeter) Bluetooth povezava (tarča – kontrolna enota) |

| Vrsta telemetrične povezave med tahimetrom in kontrolno enoto za daljinsko vodenje | radijska | Bluetooth povezava | Radijska povezava |
|--|-------------|--|-------------------|
| Čas iskanja tarče sistema AIT | Največ 10 s | 15 s – 30 s (postopek lokalizacije) 3 s (ko je sistem že lokaliziran) | Približno 10 s |

Tabela 1: Izbrani sodobni tahimetri in njihove značilnosti

Oznake v tabeli so sledeče:

- AVT – avtomatsko viziranje tarče
- AST – avtomatsko sledenje tarči
- AIT – avtomatsko iskanje tarče

V tabeli 2 je zopet prikazana primerjava treh inštrumentov treh različnih proizvajalcev. Tabela je privzeta iz prospekta Primerjava inštrumentov (Leica). Tabela je potrebno vzeti z zadržkom, saj ga je predstavila Leica, pri čemer je primerjala svoj produkt z ostalimi, ni pa primerjala najboljših inštrumentov, ki jih ponujajo konkurenčni proizvajalci.

| | Leica TPS1200 | Trimble S6 | Topcon GTS-8200 |
|----------------------------------|--|--|--|
| AVT – domet | 800 m – prizma v vidnem polju daljnogleda Območje iskanja: 800 m | 745 m – prizma v vidnem polju daljnogleda Območje iskanja: 560 m | 800 m – prizma v vidnem polju daljnogleda Območje iskanja: 800 m Zanesljivost 15% manjša kot pri Leica |
| AVT – časovni interval viziranja | Najhitrejši | Pri 500 točkah/dan zgubimo 30min/dan v primerjavi z Leico Inštrument v 80 % ne dela, pri delu z dvema prizmama | Dvakrat počasnejša od Leica |
| AVT – iskanje | Dober čas, zlasti z dvema prizmama | Malo boljši čas kot Leica. Pri delu z dvema prizmama najde bližje. Pri 500 m ne deluje. Večkrat preskoči prizmo – daljši čas iskanja | Najpočasnejši iskalni čas |
| AST | Najmočnejše in najinteligentnejše sledenje | Zazna vsak odboj in mu sledi. Pri izgubi porabi dlje časa za ponovno iskanje kot Leica | Slabše sledenje kot Leica |
| AVT – dodatna energija | Ni potrebna, deluje na standardno prizmo | Ni potrebna, deluje na osmih različnih prizmah | Potrebuje dve AA bateriji, ki zdržita 8 delovnih ur, t.j. na leto 520 baterij, kar znaša 1300 € |
| Vrsta telemetrične povezave | Radijska, možno jo je odstraniti in popraviti oz. prenesti na drugi inštrument | Radijska, ki je vgrajena in je ni možno odstraniti. Brez nje inštrument ne deluje. | Kabelska ali bluetooth povezava ter štiri baterije tipa AA |
| Energija | Akumulatorske baterije, ki zdržijo 10 delovnih ur | Akumulatorske baterije, ki zdržijo 12 delovnih ur | Akumulatorske baterije, ki zdržijo 6 delovnih ur ali 4 AA baterije, ki zdržijo 30 delovnih ur |
| Teža | 2,62 kg | 3,14 kg | 2,97 kg |
| Delovno območje | - 30° do + 65°C | - 30° do + 55°C | - 20° do + 60°C |

Tabela 2: Primerjava lastnosti med različnimi elektronskimi tahimetri

Kot je razvidno iz tabele, je Leicin inštrument najboljši in najkvalitetnejši. Kot sem že omenil, je potrebno tabelo jemati z zadržkom.

3 PROGRAMSKA OPREMA

Kaj nam pomaga računalniška strojna oprema in vsa sodobna tehnologija, če nimamo primerne programske opreme, ki bi vso to strojno opremo upravljala? Programska oprema je skupek računalniških programov, ki skupaj s strojno opremo računalnika tvori celoto. Programska oprema je abstraktna zadeva, ponavadi pa se fizično nahaja v računalniškem pomnilniku. Programsko opremo razdelimo v dve skupini:

- sistemsko programska oprema – kamor sodi operacijski sistem in podporni programi. Deli se na operacijske sisteme, razvojna orodja ter servisne ali služnostne programe,
- uporabniška (aplikativna) programska oprema – deli se na standardno in posebno programsko opremo. To opremo uporabnik uporablja za konkretna opravila.

3.1 Mobilni GIS

Mobilni GIS je programsko orodje, ki zagotavlja tehnološko podporo pri vzdrževanju prostorskih podatkov med zajemanjem podatkov v dejanskem 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, tako da jih ureja, spreminja in obnavlja (Šumrada, 2005).

Mobilni GIS je razširitev uporabe iz pisarne na teren. Uporabniku na terenu omogoča zajem, shrambo, posodobitev, upravljanje, analizo in prikaz prostorskih podatkov. Tradicionalni postopki za terensko zbiranje in posodabljanje podatkov so časovno zamudni in nagnjeni k napakam. Že zbrane podatke se je v obliki map in papirnih zapiskov preneslo na teren, kjer se je ročno popravilo obstoječe in na novo vneslo nove podatke v obliki skic in zapiskov. V pisarni se jih je znova ročno vneslo v bazo GIS. To je povzročalo zamude pri posodobitvi baze podatkov, podatki v bazi pa niso bili tako natančni, kot bi lahko bili. Mobilni GIS je omogočil prenos digitalnih podatkov na teren na majhnih, kompaktnih in varčnih mobilnih računalnikih (PDA, mobilni telefon). Tako lahko s terenskim dostopom do baze podatkov omogočimo uporabnikom obdelavo podatkov v realnem času, takojšnje in učinkovitejše analize podatkov ter takojšnje odločanje o nadaljnjih korakih.

Uporabniki mobilnih GIS sistemov so (slika 11) gasilci, policisti, inženirske ekipe, geodeti, delavci na infrastrukturi, vojaki, popisovalci, terenski geologi, biologi, arheologi, itd., ki uporabljajo mobilni GIS za izpolnitev naslednjih nalog:

- terensko kartiranje – vnos in posodobitev terenskih podatkov v sistemu GIS na terenu,
- popis premoženja – vnos in obdelava podatkov o premoženju in inventarju,
- upravljanje s premoženjem – opis premoženja, stanje in načrtovanje obnove, popravil, vzdrževanja,
- nadzor – popis in upravljanje z bazo podatkov o nadzornih pregledih, izdanih kaznih,
- poročanje o nesrečah – popis nesreč, poškodb, poškodb premoženja za nadaljnje ukrepanje,
- GIS analiza in podpora odločanju – izdelava terenskih analiz in podpora odločanju že na terenu med delom (www.gisdata.com).



Slika 11: Uporabniki mobilnega GIS

Strojna oprema je bila vedno pomemben element informacijskih sistemov. Osebni in prenosni računalniki, navkljub možni presni podpori, niso najboljša podlaga za mobilne sisteme GIS,

ker so težki, energetsko potratni, neodporni in lomljivi. Čim manjši, lažji in bolj odporen je terenski računalnik, tem enostavneje je tudi prenosen in s tem uporaben v zahtevnem naravnem okolju. Terenski računalnik se predvidoma lahko uporablja v najbolj zahtevnih pogojih. Medmrežje v povezavi z mobilno telefonijo tudi bistveno olajšuje brezžične omrežne povezave, kar po potrebi omogoča dodatno povezavo in strežniško podporo kadar koli ter praktično kjer koli. Pristop temelji predvsem na naslednjih treh tehnoloških segmentih:

- razvoj in uporaba medmrežnih ter zlasti brezžičnih povezav,
- razvoj in integracija mobilnih ter pisarniških orodij GIS,
- razvoj, prodor in uporaba majhnih prenosnih, zlasti dlančnikov in tabličnih računalnikov (Šumrada, 2005).

Brezžična in medmrežna povezava terenskega računalnika s strežnikom omogočata prenose podatkov in posredno zagotavljata tudi dodatno procesno podporo strežnika v pisarni. Uporabnik lahko izve, kje na terenu se trenutno nahaja, in strežnik tako ve za porazdeljene lokacije mobilnih odjemalcev. Takšen pristop, ki se uveljavlja zadnja leta, pomeni pretvorbo tradicionalnih pasivnih meritev na terenu v aktivno obdelavo in vzdrževanje podatkov med samim zajemanjem (Šumrada, 2005).

Za ta sodoben tehnološki prodor uporabe tehnologije GIS neposredno na terenu vplivajo zlasti:

- mobilne povezave (prenosna telefonija in zlasti radijske povezave),
- prodor novih oblik majhnih računalnikov (dlančniki, tablični in mali prenosni računalniki),
- neposredna povezava z elektronskimi merskimi inštrumenti (elektronski tahimeter - ET, digitalni nivelir, laserski skener, ročni laserski razdaljemer in premični sprejemnik GPS),
- ustrezna programska oprema (lahka in posebna orodja CAD/GIS),
- nove metode dela na terenu (prodor digitalne elektronike, CCD in robotizacija),
- povečanje avtonomnosti in odpornosti takšnih naprav (energijska varčnost, razvoj posebnih izvedb procesorjev, zmanjšanje leže in velikosti, peresni in terenski računalniki itd.) (Šumrada, 2005).

Opazna slabost mobilnih sistemov GIS je do nedavno bila, da večina standardnih geodetskih in programskih orodij GIS temelji na operacijskih sistemih PC (windows 2000 in XP), ter je zato treba veliko dodatnega dela za postavitev sistema za reševanje nalog, ki jih je s peresnimi terenskimi računalniki mogoče izvajati. Vendar pa se hitro širi in spreminja tudi niz orodij GIS, ki tečejo predvsem v prevladujočem operacijskem sistemu MS CE. Majhni računalniki (dlančniki, tablični in mali notesniki) večinoma tečejo pod okni MS CE, operacijskimi sistemi Psion EPOC ali PalmOS, za katere je sicer izdelanih mnogo aplikacijskih programov (Šumrada, 2005).

PalmOS (slika 12) je operacijski sistem podjetja Palm Computing. Narejen je bil predvsem za mobilne naprave, ki uporabljajo zaslone, občutljive na dotik z grafičnim vmesnikom.



Slika 12: Običajni grafični vmesnik sistema PalmOS

V zadnjih dveh desetletjih se strojna oprema za sisteme GIS dramatično spreminja od velikih računalnikov, mini, osebnih, prenosnih in nenazadnje so tu majhni ter zlasti terenski računalniki. Vsaka sprememba strojne sestave je povzročila tudi nove izzive in spremembo arhitekture sistema GIS, na kar sta dodatno vplivala tudi razvoj medmrežja in mobilnih komunikacij. Programska oprema za sisteme GIS sledi razvojnim trendom počasneje in z običajnim zamikom (Šumrada, 2005).

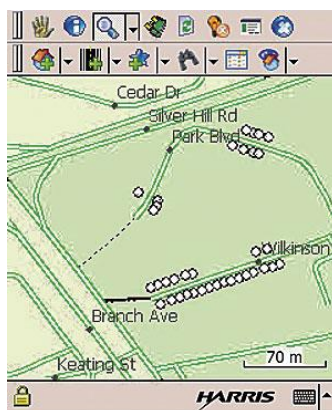
3.2 Proizvajalci programske opreme za Mobilni GIS

Na tržišču se pojavlja čedalje več proizvajalcev programske opreme za Mobilni GIS. Opisanih je le nekaj najbolj znanih in najbolj uporabljenih programskih paketov.

3.2.1 Esri

Primer programskega orodja GIS je ArcPad, proizvajalca ESRI iz Združenih držav Amerike. ArcPad (slika 13) je programsko orodje, razvito za mobilni GIS. Uporablja se za prostorsko kartiranje s terenskimi računalniki in mobilnimi napravami. ArcPad omogoča zajemanje, analiziranje in prikazovanje geografskih podatkov, brez predhodne uporabe podatkov, ki se nahajajo na različnih analognih medijih, kot je to npr. papir. Z ArcPad je možno

- ažurirati podatke in izboljšati bazo podatkov,
- združiti z GPS in digitalnimi kamerami,
- povezovati terenske računalnike med seboj in sprejemati nove odločitve.



