

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:

Marko Dolgan

Mobilni način izmere katastrskih meja v postopkih ureditve parcelne meje

Diplomska naloga št.: 671

Mentor:

izr. prof. dr. Radoš Šumrada

Somentor:

asist. dr. Marjan Čeh

Ljubljana, 9. 3. 2006

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **MARKO DOLGAN** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»MOBILNI NAČIN IZMERE KATASTRSKE MEJE V POSTOPKIH UREDITVE PARCELENE MEJE«

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

Ljubljana, 2.2.2006

IZJAVA O PREGLEDU NALOGE

Nalogo so pregledali učitelji geodetske smeri.

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

- UDK :** 528.44 (043.2)
- Avtor:** Marko Dolgan
- Mentor:** izr. prof. dr. Radoš Šumrada
- Somentor:** asist. dr. Marjan Čeh
- Naslov:** Mobilni način izmere katastrskih meja v postopkih ureditve parcelne meje
- Obseg in oprema:** 81 str., 4 pregl., 23 sl., 2 pril.
- Ključne besede:** mobilni GIS, ureditev katastrske meje, terenski računalnik, digitalni katastrski načrt

Izvleček:

V diplomski nalogi je predstavljena mobilna metoda ureditve katastrske meje po podatkih zemljiškega katastra. Metoda, ki jo predstavljamo v tej nalogi, je naslednja. Geodet v pisarni na terenski računalnik prenese vse potrebne digitalne podatke, ki jih potrebuje za izvršitev postopka. Na terenu postavi instrument na izbrano mesto, ga poveže s terenskim računalnikom in nato z meritvami mejnih točk, ki jih prepozna kot identične na terenu in v katastrskem načrtu, določi koordinate prostega stojišča po metodi notranjega ureza. Posredno se preko izračuna položajne natančnosti določitve koordinat stojišča instrumenta ocenjuje položajno natančnost katastrskega načrta. Ko imamo položaj stojišča določen, lahko pokažemo potek katastrske meje v naravi. Najpomembnejša prednost predstavljene metode v primerjavi s klasičnim načinom izmere je v tem, da je navadno potrebno obiskati teren le enkrat. V diplomski nalogi so predstavljeni rezultati doseženi v zasnovanem testnem polju, kakor tudi rezultati meritev na praktičnem zemljiškem primeru. Hkrati smo izvedli postopek ureditve meje po klasičnem načinu, tako smo lahko obe metodi med seboj primerjali.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC 528.44 (043.2)

Author: Marko Dolgan

Supervisor: assoc. prof. dr. Radoš Šumrada

Cosupervisor: assist. dr. Marjan Čeh

Title: Mobile Surveying of Cadastral Borders During the Adjudication of Parcel Boundaries

Notes: 81 p., 4 tab., 23 fig., 2 ann.

Key words: mobile GIS, adjudication of parcel boundaries, field computer, digital cadastral map

Abstract:

In this paper the mobile method of surveying cadastral border with mobile GIS applications is represented. Adjudication of parcel boundaries with presented method consists from next steps. In office geodetic expert transfers geodetic data into the field computer. In the field total station is placed to the most appropriate position. The total station is then connected to the field computer. By measuring cadastral border points that are identical to border points on cadastral map, the position of total station is obtained. By obtaining total stations position, the positional accuracy of total station is also obtained. With the positional accuracy of total station we can estimate the relative positional accuracy of cadastral map. When the position of total station is fixed, the transfer of cadastral border can be carried out. Main advantage of mobile method compared to classical method is that the field can be visited only once. In this paper the results of measurements on test field and on the actual cadastral case are presented. At the same time we carried out the same task with classical method of surveying cadastral borders during the adjudication of parcel boundaries, so that the comparison of two methods can be made.

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. R. Šumradi in somentorju asist. dr. M. Čehu.

Zahvalil bi se staršem in Lidiji, ki so mi vsa leta študija stali ob strani.

Zahvalil bi se tudi Matiji Tomšiču, da mi je omogočili testiranje predstavljene metode na praktičnem primeru.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	RAZLIKA MED KLASIČNIM IN MOBILNIM NAČINOM IZMERE	3
2.1	Klasični način izmere	3
2.2	Mobilni način izmere	4
2.3	Prednosti mobilnega načina izmere	5
3	MOBILNI GIS	7
3.1	Mobilni računalniki	7
3.2	Mobilni GIS-programi	13
3.2.1	MapInfo MapX Mobile	13
3.2.2	ESRI ArcPad	14
3.2.3	Autodesk OnSite	15
3.2.4	Matrika Zemljemerec	17
3.2.5	Leica MobileMatriX	19
3.3	Sodobne merske tehnike	21
3.3.1	Leica SmartStation	21
3.3.2	Trimble Integrated Surveying	24
4	ZEMLJIŠKI KATASTER	31
4.1	Nastanek digitalnega katastrskega načrta	31
4.2	Položajna natančnost digitalnega katastrskega načrta	34
5	ZAKONODAJA V POVEZAVI Z DKN IN DOLOČITVIJO MEJE	37
6	METODA DOLOČITVE KATASTRSKE MEJE Z MOBILNIM GIS	40
6.1	Priklop mobilne naprave in elektronskega tahimetra Leica	40
6.2	Komunikacija med mobilno napravo in elektronskega tahimetra Leica	41
6.3	Matematika določitve koordinat stojišča	43

6.3.1	Določitev približnih koordinat stojlišča	43
6.3.2	Enačbe popravkov opazovanj	50
6.3.3	Izravnava opazovanj	53
6.3.4	Natančnost določitve koordinat stojlišča	54
6.4	Matematika določitve zakoličbenih elementov	55
7	TESTIRANJE MOBILNE METODE	57
7.1	Testiranje na testnem polju	57
7.1.1	Zasnova testnega polja	57
7.1.2	Določitev koordinat točk v testnem polju	59
7.1.3	Določitev parcel v testnem polju	60
7.1.4	Rezultati	62
7.2	Testiranje na realnem primeru	64
7.2.1	Ureditev meje na klasični način	67
7.2.2	Ureditev meje na mobilni način	69
7.2.3	Rezultati	72
8	RAZPRAVA O REZULTATIH	76
9	ZAKLJUČEK	78
	LITERATURA	80
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Deleži katastrskih izmer v Sloveniji	31
Preglednica 2: Koordinate točk v mreži in elipse pogreškov	59
Preglednica 3: Oznake lomnih točk pri različnih kombinacijah	70
Preglednica 4: Rezultati meritev različnih kombinacij	72

KAZALO SLIK

Slika 1:	Primeri mobilnih naprav	7
Slika 2:	Primer tabličnega in terenskega računalnika	9
Slika 3:	Primer praktične uporabe instrumenta Leica SmartStation	22
Slika 4:	Kontrolna enota ACU	25
Slika 5:	Trimble R8	26
Slika 6:	Elektronski tahimeter Trimble S6	27
Slika 7:	Rover, na katerem so GPS sprejemnik, prizma in kontrolna enota	29
Slika 8:	Stanje digitaliziranih katastrskih načrtov Slovenije	36
Slika 9:	Shema primera ugodne rešitve	47
Slika 10:	Določitev približnih koordinat	48
Slika 11:	Načrt testnega polja	58
Slika 12:	Fotografija testnega polja, kjer so z rdečo barvo vidne mrežne točke	58
Slika 13:	Prikaz različnih velikosti in oblik parcel	61
Slika 14:	Digitalni katastrski načrt na merjenem območju	64
Slika 15:	Vzhodna meja parcele 4717/275	65
Slika 16:	Južna stran parcele	65
Slika 17:	Zahodna stran parcele	66
Slika 18:	Meja med parcelama 2646 in 4717/275	66
Slika 19:	Skica meritev predizmere	67
Slika 20:	Vklop po papirčkovi metodi	68
Slika 21:	Prikaz razporeditve merjenih smeri pri posameznih kombinacijah	71
Slika 22:	Grafične prikaz pridobljenih položajev stojišč	73
Slika 23:	Meja med parcelama zakoličena iz različnih stojišč	74

1 UVOD

V zadnjem desetletju se informacijska in komunikacijska tehnologija hitro razvija. Razvoj je s seboj prinesel veliko število mobilnih naprav, ki nam omogočajo mobilno delo na terenu. Mobilne naprave imajo zmožnosti, ki jih geodet pogosto potrebuje pri svojem delu. Te zmožnosti so:

- mobilnost; vse potrebne podatke imamo lahko shranjene na mobilnem računalniku,
- povezljivost; mobilne naprave so zmožne brezžične komunikacije z drugimi enotami v računalniškem omrežju,
- avtonomnost; naprave imajo lasten vir napajanja,

Tehnološki razvoj počasi vendar nezadržno prihaja tudi v geodetsko stroko. Najpočasneje se nove tehnologije uveljavijo v nalogah zemljiškega katastra, kjer podjetja najdlje ostajajo pri svojih že ustaljenih postopkih in metodologijah. V tej diplomski nalogi je predstavljen mobilni način urejanja katastrske meje v okviru postopka ureditve meje.

Ustaljena praksa geodetov v postopkih ureditve meje je, da se pred glavno obravnavo obiše teren, kjer se opravi predhodne meritve, pri kateri se posname stanje na terenu. Nato se geodet vrne v pisarno, kjer naredi vklop meritev v katastrski načrt. Na ta način se lahko ugotovi dejanski potek meje, hkrati pa tudi lokalno položajno natančnost katastrskega načrta. Nato sledi glavna obravnavo, kjer geodet zakoliči potek meje v naravi po podatkih zemljiškega katastra. Slabost takšnega načina dela je, da mora geodet na teren dvakrat.

Rešitev, ki jo predstavljamo v tej diplomski nalogi, je naslednja. Geodet v pisarni na terenski računalnik prenese vse potrebne digitalne podatke, ki jih potrebuje za izvršitev postopka (DKN, zemljiško-katastrske točke, koordinate geodetskih točk, DOF). Na terenu postavi instrument na izbrano mesto, ga poveže s terenskim računalnikom in nato z meritvami mejnih točk, ki jih prepozna kot identične na terenu in v katastrskem načrtu, določi koordinate prostega stojišča po metodi notranjega ureza. Pri tem je pomembno, da lahko geodet izvede poljubno število meritev na mejne točke. Ko imamo položaj stojišča določen, lahko iz tega stojišča pokažemo potek katastrske meje.

Pri tej metodi dobimo, poleg položaja stojišča, tudi položajno natančnost koordinat stojišča, ki je odvisna od lokalne položajne natančnosti digitalnega katastrskega načrta. Ta podatek je v postopku ureditve meje pomemben, ker lahko na osnovi te natančnosti geodet odloči ali je meja, ki sta jo pokazala mejaša, znotraj območja, ki ga definira položajna natančnost katastrskega načrta. Prednost opisane rešitve je tudi v tem, da je potrebno teren obiskati samo enkrat. Po tej metodi lahko geodet ugotovi položajno natančnost katastrskega načrta in opravi postopek ureditve meje v enem koraku. To tudi pomeni velik prihranek časa in denarja.

Metodo bomo testirali na testnem polju, kjer bomo lahko preizkusili, kakšne rezultate lahko dosežemo v idealnih razmerah. Nato bomo metodo preizkusil še v realnem primeru ureditve meje. Hkrati bomo izvedli postopek ureditve meje po klasičnem načinu, tako da bomo lahko obe metodi med seboj primerjali.

2 RAZLIKA MED KLASIČNIM IN MOBILNIM NAČINOM IZMERE

Razvoj informacijske tehnologije je v geografsko informacijske sisteme prineslo število tehnoloških novosti. Na trgu je veliko produktov, ki omogočajo prikazovanje in tudi zajemanje geografskih podatkov z mobilnimi napravami na terenu. Nove tehnologije pa v klasično geodezijo prihajajo veliko bolj počasi. V tem poglavju je opisan klasični postopek ureditve katastrske meje v naravi, nato pa opisan mobilni način ureditve meje. Opisane so tudi prednosti in slabosti mobilnega načina izmere v primerjavi s klasičnim načinom izmere.

2.1 Klasični način izmere

Postopek ureditev katastrske meje urejata Zakon o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot (UL RS, št. 52/00) ter Pravilnik o urejanju in spreminjanju mej parcel ter o evidentiranju mej parcel v zemljiškem katastru (UL RS, št. 1/04). Geodetska praksa je, da se pred glavno obravnavo obiše teren, kjer se opravi predizmera. S predhodnimi meritvami se ugotovi potek posestne meje v naravi. Na terenu se posname poleg nujno potrebnih točk meje, ki se prenaša, 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 (Logar, 2001).

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 (Logar, 2001).

V načrtih grafične izmere je mnogo nenatančnosti, zato se vse navezovalne točke ne bodo prekrivale z identičnimi točkami v katastrskem načrtu. Razlog temu je lahko, 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 obravnava, kjer geodet zakoliči obravnavano mejo. Nato se postopek nadaljuje, kot ga narekuje Pravilnik o urejanju in spreminjanju mej parcel ter o evidentiranju mej parcel v zemljiškem katastru.

2.2 Mobilni način izmere

Največja težava klasičnega načina postopka ureditve meje je, da mora geodet na teren dvakrat. Prvič, da opravi predizmero, in drugič, da pokaže mejo v naravi in opravi postopek na glavni obravnavi. Razlog za dvakratni obisk terena je, da mora geodet pri svojem delu uporabljati računalnik, kjer naredi vklop katastrskih načrtov grafične izmere.

Rešitev težave, ki jo predstavljamo v tej diplomski nalogi, nam omogoča uporaba mobilnega računalnika v povezavi z elektronskim tahimetrom in ustrezne programske opreme. 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. Mobilni računalnik in elektronski tahimeter sta med seboj povezana, saj na tak način možno upravljanje s elektronskim tahimetrom preko mobilnega računalnika. To pomeni, da lahko uporabnik na ta način spreminja parametre instrumenta (npr. konstanto prizme, višino prizme), lahko pa tudi proži meritve in prejema rezultate meritve. S tem je doseženo upravljanje s podatki in z elektronskim tahimetrom na enem mestu, to je na zaslonu mobilnega računalnika. Ob ustrezni strojni opremi (glej poglavje 3.1. Terenski računalniki) je tudi možno, da celoten postopek opravlja ena oseba.

Geodet se nato z elektronskim tahimetrom in mobilnim računalnikom odpravi na teren, kjer na poljubno mesto postavi instrument. Nato se z meritvami navezovalnih točk določi 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, vendar 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 (Logar, 2001).

Na položajno natančnost ima ključni pomen 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 in najmanj natančno objekti, meje gozdnih posestev in kulturne meje (Logar, 2001). V praksi je zelo težko ugotoviti, katere točke so zanesljive. Eden od kriterijev, ki lahko pove ali je točka zanesljiva, je popravek opazovane smeri 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.

2.3 Prednosti 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 tudi 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 potreben dvakratni obisk terena. Prvič, da opravi predizmero, in drugič, da pokaže mejo 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 večja 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 časovno izgubo in finančne stroške. Pri mobilnem načinu izmere je nemogoče opraviti 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. Tri tej metodi je merilo o kvaliteti določitve koordinat stojišča, ter posledično merilo o kvaliteti 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. Mobilnih računalnikov je več vrst. Najdostopnejši in najcenejši med njimi so dlančniki. Njihova slabost je, da niso odporni na udarce in vodo. Glede odpornosti so boljši terenski računalniki, ki pa so veliko dražji in tudi težji.
- **Šolanje** in privajanje kadrov na novo metodologijo dela.

3 MOBILNI GIS

Veliko je uporabnikov, ki potrebujejo geografske podatke pri opravljanju svojega dela na terenu. Kako lahko tem mobilnim uporabnikom nudimo podatke na terenu? Ali je možno dostopanje do podatkov tako, kot to počnejo uporabniki v pisarnah? V tem poglavju bomo opisali rešitve za mobilne uporabnike. Opisane bodo strojne in programske rešitve za mobilni GIS.

3.1 Mobilni računalniki

Mobilni ali prenosni računalniki so računalniki, ki jih lahko prosto prenašamo po prostoru. Na tržišču najdemo več vrst mobilnih računalnikov, katere lahko razporedimo na različne načine. Eden od načinov ločevanja mobilnih naprav je po velikosti, kar prikazuje slika 1 (Zhong Ren Peng, 2003):

- notesniki (ang. laptop oz. notebook),
- dlančniki (ang. PDA – Personal Data Assistant),
- pametni telefoni (ang. Smart Phones).



Slika 1: Primeri mobilnih naprav (iz leve proti desni: notesnik HP nc6000, dlančnik HP iPAQ hx2700, pametni telefon Samsung SCH-i730)

Notesniki so zelo podobni namiznim računalnikom v smislu operacijskega sistema, uporabniškega vmesnika in zaslona. Slabost notesnikov je njihova velikost in teža, ki je za

večino terenskih nalog neprimerna. Za delo z notesniki potrebujemo ravno in trdno podlago na katero lahko notesnik postavimo. Prednost notesnikov je predvsem v GIS/CAD programski opremi, ki je lahko podobna kot pri namiznih računalnikih.

Dlančniki in pametni telefon pa se v primerjavi z namiznimi računalniki zelo razlikujejo. Imajo manjši zaslon, ki je občutljiv na dotik in preko katerega uporabnik s peresom upravlja dlančnik. Nekateri dlančniki imajo vgrajeno miniaturno tipkovnico. Glede na operacijski sistem, dlančnike delimo v naslednje skupine:

- PocketPC (Okna CE),
- PalmOS,
- Linux,
- poseben OS prirejen za določeno napravo.

Na tržišču so najbolj razširjeni dlančniki s PocketPC operacijskim sistemom. Velikost dlančnika je takšna, da ga lahko držimo v eni roki, med tem ko ga upravljamo s peresom v drugi roki. Ločljivost zaslonov pri dlančnikih s PocketPC operacijskim sistemom je 320 x 240 pik, izjema je HP IPAQ h4700, ki ima ločljivost 640 x 480 pik. Dlančniki s PalmOS pri operacijskim sistemom imajo ločljivost 480 x 320 pik (Palm TungstenT5). Dlančniki so svojo tržno pot začeli kot bolj zmogljivi osebni organizatorji. Z časom so postajali vse bolj zmogljivi. Danes imajo dlančniki hitre procesorje, kvalitetne zaslone, zmogljive baterije in velike pomnilnike. Poleg tega so opremljeni z vrsto dodatnih pomnilniških enot (pomnilniške kartice so sedaj velite tudi do 8GB), zunanji tipkovnicami in brezžičnimi vmesniki.

V zadnjem času so prevlado na trgu dlančnikov prevzeli dlančniki s PocketPC operacijskim sistemom. Tržni delež dlančnikov z operacijskim sistemom PalmOS pada. Največja prednost dlančnikov PocketPC, v primerjavi s PalmOS, je v tem, da lahko za razvoj programov uporabimo enako razvojno okolje, kot za razvoj namiznih programov, npr. Microsoft Visual Studio .NET. Posledica tega je, da je večina uporabniških programov za dlančnike narejenih ravno za operacijski sistem PocketPC (Pahulje, 2004).

Pametni telefoni so mobilni telefoni z dodatnimi »računalniškimi« funkcijami, kot so povezava v splet, odjemalec za elektronsko pošto in prenos podatkov. Nekatere lastnosti so podobne dlančnikom. Največja razlika je v velikosti zaslona, ki je pri pametnih telefonih manjša in nekoliko omejuje uporabniški vmesnik. Velikost zaslona je velika omejitev pri grafičnem prikazu in posledično uporabnost pri mobilnih GIS-aplikacijah. Zaradi naštetih omejitev, kažejo pametni telefoni največ potenciala v lokacijsko podprte usluge (location based services - LBS).

Za delo na terenu sta pomembni še dva tipa mobilnih računalnikov (slika 2):

- tablični računalniki (TabletPC),
- terenski računalniki.



Slika 2: Primera tabličnega in terenskega računalnika (iz leve proti desni: tablični računalnik HP Tablet PC TC1000, terenski računalnik HP Rugged Tablet tr3000)

Tablični računalniki so posebna oblika notesnikov, ki so na tržišču že nekaj let, vendar na trgu niso poželi pretiranega uspeha. Prodor tabličnih računalnikov je zelo vzpodbudil Microsoft s posebno izdajo operacijskega sistema Okna XP TabletPC Edition, ki se od navadnih Oken XP razlikujejo po podpori delu s peresom in s tem povezanimi funkcijami:

- prepoznavanje pisave,
- skiciranje (Digital Ink),
- prepoznavanje oblik,
- prepoznavanje različnega nivoja pritiska in
- optimiziran vnos podatkov.

Da so potenciali tabličnih računalnikov povsem izkoriščeni, mora uporabljena programska oprema podpirati zgoraj naštete funkcije. Za uporabo v geodeziji je pomemben dodatek TabletPC for ArcGIS podjetja ESRI. Dodatek k priljubljenemu programskemu paketu izkorišča funkcionalnosti tabličnih računalnikov pri uporabi programskega paketa ArcGIS. Ena od novosti dodatka je možnost izdelave zapiskov, skic in diagramov, ki jim nato dodelimo geografski položaj, ali pa jih pripnemo geografskim objektom kot atribut. Poleg tega je vgrajena tudi podpora prepoznavanju govornih ukazov.

Terenski računalniki so posebna vrsta prenosnih računalnikov. Od notesnikov in tabličnih računalnikov se razlikujejo po tem, da so že v osnovi izdelani za delo na terenu v zahtevnih pogojih uporabe. Glavne lastnosti terenskih računalnikov so (Šumrada, 2005):

- Odpornost na zunanje vremenske razmere. Terenske računalnike lahko uporabljamo v snegu in dežju, mrazu in vročini, v prahu in v močnem soncu.
- Odpornost na udarce. Terenski računalniki se od ostalih prenosnih računalnikov se razlikujejo po zgradbi. Imajo zelo čvrsto zgradbo, tako da so odporni na zunanje vremenske vplive in udarce. Zaslona je sicer najbolj krhek del terenskih računalnikov in je pri padcih najbolj dovzeten za poškodbe.
- Terenski računalniki so lahki in majhni, tako da so primerni za delo na terenu. Imajo kvaliteten zaslon, ki je čitljiv tudi ob močnejši sončni svetlobi.
- Avtonomnost. Pomemben del prenosnega računalnika je napajanje. Dovolj zmogljive baterije so pomembne za nemoteno delo na terenu. Terenski računalniki običajno omogočajo menjavo baterij, vendar moramo upoštevati, da je vsaka menjava baterij (prekinitev napajanja) potencialno nevarna za nezaželeno izgubo vseh ali dela podatkov.
- Razširljivost. Terenski računalniki so opremljeni z vrsto vhodno izhodnih priključkov (USB, IR, LAN) za dodatne naprave kot so miška, tipkovnica, tiskalnik, GSM, modem, GPS.

Programska oprema terenskih računalnikov je ustrezno prirejena delu na terenu. Predvsem je prilagojen uporabniški vmesnik, ki je prilagojen posebnemu vnašanju podatkov in sproščanju ukazov. Uporabljajo se naslednji načini krmiljenja sistema:

- izbira ukaza iz menija,
- tipkanje na programsko tipkovnico,
- prostoročno pisanje v ustrezna polja,
- rokopis,
- risanje posebej definiranih potez oziroma gestur na zaslonu (Pahulje 2004).

Kakovostna programska oprema mora omogočati enostavno in pregledno delo s terenskim računalnikom preko sistema seznamov, menijev in ikon. Ko je potrebno v računalnik vnašati določene podatke, se na zaslonu aktivira zaslonska tipkovnica (pri terenskih računalnikih brez tipkovnice). Za podajanje ukazov je najprimernejša metoda uporaba vnaprej definiranih potez oziroma gestur. Če želimo določen objekt izbrišemo, preko njega narišemo X. Terenski računalniki omogočajo tudi prepoznavanje pisave. Uspešnost prepoznavanja prostoročnega pisanja je močno odvisno od razločne pisave uporabnika (Pahulje 2004).

Glavna lastnost vseh mobilnih naprav je njihova sposobnost brezžičnega povezovanja v omrežne povezave. Prav njihova povezljivost omogoča, da lahko dostopamo do podatkov, ki so shranjeni na stacionarnih omrežnih strežnikih, med premikanjem računalnika v prostoru. Prenos podatkov je v današnjem času zagotovljen s pomočjo mobilne telefonije. Pri takem načinu dela se vse manipulacije s podatki izvajajo neposredno na strežniku v realnem času.

