

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

ODDELEK ZA
GEODEZIJO



**UNIVERZITETNI
ŠTUDIJ GEODEZIJE
SMER GEODEZIJA**

Kandidat:

PETER PRIJATELJ

**SPREMLJANJE PREMICOV ODLAGALIŠČA BORŠT
RUDNIKA ŽIROVSKI VRH Z GEODETSKIMI METODAMI**

Diplomska naloga št.: **888/G**

**MONITORING OF THE MOVEMENTS OF BORŠT DISPOSAL
OF ŽIROVSKI VRH MINE WITH GEODETIC METHODS**

Graduation thesis No.: **888/G**

Mentor:

izr. prof. dr. Dušan Kogoj

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Dušan Kogoj

Somentorja:

prof. dr. Bojan Stopar
asist. dr. Aleš Marjetič

Ljubljana, 26. 3. 2012

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **PETER PRIJATELJ** izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom
**»SPREMLJANJE PREMIKOV ODLAGALIŠČA BORŠT RUDNIKA ŽIROVSKI VRH Z
GEODETSKIMI METODAMI«.**

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG

Ljubljana, _____

Podpis

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	528.3:621.796.2(497.4)(043.2)
Avtor:	Peter Prijatelj
Mentor:	izr. prof. dr. Dušan Kogoj
Somentorja:	prof. dr. Bojan Stopar asist. dr. Aleš Marjetič
Naslov:	Spremljanje premikov odlagališča Boršt rudnika Žirovski vrh z geodetskimi metodami
Obseg in oprema:	65 str., 21 pregl., 32 sl., 17 en., 5 pril.
Ključne besede	stabilnost, premiki, odlagališče Boršt, Rudnik Žirovski vrh, GNSS, stacionarne postaje

Izveček

Diplomska naloga obravnava opazovanje stabilnosti odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt rudnika Žirovski vrh. V nalogi je predstavljena kratka zgodovina rudnika in odlagališča Boršt, ki se ga spremlja že več kot 20 let. Podrobno je opisana lokalna mikro triangulacijsko – trilateracijska mreža Plaz in druge mreže, v katerih se je izvajalo meritve. Meritve so bile opravljene na dva načina in sicer s terestrično izmero in z GNSS izmero s pomočjo stacionarnih postaj, ki so locirane na jalovišču. Opisana je izmera in izračun rezultatov zadnjih opazovanj. Sledi primerjava vrednosti z rezultati predhodnih dveh izmer in umestitev GNSS opazovanj v časovno shemo terestričnih meritev. Opravljen je bil izračun premikov in določitev nestabilnih točk ter ugotavljanje velikosti premikov glede na zadnje rezultate. Na koncu je še narejena primerjava rezultatov in relativnih premikov GNSS opazovanj in terestrične izmere.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTATION PAGE AND ABSTRACT

UDK:	528.3:621.796.2(497.4)(043.2)
Author:	Peter Prijatelj
Supervisor:	izr. prof. dr. Dušan Kogoj
Co-supervisors:	prof. dr. Bojan Stopar asist. dr. Aleš Marjetič
Title:	Monitoring of the movements of Boršt disposal of Žirovski vrh mine with geodetic methods
Notes:	65 p., 21 tab., 32 fig., 17 eq., 5 ann.
Key words	Stability, movements, Boršt disposal, Žirovski vrh mine, GNSS, stationary stations

Abstract

The thesis treats the monitoring of the stability of the hydrometallurgical tailings' disposal Boršt of the Žirovski vrh mine. This work presents a brief history of the mine and Boršt disposal, which has been monitored for over 20 years. There is a detailed description of the local triangulation-trilateration micro-network Plaz and other networks, which were used in order to form observations. Measurements were done in two ways, viz. with terrestrial measurements and GNSS measurements with stationary stations located on the disposal. This thesis also includes a description of the measuring and calculations of recent observations. This is followed by a comparison of recent results with the results of previous two observations and a placement of GNSS observations within the terrestrial measurements' time scheme. Calculations of shifts and determination of unstable points have been done along with assessments of the size of shifts according to previous results. At the end there has been made a comparison of results and relative movements of GNSS observations and terrestrial measurements.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Dušanu Kogoju in somentorjema asist. dr. Alešu Marjetiču in prof. dr. Bojanu Stoparju. Prav tako se za pomoč in dodatne informacije zahvaljujem podjetju Geoservis d.o.o.

Zahvala gre tudi vsem prijateljem in predvsem mojim najbližjim, ki so mi v času študija stali ob strani in mi nudili podporo.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	RUDNIK URANA ŽIROVSKI VRH	2
3	FAZA ZAPIRANJA IN SANACIJSKA DELA	4
3.1	Jalovišči.....	4
3.1.1	Jalovišče Jazbec.....	4
3.1.2	Jalovišče Boršt.....	5
4	PREMIKI IN NJIHOVO UGOTAVLJANJE	9
5	ZGODOVINA GEODETSKIH MERITEV NA ODLAGALIŠČU HMJ BORŠT	12
5.1	Mreža Navezava.....	12
5.2	Mreža Plaz.....	13
5.2.1	Stabilizacija točk	18
5.3	Mreža Vrtine	20
5.4	Mreža GNSS stacionarnih postaj	21
5.4.1	Stabilizacija točk	23
6	MERITVE 2011	25
6.1	Terestrične meritve.....	25
6.1.1	Metoda izmere.....	26
6.1.2	Inštrumentarij in dodatna oprema.....	26
6.2	GNSS meritve	28
6.2.1	Metoda in tip opazovanj	28
6.2.2	Konfiguracija in postavitve opreme	29
6.2.3	Inštrumentarij	31

7	IZRAČUN IN OBDELAVA	33
7.1	Terestrična izmera	33
7.1.1	Redukcija dolžin.....	33
7.1.1.1	Meteorološki popravki.....	33
7.1.1.2	Geometrijski popravki	35
7.1.1.3	Projekcijski popravki.....	37
7.1.2	Izračun višinskih razlik.....	38
7.1.3	Izravnava	38
7.1.3.1	Višinska izravnava.....	38
7.1.3.2	Položajna izravnava	40
7.2	GNSS izmera	45
8	DOLOČITEV VREDNOSTI PREMİKOV NA IZBRANIH TOČKAH	49
8.1	Terestrična izmera	49
8.2	GNSS izmera	57
9	PRIMERJAVA TERESTRIČNIH IN GNSS MERITEV	59
10	ZAKLJUČEK	62
VIRI	63

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Točke mreže Navezava izmere 2011	12
Preglednica 2: Točke mreže Plaz izmere 2011	18
Preglednica 3: Vrsta stabilizacije točk merjenih v izmeri 2011	18
Preglednica 4: Točke mreže Vrtine, 2007	20
Preglednica 5: Osnovni tehnični podatki el. tahimetra Leica Geosystems TS30 R1000	26
Preglednica 6: Pregled reflektorjev z adicijskimi konstantami uporabljenega instrumenta in reflektorja	27
Preglednica 7: Lastnosti postavljenih GNSS sprejemnikov	32
Preglednica 8: Empirične konstante, Edlen 1966	34
Preglednica 9: Vhodni podatki višinske izravnave mreže Plaz	39
Preglednica 10: Rezultati višinske izravnave	40
Preglednica 11: Vhodni podatki položajne izravnave mreže Plaz	41
Preglednica 12: Standardni odkloni rezultatov mreže Plaz zadnjih treh izmer	43
Preglednica 13: Rezultati izravnave (koordinate in natančnost)	44
Preglednica 14: Koordinate GNSS točk zadnjega preračuna, CQ = 0.005 m	47
Preglednica 15: Vrednosti koordinat točk zadnjih treh izmer	50
Preglednica 16: Koordinatne razlike točk zadnjih treh izmer iz let 2009, 2010 in 2011	51
Preglednica 17: Primerjava višin zadnjih treh izmer	52
Preglednica 18: Statistična analiza premikov med izmerama 2010 in 2011	53
Preglednica 19: Primerjava premikov dveh izmer (rdeče - statistično nestabilne točke)	54
Preglednica 20: Premiki GNSS točk v UTM -33 koordinatnem sistemu od vzpostavitve do zadnjega preračuna referenčne točke (rdeče – datum terestrične izmere, modro – datum preračuna GNSS točk), CQ = 0.005 m	58
Preglednica 21: Premiki časovnega obdobja enega leta in primerjava premikov parov točk (isto temeljenje, različni točki in način meritev) s pripadajočimi standardnimi odkloni	60

KAZALO SLIK

Slika 1: Jalovišče Jazbec po končani sanaciji.....	5
Slika 2: Sanirano jalovišče Boršt iz zraka, 2011..	6
Slika 3: Končno urejanje severne brežine odlagališča HMJ Boršt.....	7
Slika 4: Sanacija odlagališča HMJ Boršt, panoramski pogled, 2008.	7
Slika 5: Sanacija odlagališča HMJ Boršt, nanos prekrivke, 2009.	8
Slika 6: Mreža Navezava z merjenimi povezavami, izmera 2011.....	13
Slika 7: Faze razširitve mreže Plaz.....	14
Slika 8: Mreža Plaz z vsemi merjenimi povezavami v izmeri 2009.....	15
Slika 9: Mreža Plaz z vsemi merjenimi povezavami v izmeri 2010 (rdeče so novo stabilizirane točke).....	16
Slika 10: Mreža Plaz z vsemi merjenimi povezavami v izmeri 2011 in prikaz razlik glede na mrežo predhodne izmere (modro so stare povezave izmere 2010).....	17
Slika 11: Stabilizacija stebrov opazovalnih točk - 1988 (točke 1, 2, 3, 4, 10, levo), točka 3 (desno).....	19
Slika 12: Nastavek za stari Kernov navoj.....	19
Slika 13: Nevertikalnost navoja na novo stabiliziranih stebrih.	19
Slika 14: Mreža Vrtine, 2007..	21
Slika 15: Mreža GNSS stacionarnih točk in njihova lokacija glede na mrežo Plaz, situacija po 25. 3. 2010.....	22
Slika 16: Primer stabilizacije: od leve proti desni točki II-GPS in GMX2 (levo) ter GRS1 in V-GPS (desno).	22
Slika 17: Medsebojni položaj parov točk GNSS in terestrične izmere, izmera 2011.....	23
Slika 18: Skica stabilizacij parov točk, levo steber točk terestrične izmere, desno drog GNSS točke.....	23
Slika 19: Stabiliziranje para točk III - GPS in GMX1, oktober 2009.....	24
Slika 20: Končna postavitvev para točk III-GPS in GMX1, oktober 2009.....	24
Slika 21: Leica Geosystems TS30 R1000 (levo), aspiracijski psihrometer ob stebru in reflektor na stebru (na sredini), digitalni barometer Paroscientific 760-16B (desno).....	27
Slika 22: Prostor s kontrolno postajo; levo točki III-GPS in GMX1, v ozadju lopa z nadzorno računalniško postajo, v ospredju in desno merilniki meteoroloških parametrov, 2011.	29

Slika 23: Nadzorna računalniška postaja.....	30
Slika 24: Sprejemnik GMX902 GG (levo), antena AX1202 GG (desno).....	32
Slika 25: Sprejemnik GMX901 (levo), Nivel 210 (desno)	32
Slika 26: Popravek zaradi ukrivljenosti merskega žarka.....	35
Slika 27: Redukcija z znanimi nadmorskimi višinami	37
Slika 28: Elipse pogreškov posameznih točk v mreži Plaz, izmere 2010 in 2011.	43
Slika 29: Orientacija senzorjev nagiba.....	48
Slika 30: Grafičen prikaz premikov in primerjava izmer 2010 in 2010.....	56
Slika 31: Graf premikov točk GMX1 in GMX2 skozi čas.....	57
Slika 32: Grafični prikaz premikov parov točk, izmera 2011.	61

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Višinska izravnava	A1
PRILOGA B: Položajna izravnava	B1
PRILOGA C: Izračun premikov in statistična analiza (izmere 09, 10, 11)	C1
PRILOGA D: Primeri rezultatov izmer nivelov	D1
PRILOGA E: Natančnost določitve koordinat, 2009 in 2010	E1

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

CQ	ang. Coordinate Quality – kakovost koordinat
GLONASS	rus. Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema – (ruski) globalni navigacijski sistem
GNSS	ang. Global Navigation Satellite System – globalni navigacijski satelitski sistem
GPS	ang. Global Positioning System – (ameriški) sistem globalnega določanja položaja
HMJ	Hidrometalurška jalovina
IGS ₁	ang. International GNSS Service – mednarodna GNSS služba
IGS ₂	ang. Final Ephemerides – oznaka za končne efemeride
IGU	ang. Ultra Rapid Ephemerides – oznaka za najhitrejše efemeride
NŠCV	Neznano število celih valov.
RUŽV	Rudnik urana Žirovski vrh
UTM	ang. Universal Transverse Mercator (coordinate system) – univerzalni transverzalni Merkatorjev koordinatni sistem

1 UVOD

Geodetske meritve so za odkrivanje in spremljanje premikov v uporabi že kar precej časa. Pomagajo nam pri proučevanju in zaznavanju ogromnih sil, ki delujejo na zemeljsko površje in ga spreminjajo. Enkrat počasi, drugič nenadno lahko pride do drastičnih sprememb, ki lahko vplivajo na naša življenja, odvisno od razsežnosti in lokacije premika. Vpliva na naravne procese praktično nimamo, lahko pa precej omejimo posledice v kolikor smo na obnašanje narave opozorjeni.

Toliko bolj je potrebno biti pazljiv na umetno ustvarjene tvorbe, ki zaradi svoje mase tudi predstavljajo nevarnost v območju. Naravno nastale hribine so potrebovale nepredstavljivo število let, da so se umirile. Prav tako lahko pričakujemo, da se umetno nastala nasutja ne bodo umirila kar čez noč. Poleg same mase pa je tudi ogromno drugih dejavnikov, ki lahko sprožijo gibanje zemljine. Od naravnih hidroloških in seizmoloških, pa do umetno povzročenih vplivov, vsi po vrsti sestavljajo vsoto dejavnikov, ki vplivajo na nemirnost površja, posebno slabše utrjenega.

Rudnik urana Žirovski Vrh je v svoji večletni zgodovini izkopal ogromno materiala. Delež uporabnega urana je v primerjavi s celoto izkopanin zelo majhen in tako pridemo do ogromne količine jalovine, ki jo je bilo seveda potrebno nekam odložiti. V hribovitih predelih tamkajšnjega sveta se to izkaže za posebno zahtevno opravilo. Poleg tega je potrebno poudariti, da gre za nizko radioaktivne odpadke, ki potrebujejo povečano pozornost pri določanju lokacije. Tudi sanacijska dela po zaprtju rudnika so pripeljala do tega, da so zaradi zaščite na jalovišče napeljali še dodatno količino materiala, s katerim so sicer relativno uspešno sanirali odlagališče, pa vendar povzročili dodaten pritisk, tako na umetni nasip, kot tudi na prvotno površino na kateri gmota leži.

Spremljanje dogajanja na površju je tako obvezen proces med in po sanaciji takega objekta. Zaradi številnih vplivov se uporablja različne metode s katerimi se nadzoruje določen vpliv ali pa njihove posledice. Z geodetskimi metodami tako spremljamo gibanje površja hidrometlaurškega jalovišča Boršt rudnika urana Žirovski vrh v določenem časovnem obdobju in s tem pridobivamo podatke, ki pomagajo strokovnjakom pri sanaciji in morebitni vzpostavitvi mirovanja zemljine.

2 RUDNIK URANA ŽIROVSKI VRH

»Urán (latinsko uranium) je kemični element, ki ima v periodnem sistemu simbol U in atomsko število 92. Ta težek, srebrno-bel, strupen, kovinski, naravno radioaktiven element pripada skupini aktinidov. Njegov izotop uran-235 se uporablja kot gorivo v jedrskih reaktorjih in jedrskem orožju. Uran navadno najdemo v zelo malih količinah v kameninah, prsti, vodi, rastlinah in živalih (vključno z ljudmi),« (Wikipedija, <http://sl.wikipedia.org/wiki/Uran>, 27. 12. 2011).

Območje rudnika leži na Poljanskem v občini Gorenja vas. Sedež podjetja (danes Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d.o.o.) je postavljen v vas Todraž, ki leži na glavni cestni povezavi med vasjo Gorenja vas in vasjo Lučine. Kraj obdajajo griči in hribi (Sv. Urban, Črna gora, Šimčev grič, Javorč), od koder se v glavni potok Brebovščico steka mnogo površinskih voda. Glavna sta levi pritok Zala in desni Todraški potok ali Todraščica. Tu pa se globoko v zahodna in jugozahodna pobočja nad Todražem se zajeda tudi mnogo rogov opuščenega rudnika.

Na Žirovskem vrhu so nahajališče urana odkrili leta 1960. Takrat je Zavod za nuklearne surovine iz Beograda na tem področju začel opravljati raziskave, da bi določili nahajališča in vsebnost uranove rude. Raziskave so opravljali s krajšimi strukturnimi vrtinami, razkopi in krajšimi rovi. Že jeseni istega leta so na nahajališče prišli trije sovjetski strokovnjaki, ki so Žirovski vrh označili kot najbolj obetavno nahajališče uranove rude v Jugoslaviji, kar je bilo kasneje tudi potrjeno. S tem so oblasti tudi namenile več denarja za raziskave na tem območju. Konec leta 1961 je bilo napravljanih že 13 vrtin, štiri pa so bile v delu. V naslednjih letih so tako povečevali in zgoščevali mrežo vrtin za natančnejše analize. Tega leta je bilo izkopanih tudi že osem raziskovalnih rogov. Pri tem so ob izhodih glavnih rogov že začela nastajati odlagališča izkopanin. Po letu 1966 je raziskave postopoma začel prevzemati Geološki zavod Ljubljana in jih leta 1970 v celoti prevzel, vodil pa jih je do konca rudniškega obratovanja. Raziskovanje s površja z globokimi vrtinami se je izvajalo skoraj do konca, saj je bila zadnja vrtina izvrtana leta 1989, to je leto pred zaprtjem rudnika. Medtem, ko so v začetku odkopi in vrtine nastajali bolj počasi (v nekaterih primerih so kopali tudi ročno), pa so se v sedemdesetih letih zaradi nadgrajene in izboljšane strojne opreme rudarska dela precej pospešila (Florjančič, 2000).

Podjetje Rudnik urana Žirovski vrh (v nadaljevanju RUŽV) je bil ustanovljeno leta 1976, po izgradnji potrebnih rudniških objektov pa se je leta 1982 začelo odkopavanje uranove rude. RUŽV je začel postopno prevzemati posamezne naloge, ki so jih do takrat opravljali drugi izvajalci. Rudniški delavci so bili denimo leta 1979 poslani na usposabljanje na Švedsko, kjer so se priučili uporabe opreme z elektrohidravličnim pogonom. To je omogočalo izdelavo rogov večjih profilov, kar je bilo v Jugoslaviji nekaj novega. Proizvodnja rude se je tako z vse večjim znanjem in izboljšano mehanizacijo

le še povečevala vse do zaprtja. Leta 1984 so s tehnično opremo dokončno opremili leto prej zgrajeni predelovalni obrat in lahko se je začela proizvodnja rumene pogače kot končnega produkta. V tem času so tudi že pripravili prostor za odlagališče hidrometalurške jalovine (HMJ) Boršt, saj se predelava brez prostora za odpadke ni mogla začeti. S tem se je začelo obdobje poskusnega obratovanja, kjer so se zaradi pomanjkanja izkušenj in določenih edinstvenih rešitev skoraj eno leto ukvarjali z raznoraznimi težavami. Leta 1986 je rudnik dobil končno odločbo, s katero se je končalo poskusno obratovanje, kar je pomenilo, da je rudnik pripravljen na polno proizvodnjo. Rudnik je povprečno obratoval dobrih 10 mesecev na leto, slaba dva meseca pa sta bila namenjena vzdrževanju (Florjančič, 2000).

V vseh teh letih so bili ob raziskavah in izkopavanjih vseskozi prisotna tudi geodetska opazovanja, s katerimi se je opravljalo tako imenovane jamomerske naloge. Že poleti leta 1961 so ugotovili, da ima eden izmed rovov prevelik nagib in tako so morali rov nadomestiti z drugim rovom. Da se ne bi napaka ponovila, so tokrat potek rova usmerili z meritvami. Redna operativna jamomerska dela, kot so meritve za izdelavo jamskih objektov in raziskovalno vrtanje, so opravljali vsa naslednja leta. V letih 1977-1978 je bila opravljena precizna detajlna izmera obstoječih jamskih objektov po glavnih horizontih v jami. Ves ta čas so se izdelovale tudi karte, ki so pripomogle k lažjemu delu. Poleg klasičnih geodetskih del so skrbeli tudi za ekstenziometrične meritve za relativno izmero deformacij z invar žico. Med izgradnjo rudniških objektov je bil izdelan tudi kataster komunalnih vodov in naprav (Florjančič, 2000).

Leta 1990 je bila dosežena projektirana polna proizvodnja, le nekaj mesecev zatem pa je vlada Republike Slovenije sprejela sklep o začasnem prenehanju izkoriščanja uranove rude, leta 1992 pa tudi Zakon o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude (Ur. l. RS, št. 36/92), s čimer se je proizvodnja popolnoma ustavila. S tem se je začel tudi proces zapiranja rudnika. Rudnik se je zaprl tako rekoč čez noč. Razloge pa je iskati predvsem v zmanjšanju potreb po uranu, močnem padcu cen na svetovnem trgu in neodobravanju takratnih oblasti. Zaradi nesreče v Černobilu nekaj let prej pa je bilo močno tudi okoljevarstveno in protijedrsko gibanje.

V rudniku so izkopali prek 60000 metrov rovov in prek 380000 metrov udarnih raziskovalnih vrtin. V času obratovanja so iz rudniških rovov izvozili okoli 3307000 t izkopanine, od tega 633000 t uranove rude, iz katere je bilo proizvedeno 452 t uranovega koncentrata oz. rumene pogače. Celoten potencial nahajališča je bil ocenjen na 16000 t koncentrata (Florjančič, 2000).

3 FAZA ZAPIRANJA IN SANACIJSKA DELA

Tovrstni rudniki se odpirajo in tudi zapirajo na daljši rok. Poseg v naravo je namreč zelo velik, zato je potrebno predvideti postopke zapiranja, da lahko sanacija poteka karseda tekoče. Prva leta po zaprtju rudnika so se tako opravljala le najnujnejša vzdrževalna dela, s katerimi se je preprečevalo nastajanje škode. Večina vzdrževalnih naprav je bilo zaradi prevelikih stroškov namreč ugasnjenih.

Takoj novembra 1990 je zaradi močnega neurja za precej področij obstajala nevarnost plazenja, kar je bilo potrebno spremljati in poskušati obvladati. V naslednjih letih se je razvažalo jalovino na obe deponiji, ostalo rudo pa nazaj v rudnik. V jami so izdelovali tudi kanale za odvodnjavanje ter hidrološko spreminjali dotok jamske vode. Leta 1993 so iz predelovalnega obrata izpraznili vse nevarne raztopine, leta 1996 pa končno začeli tudi z demontažo objektov. Veliko betonskih in železnih delov je bilo kontaminiranih in so poleg rudniške jalovine tudi ti deli pristali na jamskem jalovišču Jazbec. Vsa leta zapiranja pa se je poleg geoloških meritev in meritev radioaktivnosti opravljalo tudi geodetska opazovanja, predvsem spremljanje stabilnosti površin in meritve premikov plazov.

3.1 Jalovišči

V času obratovanja rudnika je bilo zastavljenih več odlagališč odvečnega materiala, večinoma ob izhodih iz jam. V bližini pa so že v desetletju pred zaprtjem oblikovali dve glavni odlagališči jalovine namenjeni trajnemu odlaganju. Prvo je bilo vzpostavljeno odlagališče rudarske jalovine Jazbec, malo kasneje pa še odlagališče HMJ Boršt. Pri obeh gre za velike količine nakopičenega materiala s slabo nosilnostjo, kar posledično pomeni potencialno nevarnost plazenja. Hidrometalurško in rudniško jalovino štejemo med nizko radioaktivne odpadke, zato je ob sanaciji tovrstnega materiala potrebno upoštevati precej vidikov (Florjančič, 2000).

3.1.1 Jalovišče Jazbec

Jalovišče Jazbec se nahaja tri kilometre od Gorenje vasi na zahodnem bregu doline potoka Brebovščice v spodnjem delu grape Jazbec. Odlagališče se je začelo pripravljati leta 1980 z ureditvijo podlage in drenažnih kanalov. Tu se je odlagalo predvsem jamsko jalovino in rdeče blato – nevtralizirana hidrometalurška oborina, ki ostane ob ekstrakciji urana iz rude. Kasneje so tu odložili tudi kontaminirane dele porušениh objektov in mehanizacije.

Površina odlagališča je ob zaprtju znašala 4,5 ha in poleg slabih dveh milijonov ton navoženega materiala vsebuje še 200000 ton zemljin s katerimi so jalovišče prekrili. Pokrov je debel 1,95 metra (Noveliran program ..., 2006).

Pri sami sanaciji so bili glavni cilji zmanjšati naklon brežine - s čimer se poveča stabilnost in zmanjša erozija - in preprečitev izhajanja naravnega plina radona in izpiranje urana. Zaradi velike povprečne količine padavin na tem področju je bilo potrebno tudi izboljšati oz. obnoviti drenažo.

Danes območje saniranega odlagališča znaša 7,4 ha, sanacija pa je bila opravljena med leti 2005 in 2008.



Slika 1: Jalovišče Jazbec po končani sanaciji ([http://www3.fgg.uni-lj.si/...](http://www3.fgg.uni-lj.si/), 30. 8. 2011).

3.1.2 Jalovišče Boršt

Območje odlagališča Boršt se nahaja na povodju Todraščice (Potoške grape), ki je desni pritok Brebovščice, desnega pritoka Poljanske Sore. Področje odlagališča Boršt je zelo razgibano, z razmeroma velikimi nakloni terena. Za to področje so značilni močni nalivi, zato imajo vodotoki izrazito hudourniški značaj. Tako je bilo za potrebe projektiranja objektov rudnika do sedaj izdelanih tudi več hidroloških študij za ugotovitev merodajnih količin padavin in pretokov vodotokov. Območje je bilo, poleg bližine, izbrano zaradi odgovarjajoče višine (nadmorska višina 535 – 570 m), saj je nad povprečno mejo temperaturne inverzije. Pri razpadu urana namreč nastaja radioaktiven plin radon, ki pa se nad višino temperaturne inverzije dvigne v zrak in razprši.

Priprave na odvoz jalovine na to področje so se začele z izgradnjo tri kilometrske ceste do lokacije in do lovilnega bazena. Območje je bilo potrebno izravnati in pripraviti drenažo za odvajanje obstoječih

voda in vlage, ki bi prišla z jalovino. Zatem so položili še plasti nizko vodoprepustnega tolčenca jamske jalovine, sloj avtohtonega nizko prepustnega materiala in gumijaste trakove za nadzor odvajanje pornih vod in padavinske vode. Okoli jalovišča so speljali betonski jarek, ki je bil namenjen zbiranju odvečnih vod in odvajanju le-teh v dvoprekatni lovilni bazen, od tam pa so šle v Todraški potok. Radioaktivnost vod je bila zanemarljiva, so pa težave povzročale druge škodljive snovi. Lovilni bazen je bilo vsako leto potrebno očistiti usedle jalovine, ki je bila prepeljana nazaj na jalovišče (Florjančič, 2000).



Slika 2: Sanirano jalovišče Boršt iz zraka, 2011 (<http://www.delo.si/...>, 5.11. 2011).

Odlaganje na območje današnjega jalovišča se je začelo leta 1984, jalovina pa se je tja vozila praktično vse dni rudniškega obratovanja. Površina znaša 4,2 ha, skupno pa je bilo tam odloženih več kot 700000 ton materiala in sicer približno 90% hidrometalurške jalovine in 10% jamske jalovine s katero so utrdili ceste na samem jalovišču. Dodatno so med samo sanacijo napeljali še material, s katerim je bila sanacija izvedena (Noveliran program ..., 2006 in Florjančič, 2000).

Hidrometalurška jalovina oziroma siva jalovina je stranski produkt izluževanja in filtriranja urana iz rude. Material je podoben mokri mivki in se je zelo rad prijemal na gumijaste transportne trakove in železno transportno mehanizacijo. Pri različnih obremenitvah siva jalovina postane tekoča kot pasta in zato zelo slabo nosilna. Že sama po sebi pa predstavlja težavo vlažnost omenjenih odpadkov, ki je v začetku znašala 20-24%, kasneje pa je padla na 15%-17%. Zato je bila zgrajena centralna drenažna zavesa po sredini odlagališča in zaledna drenažna zavesa, ki preprečuje dotok vode v center jalovišča. Jalovina je namreč zelo občutljiva na vodno erozijo, tako da so sedaj vse brežine prekrите z nekompaktnim skrilavim materialom in zatravljene (Noveliran program ..., 2006 in Florjančič, 2000).



Slika 3: Končno urejanje severne brežine odlagališča HMJ Boršt (<http://www3.fgg.uni-lj.si/...>, 30. 8. 2011).

Odlagališče HMJ Boršt je obratovalo do leta 1990. S prenehanjem proizvodnje koncentrata tudi odpadnega materiala ni bilo več in tako so zadnjo jalovino tja pripeljali leta 1991. Že leta 1990 so meritve kazale na nestabilnost odlagališča. Kasneje tega leta pa se je zaradi močnih padavin začelo premikati 6-7 milijonov ton osnovne hribine, skupaj z odloženim materialom na vrhu te gmote (Florjančič, 2000). Da so določili premike, so poleg geodetskih meritev opravili tudi vrsto geomehanskih in geofizikalnih raziskav na osnovi globokih vrtin, s katerimi so določili drsino in merili nivo podtalnice pod jaloviščem. Meritve izvedene aprila 1991 so pokazale, da se je celotno odlagališče z okolico precej premaknilo. Tega leta je bilo tudi ugotovljeno, da hitrost premikov na praktično vseh nestabilnih točkah meri 1 mm/dan oz. tudi do 1,5 mm/dan. V letih 94/95 so pričeli z izgradnjo 638 m dolgega drenažnega tunela v obliki črke T. S tem se je presekalo več območij z dotoki vode. Pred tem je namreč hitrost premikov še vedno znašala 0,5 mm/dan (Kogoj in Trlep, 1994). Poleti 1995 so se premiki končno umirili in vse tja do leta 2008 je bilo zaznati le minimalne premike.