Slika 13: Zaslonski prikaz programskega orodja ArcPad

ESRI ponuja na tržišču programsko opremo za strežniške aplikacije, in sicer ArcGIS Mobile. ArcGIS Mobile omogoča uporabnikom uporabo GIS zmogljivosti in to na način, da podatke iz strežnikov prenaša na različne mobilne naprave. Uporaba ArcGIS Mobile omogoča intuitivnost in produktivnost mobilnih GIS aplikacij za povečanje natančnosti in izboljšanje vrednosti GIS podatkov.

ArcGIS Mobilne aplikacije so enostavne za uporabo in omogočajo:

- kartiranje,
- prostorske poizvedbe,

- skiciranje,
- GPS integracije,
- GIS urejanje,
- brezžični dostop do podatkov za ArcGIS Server spletne storitve.

3.2.2 Leica

Leica je na tržišče poslala dva programska paketa: Leica FieldPro, ki deluje oziroma temelji na programskem paketu AutoCAD in Leica MobileMatrix - orodje, ki deluje na Esrijevem ArcGIS.

Leica fieldPro je vtičnik (plug-in) za AutoCAD, ki mu doda možnosti komuniciranja z merilnimi inštrumenti in neposreden zajem podatkov v CAD okolje. FieldPro učinkovito nadomešča tradicionalen delovni proces: terenska meritev, prenos podatkov iz inštrumenta na računalnik, obdelava podatkov, izdelava načrta; saj vse posamezne postopke združi v enem koraku ter imamo vse pripravljeno že na terenu. FieldPro podpira neposredno povezavo Leicinih elektronskih tahimetrov, GPS/GNSS-sprejemnika in ročnega laserskega razdaljemera DISTO z računalnikom.

MobileMatriX temelji na ESRIjevi ArcGIS tehnologiji. Razvit je bil za enostaven in napreden tok podatkov med terenom in pisarno. ArcGIS okolje je sedaj dostopno na terenu s celovito podporo za tahimetre (TPS) in GPS-sprejemnike. Na voljo so številne funkcije, ki poenostavljajo terenski zajem in kontrolo podatkov. Z MobileMatriX je možno poleg zajemanja tudi sprotno kartiranje. Poleg prostorskih podatkov se zajema tudi tematske podatke (atribute). Tako je v največji meri zagotovljena konsistenca podatkovne baze. MobileMatriX omogoča tudi zakoličevanje objektov. Ima možnost internetne povezave, kar omogoča integracijo spletnih kart in vaših lokalnih podatkov.

Leicin MobileMatriX je primeren za vzdrževanje in zbiranje prostorskih podatkov, opravljanje meritev na terenu, pripravi in ažuriranju kart, načrtov in podatkovnih baz.

3.2.3 Topcon

TopPAD je programsko orodje, ki ga je razvilo podjetje Topcon in je namenjeno ročnemu kontrolerju za terenski zajem podatkov. TopPAD omogoča uporabo GIS aplikacij na terenu, zajemanje in posodabljanje prostorskih podatkov.

TopPAD temelji na Esrijevem produktu AacPad in je prirejen uporabi Topconovih sprejemnikov, inštrumentov in kontrolerjev. Kot je že navedeno, omogoča zajem in posodabljanje prostorskih podatkov, preklon med različnimi napravami, pregled in sledenje satelitom.

3.2.4 DigiTerra

Podjetje DigiTerra ponuja na tržišču programsko orodje DigiTerra Explorer. DigiTerra Explorer je hitra, učinkovita in enostavna programska oprema za zbiranje in obdelavo geoinformacijskih podatkov, ki deluje na različnih platformah. Omogoča uporabo neomejenega števila slojev, prikaz, urejanje, merjenje, tematsko klasifikacijo in označevanje prostorskih podatkov ter urejanje atributnih podatkov. DigiTerra Explorer je program, ki ga vgrajujejo v naprave Magellan MobileMapper CX. Iz tega sledi, da podjetje tesno sodeluje s podjetjem Magellan. Program podpira slovenski jezik.

3.2.5 MapInfo

Podjetje MapInfo je razvilo orodje MapX Mobile, ki je namenjeno izdelovanju kart na osnovi terenskega zajema oziroma vnosa podatkov. MapX Mobile deluje na napravah, kot so Compaq iPAQ in Trimble RECON. Iz tega sledi, da podjetje tesno sodeluje s Compaqom in Trimblom.

MapX Mobile je idealno orodje za vse organizacije z mobilno delovno silo, usmerjeno k izboljšanju učinkovitosti in produktivnosti. Uslužbenci na terenu vnašajo ključne informacije v dlančnik. Te se nato preko strežnika razporejajo in prenašajo na vse uporabnike.

S tem programskim orodjem sta možna dva načina dela. Pri prvem ga povežemo z GPS sprejemnikom in zajemamo podatke na terenu ter jih nato prenašamo v bazo. Drug način dela

nam omogoča vnašanje atributnih podatkov, ki se nato prenašajo po medmrežju in obveščajo vse uporabnike v omrežju. V primeru, da policist vnese atributni podatek o prijavljenem zločinu, lahko ta podatek vidijo vsi policisti, ki so v bližini zločina in lahko smotrnejše ukrepajo.

4 METODE DELA

Vsaka nova tehnologija zahteva drugačne metode dela. Metoda dela je pomemben člen pri popolni izrabi tehnologije in s tem tudi želeni prihranek.

Uporaba odpornega (peresnega) terenskega računalnika omogoča korenite spremembe v organizaciji dela pri snemanju in obnovi detajlnih načrtov. Težišče opravil se je prevesilo v smer izvajanja večine nalog na sami lokaciji detajlne točke. Tako je sedaj tipično zaporedje skorajda istočasnih nalog pregledno sledeče:

- skiciranje in zaslonska vektorizacija na podlagi skenograma ali bitnega ozadja,
- izvajanje meritve za določitev položaja tarče oziroma prizme,
- geometrizacija skicirane točke na izmerjeni (dejanski) položaj točke,
- kodiranje in izris povezave med točkami (logična ureditev podatkov), če gre za linijski oziroma poligonski podatkovni sloj (Šumrada, 2005).

Za učinkovito delo s sistemom terenskega računalnika in elektronskega tahimetra je pomembno zagotoviti radijsko povezavo, ki omogoča daljinsko upravljanje z instrumentom.

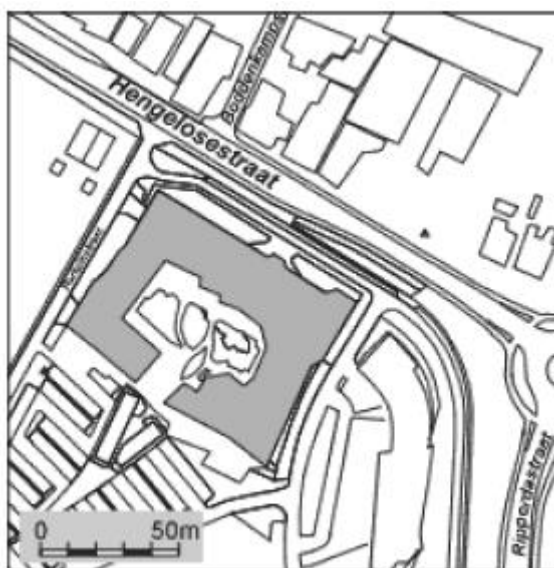
Faze dela pri sami meritvi so naslednje:

- priprava elektronskega tahimetra na stojšču (postavitve, centriranje, horizontiranje in določitev višine),
- nastavitve in kalibriranje radijske povezave med elektronskim tahimetrom in terenskim računalnikom,
- izbira točke stojšču in točk za orientacijo v podatkovni zbirki (terenski računalnik),
- orientacija in nastavitve elektronskega tahimetra na tarčo (operater ali robot) na dani (orientacija) ali novi točki (izmera detajla),
- (daljinsko) proženje meritve na tarčo in prenos izmerjenih podatkov v (oddaljeni) terenski računalnik,
- sprotno grafično urejanje in kodiranje zajetih podatkov ter preverjanje (numerično in grafično) kakovosti opravljenih meritev (Šumrada, 2005).

4.1 Podlage za digitalne skice

V primeru digitalnih kartografskih podlag je mogoče, glede na količino podatkov za predstavitev istega območja, jasno ločiti dva količinska in tudi kvalitetna razreda, ki sta tipična glede na vrsto podatkov (rastrski ali vektorski) (Šumrada, 2005).

V vektorski ponazoritvi modela stvarnosti (slika 14) je poudarek na obliki, položaju in povezljivosti prostorskih pojavov. Ti pojavi so določeni z grafičnimi gradniki, kot so točke, linije in območja. Vsi trije grafični gradniki so opredeljeni s ključnimi točkami (vozlišči), podanimi z nizom koordinat ter njihovo topološko sestavo. Vektorski podatkovni model zahteva časovno zamudno in delovno zahtevno izvorno zajemanje. Vektorski podatki so lahko ustrezno zelo natančni (teoretično neomejeno) in tudi kvalitetnejši od rastrskih podatkov. Tudi količina podatkov je majhna in zmerna (Šumrada, 2005).



Slika 14: Vektorski podatkovni model

V rastrskem podatkovnem modelu (slika 15) je izbrani del stvarnosti predstavljen s celicami, ki so organizirane v homogen in geometrično urejen vzorec. Poudarek je predvsem na vsebini in sestavi prostorskih območij. Celice so navadno pravilni četverkotniki, lahko pa so tudi trikotniki ali drugi pravilni mnogokotniki. Položaj posamezne celice je enolično podan s številko vrstice in stolpca v gridni mreži. Vsaka celica vsebuje kodirano vrednost atributa ta

celico, na katero se nanaša. V rastrskem podatkovnem modelu je poudarek na tematskih lastnostih prostorskih pojavov v prostoru. Slabost rastrskih podatkov je v dostopnosti, veliki količini in v predobdelavah. Zelo hitro in enostavno pridemo do zajetih podatkov, vendar je njihova količina podatkov zelo velika ter geometrična natančnost slaba (resolucija) (Šumrada, 2005).



Slika 15: Rastrski podatkovni model

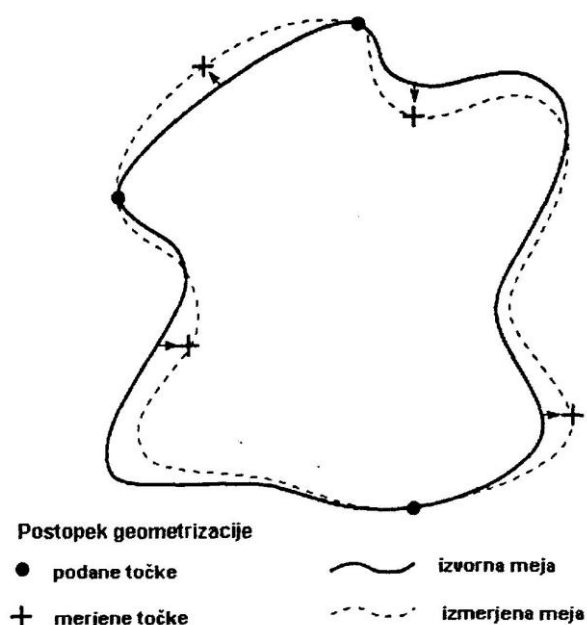
Razporeditev obstoječih digitalnih podatkovnih virov, ki so na voljo v Sloveniji, glede na naraščajočo velikost datotek oziroma količino podatkov, je pregledno naslednja:

- vektorski točkovni, linijski in poligonski sloji (digitalni načrti velikih meril - DTBVM500 in digitalni katastrski načrti – DKN),
- vektorski točkovni, linijski in poligonski sloji (digitalna topo karta TOPO5),
- skenogrami – skenirane analogne topografske karte (bitna podoba TTN 5),
- barvne in sive rastrske podobe (digitalni ortofoto 5000 - DOF 5) (Šumrada, 2005).

Od naštetih digitalnih slojev je mogoče vektorske in bitne podobe že šteti kot primerne podlage za shranjevanje tudi na računalniških napravah brez diskov, kot so to majhni računalniki (Šumrada, 2005).