Vse naštet lastnosti mobilnih računalnikov jih naredijo zelo uporabne tudi v geodetski stroki. Njihova mobilnost in enostavnost sta glavni uporabni lastnosti za dela kot so snemanje komunalnih vodov, izdelava geodetskih posnetkov in dela v katastrski geodeziji. Vendar kljub vsem prednostim, ki jih imajo mobilni računalniki, je prodor mobilnih rešitev v geodezijo počasen zaradi (Šumrada, 2005):

- cene in zmogljivost strojne in programske opreme,
- zmogljivosti brezžičnih povezav,

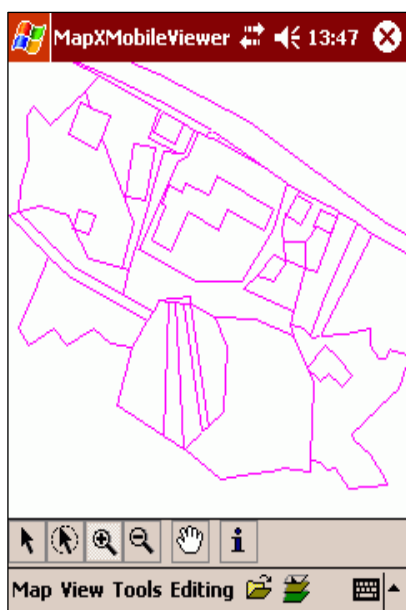
- pomanjkanje GIS/CAD programske opreme in njene povezljivosti z namiznimi sistemi,
- uveljavitve novih merskih tehnik in metodologije dela.

V bodoče lahko pričakujemo, da se bo mobilnost in avtonomnost mobilnih naprav povečala ter s tem tudi uporabnost. Prav tako se bodo razvijala GIS/CAD orodja, tako da bodo zadovoljila vse uporabniške potrebe in zahteve.

3.2 Mobilni GIS-programi

Večja podjetja, ki izdelujejo programe GIS, kot so MapInfo, ESRI, Autodesk in Leica Geosystems, imajo v svoji ponudbi tudi programe za mobilne računalnike. Programi ponujajo različne funkcije, ki služijo različnim namenom. V tem poglavju bom opisal nekaj mobilnih programskih rešitev za GIS.

3.2.1 MapInfo MapX Mobile (MapInfo)



MapX Mobile je ActiveX razvojna komponenta za izdelavo GIS-aplikacij na mobilnih računalnikih s PocketPC 2003 operacijskim sistemom. Za razvoj aplikacij potrebujemo razvojno orodje Microsoft eMbedded Visual Tools 4. Z MapX Mobile razvojno kontrolo je možno izdelati namenske aplikacije, ki nudijo uporabniku vse potrebne funkcionalnosti za specifično delo. MapX Mobile ima naslednje funkcionalnosti:

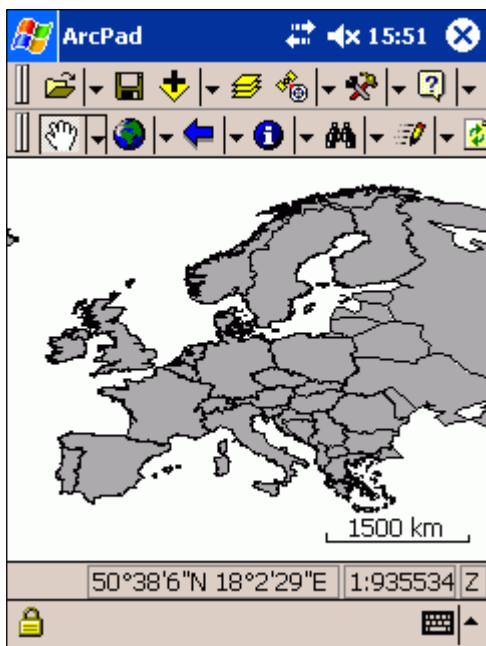
- podpora vektorskim podatkom v MapInfo TAB formatu,
- podpora rastrskim podatkom v formatih BMP, GIF, JPEG, PCX, TIFF, Spot,
- tematsko kartiranje,
- zajemanje, urejanje in brisanje grafičnih objektov ter njihovih atributov,

- grafično poizvedovanje (npr. na točki, v določenem radiu, v pravokotniku) in poizvedovanje po opisnih podatkih s SQL-stavki,
- povezljivost s podatkovnimi bazami Pocket Access in Microsoft SQL Server 2000 CE,
- orodja za izdelavo točkovnih, linijskih in ploskovnih objektov,
- pogled zemljevida v različnih kartografskih projekcijah in datumih.

Razvojno orodje nam omogoča, da aplikacijo povežemo po brezžični povezavi s strežnikom MapInfo MapXtreme.

Prednost MapX Mobile je, da s tem orodjem lahko razvijemo različne aplikacije, ki ustrezajo posameznim namenom uporabe. Tako je možno izdelati zelo namenske aplikacije ali pa široko uporabna GIS-orodja.

3.2.2 ESRI ArcPad (Zhong Ren Peng, 2003)



ArcPad je GIS-programski paket, ki deluje na dlančnikih s PocketPC operacijskimi sistemi. Program je namenjen pregledovanju in zajemanju prostorskih podatkov v povezavi z GPS-sprejemnikom, ki prikazuje položaj operaterja na terenu.

ArcPad lahko deluje kot klient spletnemu strežniku ArcIMS. Podatke lahko iz strežnika prenesemo po omrežjih s TCP/IP protokolom, npr. brezžična računalniška omrežja (WLAN), mobilni telefon ali brezžični modem. Na ta način se spremembe na podatkih, ki jih naredimo na terenu, prenesejo v glavno bazo na strežniku.

ArcPad je prilagojen delu z GPS-sprejemnikom. Program podpira številne GPS-sprejemnike, ki podpirajo National Marine Electronics Association (NMEA), Trimble Standard Interface Protocol (TSIP) in Delorme® Earthmate® protokole za prenos podatkov o delovanju sprejemnika. Trenutni položaj operaterja je prikazan na zemljevidu s simbolom. Podatki o položaju GPS-sprejemnika se lahko uporabijo za zajemanje novih objektov ali za spreminjanje položajev že obstoječih objektov.

ArcPad omogoča večplastni prikaz vektorskih slojev v ESRI Shape formatu (SHP) in rastrskih slojev v JPEG, MrSID, BMP in CADRG formatu zapisa. Omenjene vektorske in rastrske formate zapisa lahko prenesemo na mobilni računalnik brez pretvorb v prenosne formate (različica 7.0).

Program ArcPad lahko tudi nadgradimo. Z ArcPad Application Builder lahko izdelamo dodatke za ArcPad, ki prilagodijo program za specifična dela na terenu. Z ArcPad Application Builder lahko izdelamo:

- nove orodne vrstice z novimi prilagojenimi orodji,
- prilagojene obrazce za zajemanje podatkov na terenu,
- skripte, ki komunicirajo z objekti znotraj programa ArcPad,
- dodatki, s katerimi omogočimo podporo novim formatom.

3.2.3 Autodesk OnSite (Zhong Ren Peng, 2003)

Autodesk OnSite je programska oprema, ki lahko teče na vseh napravah s PocketPC operacijskim sistemom in je sestavljen iz dveh delov:

- Autodesk OnSite View,

- Autodesk OnSite Enterprise.

Autodesk OnSite View je mobilni odjemalec Autodesk OnSite Enterprise strežniku, ki omogoča uporabniku na terenu naslednje vrste uporabe:

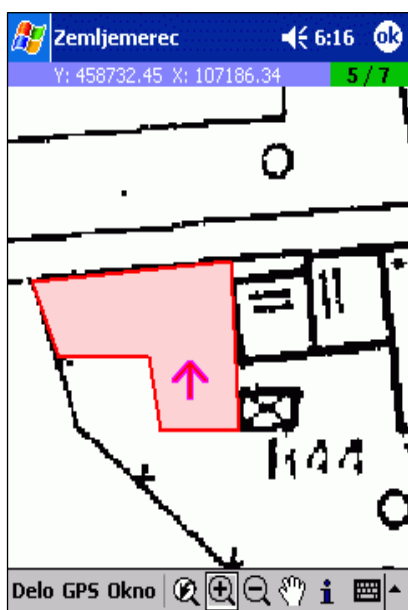
- pregledovanje podatkov,
- merjenje (merimo lahko dolžine, površine in smeri),
- označevanje (označujemo lahko s peresom po načrtu ali z zvočnimi posnetki).

OnSite View komunicira z namiznim računalnikom ali strežnikom preko Microsoft ActiveSync programa. To pomeni, da je potrebno vse podatke prenesti na mobilno napravo. Program zaenkrat še ne podpira prave brezžične povezave. Ko se podatki v DXF ali DWG formatu prenesejo na mobilni računalnik preko ActiveSync, se podatki pretvorijo v OnSite Drawing format (OSD) format. Označbe se na mobilnem računalniku shranijo v OnSite Markup formatu (OSM). Ko želimo označbe prenesti na namizni računalnik, se te preko ActiveSync pretvorijo v Redline Markup Language format (RML).

Zgoraj opisane pretvorbe se lahko opravijo tudi z Autodesk OnSite Enterprise, ki ga uporabljamo skupaj s programi za sinhronizacijo drugih podjetij. Takšni programi so Synchrologic, Aether System's ScoutSync in AvantGo. Ti programi poskrbijo, da so podatki na mobilnem računalniku vedno sveži. Komunikacija med temi programi in mobilnim računalniku poteka preko HTTP protokola. V takem primeru postane OnSite View klient OnSite Enterprise strežniku.

Autodesk OnSite View se osredotoča na uporabnike v telekomunikacijah in arhitekturi. S tem programom lahko uporabnik v načrt na mobilnem računalniku označi opombe, ki jih kasneje prenese na namizni računalnik ali strežnik.

3.2.4 Matrika Zemljemerec



Zemljemerec je programska oprema, ki jo je za dlančnike PocketPC razvilo podjetje Matrika. Programska oprema je razvita na tehnologiji MapXMobile podjetja MapInfo (glej poglavje 3.2.1 *MapInfo MapX Mobile*), ki omogoča veliko stopnjo prilagodljivosti pri razvoju namenske programske opreme.

Zemljemerec je narejen za podporo pri zajemanju prostorskih podatkov na terenu. Uporaba Zemljemerca omogoča lažji, hitrejši in učinkovitejši zajem prostorskih objektov in s tem posledično zmanjševanje stroškov. Zemljemerec je prilagojen za preprosto izvajanje zajema točkovnih, linijskih in poligonskih prostorskih objektov, pri čemer ohranja osnovo za dodajanje namenskih funkcionalnosti na željo naročnika.

Omogoča delo z vektorskimi (MapInfo TAB) in rastrskimi podatki (TIF, JPG, BMP, GIF, PCX, TARGA, SPOT), katere lahko uporabimo za podlogo. Podatki so organizirani v podatkovnih plasteh ali kot skupki podatkovnih plasti s prednastavljenimi atributi izrisa - situacija. Na terenu imamo možnost prilagajanja atributov izrisa (barve, topografskega znaka, tipa črt, debeline, velikosti), vrstnega reda izrisa, kombiniranja posameznih situacij in podatkovnih plasti.

Uporaba Zemljemerca znižuje stroške zajema objektov z več vidikov:

- občutno se zmanjša čas zajema objektov,
- več del opravimo na terenu (hkrati z zajemom izdelujemo tudi načrt),
- manjša poraba tiskovin,
- zmanjševanje podvojenosti dela (npr. priprava podlog za teren, ročno risanje načrta na terenu izmerjenih podatkov),
- zmanjšana možnost napačne meritve,
- manjša možnost napake pri izdelavi načrta po skici,
- prihranki poti,
- večja zanesljivost, večja učinkovitost zajema in podobni prihranki, odvisni od področja uporabe.

Pri uporabi ZEMLJEMERCA smo na terenu podprti z naslednjimi funkcionalnostmi:

- Neomejeno upravljanje s prosojnicami - na teren lahko prinesemo vnaprej pripravljene situacije in podatkovne plasti, odvisno od tega, kar najbolj ustreza situaciji na terenu. Plastem lahko po potrebi prilagodimo lastnosti izrisa (barve, topografskega znaka, tipa črt, debeline, velikosti).
- V izbrano vektorsko plast je možno zajemati točkovne, linijske in poligonske objekte.
- Prikaz trenutnega položaja, ki ga posreduje GPS-sprejemnik, je prikazan s simbolom. Pri tem se v realnem času izpisujejo podatki o delovanju GPS-sprejemnika (koordinate trenutnega položaja, število satelitov na obzorju, smer in hitrost gibanja). Koordinate iz GPS-sprejemnika, ki so v WGS84 koordinatnem sistemu, Zemljemerec pretvori v GK-koordinate. Za transformacijske parametre lahko uporabimo vgrajene vrednosti parametrov, ki so povprečna vrednost za območje Slovenije, ali pa vnesemo lastne vrednosti parametrov.
- Prikaz rastrskih podlag (npr. DOF, rastrske karte satelitskih posnetkov) v formatih rastrskih datotek TIF, JPG, GIF, PCX, TARGA, SPOT.
- Zajem objektov poteka statično in dinamično. Statični način zajema objektov poteka tako, da objekt zajemamo s peresom po podlogi na zaslonu ali tako, da zajemamo položaj podan preko GPS-sprejemnika. Zajemanje se ponovi za vsako lomno točko objekta.

Dinamični način zajema objektov poteka tako, da se postavimo na začetno točko objekta, vklopimo zajem položaja preko GPS-sprejemnika in se premikamo po objektu. Po zaključenem snemanju objekta, vnesemo še atributne podatke objekta.

- Urejanje objektov – objektom lahko popravljamo atributne ali položajne podatke, ali pa jih zberemo.
- Merjenje dolžine in površine

Pri prenosu podatkov z namiznega računalnika na PocketPC ali obratno ne prihaja do nobenih pretvorb formatov. Posledica tega je, da lahko podatke prenesemo na dlančnik na enak način, kot lahko prenašamo navadne datoteke. Tako je možno podatke prenašati preko žične povezave z računalnikom ali preko brezžičnih povezav, odvisno od zmožnosti samega dlančnika.

3.2.5 *Leica MobileMatriX*

MobileMatriX je programska oprema podjetja Leica, ki omogoča obdelavo, prikaz in upravljanje meritev na terenu. MobileMatriX temelji na ArcGIS tehnologiji podjetja ESRI in je narejena za računalnike na osnovi x86 osnovi in z operacijskimi sistemi Microsoft Okna 2000, XP, XP TabletPC Edition.

Z MobileMatriX je možno delovno namizje iz osebnega računalnika prenesti na teren. MobileMatriX vsebuje funkcije namiznih GIS-programov, poleg tega pa vsebuje še funkcije za izvajanje meritev z elektronskim tahimetrom ali GPS-instrumentom. Na ta način je mogoče zajeti točkovne, linijske in ploskovne objekte na terenu in jih sproti kodirati. Tako je v največji možni meri zagotovljena usklajenost podatkovne baze.

MobileMatriX vsebuje funkcionalnosti tako GIS-programov kot tudi geodetskih programov.

Funkcionalnosti programov GIS so:

- prikazovanje vektorskih in rastrskih podatkov,
- SQL poizvedovanje,
- kartiranje in tiskanje tematskih kart,
- skiciranje,
- COGO funkcije.

Funkcionalnosti geodetskih programov so:

- merjenje in kodiranje detajlnih točk,
- zakoličevanje,
- geodetski program, kot sta prosto stojišče in prenos višine,
- merjenje poligonov (zaprtih in odprtih),
- izravnava geodetskih mrež (Network Analyst).

Vse meritve in podatki, ki smo jih opravili ali z elektronskim tahimetrom ali z GPS-sprejemnikom, se shranijo v geodatabazi. Na ta način je možno tudi poizvedovanje po meritvah (npr. katere meritve smo izvedli v določenem dnevu). MobileMatriX je tudi prilagodljiv, saj lahko s programiranjem uporabnik prilagodi uporabniški vmesnik in funkcionalnost programa svoji lastnim željam in potrebam.

3.3 Sodobne merske tehnike

Napredek v znanosti in tehnologiji je prinesel s seboj nove metode geodetske izmere. Ta napredek omogoča in zahteva uvedbo povsem novih tehnik, ki postajajo temeljna izhodišča moderne geodetske dejavnosti. Vse jasnejše so tudi potrebe in zahteve uporabnikov po kakovostnemu in naprednemu izvajanju geodetske dejavnosti. V tem poglavju bom predstavil nove metodologije geodetske izmere, ki jih narekuje predvsem podjetji Leica in Trimble.

3.3.1 Leica SmartStation

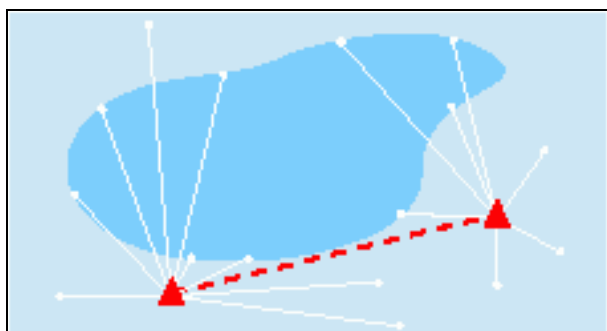


Podjetje Leica je v letu 2004 razvila sistem 1200, ki vključuje totalno postajo elektronski tahimeter TPS 1200 in GPS sprejemnik GPS 1200. Obema geodetskima inštrumentoma je skupen enak uporabniški vmesnik, enak format zapisa in enaka obdelava meritev s programom Leica Geo Office. V letu 2005 pa so pri podjetju Leica združili TPS 1200 in GPS

1200. Nastala je totalna postaja z integriranim GPS sprejemnikom z imenom SmartStation, ki predstavlja pomembno prelomnico v geodetski izmeri.

GPS sprejemnik na SmartStation je 24 kanalni dvofrekvenčni (L1 in L2) sprejemnik, ki omogoča RTK izmero položaja s horizontalno natančnostjo $10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ in z vertikalno natančnostjo $20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$. RTK določitev koordinat stojišča je mogoča v oddaljenosti 50 km od bazne postaje. Za povezavo z referenčno postajo lahko uporabljamo GSM, GPRS ali radio modem. S SmartStation lahko merimo smeri z $1''$, $2''$, $3''$ ali $5''$ natančnostjo. Dolžine lahko merimo brez prizme z natančnostjo $3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ in s prizmo $2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ natančno.

Kakšne prednosti prinaša SmartStation, si pogledjmo na praktičnem primeru, ki ga prikazuje slika 3.



Slika 3: Primer praktične uporabe inštrumenta Leica SmartStation

Katastrsko mejo je potrebno določiti na ruralnem območju, ki je delno poraščeno z drevjem. Referenčna postaja je oddaljena 40 km, najbližja točka geodetske mreže pa je oddaljena 5 km. Z uporabo totalne postaje je potrebno od geodetske točke do območja merjenja pripeljati poligonski vlak. Lahko uporabimo odprti poligon, kjer je položajna natančnost slabša in možnost grobih pogreškov velika, lahko pa uporabimo zaprti poligon, z vračanjem na izhodiščno točko, vendar se s tem dolžina poligona podvoji. Omenjena metoda je počasna, poleg tega pa za merjenje poligona potrebujemo ekipo najmanj treh ljudi. Nato lahko pričnemo z merjenjem detajlnih točk.

Z uporabo izključno GPS inštrumenta je celotno katastrsko mejo nemogoče izmeriti, ker je meja na nekaterih mestih pokrita z drevjem. Z GPS sprejemnikom lahko določimo položaje

stojišč, na katere kasneje postavimo elektronski tahimeter in s katerim opravimo detajlne meritve.

Z uporabo SmartStation lahko nalogo rešimo lažje in hitreje. Inštrument postavimo na mesto, kjer ovire ne zakrivajo GPS signal. Z RTK metodo GPS meritev določimo položaj stojišča. Položaj lahko v dobrih razmerah določimo na 1 cm natančno že v nekaj sekundah. Za določitev orientacije imamo dve možnosti:

- orientiramo se na eno ali več točk z znanimi koordinatami (cerkev ali oddajnik v daljavi),
- orientiramo se na točko, na katero se še nameravamo postaviti. Koordinate te točke še niso določen, vendar bodo določene kasneje (določene koordinate sočasne). Ko imamo koordinate druge točke določene, inštrument preračunačasne koordinate iz prvega stojišča v končne koordinate.

Nato nadaljujemo z meritvami detajlnih točk z elektronskim tahimetrom.

Prednosti omenjene metode so:

- na posamezno stojiščno točko se je potrebno postaviti samo enkrat,
- potrebujemo samo en inštrument,
- potrebujemo eno ekipo.

Dobra lastnost inštrumenta SmartStation je tudi v tem, da lahko anteno snamemo, jo postavimo na trasirko, jo povežemo s kontrolno enoto (controler) in jo uporabljamo kot samostojni RTK GPS. Če smo SmartStation pravilno nastavili, določili položaj in orientacijo, lahko GPS anteno snamemo. Na ta način lahko hkrati vendar ločeno uporabljamo elektronski tahimeter in GPS sprejemnik, kar še povečuje uporabno vrednost Leice SmartStation.

Za obdelavo meritev v pisarni, nam pri podjetju Leica ponujajo naslednje programske pakete, s katerimi lahko meritve obdelujemo:

- **Leica GeoOffice** omogoča pregledovanje in upravljanje z meritvami opravljenimi z elektronskimi tahimetri in GPS sprejemniki. Program je sestavljen modularno. V osnovi

dobimo orodja za pregledovanja meritev, izdelovanje poročil, uvoz in izvoz podatkov in razna orodja z elektronske tahimetre, GPS sprejemnike ter nivelirje. Osnovne funkcije lahko nadgradimo. Na voljo so nam naslednje funkcionalnosti:

- pretvarjanje med koordinatnimi sistemi,
 - naknadna obdelava GPS signalov,
 - obdelava meritev niveliranja,
 - izravnava opazovanj,
 - uvoz in izvoz podatkov v različne GIS formate zapisa.
- **MobileMatriX**, ki je opisan v poglavju 3.2.5 *Leica MobileMatriX*.
 - **Liscad** je celovit GIS/CAD programski paket. Omogoča uvoz in obdelavo meritev, njihovo obdelavo in na koncu v izdelavo geodetskih načrtov. Liscad vsebuje naslednje funkcionalnosti:
 - uvoz meritev opravljenimi z elektronskimi tahimetri in GPS sprejemniki,
 - izravnavo opazovanj,
 - orodja koordinatne geometrije (COGO),
 - modeliranje terena in izdelava plastnic,
 - izračunavanje volumnov in izdelava prečnih ter vzdolžnih profilov,
 - pretvarjanje med različnimi koordinatnimi sistemi,
 - uvoz in izvoz podatkov v različne GIS/CAD formate zapisa.

3.3.2 *Trimble Integrated Surveying*

Trimble je razvil svoj sistem integriranega merjenja z uporabo elektronskega tahimetra in GPS inštrumenta. Prvo rešitev integriranega merjenja so pri Trimblu predstavili že leta 1998. Njihova rešitev je tedaj vsebovala enoten format zapisa meritev ter enoten uporabniški vmesnik za elektronske tahimetre in GPS inštrumente. Rešitev je vsebovala kontrolno enoto GeodatWin, ki je omogočal beleženje meritev elektronskega tahimetra ali GPS inštrumenta v enotno datoteko. Hkrati je bil tudi poenoten uporabniški vmesnik.

Skozi čas je Trimble sistem integriranega merjenja razvijal naprej. Danes predstavljaja vrh sistema naslednja kombinacija inštrumentov:

- ACU kontrolna enota (slika 4),
- RTK GPS inštrument R8 (slika 5),
- motoriziran elektronski tahimeter S6 Robotic (slika 6).



Slika 4: Kontrolna enota ACU

Bistveni element v celotnem sistemu, ki povezuje obe merski tehniki, je kontrolna enota. Gre za sestavni element, s katerim lahko upravljamo tako GPS inštrument, kakor tudi elektronski tahimeter. Kontroler je zasnovan na operacijskem sistemu Okna CE in ima barvni zaslon, ki je občutljiv na dotik. Poleg zaslona se nahaja alfanumerična tipkovnica, ki olajša vnašanje podatkov. Ker kontrolna enota uporablja operacijski sistem Okna CE, ima funkcionalnosti, ki jih običajno najdemo pri dlančnikih (dostop do interneta, branje elektronske pošte, podpora pomnilniškimi karticam CompactFlash). Komunikacija med kontrolno enoto ter GPS inštrumentom ali elektronskim tahimetrom poteka preko brezžične povezavo modri zob, lahko pa uporabljamo tudi radio modem.



Slika 5: Trimble R8

Trimble R8 GPS sprejemnik je najnaprednejši GPS sprejemnik podjetja Trimble. Je 24 kanalni, dvofrekvenčni sprejemnik z vgrajeno anteno in povezavo modri zob za prenos podatkov. R8 vsebuje najnaprednejše tehnologije kot so (Žgajnar et al., 2004):

- sledenje signala L2C, ki posodablja delovanje sistema GPS in je sposoben prikazati položaj celo z milimetrsko položajno natančnostjo,
- sledenje signalov WASS in EGNOS, kar uporabniku zagotovi določitev diferencialnega položaja brez referenčnega sprejemnika.