Slika 4: Sanacija odlagališča HMJ Boršt, panoramski pogled, 2008.

Leta 2003 je bil sprejet rudarski projekt za ureditev površinskega odvodnjavanja zalednih vod odlagališča Boršt. Poleg tega se je vzpostavila mreža vrtin piezometrov in inklinometrov za

monitoring. Piezometer je namenjen merjenju nivoja podtalnih vod, medtem ko je inklinometer merilnik sprememb naklona. V naslednjem letu se je na platoju pod odlagališčem postavila še meteorološka postaja. V letu 2007 se je izvajalo končno ureditev odlagališča, ki je obsegalo izgradnjo skalometne pete, izgradnjo centralne drenažne zavese, izgradnjo zaledne drenažne zavese ter izgradnjo severne in zahodne drenaže. Severno brežino se tudi pripravilo za vgradnjo prekrivne plasti, ki bi poskrbela za manjše izhajanje radioaktivnih plinov in preprečila vodno erozijo ob nalivih. Leta 2008 je bil odstranjen zadrževalni bazen. Gradbeni material je bil odpeljan na jalovišče Jazbec (Letna poročila ..., 2003–2008)



Slika 5: Sanacija odlagališča HMJ Boršt, nanos prekrivke, 2009.

Pri zaključevanju sanacije, kjer se je tudi začelo z vgrajevanjem prekrivne plasti in izdelovanjem obtežilnega nasipa, se je v letih 2008 in 2009 plaz zopet začel premikat 6-7 krat hitreje kot v prejšnjih letih. Najverjetneje zaradi pričetka realizacije končne sanacije v letu 2007, ki se je takrat še izvajala. Hitrost plazenja se je še stopnjevala v letu 2010. Jalovišče Boršt je zato še vedno podvrženo geodetskim meritvam za kontrolo stabilnosti območja. Najnovejše meritve pa so pokazale, da se hribina že počasi umirja in hitrost premikov upada.

Tlorisno plaz zavzema večji del odlagališča Boršt in velik del matične podlage. Debelina znaša v povprečju 50 m. Glavna smer premikov kaže proti severu. Medtem, ko prostornina odlagališča HMJ znaša 328579 m^3 , pa prostornina hribine plazu znaša kar 2593175 m^3 (Noveliran program ..., 2006).

4 PREMIKI IN NJIHOVO UGOTAVLJANJE

Tla postanejo nestabilna zaradi naravnih pojavov ali človeških posegov v prostor. Med glavne vzroke tako lahko štejemo seizmične aktivnosti, dvig podtalnice in močne padavine. Človek pa na to vpliva z raznimi izkopi ali nasipi materiala, nepravim spuščanjem vode v tla ali z umetno povzročenimi tresljaji. Seveda se površje na vse te vzroke obnašajo različno, odvisno od geološke sestave tal, zaraščenosti in drugih lokalno pogojenih značilnosti. Do premikov tako lahko pride nenadno (podori, plazovi), lahko pa se tla gibljejo počasi z določenim premikom na neko časovno enoto.

Premiki in deformacije nastanejo tako na umetnih objektih, kot so jezovi, nasipi, mostovi, kot tudi v njihovi okolici, na primer v dolinah jezov, na obrežjih umetnih akumulacij, pa tudi na naravnih območjih, kot so plazovi, tektonske prelomnice ali na barjanskih tleh (Savšek–Safić, 2002). Pri opazovanju premikov nas zanima predvsem velikost, smer, hitrost in pa periodičnost premikov. Seveda moramo tudi določiti meje nestabilnega območja. Od tega so tudi odvisni nadaljnji ukrepi in pogostost opazovanj, oziroma čas med dvema zaporednima meritvama.

Poznamo več različnih metod za opazovanje premikov. V grobem jih lahko razdelimo na dve glavni skupini (Stopar, B., Vodopivec, F., 1990, cit. po Savšek–Safić, 2002):

- relativne ali fizikalne
- absolutne ali geodetske

Fizikalne meritve običajno niso v domeni geodetov. So pa zelo dobro dopolnilo in včasih celo nujne za podrobnejše analize nestabilnega objekta, predvsem ko nam površinska opazovanja ne dajo odgovorov o dogajanju pod površjem. Njihova prednost je tudi zveznost meritev.

- indirektne meritve

Tu se nestabilnost meri posredno in gre za meritve geološke zgradbe plazine, kemijsko analizo vode, količine padavin in ostalih parametrov, s katerimi lahko ocenjujemo plastičnost plazov.

- inklinometrične meritve

Gre za meritve majhnih premikov, velikosti 1 mm do 10 mm v daljših časovnih obdobjih. V primeru nestabilnosti površja se vrta vrtine preko katerih se inklinometer spusti na željeno globino.

- ekstenziometrične meritve

Bistvo teh meritev je zaznati premike glede na merjenje konvergence dveh nasprotnih točk. Za lažji dostop do zelene globine se prav tako lahko uporabi vrtine.

Geodetske metode so tiste, ki nam povedo predvsem spremembe v položajih točk na površju nestabilnega objekta (Žibert, 2009):

- klasične terestrične metode izmere

Običajno gre za triangulacijsko izmero s trilateracijo, v kolikor povezave med točkami omogočajo omenjena opazovanja. Za vertikalne premike prideta v poštev trigonometrično višinomerstvo ali pa geometrični nivelman. Predvsem slednji nam da visoko natančnost, v kolikor nam teren omogoča razvoj nivelmanske mreže.

- GNSS izmera

Gre predvsem za stacionarne postaje postavljene direktno na nestabilnem in odprtem območju. V povezavi z nadzorno računalniško postajo¹ in dostopom do spleta imamo možnost neposrednega spremljanja dinamike nestabilnega objekta.

- geodetske metode za masovni zajem

Glavni metodi sta fotogrametrija in lasersko skeniranje. Predvsem prideta v poštev pri večjih površinah ter neprehodnih in nevarnih območjih, kjer so premiki dovolj veliki v kratkem časovnem obdobju, da so zaznavni in da so opazovanja še ekonomična.

- ostale metode

Metode kot so na primer hidrostatični nivelman in barometrično višinomerstvo. Bolj kot v geodeziji so zaradi slabše natančnosti uporabne v gradbeništvu za manj zahtevne meritve.

Če hočemo priti do zelenih podatkov, moramo na opazovani površini vzpostaviti mrežo točk, ki bodo opazovane v vnaprej predvidenih časovnih obdobjih. Pri tem se moramo opirati na neke prej določene referenčne vrednosti. Opazovanja se morajo ponoviti večkrat, da lahko pridemo do relevantnih rezultatov. Da potrdimo stabilnost točk, je velikokrat potrebno izvesti tudi statistično analizo meritev. Oblika mreže določa izbiro metode, pa tudi metodo deformacijske analize.

Deformacijska analiza je postopek, ki na osnovi geodetskih merenj odkrije in določi nastale prostorske premike fizične površine zemlje in objektov z metodami statistične analize. Skozi zgodovino odkrivanja optimalnih analiz so se pojavile razne rešitve in metode, ki se lahko uporabijo

¹ Računalniška postaja, kjer se podatki o opazovanjih zbirajo in lahko tudi obdelujejo.

za odkrivanje premikov. Kljub poskusu poenotenja postopkov so na koncu ugotovili, da je najbolje, da se izbira metode prepusti posamezniku. Določene metode deformacijskih analiz namreč zahtevajo svoje značilnosti metod izmere in oblike mrež opazovanih točk.

Za potrebe mnogih inženirskih del se uporablja enostavni postopek. V kolikor imamo zadostno število stabilnih točk oziroma obravnavamo premike, ki so nekajkrat večji od natančnosti ugotovitve premika dobimo zadovoljive podatke že z razliko položajev točk med dvema terminskima izmerama (Savšek–Safić et al., 2003). S tem pa dobimo tudi prvi vpogled v opazovano situacijo. V kolikor pa pričakujemo manjše premike oziroma jih moramo ugotoviti, pa je potrebno opraviti analizo z eno izmed drugih metod (Hannover, Karlsruhe, Ašanin, Mihailović idr.) (Mozetič et al., 2006).

5 ZGODOVINA GEODETSKIH MERITEV NA ODLAGALIŠČU HMJ BORŠT

Meritve stabilnosti odlagališča Boršt so se začele izvajati avgusta 1988, ko je bila opravljena prva meritve ob predpostavki, da so opazovalne točke dobro stabilizirane in odmaknjene od nestabilne podlage, kjer so se postavile kontrolne točke. Naslednja meritve je bila opravljena slabo leto kasneje, leta 1991 pa je bilo opravljenih kar sedem meritev, saj so bili ugotovljeni opazni premiki kontrolnih in tudi opazovalnih točk. Poleg teh meritev so se med leti 2003 in 2007 izvajale še dodatne meritve, pri katerih se je opazovalo kontrolne reperje ob piezometričnih in inklinometričnih vrtinah za kar se je vzpostavilo svojo mrežo. Ti kontrolni reperji pa so bili zaradi temeljite prenove odlagališča v letih 2007 in posebno 2008 uničeni. Tako se od leta 2009 naprej za precizne geodetske meritve uporablja le še dve geodetski mreži; mrežo Navezava in mrežo Plaz.

Mreže terestrične izmere so postavljene v lokalni koordinatni sistem, saj se s tem ohranja isti geodetski datum za vsako mrežo posebej.

5.1 Mreža Navezava

Mreža Navezava služi povezavi triangulacijsko–trilateracijske mreže odlagališča Boršt in triangulacijske mreže rudnika Žirovski vrh, omogoča pa tudi navezavo na državno geodetsko mrežo. Mreža je prav tako kot ostale kombinirana. Opazuje se predvsem stabilnost točk 10 in 4, ki sta v mreži Plaz izbrani kot dani (stabilni) točki.

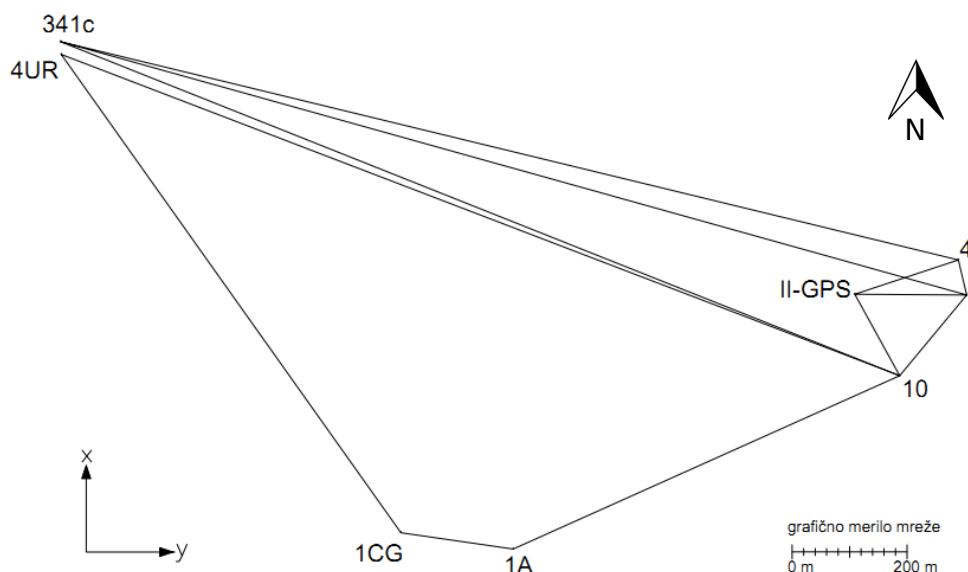
Skupno mrežo Navezava sestavlja 8 točk:

Preglednica 1: Točke mreže Navezava izmere 2011

Vrsta točke	Imena točk
Stabilne (dane) točke obstoječe mreže	1ČG, 4UR, 341c
Vezna točka	1A
Novi točki	steber 10, steber 4
Dodatni vezni točki	I, II-GPS

V letu 2008 je bila postavitev rahlo drugačna, saj se je po meritvah na odlagališču opravilo končno preoblikovanje odlagališča. Pri tem se je uničilo točki I in II. Obe točki sta bili na novo stabilizirani, pri čemer je točko II zamenjala točka II-GPS. Datum mreže pa je v vseh izmerah ostal nespremenjen.

Tudi v izmeri 2011 je bilo potrjeno, da sta točki 4 in 10 relativno stabilni in se lahko uporabita v nadaljnjih izračunih (Kogoj et al., 2011).

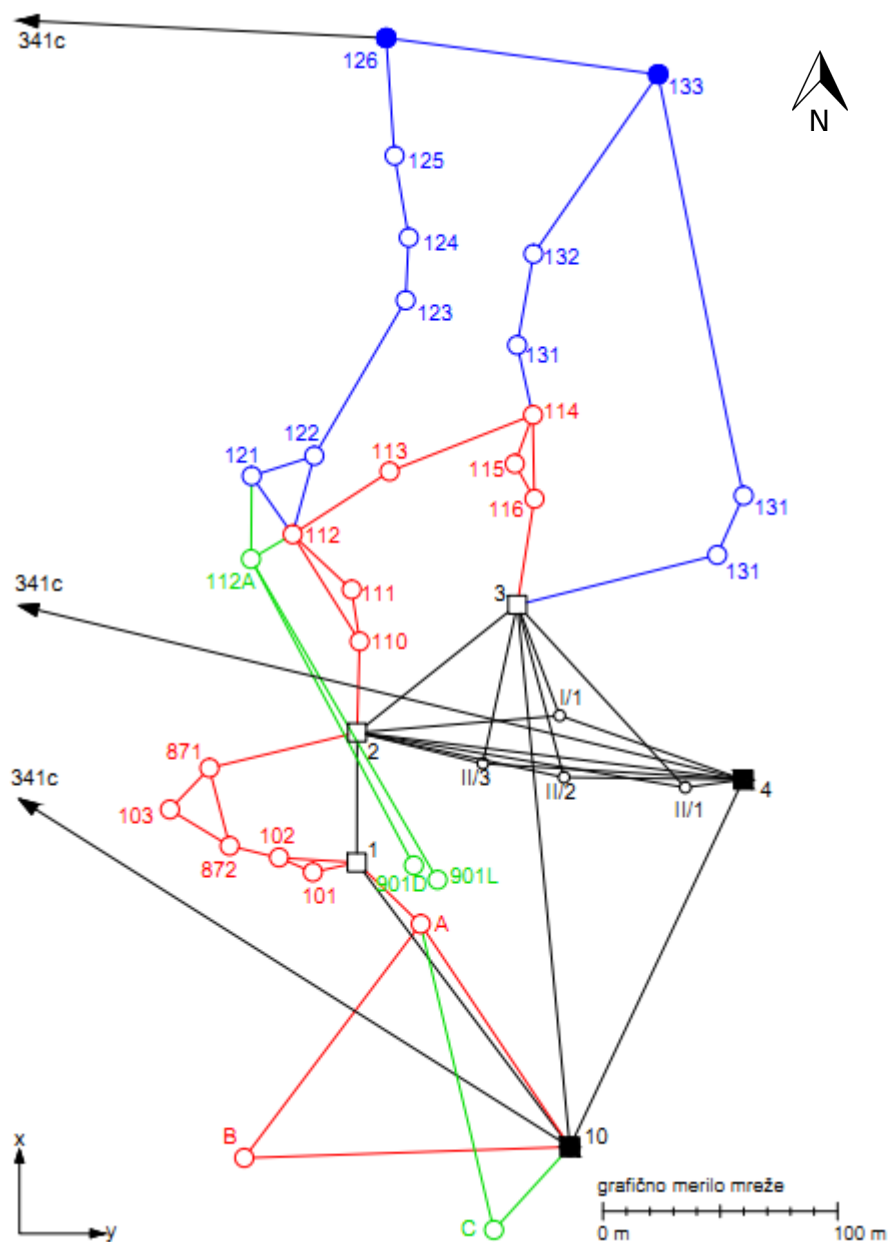


Slika 6: Mreža Navezava z merjenimi povezavami, izmera 2011.

5.2 Mreža Plaz

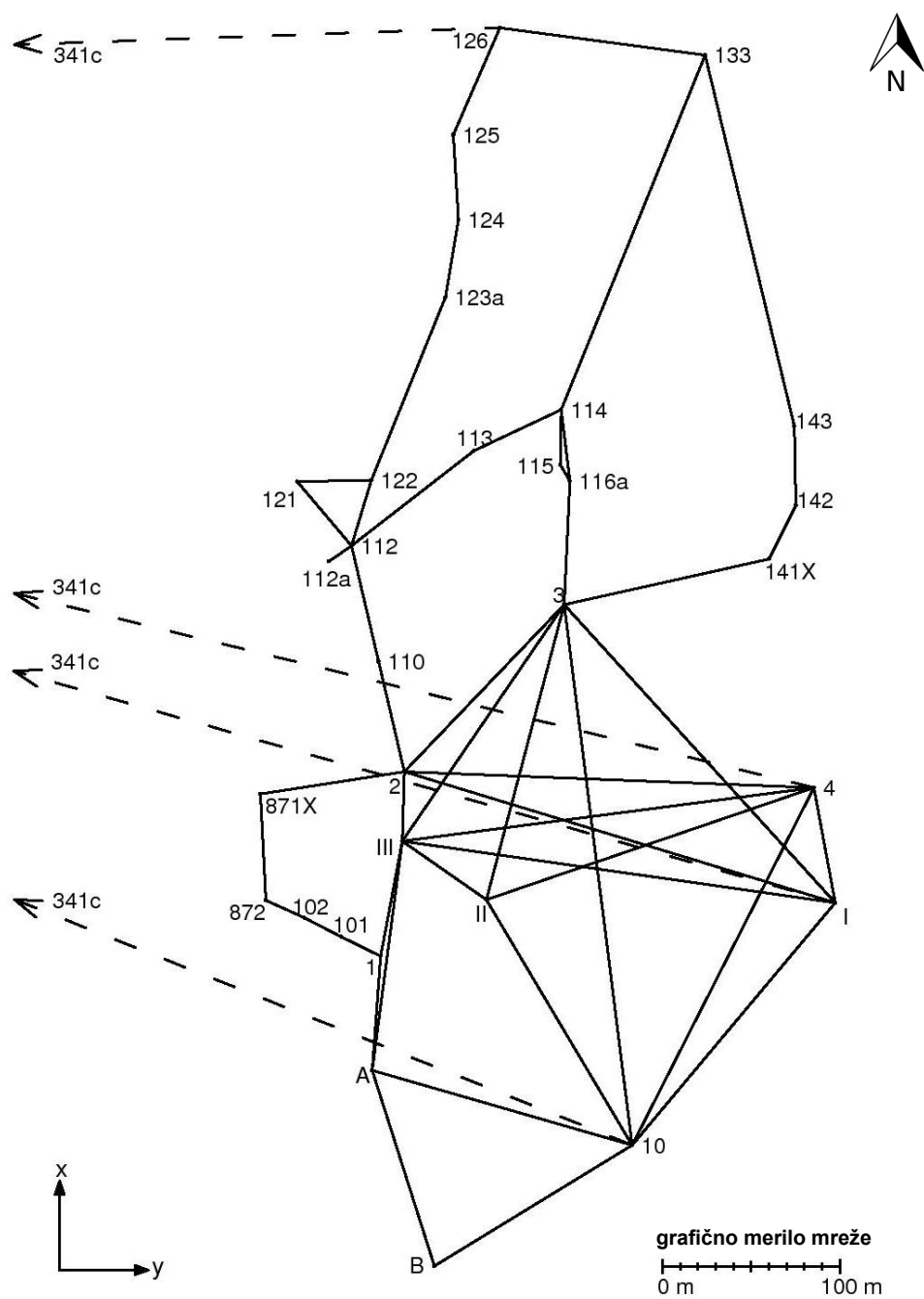
Mikrotriangulacijska mreža Plaz je bila vzpostavljena z namenom opazovanja stabilnosti odlagališča HMJ Boršt zaradi možnosti plazenja. Vzpostavljena je bila že ob prvih meritvah leta 1988. Mreža že od same postavitve služi določanju meje med stabilnim in nestabilnim terenom. Zaradi obsežnosti območja nestabilnosti je bila mreža trikrat razširjena (slika 7).

V prvi fazi je bil vzpostavljen glavni del mreže (črna). Tu sta se določili dve dani točki 4 in 10, ki sta stabilizirani z betonskimi stebri. Dodatno se je mrežo na najbolj kritičnem območju zgostilo s točkami I/1, II/1, II/2, II/3. V drugi fazi (rdeča) se je mrežo razširilo, saj prva faza ni pokrila celotnega dela jalovišča, ugotovilo pa se je tudi, da se premika celotna hribina in ne le nasuta jalovina. Po dognanjih, da se z drugo fazo razširitve še vedno ni doseglo stabilnega območja, se je mrežo razširilo še drugič (modra) in s tem zagotovilo povezavo z domnevno stabilnima točkama 126 in 133. V četrti fazi (zeleni) so se dodale še tri nove točke, pri čemer sta bili točki 901D in 901L postavljeni za spremljanje stabilnosti rova za odvodnjavanje. Mreža je vse do leta 2008 generalno gledano ostala več ali manj enaka. Seveda so se določene točke zamaknile, uničile ali pa na novo vzpostavile zaradi konstantnih del na jalovišču (Kogoj et al., 2011).

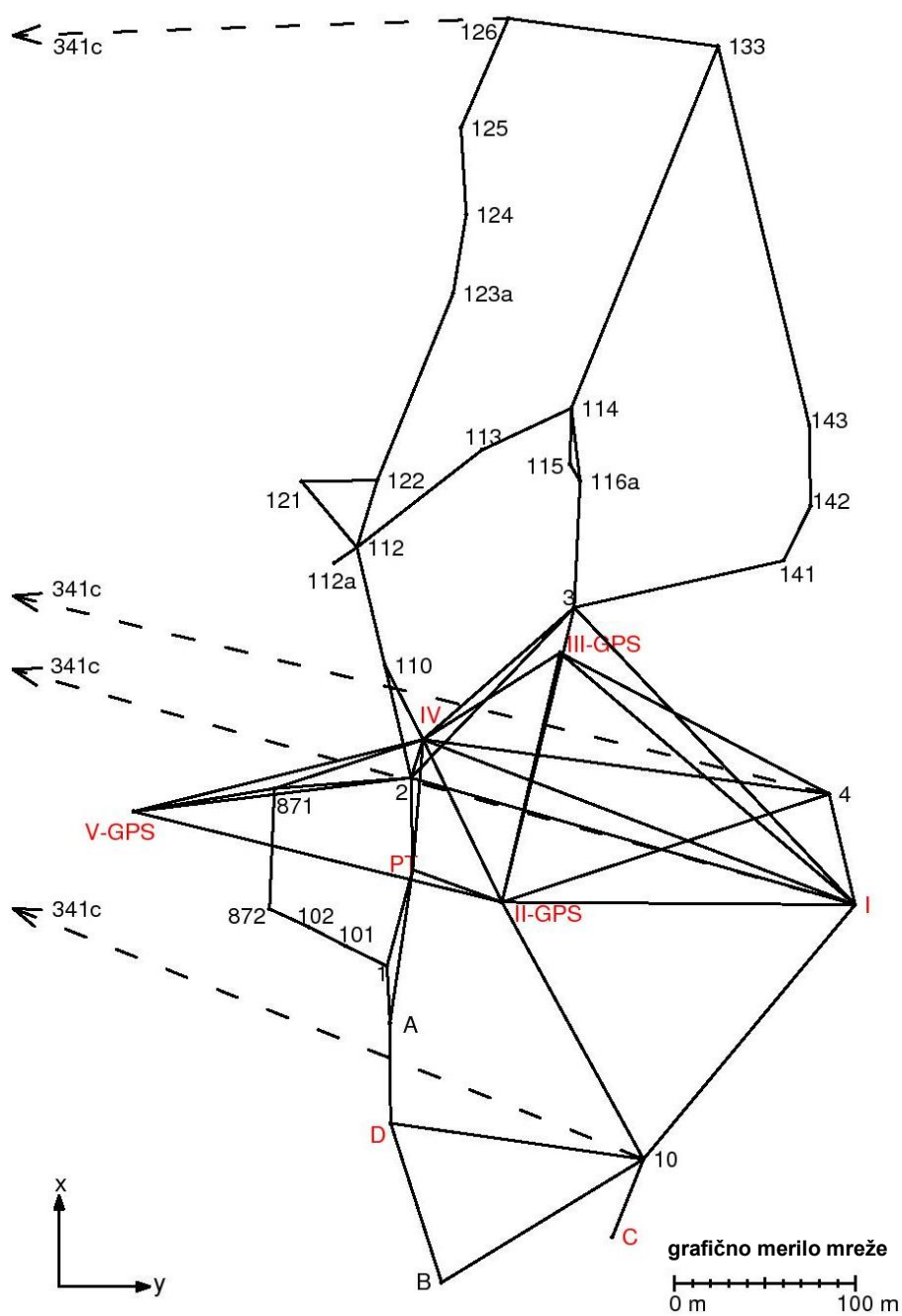


Slika 7: Faze razširitve mreže Plaz.

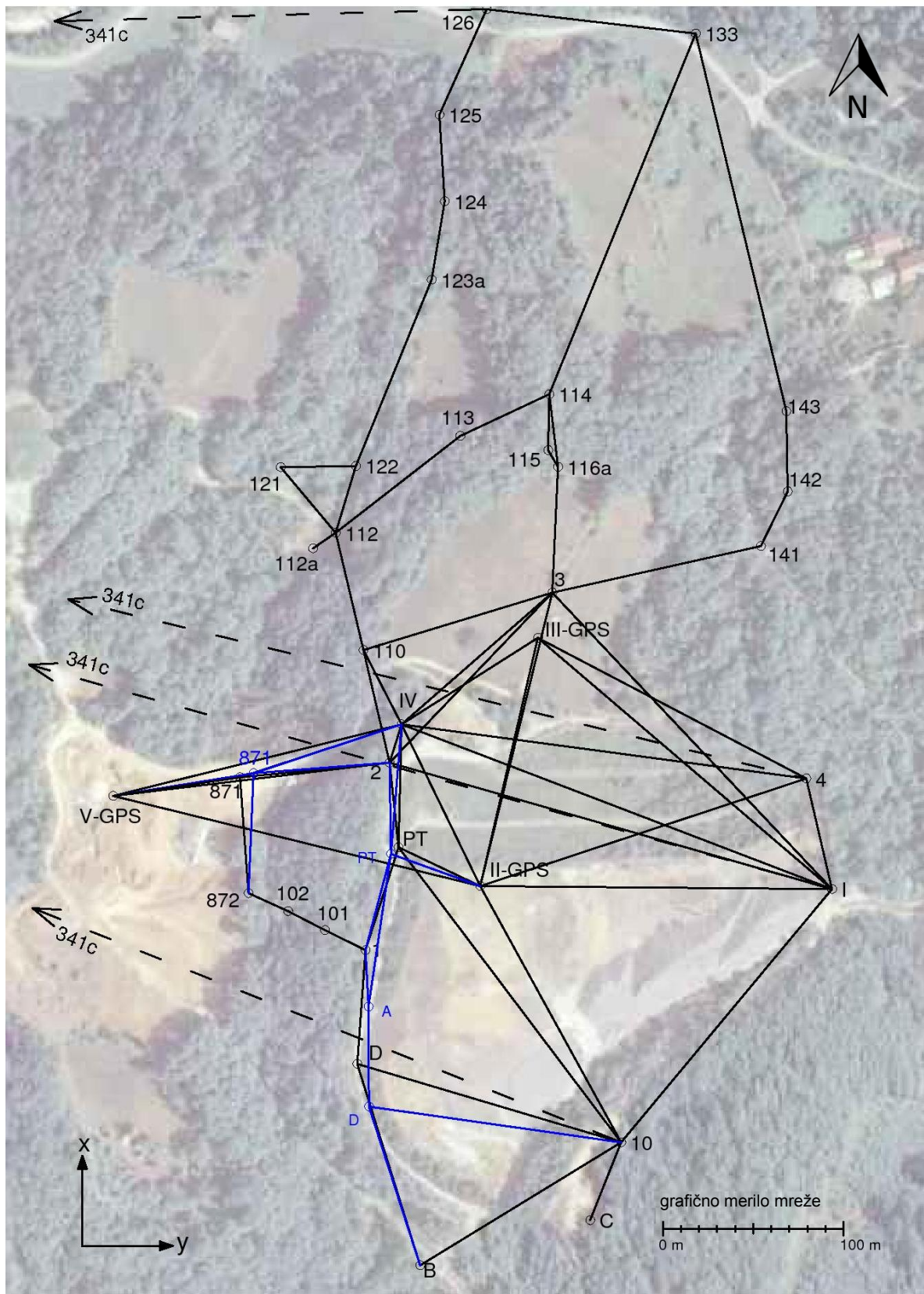
Leta 2009 je prišlo do prvih večjih sprememb znotraj mreže. Zaradi del končne sanacije, ki so v glavnini potekala v letih 2007/08 so bile uničene točke I/1, II/1, II/2, II/3. Nadomestilo se jih je s točkami I, II in III, s tem da je točka I služila kot vezna točka med danima točkama 4 in 10 (slika 8). V nadaljnjih meritvah sta bili točki II in III nadomeščeni z drugimi točkami. Po že opravljeni izmeri leta 2009 so se postavile permanentne GNSS točke in poleg njih tudi nove točke za terestrično izmero. V izmeri 2010 so bile uporabljene na novo stalno stabilizirane točke I, C, II-GPS, III-GPS, V-GPS in IV (slika 9). Stabilizacija točke 871 je bila uničena, tako da sedaj ta točka predstavlja le vezno točko, skupaj s točkami 123A, PT in D, ki prav tako nimajo stalne stabilizacije. Točka A v izmeri 2011 ni bila več merjena, prav tako se od izmere 2008 naprej ni več opazovalo kontrolnih točk rova za odvodnjavanje 901D in 901L (Kogoj et al., 2011).



Slika 8: Mreža Plaz z vsemi merjenimi povezavami v izmeri 2009.



Slika 9: Mreža Plaz z vsemi merjenimi povezavami v izmeri 2010 (rdeče so novo stabilizirane točke).



Slika 10: Mreža Plaz z vsemi merjenimi povezavami v izmeri 2011 in prikaz razlik glede na mrežo predhodne izmere (modro so stare povezave izmere 2010).