4.2 Urejanje in geokodiranje podatkov na zaslonu

Geometrization je postopek premikanja privzete ali prostoročno narisane točke oziroma vozlišča na dejanski položaj, določen na merski način, kar poteka neposredno med meritvami na zaslonu računalnika. Takšne posege omogoča mobilni GIS oziroma programski modul za terensko kartiranje, in sicer s pomočjo rezultatov tahimetrične ali GPS meritve (Šumrada, 2005). Slika 16 prikazuje učinek geometrizacije.



Slika 16: Prikaz učinka geometrizacije

Problem slabe čitljivosti skice zaradi gostote detajla je na klasičnih skicah mogoče reševati z metodami karikiranja in izdelavo dopolnilnih skic. Pri digitalnem kartiranju je veliko gostoto detajla mogoče reševati z dinamičnim spreminjanjem merila, izklapljanjem tematik in pa z izvedbo skice na več prosojnicah (podatkovnih slojih). Nečitljivost skice, ki jo povzročajo tekstualni podatki, kot so denimo številčenje točk, podatki o lastniku, okna za kodiranje, lastnosti objektov, napisi itd., je mogoče odpraviti z vpisovanjem teh podatkov neposredno v podatkovno zbirko preko ustreznih zaslonских obrazcev. Oštevilčenje točk je pri digitalnem načinu kartiranja avtomatizirano in zato tudi dosledno (Šumrada, 2005).

Pri postopkih sprotnega kodiranja objektov med izmero oziroma med razpoznavo in povezovanjem detajlnih točk na terenu se pojavljajo problemi preobremenjenosti operaterja. Vzrok je majhen, nepregleden in tudi na dnevni svetlobi slabo ločljiv zaslon terenskega računalnika, na katerem je treba upoštevati veliko število kodnih tabel, ki se nanašajo na različne podatkovne sloje. Operater je tudi zelo obremenjen z vodenjem digitalne skice in sočasnim upravljanjem z merskimi instrumenti (Šumrada, 2005).

4.3 Sistem zajemanja podatkov v realnem času

Zajem podatkov v realnem času je sistem, ki omogoča izdelavo podatkov dovolj hitro, da leti neposredno omogočijo napredek na področju dejavnosti, medtem ko je ta v teku. Ti podatki vplivajo predvsem na proces odločanja.

Na področju pridobivanja vzorca in meritev v realnem času je prišlo v zadnjem desetletju do velikih tehnoloških sprememb. Inovacijska stopnja na tem področju je ogromna. Taka hitrost razvoja se bo nadaljevala tudi v prihodnjih letih. Uporaba sistema zajemanja podatkov v realnem času služi predvsem za podporo sanaciji in karakterizaciji dela.

Sistem zajemanja podatkov v realnem času zajema pridobitev vzorca, analitično in merilno tehnologijo ter podporna orodja, namenjena analizi podatkov ter posledično tudi odločanju. Za vzorec lahko vzamemo neko območje, ki ga obdelujemo. Na tem vzorcu bomo uporabljali merilno tehnologijo in odločimo se za GPS sprejemnik, saj nam omogoča hitro in enostavno določitev lokacijskih podatkov. Za podporna orodja, namenjena analizi in odločanju, uporabimo podatkovne baze, geografske informacijske sisteme (GIS), orodja za vizualizacijo podatkov ter druga orodja.

Pojem "realni čas" se nanaša na zmožnost zajemanja in priprave podatkov dovolj hitro, da ti vplivajo na odločitve, medtem ko delo poteka. Podatki, zajeti v realnem času, so podatki, ki so na voljo v trenutku, v roku nekaj minut, proizvedeni v eni uri ali dveh, na voljo v enem dnevu ali dostavljeni v roku nekaj dni. Po tej opredelitvi je "realni čas" za eno dejavnost več tednov, za druge dejavnosti nekaj minut.

Proces zajemanja podatkov v realnem času bi morali standardizirati v vseh korakih. Iz poglavja Proizvajalci programske opreme je razvidno, da je vsako programsko orodje vezano na določene merske inštrumente in določene operacijske sisteme. Za pridobljene podatke tudi nimamo vpogleda v oceno natančnosti. Končni cilj standardizacije procesa je proizvodnja podatkov znanih kakovosti glede na uporabljeno mersko tehnologijo, s kakovostjo, ki zadostuje potrebam odločanja.

5 UPORABA MOBILNEGA SISTEMA GIS

Način uporabe ter vrste uporabnikov je že opisan v prejšnjih poglavjih, prav tako tudi nekatere prednosti in slabosti. Uporaba mobilnega GIS je usmerjena predvsem v pregledovanje ali zajemanje podatkov in le nekaj jih vsebuje tudi dodatne GIS ali kartografske funkcionalnosti (Šumrada, 2005).

Nekatera tovrstna orodja GIS so namenjena samo podpori zajemanja podatkov s tehnologijo GPS. Mnoga orodja so namenjena zgolj uporabi v okolju določenega proizvajalca in le redka podpirajo več merskih inštrumentov (ET, GPS) raznih proizvajalcev. Ob podpori dostopnega mobilnega orodja GIS lahko uporabljamo naslednje metode zajema prostorskih podatkov na terenu s pomočjo terenskega računalnika:

- zaslonska vektorizacija DOF (digitalni ortofoto) in koordinatna geometrija,
- skiciranje detajla na digitalnih podlagah - zaslonska vektorizacija z geokodiranjem,
- zajem podatkov z elektronskim tahimetrom in prenos v terenski računalnik,
- zajem podatkov z RTK (real time kinematic) GPS in prenos v terenski računalnik (Šumrada, 2005).

Uporaba terenskih računalnikov prinaša mnoge koristi, vendar pa sta njihov tržni prodor in uveljavitev v geodetski praksi sorazmerno počasna navkljub hitremu tehnološkemu razvoju. Glavni razlogi so pregledno naslednji:

- cena in zmogljivost strojne opreme,
- razvoj, zmogljivost in cena brezžičnih povezav (mobilni telefon in mikrovalovne radijske povezave - bluetooth),
- dostopnost programskih orodij GIS ali CAD za majhne računalnike in nadalje združljivost tovrstnih programov s tradicionalnim softverom na osebnih računalnikih,
- problemsko področje uporabe (merske tehnike) in značilnosti delovnih pogojev (odpornost za terensko delo) (Šumrada, 2005).

Poleg drage dodatne opreme so odločilni zlasti zadržki uporabnikov, ker ti navadno na račun zapletenih in nedorečenih novosti ne želijo spreminjati dobro ustaljene tradicionalne metode terenskega dela. Očitno je tako, da morajo biti številne prednosti nove tehnologije razvidne in hkrati ekonomsko sprejemljive, preden so jo uporabniki pripravljene prevzeti in modificirati že uveljavljeni delovni potek (Šumrada, 2005).

Mobilno računalništvo se razvija še naprej in njegova uporaba je iz dneva v dan vse večja. Današnji trendi mobilnega računalništva in mobilnega GIS so predvsem:

- prihod majhnih, zlasti tabličnih računalnikov in dlančnikov, na tržišče, ki navkljub večji sposobnosti postajajo cenejši, odpornejši, lažji in manjši, bolj avtonomni in povezljivi,
- hiter razvoj mobilnih in brezžičnih povezav predvsem na področju mobilne telefonije in mikrovalovnih radijskih prenosov,
- programska orodja CAD in zlasti GIS so na tržišču postala tehnološko zrela in lahko uspešno podpirajo že veliko zelo različnih uporabniških zahtev,
- proizvajalci opreme GPS in elektronskih tahimetrov že zagotavljajo podporo tehnologiji terenskih računalnikov,
- spreminja se tudi poslovni model za tradicionalna in posredno tudi za mobilna orodja GIS,
- medmrežje in zlasti splet omogočata zelo raznoliko in množično uporabo prostorskih podatkov, ki ni več omejena samo na specialistična področja izvedencev za tehnologijo GIS,
- nastaja dinamično tržišče za prostorske podatke in informacije, ki bolj temelji na zahtevah številnih majhnih uporabnikov, kakor na strategijah tradicionalnih velikih (monopolnih) dobaviteljev in proizvajalcev (Šumrada, 2005).

5.1 Uporaba mobilnega GIS v Sloveniji

V Sloveniji je bila opravljena anketa, katere cilj je pregled nad tem, kakšno tehnologijo uporabljajo geodeti v Sloveniji pri terenski izmeri ter kakšno stališče imajo do najnovejših tehnologij. Rezultati ankete so objavljeni v članku z naslovom Anketa o uvajanju novih tehnologij v geodetske merske postopke, avtorjev Darka Pahulje in Marjana Čeha. Članek je bil objavljen v Geodetskem vestniku številka 47/2003 – 1 & 2. Predstavil bom samo povzetek ankete, predvsem del, ki se nanaša na mobilni GIS. Obstaja možnost, da so podatki zastareli, saj so stari že štiri leta in v tem času je verjetno prišlo do večjih sprememb.

V Sloveniji kar 30 % geodetov meni, da ni tehnologije in metode dela, ki bi zmanjšala stroške in čas dela. Tisti, ki pa menijo, da obstaja način zmanjšanja stroškov in časa dela, pa poznajo le GPS, redki poznajo digitalne baze. Menim, da je dejstvo, da kar 30 % geodetov ne pozna tehnologije, ki bi zmanjšala stroške dela, zaskrbljujoče. Ob današnji informiranosti in dostopom do informacij bi ta odstotek moral biti manjši. Z drugega zornega kota pa nam ta podatek lahko pove, da je verjetno le še 30 % geodetov "stare šole" in kar 70 % "mladega" kadra geodetov, kar pa je spodbuden podatek.

Drugi podatek nam pove, da kar 70 % geodetskih podjetij ne namerava v bližnji prihodnosti uvesti nove metode dela oziroma kupiti novega inštrumentarija. Razloga za to sta predvsem draga oprema in zmogljivost opreme. Glede prvega razloga se delno strinjam. Oprema je res draga, vendar pa se amortizira in njen nakup gre v davčno olajšavo, tako, da se ta denar prej ko slej povrne. Glede zmogljivosti opreme pa se ne strinjam v celoti, saj se na tržišču pojavlja vedno boljša in zmogljivejša oprema. Zahteve in želje kupcev pa so vedno višje, zato nikoli ne bomo pridobili popolne opreme. Mislim, da je glavni razlog strah pred novimi metodami in novo tehnologijo, denar pa je samo dober izgovor. Geodeti so navajeni svojih ustaljenih metod in jih na noben način nočejo spremeniti. Saj vemo, kaj pravi pregovor: „Navada je železna srajca.“

Prav tako zanimiv je naslednji podatek: kar 70 % geodetov meni, da niso dovolj seznanjeni z današnjimi novostmi. Ta podatek bi lahko bil opozorilo GURS, Geodetski zvezi, Matični sekciji geodetov, trgovcem, proizvajalcem ter podobnim organom, da seznanjanje z novimi

tehnologijami ni zadostno. Podatek pa je pomemben tudi za trg, saj se odpirajo nove tržne niše oziroma novi trgi in novi kupci. To bi lahko bila priložnost za Geodetski vestnik, ki bi s tem povečal naklado, za proizvajalce geodetskih inštrumentov in opreme ter za mnoge druge.

6 DETAJLNA IZMERA

Za vzpostavitev baze podatkov je potrebno zajeti podatke na terenu. Zajem podatkov je možen na več načinov:

- daljinsko zaznavanje (fotogrametrične metode, lasersko skeniranje, satelitsko zajemanje podatkov...),
- GPS meritve,
- klasična topografska izmera.

Daljinsko zaznavanje je najhitrejša metoda za masovni zajem podatkov. Vendar pa je natančnost teh podatkov slabša kot pri ostalih dveh metodah. Natančnost metode je nekaj decimetrov do metra. Zajem podatkov z GPS je hiter in natančen (cca nekaj cm), vendar pa ni dostopen povsod. Z izgubo signala se izgubi tudi zajem podatkov. Klasična topografska izmera omogoča zajem podatkov z natančnostjo nekaj centimetrov. Izbira metode zajema je odvisna od zahtevane natančnosti in detajlnosti baze podatkov.