Njegova uporabnost se še poveča z uporabo mreže permanentnih GPS postaj in z uporabo sistema VRS^(*). Ko bo v Sloveniji zgrajenih vseh 15 permanentnih referenčnih postaj, bo določitev položaja sprejemnika na 1 cm možna na celotnem področju Slovenije.

^(*) VRS (ang. Virtual Referenc Station) je integriran sistem strojne, programske opreme in komunikacijskih naprav, ki izkoriščajo podatke s permanentnih postaj za modeliranje pogreškov na celotnem območju. Model izračuna virtualno referenčno postajo v bližini izmere, ki mobilnemu GPS sprejemniku pošilja niz popravkov v obliki standardnih sporočil (Trajkovska, 2004).



Slika 6: Elektronski tahimeter Trimble S6

Trimble S6 je najboljši elektronski tahimeter, ki ga proizvaja Trimble. Trimble S6 nudi naslednje funkcionalnosti:

- Magdrive servo, ki omogoča mirno, natančno in hitro samodejno vrtenje elektronskega tahimetra. Inštrument porabi za rotacijo za 180° 3,2 s.
- Razdalje lahko merimo brez prizme do 300 m z natančnostjo 3 mm + 2 ppm in nad 300 m z natančnostjo 5 mm + 2 ppm.
- Smeri lahko merimo z 1", 2", 3" ali 5" natančnostjo.
- Osnovno različico lahko nadgradimo z dvema možnostma:
 - samodejno zaznavanje tarče: je možnost, kjer inštrument samodejno najde tarčo. Inštrument omogoča tudi identifikacijo tarče, kar posledično omogoča, da na nekem območju, kjer opravlja meritve več inštrumentov, ne pride do meritev napačne tarče.
 - robotic: je nadgradnja prejšnje različice in omogoča, da snamemo kontrolno enoto in jo pritrdimo na trasirko. Ko se premikamo s prizmo po terenu, bo inštrument samodejno sledil tarči. Celotno upravljanje inštrumenta poteka preko kontrolne enote, ki je z inštrumentom povezana brezžično. Dolžina takšne povezave znaša do 700 m.

Kaj nam torej integrirano merjenje omogoča? Kot vemo je merjenje z GPS inštrumentom nemogoče v območjih z visokimi ovirami ali z gosto vegetacijo. V takih območjih je potrebna uporaba elektronskega tahimetra. V praksi imamo veliko primerov, kjer imamo na delovišču odprta območja, kakor tudi območja poraščena z vegetacijo. V takih primerih pride sistem integriranega merjenja najbolj do izraza.

Eden od načinov merjenje po sistemu integriranega merjenja poteka na naslednji način. Na najbolj primerno mesto postavimo elektronski tahimeter. Na trasirko pritrdimo prizmo, katero lahko najde robotski tahimeter samodejno. Nad aktivno prizmo namestimo GPS sprejemnik. Kontrolna enota je pritrjena na trasirko, ki jo s seboj nosi operater. Namestitev vseh treh komponent prikazuje slika 7. S sistemom integriranega merjenja lahko merimo z uporabo GPS sprejemnika ali z uporabo elektronskega tahimetra ali z obema inštrumentoma hkrati. Kadar smo na območju, kjer je vidnost GPS satelitov zadostna, lahko merimo detajlne točke z GPS sprejemnikom, kar je hitreje kot z elektronskim tahimetrom. Ves čas našega premikanja nas elektronski tahimeter samodejno spremlja. Ko pridemo v območje z motenim sprejemom GPS signala, lahko položaj točke določimo z elektronskim tahimetrom. Vse meritve, ki jih naredimo z obema inštrumentoma, se shranjujejo v homogen niz podatkov v kontrolniku.

Za obdelavo meritev opravljenimi z inštrumenti Trimble, so nam na voljo naslednji programski paketi:

- **Trimble Geomatics Office** je program za obdelavo in urejanje podatkov o meritvah opravljenimi z elektronskimi tahimetri in GPS sprejemniki. Program omogoča tudi naknadno obdelavo GPS meritev in izravnavo opazovanj. Podatke lahko izvozimo v različne GIS/CAD formate zapisa.
- **Terramodel** je celovit GIS/CAD programski paket, ki uporabniku omogoča naslednje funkcionalnosti:
 - uvoz meritev opravljenimi z elektronskimi tahimetri in GPS sprejemniki,
 - orodja CAD orodja in orodja koordinatne geometrije (COGO),
 - modeliranje terena in izdelavo plastnic,
 - 3D vizualizacija terena,
 - izračunavanje volumnov,

- izdelavo geodetskih načrtov,
- izvoz podatkov v različne GIS/CAD formate zapisa.
- **Trimble Link** je dodatek za naslednje programske pakete Autodesk Civil 3D 2006, Autodesk Land Desktop 2006 in ESRI ArcGIS. Uporabniku omenjenih programov omogoča enostaven in hiter prenos podatkov med naštetimi programskimi paketi in inštrumentom. Prednost dodatka Trimble Link je v tem, da uporabnik za prenos podatkov ne potrebuje dodatne programske opreme, ter da je uporabniški vmesnik določen z namiznim programom.



Slika 7 Rover, na katerem so GPS sprejemnik, prizma in kontrolna enota

Prednosti omenjene metode:

- Koordinate stojišča elektronskega tahimetra lahko določimo z uporabo GPS sprejemnika. Enako lahko določimo tudi koordinate orientacijske točke.

- Položaje detajlnih točk lahko določimo z uporabo GPS sprejemnika, z uporabo elektronskega tahimetra ali z obema načinoma. Določitev položaja na oba načina je v primerih, kadar potrebujemo neodvisno določitev položaja točke in nato še kontrolo, zelo koristno.
- Oba načina lahko uporabljamo tudi hkrati vendar ločeno, kar še poveča produktivnost.

Sistem integriranega merjenja, ki ga je razvil Trimble, nudi uporabniku več možnosti pri izbiri metode merjenja. Možnost homogenega zapisa podatkov in možnost povezave različnih merskih tehnik povečuje produktivnost geodetskih meritev.

4 ZEMLJIŠKI KATASTER

Zemljiški kataster je temeljna evidenca stvarnih podatkov o zemljiščih. Človek je celo življenje povezan z Zemljo. Začetki zemljiškega katastra na slovenskem segajo v 18. stoletje, ko je Marija Terezija vpeljala davčno reformo. Izdelavo katastrski načrtov je vpeljal cesar Franc I z reformo leta 1806. Pomembna je bila odločitev, da se zemljišča predstavijo na načrtih, ki se jih izdelava z mersko mizo. Pred detajlno izmero je bil vzpostavljen koordinatni sistem in sicer z izmero točk triangulacijske mreže. Detajlna izmera je bila izdelana v merilu 1:2880, po potrebi tudi v merilih 1:1440 ali 1:720. Frančiškanski kataster, ki je nastal na osnovi grafične izmere, je še danes osnova za zemljiški kataster 90 % površine Slovenije (Ferlan, 2005).

Preglednica 1: Deleži katastrskih izmer v Sloveniji (Radovan et al., 1997)

SISTEM	SKUPAJ (%)	1:2880 (%)	1:2500 (%)	1:2000 (%)	1:1000 (%)	1:500 (%)	Ostalo (%)
Krimski sistem	44,5	40,7	0,6	0,3	1,7	0	1,2
Schoeckelski sistem	24,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gellertski sistem	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
francoski sistem	1,8	0,0	0,0	1,7	0,1	0,0	0,0
drugi lokalni sistemi	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gauss-Krügerjev sistem	29,0	0,0	5,3	5,1	16,6	1,8	0,2
SKUPAJ	100,0	65,4	5,9	7,1	18,4	1,8	1,4

Iz tabele 1 je razvidno, da je kar 71% analognih katastrskih načrtov izdelanih v grafičnih koordinatnih sistemih, kjer prevladuje franciscejski koordinatni sistem.

4.1. Nastanek digitalnega katastrskega načrta

Prenos zemljiško-katastrskih načrtov iz analogne v digitalno obliko je stekel leta 1991, bolj množična analogno digitalna pretvorba pa se je začela leta 1995. Geodetska uprava je projekt digitalizacije zemljiškega katastra stalno dopolnjevala in tako je leta 1998 izdala tehnične pogoje za vse predvidene postopke (Drevenšek, 2003).

Cilji projekta digitalizacije katastrskih načrtov je ureditev podatkov in njihova pretvorba iz analogne v digitalno obliko in vzpostavitev preglednega sloja katastra v centralni bazi podatkov (Mivšek, 1995).

Osnovni cilji DKN so:

- zagotoviti lastnikom in drugim uporabnikom katastrskih informacij hitro dostopne in tekoče vzdrževane podatke zemljiškega katastra,
- uporabnikom katastrskih informacij olajšati pripravo lokacijske dokumentacije pri izgradnji infrastrukture,
- kmetijskim organizacijam omogočiti kvalitetne in vzdrževane podatke zemljiškega katastra za nadaljnje delo,
- državi in lokalni skupnosti omogočiti boljše upravljanje z nepremičninami,
- računalniško vzdrževane evidence zemljiškega katastra, ki omogočajo kontrole, katere preprečujejo nastajanje novih napak ter hitro posodabljanje podatkov in administrativno poslovanje (<http://www.gov.si/gu/gu/gu.html>).

Vzporedno z digitalizacijo katastrskih načrtov so se izvajali naslednji postopki vzdrževanja:

- odprava nesoglasij med samim pisnim in grafičnim delom evidence zemljiškega katastra,
- hitra možnost povezave z zemljiško knjigo in odprava nesoglasij med zemljiško knjigo in zemljiškim katastrom,
- omogočena hitra in učinkovita kontrola dela zunanjih izvajalcev pri katastrskih meritvah in hitreje in pravilnejše vzdrževanje operata zemljiškega katastra (Goršin, 2001).

Digitalizacija katastrskih načrtov je potekala v naslednjih korakih:

- izdelava skenogramov,
- odprava deformacij nosilca načrta (razpečevanje) in geolociranje skenogramov,
- vektorizacija skenogramov ali digitalizacija katastrskih načrtov,
- spajanje vsebine na robovih načrtov,
- kontrola izvajanja vektorizacije,
- transformacija vektoriziranih načrtov v GK koordinatni sistem,

- usklajevanje mej med katastrskimi občinami in odprava napak.

Skeniranje je potekalo na kvalitetnih skenerjih, ki so bili pred začetkom postopka skeniranja geometrično preizkušeni (kalibrirani). Skeniranje je potekalo z ločljivostjo 300 DPI s 64 svinami (MONOLIT, 1995).

Po koncu skeniranja je sledilo razpečevanje in geolociranje skenogramov. V tej fazi se izvedejo spremembe skenogramov zaradi napak skenerja, ki so bile ugotovljene v fazi kalibracije. Izvede se tudi rotacija skenogramov in sicer tako, da so robovi listov vzporedni z osema X, Y. Geolociranje poteka tako, da se primerja meja katastrske občine iz Registra prostorskih enot (RPE) in meja na skenogramih (Goršin, 2001).

Naslednji postopek je vektorizacija skenogramov ali digitalizacija analognih katastrskih načrtov, v kolikor skeniranje le teh ni bilo možno. Rezultat obeh postopkov je vektorska oblika katastrskega načrta. Vsak parcelni del je dobil tudi atributni podatek parcelne številke. Ko je vektoriziranje za posamezno katastrsko občino končano, se izvede geometrijska in topološka kontrola. Pri geometrijski kontroli se preveri pravilnost vektorskih povezav in usklajenost z rastrom, pri topološki kontroli pa iščemo nezaprte poligone, prosto viseče poligone, sekane poligone in poligone brez ali s podvojenimi parcelnimi številkami. Sledil je postopek spajanja vsebine posameznih listov v enoten podatkovni sloj za celotno katastrsko občino (Ferlan, 2005).

Nato je sledila kontrola skladnosti opisnih in lokacijskih podatkov. Rezultat kontrole so naslednji sezname parcel:

- parcele, ki obstajajo v opisnem delu evidence in jih ni v lokacijskem delu,
- parcele, ki obstajajo v lokacijskem delu evidence in jih ni v opisnem delu,
- seznam ločenih parcelnih delov (Ferlan, 2005).

Naslednji korak je transformacija vektoriziranih podatkov, ki je potrebna za katastrske načrte grafične izmere. Ti so se v času vektorizacije prenesli v zelo približen GK koordinatni sistem, cilj transformacije pa je celotna katastrska občina v enotnem približnem GK koordinatnem

sistemu. Transformacija se izvede s pomočjo DOF načrtov in zemljiško katastrskih točk, ki imajo grafične in GK koordinate. Za transformacijo sta se uporabljali Helmertova in afina transformacija (Mivšek, Grilc, 2002).

Zadnji korak je usklajevanje mej med katastrskimi občinami. Zaradi zgodovinskega dejstva, da so se katastrski načrti vodili ločeno za vsako katastrsko občino, so meje med katastrskimi občinami neuskklajene. Uskladitev meja katastrskih občin pomeni odpravo praznin in prekrivanj parcel na meji. Po uskladitvi imata obe območji enovito skupno mejo (Goršin, 2001).

4.2. Položajna natančnost digitalnega katastrskega načrta

Položajna natančnost analognih katastrskih načrtov je za današnje potrebe in standarde zelo slaba in je odvisna od mnogih zgodovinskih vplivov na nastanek katastrskih načrtov. Položajna natančnost je odvisna tudi od vrste terena (ravninski ali hriboviti teren) in od vrste zemljišča. Večja prioriteta merjenja je bila namreč posvečena gosposkim in cerkvenim posestvom ter parcelam ravninskega sveta, manjša pa gozdnim parcelam in stavbam. Dokazano je, da je relativna natančnost katastrskih načrtov grafične izmere bistveno boljše od absolutne položajne natančnosti (Oven, 1994).

Na položajno natančnost grafičnega katastra imajo vpliv naslednje spodaj opisane značilnosti (Čuček, 1977).

- Koordinate točk triangulacijske mreže I., II. in III. reda so bile izračunane numerično. Točke IV. reda pa so bile določene z grafično izmero.
- Stabilizacija točk grafične izmere ni bila predvidena.
- Raziskave v Avstriji so pokazale, da imajo točke triangulacijske mreže odstopanje v povprečju $\pm 3,8$ m, maksimalna odstopanja pa so 10 m.
- Zaradi neenotnosti merila in orientacije triangulacije nimajo robovi listov enotne dolžine niti premočrtnega poteka.
- Katastrske občine so se med seboj vodile ločeno. Torej prihaja do tega, da identične točke na mejah med katastrskimi občinami nimajo enotnega položaja.

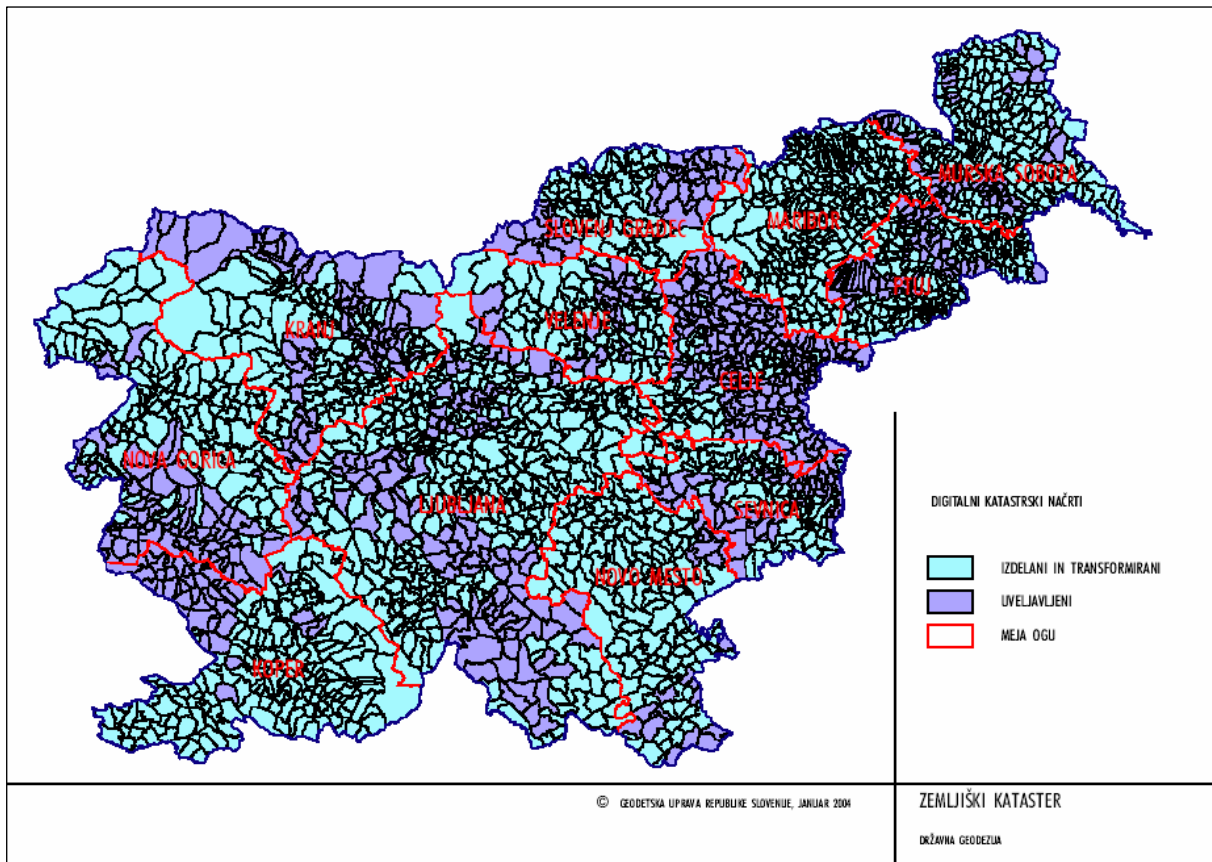
- Izmera je bila opravljena brez upoštevanja ukrivljenosti Zemlje in je brez kakršne koli matematične projekcije.

S staranjem katastrskih načrtov in z reprodukcijo načrtov se je kvaliteta načrtov slabšala.

Položajna natančnost digitalnega katastrskega načrta je odvisna od analognega katastrskega načrta, ki je služil kot vir za prenos iz analogne v digitalno obliko. Po opravljeni transformaciji digitaliziranega katastrskega načrta, lahko dobimo oceno položajne natančnosti DKN na naslednje načine:

1. ocena glede na kakovost vklopa v državni koordinatni sistem s pomočjo transformacijskih točk,
2. ocena glede na ujemanje po transformaciji s pomočjo kontrolnih točk,
3. ocena na podlagi zemljiško-katastrskih točk.

V sklopu projekta POSTOPKI IZBOLJŠAVE PODATKOV ZEMLJIŠKEGA KATASTRA je bila opravljena celovita ocena položajne natančnosti DKN. Položajno natančnost so ocenjevali po treh zgoraj naštetih načinih ocenjevanja natančnosti DKN. Po prvem načinu ocenjevanja je 15-16 % površine Slovenije, kjer je natančnost slabša od 5 m. Po drugi oceni je takšne površine 25 – 27 % in po tretji oceni je takšne površine 45-58%. V splošnem velja, da je kakovost dobra v Prekmurju in na območjih večjih mest, zadovoljiva v Podravju, Ljubljanski kotlini, na Dolenskem, Goriškem in Primorju. Najslabša kakovost pa je po pričakovanju v Alpah, Pohorju in delu Bele krajine.



Slika 8: Stanje digitaliziranih katastrskih načrtov Slovenije (Geodetska uprava RS, 2005)

V letu 2004 so bili vsi katastrski načrti digitalizirani, transformirani in usklajeni (Slika 8). Do aprila 2005 je bilo uveljavljenih 96 % katastrskih občin (Geodetska uprava RS, 2005).

5 ZAKONODAJA V POVEZAVI Z DKN IN DOLOČITVIJO MEJE

Meje med parcelami se urejajo v upravnem postopku, kot jih ureja Zakon o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot (Uradni list RS, št. 52/00) ter Pravilnik o urejanju in spreminjanju mej parcel ter o evidentiranju mej parcel v zemljiškem katastru (Uradni list RS, št. 1/04). Meja se uredi na podlagi soglasja lastnikov in na podlagi podatkov zemljiškega katastra. Postopek ureditve meje se uvede na zahtevo lastnika, lahko pa jo uvede tudi geodetska uprava po uradni dolžnosti. Ureditev meje je postopek, pri katerem se na podlagi grafičnih ali numeričnih podatkov, ki jih hrani Geodetska uprava, obnovijo mejna znamenja oz. mejniki na posamezni parceli ali posestni meji. V postopku ureditve meje se urejajo le meje, za katere je bila podana vloga.

V kolikor je o obnovljeni meji doseženo soglasje obeh mejašev, kar potrdira s podpisom zapisnika, izda Geodetska uprava za mejo odločbo o dokončnosti.

Elaborat ureditve meje izdela geodetsko podjetje na podlagi mejne obravnave. Geodetsko podjetje mora na mejno obravnavo povabiti lastnike sosednjih parcel in lastnike parcel, ki se jih dotika meja, katera se ureja. Podatke o lastnikih parcel se preveri v zemljiški knjigi. Povabiti je treba s pismenim vabilom, v katerem mora biti navedeno:

- ime organa oz. pooblaščenca oseba, ki vodi postopek,
- ime, priimek in naslov osebe, ki je vabljen,
- zadeva, v kateri je oseba vabljen (številka parcele v postopku in katastrska občina),
- kraj, datum in ura postopka,
- kot kaj je vabljen (stranka v postopku),
- opozorila, da so potrebna pooblastila za zastopanje v postopku.

Lastniki morajo biti povabljeni k mejni obravnavi vsaj osem dni pred njeno izvedbo. Vročanje vabil običajno poteka preko pošte s povratnico, kjer je razviden datum poslanega vabila. Lastnike, ki ne morejo sodelovati v postopku, lahko z njihovim pismenim pooblastilom zastopa druga oseba.

Pred izvedbo mejne obravnave pridobi geodetsko podjetje zemljiško-katastrske podatke, ki so potrebni za ureditev meje, pri geodetski upravi. Če je ne tem delu že kataster v digitalni obliki, se podatke dobi na disketi.

Na mejni obravnavi lastniki za svoja zemljišča pokažejo potek meje v naravi. Lastniki lahko zahtevajo, da jim geodet pokaže potek katastrske meje tudi preden sami pokažejo mejo. Geodet na podlagi meritev in opazovanj ugotovi potek katastrske meje. Za ugotovitev poteka katastrske meje se uporabijo zadnji vpisani podatki o parcelah iz zemljiškega katastra. Geodet mora lastnike opozoriti na stopnjo zanesljivosti in položajne natančnosti katastrskih podatkov.

Če lastniki soglašajo o poteku meje, geodet pa ugotovi, da pokazana meja ne odstopa od katastrske meje, pokazano mejo označi v naravi z mejniki in izmeri ter prikaže v elaboratu.

Če pokazana meja odstopa od katastrske meje oziroma se lastniki ne strinjajo s potekom meje, se z mejniki označi katastrska meja, pokazana meja pa se izmeri in pokaže v elaboratu, lastnike pa opozori, da v zemljiški kataster ni mogoče kot dokončne vpisati meje, ki odstopa od katastrske meje.

Pri označitvi meje v naravi se mejniki postavijo tako, da se lastniku ne povzroči škoda oziroma, da je ta škoda čim manjša. Mejna znamenja se postavijo na vseh lomnih točkah posestne meje.

Po opravljenem zemejničenju se mora izdelati skica zamejničenja, iz katere je razviden potek posestnih mej v naravi, lega mejnih točk in vrsta mejnih znamenj, frontne in prečne mere ter ostali podatki (parcelna št, vrsta rabe, lastnik). Merilo skice mora biti izbrano tako, da zagotovi nedvoumno preglednost vseh vpisanih podatkov. Navadno se izdelajo v približnem merilu 1:500. Skica je obvezna priloga v elaboratu.

Sestavni del elaborata ureditve meje je zapisnik mejne obravnave, v katerem se navede: kraj in čas izvedbe mejne obravnave, udeleženci, način in čas vabljenja lastnikov, če niso bili prisotni na mejni obravnavi, ter opisan celoten potek mejne obravnave, z navedbo mej, ki so

se urejale in zemljiško-katastrskih točk, po katerih potekajo meje. V zapisniku mejne obravnave mora geodet navesti ali lastniki soglašajo s potekom meje, ki je označena v naravi. Zapisnik mejne obravnave podpišejo geodet in lastniki. Če lastnik noče podpisati zapisnika, geodet to dejstvo in razlago za odklonitev podpisa navede v zapisniku. V zapisnik se zapišejo tudi vse pripombe, ki jih dajo lastniki na potek postopka ureditve meje oziroma na zapisnik.

V pisarni nato geodet obdela podatke in izdela elaborat zemljiško-katastrske meritve. Elaborat mora vsebovati vlogo za postopek, povratnice vabil, skico terenske meritve, zapisnik postopka, terenske podatke meritve in njihovo računsko obdelavo, kartiran načrt in kopijo katastrskega načrta na prosojnici, seznam ZK točk, kontrolni list in določitev površin parcel, kadar so le-te spremenjene. Na disketi pa se oddajo digitalni podatki o izmeri.