Skupno mrežo Plaz v izmeri 2011 sestavlja 37 točk:

Preglednica 2: Točke mreže Plaz izmere 2011

Vrsta točke	Imena točk
Stabilne (dane) točke obstoječe mreže točke	steber 4, steber 10, 341c, 133, 126
Nestabilni opazovalni stebri	steber 1, steber 2, steber 3
Novi opazovalni stebri	II-GPS, III-GPS, V-GPS, I, IV
Kontrolne točke v profilih	101, 102, 872, 110, 112, 112A, 113, 114, 115, 121, 122, 123, 124, 125, 142, 143, B, C
Dodatne vezne točke - stabilizirane	116, 141
Dodatne vezne točke – nestabilizirane	871, D, PT, 123A

5.2.1 Stabilizacija točk

Točke so stabilizirane na različne načine. Določene vezne točke, ki služijo le povezovanju opazovanj pa sploh niso. Za razliko od tega pa naj bi bile točke, ki predstavljajo datum mreže, stabilizirane najbolj kakovostno.

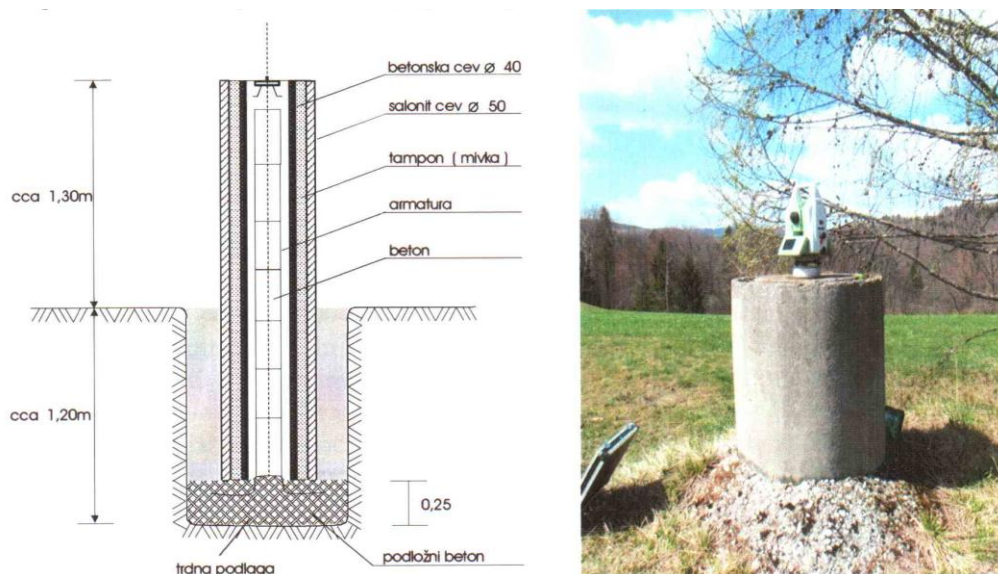
Preglednica 3: Vrsta stabilizacije točk merjenih v izmeri 2011

Vrsta stabilizacije	Imena točk
Betonski steber	1, 2, 3, 4, 10, II-GPS, III-GPS, V-GPS, I, IV
Kontrolne točke v profilih	101, 102, 872, 110, 112, 112A, 113, 114, 115, 116, 121, 122, 123, 124, 125, 141, 142, 143, B, C 126, 133
Brez stabilizacije	871, D, PT, 123A

Že leta 1988 so točke 1, 2, 3, 4 in 10 stabilizirali z masivnimi betonskimi stebri (slika 11). Dodatno so zaščiteni z betonsko cevjo večjega premera in v sredi utrjeni z armaturo. Prazen prostor med cevmi je zapolnjen z izolacijskim materialom (mivka). Steber je namreč vseskozi izpostavljen vremenskim vplivom in temperaturna nihanja bi ga lahko v določenem času deformirala, tako pa te vplive omilimo. Notranjost glavne cevi je utrjena z armaturo in zalita z betonom. Dimenzije in globina temeljev stebrov so odvisne od vrste podlage.

Na vrhu stebra je vgrajena železna plošča z navojem za prisilno centriranje. Ker se je na začetku meritev uporabljalo inštrumente znamke *Kern*, se navoji prilagajajo le tem specifičnim inštrumentom. Da lahko prisilno centriramo današnje inštrumente (sistem *Leica Geosystems*), je potrebno na stari

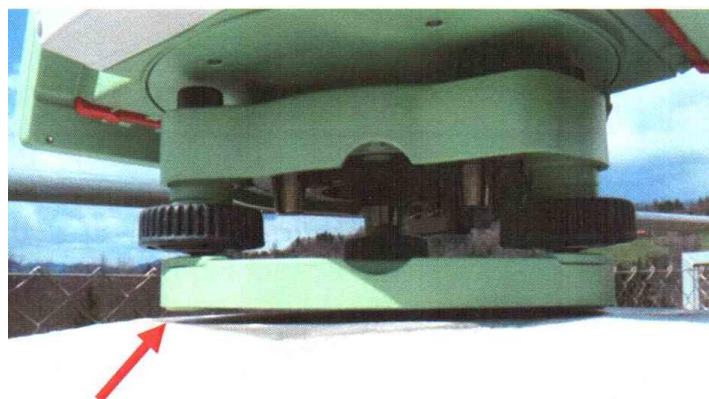
navoj pritrđiti posebne kovinske plošče, ki imajo navoje na katere se prilegajo tudi inštrumenti v uporabi (slika 12). Natančnost centriranja znaša nekaj desetink milimetrov (Kogoj et al., 2011).



Slika 11: Stabilizacija stebrov opazovalnih točk - 1988 (točke 1, 2, 3, 4, 10, levo), točka 3 (desno)
(Vir: Kogoj et al., 2011).



Slika 12: Nastavek za stari Kernov navoj.



Slika 13: Nevertikalnost navoja na novo stabiliziranih stebrih (Vir: Kogoj et al., 2011).

V letih 2008 - 2010 se je na novo stabiliziralo točke I, IV, II-GPS, III-GPS in V-GPS. Te točke so prav tako stabilizirane z betonskimi stebri, ki imajo na vrhu ploščo z navojem za prisilno centriranje. Ta navoj pa je že pripravljen za centriranje inštrumentov sistema *Leica Geosystems*. Med samimi meritvami je bilo ugotovljeno, da navoj ni pravokoten na ploščo, kar pomeni, da se inštrument ne usede na steber s celotno površino trinožnega podstavka (slika 13). Tako je inštrument precej nestabilen in podvržen možnim tresljajem med merjenjem.

Večina točk pa je stabilizirana z betonskim kvadrom, vkopanim direktno v tla utrjena z betonsko podlago. Za lažje centriranje je v kvadru vgrajen kovinski čep z luknjico. Za opazovanje teh točk, oziroma za opazovanja s teh točk, je nad točko potrebno postaviti trinožni stativ s prizmo oziroma inštrumentom. Centriranje je optično z natančnostjo približno 0.5 mm. Gre za vse točke profilov 100 do 140 ter točki B in C. Na tak način pa sta stabilizirani tudi dani točki 126 in 133. Točke so bile stabilizirane leta 1991 (Kogoj et al., 2011).

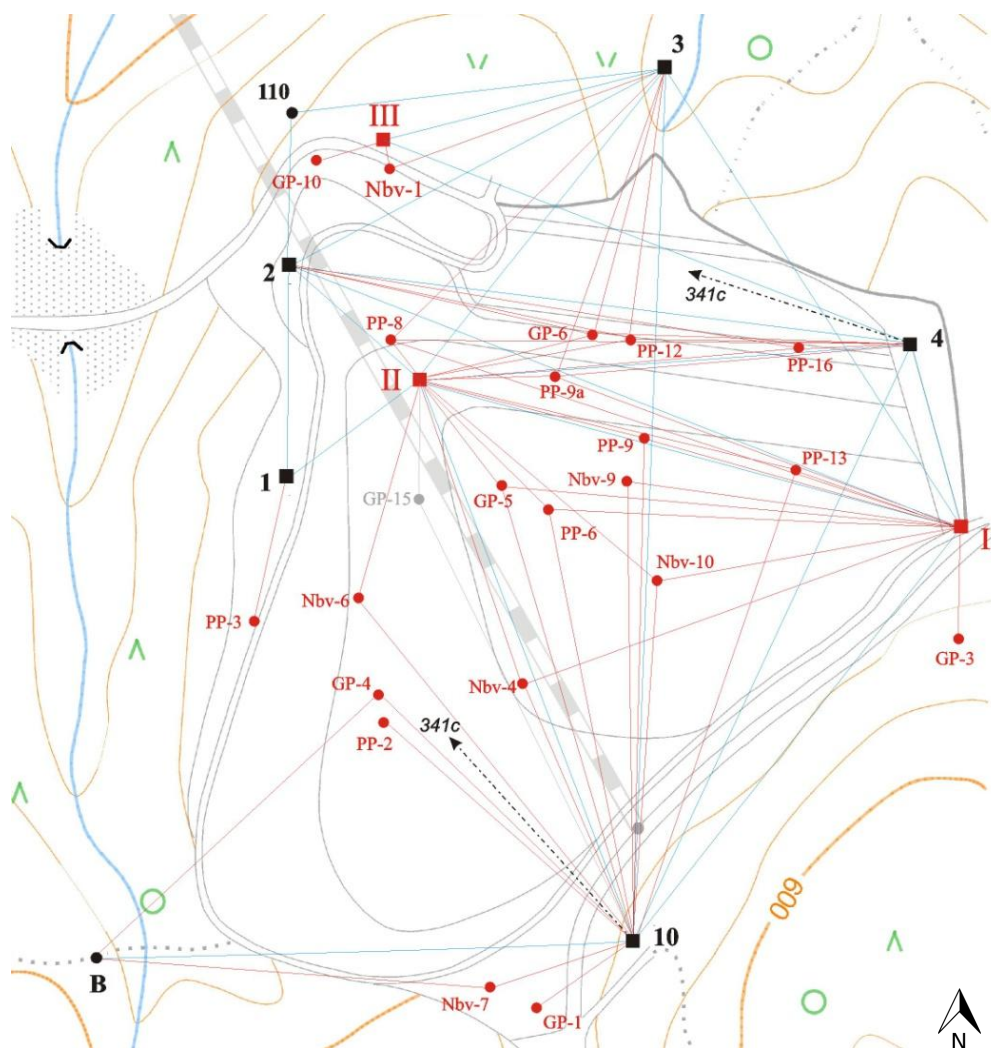
5.3 Mreža Vrtine

Geodetska mreža *Vrtine* je bila vzpostavljena leta 2003 po izgradnji mreže inklinometrov in piezometrov za spremljanje stabilnosti teh vrtin (slika 14). Tudi koordinatni sistem te mreže se je nanašal na dane točke 4 in 10 z orientacijo na točko 341c. To pa niso bile edine skupne točke z mrežo Plaz, saj so bile v mreži tudi opazovalne točke 1, 2, 3, 110 in B. S točkami 1, 2, 3, 4, 10 in 341c se je določevalo položaje kontrolnih reperjev in veznih točk. Točke so bile stabilizirane ob vrtinah (Kogoj et al., 2007).

Skupno se v mreži *Vrtine* nahaja 33 točk.

Preglednica 4: Točke mreže *Vrtine*, 2007

Vrsta točke	Imena točk
Stabilne (dane) točke obstoječe mreže	steber 4, steber 10, 341c
Nestabilne točke	steber 1, steber 2, steber 3, B, 110
Vezne točke	I, II, III
Opazovani reperji ob vrtinah	PP-2, PP-3, PP-6, PP-8, PP-9, PP-9a, PP-12, PP-13, PP-16; GP1, GP3, GP-4, GP-5, GP-6, GP-10, GP-15; Nbv-1, Nbv-4, Nbv-6, Nbv-7, Nbv-9, Nbv-10.

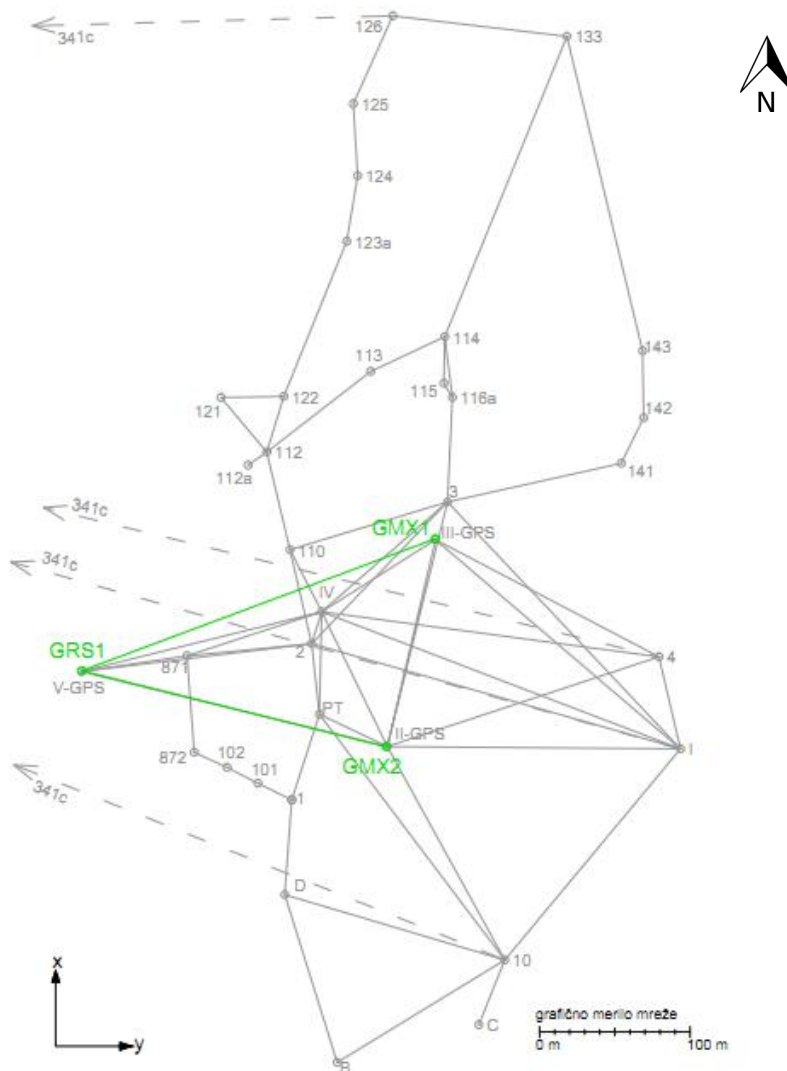


Slika 14: Mreža Vrtine, 2007 (Kogoj et al., 2007).

5.4 Mreža GNSS stacionarnih postaj

Leta 2009 je podjetje *Geoservis d.o.o.* na območje nestabilnosti postavilo samodejni sistem za spremljanje stabilnosti jalovišča Boršt. Sestavljen je iz treh stacionarnih GNSS postaj in nadzorne računalniške postaje. In sicer sta dve postaji (točki GMX1 in GMX2) postavljeni na nestabilnem, referenčna (točka GRS1) pa na domnevno stabilnem območju (slika 15). Postaje stojijo zraven betonskih stebrov, ki služijo klasični izmeri. Tako je GNSS postaja GRS1 postavljena zraven stabilnega stebra V-GPS, GMX1 poleg točke III-GPS, GMX2 pa ob točki II-GPS.

Poudariti pa je potrebno, da je ta postavitve aktualna šele od konca aprila leta 2010. Pred tem sta bili točki GRS1 in GMX1 namreč zamenjani, kar vpliva predvsem na koordinate računane relativno glede na referenčno točko. Ugotovljeno je bilo, da je teren ob referenčni točki slabše stabilnosti, kot okolica opazovane točke GMX1. Zato je bila referenčna točka postavljena na mesto opazovane točke, s čimer se spremeni tudi konfiguracija in izhodišče mreže (Bilban, 2011).



Slika 15: Mreža GNSS stacionarnih točk in njihova lokacija glede na mrežo Plaz, situacija po 25. 3. 2010.

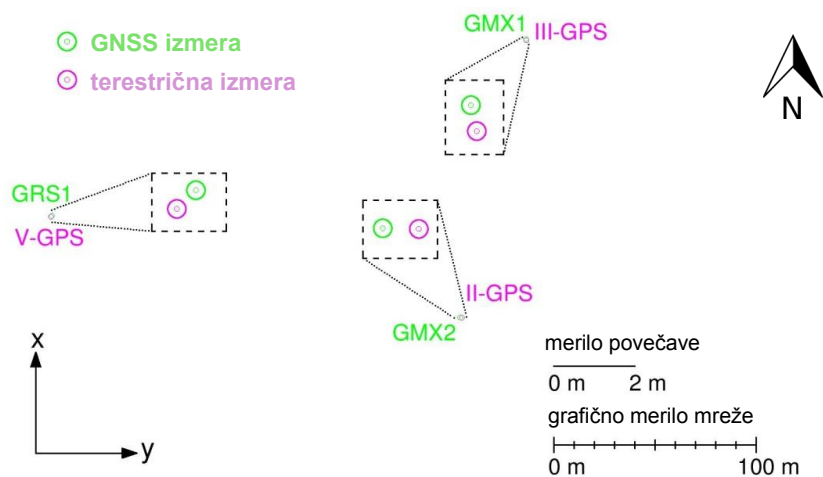


Slika 16: Primer stabilizacije: od leve proti desni točki II-GPS in GMX2 (levo) ter GRS1 in V-GPS (desno).

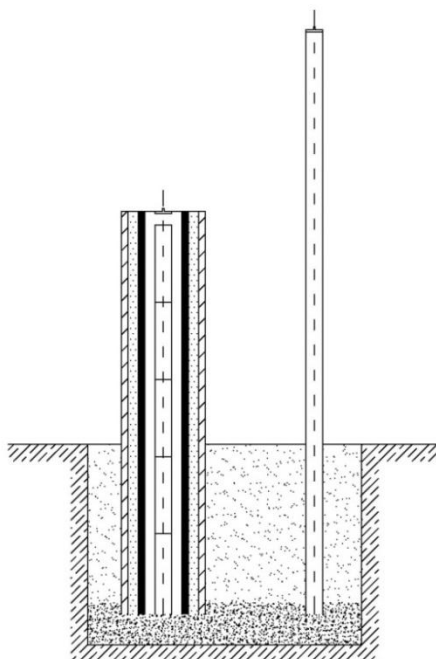
Koordinate točk GNSS izmere so prikazane v dveh različnih koordinatnih sistemih zaradi nastavitve v programski opremi, ki skrbi za zbiranje podatkov in izračun ter prikaz končnih koordinat. Vhodni podatki so namreč v koordinatnem sistemu ETRS89, medtem ko so koordinate v izhodnih datotekah podane v koordinatnem sistemu UTM za 33. cono v kateri leži Slovenija (UTM-33). S koordinatami tega koordinatnega sistema smo kasneje tudi opravili primerjavo in izračun razlik koordinat različnih terminskih izmer.

5.4.1 Stabilizacija točk

Vsi trije sprejemniki so stalno stabilizirani na istih temeljih kot opazovalni stebri točk ob katerih stojijo. Zaradi lažje predstave je položaj točk na sliki 17 prikazan tudi z 20-kratno povečavo.



Slika 17: Medsebojni položaj parov točk GNSS in terestrične izmere, izmera 2011.



Slika 18: Skica stabilizacij parov točk, levo stebri točk terestrične izmere, desno drog GNSS točke.

Stabilizacija parov točk je bila opravljena hkrati za vsak par posebej. Dela so opravili delavci rudnika Žirovski vrh oktobra 2009. Ob tem je bila fizično vzpostavljena tudi povezava z nadzorno računalniško postajo. Stabilizacija je bila izvedena na podoben način kot stabilizacija starejših stebrov iz poglavja 5.2.1, le da je tu na istem temelju postavljen še drog za pritrditev GNSS instrumentov (slike 18-20).



Slika 19: Stabiliziranje para točk III - GPS in GMX1, oktober 2009.



Slika 20: Končna postavitev para točk III-GPS in GMX1, oktober 2009.

6 MERITVE 2011

6.1 Terestrične meritve

Meritve smo opravljali 9. 4. 2011. V relativno dobrih pogojih se je najprej opazovalo smeri in dolžine mreže Navezava, ki sicer vsebuje manj točk, vendar se razteza na dokaj velikem območju (dolžine tudi preko 1500 m). Merjene so bile vse možne povezave v mreži. Medtem, ko je bila za to mrežo 20. ponovitev meritev, pa je bila mreža Plaz tokrat opazovana že štirinštiridesetič. Merili smo z elektronskim tahimetrom *Leica Geosystems TS30 R1000*.

V mreži Plaz je zaradi prej omenjenih ureditev in dokončanja sanacije prišlo do nekaterih sprememb pri določenih opazovanjih glede na opazovanja v prejšnjih letih. Tako se je v mrežo vključilo novo stabilizirane opazovalne točke II-GPS, III-GPS in V-GPS ter točko IV in se realiziralo vse možne povezave do teh stebrov. Na novo se je vključilo mersko povezavo med točkama 110 in 3. Določene povezave so zahtevale postavitve dodatnih veznih točk. Tako se je povezavo med točkama B in 1 zagotovilo z vezno točko D. Ta nadomešča zaradi posega uničeno točko A, s katero je bila prej omogočena povezava. Točki 871 in 141 sta v pomoč pri navezavi poligonskih vlakov, opazovanja pa se opravlja s pomočjo njunih ekscentrov. Točka 116 služi navezavi profila 110 na mrežo točk na odlagališču, povezuje pa tudi točki 114 in 3. Točko 112A obravnavamo kot slepo, saj je bila merjena le iz točke 112 (Kogoj et al., 2011).

Poleg standardnih geodetskih meritev se je med merjenjem izvajalo še meritve trenutne temperature, vlažnosti in zračnega tlaka. Število meritev je bilo odvisno od trajanja meritev na posameznem stojšču, vedno pa so bile meritve opravljene vsaj ob začetku in koncu opazovanj.

Za merjenje temperature in vlažnosti smo uporabili aspiracijski psihrometer, s katerim merimo suho in mokro temperaturo. Podatek o suhi temperaturi privzamemo za dejansko vrednost temperature, medtem ko nam podatek o mokri temperaturi služi za izračun deleža vlage v zraku. Termometer, ki meri mokro temperaturo je namreč ovit v navlaženo krpico. Ta temperatura je nižja, razlika do suhe temperature pa je odvisna od relativne vlažnosti zraka. Bolj kot je zrak suh, hitreje vlaga izhlapeva iz krpice in nižja je temperatura merjena s tem termometrom ter obratno. Tlak smo merili z barometrom, ki pa nam pokaže vsoto vrednosti suhega tlaka in delnega tlaka vodne pare. Merjenje koncentracije vlage v zraku je namreč pomembno zaradi njenega vpliva na optično gostoto zraka.

Poleg tega smo zaradi računanja višinskih razlik z ročnim merskim trakom izmerili tudi višine instrumentov in opazovanih reflektorjev.

6.1.1 Metoda izmere

Meritve vsebujejo tako opazovanja dolžin kot tudi opazovanja smeri. Tako lahko rečemo, da smo meritve opravili v kombinirani triangulacijsko-trilateracijski mreži. Meritve so bile opravljene na avtomatski način. Ker je bila vizura usmerjena v center prizme, smo hkrati merili tri količine; horizontalno smer, zenitno razdaljo in poševno dolžino.

Horizontalne smeri so bile merjene po girusni metodi v sedmih girusih, poševne dolžine pa obojestransko med opazovalnimi točkami oziroma enostransko do določenih kontrolnih točk. S tem smo dobili zadostno število nadštevilnih opazovanj za zadovoljivo natančnost in zanesljivost določitve predvsem horizontalnih položajev točk. Za izračun smo potrebovali še zenitne razdalje, ki so bile prav tako merjene obojestransko med opazovalnimi točkami in enostransko do kontrolnih točk.

6.1.2 Inštrumentarij in dodatna oprema

- Precizni avtomatski elektronski tahimeter *Leica Geosystems TS30 R1000*

Preglednica 5: Osnovni tehnični podatki el. tahimetra Leica Geosystems TS30 R1000 (Kogoj et al., 2011)

Instrument	
Območje delovanja	-20°C do +50°C
Dozna libela	6' / 2 mm
Ločljivost elektronske libele	2"
Teodolit	
Povečava daljnogleda	30 x
Premer objektiva	40 mm
Najkrajša razdalja	1.7 m
Način čitanja na krogih	kodirni način
Standardni odklon – ISO 17123-3: $\sigma_{ISO\ 17123-3}$	0.5"
Razdaljemer	
Nosilno valovanje	0.658 μ m
Merska frekvenca	50 MHz / 3 mm
Referenčni pogoji: n_0, p_0, t_0	1.0002863, 1013.25 hPa, 12°C
Doseg	3.5 km / 1 prizma, 5.4 km / 3 prizme
Standardni odklon $\sigma_{ISO\ 17123-4}$: a[mm]; b[mm]	0.6 mm; 1ppm

- Reflektorji Leica Geosystems

Preglednica 6: Pregled reflektorjev z adicijskimi konstantami uporabljenega instrumenta in reflektorja

Ime reflektorja	Tip reflektorja	Adicijska konstanta reflektor + TS30 R1000 [m]
LP	GPH1P	0.00000
A	GPR121	0.00008
B	GPR121	-0.00022
C	GPR121	0.00077
D	GPR121	0.00011
E	GPR121	-0.00153
F	GPR121	-0.00139

- Trinožni podstavki in nosilci prizem
- Precizni aspiracijski psihrometer (ločljivost 0.1°C)
- Digitalni barometer Paroscientific, model št. 760-16B, št. 70472
- Žepni trak Leica GHM007



Slika 21: Leica Geosystems TS30 R1000 (levo), aspiracijski psihrometer ob stebru in reflektor na stebru (na sredini), digitalni barometer Paroscientific 760-16B (desno).

6.2 GNSS meritve

Globalni navigacijski satelitski sistem (v nadaljevanju GNSS) omogoča navigacijo in določanje položaja s pomočjo sistema satelitov. Sateliti neprekinjeno oddajajo signal v obliki elektromagnetnega valovanja, ki ga sprejemniki sprejememo na želeni lokaciji.

6.2.1 Metoda in tip opazovanj

Metode GNSS opazovanj se v osnovi delijo na absolutne in relativne. V geodetski stroki se uporabljajo predvsem relativne metode, saj absolutne ne dosegajo zadovoljive natančnosti določite položaja. Pri relativnih metodah tako potrebujemo vsaj dva sprejemnika, kjer eden od njih predstavlja referenčno točko glede na katero se določa pozicijo drugega sprejemnika. V primeru, da se eden od sprejemnikov med izmero premika, govorimo o kinematični metodi, nasprotno pa gre za statično metodo izmere.

Sprejemniki sprejeti signal lahko obdelajo na osnovi kodnih ali pa faznih opazovanj. Razdalja med satelitom in sprejemnikom je osnova za določitev položaja sprejemnika in to lahko pridobimo z merjenjem časa med trenutkom oddaje in trenutkom sprejema signala. Pri kodnih opazovanjih se čas potovanja pridobi z avtokorelacijo kode oddane iz satelita in kode generirane v sprejemniku (C/A ali P koda). Psevдорazdalja pridobljena na ta način je obremenjena s pogreški satelitove in sprejemnikove ure in tudi z atmosferskimi vplivi in ne omogoča natančne določite položaja. Za precizne meritve je tako bolj primerna določitev razdalje na podlagi faznih opazovanj, kjer se čas potovanja signala določi na podlagi primerjave dveh faz. Sprejemnik primerja fazo oddano iz satelita s fazo generirano v sprejemniku. Ta tip opazovanj omogoča 1000-krat natančnejša opazovanja od opazovanj C/A kode in stokrat natančnejša opazovanja od P kode, s čimer lahko dosežemo milimetrsko natančnost (Stopar in Pavlovčič, 2001).

V našem primeru torej govorimo o relativni statični izmeri na podlagi faznih opazovanj, saj imamo na odlagališču trajno stabilizirane tri točke na katerih se izvajajo meritve.

6.2.2 Konfiguracija in postavitve opreme



Slika 22: Prostor s kontrolno postajo; levo točki III-GPS in GMX1, v ozadju lopa z nadzorno računalniško postajo, v ospredju in desno merilniki meteoroloških parametrov, 2011.

GRS1 predstavlja referenčno točko in je bila navezana na državno omrežje stalno delujočih GNSS postaj in sicer na postajo v Ilirski Bistrici (ILIB), Radovljici (RADO), Novi Gorici (NOVG) in Ljubljani (GSR1). Opazovanja so bila opravljena v treh serijah po 24 ur. Koordinate opazovanih točk so bile določene s pomočjo lokalne mreže, ki jo tvorijo te tri GNSS točke na samem jalovišču. Za računanje so bila uporabljena dnevna opazovanja treh dni z intervalom 15 sekund, višinskim kotom 15° in samodejno izbiro optimalnih parametrov obdelave. Za izračun in 3D izravnavo so bile uporabljene precizne efemeride IGS (Bilban, 2011).

Poleg prvega izračuna ob vzpostavitvi sistema se je preračun koordinat GNSS točk opravilo še dvakrat, na isti način kot prvič:

- 12. 11. 2009 – Vzpostavitev sistema.
- 25. 03. 2010 – Zamenjava točke GRS1 z GMX1.
- 24. 09. 2011 – Posodobitev programske opreme.

Ob tej priložnosti sta bili preračunani tudi opazovani točki GMX1 in GMX2, relativno na referenčno točko GRS1 in sicer glede na dve seriji 24-urnih opazovanj in z enakimi nastavitvami kot pri izračunu referenčne točke (Bilban, 2011).

Vsi trije sprejemniki so stalno stabilizirani na istih temeljih kot opazovalni stebri točk ob katerih stojijo. Sprejemnik na točki GRS1 je postavljen na domnevno stabilnem terenu. Gre za dvofrekvenčni

(frekvenci L1 in L2) sprejemnik tipa *Leica GMX902 GG*. Ločena antena *Leica AX1202 GG* omogoča sprejemanje signala tako GPS kot tudi GLONASS satelitov. Predstavlja izhodišče za izračun baznih vektorjev do opazovanih točk GMX1 in GMX2. Na omenjenih opazovanih točkah sta postavljena enofrekvenčna (L1) sprejemnika *Leica GMX901*, ki sprejemata signal GPS satelitov. Na vseh točkah so nameščeni tudi senzorji nagiba *Leica Nivel210*, s katerimi se lahko spremlja nagib drogov na katerih so nameščeni sprejemniki. Meritve sprejemnikov in senzorjev nagiba se zbirajo v nadzorni računalniški postaji. Interval meritev sprejemnikov je nastavljen na 5 sekund, višinski kot pa znaša 15°, medtem, ko je interval shranjevanja meritev senzorjev nagiba nastavljen na 10 sekund.