Nekaj centimeterska natančnost izmere detajla pomeni, da je zahtevana natančnost horizontalnih koordinat novo določene točke mreže s klasičnimi terestričnimi postopki (triangulacija, trilateracija, trigonometrično višinomerstvo, poligon), ko je:

- daljša polos elipse s 95 % zaupanjem v koordinati točke krajša od 5 cm, oz. da je
- daljša polos standardne elipse zaupanja v koordinati točke krajša od 2 cm.

Zahtevana nekaj centimeterska natančnost višine točke je natančnost, ko je:

- polovična dolžina intervala s 95 % zaupanjem v višino točke krajša od 4 cm, oz. je
- standardni odklon višine manjši od 2 cm,
- ter za določitev koordinat detajlnih točk zahtevana natančnost »dvakrat« nižja, kar pomeni, da se vse navedene tolerančne vrednosti cenilk natančnosti podvojijo.

6.1 Vzpostavitev izmeritvene mreže

Vzpostavimo lahko:

- trigonometrično mrežo z uporabo metod triangulacije, trilateracije ter trigonometričnega višinomerstva. Pri tem mora biti minimalno število točk navezovalne mreže tri. Zagotoviti moramo ustrezno število povezav v mreži, da zagotovimo dovolj veliko število nadštevilnih meritev. Maksimalne dolžine stranic izmeritvene trigonometrične mreže naj ne presegajo 1 km. Omejitev oddaljenosti je še posebej smiselna pri uporabi trigonometričnega višinomerstva,
- poligonsko mrežo. Po pravilu je poligon priklepni, v izjemnih primerih zaključeni. Poligon se naveže na točke navezovalne mreže, pri čemer mora biti minimalno število točk navezovalne mreže za priklepni poligon štiri in zaključeni poligon dve točki. Izravnava poligona je stroga. Upoštevati moramo, da so poligoni čimbolj iztegnjeni. Poligonske stranice naj ne bodo daljše od 250 m in ne krajše od 50 m, razmerje med najdaljšo in najkrajšo stranico naj bo od 2:1 do 3:1. Število poligonskih točk naj bo tolikšno, da velika polos standardne elipse pogreškov najslabše točke ne presega 2 cm.

Vse meritve v navezovalnih mrežah izvajamo v več ponovitvah z namenom eliminacije inštrumentalnih pogreškov, nadzorom nad grobimi pogreški in povečanja natančnosti meritev. Za nivo natančnosti nekaj centimetrov je vsa opazovanja potrebno izvajati v najmanj dveh ponovitvah.

Po končanih meritvah je potrebno meritve naknadno obdelati in izravnati. Pri obdelavi podatkov moramo:

- iz opazovanih horizontalnih smeri v dveh girusih izračunati aritmetično sredino posamezne smeri, ki gre v izravnavo;
- iz opazovanih poševnih dolžin v več ponovitvah izračunati aritmetično sredino posamezne dolžine, ki jo nato reduciramo na ničelni nivo. Dolžino izračunamo v GK projekciji in jo moduliramo. Ta vrednost dolžine je vhodni podatek za izravnavo;
- iz opazovanih zenitnih razdalj v več ponovitvah izračunamo aritmetično sredino posamezne zenitne razdalje. Te potrebujemo za redukcijo dolžin in po enačbah

trigonometričnega višinomerstva za izračun višinskih razlik, ki gredo v izravnavo višinske mreže.

Iz meritev so izločeni vsi grobi pogreški. Uteži merjenih količin določimo na osnovi natančnosti uporabljenega inštrumenta in metode dela ali na osnovi ocene kakovosti opravljenih meritev pred izravnavo. Mrežo ne glede na obliko (trigonometrična, poligonska) izravnamo po strogi metodi, ločeno za izračun horizontalnih koordinat in ločeno za izračun višin. Izravnavamo po metodi najmanjših kvadratov.

6.2 Izmera detajla

Za izmero detajla uporabljamo dve metodi, in sicer:

- polarno metodo ter
- ortogonalno metodo.

Polarna metoda detajlne izmere pomeni izračun koordinat detajlnih točk na osnovi direktno merjenih relativnih prostorskih polarnih koordinat detajlnih točk. Koordinatni sistem določa stojišče inštrumenta (točka izmeritvene mreže ali prosto stojišče) in ena ali več orientacijskih smeri (točke izmeritvene mreže). Položaj detajlne točke je določen na podlagi istočasnega merjenja horizontalnega kota, zenitne razdalje in poševne dolžine do detajlne točke. Polarna detajlna izmera je v današnjem času praktično edina uporabljana metoda klasične detajlne izmere. Pri meritvah uporabljamo elektronske tahimetre.

Ortogonalna metoda detajlne izmere pomeni izračun koordinat detajlnih točk na osnovi direktno merjenih relativnih ravninskih pravokotnih koordinat detajlnih točk. Horizontalni koordinatni sistem določa merska linija (točki izmeritvene mreže). Ortogonalna izmera je v današnjem času uporabljana v izjemnih primerih, kadar se zahteva največja natančnost izmere. Pri meritvah uporabljamo teodolit, bazno lato ter dodatni pribor. Višino detajlne točke določimo z detajlnim nivelmanom. Metoda se uporablja predvsem v inženirski geodeziji.

Meritve izvajamo ločeno po posameznih stojiščih. Na vsakem stojišču za vsako detajlno točko istočasno zajemamo vse tri relativne prostorske polarne koordinate detajlne točke. Meritve potekajo v naslednjem vrstnem redu:

- priprava stojišča,
- orientiranje,
- signalizacija detajlne točke,
- zajem merskih vrednosti.

Priprava stojišča pomeni:

- centriranje in horizontiranje tahimetra, Centriranje instrumenta naj bo izvedeno z optičnim, laserskim ali togim grezilom (natančnost centriranja je 0.5 mm, 1.0 mm oz. 1.5 mm),
- izmera višine instrumenta z ročnim merskim trakom (zaokrožitev na 1 mm),
- izmera zračnega tlaka in temperature ter vnos teh vrednosti v tahimeter: zračni tlak in temperaturo izmerimo ob pričetku snemanja na posameznem stojišču.

Orientacija:

Orientacijo zagotavljajo dobro vidne točke izmeritvene mreže. Oddaljenost orientacijskih točk od stojišča naj bo večja kot je največja oddaljenost od stojišča do detajlne točke.

Orientacijske točke signaliziramo z:

- reflektorjem na stativu, centriranje izvedemo s tahimetrom,
- izjemoma za signalizacijo uporabimo togo grezilo z reflektorjem in tarčo, ki ga podpremo s trinožnikom.

Signalizacijo orientacijskih točk ohranimo ves čas izmere detajla z enega stojišča zaradi kontrole orientacije.

Pri orientaciji moramo upoštevati določene pogoje:

- horizontalne smeri orientiramo na najmanj dve orientacijski točki izmeritvene mreže. S tem kontroliramo grobe napake v meritvah. Za izračun koordinat detajlnih točk uporabimo srednji orientacijski kot,
- orientacijsko smer izmerimo v dveh krožnih legah,

- med meritvami detajla približno vsakih 20 detajlnih točk kontroliramo stabilnost inštrumenta s ponovno izmero smeri na vsaj eno od orientacijskih točk. Ponovljeno meritev orientacije registriramo, meritev pa se upošteva pri izračunu srednjega orientacijskega kota. Razlika glede na prvotno vrednost orientacijske smeri naj ne bo več kot 20". Če je razlika večja, je potrebna ponovna orientacija. Snemanje nadaljujemo brez ponavljanja že opravljenih meritev.

Signalizacija detajlne točke:

Detajlno točko signaliziramo z reflektorjem s tarčo. Za centriranje uporabimo togo grezilo z dozno libelo. Zahteve pri tem so:

- maksimalna dolžina togega grezila je 2 m,
- dozna libela togega grezila mora biti rektificirana,
- v primeru snemanja mejnika za zagotovitev stabilnosti uporabimo trinožnik (poseben stativ za togo grezilo).

Zaradi dimenzijskih omejitev reflektorja na togem grezilu signalizacije ne moremo izvesti direktno za detajlne točke, ki ležijo neposredno ob oziroma na pokončnih ovirah. Temu problemu se izognemo, če uporabljamo razdaljemere, ki omogočajo merjenje dolžin brez uporabe reflektorja. Merjenja brez uporabe reflektorjev se poslužujemo le v primerih, kadar običajne meritve niso mogoče.

Zajem merskih vrednosti:

Maksimalna oddaljenost detajlnih točk je odvisna od zahtevane natančnosti določitve položaja detajlne točke. Pogojujejo jo tudi trenutne vremenske razmere, saj npr. ob močni pripeki migetanje zraka onemogoča dobro viziranje že na 50 m. Glede na vrsto detajlne točke in s tem povezano možnostjo kakovostnega centriranja reflektorja upoštevamo sledeči vrednosti:

- za ZK točke (mejniki) in zgradbe do 100 m,
- za infrastrukturne objekte do 150 m.

Meritve do detajlnih točk izvajamo v eni krožni legi. Neodvisne merske kontrole – kontrolne mere, kot so fronti ali čelne mere, križne mere idr., lahko izvedemo z ročnimi merskimi

trakovi ali ročnimi elektronskimi razdaljmeri. Vrsta in količina kontrolnih meritev je odvisna od vrste detajla. Priporočeno je na vsako detajlno točko nanesti vsaj eno neodvisno kontrolno mersko vrednost.

Zapisnik je sestavni del detajlne izmere. V sodobnih elektronskih inštrumentih se terenski zapisnik merskih vrednosti shranjuje v notranji pomnilnik inštrumenta. Shranjene merske vrednosti za posamezno detajlno točko so:

- številka in koda detajlne točke,
- horizontalna smer,
- zenitna razdalja,
- poševna dolžina z upoštevanjem meteoroloških parametrov in adicijske konstante,
- višina reflektorja.

Določene merske vrednosti, predvsem kontrolne mere, je potrebno zapisati. Priporočljivo je zapisati tudi posamezne spremembe višine reflektorja.

Poglavje 6 (Detajlna izmera) je povzetek Navodil za izvajanje klasične geodetske izmere v novem državnem koordinatnem sistemu, katerega avtor je Dušan Kogoj in sodelavci. (D. Kogoj, 2006)

7 KATASTRSKA IZMERA

7.1 Klasični način izmere

Postopek ureditve katastrske meje urejata Zakon o evidentiranju nepremičnin (UL RS, št. 47/2006) ter Pravilnik o urejanju mej ter spreminjanju in evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru (UL RS, št. 8/2007). Geodetska praksa je, da se pred glavno obravnavo obišče teren, kjer se opravi predizmera. S predhodnimi meritvami se ugotovi potek posestne meje v naravi. Na terenu se, poleg nujno potrebnih točk meje, ki se prenaša, posnamejo tudi mejne točke parcel v okolici, za katere menimo, da so identične s točkami v katastrskem načrtu (v nadaljevanju navezovalne točke). Posnamemo tudi lomne točke objektov in kulturnih mej, vendar moramo vedeti, da imajo te točke v katastrskem načrtu slabšo položajno natančnost.

Dobro posneto stanje na terenu je nujno potrebno za dober vklop predhodno opravljenih meritev in parcelnih mej iz zemljiškega katastra. Pri vklopu postavimo katastrski načrt nad stanje, ki smo ga posneli na terenu. Nato z rotacijo in translacijo skušamo zagotoviti prekrivanje čim večjega števila navezovalnih točk. V primeru, da smo s prekrivanjem zadovoljni, lahko določimo vektorje premikov lomnih točk katastrskega načrta.

V načrtih grafične izmere je mnogo nenatančnosti, zato se vse navezovalne točke ne bodo prekrivale z identičnimi točkami v katastrskem načrtu. Razlog je lahko v tem, da smo slabo izbrali navezovalno točko, ali pa stanje točke v naravi odstopa od stanja v katastrskem načrtu. Pri nekaterih primerih so lahko odstopanja tudi večja, tako da je geodet pogosto v dvomu, na katere navezovalne točke naj naveže katastrski načrt. Pri postopku ureditve meje je ravno vklop katastrskih načrtov grafične izmere operacija, ki zahteva največ izkušenj.