Geodetska uprava po prejemu elaborata preveri:

- ali je elaborat ureditve meje izdelan v skladu s predpisi,
- ali meja, ki je prikazana v elaboratu kot meja, ki je bila zamejničena na terenu, ne odstopa od katastrske meje,
- ali je bila obravnava izvedena na predpisan način.

Če elaborat ne vsebuje vseh predpisanih sestavin, če je tehnično pomanjkljiv ali so ugotovljene kakršnekoli nepravilnosti, geodetska uprava elaborat vrne, da se ga ustrezno popravi in dopolni.

Meja, urejena v postopku ureditve meje, se v zemljiškem katastru vpiše kot dokončna meja na podlagi pravnomočne odločbe.

6 METODA DOLOČITVE KATASTRSKE MEJE Z MOBILNIM GIS

Za določitev katastrske meje z mobilnim računalnikom potrebujemo ustrezno strojno in programsko opremo. Kakšna strojna in programska oprema je na trgu na voljo, je opisano v poglavju 3 *Mobilni GIS*. Hkrati ob predstavitvi strojne opreme so opisani tudi možni načini praktične uporabe omenjene strojne in programske opreme. V naslednjih dveh poglavjih bomo temeljiteje predstavili metodo, ki je predstavljena v poglavju 2.2 *Mobilni način izmere*. Pri tej metodi smo uporabili elektronski tahimeter Leica TC 605 in dlančnik HP iPaq 2210. Za namen testiranja mobilne metode ureditve meje je bil razvit program, ki deluje na dlančnikih s PocketPC operacijskim sistemom. Kako smo povezali elektronski tahimeter in dlančnik ter kako poteka izračun položaja stojišča, je opisano v spodnjih poglavjih.

6.1 Priklop mobilne naprave in elektronskega tahimetra Leica

Glede na razporeditev instrumenta, mobilnega računalnika in trasirke s prizmo, ter brezžične povezave med instrumentom in mobilnim računalnikom, so v uporabi naslednje tri možnosti merjenja (Pahulje, 2004).

1. Prvi operater stoji pri tahimetru, drugi operater, ki je tudi vodja izmere, pa premika trasirko s prizmo. Naloga prvega operaterja je, da ob navodilu drugega operaterja vzpostavi vizuro na prizmo. Drugi operater ima pri sebi mobilni računalnik, ki je z brezžično povezavo povezan s tahimetrom. Ko je vizura vzpostavljena, drugi operater na mobilnem računalniku sproži meritev. Podatki o meritvi se nato prenesejo po brezžični povezavi v mobilni računalnik.
2. Prvi operater stoji pri instrumentu, kjer ima tudi mobilni računalnik. Drugi operater drži trasirko s prizmo, ki jo po navodilih prvega operaterja premika po prostoru. Ko je trasirka postavljena, prvi operater nastavi vizuro in na mobilnem računalniku sproži meritev. Podatki o meritvi se nato po žični povezavi prenesejo v mobilni računalnik.

3. Pri tej možnosti imamo samo enega operaterja, ki prenaša trasirko s prizmo in mobilni računalnik. Pri tej izvedbi moramo imeti samodejni elektronski tahimeter s servo motorjem in funkcijo samodejnega zaznavanja prizme. Pri tej metodi elektronski tahimeter samodejno sledi operaterju. Ko je operater postavljen, sproži meritev, ki se po brezžični povezavi prenese v mobilni računalnik.

6.2. Komunikacija med mobilno napravo in elektronskega tahimetra Leica

Podjetje Leica je za komunikacijo med instrumentom in računalnikom zasnovala preprost jezik imenovan GSI^(*). Sintaksa poteka dvosmerno. Iz računalnika pošljemo v instrument ukazno vrstico, nato pa nam instrument posreduje zahtevane podatke. Na ta način lahko iz računalnika spreminjamo nastavitve instrumenta, pregledujemo vrednosti shranjene v instrumentu in prožimo meritve. Do vseh teh podatkov pridemo s štirimi vrstami ukaznih vrstic:

- SET: nastavimo parametre instrumenta,
- CONF: beremo parametre instrumenta,
- PUT: vnašamo podatke v instrument,
- GET: beremo vrednosti meritev iz instrumenta. Možno je takojšnje proženje meritev in branje meritev, kakor tudi branje vrednosti zadnje meritve.

Vsaka ukazna vrstica se mora končati z dvema znakoma ASCII vrednosti 13 in 10 (v nadaljevanju <CR/LF>).

Primer ukaza SET:

Sintaksa: SET/<nastavi parameter>/<vrednost parametra><CR/LF>

^(*) GSI (Geo Serial Interface) je protokol za dvostransko komuniciranje med instrumentom in računalnikom, ki ga je razvilo podjetje Leica. Format je zasnovan za enostavno branje in pisanje raznih vrednosti in nastavitvev elektronskega instrumenta.

Primer: SET/30/1

Opis: Pri tem primeru nastavimo pisk instrumenta na VKLJUČENO. To, da želimo nastaviti pisk instrumenta, povemo s kodo "30", da želimo vrednost nastaviti na VKLJUČENO, pa povemo s kodo "1".

Primer ukaza CONF:

Sintaksa: CONF/<beri parameter><CR/LF>

Primer: CONF/30<CR/LF>

Odgovor: 0030/0000<CR/LF>

Opis: Tu preverimo nastavitve piskanja instrumenta. Koda "30" pove instrumentu, da nas zanima nastavitve piskanja instrumenta. V odgovoru je na prvem mestu koda "0030", ki nam pove, da je instrument vrnil vrednost nastavitve piskanja, koda "0000" pa pove, da je vrednost nastavljena na IZKLJUČENO.

Primer ukaza PUT:

Sintaksa: PUT/<vstavi vrednost><Vrednost>_<CR/LF>

Primer: PUT/58....+00000200_<CR/LF>

Potrditev: <CR/LF>

Opis: Primer nastavi konstanto prizme na 20mm. Pri tej ukazni vrstici je potrebno paziti, da je za vrednostjo presledek (_).

Primer ukaza GET:

Sintaksa: GET/n/WI<vrnjena vrednost><CR/LF>

Primer: GET/M/WI21<CR/LF>

Odgovor: 21.102+12149400<CR/LF>

Opis: Tako lahko sprožimo meritev in kot odgovor dobimo vrednost horizontalnega kota (koda 21). Vrnjena vrednost predstavlja kot velikost $121^{\circ} 49' 40''$. Koda "n" ima lahko dve vrednosti:

- I: dobimo takojšno vrednost (zadnjo izmerjeno vrednost)
- M: sprožimo meritev in dobimo vrednost

Vrnjena vrednost, ki jo vrne instrument, je v GSI-8 ali GSI-16 formatu, odvisno od nastavitve instrumenta. V stavku GET lahko zahtevamo tudi več vrednosti. Npr. GET/M/WI21/WI22<CR/LF> vrne vrednost horizontalnega in vertikalnega kroga. Vrednosti, ki ju instrument vrne sta ločeni s presledkom (21.102+12149400 22.102+09012540<CR/LF>).

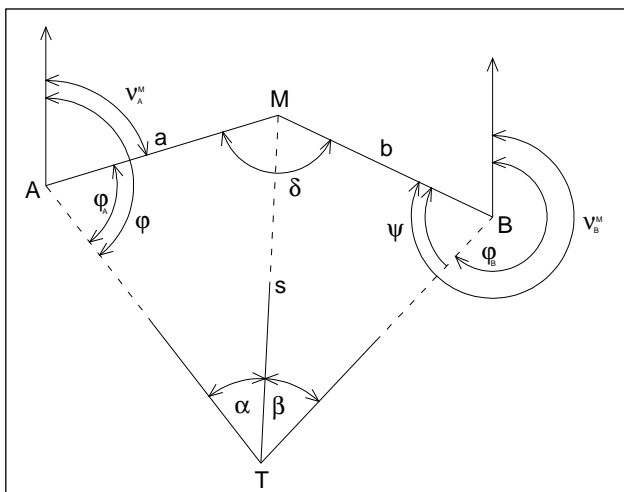
V primeru, da pride pri komunikaciji med instrumentom in računalnikom do napake, instrument vrne kodo o napaki. Primer vrnjene napake za primer, kjer je vhodna sintaksa napačna, je "@W127<CR/LF>".

6.3. Matematika določitve koordinat stojišča

Koordinate stojišča pridobimo z opazovanji smeri in dolžin na točke z znanimi koordinatami po metodi notranjega ureza. Metoda mora omogočati izmeri poljubnega števila navezovalnih točk, zato je potrebno izmerjene vrednosti izravnati. V postopku izravnave potrebujemo približne koordinate stojiščne točke.

6.3.1 Določitev približnih koordinat stojišča (Mihailović, 1974)

Preden določimo enačbe popravkov opazovanj, moramo izračunati približne koordinate stojišča. V našem primeru sem uporabil Potenot - Snelliusov način določitve približnih koordinat stojišča. Iščemo torej koordinate točke $T(Y_0, X_0)$, pri čemer imamo znane koordinate točke $A(Y_A, X_A)$, $M(Y_M, X_M)$ in $B(Y_B, X_B)$. Merjene količine so smeri proti točkam A, M in B.



Enačbe so napisane tako, da je prva točka A, druga točka je M in tretja B. Točke si sledijo v smeri urinega kazalca.

Bistvo te naloge je, da ugotovimo vrednosti kota φ in ψ , ter stranici d_A in d_B . Potem lahko določimo koordinate točke T z zunanjim urezom iz točk A in B.

Kota φ in ψ izračunamo po naslednjih enačbah. Kota lahko pridobimo iz naslednjih enačb:

$$v_A^T = v_A^M + \varphi$$

$$v_B^T = v_B^M - \psi$$

Najprej je potrebno izračunati smerna kota v_A^M in v_B^M

$$\tan v_A^M = \frac{Y_M - Y_A}{X_M - X_A}$$

$$\tan v_B^M = \frac{Y_M - Y_B}{X_M - X_B}$$

in stranici a in b :

$$a = \frac{Y_M - Y_A}{\sin v_A^M} = \frac{X_M - X_A}{\cos v_A^M}$$

$$b = \frac{Y_M - Y_B}{\sin v_B^M} = \frac{X_M - X_B}{\cos v_B^M}$$

Iz skice sledi, da je:

$$\varphi + \psi = 360^\circ - (\alpha + \beta + \delta)$$

ali malo drugače

$$\frac{\varphi + \psi}{2} = 180^\circ - \frac{(\alpha + \beta + \delta)}{2}$$

kjer je

$$\delta = v_A^M - v_B^M$$

Sedaj je potrebno še določiti razliko $\frac{\varphi - \psi}{2}$. Iz trikotnikov ΔAMT in ΔBMT sledi:

$$d_M = a \frac{\sin \varphi}{\sin \alpha} = b \frac{\sin \psi}{\sin \beta}$$

Iz tega sledi:

$$\frac{\sin \psi}{\sin \varphi} = \frac{a \sin \beta}{b \sin \alpha} = \tan \mu$$

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \psi} - 1 = \frac{1}{\tan \mu} - 1; \quad \frac{\sin \varphi}{\sin \psi} + 1 = \frac{1}{\tan \mu} + 1$$

$$\frac{\sin \varphi - \sin \psi}{\sin \psi} = \frac{1 - \tan \mu}{\tan \mu}; \quad \frac{\sin \varphi + \sin \psi}{\sin \psi} = \frac{1 + \tan \mu}{\tan \mu}$$

Z deljenjem enačb dobimo:

$$\frac{\sin \varphi - \sin \psi}{\sin \varphi + \sin \psi} = \frac{1 - \tan \mu}{1 + \tan \mu} = \frac{1 - (\tan 45^\circ \tan \mu)}{\tan 45^\circ + \tan \mu} = \cot(45^\circ + \mu)$$

$$\frac{2 \sin \frac{\varphi - \psi}{2} \cos \frac{\varphi + \psi}{2}}{2 \sin \frac{\varphi + \psi}{2} \cos \frac{\varphi - \psi}{2}} = \cot \frac{\varphi + \psi}{2} \tan \frac{\varphi - \psi}{2} = \cot(45^\circ + \mu)$$

in končno

$$\tan \frac{\varphi - \psi}{2} = \tan \frac{\varphi + \psi}{2} \cot(45^\circ + \mu)$$

Sedaj lahko izračunamo kota φ in ψ :

$$\varphi = \frac{\varphi + \psi}{2} + \frac{\varphi - \psi}{2}$$

$$\psi = \frac{\varphi + \psi}{2} - \frac{\varphi - \psi}{2}$$

Za kontrolo mora biti:

$$\alpha + \beta + \delta + \varphi + \psi = 360^\circ$$

$$\frac{\sin \psi}{\sin \varphi} = \tan \mu$$

Sedaj izračunamo stranici d_A in d_B :

$$d_A = a \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\sin \alpha}$$

$$d_B = b \frac{\sin(\beta + \psi)}{\sin \beta}$$

Smerne kote dobimo iz enačb:

$$v_A^T = v_A^M + \varphi$$

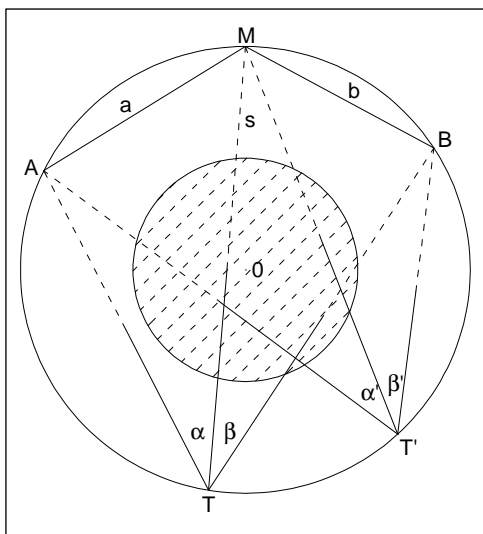
$$v_B^T = v_B^M - \psi$$

Približne koordinate so potem:

$$Y_T = Y_A + d_A \sin v_A^T = Y_B + d_B \sin v_B^T$$

$$X_T = X_A + d_A \cos v_A^T = X_B + d_B \cos v_B^T$$

Naloga je nerešljiva, če se vse štiri točke nahajajo na obodu kroga. Takšen primer prikazuje spodnja slika 9.



Slika 9: Shema primera ugodne rešitve

Če torej premikamo točko T po obodu kroga, ostajata kota α in β vedno enaka in vsota kotov φ in ψ je 180. Sledi torej:

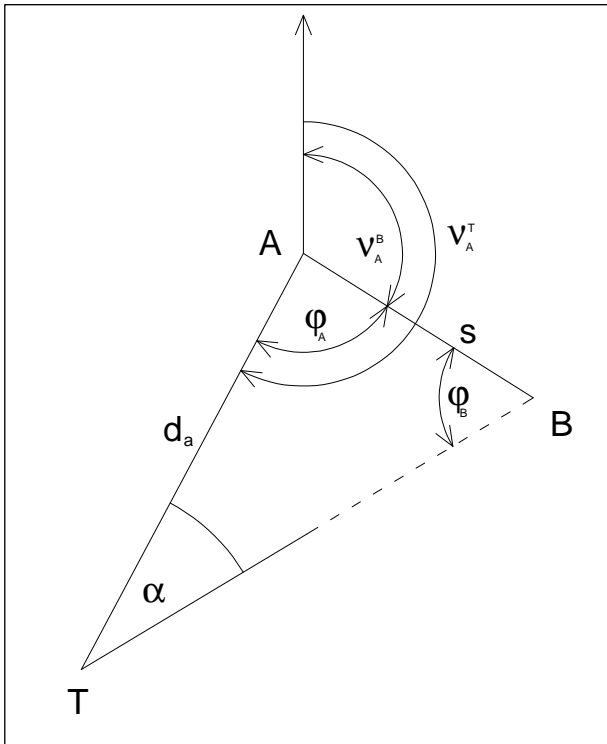
$$\tan \mu = \frac{\sin \psi}{\sin \varphi} = \frac{\sin \psi}{\sin (180^\circ - \psi)} = 1$$

$$\mu = 45^\circ$$

$$\tan \frac{\varphi - \psi}{2} = \tan \frac{\varphi + \psi}{2} \cot (45^\circ + \mu) = \tan 90^\circ \cot 90^\circ = \infty$$

Pri računanju približnih koordinat po Potenot-Sneliusovem načinu obstajajo ugodne in neugodne rešitve. Neugodno rešitev dobimo, če se točka T nahaja blizu nevarne krožnice. Nevarna krožnica je krožnica, ki poteka skozi vse tri dane točke A , M in B . Najugodnejši primer pa nastane, kadar je točka T v središču nevarne krožnice ($\alpha = \beta = 90^\circ$). V splošnem velja, da dobimo ugodno rešitev, če se točka T nahaja v krožnici s polovičnim radijem kot nevarna krožnica (krog označen s šrafuro).

Če je določitev približnih koordinat po Potenot-Sneliusovem načinu ni mogoča, lahko le te koordinate dobimo tudi na druge načine. Eden od načinov je ta, da izmerimo smeri na dve točki z znanimi koordinatami, poleg tega pa izmerimo še eno dolžino na eno od dveh znanih točk. Tak primer prikazuje slika 10.



Slika 10: Določitev približnih koordinat

Iščemo torej koordinate točke $T(Y_0, X_0)$, pri čemer imamo znane koordinate točke $A(Y_A, X_A)$ in $B(Y_B, X_B)$. Merjeni sta smeri iz točke T proti točkam A in B ter dolžina proti točki A . Koordinate točke T izračunamo po naslednjih enačbah:

Najprej je potrebno izračunati kota φ_A in φ_B :

$$\sin \varphi_B = \frac{d_a}{s} \sin \alpha$$

$$\varphi_A = 180^\circ - (\alpha + \varphi_B)$$

Smerni kot dobimo iz naslednjih enačb:

$$\tan v_A^B = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$v_A^T = v_A^B + \varphi_A$$

Končne enačbe za izračun koordinat iskane točke so:

$$Y_T = Y_A + d_a \sin \nu_A^T$$

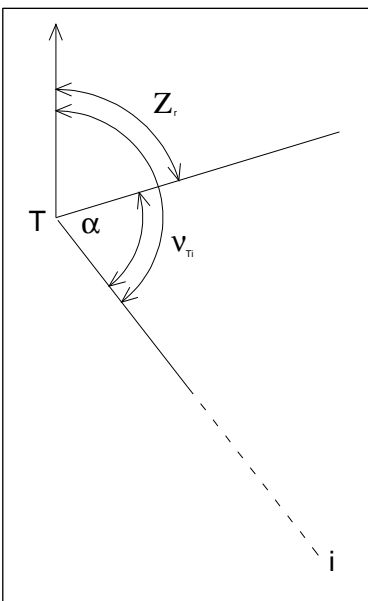
$$X_T = X_A + d_a \cos \nu_A^T$$

Dobra določitev približnih koordinat stojiščne točke, je pomembna pri naslednjem koraku, ki je izravnava. Če bomo imeli kvalitetne približne koordinate, bodo popravki v enačbah popravkov f majhni.

6.3.2. Enačbe popravkov opazovanj

Ko smo določili približne koordinate stojišča, nadaljujemo z izravnavo opazovanj. Iz stojiščne točke T merimo smeri in dolžine proti točkam z znanimi koordinatami. Število teh točk je poljubno.

Enačbe popravkov opazovanih smeri:



$$v_{Ti} = \alpha_{Ti} + Z_T = \alpha_{Ti} + v_{Ti} + Z_T$$

kjer je

$$v_{Ti} = n_{Ti} + \delta_{Ti}$$

$$Z_r = Z_T^0 + \delta Z_T$$

Enačbe preuredimo in dobimo:

$$v_{Ti} = n_{Ti} + \delta n_{Ti} - (Z_T^0 + \delta Z_T) - \alpha_{Ti}$$

Približni smerni kot se izračuna po naslednji enačbi:

$$\tan n_{Ti} = \frac{Y_i^0 - Y_T^0}{X_i^0 - X_T^0}$$

Popravek približnega smernega kota dobimo z odvajanjem:

$$\frac{1}{\cos^2 n_{Ti}} \delta n_{Ti} = \frac{(X_i^0 - X_T^0)(\delta Y_i - \delta Y_T) - (Y_i^0 - Y_T^0)(\delta X_i - \delta X_T)}{(X_i^0 - X_T^0)^2}$$

$$\cos n_{Ti} = \frac{X_i^0 - X_T^0}{d_{Ti}^{0,2}}$$

$$\delta n_{Ti} = \frac{Y_i^0 - Y_T^0}{d_{Ti}^{0,2}} \delta X_T - \frac{X_i^0 - X_T^0}{d_{Ti}^{0,2}} \delta Y_T - \frac{Y_i^0 - Y_T^0}{d_{Ti}^{0,2}} \delta X_i + \frac{X_i^0 - X_T^0}{d_{Ti}^{0,2}} \delta Y_i$$

Sedaj v zgornjo enačbo uvedemo smerne koeficiente a in b :

$$a_{Ti} = \frac{Y_i - Y_T^0}{d_{Ti}^{0,2}}, \quad b_{Ti} = -\frac{X_i - X_T^0}{d_{Ti}^{0,2}}$$

$$a_{iT} = -\frac{Y_i - Y_T^0}{d_{Ti}^{0,2}}, \quad b_{iT} = -\frac{X_i - X_T^0}{d_{Ti}^{0,2}}$$

Približni orientacijski kot izračunamo na osnovi približnih koordinat iskanih točk:

$$Z_T^0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (n_{Ti} - \alpha_{Ti})$$

Enačba popravkov opazovane smeri je torej naslednja:

$$v_{Ti} = a_{Ti} \delta X_T + b_{Ti} \delta Y_T + a_{iT} \delta X_i + b_{iT} \delta Y_i - \delta Z_i + f_{Ti}$$

$$f_{Ti} = n_{Ti} - Z_T^0 - \alpha_{Ti}$$

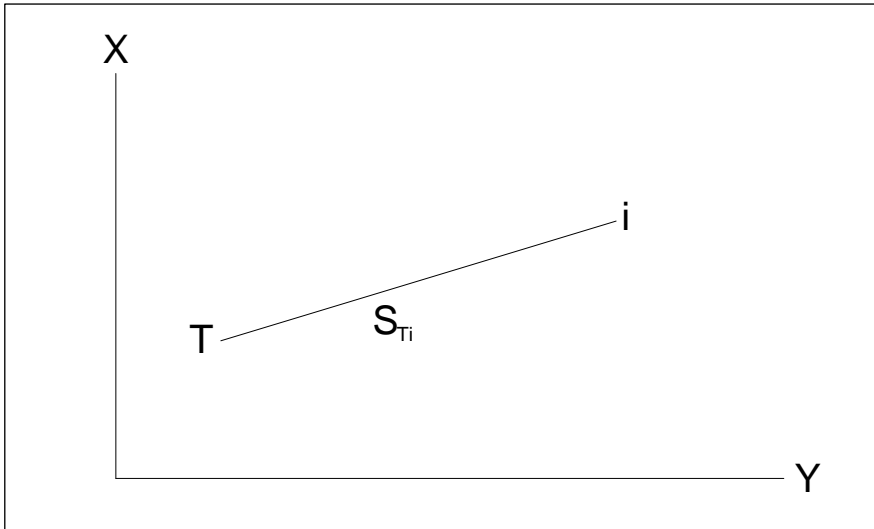
Zgornja enačba je splošna enačba popravkov opazovanih smeri. V našem primeru imamo koordinate danih točk dane, torej so popravki približnih koordinat točke i enaki nič.

$$\delta X_i = \delta Y_i = 0$$

Končna enačba popravkov za opazovane smeri je v našem primeru torej naslednja:

$$v_{Ti} = a_{Ti} \delta X_T + b_{Ti} \delta Y_T - \delta Z_i + f_{Ti}$$

Enačbe popravkov opazovanih dolžin:



Izhajamo iz naslednje enačbe za dolžino:

$$S_{Ti} = \sqrt{(X_i - X_T)^2 + (Y_i - Y_T)^2}$$

V enačbo uvedemo približne vrednosti iskanih količin:

$$\hat{X}_T = X_T^0 + \delta X_T \quad \hat{Y}_T = Y_T^0 + \delta Y_T$$

$$\hat{X}_i = X_i^0 + \delta X_i \quad \hat{Y}_i = Y_i^0 + \delta Y_i$$

$$\hat{S}_{Ti} = S_{Ti}^0 + \delta S_{Ti}$$

Enačbo parcialno odvajamo po vseh spremenljivkah:

$$\hat{S}_{Ti} = S_{Ti}^0 + \frac{\partial S_{Ti}}{\partial X_T^0} \delta X_T + \frac{\partial S_{Ti}}{\partial Y_T^0} \delta Y_T + \frac{\partial S_{Ti}}{\partial X_i^0} \delta X_i + \frac{\partial S_{Ti}}{\partial Y_i^0} \delta Y_i$$

Po odvajanju dobimo:

$$\hat{S}_{Ti} = S_{Ti}^0 - \cos n_{Ti} \delta X_T - \sin n_{Ti} \delta Y_T + \cos n_{Ti} \delta X_i + \sin n_{Ti} \delta Y_i = S_{Ti} + v_{Ti}$$

Enačbe preuredimo in uvedemo koeficiente a in b :

$$v_{Ti} = a_{Ti} \delta X_T + b_{Ti} \delta Y_T + a_{iT} \delta X_T + b_{iT} \delta Y_T + f_{Ti}$$

$$a_{Ti} = -\cos n_{Ti} = -a_{iT}$$

$$b_{Ti} = -\sin n_{Ti} = -b_{iT}$$

$$f_{Ti} = S_{Ti}^0 - S_{Ti}$$

V našem primeru imamo koordinate točke i znane. Končna enačba popravkov za opazovano dolžino je torej:

$$v_{Ti} = a_{Ti} \delta X_T + b_{Ti} \delta Y_T + f_{Ti}$$

6.3.3. Izravnava opazovanj

Sedaj, ko imamo linearizirane enačbe popravkov kotnih in dolžinskih opazovanj, lahko nadaljujemo z izravnavo.