Za nemoteno delovanje skrbi akumulator, priklopljen na 12 V napajalnik, ki je povezan z izvorom električnega toka. Podatki se preko pretvornika protokolov za prenos podatkov (ang. *Serial Media Converter*) pošiljajo do strežniške naprave (ang. *Serial Device Server*), ki omogoča pošiljanje podatkov v lokalno omrežje. Pretvornik se potrebuje zaradi razdalje med sprejemnikom in nadzornim računalnikom. Leicin sprejemnik ima namreč vgrajen priključek za protokol RS 232, ki pa za prenos podatkov do nadzornega računalnika ni primeren, saj je maksimalna razdalja, ki je priporočljiva ob uporabi omenjenega protokola le okoli 15 metrov, tu pa so razdalje precej daljše. RS 232 se tako pretvori v RS 485, ki pa je zmožen prenosa podatkov preko daljših razdalj (Bilban, 2011).

Podobno se podatki prenašajo tudi iz sprejemnikov *Leica GMX901*, ki sta nameščena na nestabilnem terenu. Edino sprejemnik na GMX1 za prenos podatkov ne potrebuje predhodnega pretvarjanja, saj je stacioniran neposredno ob nadzorni računalniški postaji.



Slika 23: Nadzorna računalniška postaja.

Podatki se preko strežnikov pošiljajo po lokalnem omrežju do stikala, ki jih preusmeri do računalnika, kjer se podatki shranjujejo. Računalnik je preko 12 V napajalnika in akumulatorja priključen na električno omrežje, za nemoteno delovanje pa skrbi UPS (ang. *Uninterruptible Power Supply*).

Na tem računalniku sta nameščena programa za upravljanje in zbiranje podatkov celotnega sistema:

- *Spider QC*
- *GNSS Spider*

Oba programa sta produkta podjetja *Leica Geosystems*. *GNSS Spider* skrbi za upravljanje sprejemnikov GNSS in preko njega se sprejemnike konfigurira in nadzoruje. Poleg tega pa skrbi tudi za prenos in shranjevanje podatkov ter izračun baznih vektorjev med referenčno in opazovanimi točkami. Izračun je opravljen na podlagi 24 urnih opazovanj s pet sekundnim intervalom. Rezultati izračunov so shranjeni v izhodnih datotekah programa s končnico *.rtl*, kjer najdemo položajne koordinate opazovanih točk v UTM-33 koordinatnem sistemu in elipsoidno višino za vsak izračun posebej. Posebej se shranjujejo tudi podatki senzorjev nagiba in sicer v datotekah s končnico *.niv* (Priloga D).

Spider QC upravlja s senzorji nagiba in skrbi za grafično in numerično predstavitev tako merskih vrednosti senzorjev nagiba, kot tudi prikaz 3D položajev opazovanih točk. S programom lahko spremljamo tudi trenutno situacijo in sproti opazujemo spremembe koordinat in spremembe nagiba.

6.2.3 Inštrumentarij

Za GNSS meritve je bila uporabljena oprema znamke *Leica*. Z dodatno opremo je bilo poskrbljeno za nemoteno delovanje in prenos podatkov.

- GNSS sprejemniki (preglednica 7)
- Namizni računalnik
- 3x *Leica Nivel210*
- 2x *Serial Media Converter RS232-RS485*
- UPS
- Router
- 3x *Serial Device Server*
- 3x 12 V napajalnik
- 3x akumulator
- Stikalo

Preglednica 7: Lastnosti postavljenih GNSS sprejemnikov

	<i>Leica GMX901</i>	<i>Leica GMX901</i>	<i>Leica GMX902 GG</i>
Točka	GMX1	GMX2	GRS1
Približne koordinate	46°05'12.10072" N 14°10'49.93788" E 582.850 m	46°05'07.61327" N 14°10'48.48392" E 611.296 m	46°05'09.18051" N 14°10'39.05464" E 575.119 m
Višina	0.065 m	0.065 m	0.065 m
Tip antene	GMX901 (integrirana)	GMX901 (integrirana)	Leica AX1202 GG
Satelitski sistemi	GPS	GPS	GPS, GLONASS
Št. kanalov	12 (L1)	12 (L1)	72 (GPS L1/L2, GLONASS L1/L2)
Območje delovanja	-40° C to +65° C	-40° C to +65° C	-40° C to +65° C
Vibriranje	10 Hz - 500 Hz, +/-0.35 mm, 5 g	10 Hz - 500 Hz, +/-0.35 mm, 5 g	10 Hz - 500 Hz, 0.7 mm, 5 g
Poraba energije	1.7 W	1.7 W	1.7 W
Napajalna napetost	12 V	12 V	12 V
Zunanja vhodna moč	5 V - 28 V	5 V - 28 V	10.5 V - 28 V
Izhodni podatki	Leica binarni (LB2) <i>raw</i> podatki	Leica binarni (LB2) <i>raw</i> podatki	Leica binarni (LB2) <i>raw</i> podatki



Slika 24: Sprejemnik GMX902 GG (levo), antena AX1202 GG (desno)

(<http://www.leica-geosystems.com/>, 8. 10. 2011).



Slika 25: Sprejemnik GMX901 (levo), senzor nagiba Nivel 210 (desno)

(<http://www.leica-geosystems.com/>, 8. 10. 2011).

7 IZRAČUN IN OBDELAVA

7.1 Terestrična izmera

Podatke meritev sedmih girusov je bilo potrebno najprej urediti in pripraviti za nadaljnjo uporabo. To smo storili s programom *Liscad*. Izračunali smo sredine girusov za horizontalne smeri, reducirane glede na začetno smer. Pri tem smo predpostavili, da so vse smeri opazovane z enako natančnostjo. Ker smo istočasno merili tudi zenitne razdalje in dolžine, smo izračunali tudi sredine zenitnih razdalj in dolžin iz posameznih girusov. Dolžine so bile merjene v obeh krožnih legah, kar po sedmih girusih zneso 14 dolžin iz stojišča do določene opazovane točke. Končna »merjena« dolžina je aritmetična sredina teh dolžin.

7.1.1 Redukcija dolžin

Merjene dolžine so poševne dolžine in so obremenjene z meteorološkimi in geometrijskimi vplivi, ki jih je potrebno upoštevati. Vrednost, ki jo iščemo, pa je horizontalna dolžina na nivoju ničelne nivojske ploskve oziroma na izbranem nivoju. Večina dolžin je bilo merjenih obojestransko in v tem primeru smo vzeli aritmetično sredino reduciranih dolžin med dvema točkama in tako dobili končno dolžino.

7.1.1.1 Meteorološki popravki

To so popravki dolžine zaradi razlike med dejansko in referenčno atmosfero, pa tudi zaradi napake interpolacije.

Proizvajalec vsakemu inštrumentu glede na namen uporabe poda referenčne pogoje, katerim pripada določena referenčna vrednost lomnega količnika n_0 . Lomni količnik namreč vpliva na hitrost širjenja elektromagnetnega valovanja. Njegova vrednost je odvisna od valovne dolžine valovanja (efektivne valovne dolžine) λ_{Neff} , tlaka p , temperature T in delnega tlaka vodne pare e . Lomni količniki se med potovanjem žarka do svojega cilja vseskozi spreminjajo. Da lahko opravimo izračun, se za določene referenčne pogoje računa grupni lomni količnik n_G glede na vrednost valovne dolžine. Računamo ga z interpolacijsko enačbo po *Cauchyju* (Kogoj, 2005):

$$n_G = \left(A + 3 * \frac{B}{\lambda_{Neff}^2} + 5 * \frac{C}{\lambda_{Neff}^4} \right) * 10^{-6} + 1 \quad (1)$$

kjer so vrednosti A, B in C empirično določene konstante. Vrednosti, ki smo jih uporabili za konstante smo povzeli iz enačbe *Edlen 1966* (Kogoj et al., 2011), ki veljajo za dokaj širok spekter valovnih dolžin.

Preglednica 8: Empirične konstante, Edlen 1966.

Območje	Konstante		
	A	B	C
$0.18 \mu\text{m} < \lambda_{Neff} < 2.10 \mu\text{m}$	287.583	1.6134	0.0144

V času meritev pa merimo dejanske pogoje, ki se seveda razlikujejo od referenčnih in jih upoštevamo v enačbi za izračun dejanskega lomnega količnika n_D , pri čemer tlak podamo v enoti torr.

$$n_D = 1 + \frac{n_G - 1}{1 + \alpha_z t} * \frac{p}{760} - \frac{5,5 * 10^{-8}}{1 + \alpha_z t} * e \quad (2)$$

e delni tlak vodne pare,

$\alpha_z = 1/273.16$... razteznostni koeficient zraka (v °C),

t temperatura suhega termometra,

Za določitev delnega tlaka vodne pare potrebujemo nasičeni tlak vodne pare, ki ga po *Magnus – Tetensu* dobimo z upoštevanjem empirično določenih konstant. Delni tlak dobimo po *Sprungovi* enačbi z upoštevanjem vrednosti opravljenih meteoroloških meritev za vsako stojišče posebej.

Inštrument nam torej prikaže razdaljo D_a , ki se nanaša na referenčni lomni količnik n_0 . Ko imamo znan dejanski lomni količnik, lahko izračunamo prvi popravek hitrosti k_n , ki ga prištejemo merjeni dolžini in tako dobimo iskano dolžino D .

$$D = D_a + k_n = D_a + D_a \left(\frac{n_0 - n_D}{n_D} \right) \quad (3)$$

Prvi popravek hitrosti dobimo preko dejstva, da je optična pot za referenčne in dejanske pogoje enaka.

Drugega popravka hitrosti v našem primeru nismo računali. Ta je namreč opazen šele pri dolžinah daljših od 65 km, ko njegov vpliv pri elektrooptičnih razdaljemernih doseže 1 ppm.

7.1.1.2 Geometrijski popravki

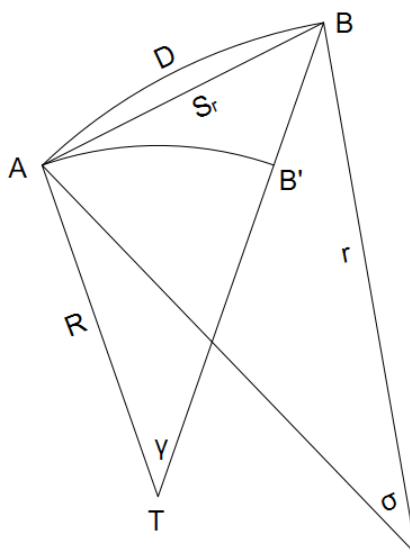
Gre za računanje razlike med prostorsko krivuljo, definirano z refrakcijsko krivuljo, in poševno dolžino na nivoju točk ali dolžino *kamen - kamen*.

Računamo tri popravke:

- Popravek zaradi ukrivljenosti merskega žarka.
- Upoštevanje adicijske konstante.
- Izračun poševne dolžine na izbranem nivoju.

Popravek zaradi ukrivljenosti merskega žarka.

Predpostavimo, da Zemljo obdajajo koncentrični zračni sloji z enako optično gostoto zraka v posameznem sloju. Pri prehodu iz enega v drugi sloj se žarek lomi. Žarek tako nima ravne poti do cilja, temveč tja potuje po prostorski krivulji, ki jo lahko aproksimiramo z lokom na ravnini z radijem r , ki je s svojo konkavno stranjo obrnjena proti Zemlji. Poševna dolžina, ki jo želimo dobiti, predstavlja tetivo dela refrakcijske prostorske krivulje (Kogoj, 2005).



Slika 26: Popravek zaradi ukrivljenosti merskega žarka

Dolžino tetive S_r dobimo z upoštevanjem popravka k_r :

$$k_r = -k^2 \frac{D^3}{24R^2} \quad (4)$$

$$S_r = D + k_r \quad (5)$$

D dolžina reducirana za meteorološke popravke,

R polmer Zemlje (6370000 m),

k koeficient refrakcije, ki za naše kraje in uporabljeni razdaljemer znaša

$$k = 0.13$$

Redukcija zaradi horizontalne ekscentricitete razdaljemera in reflektorja.

Napaka zaradi ekscentricitete je prisotna, ker stojiščni osi inštrumenta in reflektorja ne sovpadata s točko oddaje oziroma sprejema žarka.

Horizontalna ekscentriciteta inštrumenta nastane zaradi geometrične poti svetlobe znotraj naprave ter zaradi zakasnitev elektronskega signala v posameznih delih inštrumenta. Tudi pri reflektorju se srečamo s podobno težavo in sicer zaradi razlike med stojiščno osjo reflektorja in dejansko točko odboja žarka.

Obe ekscentriciteti skupaj predstavlja adicijska konstanta inštrumenta in reflektorja in se jo določi s primerjavo z znano dolžino. Načeloma lahko prihaja do odstopanj tudi pri reflektorjih istega proizvajalca, tako da ima vsak posamezni reflektor v kombinaciji z izbranim inštrumentom svojo vrednost adicijske konstante (preglednica 6).

Dolžino popravimo za adicijsko konstanto k_a tako, da konstanto algebraično prištejemo dolžini v obdelavi.

$$S'_r = S_r + k_a \quad (6)$$

Izračun poševne dolžine na izbranem nivoju.

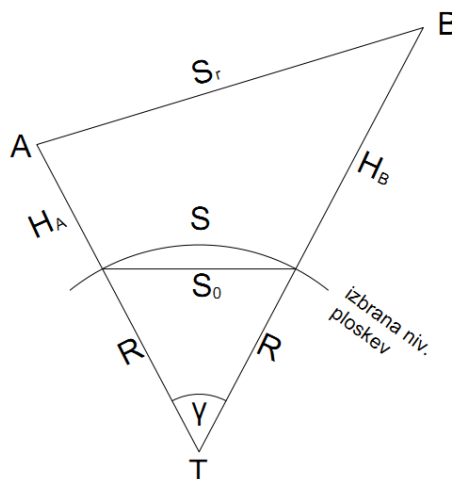
V našem primeru smo računali dolžine kar na nivoju stativov. S tem smo se namreč izognili pogoškemu pri merjenju višin inštrumenta in reflektorjev. Tako se praktično nismo poslužili preračuna na nivo terena, temveč se je te dolžine kar direktno reduciralo na izbrano nivojsko ploskev. V našem

primeru je bil izbran nivo 430 m, kar smo upoštevali v sklopu projekcijskih popravkov (Kogoj et al., 2011).

7.1.1.3 Projekcijski popravki

Dolžine popravljene za projekcijske popravke so v bistvu poševne dolžine na nivoju točk, postavljene na sferni lok na referenčni ploskvi, ki se jih potem prestavi v izbrano projekcijsko ravnino.

Za redukcijo s prostorske tetive S_r na tetivo S_0 na nivoju horizonta smo predhodno izračunali absolutne vrednosti nadmorskih (normalnih ortometričnih) višin krajnih točk H_A in H_B in sicer z metodo trigonometričnega višinomerstva s predhodno višinsko izravnavo. Dolžine smo reducirali na skupno nivojsko ploskev. Izbrali smo nivo 430 m. Zanimajo nas namreč vrednosti merjene v lokalni mreži. Nivo je bil določen glede na nadmorske višine opazovanih točk, ki ne padejo pod to mejo. Tako dobimo bolj realne vrednosti dolžin za vstop v nadaljnjo obdelavo rezultatov.



Slika 27: Redukcija z znanimi nadmorskimi višinami

Redukcija je bila opravljena na direkten način.

$$S_0 = \sqrt{\frac{S_r'^2 - (H_A - H_B + i_A - i_B)^2}{\left(1 + \frac{H_A + i_A}{R}\right) * \left(1 + \frac{H_B + i_B}{R}\right)}} \quad (7)$$

7.1.2 Izračun višinskih razlik

Višine točk obeh mrež smo določili z metodo trigonometričnega višinomerstva. V sklopu meritev smo merili tudi zenitne razdalje, ki poleg poševnih dolžin na nivoju točk predstavljajo osnovo za izračun višin.

Višinske razlike med opazovalnimi točkami so bile izračunane po enačbi za obojestransko merjeno zenitno razdaljo, ostale pa po enačbi za enostransko merjeno zenitno razdaljo. V enačbah smo upoštevali koeficient refrakcije, ki za naše območje znaša 0.13 in radij Zemlje za katerega smo vzeli vrednost 6370000 m.

7.1.3 Izravnava

Po obdelavi podatkov meritev je sledila izravnava višinske in položajne mreže.

7.1.3.1 Višinska izravnava

V višinsko mrežo Plaz so bile vključene vse njene točke. Kot referenčne točke smo izbrali točke 4, 10, 126 in 133, ki že ves čas tudi določajo datum mreže. Smer proti točki 341c je služila za orientacijo. Te točke smo uporabili tudi kot izhodišče za izračun približnih višin. Za izravnavo je najprej potrebno določiti dane, merjene in iskane količine ter definirati funkcijsko povezavo. Izračun višinske izravnave smo opravili s programom *VimWin*.

Izravnava se nato izvede po enačbah posredne izravnave

$$\mathbf{v} + \mathbf{B} * \Delta = \mathbf{f} \quad (8)$$

$$\mathbf{N} = \mathbf{B}^T * \mathbf{P} * \mathbf{B} \quad (9)$$

$$\mathbf{t} = \mathbf{B}^T * \mathbf{P} * \mathbf{f} \quad (10)$$

\mathbf{v} vektor popravkov opazovanj

\mathbf{B} matrika koeficientov enačb popravkov

Δ vektor neznank

f vektor odstopanj oz. prostih členov enačb popravkov

P matrika uteži

Utež "merjene" višinske razlike je v primeru višinske izravnave odvisna od dolžine med točkama. V primeru enostransko merjenih zenitnih razdalj se posamezno utež dobi z obratno vrednostjo kvadrata merjene dolžine, medtem ko za izravnavo meritev z obojestransko merjenimi zenitnimi razdaljami uporabimo obratno vrednost merjene dolžine.

Rešitev funkcionalnega modela posredne izravnave so vektor neznanih količin Δ , vektor popravkov opazovanj \mathbf{v} in vektor izravnanih opazovanj $\hat{\mathbf{I}}$.

$$\Delta = \mathbf{N}^{-1} * \mathbf{t} \quad (11)$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{f} - \mathbf{B} \cdot \Delta \quad (12)$$

$$\hat{\mathbf{I}} = \mathbf{I} + \mathbf{v} \quad (13)$$

Preglednica 9: Vhodni podatki višinske izravnave mreže Plaz

Vhodni podatek	Število točk
Dane točke	4*
Nove točke	31
Število opazovanj	59
Število neznank	31
Število nadštevilnih meritev	28

* Dane točke so 4, 10, 133, 126. Točka 341c je bila obravnavana zgolj kot orientacijska točka.

Podane imamo izračunane približne višinske razlike. Na podlagi teh vrednosti izračunamo približne vrednosti višin, tako da dani višini prištejemo približno višinsko razliko. Zaželeno je, da so približne vrednosti čim bližje dejanskim vrednostim, saj tako lažje odkrijemo morebitne grobe pogoške. Popravki približnih višin sestavljajo vektor \mathbf{v} . Neznanke so v tem primeru popravki približnih višin in so zbrane v vektorju Δ .

Priloga A vsebuje zapisnik višinske izravnave. V prvem delu lahko vidimo uporabljene dane višine in izračunane približne višine točk. Sledijo še podatki potrebni za izravnavo, višinske razlike in reducirane dolžine. Vidimo lahko še ostale vhodne podatke izravnave kot so vrednosti koeficientov a_i

in a_2 , vrednost vektorja odstopanj in uporabljene uteži za vsako opazovanje posebej. Rezultat izravnave so popravljene višinske razlike in nadmorske višine točk.

Srednji pogrešek posameznih višin se giblje okoli milimetra ali manj. Za pridobitev natančnejših vrednosti višin bi namesto trigonometričnega višinomerstva morali uporabiti geometrični nivelman. Toda v našem primeru ni potrebe po natančnejši določitvi vertikalnih premikov, tako da so dobljeni rezultati popolnoma zadovoljivi.

Preglednica 10: Rezultati višinske izravnave

2011					
Ime točke	h [m]	sred. pog. višine [m]	Ime točke	h [m]	sred. pog. višine[m]
1	549.2144	0.0008	124	486.093	0.0010
2	546.2176	0.0006	125	474.9758	0.0008
3	533.4068	0.0007	142	514.5726	0.0011
B	556.3602	0.0009	143	498.4665	0.0012
101	540.7819	0.0009	123A	486.4176	0.0010
102	532.8953	0.0009	141	515.0921	0.0011
872	520.6802	0.0009	PT	555.6903	0.0007
110	530.5907	0.0007	V-GPS	526.9982	0.0009
112	498.3027	0.0009	I	571.1447	0.0006
112A	494.9123	0.0010	II-GPS	563.5951	0.0006
113	502.369	0.0010	IV	543.7786	0.0006
114	509.3738	0.0009	III-GPS	535.7786	0.0007
115	520.3045	0.0009	D	555.8572	0.0008
116A	522.5184	0.0009	C	581.8151	0.0007
121	495.3121	0.0010	871	527.9721	0.0008
122	493.5803	0.0010			

7.1.3.2 Položajna izravnava

Podobno smo postopali tudi v izravnavi položajne mreže. Da smo preverili morebitno prisotnost grobih pogreškov, smo najprej opravili izravnavo proste mreže. V tem primeru nobene točke ne privzamemo kot dane, tako da se vezi nanašajo na fiktivno točko, azimut, dolžino ali zenitno razdaljo. Upoštevati je potrebno, da se težišče mreže po izravnavi ne sme spremeniti, ne sme priti do zasuka mreže in da merilo mreže po izravnavi ostane nespremenjeno (Marjetič in Stopar, 2007).

Zatem smo opravili še izravnavo vklopljene mreže. Za dane točke smo izbrali iste točke kot v višinski izravnavi. Datumske parametre lahko podamo preko danih zunanjih opazovanj. Ne želimo pa spreminjati notranje geometrije mreže. Zato uvedemo pogoje (vezi), ki jih morajo zunanja opazovanja izpolniti, da ne vplivajo na datumske parametre bolj kot je to smiselno. V našem primeru imamo podane koordinate določenih točk v mreži. Sestavimo vezi med neznankami, število veznih enačb pa mora biti enako defektu mreže. Glede na vrsto geodetske mreže potrebujemo določeno število parametrov, ki bodo zagotavljali, da se datum mreže ne spremeni.

V našem primeru gre za 2D triangulacijsko mrežo, saj višinsko mrežo obdelujemo posebej, torej potrebujemo štiri znane datumske parametre. Lego mreže definiramo z določitvijo ene izmed točk kot dane točke, kar pomeni, da položajni koordinati točke po izravnavi ne smeta pridobiti popravka. Elemente zasuka določimo z dano smerjo, ki prav tako po izravnavi ne sme pridobiti popravka. Merilo zagotovimo z dano dolžino med dvema točkama. Lahko uporabimo tudi štiri znane koordinate nekolinearnih točk.

Na podlagi vseh predhodnih izračunov posameznih količin so bile z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov določene tudi končne koordinate vseh točk. Izravnavo smo opravili s programom *Gem4* in sicer je šlo za skupno posredno izravnavo dolžin in kotov. Lahko predpostavimo, da so bile meritve obeh mrež na vseh stojiščih opravljene z isto natančnostjo. V tem primeru vsem opazovanjem posamezne grupe kotnih meritev priredimo enake uteži, edino obojestransko merjenim dolžinam dodelimo dvakrat večjo utež. Vse natančnosti posameznih opazovanj smo določili z a-posteriori metodo ocene uteži po *Ebnerju*.

Vektor popravkov \mathbf{v} vsebuje popravke vhodnih vrednosti smeri in dolžin. Za izravnavo potrebujemo še približne vrednosti koordinat. Neznanke predstavljajo popravki y in x koordinate posamezne točke.

Preglednica 11: Vhodni podatki položajne izravnave mreže Plaz

Vhodni podatek	Mreža plaz
Dane točke	4*
Nove točke	31
Število opazovanj	179 (117 smeri + 62 dolžin)
Število neznank	92 neznank (2x31 koordinat + 30 orientacijskih neznank)
Število nadštevilnih meritev	87

* Dane točke so 4, 10, 133, 126. Točka 341c je bila obravnavana kot orientacijska točka.

Izravnavamo po znanih enačbah za posredno izravnavo po metodi najmanjših kvadratov (enačbe 8, 9, 10, 12, 13). Uvedemo datumsko matriko \mathbf{H}^T , za katero velja

$$\mathbf{H}^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & \dots & 0 & 1 \\ -y_1^0 & x_1^0 & -y_2^0 & x_2^0 & \dots & y_m^0 & x_m^0 \\ x_1^0 & x_1^0 & x_2^0 & y_2^0 & \dots & x_m^0 & y_m^0 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{H}^T * \mathbf{\Delta} = 0. \quad (14)$$

Vektor popravkov neznank se glasi

$$\mathbf{\Delta} = (\mathbf{N} + \mathbf{H} * \mathbf{H}^T)^{-1} * \mathbf{B}^T * \mathbf{P} * \mathbf{f} \quad (15)$$

Referenčno varianco a-posteriori izračunamo z enačbo

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\mathbf{v}^T * \mathbf{P} * \mathbf{v}}{n - n_0 + n_h} \quad (16)$$

$\hat{\sigma}_0^2$ referenčna varianca a-posteriori

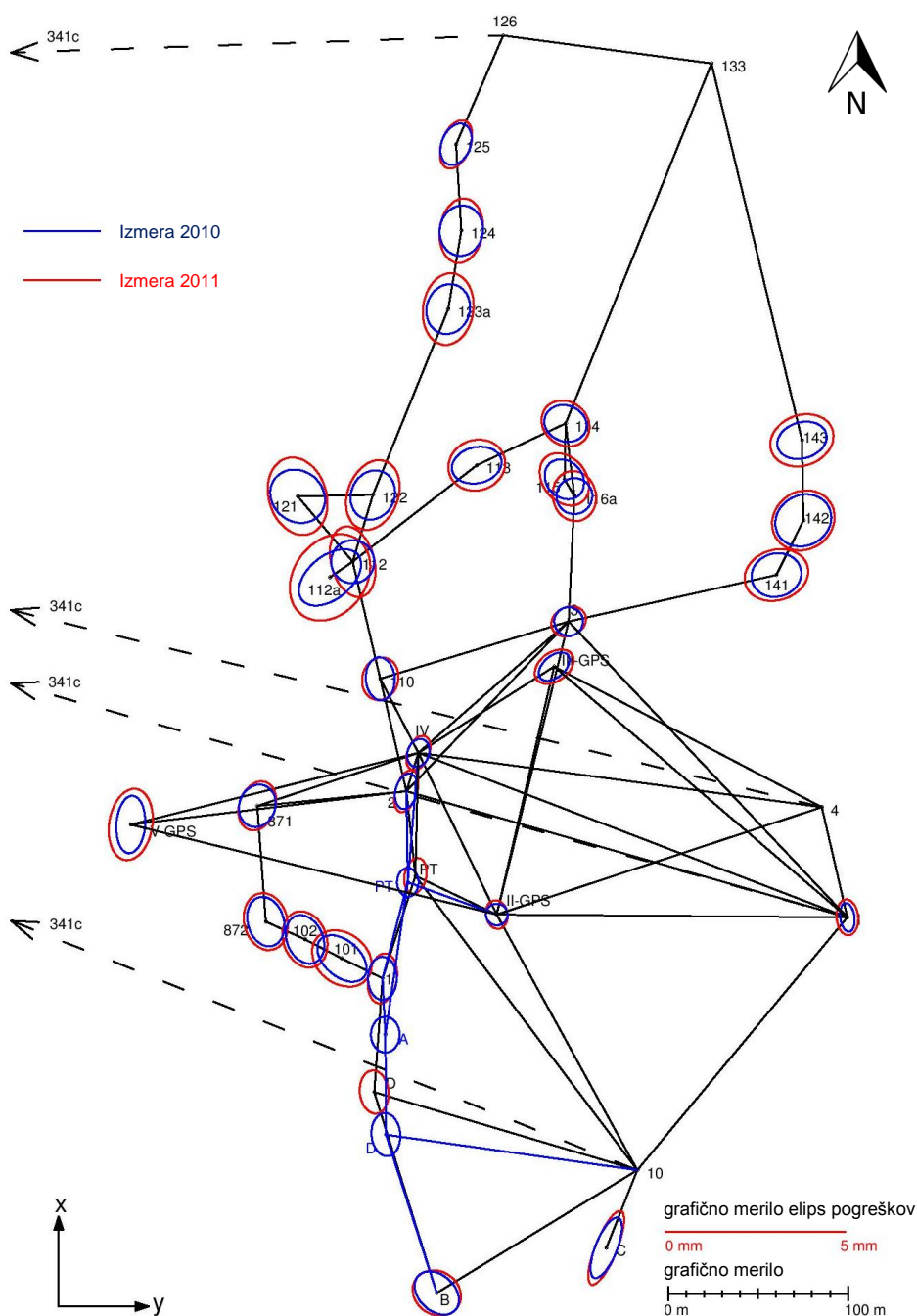
n število opazovanj

n_0 število potrebnih opazovanj

n_h število nedoločenih datumskih parametrov

V prilogi B najdemo detajlne podatke izračuna in izravnave koordinat zadnje izmere leta 2011. Prav tako lahko vidimo vsa opazovanja smeri in dolžin in njihove popravke. Končni rezultat so izravnane koordinate s podatki o natančnosti, kot jih lahko vidimo v preglednici 13; σ_y in σ_x predstavljata standardni odklon po y oziroma x osi, σ_p pa standardni odklon položaja. V zadnjih treh stolpcih so predstavljene še vrednosti elementov elips pogreškov.

Slika 24 prikazuje položajno natančnost posamezne točke in primerjavo zadnje izmere s predhodno. Kot lahko razberemo tudi iz preglednice 12, so zadnje meritve slabše natančnosti. Pričakovano imajo najboljšo položajno natančnost točke znotraj mreže, ki imajo največ povezav z drugimi točkami mreže in so opazovane iz različnih smeri.