Sledi mejna obravnavo, kjer geodet zakoliči obravnavano mejo. Nato se postopek nadaljuje, kot ga narekuje Pravilnik o urejanju mej ter spreminjanju in evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru. (Dolgan, 2006)

7.2 Mobilni način izmere

Geodet v pisarni na mobilni računalnik prenese vse potrebne digitalne podatke za izvršitev postopka ureditve meje, to so DKN, koordinate poligonskih točk, zemljiško-katastrske točke, DOF. Programska oprema na mobilnem računalniku pa mora omogočati prikaz teh podatkov na zaslonu.

Geodet se nato z elektronskim tahimetrom in mobilnim računalnikom odpravi na teren, kjer na poljubno mesto postavi inštrument. Nato se z meritvami navezovalnih točk določijo koordinate stojišča in po metodi notranjega ureza izračunajo koordinate stojišča. Programska oprema mora omogočati navezavo na poljubno število navezovalnih točk. Pri tej metodi, poleg položaja stojišča dobimo tudi položajno natančnost koordinat stojišča, ki pa je odvisna od lokalne položajne natančnosti digitalnega katastrskega načrta. Ko imamo določene koordinate položaja stojišča in orientacijo, lahko nadaljujemo postopek z zakoličbo katastrske meje, ki jo želimo urediti. Tako pridobljene koordinate stojišča niso koordinate v državnem koordinatnem sistemu, ampak v lokalnem koordinatnem sistemu digitalnega katastrskega načrta. Za potrebe izdelave elaborata postopka ureditve meje pa moramo določiti koordinate zakoličene meje v koordinatah državnega koordinatnega sistema. Zaradi tega moramo položaj stojišča in položaj zakoličene meje navezati še na državni koordinatni sistem.

Pri tej metodi ima veliko vlogo položajna natančnost koordinat stojišča. Ta podatek je v postopku ureditve katastrske meje pomemben, ker lahko na osnovi te natančnosti geodet določi, ali je meja, ki sta jo pokazala mejaša, znotraj območja, ki ga definira položajna natančnost katastrskega načrta. Položajna natančnost, ki je rezultat določitve položaja točke, je relativna položajna natančnost katastrskega načrta na lokalnem območju meritev. Relativna položajna natančnost DKN nas tudi veliko bolj zanima kot absolutna položajna natančnost, saj nas zanimajo relativni odnosi med bližnjimi točkami.

Za položajno natančnost je ključnega pomena izbira navezovalnih točk. Ob nastanku zemljiškega katastra vse parcele niso bile izmerjene z enako položajno natančnostjo. Najbolj natančno so bile izmerjene meje katastrskih občin, nato meje ledin, meje cerkvenih posesti in

veleposestev, lastniške meje, najmanj natančno pa objekti, meje gozdnih posestev in kulturne meje.

V praksi je zelo težko ugotoviti, katere točke so zanesljive. Eden od kriterijev, ki lahko pove, ali je točka zanesljiva, je popravek opazovane smer ali dolžine, ki je rezultat izravnave opazovanj. Operater mora na podlagi popravkov opazovanj, zgoraj naštetih kriterijev o položajni natančnosti meje in izkušenj ugotoviti, katere navezovalne točke so najbolj primerne za določitev položaja stojišča. (Dolgan, 2006)

7.3 Prednosti in slabosti mobilnega načina izmere

Bistvena prednost opisane rešitve je v tem, da je potrebno teren obiskati samo enkrat. Pri tej metodi lahko geodet ugotovi položajno natančnost katastrskega načrta in opravi postopek ureditve meje v enem koraku. To pomeni velik prihranek časa in denarja. Vendar ima mobilni način ureditve katastrske meje tudi določene slabosti v primerjavi s klasično izmero.

Prednosti mobilne metode:

- časovni in finančni prihranek; pri klasični metodi je potreben dvakratni obisk terena. Prvič se opravi predizmera,, pri drugi pa se pokaže meja v naravi in opravi postopek na glavni obravnavi. Pri predstavljeni metodi je teren potrebno obiskati samo enkrat, kar pomeni zajeten časovni in finančni prihranek in večjo produktivnost;
- manjša možnost napak; pri klasičnem načinu izmere je v primeru napak ali pomanjkljivosti pri prvem obisku terena potrebno opraviti dodatna merjenja, kar prinaša dodatno izgubo časa in finančne stroške. Pri mobilnem načinu izmere je nemogoče napraviti tovrstne napake, saj lahko takoj vidimo, katere podatke potrebujemo.

Slabosti mobilne metode:

- vklop meritev. Pri klasičnem načinu vizualno usklajujemo dejansko stanje in stanje v zemljiškem katastru. Pri mobilni metodi je končni rezultat odvisen od izbire navezovalnih točk in njihove identifikacije v naravi. Pri tej metodi je merilo o kakovosti določitve koordinat stojišča, ter posledično merilo o kakovosti zakoličene meje, položajna natančnost določitve koordinat stojišča, ki je rezultat izravnave;
- dodatna strojna oprema. Predstavlja dodaten strošek za podjetje. Pri opisani mobilni metodi poleg elektronskega tahimetra potrebujemo še mobilni računalnik in brezžično povezavo med elektronskim tahimetrom in mobilnim računalnikom;
- šolanje in privajanje kadrov na novo metodologijo dela.

(Dolgan, 2006)

8 ZAKOLIČEVANJE

Del inženirske geodezije je zakoličevanje. Zakoličba pomeni prenos elementov načrta v naravo. Pred samo zakoličbo moramo pripraviti mrežo za zakoličevanje. Mreže delimo na položajne in višinske.

Položajne mreže se delijo na tri skupine:

- primarna mreža točk; točke trajno stabiliziramo in postavimo izven gradbišča, da se ne uničijo. Služijo za kontrolo, merjenje premikov, zakoličbo...;
- sekundarna mreža točk; mreža se nahaja na gradbišču in služi za zgotitev primarne mreže. Točke se lahko med samo gradnjo uničijo;
- setajlna mreža točk; mreža služi za snemanje in zakoličevanje detajla.

Višinske mreže se delijo na tri skupine:

- primarna mreža točk; to mrežo sestavljajo reperji, ki tvorijo državno mrežo
- sekundarna mreža točk;
- detajlne točke.

8.1 Klasični način zakoličbe

Klasični način zakoličbe poteka na sledeč način:

- naročnik oz. delovodja naroči, kaj želi imeti zakoličeno;
- geodet si pripravi podatke. Iz projekta pridobi koordinate zakoličbenih točk ter si izračuna zakoličbene elemente oziroma opravi prenos koordinat zakoličbenih točk v inštrument. Sledi še izdelava skice zakoličbenih točk;
- sledi priprava stojišča, kar pomeni centriranje in horizontiranje tahimetra ter izmera višine inštrumenta z ročnim merskim trakom;
- orientacija. Orientacijske točke signaliziramo z reflektorjem na stativu, centriranje izvedemo s tahimetrom;
- zajem merskih vrednosti. Pri tem se nam na ekranu tahimetra izpišejo vrednosti (Δh , ΔD , ΔHz) do ciljne točke. Poznamo več metod za zakoličevanje točk. Metode so

odvisne od zelene natančnosti zakoličenih točk. Najpogostejša metoda je polarna zakoličba, kjer sta zakoličbena elementa kot in dolžina.

8.2 Mobilni način zakoličbe

Mobilni način zakoličbe poteka po naslednjem vrstnem redu:

- geodet si prenese projekt z geodetsko mrežo v GIS okolje na terenski računalnik;
- naročnik oz. delovodja naroči, kaj želi imeti zakoličeno in hkrati to pokaže na zaslonu terenskega računalnika;
- sledi priprava stojišča, povezava računalnika z inštrumentom, orientacija ter zajem merskih vrednosti. Pri zajemu merskih vrednosti program prikaže poleg vrednosti do ciljne točke še grafični izris, da se lažje usmerimo.

8.3 Prednosti in slabosti zakoličevanja

Prednosti zakoličevanja z mobilnim GIS:

- komunikacija. Z mobilnim GIS je veliko lažje komunicirati. Pri prihodu na gradbišče delovodja naroči veliko stvari, ki jih je potrebno zakoličiti: osi, stene, temelje, dvigalne jaške... Vse našteje predmete je zelo težko najti v projektu, saj projekti niso popolni. V njih je veliko slojev in barv, ki pa med seboj niso usklajeni. Velikokrat se zgodi, da so vse linije v istem sloju. Pri mobilnem GIS je delo olajšano, saj ima tudi delovodja vpogled v projekt in tako skupaj lažje poiščemo zelene objekte. Na ta način se tudi izognemo zakoličbi napačnih objektov (npr. zakoličba napačne stene);
- čas. Pri klasičnem načinu zakoličevanja si je potrebno po pogovoru z delovodjo pripraviti podatke in opraviti prenos podatkov v inštrument. Pri mobilnem GIS priprava podatkov na terenu ni potrebna, saj zelene točke pridobimo neposredno iz projekta, program pa istočasno izračuna zakoličbene elemente. Velikokrat se zgodi, da v toku zakoličbe dobimo novo naročilo. To pomeni, da je potrebno v pisarni pripraviti podatke, opraviti prenos podatkov na inštrument, potrebna je ponovna priprava stojišča in orientacija. Z mobilnim GIS podatke pridobivamo neposredno iz projekta, zato veliko dela odpade.

Slabost zakoličevanja z mobilnim GIS:

- uvoz podatkov. Projekt v digitalni obliki je sestavljen iz večjega števila slojev, barv in tipov črt. Pri uvozu projekta v GIS okolje se vse linije shranijo v istem sloju z isto barvo. Zato moramo pri uvozu podatkov paziti, koliko in katere sloje uvažamo.

9 PRAKTIČNI PREIZKUS MOBILNEGA GIS

Novo tehnologijo in nove metode dela je najbolje preizkusiti na terenu. S tem namenom je bila nastavljena baza, ki se je napolnila s podatki, zajetimi z novo tehnologijo, po novih metodah. Preizkus je vseboval tudi zakoličbo točk z mobilnim GIS ter uporabo mobilnega GIS v zemljiškem katastru.

Meritve so se izvajale v parku, ki se nahaja v bližini Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, in sicer med križiščema Jamove ceste in Hajdrihove ulice ter Jamove ceste in Langusove ulice. Park se nahaja v katastrski občini Gradišče II, na parceli s številka 143/66 in 143/67.

9.1 Uporabljen inštrumentarij in programska oprema

Pri diplomski nalogi sem uporabljal sledeč inštrumentarij in programsko opremo:

- TPS Leica TCRP 1201+, ki ima:

| Funkcija | Domet/natančnost |
|--|---|
| Merjenje Hz in V kotov | 1" (0,3 mgon) |
| Merjenje dolžin s standardno prizmo GPR1 | Domet: 1800 m – 3500 m, Natančnost: 2mm + 2ppm |
| Brezreflektorsko merjenje dolžin | Domet: 140 m – 170 m, pri 18 % odboju Natančnost: 3 mm + 2 ppm |
| Brezreflektorsko merjenje dolžin z uporabo standardne prizme GPR1 | Domet: 2200 m – 10 000 m, Natančnost: 5 mm + 2 ppm |
| Motoriziran | Hitrost rotacije: 45°/s |
| Samodejno prepoznavnje tarče ATR | Standardna prizma (GPR1): 1000 m 360° prizma (GRZ4): 600 m |
| Iskanje tarče PS | Standardna prizma (GPR1): 200 m |

- stativ, Leicina standardna prizma z oznako GPR1
- tablični peresni računalnik Stylistic ST5031D, proizvajalca Fujitsu Siemens, ki ima procesor Intel Pentium M 1,20 GHz in 2 GB rama. Računalnik deluje na operacijskem

sistemu Microsoft Windows XP, Tablet PC Edition 2005, Version 2002, SP 2, vzdržljivost baterije približno štiri ure (FUJITSU SIEMENS, 2005),

- program ArcMap verzija 9.1, proizvajalca Esri,
- programski modul, za ArcMap, MobileMatrix, proizvajalca Leica,
- uporabljena povezava je bila bluetooth.