Uskladitev uteži:

Kot je znano, uteži predstavljajo mero zaupanja v rezultate meritev. V kolikor je utež večja, manjši popravek bo dobilo opazovanje. Nepravilne vrednosti uteži torej v veliki meri vplivajo na rezultate izravnave. Zato je zelo pomembno ustvariti realno razmerje med merjenimi dolžinami in smermi. Pri izravnavi opazovanj raznorodnih količin se uteži definirajo na naslednji način:

- utež opazovane smeri: $P_{\alpha_i} = \frac{K}{\sigma_{\alpha_i}^2} \left[\frac{1}{n^2} \right]$

- utež opazovane dolžine: $P_{S_i} = \frac{K}{\sigma_{S_i}^2} \left[\frac{1}{m^2} \right]$

Medsebojno povezavo omogoča konstanta K . Vrednost te konstante lahko določimo na več načinov:

- na osnovi natančnosti kotnih merjenj: $K = \sigma_{\alpha i}^2$. Pri tem predpostavimo, da so vse smeri določene z enako natančnostjo: $P_{\alpha} = 1 \rightarrow P_{Si} = \frac{\sigma_{\alpha i}^2}{\sigma_{Si}^2}$
- na osnovi natančnosti dolžinskih merjenj: $K = \sigma_{0s}^2$. Konstanta K je torej enaka srednjemu standardnemu odklonu opazovanih dolžin, ki je:
 - $\sigma_{0s} = \frac{\sigma_s}{S}$ pri dolžinah, kjer prevladujejo slučajni pogreški
 - $\sigma_{0s} = \frac{\sigma_s}{S^2}$ pri dolžinah, kjer prevladujejo sistematični pogreški (daljše dolžine)

Torej je: $P_{\alpha i} = \frac{\sigma_{0s}^2}{\sigma_{\alpha i}^2}$ $P_{Si} = \frac{\sigma_{0s}^2}{\sigma_{Si}^2}$

- Konstanta K se lahko izbere tudi tako, da so vrednosti uteži čim bližje vrednosti ena.

Kar se tiče končnih rezultatov, je povsem vseeno katero vrednost konstante K izberemo.

Izravnava opazovanj:

Ko imamo enačbe popravkov pripravljene, nadaljujemo s postopkom posredne izravnave:

$$v = B\Delta + f$$

$$N = B'PB$$

$$t = B'Pf$$

$$\Delta = N^{-1}t$$

v ... matrika popravkov opazovanj

f ... matrika odstopanj enačb popravkov

B ... matrika koeficientov enačb popravkov

N ... matrika koeficientov normalnih enačb

Δ ... matrika popravkov približnih vrednosti neznank

6.3.4 Natančnost določitve koordinat stojišča:

Natančnost neznank je vsebovana v matriki kofaktorjev $Q_{xx} = N^{-1}$

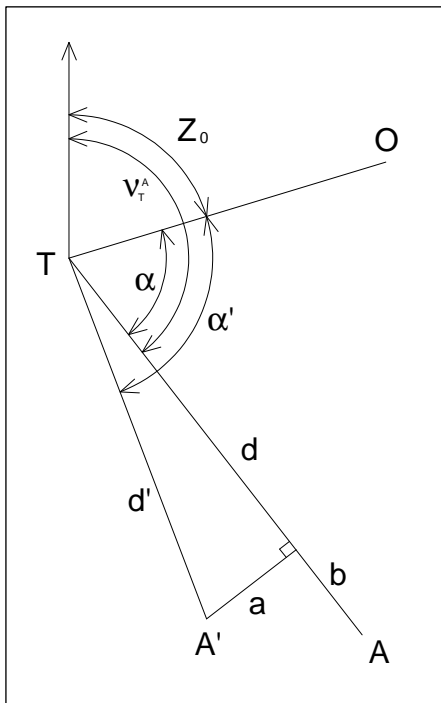
$$Q_{XX} = \begin{bmatrix} q_{XX} & q_{XY} & q_{XZ} \\ q_{YX} & q_{YY} & q_{YZ} \\ q_{ZX} & q_{ZY} & q_{ZZ} \end{bmatrix}$$

Standardne deviacije ocenjenih koordinat stojiščne točke dobimo z množenjem diagonalnih členov matrike kofaktorjev in standardne deviacije aposteriorij $\hat{\sigma}_0$, kar prikazujejo naslednje enačbe:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \hat{\sigma}_0 \sqrt{q_{XX}} \\ \sigma_y &= \hat{\sigma}_0 \sqrt{q_{YY}} \\ \sigma_z &= \hat{\sigma}_0 \sqrt{q_{ZZ}} \end{aligned} \quad \hat{\sigma}_0 = \sqrt{\frac{v^T P v}{n - n_0}}$$

6.4. Matematika določitve zakoličbenih elementov

Ko imamo določene koordinate stojišča in smer orientacije, lahko določimo zakoličbene parametre katastrske meje, ki jo želimo zakoličiti.



Znane količine: $T(Y_T, X_T)$, $A(Y_A, X_A)$

Iskane količine: α , b

Merjene količine: α' , d'

Zakoličbena parametra α , b se izračunata po naslednjih enačbah:

$$\tan v_T^A = \frac{Y_A - Y_T}{X_A - X_T}$$

$$\alpha = v_T^A - Z_0$$

$$d = \sqrt{(Y_A - Y_T)^2 + (X_A - X_T)^2}$$

V praksi nas bolj zanima, za koliko metrov se moramo prestaviti, da pridemo na želeno mesto. Pri tem moramo izmeriti smer α' in dolžino d' našega trenutnega položaja. Ta odmik ponazarjata vektorja a in b . Vektor a je prečni odmik med merjeno točko in točko zakoličbe, vektor b pa vzdolžni odmik. Vektorja a in b izračunamo iz naslednjih enačb:

$$a = d' \sin(\alpha' - \alpha)$$

$$b = d - d' \cos(\alpha' - \alpha)$$

Velikost vektorja a je pozitivna, če je točka za zakoličbo desno od merjene točke. Vektor b je pozitiven, če je točka za zakoličbo bolj oddaljena.

7 TESTIRANJE MOBILNE METODE

Predlagano metodo smo testirali na testnem polju in v dejanskem primeru. S testiranjem na testnem polju smo skušali ugotoviti, kakšne položajne natančnosti lahko dosežemo z opisano metodo v idealnih primerih. Simulirali smo opazovanja na štirikotnih parcelah različnih oblik in velikosti. Na teh parcelah smo nato opravili meritve po opisani metodi in ugotovili, kakšne so položajne natančnosti^(*) in točnosti^(**) meritev.

Metodo smo nato testirali tudi v realnem primeru, kjer nas je zanimalo, kako se metoda obnese v praksi.

7.1 Testiranje na testnem polju

V tem poglavju je opisano testiranje metode na testnem polju. Opisana je zasnova testnega polja, določitev koordinat testnega polja, zasnova in izmera parcel, na katerih smo izvajali teste, ter ocena rezultatov opravljenih meritev.

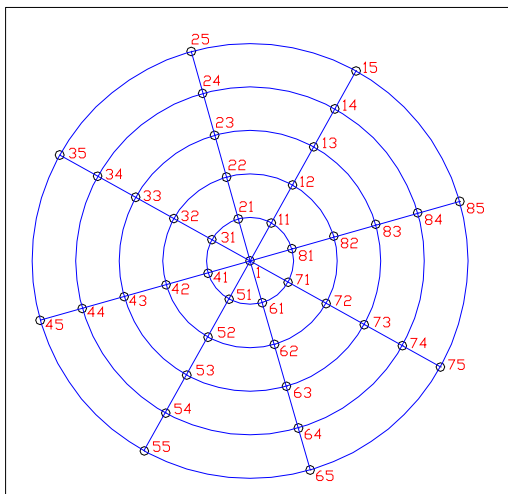
7.1.1 Zasnova testnega polja

Pri snovanju testnega polja smo si želeli, da o naj polje omogoča simuliranje različnih oblik in velikosti parcel. Glede na možne lokacije smo za testno polje izbrali parkirišče avtomobilov podjetja HYUNDAI AVTO TRADE D.O.O. na Brnčičevi cesti (slika 12). Lokacijo smo izbrali, ker nudi stabilno podlago, ki je dovolj velika in skoraj v celoti nezasedena. Razporeditev točk v mreži testnega polja prikazuje slika 11. Točke so postavljene na krožnice in polarno razporejene osi. Točke mreže se nahajajo na presečiščih krožnic in osi. Krožnic je

^(*) Položajna natančnost (angl. accuracy) predstavlja stopnjo bližine ponovljenih opazovanj iste količine s pravo vrednostjo te količine

^(**) Točnost (angl. precision) predstavlja stopnjo bližine ponovljenih opazovanj iste količine z njeno srednjo vrednostjo

pet in so med seboj oddaljene 5 m. Kot med osmi znaša 45° . Na ta način smo dobili polje z 41 točkami. Premer polja znaša 50 m. Točke so poimenovane s številkami, pri čemer desetice pomenijo številko osi na kateri leži točka in enice številko krožnice.



Slika 11: Načrt testnega polja



Slika 12: Fotografija testnega polja, kjer so z rdečo barvo vidne mrežne točke

7.1.2 Določitev koordinat točk v testnem polju

Meritve točk so bile opravljene z elektronskim tahimetrom Leica 605. Opravljeno je bilo 321 opazovanj smeri in 321 opazovanj dolžin. Opazovanja so bila nato prenesena v program Liscad 6.1., kjer je bila opravljena izravnava.

Izravnava je bila opravljena v dveh korakih. V prvem koraku je bila mreža izravnana kot prosta mreža. To je primer izravnave, ko v mreži nimamo danih količin za nedvoumno določitev položaja, orientacije in merila mreže v koordinatnem sistemu. Tako lahko rečemo, da imamo opravka z definiranjem položaja, orientacije in merila neodvisno od danih količin v mreži. Smiselnost take izravnave je v neodvisni oceni kvalitete koordinat točk v mreži.

Ko z izravnavo proste mreže ugotovimo, da v mreži ni grobo pogrešenih opazovanj, nadaljujemo z drugim korakom izravnave, to je izravnava vklopljene mreže. Za morebitne težave pri izravnavi vklopljene mreže sedaj lahko krivimo dane količine in ne opravljenih opazovanj. Koordinate točk v mreži prikazuje Preglednica 2.

Preglednica 2: Koordinate točk v mreži in elipse pogreškov

Točka	Koordinate točk		Elipsa pogreškov		
	Y	X	a [m]	b [m]	Φ [°]
11	465.983,600	105.709,514	0,003	0,001	180
12	465.986,048	105.713,875	0,003	0,002	179
13	465.988,464	105.718,249	0,004	0,003	89
14	465.990,889	105.722,611	0,005	0,004	89
15	465.993,320	105.726,978	0,006	0,002	89
21	465.979,820	105.709,968	0,002	0,001	135
22	465.978,464	105.714,778	0,003	0,002	41
23	465.977,102	105.719,588	0,004	0,002	43
24	465.975,736	105.724,390	0,005	0,002	43
25	465.974,415	105.729,229	0,006	0,003	43
31	465.976,796	105.707,598	0,002	0,001	89
32	465.972,428	105.710,028	0,002	0,002	2
33	465.968,058	105.712,457	0,004	0,002	180
34	465.963,688	105.714,885	0,005	0,002	179
35	465.959,339	105.717,317	0,006	0,002	179

»se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«

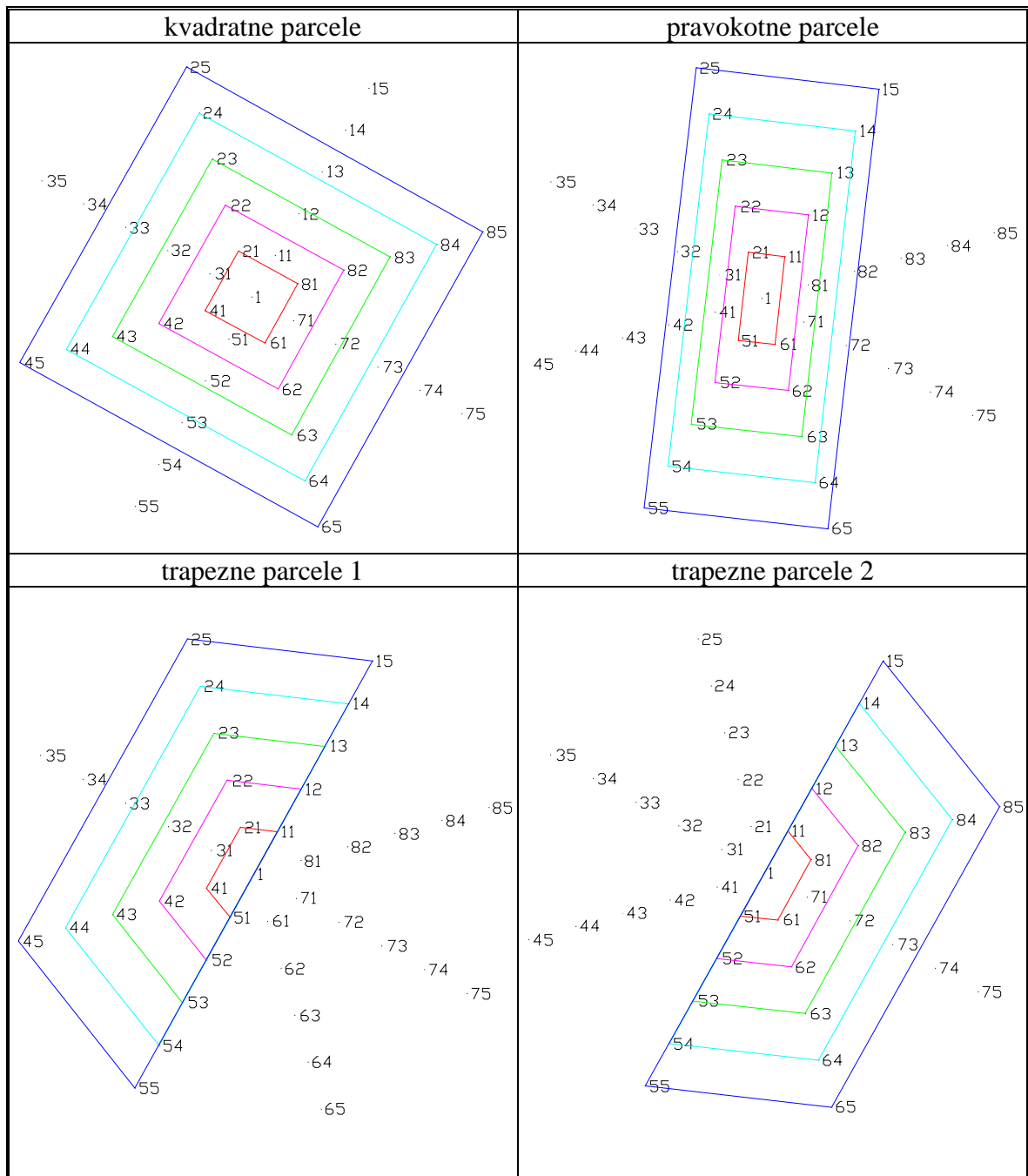
41	465.976,340	105.703,738	0,002	0,001	45
42	465.971,543	105.702,405	0,002	0,002	127
43	465.966,744	105.701,037	0,004	0,002	133
44	465.961,929	105.699,683	0,005	0,003	134
45	465.957,103	105.698,330	0,006	0,001	134
51	465.978,760	105.700,757	0,002	0,001	178
52	465.976,347	105.696,389	0,003	0,001	90
53	465.973,912	105.692,021	0,004	0,001	89
54	465.971,496	105.687,658	0,005	0,001	89
55	465.969,039	105.683,304	0,006	0,002	89
61	465.982,566	105.700,350	0,002	0,001	134
62	465.983,965	105.695,550	0,003	0,002	128
63	465.985,353	105.690,744	0,004	0,003	46
64	465.986,717	105.685,939	0,005	0,001	44
65	465.988,066	105.681,120	0,006	0,001	44
71	465.985,527	105.702,686	0,002	0,001	91
72	465.989,888	105.700,248	0,003	0,002	177
73	465.994,254	105.697,819	0,004	0,002	179
74	465.998,624	105.695,398	0,005	0,002	0
75	466.002,993	105.692,957	0,006	0,002	2
81	465.985,967	105.706,567	0,002	0,001	43
82	465.990,760	105.707,983	0,003	0,002	142
83	465.995,564	105.709,351	0,004	0,002	137
84	466.000,378	105.710,676	0,005	0,003	136
85	466.005,210	105.711,982	0,006	0,003	135

7.1.3 Določitev parcel v testnem polju

Pri parcelah smo spreminjali naslednje parametre:

- Oblika: Parcele smo sestavili v oblikah kvadrat, pravokotnik, trapez.
- Velikost: Parcele so imele pet različnih velikosti, kjer je velikost polmera očrtanega kroga od 5 do 25 m.
- Lega stojišča: Vsako parcelo smo posneli iz petih različnih stojišč (iz centra parcele proti zunanosti parcele).

Različne oblike in velikosti parcel so prikazane na Sliki 13:



Slika 13: Prikaz različnih velikosti in oblik parcel

Vse štiri vrste parcel so bile posnete s šestih stojišč. Stojišča so bila postavljena na točkah 1, 31, 32, 33, 34, 35. Na ta način je bilo torej posnetih 120 različnih vrst parcel.

Testirali smo parcele trapezne oblike dveh vrst, ki so enakih oblik in velikosti, razlikujejo pa se po položaju stojišča glede na parcele.

7.1.4 Rezultati

Namen testiranja mobilne metode na testnem polju je, da ugotovimo, kakšne položajne natančnosti metoda omogoča. Metodo smo testirali glede na različne oblike in velikosti parcel ter različne položaje stojišča glede na parcelo. Kvaliteto določitve položaja stojiščne točke smo ocenjevali z dvema količinama:

1. **položajna natančnost**, ki je rezultat izravnave nadštevilnih opazovanj,
2. **točnost**, ki je razlika med izmerjeno vrednostjo in točno vrednostjo (ali bolj natančno vrednostjo). Stojiščne točke smo imeli vedno postavljene na točke z znanimi koordinatami. Položaji znanih točk so določeni veliko bolj natančno, kot so določeni položaji testiranja mobilne metode. Tako lahko trdimo, da so položaji znanih točk v našem primeru točni.

V teoriji sta dve pravili, ki se ju moramo držati, da dobimo najboljši položaj stojišča:

1. stojišče naj bo postavljeno v sredino lika, ki ga tvorijo navezovalne točke,
2. stojiščna točka in vse navezovalne točke ne smejo tvoriti krožnice.

Prvo pravilo smo potrdili tudi v praktičnih primerih. Izkazalo se je namreč, da so bili položaji stojišča določeni najbolj kvalitetno, kadar je bilo stojišče postavljeno v sredino parcele. Takšni primeri so, kadar smo merili kvadratne in pravokotne parcele iz stojišča 1. Pri parcelah trapezne oblike 2, je najprimernejše stojišče 1. Vsa ostala stojišča so izven območja parcel in bolj kot se oddaljujemo od parcele, bolj se kvaliteta določitve stojišča poslabša.

Drugo pravilo, da točke ne smejo tvoriti krožnice, je veljalo v nekaterih primerih. Če so točke postavljene na krožnico, je namreč določitev približnega položaja stojiščne točke slaba, lahko tudi nezadovoljiva. Približen položaj stojiščne točke se nato uporabi v izravnavi opazovanj. Če je približen položaj stojiščne točke določen slabo, obstaja verjetnost, da sistem enačb popravkov pri izravnavi ni rešljiv. Pri meritvah na testnem polju se je pokazalo, da sistem v treh primerih ni bil rešljiv. Število potencialno nerešljivih primerov, t.j. stojiščna točka in vse navezovalne točke so na krožnici, je 20. Torej je bilo v našem primeru 15 % potencialno

nerešljivih primerov tudi dejansko nerešljivih. Pri vseh uspešnih potencialno nerešljivih primerih je bilo potrebno, do uspešne rešitve enačb popravkov pri izravnavi, več iteracij.

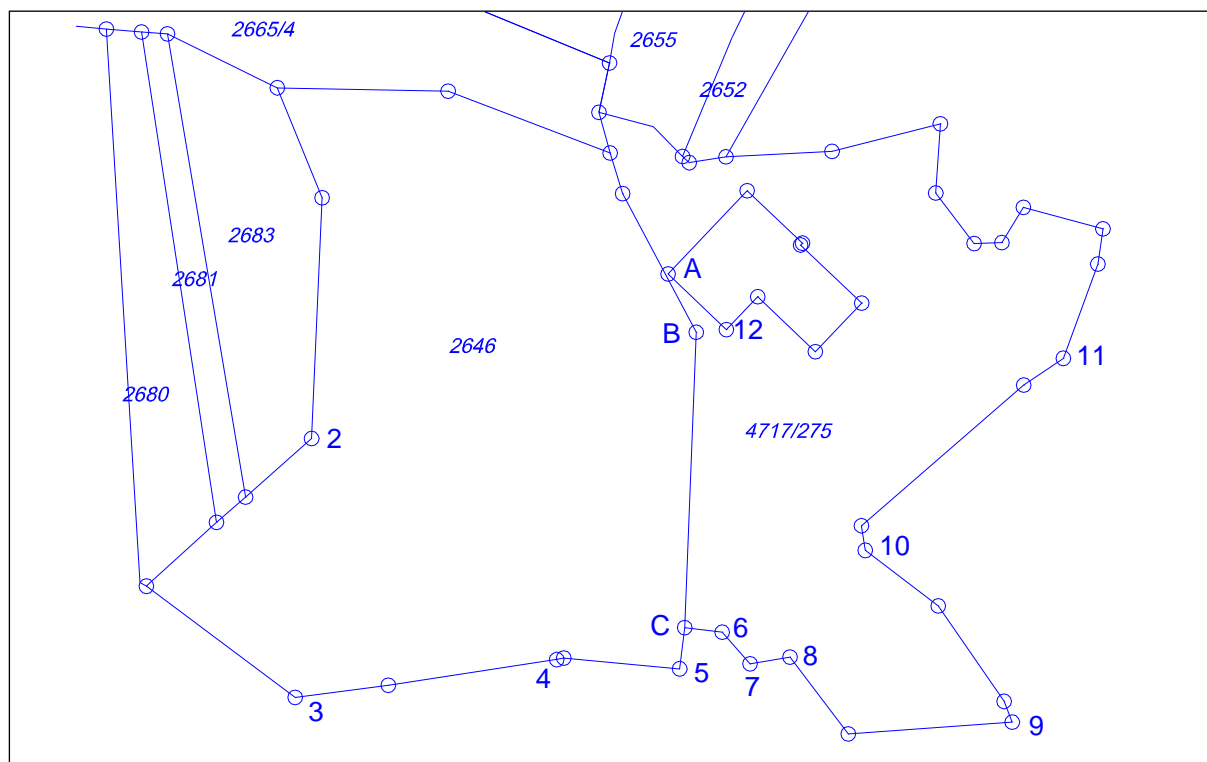
Ker so bila stojišča vedno postavljena na točkah z znanimi koordinatami, smo lahko izračunane koordinate primerjali z znanimi koordinatami. Ker so znane koordinate določene veliko bolj položajno natančno, kot so določene koordinate po testirani metodi, lahko trdimo, da so znane koordinate točne (položajne natančnosti koordinat točk v mreži je opisano v poglavju 7.1.2 *Določitev koordinat točk v testnem polju*). Torej smo lahko primerjali, kako sta si položajna natančnost in točnost med seboj odvisni. Opazili smo, da sta si lahko vrednosti v nekaterih primerih zelo različni. V primeru, kjer smo merili lik velikosti 20m pravokotne oblike iz stojišča 34, je znašala položajna natančnost 5,7 mm, točnost pa približno 3x več in sicer 13,8 mm. Imamo tudi obraten primer. Pri meritvi lika kvadratne oblike in velikosti 5 m iz točke 31, položajna natančnost znaša 17,9 mm, točnost pa 3,1 mm. Odstopanja med položajno natančnostjo in točnostjo so največja pri meritvah parcele trapezne oblike 2. Pri parcelah tega tipa je stojišče vedno izven območja parcele, zato je povečano odstopanje pri tem tipu parcele še en razlog, zakaj naj bo stojišče postavljeno v parcelo. Odstopanje med položajno natančnostjo in točnostjo je v povprečju 3 mm.