Slika 28: Elipse pogreškov posameznih točk v mreži Plaz, izmere 2010 in 2011.

Preglednica 12: Standardni odkloni rezultatov mreže Plaz zadnjih treh izmer.

Leto izmere	σ_s [mm]	σ_a ["]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]
2009	0.56	1.61	3.0
2010	0.87	1.24	1.8
2011	1.10	1.30	3.4

Preglednica 13: Rezultati izravnave (koordinate in natančnost).

Ime točke	2011							
	y [m]	x [m]	σ_y [m]	σ_x [m]	σ_p [m]	a [m]	b [m]	θ [°]
1	6903.2316	4877.5571	0.0004	0.0006	0.0008	0.0007	0.0004	9
2	6916.5247	4981.4225	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	17
3	7006.6884	5075.594	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0004	65
B	6933.4297	4702.9493	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	124
101	6880.7314	4888.6081	0.0008	0.0008	0.0011	0.0009	0.0007	128
102	6860.2279	4899.1612	0.0006	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	160
872	6838.4216	4909.0737	0.0006	0.0008	0.0010	0.0008	0.0006	166
110	6902.0145	5043.8228	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0005	16
112	6886.6982	5108.7692	0.0007	0.0010	0.0012	0.0010	0.0006	165
112A	6874.1039	5100.0806	0.0011	0.0012	0.0017	0.0013	0.0010	37
113	6955.6501	5162.3749	0.0008	0.0008	0.0011	0.0008	0.0007	72
114	7004.9751	5185.5245	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	126
115	7004.3379	5154.5316	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	141
116A	7009.8951	5145.2087	0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0006	167
121	6856.1187	5145.1149	0.0009	0.0011	0.0014	0.0011	0.0008	163
122	6897.9014	5145.8121	0.0007	0.0010	0.0012	0.0010	0.0007	179
124	6947.0525	5292.5139	0.0006	0.0009	0.0011	0.0009	0.0006	8
125	6944.1369	5340.3807	0.0005	0.0007	0.0008	0.0007	0.0004	21
142	7137.1028	5131.7042	0.0009	0.0008	0.0012	0.0009	0.0008	56
143	7136.3574	5176.1673	0.0008	0.0007	0.0011	0.0009	0.0007	70
123A	6939.7799	5248.9877	0.0007	0.0010	0.0012	0.0010	0.0007	8
141	7122.1407	5101.4089	0.0009	0.0007	0.0011	0.0009	0.0007	73
PT	6921.5599	4934.4878	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	11
V-GPS	6763.3659	4962.9305	0.0006	0.0010	0.0011	0.0010	0.0006	9
I	7161.5858	4911.4136	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	175
II-GPS	6966.7649	4912.9753	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	169
IV	6923.1748	5002.6658	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	23
III-GPS	6998.6971	5050.5622	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	54
D	6898.6429	4814.4764	0.0004	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	174
C	7027.594	4728.0043	0.0005	0.0010	0.0011	0.0011	0.0003	22
871	6833.6986	4973.2956	0.0005	0.0007	0.0009	0.0007	0.0005	20

7.2 GNSS izmera

Fazna opazovanja temeljijo na primerjavi faz nosilnega valovanja oddanega iz satelita s fazo identičnega valovanja generiranega v sprejemniku. Tako lahko zaradi spremembe razdalje med satelitom in sprejemnikom zaznamo spremembo faze (Stopar & Pavlovčič, 2001). Da lahko določimo razdaljo med satelitom in sprejemnikom za določen trenutek, potrebujemo vrednost valovne dolžine λ , število celih valov N , vrednost faze sprejetega valovanja φ^j in vrednost faze generirane v sprejemniku φ_A . Upoštevati pa je potrebno, da je vrednost razdalje v trenutku oddaje signala obremenjena s pogreškoma satelitove in sprejemnikove ure (dt^j in dt_A) ter z vplivi ionosfere I_A^j , troposfere T_A^j in okolice sprejemnika ε_A .

Enačba faznih opazovanj se glasi:

$$\Phi_A^j(t) = \frac{1}{\lambda} * \rho_A^j(t) + N_A^j(1) + f dt^j - f dt_A + I_A^j + \frac{1}{\lambda} T_A^j + \varepsilon_A \quad (17)$$

f frekvenca valovanja

$\rho_A^j(t)$ geometrijska razdalja sprejemnik – satelit

Med vhodne podatke sodijo tudi podatki o položaju satelita. Koordinate satelita pridobimo z efemeridami satelita. V našem primeru se uporablja oddane (ang. *broadcast*) efemeride za izračun koordinat v danem trenutku oziroma IGU (najhitrejše) precizne efemeride za izračun koordinat po 24-urnem zbiranju podatkov. Zaradi tega se natančnejših efemerid ne uporablja, saj so na voljo šele po daljšem času. V primeru preciznih efemerid datoteka s podatki vsebuje že izračunane koordinate položaja satelita, saj so podatki posredovani iz centralnega biroja službe IGS. Oddane efemeride so sprejete direktno iz satelita in vsebujejo podatke za izračun koordinat. Te predstavljajo Keplerjevi elementi in njihove spremembe v času. Z njimi namreč lahko matematično določimo del tirnice satelita in posredno njegov položaj. V datotekah pa so lahko že izračunani položaji satelitov.

Če želimo določiti koordinate z geodetsko natančnostjo, moramo eliminirati vplive, ki kvarijo natančnost določitve razdalje med satelitom in sprejemnikom. To lahko storimo s tvorjenjem faznih razlik opazovanj in z linearno kombinacijo opazovanj.

- Enojne fazne razlike: Da pridemo do enojne fazne razlike, potrebujemo dva sprejemnika, ki sprejemata signal iz istega satelita. Z razliko opazovanih faz valovanja se eliminira pogrešek satelitove ure.

- Dvojne fazne razlike: Tu potrebujemo dva sprejemnika, ki sprejmeta signala dveh satelitov, ki sta signal oddala v nekem trenutku. Gre za razliko dveh enojnih faznih razlik, kjer se eliminira pogrešek sprejemnikove ure.
- Trojne fazne razlike: Razlika dvojnih faznih razlik. Vsaka dvojna fazna razlika se nanaša na svoj trenutek. V primeru, da povezava ni bila prekinjena, tako lahko eliminiramo neznano število celih valov (v nadaljevanju NŠCV).

Za meritve visoke natančnosti se uporablja dvojne fazne razlike, medtem ko s trojnimi faznimi razlikami lahko pridobimo približne vrednosti komponent baznega vektorja med referenčno točko z znanimi koordinatami in opazovano točko (Stopar in Pavlovčič, 2001). Te potem lahko uporabimo za natančnejši izračun z dvojnimi faznimi razlikami.

Z linearno kombinacijo opazovanj prav tako lahko eliminiramo določene vplive. Poznamo linearne kombinacije označene kot L3, L4 in L5.

- L3: eliminira vpliv ionosfere.
- L4: eliminira vpliv sprejemnikove ure in vpliv geometrijskih pogreškov tirnice.
- L5: primerna za določitev NŠCV pri daljših baznih vektorjih.

Najmanjše število opazovanj za izravnavo predstavljajo fazana opazovanja vsaj štirih satelitov v vsaj dveh trenutkih opazovanj. Zaradi velikega števila nadštevilnih opazovanj zaradi večjega števila satelitov in opazovanj v več trenutkih je potrebno opraviti izravnavo. To izvedemo po posredni izravnavi. Predpostavljamo, da ima ena točka znane koordinate; A ($\Delta x_A = \Delta y_A = \Delta z_A = 0$).

Vendar pa z izravnavo še ne dobimo rešitve problema. V vektorju neznank se namreč nahaja vrednost NŠCV, ki je določena kot realno število v resnici pa gre za število množice naravnih števil (iščemo »fixed« rešitev). Po določitvi pravega števila NŠCV izravnavo opravimo ponovno in tako izboljšamo natančnost določitve baznega vektorja do opazovane točke. Na zanesljivost rešitve vpliva dolžina baznega vektorja, geometrija razporejenosti satelitov glede na sprejemnik, trajanje opazovanj in velikost raznih vplivov na opazovanja. Za določitev se uporablja določene algoritme, od katerih je tudi odvisna natančnost določitve NŠCV. V našem primeru se je uporabilo algoritme, ki temeljijo na LAMBDA postopku določitve NŠCV (Bilban, 2011).

Natančnost določitve koordinat točk je bila v našem primeru določena s tako imenovano kakovostjo koordinat (*Coordinate Quality*, v nadaljevanju CQ). Program *GNSS Spider* nam jo izračuna za fazne »fixed« rešitve. CQ je odvisna od števila opazovanj, geometrije satelitov in atmosferskih pogojev (Leica GNSS Spider, navodila za uporabo).

Vrednost CQ pri določitvi koordinat referenčne točke je 0.005 m, glede na podatke preračun programa *Leica Geo Office*. Referenčna točka je bila preračunana trikrat in vsakič na enak način, tako da so položajne koordinate povsem primerljive. Ob teh preračunih sta bili na novo preračunani tudi ostali dve točki, seveda relativno na referenčno točko (Bilban, 2011). Glede na krajšo sekvenco opazovanj in začetno vrednost CQ referenčne točke, lahko rečemo, da natančnost točk GMX1 in GMX2 ne presega natančnosti določitve položaja referenčne točke, prav tako lahko to domnevamo tudi za vse nadaljnje dnevne preračune teh dveh točk.

Zadnji preračun koordinat je bil opravljen za opazovanja iz dni 22.-24. 9. 2011. Koordinate točk so podane v preglednici 14 v geografskem koordinatnem sistemu. Zaradi minimalnih razlik se referenčnih koordinat v programu ni spreminjalo.

Preglednica 14: Koordinate GNSS točk zadnjega preračuna, CQ = 0.005 m

<i>Točka</i>	λ	φ	<i>h [m]</i>
GRS1	46° 05' 09.18040" N	14° 10' 39.05469" E	575.143
GMX1	46° 05' 07.61581" N	14° 10' 48.48278" E	611.246
GMX2	46° 05' 12.10336" N	14° 10' 49.93736" E	582.859

Opazovanja senzorjev nagiba se ne upoštevajo neposredno pri izračunu položaja točk. Ti senzori so namenjeni predvsem za kontrolo nagiba stebrov, na katerih so pritrjene postaje. Se pa opazovanja vseskozi shranjujejo in se jih z ustrežno programsko opremo lahko uporabi, v kolikor bi bilo to potrebno. Nagibi se v času izmer gibajo v območju miliradiana. Zaradi različnih zunanjih vplivov pa se v roku enega dneva vrednosti lahko zelo spremenijo, tudi podvojijo. Rezultati meritev se tudi zaradi tega shranjujejo na vsakih 10 sekund. V kolikor se ozremo na natančnost določitve koordinat, ki znaša 5 mm, vidimo, da vpliv nagibov v času izmer nima bistvenega pomena za določitev koordinat GNSS točk. Primeri rezultatov izmer senzorjev nagiba so podani v prilogi D.



Slika 29: Orientacija senzorjev nagiba (Bilban, 2011).

8 DOLOČITEV VREDNOSTI PREMİKOV NA IZBRANIH TOČKAH

Za definiranje vrednosti premikov smo vzeli podatke zadnjih treh izmer iz let 2009, 2010 in 2011. Primerjavo smo naredili med rezultati terestrične izmere in tudi med rezultati GNSS izmere, glede na razpoložljive podatke.

8.1 Terestrična izmera

Spodnji preglednici nam prikazujeta primerjavo izmer iz let 2009, 2010 in 2011. Leta 2009 so se delala še zadnja sanacijska dela in naslednje leto so bile že vzpostavljene vse točke, ki smo jih opazovali tudi v zadnji izmeri. Točke PT, 871, 123A in D so izpuščene, saj te točke niso stabilizirane in tako neprimerne za primerjavo. V preglednicah so zajete le točke, ki so bile v zadnjih treh izmerah opazovane vsaj dvakrat, kar nam seveda omogoča primerjavo.

Preglednica 15: Vrednosti koordinat točk zadnjih treh izmer

	2009		2010		2011	
	y	x	y	x	y	x
1	6903.3432	4877.3183	6903.2756	4877.4614	6903.2316	4877.5571
2	6916.5745	4981.2052	6916.5439	4981.3341	6916.5247	4981.4225
3	7006.6817	5075.4093	7006.685	5075.5192	7006.6884	5075.594
B	6933.4325	4702.9439	6933.4332	4702.9426	6933.4297	4702.9493
101	6880.8304	4888.3672	6880.7708	4888.5113	6880.7314	4888.6081
102	6860.3515	4898.9214	6860.2794	4899.0652	6860.2279	4899.1612
872	6838.5083	4909.0797	6838.4583	4909.0686	6838.4216	4909.0737
110	6902.0955	5043.5933	6902.0471	5043.7288	6902.0145	5043.8228
112	6886.8236	5108.5942	6886.7442	5108.7032	6886.6982	5108.7692
112A	6874.1925	5099.9144	6874.1365	5100.0162	6874.1039	5100.0806
113	6955.8348	5162.2228	6955.7301	5162.3095	6955.6501	5162.3749
114	7004.9785	5185.3972	7004.9758	5185.4719	7004.9751	5185.5245
115	7004.3936	5154.2862	7004.3685	5154.4166	7004.3379	5154.5316
116A			7009.9031	5145.1123	7009.8951	5145.2087
121	6856.1148	5145.116	6856.1162	5145.1142	6856.1187	5145.1149
122	6898.001	5145.6505	6897.9402	5145.7467	6897.9014	5145.8121
124	6947.053	5292.5115	6947.0547	5292.5123	6947.0525	5292.5139
125	6944.1364	5340.3815	6944.1386	5340.3802	6944.1369	5340.3807
142	7137.0979	5131.7023	7137.0995	5131.7033	7137.1028	5131.7042
143	7136.3534	5176.1636	7136.3392	5176.1616	7136.3574	5176.1673
141			7122.1359	5101.3943	7122.1407	5101.4089
V-GPS			6763.3683	4962.9206	6763.3659	4962.9305
I			7161.5922	4911.4061	7161.5858	4911.4136
II-GPS			6966.7851	4912.8998	6966.7649	4912.9753
IV			6923.1935	5002.5761	6923.1748	5002.6658
III-GPS			6998.7022	5050.4868	6998.6971	5050.5622
C			7027.5964	4728.0042	7027.594	4728.0043

Natančnosti določitev posameznih koordinat so za zadnjo izmero podane v preglednici 13, za izmeri 2009 in 2010 pa v prilogi E.

Preglednica 16: Koordinatne razlike točk zadnjih treh izmer iz let 2009, 2010 in 2011

	razlika 09-10		razlika 09-11		razlika 10-11	
	Δy [m]	Δx [m]	Δy [m]	Δx [m]	Δy [m]	Δx [m]
1	-0.0676	0.1431	-0.1116	0.2388	-0.044	0.0957
2	-0.0306	0.1289	-0.0498	0.2173	-0.0192	0.0884
3	0.0033	0.1099	0.0067	0.1847	0.0034	0.0748
B	0.0007	-0.0013	-0.0028	0.0054	-0.0035	0.0067
101	-0.0596	0.1441	-0.0990	0.2409	-0.0394	0.0968
102	-0.0721	0.1438	-0.1236	0.2398	-0.0515	0.0960
872	-0.0500	-0.0111	-0.0867	-0.0060	-0.0367	0.0051
110	-0.0484	0.1355	-0.0810	0.2295	-0.0326	0.0940
112	-0.0794	0.1090	-0.1254	0.1750	-0.0460	0.0660
112A	-0.0560	0.1018	-0.0886	0.1662	-0.0326	0.0644
113	-0.1047	0.0867	-0.1847	0.1521	-0.0800	0.0654
114	-0.0027	0.0747	-0.0034	0.1273	-0.0007	0.0526
115	-0.0251	0.1304	-0.0557	0.2454	-0.0306	0.115
116A					-0.0080	0.0964
121	0.0014	-0.0018	0.0039	-0.0011	0.0025	0.0007
122	-0.0608	0.0962	-0.0996	0.1616	-0.0388	0.0654
124	0.0017	0.0008	-0.0005	0.0024	-0.0022	0.0016
125	0.0022	-0.0013	0.0005	-0.0008	-0.0017	0.0005
142	0.0016	0.0010	0.0049	0.0019	0.0033	0.0009
143	-0.0142	-0.0020	0.0040	0.0037	0.0182	0.0057
141					0.0048	0.0146
V-GPS					-0.0024	0.0099
I					-0.0064	0.0075
II-GPS					-0.0202	0.0755
IV					-0.0187	0.0897
III-GPS					-0.0051	0.0754
C					-0.0024	0.0004

Preglednica 17: Primerjava višin zadnjih treh izmer.

	2009	2010	2011			
	<i>h</i> [m]	<i>h</i> [m]	<i>h</i> [m]	razlika 09-10	razlika 09-11	razlika 10-11
1	549.2172	549.1894	549.2144	-0.0278	-0.0028	0.025
2	546.2702	546.2363	546.2176	-0.0339	-0.0526	-0.0187
3	533.4231	533.4097	533.4068	-0.0134	-0.0163	-0.0029
B	556.3558	556.3511	556.3602	-0.0047	0.0044	0.0091
101	540.8887	540.7746	540.7819	-0.1141	-0.1068	0.0073
102	532.8956	532.8939	532.8953	-0.0017	-0.0003	0.0014
872	520.617	520.6511	520.6802	0.0341	0.0632	0.0291
110	530.567	530.5813	530.5907	0.0143	0.0237	0.0094
112	498.3161	498.307	498.3027	-0.0091	-0.0134	-0.0043
112A	494.9077	494.9112	494.9123	0.0035	0.0046	0.0011
113	502.3621	502.3643	502.369	0.0022	0.0069	0.0047
114	509.3546	509.3647	509.3738	0.0101	0.0192	0.0091
115	520.3064	520.3075	520.3045	0.0011	-0.0019	-0.003
116A		522.5155	522.5184			0.0029
121	495.3126	495.3161	495.3121	0.0035	-0.0005	-0.004
122	493.601	493.5898	493.5803	-0.0112	-0.0207	-0.0095
124	486.0936	486.0946	486.093	0.001	-0.0006	-0.0016
125	474.9761	474.9783	474.9758	0.0022	-0.0003	-0.0025
142	514.5682	514.5711	514.5726	0.0029	0.0044	0.0015
143	498.4656	498.4681	498.4665	0.0025	0.0009	-0.0016
141		515.0885	515.0921			0.0036
V-GPS		526.9959	526.9982			0.0023
I		571.1426	571.1447			0.0021
II-GPS		563.6486	563.5951			-0.0535
IV		543.7924	543.7786			-0.0138
III-GPS		535.1054	535.7786			0.6732
C		581.8151	581.8151			0.0000

Preglednica 18: Statistična analiza premikov med izmerama 2010 in 2011.

<i>Točka</i>	<i>dy</i> [m]	<i>dx</i> [m]	<i>Sm. Kot</i> [°]	<i>Premik</i> [m]	<i>M_{premik}</i> [m]	<i>T</i>	<i>T_{krit}</i>	<i>α_{dej}</i>	<i>3*M</i>
4	0	0	0	0					
10	0	0	0	0					
126	0	0	0	0					
133	0	0	0	0					
1	-0.0440	0.0957	335	0.1053	0.0008	*****	22.552	0.00	da
2	-0.0192	0.0884	348	0.0905	0.0007	*****	22.562	0.00	da
3	0.0034	0.0748	3	0.0749	0.0006	*****	23.274	0.00	da
B	-0.0035	0.0067	332	0.0076	0.0009	80.416	22.928	0.00	da
101	-0.0394	0.0968	338	0.1045	0.0011	918.266	22.776	0.00	da
102	-0.0515	0.0960	332	0.1089	0.0010	*****	23.254	0.00	da
872	-0.0366	0.0052	278	0.0370	0.0008	442.724	22.911	0.00	da
110	-0.0325	0.0940	341	0.0995	0.0008	*****	23.183	0.00	da
112	-0.0460	0.0660	325	0.0804	0.0012	698.557	22.891	0.00	da
112A	-0.0325	0.0644	333	0.0721	0.0012	579.554	22.686	0.00	da
113	-0.0800	0.0654	309	0.1033	0.0010	*****	23.411	0.00	da
114	-0.0007	0.0526	359	0.0526	0.0008	663.724	23.374	0.00	da
115	-0.0305	0.1150	345	0.1190	0.0010	*****	23.254	0.00	da
121	0.0025	0.0006	77	0.0026	0.0011	22.743	23.266	6.40	ne
122	-0.0387	0.0654	329	0.0760	0.0011	670.657	23.141	0.00	da
124	-0.0022	0.0016	306	0.0027	0.0009	29.315	23.183	1.10	ne
125	-0.0017	0.0005	286	0.0018	0.0006	30.722	22.402	0.30	da
142	0.0033	0.0009	75	0.0034	0.0012	28.794	23.401	1.40	ne
143	0.0182	0.0056	73	0.0190	0.0011	169.307	23.159	0.00	da
I	-0.0064	0.0075	320	0.0099	0.0006	174.954	21.827	0.00	da
116A	-0.0080	0.0964	355	0.0967	0.0009	*****	23.461	0.00	da
141	0.0048	0.0146	18	0.0154	0.0010	153.639	23.324	0.00	da
V-GPS	0.0013	0.0100	7	0.0101	0.0013	80.614	22.053	0.00	da
II-GPS	-0.0202	0.0755	345	0.0782	0.0005	*****	23.287	0.00	da
IV	-0.0186	0.0897	348	0.0916	0.0006	*****	22.610	0.00	da
III-GPS	-0.0051	0.0753	356	0.0755	0.0006	*****	22.903	0.00	da
C	-0.0024	0.0000	270	0.0024	0.0007	35.613	19.850	0.00	da

Preglednica 19: Primerjava premikov dveh izmer.

Točka	2010			2011		
	Sm. kot [°]	Premik [m]	M_{premik} [m]	Sm. kot [°]	Premik [m]	M_{premik} [m]
4	0	0.0000		0	0.0000	
10	0	0.0000		0	0.0000	
126	0	0.0000		0	0.0000	
133	0	0.0000		0	0.0000	
1	335	0.1582	0.0007	335.	0.1053	0.0008
2	347	0.1325	0.0006	348.	0.0905	0.0007
3	2	0.1099	0.0005	3.	0.0749	0.0006
B	152	0.0015	0.0008	332.	0.0076	0.0009
101	338	0.1559	0.0009	338.	0.1045	0.0011
102	333	0.1609	0.0008	332.	0.1089	0.0010
872	257	0.0514	0.0007	278.	0.0370	0.0008
110	340	0.1440	0.0007	341.	0.0995	0.0008
112	324	0.1349	0.0008	325.	0.0804	0.0012
112A	331	0.1162	0.0009	333.	0.0721	0.0012
113	310	0.1359	0.0008	309.	0.1033	0.0010
114	358	0.0747	0.0006	359.	0.0526	0.0008
115	349	0.1329	0.0008	345.	0.1190	0.0010
121	141	0.0022	0.0010	77.	0.0026	0.0011
122	328	0.1138	0.0008	329.	0.0760	0.0011
124	66	0.0020	0.0009	306.	0.0027	0.0009
125	121	0.0026	0.0006	286.	0.0018	0.0006
142	57	0.0020	0.0010	75.	0.0034	0.0012
143	262	0.0142	0.0010	73.	0.0190	0.0011

Trditev o premikanju točke moramo objektivno ovrednotiti s statističnim testom, s katerim ugotovimo ali je premik tudi statistično značilen.

Izračun smo opravili s programom *Premik 2.0*. Program primerja koordinate in pa matrike kofaktorjev iz različnih časovnih terminov, ki smo jih pridobili s položajno izravnavo koordinat. Rezultati neposredne primerjave so spremembe koordinat, kakršne smo podali v preglednici 16. Rezultat so tudi izračunane vrednosti vektorjev potencialnih premikov in pripadajoči smerni kot ter standardne deviacije premikov. Da potrdimo oziroma ovržemo trditev o premikanju točke, moramo poznati

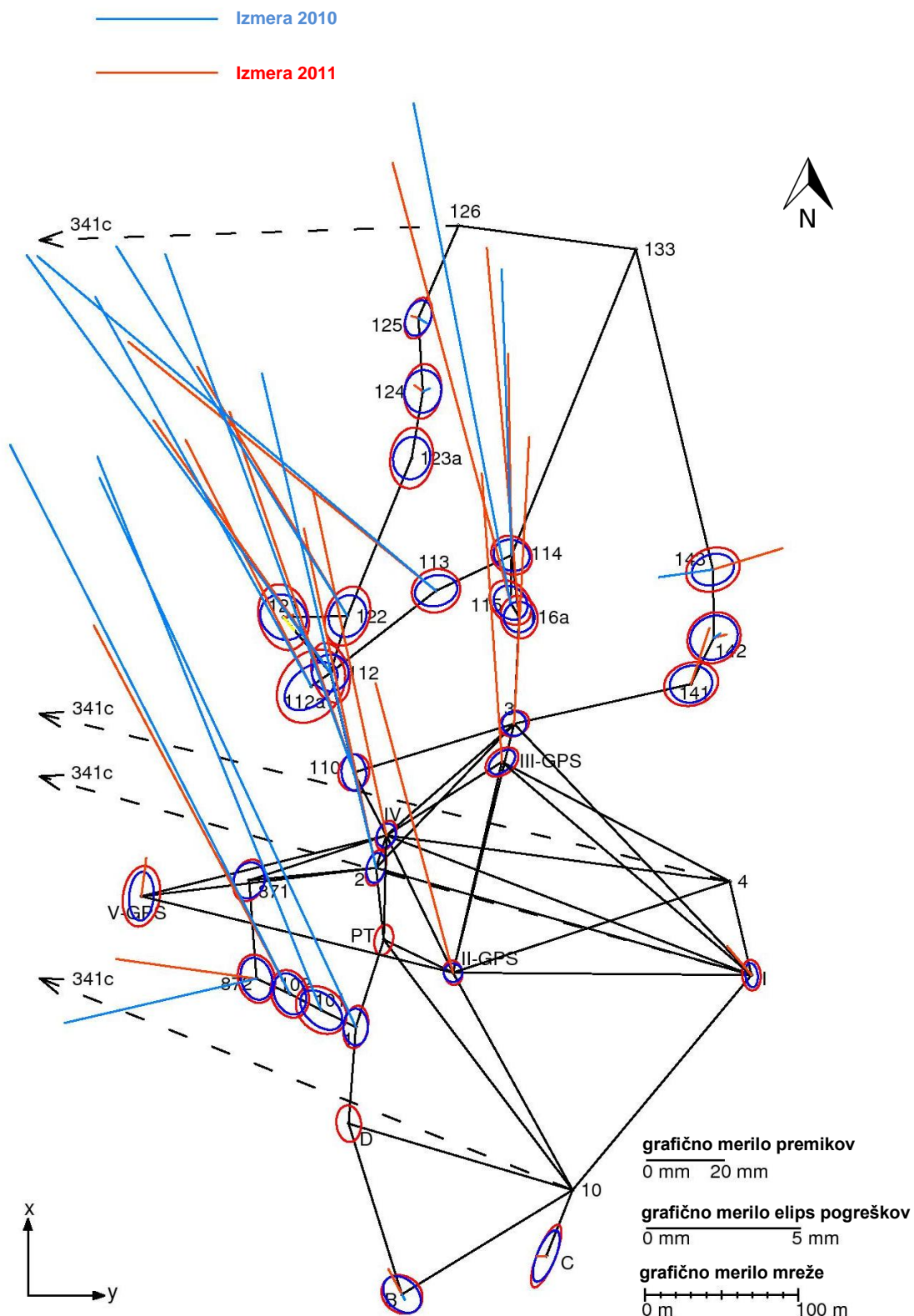
rezultate statističnega testa na podlagi testne statistike T . Pri tem so nam poleg samih vrednosti v pomoč tudi kritične vrednosti ($T_{krit.}$) pri izbrani stopnji tveganja (α) in dejansko tveganje (α_{dej}) pri izračunani vrednosti testne statistike. Postavimo ničelno hipotezo (točka se je premaknila) in alternativno hipotezo (točka se ni premaknila). V primeru, da je testna statistika manjša od kritične vrednosti ob izbrani stopnji tveganja, ne moremo zavrnilo ničelne hipoteze iz česar sledi, da premik ni statistično značilen. V nasprotnem primeru ničelno hipotezo zavrnamo, kar pomeni, da je premik statistično značilen (Savšek-Safić et. al, 2003).

Program nam naredi primerjavo s trikratno vrednostjo standardne deviacije in dejanskim premikom. V primeru, da je vrednost izračunanega premika večja od trikratne vrednosti pripadajoče standardne deviacije premika, lahko govorimo o statistično neznačilnem premiku (preglednica 18).

Glede na ta pogoj je iz rezultatov statistične analize razvidno, da tri točke lahko označimo kot točke, ki imajo statistično neznačilen premik. Vse tri točke se nahajajo ob robu območja plazenja in imajo vidno manjše premike od točk znotraj samega območja nestabilnosti.

Primerjali smo tudi razlike absolutnih vrednosti višin točk zadnjih treh izmer. Vertikalni premiki seveda so vseskozi prisotni in poznavanje smeri in velikosti lahko pomaga pri razumevanju obnašanja plazine. Vrednosti se okvirno gibljejo od milimetra pa tja do nekaj centimetrov (preglednica 17).