9.2 Detajlna izmera in zakoličba

Na terenu so se zajemali podatki na različne načine, in sicer:

- vodja izmere ima v rokah prizmo ter računalnik. Figuranta ne potrebuje;
- vodja izmere ima v rokah računalnik in stoji za inštrumentom. Figurant je s prizmo;
- vodja izmere ima v rokah računalnik in stoji poleg inštrumenta. Inštrument upravlja figurant;
- vodja izmere je za inštrumentom, računalnik je pritrjen na inštrument, figurant je s prizmo;
- zakoličba točk s sistemom mobilni GIS.

Postopek dela je za vse načine sledeč:

- priprava stojišča: instrument centriramo in horizontiramo ter izmerimo višino inštrumenta z ročnim trakom;
- terenski računalnik povežemo z inštrumentom preko bluetootha;
- inštrument povežemo s prizmo preko funkcij prepoznavanje tarče in sledenje tarči;
- v terenskem računalniku določimo stojišče, vpišemo višino inštrumenta ter določimo orientacijsko točko. Točke izmeritvene mreže si lahko predhodno vnesemo v računalnik;
- orientiranje: ko se postavimo s prizmo na orientacijsko točko, se inštrument sam obrne proti orientaciji, saj smo ga predhodno povezali s prizmo. Preko računalnika zajamemo merske vrednosti;
- signalizacija detajlne točke;
- zajem merskih vrednosti ter
- ureditev atributov v terenskem računalniku za vsako posneto točko.

Vodja izmere ima v rokah prizmo ter računalnik. Figuranta ne potrebuje:

Celotno izmero delaš sam. Vodja izmere ima v rokah prizmo in računalnik. za inštrumentom pa ni nikogar. Tak način dela se imenuje tudi "One man station". Za tako delo mora biti inštrument motoriziran, imeti mora bluetooth oziroma radijsko povezavo z računalnikom ter funkcije, kot sta sledenje tarči in prepoznavanje tarče.

Pri delu morata biti zagotovljeni dve povezavi, in sicer:

- inštrument je povezan z računalnikom in to preko bluetootha ali radijske povezave. V konkretnem primeru je bila uporabljena bluetooth povezava;
- inštrument je povezan s prizmo, da ji bo sledil. Povezava se vzpostavi preko funkcij sledenje tarči in prepoznavanje tarče.

Vse meritve se izvajajo preko računalnika,, prav tako se z računalnikom upravlja inštrument. Ob vsakem zajetju točk se v računalniku sproti urejajo atributi v bazi.

Sistem deluje, vendar je počasen in okoren. Izmera poteka malo počasneje, saj se je velikokrat izgubila povezava med računalnikom in inštrumentom ter povezava med inštrumentom in prizmo. Za nadaljevanje dela se je vsakokrat morala ponovno vzpostaviti povezava računalnik – inštrument ter povezava inštrument – prizma. Za povezavo računalnik – inštrument se je uporabljal bluetooth, ki ima doomet 40 m. Vsak večji doomet ni izmerljiv. V praksi je ta doomet od 25 m do 30 m. Za neko izmero se mora postaviti veliko več stojišč kot pri klasičnem merjenju. V primeru parka bi s klasičnim merjenjem potrebovali tri do štiri stojišča, s to metodo pa okoli 16, kar je štirikrat več. Uporaba bluetootha pride v poštev pri območjih brez ovir. Terenska izmera traja dlje časa, vendar se prihranek pojavi pri času, potrebnem za obdelavo podatkov v pisarni, prihranek pa je tudi na figurantu. V štirih urah se je posnelo 50 točk, kar pomeni 12,5 točk na uro.

Dodatni problem se pojavi pri orientaciji na točko, ki je oddaljena več kot 40 m. Kje dobiti človeka, ki bo držal prizmo na orientacijski točki? Ali prositi za pomoč mimoidoče? Ali bomo pomoč vedno dobili? Ali je smiselno dati toliko denarja za sistem ter nato prositi za pomoč mimoidoče?. Ali bo prostovoljec znal pravilno in na pravem mestu držati prizmo? Po mojem mnenju pri tem postavljamo pod vprašaj kakovost oziroma točnost meritev. Iz izkušenj vem, da laiki ne znajo pravilno držati prizme, saj nimajo tovrstnih izkušenj. Rešitev je v predhodni

signalizaciji orientacij z reflektorjem na stativu. Slika 17 prikazuje način zgoraj opisanega merjenja.



Slika 17: Prikaz načina merjenja

Vodja izmere ima v rokah računalnik in stoji za inštrumentom. Figurant je s prizmo:

Figurant je s prizmo, vodja izmere z računalnikom pa za inštrumentom. Delo poteka izjemno hitro. Prihranek na času je občuten, saj meritve potekajo enako hitro kot pri klasičnih meritvah, le da so vse meritve sproti obdelane in izrisane, tako da delo v pisarni odpade. Podatki se lahko posredujejo v realnem času. Pri klasičnih meritvah je bilo v primeru nejasnosti oziroma nerazločno narisane skice potreben ponoven obisk terena. Pri tem načinu merjenja tega ni, saj se na terenu vse izrisuje sproti. V eni uri se posname 30 točk.

Problem se pojavi pri komunikaciji med vodjo izmere in figurantom. Figurant s prizmo ne ve, kaj mora posneti, saj nima vpogleda v računalnik, vodja izmere z računalnikom pa ne ve, kje figurant stoji ter kaj točno snema. Komunikacija med obema mora biti zelo pogosta in dinamična, za vsak korak si morata sporočiti, kje kdo stoji in kaj snema oziroma kaj posneti. Ob pravilni komunikaciji delo poteka normalno. Za lažjo komunikacijo se uporablja dogovorjena radijska postaja, t.i. walkie talkie.

Pri viziranju ima vodja izmere težavo, saj ima na prsih računalnik. Zato mora vedno stati ob strani ter biti malo nagnjen, da lahko vizira, pri tem pa velikokrat prekine bluetooth –

povezavo med inštrumentom in računalnikom. Slika 18 prikazuje način zgoraj opisanega merjenja.



Slika 18: Prikaz načina merjenja

Vodja izmere ima v rokah računalnik in stoji poleg inštrumenta. Inštrument upravlja figurant:

Pri tem načinu merjenja stoji vodja izmere poleg inštrumenta, z računalnikom v rokah, inštrument pa upravlja figurant. Uporablja se brezreflektorski način merjenja dolžin. Sama izmera poteka zelo hitro. Vodja izmere z računalnikom zelo težko dohaja figuranta, saj je ta prehitel. Dobra stran tega načina je v tem, da imata oba vpogled v računalnik in točno vesta, kaj sta posnela. Problem je v točnosti višine terena, saj z brezreflektorskim načinom merjenja dolžin redkokdaj posnamemo sam teren, vedno posnamemo nekaj decimetrov nad terenom. Brezreflektorski način merjenja dolžin se največkrat uporablja za snemanje objektov, svetilk, drogov, dreves in podobnih visokih ter vidnih objektov. Ta način merjenja bi bil uporaben v kombinaciji še z enim figurantom, ki bi bil s prizmo, saj je brezreflektorski način merjenja dolžin namenjen le kot dopolnilo k meritvam. Prihranek je prav tak kot pri zgoraj naštetih načinih. V eni uri se posname 90 točk.

Pri vseh načinih je računalnik dlje časa na prsih, zato se pojavijo bolečine v ramenih. Res je računalnik težak le 1,5 kg, vendar po nekaj urah postane mnogo težji. Slika 19 prikazuje način merjenja, ki je opisan zgoraj.



Slika 19: Prikaz načina merjenja

Vodja izmere je za inštrumentom, računalnik je pritrjen na inštrument, figurant je s prizmo:

Računalnik se postavi na stativ, vodja izmere je za inštrumentom, figurant pa s prizmo. Pri tem načinu bolečin v ramenih ni. Problem pa je v tem, da je računalnik postavljen zelo nizko in se je za vsak vpogled v računalnik potrebno skloniti. Hitrost zajemanja podatkov se poveča s tem, da se vklopi avtomatsko sledenje tarči; vodji izmere tako ni potrebno vizirati, ampak samo zajemati podatke ter urejati attribute. Način dela je deloval do približno 50 m, nato je začel inštrument izgubljati prizmo, delo ni bilo več mogoče. Če bi se uporabljala 360° prizma, bi bil izkoristek še boljši, saj inštrument ne prizme bi izgubljal. Zajemanje podatkov se je nato dopolnilo še z brezreflektorskim načinom merjenja dolžin. V eni uri se je zajelo 44 točk, kar je bilo največ zajetih točk glede na kakovost. Več točk se je zajelo z brezreflektorskim načinom merjenja dolžin, vendar pri tem načinu višine niso bile pravilne. Slika 20 prikazuje način zgoraj opisanega merjenja.



Slika 20: Prikaz načina merjenja

Od vseh naštetih načinov dela je po mojem mnenju zadnji najboljši, saj se uporabljajo najboljše lastnosti prej naštetih načinov, tako je tudi izkoristek največji.

Prikaz števila zajetih točk glede na čas in način:

| NAČIN DELA | ČAS | |
|---|---|---------------|
| | Vodja izmere ima v rokah prizmo ter računalnik. Figuranta ne potrebuje. | 50 točk/4 ure |
| Vodja izmere ima v rokah računalnik in stoji za inštrumentom. Figurant je s prizmo. | 30 točk/1 ura | 30 točk/uro |
| Vodja izmere ima v rokah računalnik in stoji poleg inštrumenta. Inštrument upravlja figurant. | 180 točk/2 uri | 90 točk/uro |
| Vodja izmere je za inštrumentom, računalnik je pritrjen na inštrument, figurant je s prizmo. | 130 točk/3 ure | 44 točk/uro |
| Klasično merjenje. | 450 točk/8 ur | 56 točk/uro |

Tabela 3: Prikaz števila zajetih točk glede na čas in način

Primerjava v tabeli 3 kaže, da se največ točk zajame z brezreflektorskim načinom merjenja dolžin, vendar pa je uporaba tega načina merjenja dolžin omejena. Kot se lahko vidi, je v primerjavi s klasičnim merjenjem izguba 12 točk na uro, kar prinese 15 min dodatnega dela na uro. Vendar pa ni potrebno obdelovati meritev v pisarni, prav tako ni potrebno izrisati posnetka v pisarni, ni potrebe po dodatnem obisku terena zaradi nejasne skice. V tabeli 4 so prikazane prednosti in slabosti zgoraj naštetih načinov dela.

Prikaz prednosti in slabosti zgoraj naštetih načinov dela:

| NAČIN DELA | PREDNOSTI | SLABOSTI |
|---|---|--|
| Vodja izmere ima v rokah prizmo ter računalnik. Figuranta ne potrebuje. | - prihranek na kadru (figurant), saj celotno izmero delaš sam. | - sistem počasen in okoren, - izguba povezave med računalnikom in inštrumentom, - izguba povezave med inštrumentom in prizmo, - prekratek domet bluetootha. |
| Vodja izmere ima v rokah računalnik in stoji za inštrumentom. Figurant je s prizmo. | - meritve potekajo enako hitro kot pri klasičnih meritvah. | - težave v komunikaciji med vodjo izmere in figurantom, - težave pri viziranju zaradi računalnika na prsih. |
| Vodja izmere ima v rokah računalnik in stoji poleg inštrumenta. Inštrument upravlja figurant. | - uporaba brezreflektorskega načina merjenja dolžin, - ni težav pri komunikaciji. | - ni višin terena. |
| Vodja izmere je za inštrumentom, računalnik je pritrjen na inštrument, figurant je s prizmo. | - ni bolečin v ramenih, - ni potrebno vizirati. | - delovanje avtomatskega sledenja tarči, - računalnik nizko postavljen, potrebno se je sklanjati. |
| Klasično merjenje. | - ni težav pri komunikaciji - ni drage opreme, - najhitrejše zajemanje podatkov, - ni bolečin v ramenih. | - naknadna obdelava podatkov v pisarni, - ni obdelave v realnem času. |

Tabela 4: Prikaz prednosti in slabosti**Zakoličba s sistemom mobilni GIS:**

Zakoličba s sistemom mobilni GIS deluje na enakem principu kot vse ostale zakoličbe – kot, dolžina. Iz baze podatkov se izbere stojišče in orientacija, nato točka za zakoličbo. Prikaže se grafični prikaz, ki nas usmerja do cilja. Program omogoča več načinov grafičnega prikaza. Dobra stran tega sistema je, da omogoča pogled na tisto, kar se količi. Ni potrebno risati skic in iskati številko točke v inštrumentu. Prednost je tudi v tem, da se lahko hkrati zakoličuje in nadzira zakoličba. Poleg pa je dobro imeti pomočnika, ki bo markiral zakoličene točke, saj je zelo neprijetno, okorno in nevarno imeti na prsih računalnik in s kladivom zabijati žeblice in količke.