V splošnem lahko zaključimo, da je najbolj optimalna postavitev stojišča v sredino parcele. Bolj kot se približujemo robu parcele, bolj se položajna natančnost določitve položaja stojišča slabša. Vsekakor je najslabša možnost postavitev stojišča izven območja parcele. Položajna natančnost se tudi zmanjšuje z večanjem velikosti parcele. V dobrih pogojih, t.j. kvadratna ali pravokotna parcela s stojiščem v sredini, je položajna natančnost določitve položaja stojišča v povprečju 1 – 2 mm.

Numerični in grafični rezultati meritev so priloženi v prilogi.

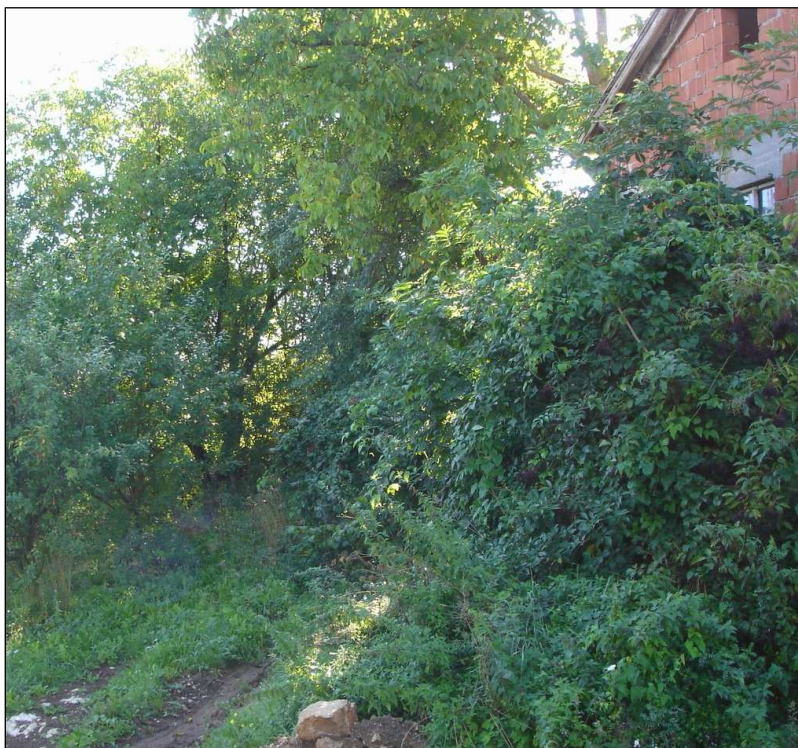
7.2 Testiranje na dejanskem primeru

Rezultati na testnem polju so pokazali, da je lahko metoda v idealnih razmerah uspešna. V tem poglavju bomo izvedeli ali je metoda tudi tako uspešna v praktičnem primeru ureditve meje. Mobilno metodo smo v realnem primeru testirali tako, da smo jo primerjali s klasičnim načinom ureditve meje. Preizkus je potekal na ruralnem področju (KO Knežak), kjer obstaja grafični kataster. Naloga, ki smo si jo zadali je, da zakoličimo mejo med parcelama 2646 in 4717/275 KO. Knežak. Ker meja ni bila dostopna v celoti, smo zakoličili mejo med točkama A, B, C (oznake so na sliki 14). Stanje iz digitalnega katastrskega načrta prikazuje spodnja slika 14, kjer so z števkami identificirane lomne točke, ki smo jih identificirali v naravi.

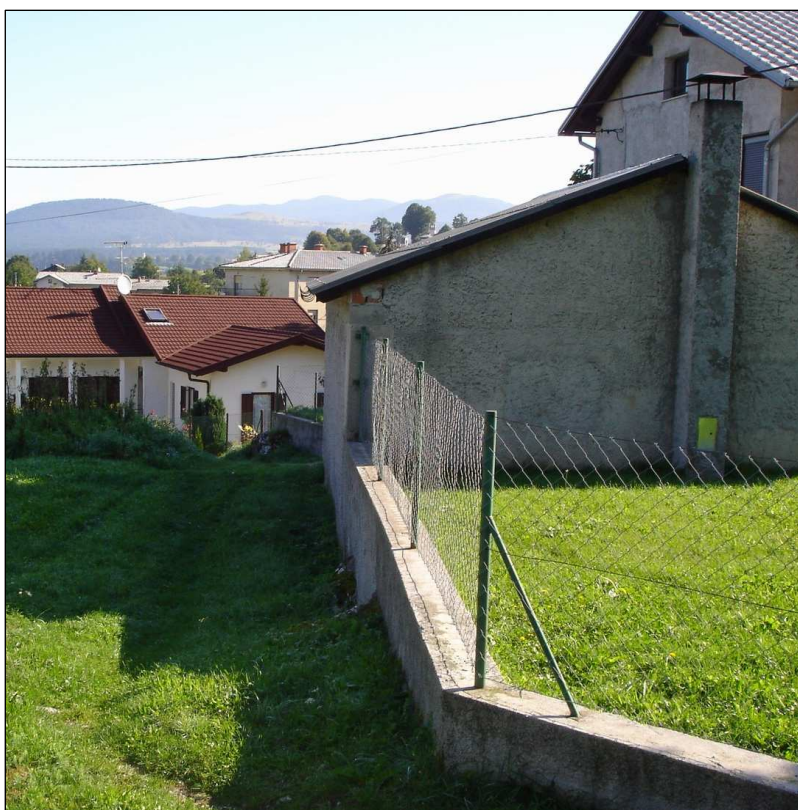


Slika 14: Digitalni katastrski načrt na merjenem območju

Sledijo fotografije, ki prikazujejo stanje parcelnih mej v naravi: slika 15 prikazuje vzhodno mejo parcele 4717/275 – meja je betonska ograja, slika 16 prikazuje južno stran parcele – meja poteka deloma po zaraščenem zidu, deloma pa po zaraščeni kamniti ograji, slika 17 prikazuje zahodno stran parcele 2646 – mejo predstavlja grmovje in nato betonski zid, slika 18 prikazuje mejo med parcelama 2646 in 4717/275 – parcelna meja v naravi ni vidna.



Slika 15: Vzhodna meja parcele 4717/275 (meja poteka ob robu ograje)



Slika 16: Južna stran parcele (meja poteka po desni strani fotografije, kjer je poraščen opni zid, ki poteka do gozda in se nadaljuje s kamnitim zidom)



Slika 17: Zahodna stran parcele (meja poteka po levi strani fotografije ob grmovju do betonskega zidu)



Slika 18: Meja med parcelama 2646 in 4717/275 (smer slikanja je od točke C proti točki A; meja v naravi ne obstaja)

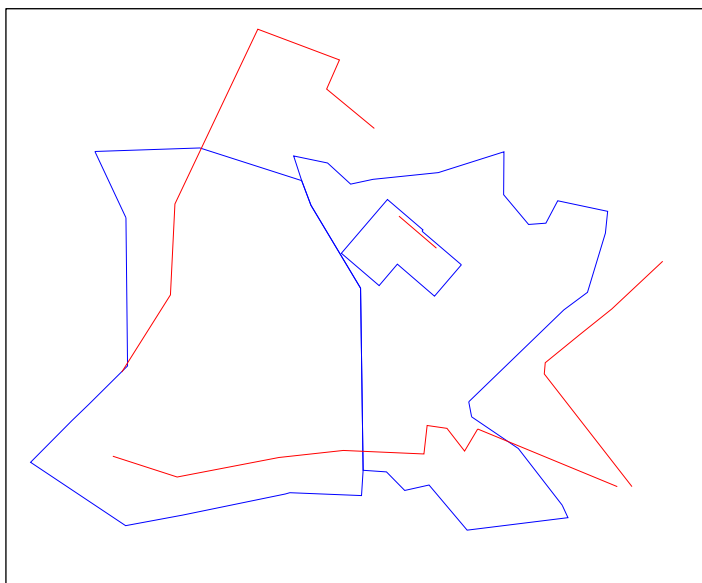
7.2.1 Ureditev meje na klasični način

Ureditev meje po klasičnem načinu lahko opredelimo v naslednjih korakih:

- Obiščemo teren in posnamemo obstoječe stanje, ki ga navežemo na državni koordinatni sistem,
- vrnemo se v pisarno, kjer naredimo vklop DKN v obstoječe stanje in si pripravimo zakoličbene parametre,
- vrnemo se na teren, kjer pokažemo mejo v naravi.

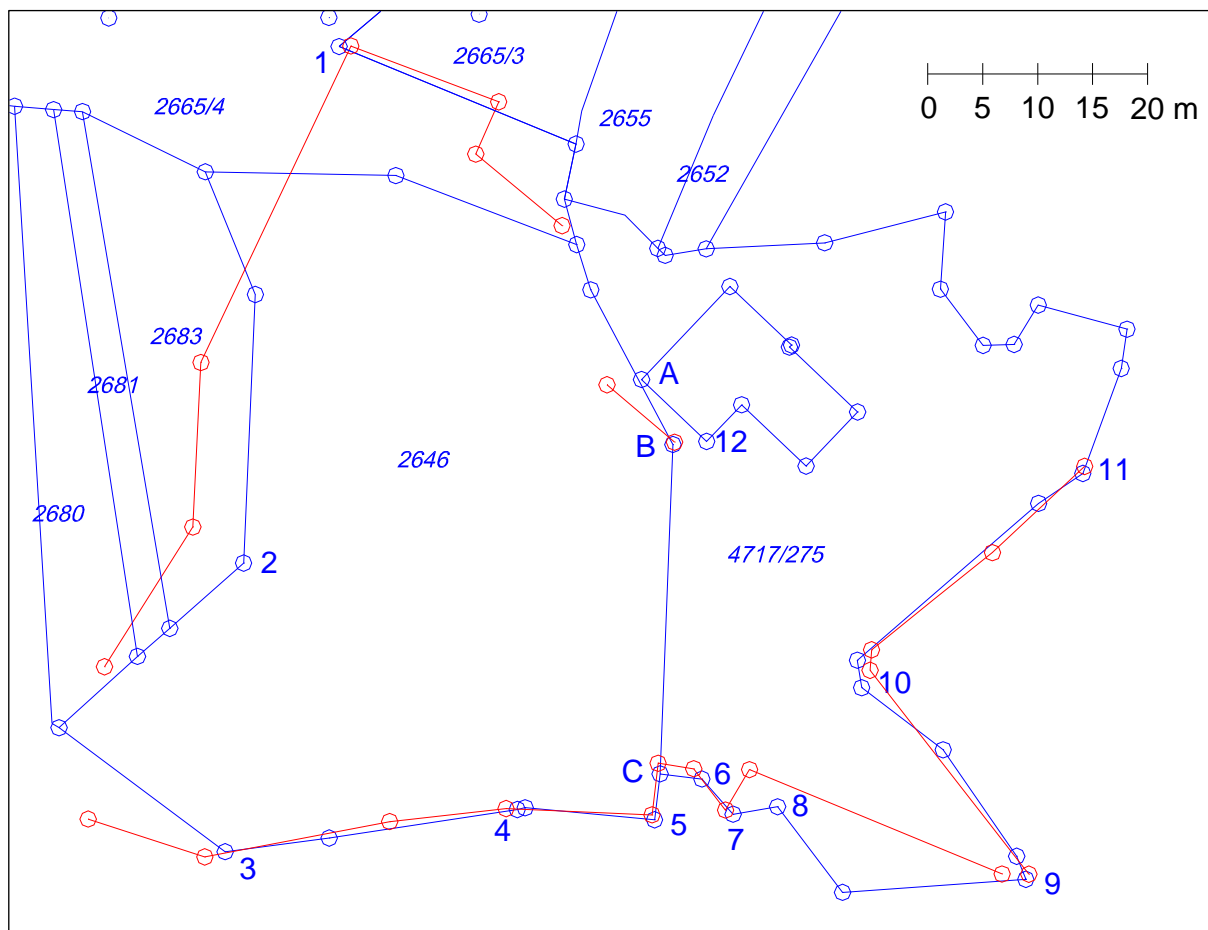
V bližini meritev ni bilo nobene državne geodetske točke, zato smo morali na kraj meritev pripeljati poligon. Kot prvo stojišče smo vzeli navezovalno točko št. 113 KO Knežak. Orientirali smo se na cerkev Knežak z oznako 51113 in cerkev Šilen tabor z oznako 102C1. Iz navezovalne točke smo nato na kraj meritev postavili novo stojiščno točko, iz katere smo lahko posneli ves detajl.

Ko smo določili koordinate stojišča, smo začeli z izmero detajlnih točk. Posneli smo večji del mejnih točk parcel 2646 in 4717/275 in eno stranico hiše na parceli 4717/275. Vse skupaj je bilo posnetih 24 točk. Hkrati z izmero je nastajala skica izmere, ki je prikazana na sliki 19.



Slika 19: Skica meritev predizmere (modra barva je DKN, rdeča barva pa posnetek predizmere)

Nato smo se vrnili v pisarno, kjer smo meritve prenesli na računalnik in jih s programom GEOS obdelali. Točke, ki smo jih posneli, smo nato ustrezno povezali in dobili smo obstoječe stanje katastrskih mej, kot jih uživajo mejaši v naravi. Sedaj smo izsek DKN na tem območju vklopili v obstoječe po papirčkovi metodi (slika 20).



Slika 20: Vklon po papirčkovi metodi

Na zgornji sliki lahko vidimo, da je vklon dokaj dober po južni strani obeh parcel, po vzhodni strani parcele 4717/275 in v eni točki parcele 2665/4. Vklon je zelo slab po zahodni stranici parcele 2646. Severna meja parcele 4717/275 v naravi ne obstaja.

Parametri transformacije so naslednji:

- premik po Y smeri: 23461.983 m
- premik po X smeri: -2223.639 m
- rotacija: 3° 2' 17"

- faktor merila: 1

Sedaj, ko imamo vklopljen DKN, lahko določimo zakoličbene parametre, ki jih prenesemo na elektronski tahimeter. Vrnemo se na teren, kjer mejo zakličimo in nadaljujemo s tehničnim in upravnim delom postopka ureditve meje.

7.2.2 Ureditev meje na mobilni način

Za namen testiranja mobilne metode ureditve meje je bil razvit program, ki deluje na dlančnikih s PocketPC operacijskim sistemom. Program omogoča naslednje:

- Odpiranje GIS vektorskih in rastrskih plasti v MapInfo TAB formatu. S programom je možno odpreti več plasti in jih razvrstiti v različne nivoje. Vektorske plasti je možno prikazati z različnimi topografskimi znaki v različnih barvah.
- Vgrajena je možnost komunikacije s tahimetri proizvajalca Leica. Torej lahko s programom pošljemo meritve in od instrumenta prejemo rezultate meritev (kotne in dolžinske vrednosti). V kolikor imamo brezžično povezavo med dlančnikom in tahimetrom, lahko meritve pošljemo na daljavo.
- S programom lahko določimo koordinate stojišča po metodi notranjega ureza na poljubno število navezovalnih točk. Hkrati z določitvijo položaja dobimo tudi položajno natančnost določitve koordinat stojišča.
- Program tudi omogoča zakoličevanje. Ko imamo določen položaj stojišča in orientacije vizure, lahko opravimo zakoličbe poljubne točke. Program nas pri zakoličbi vodi tako, da prikazuje prečne in vzdolžne odmike od smeri vizure.

Merjenje je potekalo po naslednjem vrstnem redu:

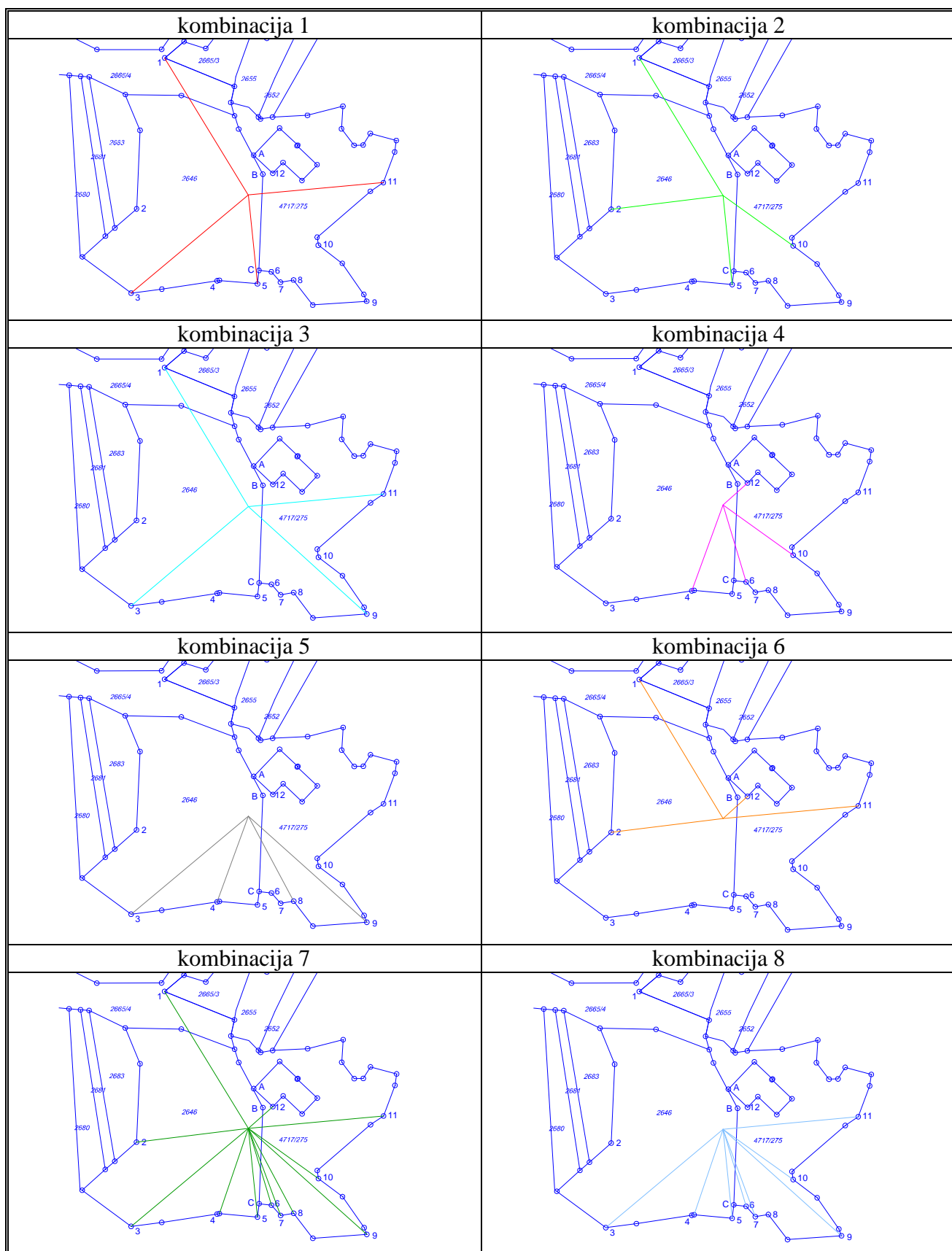
- Na terenu smo postavili instrument na mesto, ki omogoča, da vidimo vse mejne točke parcel 2646 in 4717/275 in da je stojišče v sredini območja meritev.
- Z meritvami na mejne točke, ki smo jih identificirali v naravi, smo določili koordinate stojišča po metodi notranjega ureza.
- Zakoličili smo mejo med obema parcelama.

Za namen testiranja metode, smo se odločili, da določimo položaj stojišča na osnovi šestih kombinacij meritev. Vsaka kombinacija je sestavljena iz meritev (smeri in dolžine) na štiri mejne točke (Preglednica 3). Nato smo določili položaj stojišča še na osnovi ene kombinacije, ki je vsebovala meritve na vse vidne mejne točke. Po vsaki izmerjeni kombinaciji, ko je bil položaj stojišča določen, smo še zakoličili mejo med parcelama 2646 in 4717/275. Zakoličene meje smo nato izmerili še na klasičen način, tako da smo lahko primerjali rezultate pridobljene na oba različna načina izmere.

Preglednica 3: Oznake lomnih točk pri različnih kombinacijah (številke točk so označene na sliki 20)

Oznaka kombinacije	Oznake lomnih točk			
	Točka 1	Točka 2	Točka 3	Točka 4
1	1	5	8	19
2	1	3	9	16
3	1	5	14	19
4	6	10	16	21
5	5	6	12	14
6	1	3	19	22

Z različnimi kombinacijami smo zajeli glavne možnosti za določitev stojišča, ki jih je dovoljevala sama situacija na terenu. V kombinacijah se pogosto pojavlja navezovalna točka 1. Vzrok temu je, da smo se hoteli pri kombinacijah, ki to točko vsebujejo, navezati na točke, ki so enakomerno razporejene po prostoru. Da smo to dosegli, smo se morali orientirati na točko 1. Razporeditev smeri pri posameznih kombinacijah je prikazana na sliki 21.



Slika 21: Prikaz razporeditve merjenih smeri pri posameznih kombinacijah

Poleg že naštetih šestih kombinacij smo položaj stojišča določili tudi na podlagi vseh možnih točk, ki smo jih identificirali v naravi. Takšnih točk je 12 in sicer: 1, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 19, 21. Kombinacijo teh točk smo oštevilčili s številko 7.

Pri klasični izmeri, ko smo naredili vklop DKN, smo lahko videli, da točke 3, 12, 21 najbolj odstopajo od dejanskega stanja. V rezultatih je opisano, kako so odstopanja teh točk vplivala na določitev položaja stojišča in na zakoličeno mejo.

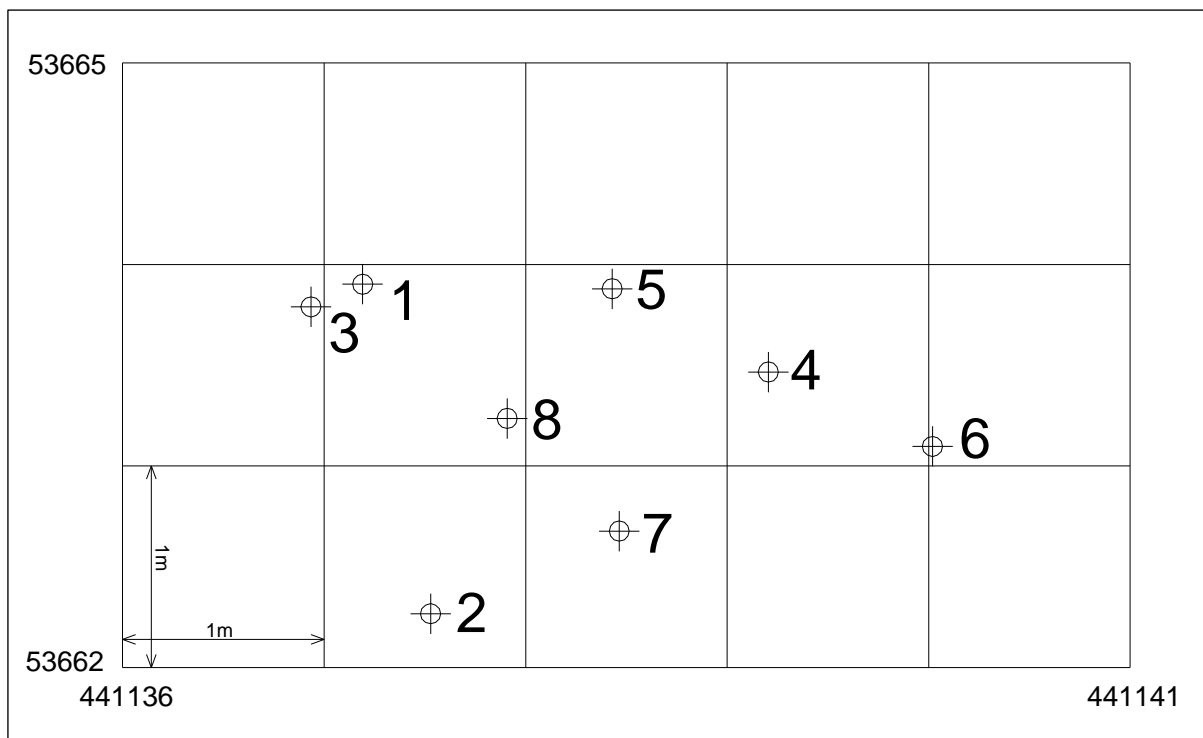
7.2.3 Rezultati

Pri kombinaciji 7, kjer smo opravili meritve na vse možne točke, se je izkazalo, da se pri točkah 1, 3 in 21 pojavijo odstopanja večja od 2,5 m. Meritve na te tri točke smo nato izločili iz izravnave. Ko smo izravnavo ponovili, se je izkazalo, da je nastal izrazito velik popravek (2,7 m) pri točki 12. Tudi meritev na to točko smo izločili. Ostalo je še 8 točk, ki so naša osma kombinacija. Pri točkah, ki so ostale, popravek nikjer ni presegal 1,5 m. Rezultate meritev različnih kombinacij prikazuje preglednica 4.