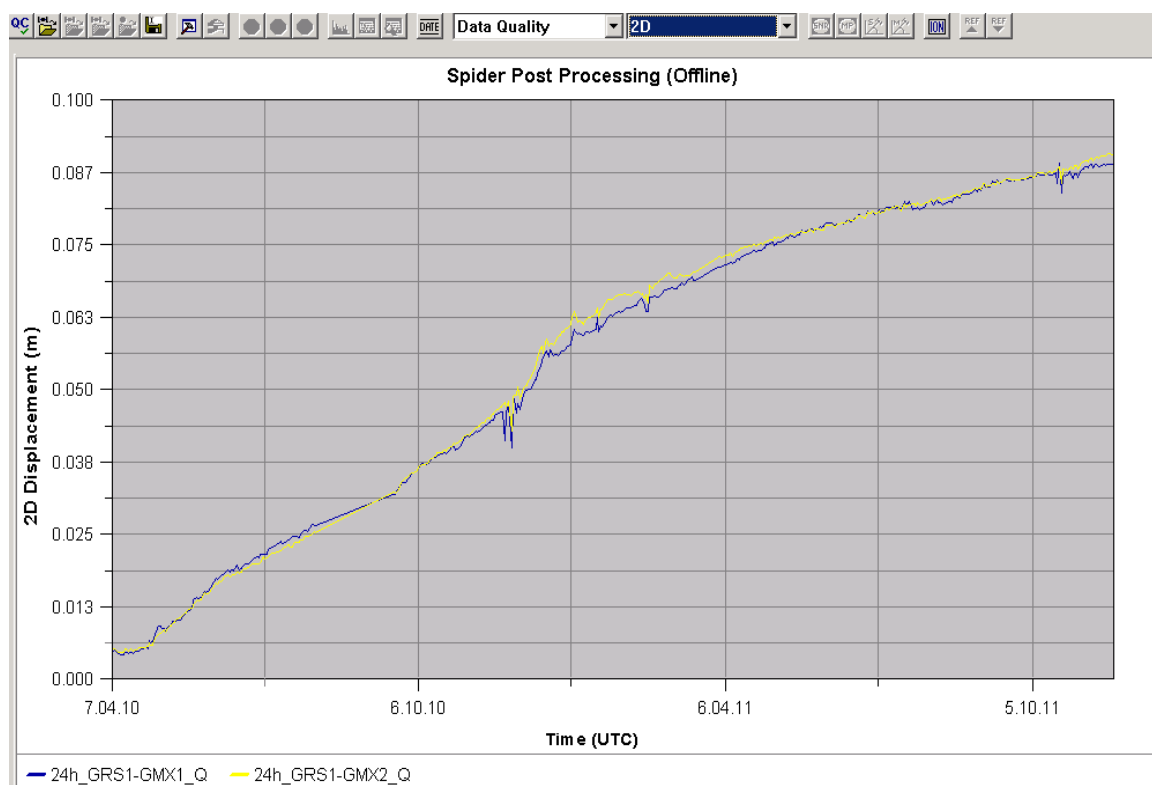
Slika 28 prikazuje primerjavo smeri in velikosti položajnih premikov posamezne točke iz zadnje in predzadnje izmere. Razvidno je, da večina območja drsi v smer proti severozahodu. Lepo se vidi osrednji del, kjer so premiki največji. Tu so premiki tudi za več kot 50–krat večji kot premiki obrobni delov. Primerjava nam pokaže, da premiki točk, pri katerih beležimo največje premike, bistveno ne spreminjajo smeri. Je pa velikost premikov znatno upadla v primerjavi s prejšnjo izmero, kar je lepo opazno iz grafičnega prikaza dolžin premikov. Primerjavo dejanskih vrednosti sprememb koordinat med zadnjima dvema izmerama pa nam prikazuje tudi preglednica 18 v stolpcu M_{premik} . V preglednici so prikazane tudi točke, za katere lahko trdimo, da imajo statistično neznačilen premik. To so točke 121, 124 in 142. Točka B ima za razliko od prejšnje izmere v zadnji izmeri statistično značilen premik.



Slika 30: Grafičen prikaz premikov in primerjava izmer 2010 in 2010.

8.2 GNSS izmera

Po 24 urni periodi meritev s pet sekundnim intervalom program *GNSS Spider* izračun koordinate opazovanih točk in opravi izravnavo. Vse novo pridobljene rezultate meritev se primerja s predhodnimi periodami opazovanj. V času, ko perioda ni zaključena, se opravlja izračune z *broadcast* efemeridami, v primeru da program nima na razpolago preciznih efemerid. Rezultat 5 – 10 sekundnih izračunov je graf, ki nam kaže zveznost premikov v daljšem časovnem obdobju za vsako točko posebej.



Slika 31: Graf premikov točk GMX1 in GMX2 skozi čas.

Ob vzpostavitvi mreže leta 2009 je bil narejen preračun referenčne točke glede na permanentne GNSS postaje omrežja *Signal* in potem še preračun opazovalnih točk glede na referenčno točko. Takrat je točka GRS1 zavzemala položaj točke GMX1 in obratno kar smo tudi upoštevali. Leta 2010 se je vzpostavilo današnje stanje, istega leta 11. aprila pa je bila opravljena še terestrična izmera. Vidimo, da je bila zamenjava referenčne z opazovalno točko dobra odločitev saj je ta točka mnogo stabilnejša in tako veliko bolj relevantna za spremljanje premikov opazovanih točk, ki imata mnogo večje premike. CQ koordinat referenčne točke GRS1 je 5 mm, iz preglednice 20 pa vidimo, da so premiki manjši od te natančnosti in tako jih ne moremo jemati za relevanten podatek. Iz tega lahko sklepamo, da je ta točka stabilna in tako primerna za referenco določevanja položajev ostalih dveh točk.

Preglednica 20: Premiki GNSS točk v UTM -33 koordinatnem sistemu od vzpostavitve do zadnjega preračuna referenčne točke (rdeče – datum terestrične izmere, modro – datum preračuna GNSS točk), CQ = 0.005 m.

Datum	GMX1			
	$y(E)$	$x(N)$	Δy	Δx
12.11.2009	436646.437	5104006.252		
25.3.2010	436646.436	5104006.319	-0.001	0.067
10.4.2010 ²	436646.432	5104006.318	-0.004	-0.001
9.4.2011	436646.427	5104006.391	-0.005	0.073
24.9.2011	436646.426	5104006.401	-0.001	0.010
<i>RAZLIKA</i>			-0.011	0.149

Datum	GMX2			
	$y(E)$	$x(N)$	Δy	Δx
12.11.2009	436613.799	5103868.081		
25.3.2010	436613.784	5103868.143	-0.015	0.062
10.4.2010	436613.780	5103868.142	-0.004	-0.001
9.4.2011	436613.762	5103868.213	-0.018	0.071
24.9.2011	436613.760	5103868.222	-0.002	0.009
<i>RAZLIKA</i>			-0.039	0.141

Datum	GRS1			
	$y(E)$	$x(N)$	Δy	Δx
12.11.2009	436411.780	5103918.602		
25.3.2010	436411.783	5103918.604	0.003	0.002
24.9.2011	436411.784	5103918.601	0.001	-0.003
<i>RAZLIKA</i>			0.004	-0.001

² V preglednici vidimo izračun koordinat za 10. 4. 2010, ker podatkov GNSS meritev za 11. 4. 2010 ni.

9 PRIMERJAVA TERESTRIČNIH IN GNSS MERITEV

Primerjali smo razlike koordinat dobljenih z GNSS opazovanji in razlike koordinat, ki so pridobljene preko klasičnih meritev. Primerjani točki se nahajata na istem temelju, rahlo razmaknjeni. Ker GNSS sistem v času klasičnih meritev leta 2009 še ni bil vzpostavljen, lahko naredimo le relativni izračun premika v časovnem razdobju enega leta. Klasične meritve so bile leta 2010 opravljene 11. aprila. Vendar za ta dan ni podatkov GNSS meritev zato smo izhajali iz GNSS podatkov enega dneva prej.

Glede na to, da lahko za GNSS meritve rečemo, da je standardni odklon določitve koordinat referenčne točke 0.005 mm, menim, da meritve zelo dobro sovpadajo s klasično izmero, kar se tiče 2D položaja. Višinske razlike med GNSS in terestrično izmero pa se precej razlikujejo, kar lahko vidimo v preglednici 21. Standardna deviacija višinske mreže terestrične izmere znaša 3,4 mm. Podatka o natančnosti določitve elipsoidnih višin GNSS opazovanj nimamo. Dejstvo pa je, da so določene s precej slabšo natančnostjo kot položajne koordinate (centimeterska natančnost). Na to vpliva predvsem višina satelitov in sama razporejenost satelitov, ki pošiljajo signal le iz ene smeri (nad točko) (Leica GNSS Spider, navodila za uporabo, 2010). Zaključimo lahko, da GNSS meritve potrjujejo smer vertikalnih premikov.

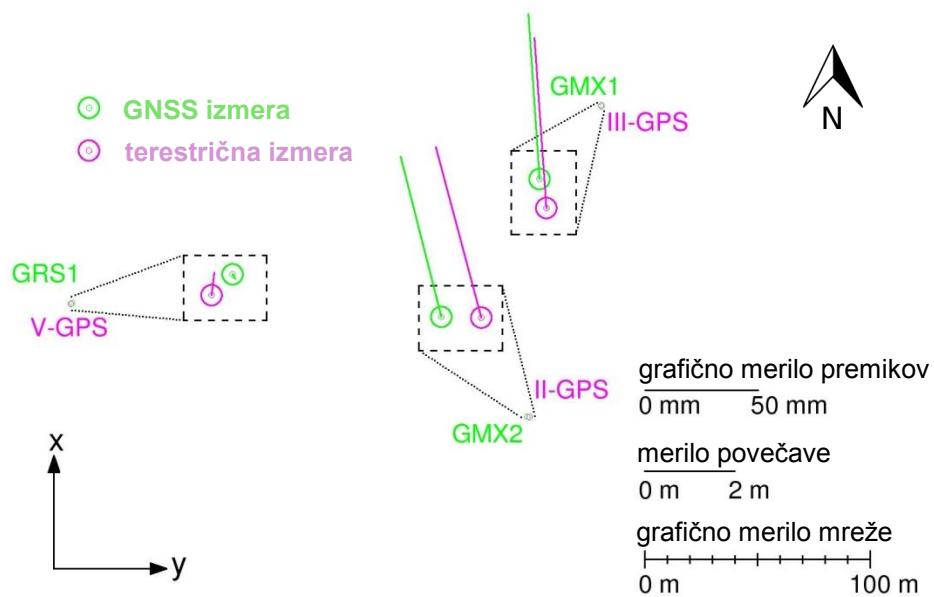
Večje odstopanje se pojavi pri paru točk GRS1 in V-GPS. Glede na natančnost določitve obeh točk je odstopanje v razlikah še sprejemljivo, saj gre za majhne razlike in premike. Neposrednih podatkov o položaju točke GRS1 nimamo, zato smo vrednosti koordinat za lažjo primerjavo linearno interpolirali na datume terestričnih izmer (preglednica 21).

Preglednica 21: Premiki časovnega obdobja enega leta in primerjava premikov parov točk (isto temeljenje, različni točki in način meritev) s pripadajočimi standardnimi odkloni.

GNSS izmera (UTM-33)						
GMX1						
datum	$y(E)$	$x(N)$	h [m]	CQ [m]		
10.4.2010	436646.432	5104006.318	582.855	0.005		
9.4.2011	436646.427	5104006.391	582.815	0.005		
RAZLIKA	-0.005	0.073	-0.040			
Terestrična izmera (lokalni koordinatni sistem)						
III-GPS						
datum	y	x	H	σ_y [m]	σ_x [m]	σ_H [m]
11.4.2010	6998.702	5050.487	535.105	0.0005	0.0005	0.0008
9.4.2011	6998.697	5050.562	535.097	0.0005	0.0005	0.0007
RAZLIKA	-0.005	0.075	-0.009			

GNSS izmera (UTM-33)						
GMX2						
datum	$y(E)$	$x(N)$	h	CQ [m]		
10.4.2010	436613.78	5103868.142	611.301	0.005		
9.4.2011	436613.762	5103868.213	611.215	0.005		
RAZLIKA	-0.018	0.071	-0.086			
Terestrična izmera (lokalni koordinatni sistem)						
II-GPS						
datum	y	x	H	σ_y [m]	σ_x [m]	σ_H [m]
11.4.2010	6966.785	4912.900	563.649	0.0003	0.0004	0.0006
9.4.2011	6966.765	4912.975	563.595	0.0003	0.0004	0.0006
RAZLIKA	-0.020	0.075	-0.053			

GNSS izmera (UTM-33)						
GRS1						
datum	$y(E)$	$x(N)$	h	CQ [m]		
10.4.2010	436411.783	5103918.604	575.120	0.005		
9.4.2011	436411.784	5103918.602	575.136	0.005		
RAZLIKA	0.001	-0.002	0.016			
Terestrična izmera (lokalni koordinatni sistem)						
V-GPS						
datum	y	x	H	σ_y [m]	σ_x [m]	σ_H [m]
11.4.2010	6763.368	4962.921	526.996	0.0006	0.0009	0.0008
9.4.2011	6763.370	4962.931	526.998	0.0006	0.0010	0.0009
RAZLIKA	0.002	0.010	0.002			



Slika 32: Grafični prikaz premikov parov točk, izmera 2011.

10 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi je prikazan postopek pridobitve vrednosti koordinat v položajni in višinski mreži Plaz na odlagališču HMJ Boršt rudnika Žirovski vrh.

Ob zagotovitvi istega geodetskega datuma lahko koordinate posameznih točk primerjamo s koordinatami prejšnjih izmer. Tu moramo izvzeti točke brez trajne stabilizacije, ki so tam zaradi zagotovitve povezav med opazovanimi točkami. Glede na to, da gredo sanacijska dela proti koncu, za v prihodnje tako ni pričakovati večjih sprememb mreže Plaz, v kolikor ne pride do drastičnih vplivov na plazino, ki bi zopet pospešili premike. Točke 121, 124 in 142, ki imajo statistično neznačilen premik, so že izven nasutega območja in tudi ob robu območja plazenja hribine. Tako ne predstavljajo večje težave pri ugotavljanju značilnosti plazenja. Glavni problem tako še vedno ostaja v plazenju hribine kot celote, so pa premiki manjši kot prejšnje leto, kar kaže na počasno umirjanje plazenja.

GNSS izmera v glavnem potrjuje rezultate položajne terestrične izmere. Referenčna točka GRS1se je preko GNSS meritev izkazala za dokaj stabilno, saj so premiki celo manjši od izračunane natančnosti položaja točke. Graf (slika 31) nam prikaže precejšno upočasnitev plazenja v začetku leta 2011, v nadaljevanju pa nakazuje na počasno zmanjševanje premikov. Menim, da te tri točke načeloma zadostujejo za spremljanje stabilnosti hribine. Opazovane točke so postavljene na položajih, ki so znotraj območja, ki se najbolj premika. Bi bilo pa dobrodošlo, če bi bila kakšna točka postavljena še v bližnji okolici danih točk terestrične izmere oziroma na robu mreže Plaz, kjer se dane točke nahajajo. S tem bi se tako preverilo stabilnost točk, ki so že od začetka izmere smatrane za stabilne.

Po mojem mnenju bi bilo primerjanje vrednosti premikov obeh načinov izmere lažje in relevantnejše, če bi se izboljšalo natančnost določitve koordinat GNSS točk. Ločen izračun z daljšimi periodami opazovanj in z upoštevanjem končnih preciznih efemerid bi nam dal boljši vpogled v dogajanje na območju odlagališča HMJ Boršt. V tem primeru bi bilo tudi smotrno sproti upoštevati meritve senzorjev nagiba. Dobro bi bilo doseči vsaj natančnost meritev terestrične izmere. Tu pa bi se z dodatnimi opazovanji morda lahko tudi izenačilo natančnosti določitve treh terestričnih točk, ki stojijo zraven GNSS točk. Iz slike 28 lahko vidimo da je natančnost določitve položaja točke V-GPS precej slabša od natančnosti koordinat točk II-GPS in III-GPS.

Glede na to, da je območje še vedno precej nestabilno, bo izvajanje opazovanj stabilnosti prisotno tudi v prihodnosti.

VIRI

- Bilban, G. 2011. Boršt – vprašanja za diplomu (online). Message to: Prijatelj P., 5. 12. 2011. Osebna komunikacija.
- Časnik Delo (spletna stran).
<http://www.delo.si/> (Pridobljeno 5.11. 2011)
- Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (spletna stran).
<http://www3.fgg.uni-lj.si/> (Pridobljeno 30. 8. 2011).
- Florjančič, A. P. 2000. Rudnik urana Žirovski vrh. Radovljica, Didakta: 416 str.
- GNSS Spider. Navodila za uporabo programa. 2010. Švica. Leica Geosystems.
- Goleš, M., Kuhar, M. 2008. GPS-višinomerstvo s pomočjo RTK-metode izmere. Geodetski vestnik 52, 2: 329-338.
- Letna poročila o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v RS. 2001-2010. RS, Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za jedrsko varnost.
http://www.uvps.gov.si/si/delovna_podrocja/letna_porocila_o_varstvu_pred_ionizirajocimi_sevanji_in_jedrski_varnosti_v_rs/ (Pridobljeno 27. 12. 2011).
- Kogoj, D. 2005. Merjenje dolžin z elektronskimi razdaljemerji. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo: 159 str.
- Kogoj, D., Ambrožič, T., Marjetič, A., Stegenšek, B., Trlep, D. 2009. Precizne geodetske meritve stabilnosti Boršt 2009. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za geodezijo: 31 str.
- Kogoj, D., Ambrožič, T., Marjetič, A., Stegenšek, B., Trlep, D. 2010. Precizne geodetske meritve stabilnosti Boršt 2010. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za geodezijo: 32 str.
- Kogoj, D., Ambrožič, T., Marjetič, A., Stegenšek, B., Trlep, D. 2011. Precizne geodetske meritve stabilnosti Boršt 2011. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za geodezijo: 36 str.

- Kogoj, D., Bogatin, S., Ambrožič, T., Marjetič, A., Stegenšek, B. 2007. Precizne geodetske meritve stabilnosti Boršt 2007. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za geodezijo: 36 str.
- Kogoj, D., Trlep, D. 1994. Izmera premikov in sanacija odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt rudnika Žirovski vrh. Geodetski vestnik 38, 3: 188-195.
- Leica Geosystems (spletna stran).
<http://www.leica-geosystems.com/> (Pridobljeno 8. 10. 2011)
- Marjetič, A., Stopar B. 2007. Geodetski datum in S-transformacija. Geodetski vestnik 51, 3: 549-564.
- Mele, I. 2003. Dolgo zapiranje Rudnika urana Žirovski vrh. Posavski Obzornik 7, 70: 27.
http://www.arao.si/uploads/datoteke/PO_70_2003_arao.pdf (Pridobljeno 6. 11. 2011).
- Mozetič, B., Kogoj, D., Ambrožič, T. 2006. Uporabnost izbranih metod deformacijske analize na praktičnih primerih geodetskih mrež. Geodetski vestnik 50, 4: 620-631.
- Noveliran program izvedbe trajne opustitve izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja v rudniku urana Žirovski vrh v obdobju 2006 do 2010. 2006. Todraž, Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana: 177 str.
[http://193.2.236.95/dato3.nsf/OC/0611250811282/\\$file/98v1_12.doc](http://193.2.236.95/dato3.nsf/OC/0611250811282/$file/98v1_12.doc) (Pridobljeno 15. 12. 2011).
- Pavlovčič-Prešeren, P., Stopar, B. 2004. Izračun položaja GPS – satelita iz podatkov oddanih efemerid. Geodetski vestnik 48, 2: 151-166.
- Rudnik Žirovski vrh (spletna stran).
<http://www.rudnik-zv.si/> (Pridobljeno 5. 9. 2011).
- Savšek-Safić, S., Ambrožič, T., Stopar, B., Turk, G. 2003. Ugotavljanje premikov točk v geodetski mreži. Geodetski vestnik 47, 1&2: 7-17.
- Savšek-Safić, S. 2002. Ugotavljanje premikov z metodami deformacijske analize. Raziskave s področja geodezije in geofizike. V: Kuhar, M., Brilly, M. Zbornik predavanj: Raziskave s področja geodezije in geofizike 2002. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 39-47.
<http://www.fgg.uni-lj.si/sugg/referati/2002/Savsek2002.pdf> (Pridobljeno 16. 10. 2011).
- Stopar, B., Pavlovčič, P. 2001. GPS v geodetski praksi. Študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo: 115 str.

- Wikipedija
<http://sl.wikipedia.org> (Pridobljeno 27. 12. 2011).
- Žibert, K., 2009. Ničelna izmera geodetske mreže jalovišča Jazbec rudnika Žirovski vrh. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 74 str.

»Ta stran je namenoma prazna.«

PRILOGA A: Višinska izravnava

Izravnava Višinske geodetske Mreže
 Program: VIM, ver.4.0, dec. 02
 Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk

Ime datoteke s podatki: VimHMJ.pod
 Ime datoteke za rezultate: VimHMJ.rez
 Ime datoteke za deformacijsko analizo: VimHMJ.def
 Ime datoteke za S-transformacijo: VimHMJ.str

Datum: 17.11.2011

Čas: 9:51: 5

NADMORSKE VIŠINE REPERJEV

Reper	Nadm.viš.	Opomba
10	583.8544	Dani reper
4	553.9696	Dani reper
133	467.9075	Dani reper
126	463.6384	Dani reper
3	533.3982	Novi reper
1	549.2121	Novi reper
2	546.2136	Novi reper
101	540.7773	Novi reper
102	532.8953	Novi reper
872	520.6803	Novi reper
110	530.5823	Novi reper
112	498.2953	Novi reper
113	502.3620	Novi reper
114	509.3666	Novi reper
115	520.2972	Novi reper
116A	522.5115	Novi reper
121	495.3041	Novi reper
122	493.5734	Novi reper
123A	486.4141	Novi reper
124	486.0895	Novi reper
125	474.9739	Novi reper
142	514.5829	Novi reper
143	498.4586	Novi reper
B	556.3599	Novi reper
112A	494.9042	Novi reper
141	515.0836	Novi reper
871	527.9721	Novi reper
I	571.1450	Novi reper
II-GPS	563.5939	Novi reper
III-GPS	535.0866	Novi reper
V-GPS	526.9762	Novi reper
IV	543.7665	Novi reper
PT	555.6903	Novi reper
D	555.8572	Novi reper
C	581.8151	Novi reper

Število vseh reperjev = 35

Število danih reperjev = 4

Število novih reperjev = 31

MERITVE VIŠINSKIH RAZLIK IN DOLŽIN

Reper zadaj	Reper spredaj	Merjena viš.razlika	Merjena dolžina
B	10	27.4933	130.5869
D	10	27.9926	152.4979
II-GPS	10	20.2571	161.9560
D	B	0.4996	116.8269
PT	D	0.1642	122.1803
1	D	6.6449	63.2480
1	PT	6.4801	59.8084
2	PT	9.4763	47.2043

IV	PT	11.9153	68.1974
II-GPS	PT	-7.9008	50.0628
102	1	16.3190	48.1254
872	102	12.2150	23.9534
871	872	-7.2917	64.3958
IV	871	-15.8068	94.1734
2	871	-18.2457	83.2240
V-GPS	871	0.9724	71.0889
2	V-GPS	-19.2202	154.2676
II-GPS	V-GPS	-36.5987	209.4399
110	2	15.6265	64.0655
IV	2	2.4390	22.2597
3	2	12.8106	130.3758
4	IV	-10.1905	226.1648
I	IV	-27.3656	255.2777
II-GPS	IV	-19.8154	99.7224
110	IV	13.1874	46.2783
3	IV	10.3712	110.8743
III-GPS	IV	8.6818	89.4290
III-GPS	II-GPS	28.4978	141.2441
3	II-GPS	30.1872	167.4481
4	II-GPS	9.6251	190.1597
I	II-GPS	-7.5499	194.8271
III-GPS	I	36.0479	214.2323
3	I	37.7375	225.7173
4	I	17.1752	62.8301
III-GPS	4	18.8729	167.8402
112	110	32.2869	66.7339
3	110	-2.8163	109.3894
116A	3	10.8877	69.6901
141	3	18.3137	118.3032
114	116A	13.1445	40.6160
113	114	7.0047	54.4871
133	114	41.4645	215.6308
112	113	4.0662	87.3378
122	112	4.7220	38.7001
123A	122	7.1608	111.3518
124	123A	0.3238	44.1305
125	124	11.1163	47.9562
126	125	11.3363	65.8314
142	141	0.5192	33.7885
143	142	16.1057	44.4690
133	143	30.5572	215.1020
10	C	-2.0393	46.3978
1	101	-8.4324	25.0674
102	101	7.8865	23.0597
116A	115	-2.2139	10.8543
114	115	10.9305	31.0001
112	112A	-3.3904	15.3006
112	121	-2.9902	47.4993
122	121	1.7315	41.7891

Število opazovanj = 59

Vektor normalnih enačb je zaseden 0.03 %.

ENAČBE POPRAVKOV VIŠINSKIH RAZLIK

Št. Reper op. zadaj	Reper spredaj	Koeficienti			Utež
		a1	a2	f	
1 B	10	-1.	0.	0.0011	7.6577
2 D	10	-1.	0.	0.0046	6.5575
3 II-GPS	10	-1.	0.	0.0034	6.1745
4 D	B	-1.	1.	0.0031	8.5597
5 PT	D	-1.	1.	0.0027	8.1846
6 1	D	-1.	1.	0.0002	15.8108
7 1	PT	-1.	1.	-0.0019	16.7201
8 2	PT	-1.	1.	0.0004	21.1845
9 IV	PT	-1.	1.	0.0085	14.6633
10 II-GPS	PT	1.	-1.	0.0028	19.9749
11 102	1	-1.	1.	-0.0022	20.7790
12 872	102	-1.	1.	0.0000	41.7477
13 871	872	1.	-1.	0.0001	15.5290
14 IV	871	1.	-1.	-0.0124	10.6187

15	2	871	1.	-1.	-0.0042	12.0158
16	V-GPS	871	-1.	1.	0.0235	14.0669
17	2	V-GPS	1.	-1.	0.0172	6.4822
18	II-GPS	V-GPS	1.	-1.	0.0190	4.7746
19	110	2	-1.	1.	0.0048	15.6090
20	IV	2	-1.	1.	0.0081	44.9242
21	3	2	-1.	1.	0.0048	7.6701
22	4	IV	0.	-1.	0.0126	4.4216
23	I	IV	1.	-1.	0.0129	3.9173
24	II-GPS	IV	1.	-1.	0.0120	10.0278
25	110	IV	-1.	1.	-0.0032	21.6084
26	3	IV	-1.	1.	-0.0029	9.0192
27	III-GPS	IV	-1.	1.	-0.0019	11.1821
28	III-GPS	II-GPS	-1.	1.	0.0095	7.0799
29	3	II-GPS	-1.	1.	0.0085	5.9720
30	4	II-GPS	0.	1.	-0.0008	5.2587
31	I	II-GPS	1.	-1.	0.0012	5.1328
32	III-GPS	I	-1.	1.	0.0105	4.6678
33	3	I	-1.	1.	0.0093	4.4303
34	4	I	0.	1.	0.0002	15.9159
35	III-GPS	4	-1.	0.	0.0101	5.9580
36	112	110	-1.	1.	0.0001	14.9849
37	3	110	1.	-1.	-0.0004	9.1417
38	116A	3	-1.	1.	-0.0010	14.3492
39	141	3	-1.	1.	0.0009	8.4529
40	114	116A	-1.	1.	0.0004	24.6208
41	113	114	-1.	1.	-0.0001	18.3530
42	133	114	0.	1.	-0.0054	4.6376
43	112	113	-1.	1.	0.0005	11.4498
44	122	112	-1.	1.	-0.0001	25.8397
45	123A	122	-1.	1.	-0.0015	8.9805
46	124	123A	-1.	1.	0.0008	22.6601
47	125	124	-1.	1.	-0.0007	20.8524
48	126	125	0.	1.	-0.0008	15.1903
49	142	141	-1.	1.	-0.0185	29.5959
50	143	142	-1.	1.	0.0186	22.4876
51	133	143	0.	1.	-0.0061	4.6490
52	10	C	0.	-1.	-0.0001	21.5527
53	1	101	1.	-1.	0.0024	39.8924
54	102	101	-1.	1.	-0.0045	43.3657
55	116A	115	1.	-1.	0.0004	92.1294
56	114	115	-1.	1.	0.0001	32.2580
57	112	112A	1.	-1.	0.0007	65.3569
58	112	121	1.	-1.	0.0010	21.0529
59	122	121	-1.	1.	-0.0008	23.9297

IZRAČUNANI POPRAVKI VIŠINSKIH RAZLIK

Št. Reper op. zadaj	Reper spređaj	Merjena viš.razl.	Popravek viš.razl.	Definitivna viš.razlika	
1	B	10	27.4933	0.0009	27.4942
2	D	10	27.9926	0.0020	27.9946
3	II-GPS	10	20.2571	0.0022	20.2593
4	D	B	0.4996	0.0008	0.5004
5	PT	D	0.1642	0.0013	0.1655
6	1	D	6.6449	0.0005	6.6454
7	1	PT	6.4801	-0.0002	6.4799
8	2	PT	9.4763	0.0004	9.4767
9	IV	PT	11.9153	0.0004	11.9157
10	II-GPS	PT	-7.9008	0.0000	-7.9008
11	102	1	16.3190	0.0001	16.3191
12	872	102	12.2150	0.0001	12.2151
13	871	872	-7.2917	0.0004	-7.2913
14	IV	871	-15.8068	-0.0003	-15.8071
15	2	871	-18.2457	-0.0004	-18.2461
16	V-GPS	871	0.9724	0.0010	0.9734
17	2	V-GPS	-19.2202	0.0007	-19.2195
18	II-GPS	V-GPS	-36.5987	0.0018	-36.5969
19	110	2	15.6265	0.0004	15.6269
20	IV	2	2.4390	0.0000	2.4390
21	3	2	12.8106	0.0002	12.8108
22	4	IV	-10.1905	-0.0005	-10.1910
23	I	IV	-27.3656	-0.0005	-27.3661
24	II-GPS	IV	-19.8154	-0.0010	-19.8164
25	110	IV	13.1874	0.0005	13.1879

26	3	IV	10.3712	0.0006	10.3718
27	III-GPS	IV	8.6818	-0.0001	8.6817
28	III-GPS	II-GPS	28.4978	0.0004	28.4982
29	3	II-GPS	30.1872	0.0011	30.1883
30	4	II-GPS	9.6251	0.0004	9.6255
31	I	II-GPS	-7.5499	0.0003	-7.5496
32	III-GPS	I	36.0479	-0.0001	36.0478
33	3	I	37.7375	0.0004	37.7379
34	4	I	17.1752	-0.0001	17.1751
35	III-GPS	4	18.8729	-0.0002	18.8727
36	112	110	32.2869	0.0011	32.2880
37	3	110	-2.8163	0.0002	-2.8161
38	116A	3	10.8877	0.0007	10.8884
39	141	3	18.3137	0.0010	18.3147
40	114	116A	13.1445	0.0001	13.1446
41	113	114	7.0047	0.0001	7.0048
42	133	114	41.4645	0.0018	41.4663
43	112	113	4.0662	0.0001	4.0663
44	122	112	4.7220	0.0004	4.7224
45	123A	122	7.1608	0.0019	7.1627
46	124	123A	0.3238	0.0008	0.3246
47	125	124	11.1163	0.0008	11.1171
48	126	125	11.3363	0.0012	11.3375
49	142	141	0.5192	0.0003	0.5195
50	143	142	16.1057	0.0004	16.1061
51	133	143	30.5572	0.0018	30.5590
52	10	C	-2.0393	0.0000	-2.0393
53	1	101	-8.4324	-0.0001	-8.4325
54	102	101	7.8865	0.0001	7.8866
55	116A	115	-2.2139	-0.0001	-2.2140
56	114	115	10.9305	0.0002	10.9307
57	112	112A	-3.3904	0.0000	-3.3904
58	112	121	-2.9902	-0.0004	-2.9906
59	122	121	1.7315	0.0003	1.7318

Srednji pogrešek utežne enote, $m_0 = 0.00342$

IZRAVNANE NADMORSKE VIŠINE REPERJEV

Reper	Približna višina	Popravek višine	Definitivna višina	Sred.pog. višine
3	533.3982	0.0086	533.4068	0.0007
1	549.2121	0.0023	549.2144	0.0008
2	546.2136	0.0040	546.2176	0.0006
101	540.7773	0.0046	540.7819	0.0009
102	532.8953	0.0000	532.8953	0.0009
872	520.6803	-0.0001	520.6802	0.0009
110	530.5823	0.0084	530.5907	0.0007
112	498.2953	0.0074	498.3027	0.0009
113	502.3620	0.0070	502.3690	0.0010
114	509.3666	0.0072	509.3738	0.0009
115	520.2972	0.0073	520.3045	0.0009
116A	522.5115	0.0069	522.5184	0.0009
121	495.3041	0.0080	495.3121	0.0010
122	493.5734	0.0069	493.5803	0.0010
123A	486.4141	0.0035	486.4176	0.0010
124	486.0895	0.0035	486.0930	0.0010
125	474.9739	0.0019	474.9758	0.0008
142	514.5829	-0.0103	514.5726	0.0011
143	498.4586	0.0079	498.4665	0.0012
B	556.3599	0.0003	556.3602	0.0009
112A	494.9042	0.0081	494.9123	0.0010
141	515.0836	0.0085	515.0921	0.0011
871	527.9721	-0.0006	527.9715	0.0008
I	571.1450	-0.0003	571.1447	0.0006
II-GPS	563.5939	0.0012	563.5951	0.0006
III-GPS	535.0866	0.0103	535.0969	0.0007
V-GPS	526.9762	0.0220	526.9982	0.0009
IV	543.7665	0.0121	543.7786	0.0006
PT	555.6903	0.0040	555.6943	0.0007
D	555.8572	0.0026	555.8598	0.0008
C	581.8151	-0.0001	581.8151	0.0007

PRILOGA B: Položajna izravnava

Izravnava Ravninske geodetske Mreže
 Program: RAM, ver.4.0, dec. 02
 Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk

Ime datoteke s podatki: borst-vklop.pod
 Ime datoteke za rezultate: borst-vklop.rez
 Ime datoteke za risanje slike mreže: borst-vklop.ris
 Ime datoteke za izračun premikov: borst-vklop.koo

Datum: 23.11.2011
 Čas: 19:16:19

Seznam koordinat DANIH točk
 =====

Točka	Y (m)	X (m)
4	7147.3343	4972.6027
10	7044.8355	4771.0796
126	6970.3243	5400.7783
133	7086.0933	5385.3144

Vseh točk je 4.

Seznam PRIBLIŽNIH koordinat novih točk
 =====

Točka	Y (m)	X (m)
1	6903.2756	4877.4614
2	6916.5439	4981.3341
3	7006.6850	5075.5192
B	6933.4332	4702.9426
101	6880.7708	4888.5113
102	6860.2794	4899.0652
872	6838.4583	4909.0686
110	6902.0471	5043.7288
112	6886.7442	5108.7032
112a	6874.1365	5100.0162
113	6955.7301	5162.3095
114	7004.9758	5185.4719
115	7004.3685	5154.4166
116a	7009.9031	5145.1123
121	6856.1162	5145.1142
122	6897.9402	5145.7467
124	6947.0547	5292.5123
125	6944.1386	5340.3802
142	7137.0995	5131.7033
143	7136.3392	5176.1616
123a	6939.7898	5248.9517
141	7122.1359	5101.3943
PT	6921.5709	4934.4479
V-GPS	6763.3683	4962.9206
I	7161.5922	4911.4061
II-GPS	6966.7851	4912.8998
IV	6923.1935	5002.5761
III-GPS	6998.7022	5050.4868
D	6898.6562	4814.4359
C	7027.5964	4728.0042
871	6833.7084	4973.2541

Vseh točk je 31.

Pregled OPAZOVANJ

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Opazov. smer (gradi)	W (")	Utež	Dolžina (m)	Du (m)	Utež	Gr
1	10	C	0 0 0.0	0.000	1.00				1
2	10	B	40 81 98.1	0.000	1.00				1
3	10	D	94 13 22.9	0.000	1.00				1
4	10	PT	134 61 63.1	0.000	1.00				1
5	10	II-GPS	143 74 1.1	0.000	1.00				1
6	10	I	219 93 72.8	0.000	1.00				1
7	B	D	0 0 0.0	0.000	1.00				1
8	B	10	84 30 61.1	0.000	1.00				1
9	D	PT	0 0 0.0	0.000	1.00				1
10	D	10	106 35 88.4	0.000	1.00				1
11	D	B	168 74 1.4	0.000	1.00				1
12	D	1	392 61 14.6	0.000	1.00				1
13	PT	D	0 0 0.0	0.000	1.00				1
14	PT	1	7 81 64.4	0.000	1.00				1
15	PT	2	181 18 44.1	0.000	1.00				1
16	PT	IV	189 49 55.9	0.000	1.00				1
17	PT	II-GPS	316 26 49.1	0.000	1.00				1
18	PT	10	346 84 21.4	0.000	1.00				1
19	1	D	0 0 0.0	0.000	1.00				1
20	1	101	124 44 19.6	0.000	1.00				1
21	1	102	125 1 46.4	0.000	1.00				1
22	1	PT	215 20 53.5	0.000	1.00				1
23	102	1	0 0 0.0	0.000	1.00				1
24	102	101	0 62 36.4	0.000	1.00				1
25	102	872	197 52 44.6	0.000	1.00				1
26	872	102	0 0 0.0	0.000	1.00				1
27	872	871	268 16 46.6	0.000	1.00				1
28	871	IV	0 0 0.0	0.000	1.00				1
29	871	2	13 96 46.2	0.000	1.00				1
30	871	872	115 51 81.7	0.000	1.00				1
31	871	V-GPS	210 87 58.0	0.000	1.00				1
32	V-GPS	2	0 0 0.0	0.000	1.00				1
33	V-GPS	871	398 33 43.1	0.000	1.00				1
34	V-GPS	II-GPS	22 98 19.8	0.000	1.00				1
35	2	PT	0 0 0.0	0.000	1.00				1
36	2	V-GPS	99 15 50.2	0.000	1.00				1
37	2	871	100 57 72.5	0.000	1.00				1
38	2	110	192 25 89.3	0.000	1.00				1
39	2	IV	226 11 78.8	0.000	1.00				1
40	2	3	255 42 3.3	0.000	1.00				1
41	2	I	324 51 91.0	0.000	1.00				1
42	IV	4	0 0 0.0	0.000	1.00				1
43	IV	I	14 78 49.3	0.000	1.00				1
44	IV	II-GPS	62 71 31.6	0.000	1.00				1
45	IV	PT	93 2 6.9	0.000	1.00				1
46	IV	2	110 82 70.5	0.000	1.00				1
47	IV	871	171 32 20.1	0.000	1.00				1
48	IV	110	261 28 12.0	0.000	1.00				1
49	IV	3	345 81 47.3	0.000	1.00				1
50	IV	III-GPS	355 53 22.4	0.000	1.00				1
51	II-GPS	10	0 0 0.0	0.000	1.00				1
52	II-GPS	V-GPS	147 35 31.4	0.000	1.00				1
53	II-GPS	PT	160 29 78.7	0.000	1.00				1
54	II-GPS	IV	203 22 16.0	0.000	1.00				1
55	II-GPS	III-GPS	246 53 93.2	0.000	1.00				1
56	II-GPS	3	247 34 76.8	0.000	1.00				1
57	II-GPS	4	311 71 59.4	0.000	1.00				1
58	II-GPS	I	332 53 16.5	0.000	1.00				1
59	I	10	0 0 0.0	0.000	1.00				1
60	I	II-GPS	56 33 46.4	0.000	1.00				1
61	I	IV	79 9 59.3	0.000	1.00				1
62	I	III-GPS	100 83 9.1	0.000	1.00				1
63	I	3	107 67 59.8	0.000	1.00				1
64	I	4	141 25 63.3	0.000	1.00				1
65	4	I	0 0 0.0	0.000	1.00				1
66	4	II-GPS	94 26 24.0	0.000	1.00				1
67	4	IV	123 5 50.6	0.000	1.00				1
68	4	III-GPS	145 31 95.4	0.000	1.00				1
69	III-GPS	4	0 0 0.0	0.000	1.00				1

70	III-GPS	I	14	25	53.3	0.000	1.00	1
71	III-GPS	II-GPS	83	76	66.1	0.000	1.00	1
72	III-GPS	IV	133	26	74.6	0.000	1.00	1
73	110	112	0	0	0.0	0.000	1.00	1
74	110	3	95	98	22.0	0.000	1.00	1
75	110	IV	184	51	3.9	0.000	1.00	1
76	110	2	200	19	78.9	0.000	1.00	1
77	3	I	0	0	0.0	0.000	1.00	1
78	3	II-GPS	63	47	45.6	0.000	1.00	1
79	3	2	96	76	46.7	0.000	1.00	1
80	3	IV	102	44	94.4	0.000	1.00	1
81	3	110	129	38	83.6	0.000	1.00	1
82	3	116a	251	7	96.0	0.000	1.00	1
83	3	141	334	14	45.8	0.000	1.00	1
84	116a	3	0	0	0.0	0.000	1.00	1
85	116a	115	162	84	96.1	0.000	1.00	1
86	116a	114	189	33	98.1	0.000	1.00	1
87	114	116a	0	0	0.0	0.000	1.00	1
88	114	115	9	3	98.3	0.000	1.00	1
89	114	113	79	79	58.7	0.000	1.00	1
90	114	133	232	28	49.4	0.000	1.00	1
91	113	114	0	0	0.0	0.000	1.00	1
92	113	112	185	86	55.1	0.000	1.00	1
93	112	110	0	0	0.0	0.000	1.00	1
94	112	112a	76	29	88.3	0.000	1.00	1
95	112	121	170	21	62.9	0.000	1.00	1
96	112	122	233	44	18.6	0.000	1.00	1
97	112	113	272	67	50.0	0.000	1.00	1
98	122	112	0	0	0.0	0.000	1.00	1
99	122	121	80	24	9.6	0.000	1.00	1
100	122	123a	205	84	99.6	0.000	1.00	1
101	123a	122	0	0	0.0	0.000	1.00	1
102	123a	124	185	99	31.8	0.000	1.00	1
103	124	123a	0	0	0.0	0.000	1.00	1
104	124	125	185	58	73.4	0.000	1.00	1
105	125	124	0	0	0.0	0.000	1.00	1
106	125	126	229	91	78.0	0.000	1.00	1
107	141	3	0	0	0.0	0.000	1.00	1
108	141	142	143	20	86.1	0.000	1.00	1
109	142	141	0	0	0.0	0.000	1.00	1
110	142	143	169	72	87.9	0.000	1.00	1
111	143	142	0	0	0.0	0.000	1.00	1
112	143	133	186	5	22.4	0.000	1.00	1
113	133	143	0	0	0.0	0.000	1.00	1
114	133	114	39	56	79.6	0.000	1.00	1
115	133	126	123	46	89.3	0.000	1.00	1
116	126	133	0	0	0.0	0.000	1.00	1
117	126	125	117	59	23.2	0.000	1.00	1
118	B	10				130.5869	0.0000	2.00
119	D	10				152.4979	0.0000	2.00
120	II-GPS	10				161.9560	0.0000	2.00
121	D	B				116.8269	0.0000	2.00
122	PT	D				122.1803	0.0000	2.00
123	1	D				63.2480	0.0000	2.00
124	1	PT				59.8084	0.0000	2.00
125	2	PT				47.2043	0.0000	2.00
126	IV	PT				68.1974	0.0000	2.00
127	II-GPS	PT				50.0628	0.0000	2.00
128	102	1				48.1254	0.0000	2.00
129	872	102				23.9534	0.0000	2.00
130	871	872				64.3958	0.0000	2.00
131	IV	871				94.1734	0.0000	2.00
132	2	871				83.2240	0.0000	2.00
133	V-GPS	871				71.0889	0.0000	2.00
134	2	V-GPS				154.2676	0.0000	2.00
135	II-GPS	V-GPS				209.4399	0.0000	2.00
136	110	2				64.0655	0.0000	2.00
137	IV	2				22.2597	0.0000	2.00
138	3	2				130.3758	0.0000	2.00
139	I	IV				255.2777	0.0000	2.00
140	II-GPS	IV				99.7224	0.0000	2.00
141	110	IV				46.2783	0.0000	2.00
142	3	IV				110.8743	0.0000	2.00
143	III-GPS	IV				89.4290	0.0000	2.00
144	III-GPS	II-GPS				141.2441	0.0000	2.00
145	3	II-GPS				167.4481	0.0000	2.00

146	4	II-GPS	190.1597	0.0000	2.00
147	I	II-GPS	194.8271	0.0000	2.00
148	III-GPS	I	214.2323	0.0000	2.00
149	3	I	225.7173	0.0000	2.00
150	III-GPS	4	167.8402	0.0000	2.00
151	3	110	109.3894	0.0000	2.00
152	116a	3	69.6901	0.0000	2.00
153	141	3	118.3032	0.0000	2.00
154	114	116a	40.6160	0.0000	2.00
155	113	114	54.4871	0.0000	2.00
156	133	114	215.6308	0.0000	2.00
157	112	113	87.3378	0.0000	2.00
158	122	112	38.7001	0.0000	2.00
159	123a	122	111.3518	0.0000	2.00
160	124	123a	44.1305	0.0000	2.00
161	125	124	47.9562	0.0000	2.00
162	126	125	65.8314	0.0000	2.00
163	142	141	33.7885	0.0000	2.00
164	143	142	44.4690	0.0000	2.00
165	133	143	215.1020	0.0000	2.00
166	10	C	46.3978	0.0000	1.00
167	1	101	25.0674	0.0000	1.00
168	102	101	23.0597	0.0000	1.00
169	116a	115	10.8543	0.0000	1.00
170	114	115	31.0001	0.0000	1.00
171	112	112a	15.3006	0.0000	1.00
172	112	121	47.4993	0.0000	1.00
173	122	121	41.7891	0.0000	1.00
174	10	PT	204.6938	0.0000	2.00
175	10	I	182.5500	0.0000	2.00
176	2	I	254.8657	0.0000	2.00
177	126	133	116.7968	0.0000	2.00
178	4	IV	226.1648	0.0000	2.00

Podan srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena): 0.85 sekund.

Podan srednji pogrešek utežne enote dolžin (a-priori ocena): 0.340 mm.

Število enačb popravkov je 178.
 - Število enačb popravkov za smeri je 117.
 - Število enačb popravkov za dolžine je 61.
 Število neznank je 92.
 - Število koordinatnih neznank je 62.
 - Število orientacijskih neznank je 30.

A-POSTERIORI ocena uteži merjenih količin

Izbran delni kriterij prekinitve iteracijskega procesa $_X_{dop} = 0.10$ mm.
 Izbran končni kriterij prekinitve iteracijskega procesa $1 - m0^{**2} = 0.0010$.
 Izbrano največje število iteracijskih korakov = 99.

* ... izpolnjen je delni kriterij prekinitve iteracijskega procesa

It. korak	m0_smeri (sekunde)	m0_dolžin (mm)	m0**2	[xx] koord.
0	0.8550	0.3400		
1	1.2219	0.7136	4.83297	0.14082E+00
2	1.2877	0.9014	1.57301	0.14102E+00
3	1.3028	0.9991	1.19430	0.14113E+00
4	1.3049	1.0494	1.07768	0.14118E+00
5*	1.3036	1.0752	1.03257	0.14121E+00
6*	1.3018	1.0884	1.01365	0.14123E+00
7*	1.3001	1.0952	1.00552	0.14124E+00
8*	1.2989	1.0988	1.00206	0.14124E+00
9*	1.2981	1.1006	1.00064	0.14124E+00

POPRAVKI približnih vrednosti

=====
 Točka Dy Dx Do
 (m) (m) (")

1	-0.0440	0.0957	16.4
2	-0.0192	0.0884	-25.0
3	0.0034	0.0748	41.0
B	-0.0035	0.0067	6.5
101	-0.0394	0.0968	
102	-0.0515	0.0960	-242.1
872	-0.0367	0.0051	-280.9
110	-0.0326	0.0940	-22.4
112	-0.0460	0.0660	-42.4
112a	-0.0326	0.0644	
113	-0.0800	0.0654	61.9
114	-0.0007	0.0526	102.1
115	-0.0306	0.1150	
116a	-0.0080	0.0964	-71.9
121	0.0025	0.0007	
122	-0.0388	0.0654	-71.4
124	-0.0022	0.0016	31.9
125	-0.0017	0.0005	3.7
142	0.0033	0.0009	49.1
143	0.0182	0.0057	25.5
123a	-0.0099	0.0360	66.0
141	0.0048	0.0146	66.0
PT	-0.0110	0.0399	5.0
V-GPS	0.0012	0.0099	-86.8
I	-0.0064	0.0075	39.0
II-GPS	-0.0202	0.0755	9.0
IV	-0.0187	0.0897	7.4
III-GPS	-0.0051	0.0754	49.0
D	-0.0133	0.0405	-15.1
C	-0.0024	0.0001	
871	-0.0098	0.0415	-56.3
10			16.3
4			64.4
133			0.4
126			2.8

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
1	6903.2316	4877.5571	0.0004	0.0006	0.0008	0.0007	0.0004	9.
2	6916.5247	4981.4225	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	17.
3	7006.6884	5075.5940	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0004	65.
B	6933.4297	4702.9493	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	124.
101	6880.7314	4888.6081	0.0008	0.0008	0.0011	0.0009	0.0007	128.
102	6860.2279	4899.1612	0.0006	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	160.
872	6838.4216	4909.0737	0.0006	0.0008	0.0010	0.0008	0.0006	166.
110	6902.0145	5043.8228	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0005	16.
112	6886.6982	5108.7692	0.0007	0.0010	0.0012	0.0010	0.0006	165.
112a	6874.1039	5100.0806	0.0011	0.0012	0.0017	0.0013	0.0010	37.
113	6955.6501	5162.3749	0.0008	0.0008	0.0011	0.0008	0.0007	72.
114	7004.9751	5185.5245	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	126.
115	7004.3379	5154.5316	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	141.
116a	7009.8951	5145.2087	0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0006	167.
121	6856.1187	5145.1149	0.0009	0.0011	0.0014	0.0011	0.0008	163.
122	6897.9014	5145.8121	0.0007	0.0010	0.0012	0.0010	0.0007	179.
124	6947.0525	5292.5139	0.0006	0.0009	0.0011	0.0009	0.0006	8.
125	6944.1369	5340.3807	0.0005	0.0007	0.0008	0.0007	0.0004	21.
142	7137.1028	5131.7042	0.0009	0.0008	0.0012	0.0009	0.0008	56.
143	7136.3574	5176.1673	0.0008	0.0007	0.0011	0.0009	0.0007	70.
123a	6939.7799	5248.9877	0.0007	0.0010	0.0012	0.0010	0.0007	8.
141	7122.1407	5101.4089	0.0009	0.0007	0.0011	0.0009	0.0007	73.
PT	6921.5599	4934.4878	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	11.
V-GPS	6763.3695	4962.9305	0.0006	0.0010	0.0011	0.0010	0.0006	9.
I	7161.5858	4911.4136	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	175.
II-GPS	6966.7649	4912.9753	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	169.
IV	6923.1748	5002.6658	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	23.
III-GPS	6998.6971	5050.5622	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	54.
D	6898.6429	4814.4764	0.0004	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	174.
C	7027.5940	4728.0043	0.0005	0.0010	0.0011	0.0011	0.0003	22.
871	6833.6986	4973.2956	0.0005	0.0007	0.0009	0.0007	0.0005	20.

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 1.00032.

[pvv] = 86.0547425091
[xx] vseh neznank = *****
[xx] samo koordinatnih neznank = 0.1412417807
Srednji pogrešek aritmetične sredine /m_arit/ je 0.00010.

Srednji pogrešek smeri /m0*m0_smeri/ je 1.2985 sekund.
Srednji pogrešek dolžin /m0*m0_dolžin/ je 1.1010 milimetrov.

Največji položajni pogrešek /Mp_max/ je 0.0017 metrov.
Najmanjši položajni pogrešek /Mp_min/ je 0.0005 metrov.
Srednji položajni pogrešek /Mp_sred/ je 0.0010 metrov.

PREGLED opazovanih SMERI

=====

Smerni koti in dolžine so izračunani iz nezaokroženih koordinat.
Smeri in smerni koti so izpisani v stopinjah.

Dana točka: 10 Y = 7044.8355 X = 4771.0796
Orientacijski kot = 201 48 52.1
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina
C 1 1.00 0 0 0.0 201 48 52.1 201 48 52.1 0.0 46.398
B 1 1.00 36 44 16.2 238 33 8.3 238 33 7.5 -0.8 130.587
D 1 1.00 84 43 8.6 286 32 0.7 286 31 60.0 -0.7 152.498
PT 1 1.00 121 9 16.8 322 58 8.9 322 58 8.4 -0.5 204.693
II-GPS 1 1.00 129 21 58.0 331 10 50.1 331 10 49.9 -0.1 161.955
I 1 1.00 197 56 36.8 39 45 28.9 39 45 31.0 2.1 182.549

Nova točka: B Y = 6933.4297 X = 4702.9493
Orientacijski kot = 342 40 35.7
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina
D 1 1.00 0 0 0.0 342 40 35.7 342 40 35.7 0.0 116.826
10 1 1.00 75 52 31.8 58 33 7.5 58 33 7.5 0.0 130.587

Nova točka: D Y = 6898.6429 X = 4814.4764
Orientacijski kot = 10 48 37.8
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina
PT 1 1.00 0 0 0.0 10 48 37.8 10 48 39.2 1.4 122.180
10 1 1.00 95 43 22.6 106 32 0.4 106 31 60.0 -0.4 152.498
B 1 1.00 151 51 58.1 162 40 35.9 162 40 35.7 -0.2 116.826
1 1 1.00 353 21 1.1 4 9 38.9 4 9 38.2 -0.8 63.247

Nova točka: PT Y = 6921.5599 X = 4934.4878
Orientacijski kot = 190 48 38.9
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina
D 1 1.00 0 0 0.0 190 48 38.9 190 48 39.2 0.3 122.180
1 1 1.00 7 2 5.3 197 50 44.2 197 50 43.6 -0.6 59.808
2 1 1.00 163 3 57.5 353 52 36.4 353 52 35.9 -0.5 47.204
IV 1 1.00 170 32 45.7 1 21 24.6 1 21 24.7 0.0 68.197
II-GPS 1 1.00 284 38 18.3 115 26 57.2 115 26 57.1 -0.2 50.063
10 1 1.00 312 9 28.5 142 58 7.5 142 58 8.4 0.9 204.693

Nova točka: 1 Y = 6903.2316 X = 4877.5571
Orientacijski kot = 184 9 38.0
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina
D 1 1.00 0 0 0.0 184 9 38.0 184 9 38.2 0.2 63.247
101 1 1.00 111 59 52.0 296 9 29.9 296 9 28.9 -1.1 25.068
102 1 1.00 112 30 47.4 296 40 25.4 296 40 26.0 0.6 48.125
PT 1 1.00 193 41 5.3 17 50 43.3 17 50 43.6 0.3 59.808

Nova točka: 102 Y = 6860.2279 X = 4899.1612
Orientacijski kot = 116 40 24.6
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina
1 1 1.00 0 0 0.0 116 40 24.6 116 40 26.0 1.4 48.125
101 1 1.00 0 33 40.6 117 14 5.2 117 14 4.8 -0.4 23.060
872 1 1.00 177 46 19.3 294 26 43.9 294 26 43.0 -0.9 23.954

Nova točka: 872 Y = 6838.4216 X = 4909.0737
Orientacijski kot = 114 26 43.9
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina
102 1 1.00 0 0 0.0 114 26 43.9 114 26 43.0 -0.9 23.954
871 1 1.00 241 20 53.5 355 47 37.4 355 47 38.3 0.9 64.395

Nova točka: 871 Y = 6833.6986 X = 4973.2956

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
IV	1	1.00	0 0	0.0	71 49 40.1	71 49 40.0	-0.1	94.173
2	1	1.00	12 34	5.4	84 23 45.4	84 23 45.8	0.3	83.224
872	1	1.00	103 57	58.9	175 47 38.9	175 47 38.3	-0.6	64.395
V-GPS	1	1.00	189 47	17.6	261 36 57.7	261 36 58.0	0.4	71.089

Nova točka: V-GPS Y = 6763.3695 X = 4962.9305

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
2	1	1.00	0 0	0.0	83 6 55.1	83 6 55.5	0.3	154.268
871	1	1.00	358 30	3.2	81 36 58.3	81 36 58.0	-0.2	71.089
II-GPS	1	1.00	20 41	1.6	103 47 56.7	103 47 56.6	-0.1	209.440

Nova točka: 2 Y = 6916.5247 X = 4981.4225

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
PT	1	1.00	0 0	0.0	173 52 34.8	173 52 35.9	1.1	47.204
V-GPS	1	1.00	89 14	22.3	263 6 57.1	263 6 55.5	-1.6	154.268
871	1	1.00	90 31	10.3	264 23 45.1	264 23 45.8	0.6	83.224
110	1	1.00	173 1	58.9	346 54 33.8	346 54 33.9	0.1	64.065
IV	1	1.00	203 30	21.9	17 22 56.8	17 22 56.8	0.1	22.260
3	1	1.00	229 52	41.9	43 45 16.7	43 45 16.2	-0.4	130.375
I	1	1.00	292 4	1.9	105 56 36.7	105 56 36.8	0.1	254.865

Nova točka: IV Y = 6923.1748 X = 5002.6658

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
4	1	1.00	0 0	0.0	97 38 17.0	97 38 19.1	2.1	226.166
I	1	1.00	13 18	23.2	110 56 40.1	110 56 40.0	-0.2	255.278
II-GPS	1	1.00	56 26	30.6	154 4 47.6	154 4 47.9	0.3	99.722
PT	1	1.00	83 43	7.0	181 21 24.0	181 21 24.7	0.7	68.197
2	1	1.00	99 44	39.6	197 22 56.6	197 22 56.8	0.2	22.260
871	1	1.00	154 11	23.3	251 49 40.3	251 49 40.0	-0.3	94.173
110	1	1.00	235 9	11.1	332 47 28.1	332 47 26.5	-1.5	46.278
3	1	1.00	311 13	59.7	48 52 16.7	48 52 15.5	-1.2	110.874
III-GPS	1	1.00	319 58	44.5	57 37 1.4	57 37 1.4	0.0	89.430

Nova točka: II-GPS Y = 6966.7649 X = 4912.9753

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
10	1	1.00	0 0	0.0	151 10 51.3	151 10 49.9	-1.3	161.955
V-GPS	1	1.00	132 37	4.2	283 47 55.4	283 47 56.6	1.2	209.440
PT	1	1.00	144 16	5.1	295 26 56.4	295 26 57.1	0.7	50.063
IV	1	1.00	182 53	58.0	334 4 49.2	334 4 47.9	-1.4	99.722
III-GPS	1	1.00	221 53	7.4	13 3 58.7	13 3 58.7	0.0	141.244
3	1	1.00	222 36	46.5	13 47 37.7	13 47 36.8	-1.0	167.448
4	1	1.00	280 32	39.6	71 43 30.9	71 43 33.0	2.0	190.160
I	1	1.00	299 16	42.5	90 27 33.8	90 27 33.5	-0.3	194.827

Nova točka: I Y = 7161.5858 X = 4911.4136

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
10	1	1.00	0 0	0.0	219 45 29.6	219 45 31.0	1.5	182.549
II-GPS	1	1.00	50 42	4.2	270 27 33.8	270 27 33.5	-0.3	194.827
IV	1	1.00	71 11	10.8	290 56 40.4	290 56 40.0	-0.4	255.278
III-GPS	1	1.00	90 44	52.1	310 30 21.7	310 30 20.9	-0.8	214.231
3	1	1.00	96 54	30.2	316 39 59.8	316 39 59.3	-0.5	225.717
4	1	1.00	127 7	50.5	346 53 20.1	346 53 20.7	0.6	62.827

Dana točka: 4 Y = 7147.3343 X = 4972.6027

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
I	1	1.00	0 0	0.0	166 53 21.3	166 53 20.7	-0.6	62.827
II-GPS	1	1.00	84 50	10.2	251 43 31.5	251 43 33.0	1.5	190.160
IV	1	1.00	110 44	58.4	277 38 19.7	277 38 19.1	-0.6	226.166
III-GPS	1	1.00	130 47	15.3	297 40 36.6	297 40 36.4	-0.2	167.841

Nova točka: III-GPS Y = 6998.6971 X = 5050.5622

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
4	1	1.00	0 0	0.0	117 40 34.9	117 40 36.4	1.5	167.841
I	1	1.00	12 49	47.3	130 30 22.2	130 30 20.9	-1.3	214.231
II-GPS	1	1.00	75 23	23.8	193 3 58.7	193 3 58.7	-0.1	141.244
IV	1	1.00	119 56	26.6	237 37 1.5	237 37 1.4	-0.1	89.430

Nova točka: 110 Y = 6902.0145 X = 5043.8228

								Orientacijski kot = 346 43 52.3		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
112	1	1.00	0 0 0.0	346 43 52.3	346 43 49.5	-2.7	66.728			
3	1	1.00	86 23 2.3	73 6 54.6	73 6 56.3	1.7	109.389			
IV	1	1.00	166 3 33.7	152 47 25.9	152 47 26.5	0.6	46.278			
2	1	1.00	180 10 41.2	166 54 33.4	166 54 33.9	0.4	64.065			

								Orientacijski kot = 136 39 58.4		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
I	1	1.00	0 0 0.0	136 39 58.4	136 39 59.3	0.9	225.717			
II-GPS	1	1.00	57 7 37.6	193 47 35.9	193 47 36.8	0.8	167.448			
2	1	1.00	87 5 17.5	223 45 15.9	223 45 16.2	0.3	130.375			
IV	1	1.00	92 12 16.2	228 52 14.6	228 52 15.5	0.9	110.874			
110	1	1.00	116 26 58.3	253 6 56.7	253 6 56.3	-0.3	109.389			
116a	1	1.00	225 58 17.9	2 38 16.3	2 38 14.4	-1.9	69.689			
141	1	1.00	300 43 48.4	77 23 46.8	77 23 46.0	-0.8	118.303			

								Orientacijski kot = 182 38 12.9		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
3	1	1.00	0 0 0.0	182 38 12.9	182 38 14.4	1.5	69.689			
115	1	1.00	146 33 52.7	329 12 5.7	329 12 6.0	0.3	10.854			
114	1	1.00	170 24 21.0	353 2 33.9	353 2 32.1	-1.8	40.615			

								Orientacijski kot = 173 2 30.9		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
116a	1	1.00	0 0 0.0	173 2 30.9	173 2 32.1	1.3	40.615			
115	1	1.00	8 8 9.0	181 10 39.9	181 10 40.3	0.4	30.999			
113	1	1.00	71 48 58.6	244 51 29.5	244 51 29.0	-0.5	54.487			
133	1	1.00	209 3 23.2	22 5 54.1	22 5 52.8	-1.2	215.630			

								Orientacijski kot = 64 51 29.3		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
114	1	1.00	0 0 0.0	64 51 29.3	64 51 29.0	-0.3	54.487			
112	1	1.00	167 16 44.3	232 8 13.6	232 8 13.9	0.3	87.338			

								Orientacijski kot = 166 43 47.6		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
110	1	1.00	0 0 0.0	166 43 47.6	166 43 49.5	1.9	66.728			
112a	1	1.00	68 40 8.2	235 23 55.8	235 23 55.8	0.0	15.301			
121	1	1.00	153 11 40.8	319 55 28.4	319 55 27.9	-0.5	47.499			
122	1	1.00	210 5 51.6	16 49 39.2	16 49 38.5	-0.7	38.700			
113	1	1.00	245 24 27.0	52 8 14.6	52 8 13.9	-0.7	87.338			

								Orientacijski kot = 196 49 38.0		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
112	1	1.00	0 0 0.0	196 49 38.0	196 49 38.5	0.6	38.700			
121	1	1.00	72 13 0.7	269 2 38.7	269 2 38.9	0.2	41.789			
123a	1	1.00	185 15 53.9	22 5 31.8	22 5 31.1	-0.8	111.351			

								Orientacijski kot = 202 5 30.8		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
122	1	1.00	0 0 0.0	202 5 30.8	202 5 31.1	0.2	111.351			
124	1	1.00	167 23 37.9	9 29 8.7	9 29 8.5	-0.2	44.130			

								Orientacijski kot = 189 29 8.7		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
123a	1	1.00	0 0 0.0	189 29 8.7	189 29 8.5	-0.1	44.130			
125	1	1.00	167 1 43.0	356 30 51.7	356 30 51.8	0.1	47.956			

								Orientacijski kot = 176 30 52.5		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
124	1	1.00	0 0 0.0	176 30 52.5	176 30 51.8	-0.7	47.956			
126	1	1.00	206 55 33.7	23 26 26.1	23 26 26.8	0.7	65.830			

								Orientacijski kot = 257 23 45.7		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
3	1	1.00	0 0 0.0	257 23 45.7	257 23 46.0	0.3	118.303			

142	1	1.00	128 53	15.9	26 17	1.6	26 17	1.3	-0.3	33.789
Nova točka: 142			Y =		7137.1028		X =		5131.7042	
							Orientacijski kot =		206 17 1.1	
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm.	kot	Popravek	Dolžina
141	1	1.00	0 0	0.0	206 17	1.1	206 17	1.3	0.2	33.789
143	1	1.00	152 45	21.3	359 2	22.3	359 2	22.1	-0.2	44.469
Nova točka: 143			Y =		7136.3574		X =		5176.1673	
							Orientacijski kot =		179 2 22.1	
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm.	kot	Popravek	Dolžina
142	1	1.00	0 0	0.0	179 2	22.1	179 2	22.1	0.1	44.469
133	1	1.00	167 26	49.3	346 29	11.3	346 29	11.2	-0.1	215.102
Dana točka: 133			Y =		7086.0933		X =		5385.3144	
							Orientacijski kot =		166 29 11.4	
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm.	kot	Popravek	Dolžina
143	1	1.00	0 0	0.0	166 29	11.4	166 29	11.2	-0.2	215.102
114	1	1.00	35 36	40.2	202 5	51.6	202 5	52.8	1.2	215.630
126	1	1.00	111 7	19.3	277 36	30.8	277 36	29.8	-1.0	116.797
Dana točka: 126			Y =		6970.3243		X =		5400.7783	
							Orientacijski kot =		97 36 28.7	
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm.	kot	Popravek	Dolžina
133	1	1.00	0 0	0.0	97 36	28.7	97 36	29.8	1.0	116.797
125	1	1.00	105 49	59.1	203 26	27.9	203 26	26.8	-1.0	65.830

PREGLED merjenih DOLŽIN

=====

Dolžine so izračunane iz nezaokroženih koordinat.
 Multiplikacijska konstanta ni bila izračunana (= 1).
 Adicijska konstanta ni bila izračunana (= 0 metra).

Od točke	Do točke	Utež dolž	Merjena dolžina	Modulirana Mer.*Mk+Ak	Definitivna Proj.-Du	Popravek Mod.dolž.	Projekcij. iz koo.
B	10	2.00	130.5869	130.5869	130.5871	0.0002	130.5871
D	10	2.00	152.4979	152.4979	152.4977	-0.0002	152.4977
II-GPS	10	2.00	161.9560	161.9560	161.9550	-0.0010	161.9550
D	B	2.00	116.8269	116.8269	116.8264	-0.0005	116.8264
PT	D	2.00	122.1803	122.1803	122.1799	-0.0004	122.1799
1	D	2.00	63.2480	63.2480	63.2474	-0.0006	63.2474
1	PT	2.00	59.8084	59.8084	59.8083	-0.0001	59.8083
2	PT	2.00	47.2043	47.2043	47.2041	-0.0002	47.2041
IV	PT	2.00	68.1974	68.1974	68.1971	-0.0003	68.1971
II-GPS	PT	2.00	50.0628	50.0628	50.0627	-0.0001	50.0627
102	1	2.00	48.1254	48.1254	48.1254	0.0000	48.1254
872	102	2.00	23.9534	23.9534	23.9536	0.0002	23.9536
871	872	2.00	64.3958	64.3958	64.3953	-0.0005	64.3953
IV	871	2.00	94.1734	94.1734	94.1732	-0.0002	94.1732
2	871	2.00	83.2240	83.2240	83.2238	-0.0002	83.2238
V-GPS	871	2.00	71.0889	71.0889	71.0888	-0.0001	71.0888
2	V-GPS	2.00	154.2676	154.2676	154.2675	-0.0001	154.2675
II-GPS	V-GPS	2.00	209.4399	209.4399	209.4402	0.0003	209.4402
110	2	2.00	64.0655	64.0655	64.0651	-0.0004	64.0651
IV	2	2.00	22.2597	22.2597	22.2598	0.0001	22.2598
3	2	2.00	130.3758	130.3758	130.3755	-0.0003	130.3755
I	IV	2.00	255.2777	255.2777	255.2778	0.0001	255.2778
II-GPS	IV	2.00	99.7224	99.7224	99.7220	-0.0004	99.7220
110	IV	2.00	46.2783	46.2783	46.2781	-0.0002	46.2781
3	IV	2.00	110.8743	110.8743	110.8741	-0.0002	110.8741
III-GPS	IV	2.00	89.4290	89.4290	89.4297	0.0007	89.4297
III-GPS	II-GPS	2.00	141.2441	141.2441	141.2438	-0.0003	141.2438
3	II-GPS	2.00	167.4481	167.4481	167.4477	-0.0004	167.4477
4	II-GPS	2.00	190.1597	190.1597	190.1598	0.0001	190.1598
I	II-GPS	2.00	194.8271	194.8271	194.8271	0.0000	194.8271
III-GPS	I	2.00	214.2323	214.2323	214.2313	-0.0010	214.2313
3	I	2.00	225.7173	225.7173	225.7175	0.0002	225.7175
III-GPS	4	2.00	167.8402	167.8402	167.8413	0.0011	167.8413
3	110	2.00	109.3894	109.3894	109.3894	0.0000	109.3894
116a	3	2.00	69.6901	69.6901	69.6885	-0.0016	69.6885
141	3	2.00	118.3032	118.3032	118.3031	-0.0001	118.3031
114	116a	2.00	40.6160	40.6160	40.6149	-0.0011	40.6149
113	114	2.00	54.4871	54.4871	54.4873	0.0002	54.4873

133	114	2.00	215.6308	215.6308	215.6297	-0.0011	215.6297
112	113	2.00	87.3378	87.3378	87.3380	0.0002	87.3380
122	112	2.00	38.7001	38.7001	38.7000	-0.0001	38.7000
123a	122	2.00	111.3518	111.3518	111.3508	-0.0010	111.3508
124	123a	2.00	44.1305	44.1305	44.1297	-0.0008	44.1297
125	124	2.00	47.9562	47.9562	47.9555	-0.0007	47.9555
126	125	2.00	65.8314	65.8314	65.8304	-0.0010	65.8304
142	141	2.00	33.7885	33.7885	33.7887	0.0002	33.7887
143	142	2.00	44.4690	44.4690	44.4693	0.0003	44.4693
133	143	2.00	215.1020	215.1020	215.1023	0.0003	215.1023
10	C	1.00	46.3978	46.3978	46.3978	0.0000	46.3978
1	101	1.00	25.0674	25.0674	25.0677	0.0003	25.0677
102	101	1.00	23.0597	23.0597	23.0598	0.0001	23.0598
116a	115	1.00	10.8543	10.8543	10.8535	-0.0008	10.8535
114	115	1.00	31.0001	31.0001	30.9994	-0.0007	30.9994
112	112a	1.00	15.3006	15.3006	15.3006	0.0000	15.3006
112	121	1.00	47.4993	47.4993	47.4986	-0.0007	47.4986
122	121	1.00	41.7891	41.7891	41.7885	-0.0006	41.7885
10	PT	2.00	204.6938	204.6938	204.6927	-0.0011	204.6927
10	I	2.00	182.5500	182.5500	182.5493	-0.0007	182.5493
2	I	2.00	254.8657	254.8657	254.8650	-0.0007	254.8650
126	133	2.00	116.7968	116.7968	116.7972	0.0004	116.7972
4	IV	2.00	226.1648	226.1648	226.1665	0.0017	226.1665

PRILOGA C: Izračun premikov in statistična analiza (izmere 09, 10, 11)

PREMIKI in natančnosti premikov točk

Program: PREMIK, ver.2.0

Copyright (C) Tomaž Ambrožič, Goran Turk & Bojan Stopar

Ime datoteke z imeni datotek: premiki.pre

Ime datoteke za rezultate: premiki.sez

Datum: 01/03/12

^as: 10:20:02

Premiki HMJ Borst

1 ... vhodna09.koo
 2 ... vhodna10.koo
 3 ... vhodna11.koo

* ... v datoteki sta koordinati točke podani
 - ... v datoteki ni koordinat te točke

Točka	1	2	3
4	*	*	*
10	*	*	*
126	*	*	*
133	*	*	*
1	*	*	*
2	*	*	*
3	*	*	*
B	*	*	*
101	*	*	*
102	*	*	*
872	*	*	*
110	*	*	*
112	*	*	*
112A	*	*	*
113	*	*	*
114	*	*	*
115	*	*	*
116	*	-	-
121	*	*	*
122	*	*	*
124	*	*	*
125	*	*	*
142	*	*	*
143	*	*	*
871X	*	-	-
123X	*	-	-
141X	*	-	-
II	*	-	-
I	*	*	*
A	*	*	-
III	*	-	-
116A	-	*	*
123A	-	*	*
141	-	*	*
PT	-	*	*
V-GPS	-	*	*
II-GPS	-	*	*
IV	-	*	*
III-GPS	-	*	*
C	-	*	*
871	-	*	*
DARKO	-	*	-
D	-	-	*

Koordinatne razlike, smerni koti premikov in premiki posameznih točk.
 [tevilko iteracij za izračun porazdelitvene funkcije je 1000.
 Stopnja značilnosti testa alfa je 0.050 (= 5.00%).

Izračun med datotekama (dobama) 1 in 2.									
Točka	dy	dx	Sm. kot	Premik	m_premik	T	T_krit	alfa_dej	3*m_prem.
	(m)	(m)	(stop.)	(m)	(m)			%	
4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
10	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
126	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
133	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
1	-0.0675	0.1431	335.	0.1582	0.0007	*****	2.3048	0.00	*
2	-0.0306	0.1289	347.	0.1325	0.0006	*****	2.2924	0.00	*
3	0.0033	0.1099	2.	0.1099	0.0005	*****	2.3030	0.00	*
B	0.0007	-0.0013	152.	0.0015	0.0008	1.7792	2.2645	18.90	
101	-0.0596	0.1441	338.	0.1559	0.0009	*****	2.2966	0.00	*
102	-0.0721	0.1438	333.	0.1609	0.0008	*****	2.3267	0.00	*
872	-0.0501	-0.0113	257.	0.0514	0.0007	72.8203	2.2985	0.00	*
110	-0.0485	0.1356	340.	0.1440	0.0007	*****	2.3391	0.00	*
112	-0.0794	0.1090	324.	0.1349	0.0008	*****	2.3471	0.00	*
112A	-0.0560	0.1018	331.	0.1162	0.0009	*****	2.2633	0.00	*
113	-0.1046	0.0867	310.	0.1359	0.0008	*****	2.3223	0.00	*
114	-0.0027	0.0747	358.	0.0747	0.0006	*****	2.2822	0.00	*
115	-0.0251	0.1305	349.	0.1329	0.0008	*****	2.3007	0.00	*
121	0.0014	-0.0017	141.	0.0022	0.0010	2.1020	2.3490	11.00	
122	-0.0608	0.0962	328.	0.1138	0.0008	*****	2.3434	0.00	*
124	0.0018	0.0008	66.	0.0020	0.0009	2.2632	2.3489	6.90	
125	0.0022	-0.0013	121.	0.0026	0.0006	4.1436	2.3471	0.00	*
142	0.0017	0.0011	57.	0.0020	0.0010	2.0789	2.3317	11.30	
143	-0.0141	-0.0019	262.	0.0142	0.0010	14.2671	2.2659	0.00	*
I	2.2956	3.7821	31.	4.4243	0.0004	*****	2.3172	0.00	*
A	6.4455	33.1461	11.	33.7670	0.0007	*****	2.3088	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 1 in 3.									
Točka	dy	dx	Sm. kot	Premik	m_premik	T	T_krit	alfa_dej	3*m_prem.
	(m)	(m)	(stop.)	(m)	(m)			%	
4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
10	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
126	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
133	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
1	-0.1115	0.2388	335.	0.2635	0.0007	*****	2.2986	0.00	*
2	-0.0498	0.2173	347.	0.2229	0.0006	*****	2.2769	0.00	*
3	0.0067	0.1847	2.	0.1848	0.0005	*****	2.3099	0.00	*
B	-0.0028	0.0054	333.	0.0061	0.0009	7.0140	2.2946	0.00	*
101	-0.0990	0.2409	338.	0.2604	0.0010	*****	2.2881	0.00	*
102	-0.1236	0.2398	333.	0.2698	0.0009	*****	2.3261	0.00	*
872	-0.0867	-0.0061	266.	0.0869	0.0008	*****	2.2946	0.00	*
110	-0.0810	0.2296	341.	0.2435	0.0008	*****	2.3304	0.00	*
112	-0.1254	0.1750	324.	0.2153	0.0011	*****	2.3026	0.00	*
112A	-0.0885	0.1662	332.	0.1883	0.0012	*****	2.3194	0.00	*
113	-0.1846	0.1521	309.	0.2392	0.0010	*****	2.3389	0.00	*
114	-0.0034	0.1273	358.	0.1273	0.0007	*****	2.3102	0.00	*
115	-0.0556	0.2455	347.	0.2517	0.0009	*****	2.3103	0.00	*
121	0.0039	-0.0011	106.	0.0041	0.0012	3.3737	2.3315	0.20	*
122	-0.0995	0.1616	328.	0.1898	0.0011	*****	2.3344	0.00	*
124	-0.0004	0.0024	351.	0.0024	0.0010	2.3611	2.3450	4.80	
125	0.0005	-0.0008	148.	0.0009	0.0007	1.3203	2.3178	40.60	
142	0.0050	0.0020	68.	0.0054	0.0011	4.8525	2.3320	0.00	*
143	0.0041	0.0037	48.	0.0055	0.0010	5.3446	2.2897	0.00	*
I	2.2892	3.7896	31.	4.4274	0.0005	*****	2.2414	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 2 in 3.									
Točka	dy	dx	Sm. kot	Premik	m_premik	T	T_krit	alfa_dej	3*m_prem.
	(m)	(m)	(stop.)	(m)	(m)			%	
4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
10	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
126	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
133	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
1	-0.0440	0.0957	335.	0.1053	0.0008	*****	2.2552	0.00	*
2	-0.0192	0.0884	348.	0.0905	0.0007	*****	2.2562	0.00	*
3	0.0034	0.0748	3.	0.0749	0.0006	*****	2.3274	0.00	*
B	-0.0035	0.0067	332.	0.0076	0.0009	8.0416	2.2928	0.00	*
101	-0.0394	0.0968	338.	0.1045	0.0011	91.8266	2.2776	0.00	*
102	-0.0515	0.0960	332.	0.1089	0.0010	*****	2.3254	0.00	*
872	-0.0366	0.0052	278.	0.0370	0.0008	44.2724	2.2911	0.00	*
110	-0.0325	0.0940	341.	0.0995	0.0008	*****	2.3183	0.00	*
112	-0.0460	0.0660	325.	0.0804	0.0012	69.8557	2.2891	0.00	*
112A	-0.0325	0.0644	333.	0.0721	0.0012	57.9554	2.2686	0.00	*
113	-0.0800	0.0654	309.	0.1033	0.0010	*****	2.3411	0.00	*
114	-0.0007	0.0526	359.	0.0526	0.0008	66.3724	2.3374	0.00	*

115	-0.0305	0.1150	345.	0.1190	0.0010	*****	2.3254	0.00	*
121	0.0025	0.0006	77.	0.0026	0.0011	2.2743	2.3266	6.40	
122	-0.0387	0.0654	329.	0.0760	0.0011	67.0657	2.3141	0.00	*
124	-0.0022	0.0016	306.	0.0027	0.0009	2.9315	2.3183	1.10	
125	-0.0017	0.0005	286.	0.0018	0.0006	3.0722	2.2402	0.30	*
142	0.0033	0.0009	75.	0.0034	0.0012	2.8794	2.3401	1.40	
143	0.0182	0.0056	73.	0.0190	0.0011	16.9307	2.3159	0.00	*
I	-0.0064	0.0075	320.	0.0099	0.0006	17.4954	2.1827	0.00	*
116A	-0.0080	0.0964	355.	0.0967	0.0009	*****	2.3461	0.00	*
123A	-0.6906	-0.0535	266.	0.6927	0.0010	*****	2.3169	0.00	*
141	0.0048	0.0146	18.	0.0154	0.0010	15.3639	2.3324	0.00	*
PT	4.2060	3.6678	49.	5.5806	0.0006	*****	2.3163	0.00	*
V-GPS	0.0013	0.0100	7.	0.0101	0.0013	8.0614	2.2053	0.00	*
II-GPS	-0.0202	0.0755	345.	0.0782	0.0005	*****	2.3287	0.00	*
IV	-0.0186	0.0897	348.	0.0916	0.0006	*****	2.2610	0.00	*
III-GPS	-0.0051	0.0753	356.	0.0755	0.0006	*****	2.2903	0.00	*
C	-0.0024	0.0000	270.	0.0024	0.0007	3.5613	1.9850	0.00	*
871	-7.4285	-2.3243	253.	7.7836	0.0008	*****	2.2907	0.00	*

PRILOGA D: Primeri rezultatov izmer nivelov

Izsek podatkov nivela točke GMX1 za dan 9. 4. 2011³

Datum	ura	X	Y	T
2011/04/9	00:00:08	0.938	-0.022	10.6
2011/04/9	00:00:19	0.938	-0.023	10.5
2011/04/9	00:00:30	0.938	-0.025	10.5
2011/04/9	00:00:41	0.939	-0.026	10.5
2011/04/9	00:00:52	0.939	-0.028	10.5
	.			
	.			
	.			
2011/04/9	12:00:02	0.524	1.268	30.5
2011/04/9	12:00:13	0.518	1.287	30.5
2011/04/9	12:00:23	0.514	1.296	30.5
2011/04/9	12:00:34	0.518	1.326	30.5
2011/04/9	12:00:45	0.507	1.333	30.5
	.			
	.			
	.			
2011/04/9	23:59:08	0.873	0.023	16.5
2011/04/9	23:59:19	0.877	0.029	16.5
2011/04/9	23:59:30	0.884	0.026	16.5
2011/04/9	23:59:41	0.852	0.043	16.5
2011/04/9	23:59:52	0.852	0.059	16.5

Izsek podatkov nivela točke GMX2 za dan 9. 4. 2011

Datum	ura	X	Y	T
2011/04/9	00:00:02	0.714	2.208	11.9
2011/04/9	00:00:13	0.713	2.207	11.8
2011/04/9	00:00:24	0.714	2.206	11.9
2011/04/9	00:00:34	0.714	2.204	11.8
2011/04/9	00:00:45	0.714	2.202	11.8
	.			
	.			
	.			
2011/04/9	12:00:32	1.030	1.394	26.5
2011/04/9	12:00:43	1.046	1.419	26.5
2011/04/9	12:00:53	1.043	1.405	26.5
2011/04/9	12:01:04	1.031	1.368	26.5
2011/04/9	12:01:15	1.039	1.439	26.5
	.			
	.			
	.			
2011/04/9	23:59:08	0.717	2.173	15.5
2011/04/9	23:59:18	0.716	2.166	15.5
2011/04/9	23:59:29	0.714	2.168	15.5
2011/04/9	23:59:40	0.720	2.144	15.5
2011/04/9	23:59:50	0.742	2.152	15.5

³ Datoteka vsebuje pet elementov: Datum, čas, nagib po X osi, nagib po Y osi in trenutna temperatura. Smeri koordinatnih osi so prikazane na sliki 19.

Izsek podatkov nivela točke GRS1 za dan 9. 4. 2011

Datum	ura	X	Y	T
2011/04/9	00:00:00	-0.345	-1.423	9.5
2011/04/9	00:00:11	-0.344	-1.424	9.5
2011/04/9	00:00:21	-0.343	-1.425	9.5
2011/04/9	00:00:32	-0.342	-1.426	9.5
2011/04/9	00:00:43	-0.341	-1.428	9.5
	.			
	.			
	.			
2011/04/9	12:00:03	-0.664	-0.404	28.5
2011/04/9	12:00:14	-0.657	-0.382	28.5
2011/04/9	12:00:24	-0.661	-0.361	28.5
2011/04/9	12:00:35	-0.682	-0.349	28.5
2011/04/9	12:00:46	-0.685	-0.341	28.5
	.			
	.			
	.			
2011/04/9	23:59:12	-0.335	-1.385	15.0
2011/04/9	23:59:23	-0.332	-1.391	15.0
2011/04/9	23:59:34	-0.323	-1.388	15.0
2011/04/9	23:59:44	-0.323	-1.385	14.9
2011/04/9	23:59:55	-0.328	-1.385	15.0

PRILOGA E: Natančnost določitve koordinat, 2009 in 2010Izmera 2009

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
1	6903.3432	4877.3183	0.0004	0.0004	0.0006	0.0004	0.0004	6.
2	6916.5745	4981.2052	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	8.
3	7006.6817	5075.4093	0.0004	0.0002	0.0005	0.0004	0.0002	86.
B	6933.4325	4702.9439	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0004	137.
101	6880.8304	4888.3672	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0005	129.
102	6860.3515	4898.9214	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0004	163.
872	6838.5083	4909.0797	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0005	159.
871X	6835.3643	4968.9581	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0004	12.
110	6902.0955	5043.5933	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	100.
112	6886.8236	5108.5942	0.0006	0.0005	0.0008	0.0006	0.0005	110.
112A	6874.1925	5099.9144	0.0008	0.0006	0.0010	0.0008	0.0006	68.
113	6955.8348	5162.2228	0.0006	0.0004	0.0008	0.0006	0.0004	102.
114	7004.9785	5185.3972	0.0006	0.0004	0.0007	0.0006	0.0003	108.
115	7004.3936	5154.2862	0.0006	0.0005	0.0008	0.0006	0.0004	115.
116	7009.9123	5144.9772	0.0005	0.0004	0.0007	0.0006	0.0003	103.
121	6856.1148	5145.1160	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0006	96.
122	6898.0010	5145.6505	0.0007	0.0005	0.0008	0.0007	0.0005	95.
123X	6940.8706	5250.0853	0.0008	0.0005	0.0009	0.0008	0.0005	102.
124	6947.0530	5292.5115	0.0007	0.0005	0.0008	0.0007	0.0005	105.
125	6944.1364	5340.3815	0.0005	0.0004	0.0006	0.0005	0.0004	114.
141X	7123.3729	5101.7639	0.0006	0.0005	0.0008	0.0006	0.0005	97.
142	7137.0979	5131.7023	0.0006	0.0005	0.0008	0.0006	0.0005	84.
143	7136.3534	5176.1636	0.0007	0.0004	0.0008	0.0007	0.0004	80.
II	6962.6711	4909.4071	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	0.0003	180.
I	7159.2966	4907.6240	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	0.0003	159.
A	6898.3680	4813.1912	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	7.
III	6915.3543	4942.4266	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	6.

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 1.00003.

[pvv] = 57.0039896352

[xx] vseh neznank = *****

[xx] samo koordinatnih neznank = 0.0627496906

Srednji pogrešek aritmetične sredine /m_arit/ je 0.00006.

Srednji pogrešek smeri /m0*m0_smeri/ je 1.6093 sekund.

Srednji pogrešek dolžin /m0*m0_dol`in/ je 0.5571 milimetrov.

Največji položajni pogrešek /Mp_max/ je 0.0010 metrov.

Najmanjši položajni pogrešek /Mp_min/ je 0.0004 metrov.

Srednji položajni pogrešek /Mp_sred/ je 0.0007 metrov.

Izmera 2010

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
1	6903.2756	4877.4614	0.0004	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	180
2	6916.5439	4981.3341	0.0003	0.0004	0.0005	0.0005	0.0003	14
3	7006.6850	5075.5192	0.0004	0.0004	0.0006	0.0004	0.0004	66
B	6933.4332	4702.9426	0.0006	0.0006	0.0008	0.0007	0.0005	133
101	6880.7708	4888.5113	0.0007	0.0006	0.0009	0.0008	0.0005	131
102	6860.2794	4899.0652	0.0005	0.0006	0.0008	0.0007	0.0005	157
872	6838.4583	4909.0686	0.0005	0.0007	0.0009	0.0007	0.0005	164
110	6902.0471	5043.7288	0.0004	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	176
112	6886.7442	5108.7032	0.0006	0.0006	0.0008	0.0006	0.0006	178
112a	6874.1365	5100.0162	0.0009	0.0008	0.0012	0.0010	0.0006	51
113	6955.7301	5162.3095	0.0006	0.0005	0.0008	0.0007	0.0005	77
114	7004.9758	5185.4719	0.0006	0.0005	0.0007	0.0006	0.0005	109
115	7004.3685	5154.4166	0.0006	0.0006	0.0008	0.0006	0.0005	137
116a	7009.9031	5145.1123	0.0005	0.0005	0.0008	0.0005	0.0005	149
121	6856.1162	5145.1142	0.0008	0.0007	0.0011	0.0008	0.0007	129
122	6897.9402	5145.7467	0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0006	25
124	6947.0547	5292.5123	0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0006	9
125	6944.1386	5340.3802	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	22
142	7137.0995	5131.7033	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0007	62
143	7136.3392	5176.1616	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0005	74
123a	6940.4705	5249.0412	0.0006	0.0007	0.0010	0.0007	0.0006	16
141	7122.1359	5101.3943	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	75
A	6904.8135	4846.3374	0.0004	0.0005	0.0007	0.0005	0.0004	180
Pt	6917.3539	4930.8201	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	179
V-GPS	6763.3683	4962.9206	0.0004	0.0008	0.0009	0.0008	0.0004	4
I	7161.5922	4911.4061	0.0002	0.0003	0.0004	0.0004	0.0002	172
II-GPS	6966.7851	4912.8998	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	0.0003	174
IV	6923.1935	5002.5761	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	20
III-GPS	6998.7022	5050.4868	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005	0.0003	50
DARKO	6905.1625	4790.8547	0.0004	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	175
C	7027.5964	4728.0042	0.0004	0.0008	0.0009	0.0009	0.0003	22
871	6841.1272	4975.6199	0.0005	0.0006	0.0007	0.0006	0.0005	20

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 1.00039.
 [pvv] = 88.0695241530
 [xx] vseh neznank = \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$
 [xx] samo koordinatnih neznank = 0.2332293406
 Srednji pogrešek aritmetične sredine /m_arit/ je 0.00008.

Srednji pogrešek smeri /m0*m0_smeri/ je 1.2441 sekund.
 Srednji pogrešek dolžin /m0*m0_dolžin/ je 0.8656 milimetrov.

Največji položajni pogrešek /Mp_max/ je 0.0012 metrov.
 Najmanjši položajni pogrešek /Mp_min/ je 0.0004 metrov.
 Srednji položajni pogrešek /Mp_sred/ je 0.0008 metrov.