9.3 Katastrska izmera

Uporaba mobilnega GIS v katastru je zelo omejena, saj obstaja veliko problemov in ovir. Opisani sta dve možnosti uporabe. Ena je za mobilni način izmere katastrskih meja v postopkih ureditve parcelne meje, kjer na terenu določimo potek katastrske meje z mobilnim GIS, v pisarni pa izdelamo elaborat z drugim programom. Druga možnost je nadgradnja prve, in sicer tako, da elaborat izdelamo v GIS okolju.

Rezultati na testnem polju so pokazali, da je v idealnih razmerah mobilni način izmere katastrskih meja dovolj natančen, v praktičnem primeru pa se je pokazala tudi njena slabost. Ta se kaže v nenatančni identifikaciji lomnih točk digitalnega katastrskega načrta v naravi. Izkazalo se je, da v natančnosti koordinat stojišča namreč ni zajeta položajna natančnost identifikacije lomnih točk, zato podatka o položajni natančnosti določitve koordinat stojišča ne moremo jemati resno.

Slabost lahko odpravimo z uporabo DOF, ki nam služi za vizualno primerjavo mej katastrskega načrta in mej v naravi. Ta primerjava nam močno olajša identifikacijo lomnih točk digitalnega katastrskega načrta v naravi in s tem poveča kakovost določitve koordinat stojišča ter posledično kakovost zakoličene katastrske meje.

Pri klasični metodi ureditve katastrske meje je dvakratni obisk terena časovno in finančno nesmotrn. Vendar pa je praktičnost uporabe mobilnega načina katastrske izmere vprašljiva. Pri klasični metodi vklop meritev opravimo vizualno. Pri uporabi mobilnega načina izmere pa je vklop že vsebovan v koordinatah stojišča. O kakovosti vklopa nam govori podatek o položajni natančnosti določitve koordinat stojišča. Vendar se je pri testiranju izkazalo, da temu podatku ne moremo zaupati. V praksi bi se verjetno veliko bolj izkazala mobilna metoda ureditve meje, pri čemer bi se uporabljal grafični vklop po papirčkovi metodi. Taka metoda bi bila tudi veliko bolj sprejeta s strani geodetov, ki papirčkovo metodo že zelo dolgo poznajo in je hkrati v praksi preizkušena. (Dolgan, 2006)

Za izdelavo elaborata katastrske izmere v GIS okolju moramo predhodno pripraviti podatke. Podatke, pridobljene s strani GURS, moramo pretvoriti v podatke, berljive v ArcMapu.

Podatke je potrebno najprej pretvoriti v tabele s programom Microsoft Access. Pri tem se izgubi veliko časa, saj je potrebno v vsaki datoteki definirati vsako vrstico. Morebitne napake se odkrijejo šele na koncu izdelave elaborata, kar pomeni veliko izgubo časa, saj je potrebno celoten proces ponoviti od začetka. Tabele se uvozijo v GIS okolje in pretvorijo v datoteko v shp formatu. Te tabele se nato združijo v eno tabelo, in sicer po parcelnih številkah. Sedaj imamo datoteko v shp formatu z vsemi atributi. Največ problemov se pojavi pri uparjevanju parcel, pa tudi v atributih, saj napako pretvorbe datotek v tabele ugotovimo šele v tej fazi.. Za to pripravo podatkov potrebujemo okoli dve do tri ure. S programi Geos ali Geo10 potrebujemo 30 sekund. Sama obdelava podatkov v katastru je dokaj enostavna. Premikanje, rotiranje, delitev in združevanje parcel je enostavna. Nekaj ur pa zopet izgubimo pri izvozu podatkov.

V drugem programu, npr. Geo10 ali Geos, se podatki o linijskih znakih (meje), pridobljeni s strani GURS, pretvorijo v shp format datoteke. Ta datoteka se uvozi v GIS okolje in doda tabelam. V GIS okolju so tako prikazane meje – linijski znaki ter parcelne številke z vsemi atributi – točkovni znaki.

Nova težava se pojavi pri izdelavi skice. Pri oddaji elaborata je skica obvezna, zato potrebujemo za njeno izdelavo drug program. Izdelava skice v ArcMapu je zelo zahtevna in zamudna. Načeloma pri grobi skici ni težav, te se pojavijo pri detajlih, brez katerih skica ni popolna.

Težave so tudi pri transformaciji. V katastrski izmeri je potrebno opraviti tudi transformacijo, saj se v zemljiškem katastru vodijo podatki v treh različnih koordinatnih sistemih (G.K., lokalni ter ETRS koordinatni sistem). Pri transformaciji moramo sami izračunati transformacijske parametre in jih nato vnesti v program, kar je zamudno in zahtevno delo. Program nima možnosti, da bi sam izračunal parametre. Po mojem mnenju mobilni GIS ni uporaben v katastru za izdelavo elaboratov. Uporaben bi bil kot pripomoček pri predhodni izmeri.

9.4 Programska oprema in inštrumentarij

Za delovanje programske opreme MobileMatrix je potrebno najprej ustvariti bazo, v katero uvozimo zelene podatkovne sloje. V tej bazi ustvarimo tudi projekt, v katerem se bodo shranjevale vse meritve; v njem se vršijo vse meritve, računanja in naknadne obdelave. Vsako posneto točko je nato potrebno kopirati v zelen sloj in ji urediti vse potrebne attribute.

Pred samo uporabo sistema sem moral najprej vzpostaviti povezavo med računalnikom in inštrumentom. Uporabljal sem bluetooth povezavo. Pri povezavi sem vse nastavitve delal na računalniku, nobenih nastavitvev pa na inštrumentu. Najprej sem poiskal inštrumentov bluetooth in ga dodal v seznam bluetooth povezav v računalniku. Za vzpostavitev povezave sem moral obvezno uporabiti kodo (tovarniška koda: 1234).. Pojavila sta se dva vhoda, eden za sprejemanje, drugi za oddajanje. Z inštrumentom sem lahko upravljal le preko vhoda za oddajanje signala.

Preko računalnika sem lahko uporabljal in kontroliral večino funkcij, ki so na voljo za same meritve, kar pomeni način merjenja, uporaba tarče, brezreflektorskega načina merjenja dolžin, libele, iskanje prizme, sledenje prizmi, shranjevanje, merjenje dolžin in podobno. Preko računalnika lahko inštrument tudi rotiram. Čas med ukazom in izvršbo ukaza, bi lahko bil hitrejši; npr. ob pritisku na tipko za nek ukaz – recimo obrni - traja preveč časa, preden se inštrument dejansko obrne.

Vidljivost zaslona na soncu je odlična, celo boljša kot v senci, saj se v senci na zaslonu vidi moj odsev. Hitrost računalnika je za današnje razmere prepočasna. Računalnik je nekajkrat celo »zmrznik«. Bluetooth je bil zunanji in se je vključil na usb vhod. Poleg njega sem moral vključiti tudi varnostni ključ, ki je zagotavljal delovanje programske opreme. Obe enoti sta bili moteči, ob tem pa tudi zelo izpostavljeni poškodbam. Bluetooth bi lahko bil vgrajen v računalnik, programska oprema pa bi se lahko zaščitila na drugačen način.

Program ima tudi nekaj velikih pomanjkljivosti. Ena od teh se kaže v omejeni izdelavi znakov; ne omogoča namreč izdelave topografskih znakov. Znakov se ne da uvoziti iz drugih programov, edini način uvoza je uvoz podob v formatu bmp. To pomeni, da je znak potrebno izdelati v drugem programu in ga shraniti kot bmp format. Problem pa je v njegovi dimenziji.

Znak se namreč shrani v pikslih, mi pa potrebujemo znak v dolžinskih enotah, npr. mm. V primeru, da je znak v pravih dimenzijah, bo na drugem računalniku, ki ima drugačno resolucijo, velikost istega znaka drugačna. S tem problemom so soočeni mnogi uporabniki. V geodeziji je v uporabi kar nekaj programov, vsak od njih pa uporablja svoje znake in ti znaki niso med seboj kompatibilni. Rešitev tega problema vidim v standardizaciji znakov. Dogovor o enotnem sistemu izdelave znakov bi moral biti na globalnem nivoju.. Ena od rešitev bi bila morda GML jezik, ki je prirejen označevalni jezik XML in služi za delo z geografskimi pojavami preko spleta, kot modelni jezik geografskih sistemov ter kot izmenjevalni format geografskih podatkov.

Težave nastajajo tudi pri prikazu višin. Najlažje bi bilo nastaviti svoj sloj, v katerem so samo višine, vendar program ne zazna tega, da je določena vrstica koordinata. Ta težava je rešena v verziji 9.2, vendar pa modul MobileMatrix deluje le na verziji 9.1.

Dodatna težava nastane pri naknadni obdelavi meritev. V primeru vnosa napačnih koordinat, ki jih naknadno popravimo, se izmerjenim točkam spremenijo koordinate. Točke v podatkovnih slojih pa se ne spremenijo, čeprav so v isti bazi in so povezane s projektom. To pomeni, da je potrebno ob popravkih meritev v projektu, premakniti vsak sloj posebej in vklopiti meritve.

Težava se je pojavila tudi pri mejnem območju projekcije. Pri izdelavi projekcije je program omejil njeno območje na deset krat deset kilometrov. To pomeni, da delo poteka v državnem koordinatnem sistemu, vendar samo okoli izhodišča, ki pa ima, kot vemo, 0,0 metrov.

10 ZAKLJUČEK

Mobilni GIS je v svetu dokaj mlada tehnologija, še zlasti v geodeziji. Za popolno uporabo in funkcionalnost mobilnega GIS bo potrebno preteči še mnogo časa, potrebno bo še veliko nadgrajenih programov, namenjenih tej tehnologiji. Tehnologija je sicer zelo uporabna, saj omogoča velik prihranek na času, kadru in kakovosti... Do uporabne verzije bo potrebno odpraviti še veliko slabosti, ki resda niso velike, vendar so tako moteče, da mobilni GIS ni uporaben v praksi.

Malenkost, kot je izdelava znaka, lahko pokvari celotno delo. Zaradi nepravilno izdelanih topografskih znakov je izdelek neustrezen in neuporaben. Tudi v katastru stvar ne deluje najbolje, saj je potrebno vložiti veliko časa za samo pripravo podatkov. Čeprav se zadeva amortizira, nakup pa gre v davčno olajšavo, je cena zaenkrat previsoka glede na to, kar ponuja. Pri množični uporabi sistema bo cena padla in tehnologija bo napredovala. Sistem sem preizkušal z bluetooth povezavo. Tudi pri tem je veliko pomanjkljivosti, saj bi sistem bolje deloval ob uporabi radio modema. Domet bi bil daljši, preizkusil bi lahko drugačen način zajemanja podatkov in to tako, da bi bil figurant za inštrumentom, vodja izmere pa z računalnikom pri prizmi. Izmera bi tekla hitreje, potrebe po komunikaciji med vodjo izmere in figurantom ne bi bilo.

Rešitev vidim v odpravi pomanjkljivosti, čeprav so jih veliko odpravili z novo verzijo ArcMapa (9.2). Sedaj je za pripravo programa MobileMatrix za delo na novi verziji ArcMapa na vrsti proizvajalec Leica. S samim programom MobileMatrix sem zadovoljen, saj omogoča vso obdelavo podatkov, ki jih je moč zaslediti pri ostalih programih tega proizvajalca. Leica bo sicer morala še malo izpopolniti inštrumentarij, saj vsi sistemi ne delujejo tako kot jih prikazujejo. Največ pomanjkljivosti pa je v programu ArcMap, proizvajalca Esri. Pričakujem, da bo sistem v nekaj letih odrasel in takrat bo popolnoma zrel za praktično delo. Geodetska podjetja že uporabljajo mobilni GIS in pričakovati je, da jim bodo ostali geodeti sledili.

VIRI

Uporabljeni viri:

Ciljni razvojni projekt, Novelacija in nadgradnja informacijskih sistemov o zemeljskih plazovih in vključitev v bazo GIS UJME, Priloga III: Merske metode za spremljanje premikov zemeljskih plazov

http://www.sos112.si/slo/tdocs/merske_metode.pdf (19.09.2007)

Craig D. Hill, Leica SmartStation: The integration of GPS & total station technologies,

http://www.geoservis.si/instrumenti/leica/SmartStation_WhitePaper.pdf (04.12.2007)

Deumlich, Fritz, Staiger, Rudolf, 2002. Instrumentenkunde der Vermessungstechnik. Herbert Wichmann Verlag – Heidelberg: 426 strani

Dolgan M., 2006, Mobilni način izmere katastrskih meja v postopkih ureditve parcelne meje, diplomska naloga, Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 81 strani

Drobne S., Zapiski predavanj predmeta Seminar računalništva, Ljubljana, UL FGG,

šol. 1. 2003/04

Navodila za uporabo računalnika STYLISTIC ST SERIES, 2005. FUJITSU SIEMENS COMPUTERS GmbH

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

Kogoj D., Predavanja pri predmetu Geodezija za gradbenike, Sodobne merske tehnike in metode, UL FGG, šol. L. 2006/07

Kogoj D. in sod., Navodilo za izvajanje klasične geodetske izmere v novem državnem koordinatnem sistemu, različica 1.1, 20. 11. 2006

http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/ogs/Navodilo_za_klasicno_izmero.pdf

(28.12.2008)

Kozmus K., Stopar B., Infrastruktura omrežij permanentnih postaj GPS

http://www.fgg.uni-lj.si/sugg/referati/2004/SZGG_04_Kozmus_Stopar.pdf (04.06.2007)

Leica, 2008. Instrument Comparison, Trimble S6 – Leica TPS1200 – Topcon GTS-8200

Mataija Valh M., Marjetič A., Ježovnik V., Kogoj D., 2008. Avtomatski elektronski tahimetri ali kam vodi razvoj TPS sistemov. Ljubljana, Geodetski vestnik, letnik 52, številka 3: od 487 do 499 strani

Pahulje D., Čeh M., 2003. Anketa o uvajanju novih tehnologij v geodetske merske postopke. Ljubljana, Geodetski vestnik, letnik 47, številka 1: od 27 do 36 strani

Podgorelec V., Predavanja pri predmetu Informatika v medijih I, UM FERi, šol. L. 2006/07.

http://mafalda.uni-mb.si/2006-07/im1/predavanja/03-razvoj_it.pdf (05.12.2007)

Runne H., 2009. Tachymetrie, GNSS und Terrestrisches Laserscanning

<http://www.wichmann-verlag.de/article/3295f1f3bfe.html> (25.06.2009)

Slovar slovenskega knjižnega jezika, 2006. Ljubljana, SAZU in ZRC SAZU, Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša in avtorji, DZS d.d., Založništvo literature

Solina F., 1997. Projektno vodenje razvoja programske opreme. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko: 212 strani

Stark M., Kuhlmann H., 2002. Einsetzbarkeit stiftbedienbarer Feldrechner für den vermessungstechnischen Außendienst

<http://www.wichmann-verlag.de/ai/resources/57831de00de.pdf> (25.06.2009)

Stopar B., Zapiski predavanj pri predmetu Višja geodezija, UL FGG, šol. L. 2003/04.

Šumrada R., Čeh M., 2000. Upravljanje s prostorskimi podatki na terenskem računalniku. Ljubljana, Geodetski vestnik, letnik 44, številka 4: od 406 do 418 strani

Šumrada R., 2002. Prehod od osrednje k porazdeljeni uporabi tehnologije GIS. Ljubljana, Geodetski vestnik, letnik 45, številka 4: od 560 do 573 strani

Šumrada R., 2005. Tehnologija GIS. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 330 strani

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

Ostali viri:

Technology Implementation

<http://www.triadcentral.org/mgmt/meas/implement/index.cfm> (24.05.2009)

Fujitsu Stylistic Pen Computers

<http://www.surplussales.com/ComputerAccess/fujitsu.html> (01.11.2008)

Wearable Computing

<http://wearcam.org/ieeeccomputer/r2025.htm> (26.04.2008)

Mobilni GIS

<http://www.gisdata.com/Default.aspx?sec=1031> (17.10.2008)

Panasonic Toughbook Computers

<http://www.smoothroad.com/products/toughbook/?gclid=CIO14vfEjY0CFRcxZwodNESJIQ>
(02.11.2008)

Merilni inštrumenti in rešitve

<http://www.geoservis.si/main.php?pg=produkti.htm> (27.05.2007)

Programska oprema za mobilni GIS in kartiranje

<http://www.geoservis.si/programi/MobileMatriX.htm> (22.01.2009)

UPORABLJENE OKRAJŠAVE

| OKRAJŠAVA | POMEN |
|------------------|--|
| angl. | angleško |
| dipl. nal. | diplomska naloga |
| DKN | digitalni katastrski načrt |
| itd. | in tako dalje |
| izr. prof. dr. | izredni profesor doktor |
| npr. | na primer |
| odd. | oddelek |
| pr. n. št | pred našim štetjem |
| šol. l. | šolsko leto |
| t.i. | tako imenovani |
| uni | univerzitetni |
| UL, FGG | Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo |
| UM, FERI | Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko |
| viš. pred. mag. | višji predavatelj magister |

Tabela 5: Seznam uporabljenih okrajšav

KAZALO TABEL

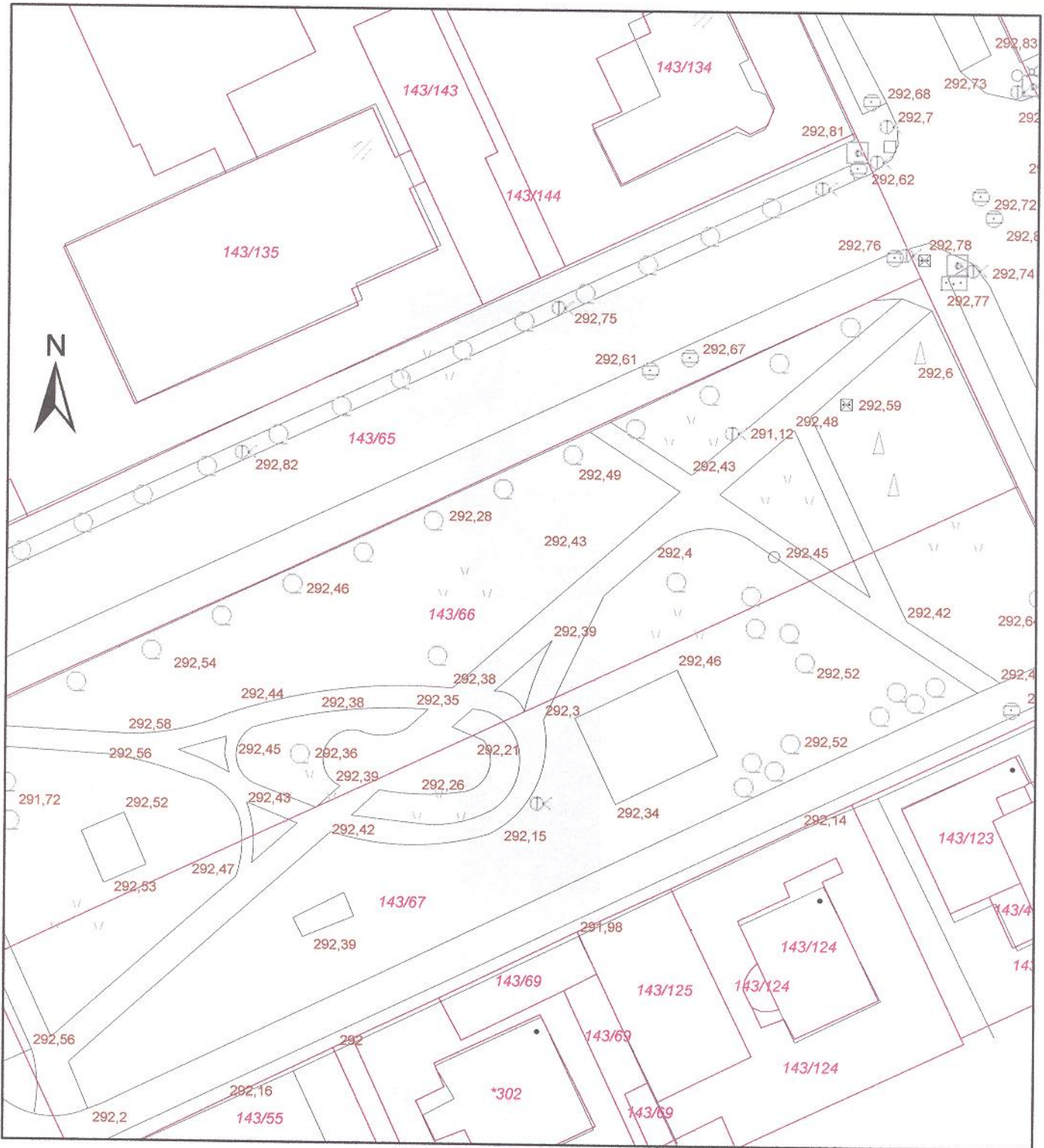
| | |
|--|----|
| Tabela 1: Izbrani sodobni tahimetri in njihove značilnosti | 24 |
| Tabela 2: Primerjava lastnosti med različnimi elektronskimi tahimetri..... | 25 |
| Tabela 3: Prikaz števila zajetih točk glede na čas in način..... | 63 |
| Tabela 4: Prikaz prednosti in slabosti..... | 64 |
| Tabela 5: Seznam uporabljenih okrajšav | 74 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: GPS-sprejemnik | 5 |
| Slika 2: Leicina integracija GPS-sprejemnika in elektronskega tahimetra | 6 |
| Slika 3: komponente, ki jih potrebujemo za integracijo | 7 |
| Slika 4: Integrirano vezje..... | 9 |
| Slika 5: Mikroprocesor | 9 |
| Slika 6: Prikaz razvoja funkcionalnosti | 12 |
| Slika 7: Mejniki na področju razvoja GNSS - senzorjev | 14 |
| Slika 8: Možnosti upravljanja tahimetra..... | 16 |
| Slika 9: Načini nošenja računalnikov (M. Stark, H. Kuhlmann, 2002)..... | 21 |
| Slika 10: Magellan MobileMapper CX | 22 |
| Slika 11: Uporabniki mobilnega GIS | 27 |
| Slika 12: Običajni grafični vmesnik sistema PalmOS..... | 29 |
| Slika 13: Zaslona programskega orodja ArcPad | 30 |
| Slika 14: Vektorski podatkovni model | 35 |
| Slika 15: Rastrski podatkovni model..... | 36 |
| Slika 16: Prikaz učinka geometrizacije | 37 |
| Slika 17: Prikaz načina merjenja | 60 |
| Slika 18: Prikaz načina merjenja | 61 |
| Slika 19: Prikaz načina merjenja | 62 |
| Slika 20: Prikaz načina merjenja | 63 |

PRILOGA A: Grafični izsek iz podatkovne baze

IZSEK IZ BAZE



k.o. Gradisce II

1:500

Izdelal Damjan Markovic, november 2008

Legenda

- | | | | |
|----------------------|------------------------|--------------|--------------------|
| ● <all other values> | ☐ jasek javne razsv | ▨ posl st | ⊗ svetilka |
| ○ drevo | ⊕ kanalizacijski jasek | ☺ poziralnik | ☒ telefonski jasek |
| ⊞ elektricni jasek | ⊗ plinski zapirac | △ spomenik | ⊞ zasun |
| ⊞ elektro omarica | ○ poligonka | • stan_st | V V zelenica |
| ☐ jasek | | | |