Preglednica 4: Rezultati meritev različni kombinacij

Oznaka kombinacije	Število točk	Opazovane točke:				Koordinate stojišča:		Orientacija:	Položajna natančnost:		
		T1	T2	T3	T4	Y [m]	X [m]		Z ₀	S _y [mm]	S _x [mm]
1	4	1	3	5	11	441137,192	53663,902	356° 36' 49"	198,7	280,9	17' 14"
2	4	1	2	5	10	441137,529	53662,268	356° 26' 52"	373,0	397,7	36' 55"
3	4	1	3	9	11	441136,935	53663,790	356° 43' 39"	331,6	256,7	16' 7"
4	4	4	6	10	12	441139,205	53663,466	0° 35' 37"	134,0	227,0	20' 28"
5	4	3	4	8	9	441138,429	53663,879	357° 59' 29"	483,6	306,9	46' 11"
6	4	1	2	11	12	441140,019	53663,097	354° 33' 41"	376,9	469,2	40' 30"
7	12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12				441138,465	53662,477	357° 19' 32"	220,8	315,6	28' 4"
8	8	3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11				441137,909	53663,236	357° 7' 20"	300,3	296,9	37' 32"

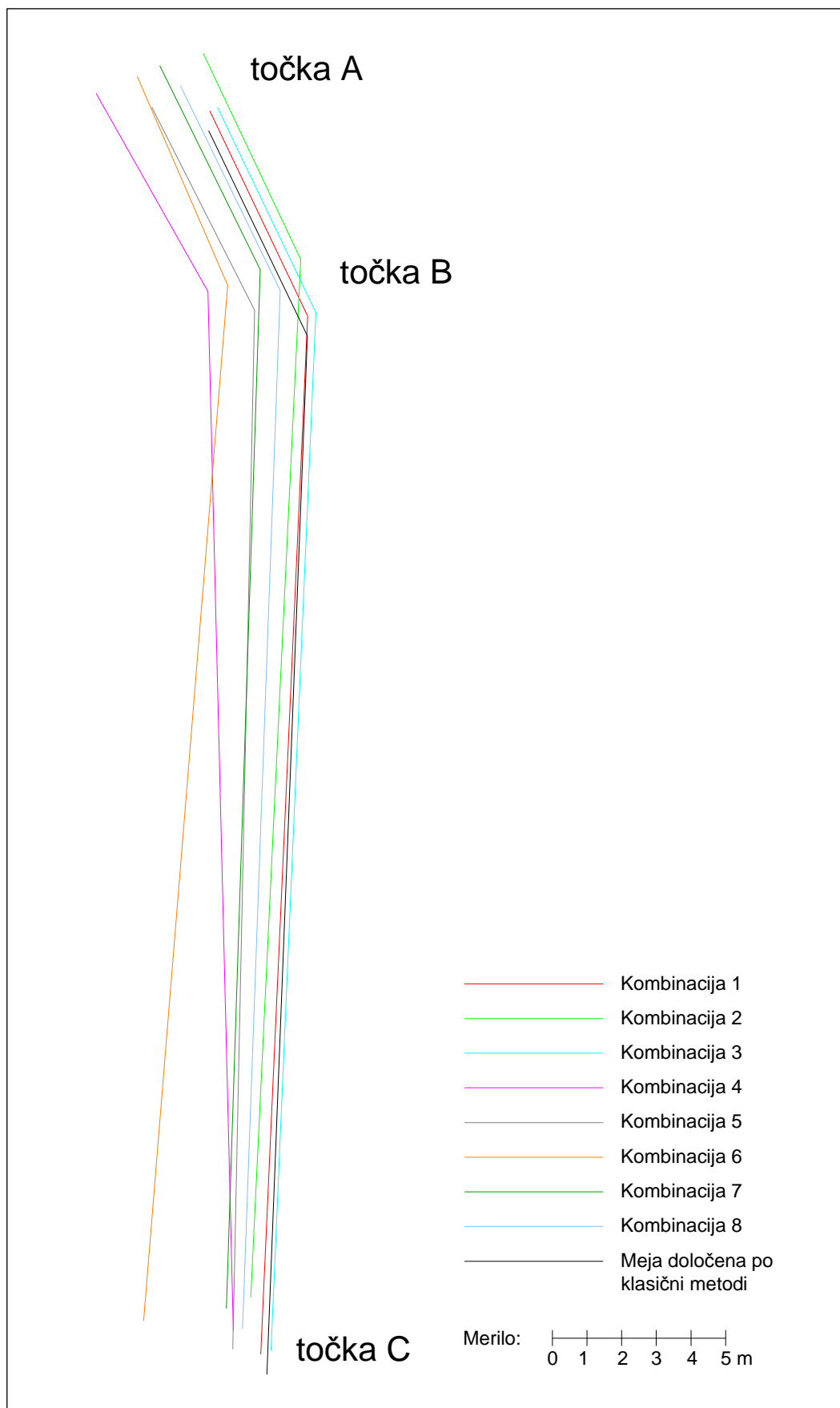
Grafični prikaz položajev pridobljene koordinate stojišč prikazuje slika 22:



Slika 22: Grafični prikaz pridobljenih položajev stojišč

Iz rezultatov lahko vidimo, da so pridobljeni položaji stojišč razpršeni na območju 3×2 m. Koti orientacije ničelne vizure so v razponu kar 6°. Po pričakovanju je najboljši rezultat dosegla 8. kombinacija meritev. Pri tej kombinaciji položaj stojišča in vrednost orientacije zavzemata srednjo vrednost.

Kaj praktično pomenijo ti rezultati, smo lahko videli, ko smo zakoličili mejo med parcelama 2646 in 4717/275. Rezultate prikazuje slika 23.



Slika 23: Meja med parcelama zakoličena iz različnih stojišč

Zakoličene meje so v pasu širokem 3,5 m. Zanesljivost katastrskih podatkov je bila ocenjena ob grafičnem vklopu na 1,6 m^(*). Na skici je označena tudi parcelna meja, določena po klasičnem načinu ureditve meje (črne barve). Ta meja poteka po desni strani pasu zakoličenih mej in se najbolj ujema z mejo določeno iz kombinacije 1, 2 in 3. Zakoličena meja 8. kombinacije, ki je sredi pasu, je od parcelna meje, določene po klasičnem načinu, oddaljena 0,8 m. Zakoličene meje kombinacij 4, 5, 6, 7 so od meje, določene po klasičnem načinu, že za več kot 1,5 m.

^(*) Ocena zanesljivosti grafičnega vklopa je pridobljena na osnovi dveh pogreškov. Prvi pogrešek je posledica dejstva, da so izvorni podatki digitalnega katastrskega načrta grafični načrti v merilu 1 : 2880. Grafična natančnost teh načrtov je 0,2 mm, kar v naravi znaša približno 0,6 m. Drugi pogrešek je posledica grafičnega vklopa podatkov zemljiškega katastra in predstavlja subjektivno oceno položajne natančnosti vklopa po papirčkovi metodi. Ocenjena vrednost pogreška grafičnega vklopa znaša 1,0 m. Položajna natančnost katastrskih podatkov znaša torej 1,6 m.

8 RAZPRAVA O REZULTATIH

Testiranja na testnem polju so pokazala, da je mobilna metoda ureditve meje v primernih pogojih zadovoljivo položajno natančna. Primerni pogoji so naslednji:

- navezovalne točke naj bodo enakomerno porazdeljene v okolici stojiščne točke,
- stojišče naj bo znotraj območja, ki ga definirajo navezovalne točke. V kolikor je stojišče izven tega območja, se položajna natančnost določitve stojišča močno poslabša.

V dobrih pogojih, t.j. kvadratna ali pravokotna parcela s stojiščem v sredini, je položajna natančnost določitve položaja stojišča v povprečju 1 – 2 mm. Z velikostjo območja, ki ga definirajo navezovalne točke, se položajna natančnost določitve položaja stojišča počasi slabša. V praktičnih primerih velikost območja, ki ga definirajo navezovalne točke, nima velikega vpliva na položajno natančnost določitve položaja stojišča.

Povsem drugače se je metoda izkazala v praktičnem primeru. Največja težava pri predstavljeni metodi je identifikacija lomnih točk digitalnega katastrskega načrta v naravi. Pri klasični metodi ureditve meje se pred glavno obravnavo opravijo predhodne meritve. Pri teh meritvah se na terenu posname katastrsko mejo, ki jo prenašamo, ter tudi katastrske meje sosednjih parcel, kulturne meje ter objekte. Posneta situacija se nato v pisarni primerja s potekom katastrskih mej. Nato skušamo z vizualnim premikanjem in rotiranjem zagotoviti čim boljši vklop. Pri tem je kvaliteta vklopa digitalnega katastrskega načrta merilo za položajno natančnost digitalnega katastrskega načrta.

Pri predstavljeni mobilni metodi pa nimamo vizualne primerjave med mejami v naravi ter katastrskimi mejami. Končni rezultat je zato zelo odvisen od uspešnosti identifikacije identičnih lomnih točk meje. Tu se še bolj kot pri klasični metodi pozna strokovna usposobljenost geodeta in njegove izkušnje. Edina rešitev, ki lahko olajša identifikacijo točk, je uporaba digitalnega orto-foto posnetka kot podlago. S tem ima operater možnost primerjati potek mej v naravi in v DKN na podoben način kot je to v primeru klasičnih meritev. Prednost uporabe DOF kot podlage je tudi ta, da lahko geodet že pred prihodom na teren ugotovi konfiguracijo terena in s tem zahtevnost naloge.

Rezultat določitve koordinat stojišča je tudi položajna natančnost teh koordinat. V predstavitvi metode smo dejali, da je ta podatek v postopku ureditve katastrske meje pomemben, ker lahko na osnovi te položajne natančnosti geodet določi ali je meja, ki sta jo pokazala mejaša, znotraj območja, ki ga definira položajna natančnost katastrskega načrta. Izkazalo se je, da podatka o položajni natančnosti določitve koordinat stojišča ne moremo jemati resno. V tej natančnosti koordinat stojišča namreč ni zajeta položajna natančnost identifikacije lomnih točk. Če pogledamo rezultate določitve koordinat stojišča (preglednica 4), lahko vidimo, da je bila najboljša položajna natančnost pri 4. kombinaciji, najslabša pa pri 6. kombinaciji.

Takšni so torej numerični rezultati. Če pogledamo rezultate zakoličenih mej (slika 23), lahko vidimo, da sta prav 4. in 6. kombinacija dosegli najslabši rezultat. Meja, zakoličena s tema dvema kombinacijama, je kar 3 m oddaljena od meje zakoličene po klasičnem načinu. Najbolj so uspele meritve v kombinacijah 1, 2 in 3. Če pogledamo sliko 21 v predhodnem poglavju (razporeditev smeri merjenih kombinacij), lahko vidimo, da so pri teh treh kombinacijah smeri enakomerno razporejene okoli stojišča. Vendar so tudi pri kombinaciji 7 smeri enakomerno razporejene okoli stojišča. Zakaj torej ta kombinacija ni prinesla dobrega rezultata? Odgovor je v slabem ujemanju parcelnih mej v naravi in v zemljiškem katastru. Problematične so točke 2, 8 in 12, kjer je odstopanje tudi 5,5 m. Te tri omenjene točke smo nato v kombinaciji 8 izpustili, vendar smo izpustili tudi točko 1. S tem pa smo izgubili enakomerno razporejenost opazovanih smeri okoli stojišča.

9 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi sem predstavil možnost izvedbe postopka ureditve posestne meje s podporo mobilnega računalnika. Postopek ureditve meje je eden od pogostih nalog v geodeziji. Pri klasičnem načinu postopka ureditve meje mora geodet za izvedbo postopka na teren vsaj dvakrat. Prvič, da opravi predhodne meritve, in drugič, da določi katastrsko mejo v naravi.

Pri predstavljeni mobilni metodi ureditve katastrske meje je teren potrebno obiskati samo enkrat. Geodet si v pisarni na mobilni računalnik prenese vse potrebne podatke za izvedbo meritev, kot so DKN, koordinate poligonskih točk, zemljiško-katastrske točke, DOF. Geodet na terenu postavi instrument na ustrezno mesto. Nato se z merjenjem na mejne točke po metodi notranjega ureza in izravnavi opazovanj izračunajo koordinate stojišča in položajna natančnost teh koordinat. Ko imamo koordinate stojišča določene, lahko katastrsko mejo zakoličimo.

Da metodo res lahko imenujemo mobilna, moramo uporabiti ustrezno strojno in programsko opremo. Za strojno opremo smo uporabili dlančnik z operacijskim sistemom PocketPC 2003, ki je bil preko brezžične povezave povezan s tahimetrom proizvajalca Leica. Za namen testiranja metode je bil razvit program, ki teče na dlančniku. Preko tega programa lahko prožimo meritve na elektronskem tahimetru, rezultati meritev pa se nato prenesejo nazaj na dlančnik. Iz meritev se določijo koordinate stojišča in njihova položajna natančnost.

Uspešnost metode je odvisna od kvalitete digitalnega katastrskega načrta. Koordinate stojišča pridobimo na osnovi koordinate lomnih točk mej, ki nam služijo kot vhodni podatek. Za kvalitetno določitev koordinat stojišča je potrebno celovito poznavanje nastanka zemljiško katastrskih načrtov in njihova digitalizacija.

Predstavljeni metodo smo testirali na testnem polju in na dejanskem primeru. S testiranjem na testnem polju smo skušali ugotoviti, kakšne položajne natančnosti lahko dosežemo z

opisano metodo v idealnih razmerah, s testiranjem na praktičnem primeru pa nas je zanimalo, kako se metoda obnese v praksi.

Rezultati na testnem polju so pokazali, da je v idealnih razmerah metoda dovolj natančna, v praktičnem primeru, pa se je pokazala slabost te metode. Slabost je namreč identifikacija lomnih točk digitalnega katastrskega načrta v naravi. 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 kvaliteto zakoličene katastrske meje.

Pri klasični metodi ureditve katastrske meje je dvakratni obisk terena časovno in finančno neprimeren. V tej diplomski nalogi smo predstavili metodo, ki ta problem odpravlja. Vendar pa je praktičnost uporabe predstavljene metode vprašljiva. Pri klasični metodi vklop meritev opravimo vizualno. Pri predstavljeni metodi pa je vklop že vsebovan v koordinatah stojišča. O kvaliteti 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, kjer bi se uporabljala 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.

LITERATURA

- Berk, S. 2001. Možnosti transformacije katastrskih načrtov grafične izmere v državni koordinatni sistem. Geodetski vestnik, letnik 45, št. 1&2, str. 91.
- Čuček, I., Črnivec, M. 1977. Transformacija načrtov zemljiškega katastra 1:2880 v načrte nove izmere. Ljubljana, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo.
- Drevenšek, D. 2003. Postopek ureditve meja in parcelacije in izdelava elaborata. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.
- Ferlan, M. 2005. Evidentiranje nepremičnin. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Geodetska uprava RS. 2003. Ocena natančnosti podatkov zemljiškega katastra. Geodetski vestnik, letnik 47, št. 3, str. 337.
- Državna geodezija: katalog digitalnih podatkov. 2005. Ljubljana, Geodetska uprava RS.
- Goršin, D. 2001. Natančnost digitalnih katastrskih načrtov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.
- GSI-Online Manual v2.00. 2005. Leica Geosystems, <http://downloads.leica-geosystems.com>.
- Logar, M. 2001. Katastrska meja. Geodetski vestnik, letnik 45, št. 1&2, str. 83.
- Longley P.A., Betty M. 2003. Advanced Spatial Analysis: The CASA Book of GIS. ESRI Press.
- MapInfo, www.mapinfo.com, 2005.
- Mihailović, K. 1974. Geodezija II 1.del. Građevinska knjiga.
- Mivšek, E. 1995. Spremembe v postopku vzpostavitve digitalnega zemljiškega katastra ter spremljanje in nadzor nadaljnjega izvajanja projekta vzpostavitve. Geodetski vestnik, št. 3, str. 195.

- Mivšek, E., Grilc, M. 2002. Digitalni katastrski načrti – od ideje do realizacije. IGEA d.o.o., Digi data d.o.o.
- Elaborat skeniranja zemljiško-katastrskih načrtov za izdelavo DKN. 1995. Ljubljana, MONOLIT Informacijski sistemi d.o.o.
- Oven, K. 1994. Določitev homogenih con katastrskega načrta grafične izmere. Geodetski vestnik, letnik 35, št. 3, str. 145.
- Pahulje, D. 2004. Uporaba terenskih računalnikov pri upravljanju zemljiških prostorskih podatkov. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.
- Radovan, D., Pegan Žvokelj, B. 1997. Pregledni sloj zemljiško-katastrskih načrtov. Geodetski vestnik, letnik 41, št. 1, str. 224.
- Rudl, F. 1965. Geodezija I. Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo
- Šumrada, R. 2005. Strukture podatkov in prostorske analize. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Trajkovska, H. 2004. Sistem Trimble VRS. Geodetski vestnik, letnik 48, št. 3, str. 385.
- Trimble, www.trimble.com, 2005.
- Zhong Ren Peng, Ming Hsang Tsou. 2003. Internet GIS: Distributed Geographic Information Services For The Internet And Wireless Networks. John Wiley and Son Inc.
- Žgajnar, B., Trajkovska, H. 2004. Sprejemnik GPS rover R8. Geodetski vestnik, letnik 48, št. 3, str. 388.

Zakoni in predpisi

- Pravilnik o urejanju in spreminjanju mej parcel ter o evidentiranju mej parcel v zemljiškem katastru. UL RS, št. 1/04.
- Zakon o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot. UL RS, št. 52/00.

PRILOGA A: REZULTATI OPAZOVANJ NA TESTNEM POLJU

Rezultati opazovanj s stojišča 1

Tip	Opazovanja:				Koordinate stojišča:			Odstopanja:		Položajna natančnost:		
	T1	T2	T3	T4	Y	X	Orientacija	dy [mm]	dx [mm]	Sy [mm]	Sx [mm]	So
kvadratne parcele	21	41	61	81	465.981,166	105.705,149	282° 22' 39"	1,437	-5,385	0,130	0,131	0° 0' 3"
	22	42	62	82	465.981,165	105.705,152	282° 23' 46"	-0,224	-2,443	0,978	0,981	0° 0' 14"
	23	43	63	83	465.981,165	105.705,155	282° 23' 17"	0,563	0,494	0,399	0,399	0° 0' 3"
	24	44	64	84	465.981,166	105.705,152	282° 23' 40"	0,920	-2,361	1,079	1,079	0° 0' 7"
	25	45	65	85	465.981,164	105.705,151	282° 23' 13"	-1,211	-3,217	1,500	1,500	0° 0' 8"
pravokotne parcele	11	21	51	61	465.981,166	105.705,151	282° 21' 59"	0,914	-3,523	0,483	1,125	0° 0' 17"
	12	22	52	62	465.981,164	105.705,153	282° 23' 8"	-0,488	-1,833	0,367	0,842	0° 0' 6"
	13	23	53	63	465.981,166	105.705,154	282° 23' 4"	0,688	-0,306	0,604	1,358	0° 0' 7"
	14	24	54	64	465.981,164	105.705,157	282° 23' 25"	-0,488	2,170	1,535	3,364	0° 0' 14"
	15	25	55	65	465.981,165	105.705,147	282° 23' 15"	0,603	-7,424	1,526	3,244	0° 0' 11"
trapezne parcele 1	11	21	41	51	465.981,167	105.705,152	282° 21' 21"	1,949	-2,573	0,437	0,653	0° 0' 14"
	12	22	42	52	465.981,165	105.705,155	282° 22' 59"	0,380	0,810	0,679	1,004	0° 0' 11"
	13	23	43	53	465.981,167	105.705,157	282° 22' 52"	1,972	2,460	0,435	0,639	0° 0' 4"
	14	24	44	54	465.981,167	105.705,158	282° 22' 56"	2,252	3,292	1,858	2,707	0° 0' 16"
	15	25	45	55	465.981,164	105.705,149	282° 23' 31"	-0,751	-5,842	2,525	3,636	0° 0' 17"
trapezne parcele 2	11	51	61	81	465.981,164	105.705,147	282° 21' 21"	-0,616	-7,288	0,491	0,735	0° 0' 16"
	12	52	62	82	465.981,163	105.705,149	282° 23' 0"	-1,486	-5,299	0,903	1,343	0° 0' 15"
	13	53	63	83	465.981,164	105.705,153	282° 22' 50"	-0,599	-2,052	0,463	0,683	0° 0' 5"
	14	54	64	84	465.981,160	105.705,149	282° 22' 56"	-4,533	-5,712	0,792	1,156	0° 0' 6"
	15	55	65	85	465.981,169	105.705,153	282° 23' 37"	4,194	-1,440	0,607	0,875	0° 0' 4"

Rezultati opazovanj s stojišča 31

Tip	Opazovanja:				Koordinate stojišča:			Odstopanja:		Položajna natančnost:		
	T1	T2	T3	T4	Y	X	Orientacija	dy [mm]	dx [mm]	Sy [mm]	Sx [mm]	So
kvadratne parcele	21	41	61	81	465.976,794	105.707,596	216° 30' 56"	-2,044	-2,362	8,808	15,592	0° 6' 8"
	22	42	62	82	465.976,796	105.707,594	216° 31' 11"	0,064	-4,030	0,694	0,944	0° 0' 11"
	23	43	63	83	465.976,795	105.707,596	216° 31' 8"	-0,446	-2,734	1,113	1,299	0° 0' 11"
	24	44	64	84	465.976,797	105.707,598	216° 31' 20"	0,906	-0,014	0,538	0,588	0° 0' 4"
	25	45	65	85	465.976,792	105.707,597	216° 31' 1"	-3,381	-1,091	1,169	1,238	0° 0' 7"
pravokotne parcele	11	21	51	61	465.976,793	105.707,596	216° 31' 5"	-2,400	-2,195	8,160	14,503	0° 5' 43"
	12	22	52	62	465.976,797	105.707,598	216° 30' 34"	1,375	-0,778	0,919	2,871	0° 0' 24"
	13	23	53	63	465.976,796	105.707,598	216° 30' 44"	-0,054	0,003	0,394	1,031	0° 0' 5"
	14	24	54	64	465.976,797	105.707,598	216° 31' 4"	1,499	-0,888	0,868	2,067	0° 0' 8"
	15	25	55	65	465.976,795	105.707,589	216° 30' 51"	-0,641	-9,779	1,296	2,900	0° 0' 10"
trapezne parcele 1	11	21	41	51	465.976,794	105.707,596	216° 30' 24"	-2,025	-2,882	1,623	2,874	0° 1' 7"
	12	22	42	52	465.976,798	105.707,600	216° 30' 24"	2,597	1,198	0,253	0,386	0° 0' 3"
	13	23	43	53	465.976,796	105.707,599	216° 30' 42"	0,230	0,543	0,345	0,497	0° 0' 3"
	14	24	44	54	465.976,798	105.707,600	216° 31' 0"	2,559	1,910	0,848	1,197	0° 0' 6"
	15	25	45	55	465.976,794	105.707,594	216° 31' 13"	-1,666	-4,297	2,665	3,722	0° 0' 17"
trapezne parcele 2	11	51	61	81	465.976,793	105.707,595	216° 30' 38"	-2,829	-3,116	10,790	19,161	0° 7' 32"
	12	52	62	82	465.976,788	105.707,580	216° 27' 33"	-7,482	-18,344	3,191	5,454	0° 1' 6"
	13	53	63	83	465.976,792	105.707,590	216° 30' 9"	-3,156	-8,023	2,567	4,174	0° 0' 33"
	14	54	64	84	465.976,794	105.707,593	216° 30' 34"	-1,918	-5,939	0,817	1,282	0° 0' 7"
	15	55	65	85	465.976,800	105.707,597	216° 31' 21"	3,927	-1,601	1,099	1,674	0° 0' 8"

Rezultati opazovanj s stojišča 32

Tip	Opazovanja:				Koordinate stojišča:			Odstopanja:		Položajna natančnost:		
	T1	T2	T3	T4	Y	X	Orientacija	dy [mm]	dx [mm]	Sy [mm]	Sx [mm]	So
kvadratne parcele	21	41	61	81	465.972,431	105.710,043	109° 35' 56"	2,165	14,875	1,138	1,551	0° 0' 34"
	22	42	62	82	X	X	X	X	X	X	X	X
	23	43	63	83	465.972,424	105.710,023	109° 32' 16"	-4,331	-4,736	1,108	1,733	0° 0' 11"
	24	44	64	84	465.972,429	105.710,029	109° 33' 0"	0,926	1,483	0,520	0,702	0° 0' 4"
	25	45	65	85	465.972,422	105.710,028	109° 32' 32"	-6,701	-0,386	1,330	1,631	0° 0' 8"
pravokotne parcele	11	21	51	61	465.972,441	105.710,050	109° 39' 39"	12,304	22,249	2,973	2,644	0° 1' 3"
	12	22	52	62	X	X	X	X	X	X	X	X
	13	23	53	63	465.972,425	105.710,020	109° 31' 34"	-3,525	-7,968	1,133	3,382	0° 0' 21"
	14	24	54	64	465.972,429	105.710,032	109° 33' 5"	0,671	4,371	0,772	2,233	0° 0' 9"
	15	25	55	65	465.972,424	105.710,017	109° 32' 5"	-4,407	-11,176	1,643	4,218	0° 0' 15"
trapezne parcele 1	11	21	41	51	465.972,435	105.710,047	109° 38' 15"	6,619	18,846	2,041	3,096	0° 1' 12"
	12	22	42	52	X	X	X	X	X	X	X	X
	13	23	43	53	465.972,426	105.710,027	109° 32' 11"	-1,895	-1,362	1,428	2,339	0° 0' 12"
	14	24	44	54	465.972,429	105.710,030	109° 32' 57"	0,357	2,108	0,880	1,326	0° 0' 6"
	15	25	45	55	465.972,423	105.710,025	109° 32' 40"	-5,309	-2,917	2,936	4,219	0° 0' 18"
trapezne parcele 2	11	51	61	81	465.972,425	105.710,025	109° 31' 43"	-3,377	-2,772	5,702	9,670	0° 2' 49"
	12	52	62	82	465.972,429	105.710,032	109° 33' 34"	0,743	3,910	5,077	8,915	0° 1' 45"
	13	53	63	83	465.972,426	105.710,019	109° 31' 44"	-2,395	-8,912	3,108	5,338	0° 0' 44"
	14	54	64	84	465.972,425	105.710,026	109° 32' 29"	-3,089	-2,350	1,818	3,011	0° 0' 18"
	15	55	65	85	465.972,431	105.710,027	109° 32' 56"	2,534	-0,790	1,680	2,682	0° 0' 13"

Rezultati opazovanj s stojišča 33

Tip	Opazovanja:				Koordinate stojišča:			Odstopanja:		Položajna natančnost:		
	T1	T2	T3	T4	Y	X	Orientacija	dy [mm]	dx [mm]	Sy [mm]	Sx [mm]	So
kvadratne parcele	21	41	61	81	465.968,066	105.712,462	75° 5' 59"	7,730	4,744	0,997	1,214	0° 0' 18"
	22	42	62	82	465.968,057	105.712,453	75° 4' 20"	-1,039	-4,035	0,890	1,403	0° 0' 18"
	23	43	63	83	465.968,057	105.712,458	75° 4' 4"	-1,653	0,902	5,278	9,342	0° 1' 14"
	24	44	64	84	465.968,058	105.712,459	75° 4' 35"	-0,034	2,041	0,758	1,243	0° 0' 6"
	25	45	65	85	465.968,053	105.712,457	75° 4' 9"	-5,219	0,367	0,974	1,422	0° 0' 6"
pravokotne parcele	11	21	51	61	465.968,057	105.712,457	75° 3' 51"	-1,821	-0,520	4,235	3,821	0° 1' 5"
	12	22	52	62	465.968,055	105.712,450	75° 3' 23"	-3,865	-7,240	4,047	4,300	0° 0' 56"
	13	23	53	63	465.968,056	105.712,458	75° 4' 4"	-2,632	1,077	2,885	5,054	0° 0' 40"
	14	24	54	64	465.968,060	105.712,465	75° 4' 50"	1,628	7,502	1,511	3,921	0° 0' 20"
	15	25	55	65	465.968,054	105.712,445	75° 3' 27"	-4,732	-12,205	1,942	5,453	0° 0' 20"
trapezne parcele 1	11	21	41	51	465.968,061	105.712,456	75° 3' 59"	2,375	-0,664	2,488	3,642	0° 0' 58"
	12	22	42	52	465.968,055	105.712,449	75° 3' 2"	-3,873	-8,475	1,468	2,421	0° 0' 33"
	13	23	43	53	465.968,057	105.712,459	75° 4' 4"	-1,491	1,516	2,849	5,029	0° 0' 40"
	14	24	44	54	465.968,060	105.712,462	75° 4' 35"	1,234	5,266	1,647	2,761	0° 0' 12"
	15	25	45	55	465.968,055	105.712,456	75° 4' 12"	-3,899	-1,259	3,158	4,916	0° 0' 17"
trapezne parcele 2	11	21	61	81	465.968,057	105.712,459	75° 4' 41"	-0,989	2,323	5,128	3,691	0° 0' 59"
	12	22	62	82	465.968,054	105.712,450	75° 3' 30"	-4,807	-7,077	4,793	4,171	0° 0' 51"
	13	53	63	83	465.968,058	105.712,456	75° 4' 12"	-0,585	-1,069	4,039	6,958	0° 0' 55"
	14	24	64	84	465.968,060	105.712,465	75° 4' 56"	1,323	7,728	1,622	5,436	0° 0' 32"
	15	25	65	85	465.968,054	105.712,446	75° 3' 29"	-4,895	-11,389	1,920	6,689	0° 0' 32"

Rezultati opazovanj s stojišča 34

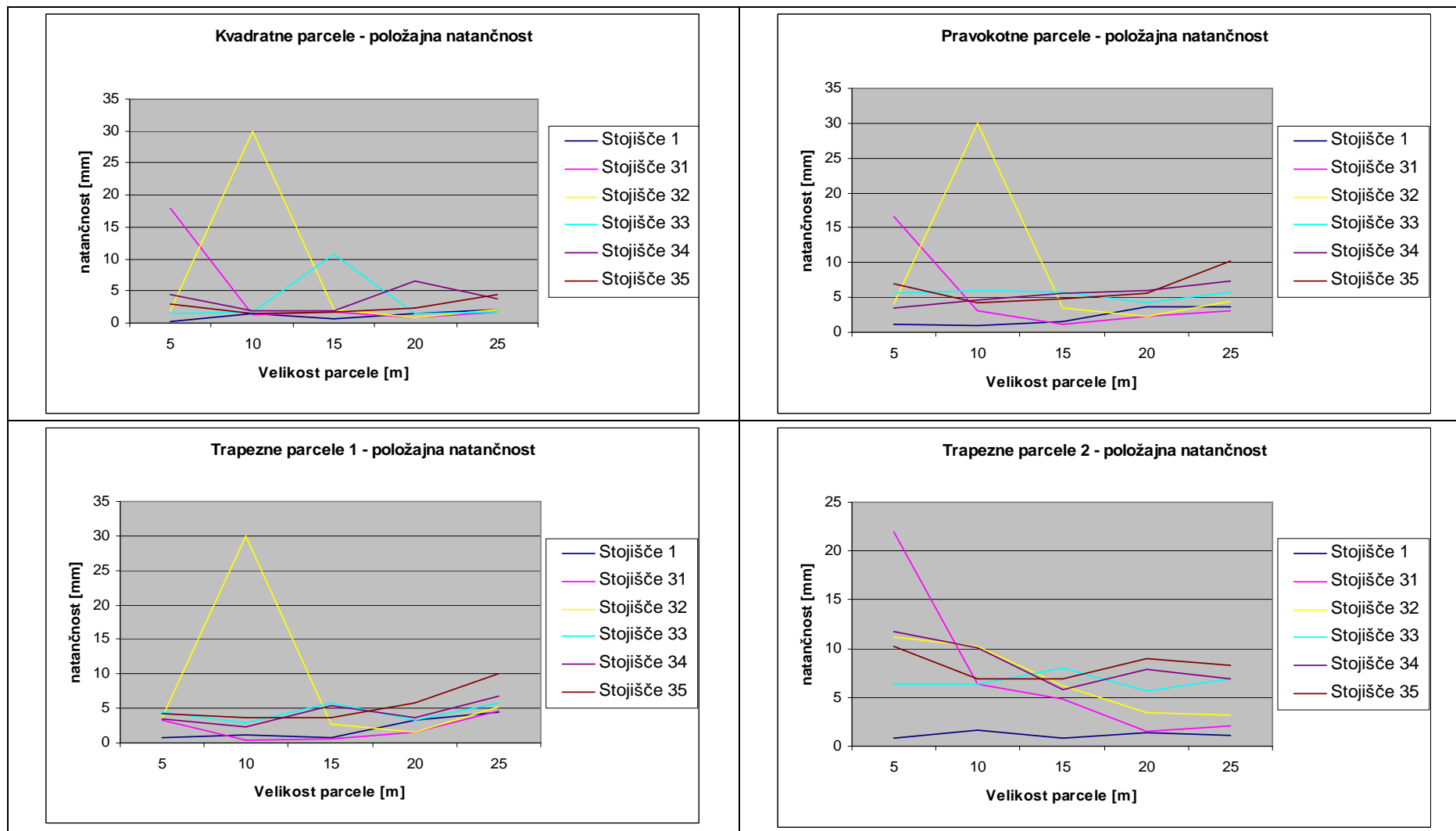
Tip	Opazovanja:				Koordinate stojišča:			Odstopanja:		Položajna natančnost:		
	T1	T2	T3	T4	Y	X	Orientacija	dy [mm]	dx [mm]	Sy [mm]	Sx [mm]	So
kvadratne parcele	21	41	61	81	465.963,693	105.714,891	65° 27' 2"	4,981	5,407	2,762	3,413	0° 0' 38"
	22	42	62	82	465.963,691	105.714,886	65° 26' 22"	3,899	0,402	1,102	1,521	0° 0' 16"
	23	43	63	83	465.963,691	105.714,889	65° 26' 23"	3,209	3,954	1,022	1,686	0° 0' 15"
	24	44	64	84	465.963,689	105.714,883	65° 25' 52"	1,317	-2,009	3,247	5,692	0° 0' 34"
	25	45	65	85	465.963,687	105.714,886	65° 25' 58"	-0,848	0,338	1,959	3,257	0° 0' 13"
pravokotne parcele	11	21	51	61	465.963,685	105.714,886	65° 25' 39"	-2,934	0,826	2,440	2,487	0° 0' 31"
	12	22	52	62	465.963,687	105.714,881	65° 25' 11"	-0,177	-4,404	3,451	3,238	0° 0' 37"
	13	23	53	63	465.963,698	105.714,895	65° 27' 6"	10,424	9,076	3,651	4,338	0° 0' 38"
	14	24	54	64	465.963,688	105.714,882	65° 25' 39"	0,260	-3,121	3,011	5,200	0° 0' 31"
	15	25	55	65	465.963,686	105.714,876	65° 25' 20"	-1,757	-8,990	2,894	6,709	0° 0' 29"
trapezne parcele 1	11	21	41	51	465.963,689	105.714,890	65° 26' 38"	1,225	5,042	1,893	2,823	0° 0' 34"
	12	22	42	52	465.963,688	105.714,880	65° 24' 50"	0,025	-5,930	1,232	1,883	0° 0' 22"
	13	23	43	53	465.963,691	105.714,888	65° 26' 8"	3,509	2,291	2,734	4,604	0° 0' 43"
	14	24	44	54	465.963,689	105.714,883	65° 25' 41"	1,333	-2,027	1,868	3,261	0° 0' 19"
	15	25	45	55	465.963,687	105.714,885	65° 26' 1"	-0,177	-0,819	3,432	5,764	0° 0' 22"
trapezne parcele 2	11	51	61	81	465.963,690	105.714,890	65° 26' 41"	2,606	4,153	6,093	9,984	0° 1' 43"
	12	52	62	82	465.963,695	105.714,894	65° 27' 11"	7,146	8,353	5,209	8,696	0° 1' 16"
	13	53	63	83	465.963,695	105.714,885	65° 26' 9"	7,361	-0,341	2,963	5,014	0° 0' 36"
	14	54	64	84	465.963,687	105.714,884	65° 25' 48"	-0,105	-1,022	4,006	6,737	0° 0' 40"
	15	55	65	85	465.963,692	105.714,882	65° 25' 58"	4,580	-3,850	3,611	5,951	0° 0' 29"

Rezultati opazovanj s stojišča 35

Tip	Opazovanja:				Koordinate stojišča:			Odstopanja:		Položajna natančnost:		
	T1	T2	T3	T4	Y	X	Orientacija	dy [mm]	dx [mm]	Sy [mm]	Sx [mm]	So
kvadratne parcele	21	41	61	81	465.959,331	105.717,320	282° 6' 40"	-7,960	3,023	1,792	2,388	0° 0' 21"
	22	42	62	82	465.959,335	105.717,314	282° 6' 11"	-4,218	-3,365	0,958	1,246	0° 0' 11"
	23	43	63	83	465.959,333	105.717,316	282° 6' 24"	-6,320	-1,695	0,940	1,398	0° 0' 11"
	24	44	64	84	465.959,334	105.717,315	282° 6' 34"	-4,860	-2,472	1,146	1,919	0° 0' 13"
	25	45	65	85	465.959,332	105.717,316	282° 6' 41"	-7,817	-1,242	2,174	3,766	0° 0' 18"
pravokotne parcele	11	21	51	61	465.959,336	105.717,321	282° 7' 2"	-2,974	3,878	4,507	5,320	0° 0' 52"
	12	22	52	62	465.959,338	105.717,314	282° 6' 14"	-1,505	-3,630	3,087	2,976	0° 0' 29"
	13	23	53	63	465.959,339	105.717,319	282° 7' 6"	-0,240	2,210	3,378	3,426	0° 0' 29"
	14	24	54	64	465.959,341	105.717,319	282° 6' 59"	1,527	2,134	3,504	4,467	0° 0' 29"
	15	25	55	65	465.959,337	105.717,318	282° 6' 52"	-2,337	1,013	5,229	8,876	0° 0' 43"
trapezne parcele 1	11	21	41	51	465.959,331	105.717,312	282° 5' 27"	-8,492	-5,707	2,276	3,540	0° 0' 34"
	12	22	42	52	465.959,335	105.717,311	282° 5' 50"	-4,272	-6,019	2,031	3,014	0° 0' 29"
	13	23	43	53	465.959,335	105.717,318	282° 6' 55"	-3,871	0,656	1,953	3,078	0° 0' 27"
	14	24	44	54	465.959,335	105.717,313	282° 6' 17"	-4,800	-4,452	2,930	4,951	0° 0' 35"
	15	25	45	55	465.959,334	105.717,317	282° 6' 55"	-5,542	-0,199	5,071	8,724	0° 0' 43"
trapezne parcele 2	11	51	61	81	465.959,339	105.717,327	282° 7' 47"	-0,288	9,795	5,296	8,803	0° 1' 15"
	12	52	62	82	465.959,336	105.717,309	282° 5' 43"	-3,341	-8,326	3,585	5,905	0° 0' 44"
	13	53	63	83	465.959,335	105.717,310	282° 6' 8"	-4,501	-7,080	3,538	5,872	0° 0' 38"
	14	54	64	84	465.959,339	105.717,314	282° 6' 33"	-0,709	-3,524	4,654	7,709	0° 0' 43"
	15	55	65	85	465.959,342	105.717,318	282° 7' 6"	2,534	0,273	4,313	7,055	0° 0' 33"

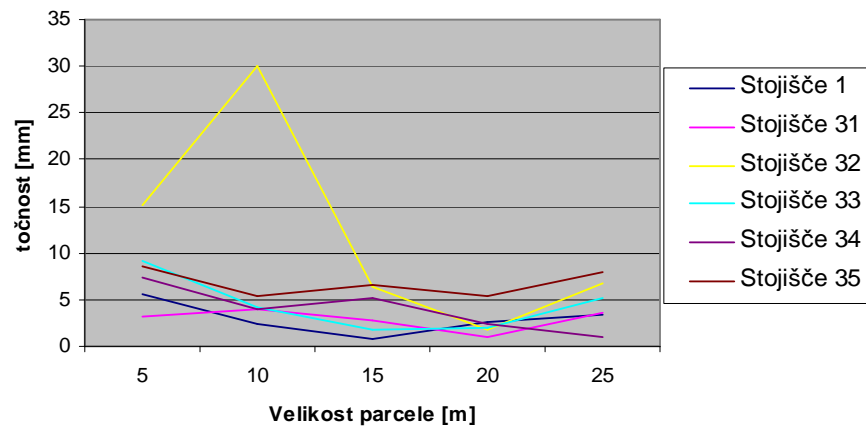
PRILOGA B: DIAGRAMI REZULTATOV OPAZOVANJ NA TESTNEM POLJU

Položajna natančnost stojišča v odvisnosti od velikosti lika:

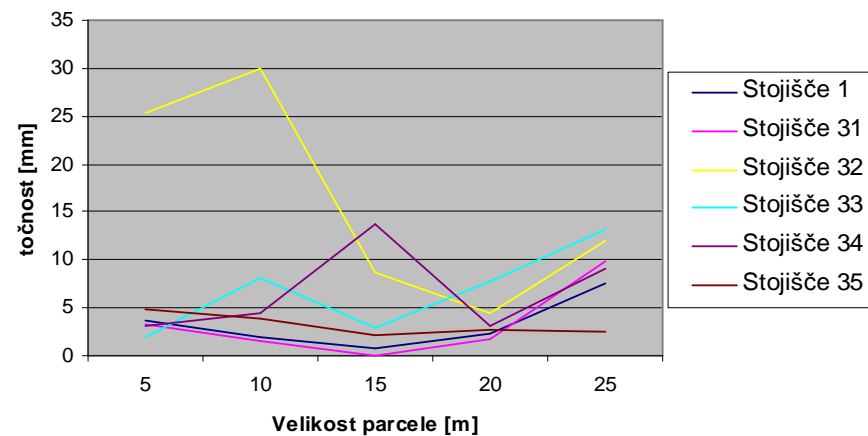


Točnost stojišča v odvisnosti od velikosti lika:

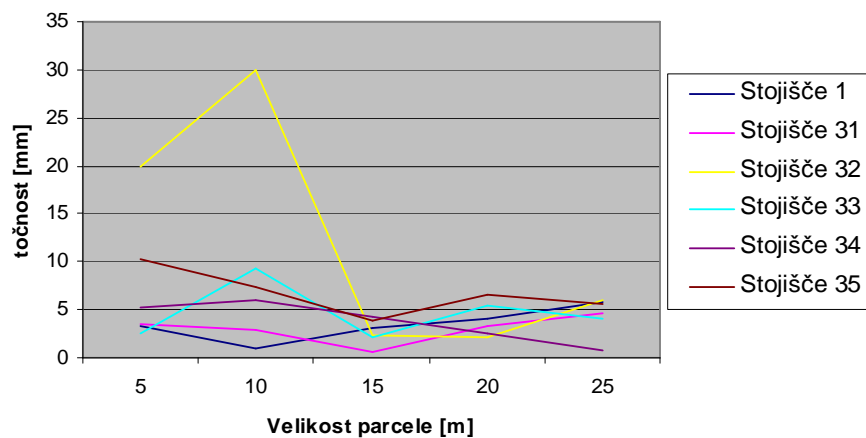
Kvadratne parcele - točnost



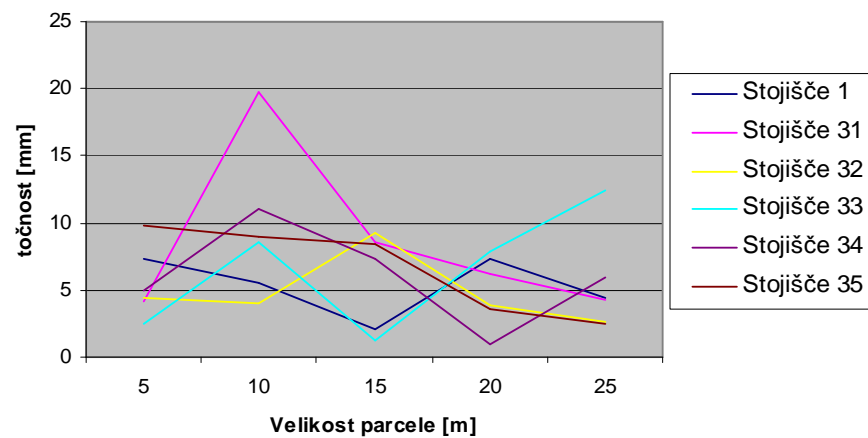
Pravokotne parcele - točnost



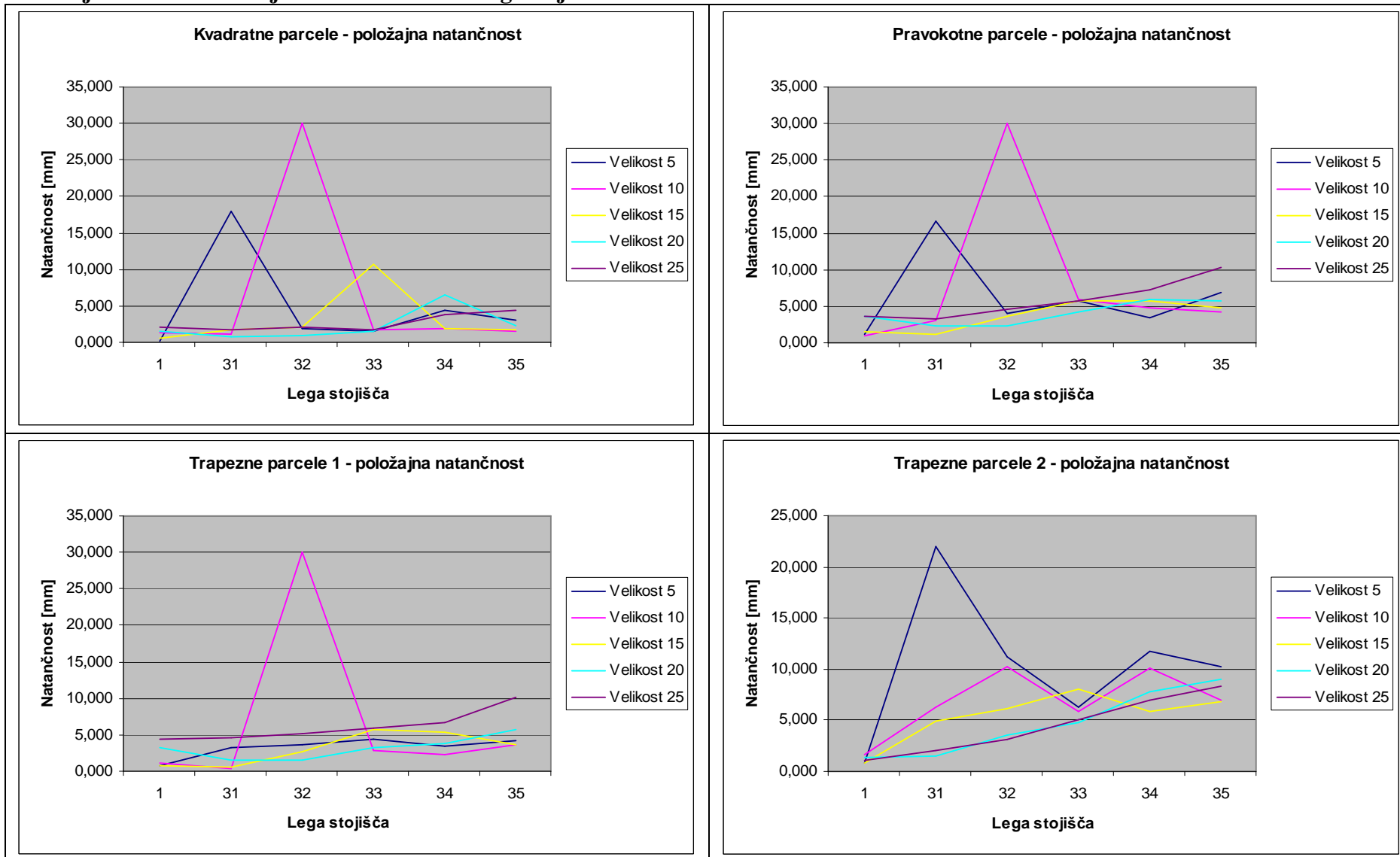
Trapezne parcele 1 - točnost



Trapezne parcele 2 - točnost



Položajna natančnost stojišča v odvisnosti od lege stojišča v liku:



Točnost stojišča v odvisnosti od lege stojišča v liku:

