

4M Projekt povezave 4 mareografov severnega Jadrana

Bojan Stopar, Florjan Vodopivec¹, Andrej Bilc², Hrvoje Čuljak³

Povzetek

Za potrebe višinske povezave 4 mareografov v severnem Jadranu v Trstu, Kopru, Rovinju in Bakru je bila izvedena GPS izmera na 4 mareografih, 8 točkah nivelmanske mreže visoke natančnosti in 7 točkah evropske mreže permanentnih GPS-postaj EPN. GPS izmera omogoča pridobitev koordinat teh točk v ETRS89 koordinatnem sistemu, ki v povezavi z geopotencialnimi kotami teh točk zagotavljajo osnovo za rešitev številnih nalog povezanih z vzpostavitvijo novega državnega koordinatnega sistema Slovenije.

Uvod

Vzpostavitev in vzdrževanje državnega koordinatnega sistema je ena od nalog državne geodetske službe, ki jih v Sloveniji opravlja Geodetska uprava Republike Slovenije. Glede na dejstvo, da je uradno veljaven državni koordinatni sistem zastarel in ne izpolnjuje več potreb sodobne družbe je Geodetska uprava Republike Slovenije in z njo vsa slovenska geodezija pred začetkom aktivnosti potrebnih za vzpostavitev novega državnega koordinatnega sistema Slovenije. Evropa že pospešeno gradi enoten koordinatni sistem ESRS (European Spatial Reference System), ki naj bi omogočal enotno obravnavanje prostorskih podatkov na celotnem njenem ozemlju. Koordinatni sistem mora vključevati tudi fizikalne lastnosti prostora za katerega je vzpostavljen, zato mora biti sodoben koordinatni sistem geometrijsko-fizikalen koordinatni sistem. Koordinatni sistem naj bi bil namenjen reševanju vseh vrst nalog od najnatančnejših geodinamičnih nalog do nalog navigacije v prostoru.

V okviru aktivnosti povezanih z novim koordinatnim sistemom Slovenije je tako nastala tudi ideja o povezavi mareografa Koper in treh mareografov v naši sosesčini, ki naj bi omogočila vrednotenje nekaterih lastnosti višinskih sistemov treh držav, ki so sedaj sicer ločeni, vendar imajo svoje korenine v nekdanji skupni državi Avstro-Ogrski.

Terestrični koordinatni sistemi

V današnjem času je smiselno obravnavanje prostorskih podatkov v koordinatnem sistemu veljavnem za celotno Zemljo – terestričnem koordinatnem sistemu. Vzpostavitev teh koordinatnih sistemov poteka danes s postopki in tehnikami satelitske geodezije, v povezavi s klasičnimi geodetskimi tehnikami in metodami kot so gravimetrična opazovanja ter geometrični nivelman.

Za usklajeno reševanje tovrstnih nalog je bilo vzpostavljenih več mednarodnih služb. Tako sta IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) in IAU (International Astronomical Union) skupaj ustanovili službo IERS (International Earth Rotation Service) z nalogo praktične realizacije terestričnega koordinatnega sistema ITRS (IERS Terrestrial

¹ Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo, Jamova 2, Ljubljana

² 2B, d.o.o. Parmova 53, Ljubljana

³ Geoservis d.o.o., Akvilejski prilaz 2, Pula, Hrvaška

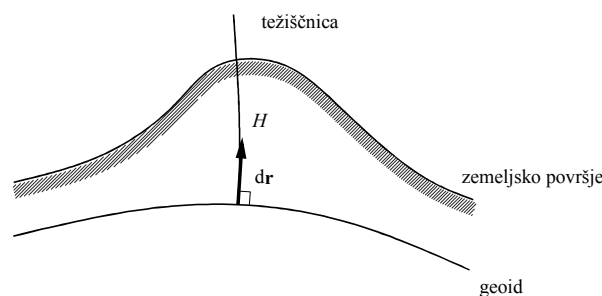
Reference System). ITRS koordinatni sistem je dogovorjen terestrični koordinatni sistem, ki je geocentričen in pritrjen na telo Zemlje. Praktična realizacija terestričnega koordinatnega sistema je ITRF (IERS Terrestrial Reference Frame).

V okviru IAG (International Association of Geodesy) je bila ustanovljena podkomisija EUREF (EUropean REference Frame), ki je dobila nalogo vzpostavitev enotnega evropskega referenčnega sestava. Ta podkomisija je za področje Evrope definirala ETRS (European Terrestrial Reference System). Glede na letnico nastanka se koordinatni sistem imenuje ETRS89. Praktična realizacija ETRS koordinatnega sistema je koordinatni sestav ETRF. V praksi obravnavamo in uporabljamo ETRS kot horizontalni koordinatni sistem. Namen vzpostavitve koordinatnega sistema ETRS je bilo poenotenje astrogeodetskih datumov v Evropi.

Višinski referenčni sistemi

Višinski referenčni sistemi naj bi temeljili na fizikalnih lastnostih prostora. Ker je najbolj očitna sila, ki deluje na Zemlji sila teže, je osnova za določitev višin vektorsko polje sile teže. Ker pa je to vektorsko polje konservativno ga je mogoče obravnavati kakor skalarno polje – potencial sile teže. V geometrijskem smislu pa je »oblika« potenciala polja sile teže enaka »obliki« potenciala pospeška sile teže. Zato v praksi uporabljamo potencial pospeška sile teže – težnostni potencial oziroma temu potencialu pripadajoče ekvipotencialne ploskve. Za izhodiščno ekvipotencialno ploskev za določanje višin je izbrana mirujoča morska površina. Ekvipotencialna ploskev, ki poteka skozi izbrano izhodiščno točko – mareograf predstavlja referenčno višinsko ploskev. V praksi običajno nadomešča eno samo višinsko referenčno točko množica višinskih referenčnih točk, ki pa vse ne ležijo na isti ekvipotencialni ploskvi. To pa vodi do višinske referenčne ploskve, ki ni ekvipotencialna ploskev.

Za matematično definicijo višine, ki ima fizikalno naravo ortometrične višine uporabimo zvezo $dW = \text{grad } W \cdot d\mathbf{r}$ oziroma $dW = \mathbf{g} \cdot d\mathbf{r}$, kjer je W težnostni potencial, dW diferencial težnostnega potenciala W in \mathbf{g} vektor težnosti (težnostnega pospeška). Če je vektor $d\mathbf{r}$ usmerjen vzdolž težiščnice v smeri »navzgor« od ekvipotencialne ploskve, velja enakost $|d\mathbf{r}| = dH$.



Slika 1: Višina točke

Zapišemo lahko $dW = \mathbf{g} \cdot d\mathbf{r} = |\mathbf{g}| \cdot |d\mathbf{r}| \cos(\mathbf{g}, d\mathbf{r}) = g \cdot dH \cdot \cos(180^\circ)$, oziroma $dW = -g \cdot dH$ kar predstavlja osnovno višinsko enačbo. To enačbo običajno zapišemo v obliki $dH = -\frac{dW}{g}$.

Ta enačba podaja višino glede na razliko težnostnih potencialov in velikost težnostnega

pospeška $|g|$. Ker težnosti ne moremo opazovati v notranjosti Zemlje, uporabimo za velikost težnostnega pospeška v Zemljini notranjosti približne izraze in vrednosti. Od tod izhajajo tudi različni višinski sistemi in njim pripadajoče višinske referenčne ploskve.

Zaradi težav pri določitvi višin, ki izvirajo iz neznanosti velikosti težnostnega pospeška $|g|$, je bilo uvedenih mnogo tipov višin. Ker poteka skozi vsako točko samo ena ekvipotencialna ploskev, pripada tej točki samo ena vrednost težnostnega potenciala W . Težnostni potencial tako predstavlja eno od možnosti določitve enolične višine točke. Če z merskim postopkom določamo razmik med ekvipotencialnimi ploskvami, in če poznamo vrednost težnosti na istem mestu, lahko določimo razliko potencialov δW iz izraza $\delta W \cong -g\delta h$. Namesto potenciala W_i točke P_i v geodeziji uporabljamo geopotencialno število (koto) C_i , ki je definirana kot negativna razlika potencialov v točki P_i in na geoidu $C_i = -(W_i - W_0)$. Geopotencialna kota je za vsako točko enolična, ni pa višina v geometrijskem smislu ter nima geometrijskega pomena. Pomembna je predvsem v raziskovanju težnostnega polja Zemlje in je osnova za izračun višine v vseh višinskih sistemih, ki imajo fizikalen pomen.

Na osnovi geopotencialne kote C so definirani različni tipi višin glede na izraz $H = \frac{C}{g}$,

kjer je tip višine odvisen od izbrane vrednosti težnosti v imenovalcu izraza za H :

- dinamična višina: $\gamma = \gamma_R$ (γ_R - referenčna vrednost normalne težnosti na obravnavanem območju)
- ortometrična višina: $g = \bar{g}$ (\bar{g} - srednja vrednost težnosti med geoidom in točko)
- normalna višina: $g = \bar{\gamma}$ ($\bar{\gamma}$ - srednja vrednost normalne težnosti med elipsoidom in teluroidom)

Pojav cele vrste višinskih sistemov je tako povzročilo dejstvo, da je višinski sistem odvisen od izbrane vrednosti težnosti. Problem, ki je skupen vsem višinskim sistemom dinamičnemu, ortometričnemu in normalnemu, je pomanjkanje podatkov o težnosti. Ta problem delno rešuje uvedba normalne težnosti na mestu dejanske težnosti.

Zaradi množice višinskih sistemov, z različnimi višinskimi izhodišči ter uporabo različnih tipov višin, je bil za poenotenje višinskih sistemov v Evropi definiran evropski višinski referenčni sistem EVRS (European Vertical Reference System) ter praktično realizicijo tega sistema pod imenom EVRF2000 (European Vertical Reference Frame 2000). EVRS temelji na težnosti, tako da je to sistem v katerem imajo višine fizikalen pomen. EVRS je definiran z višinskim datumom EVD (European Vertical Datum), kot ga definira vrednost težnostnega potenciala W_0 ekvipotencialne ploskve mareografa v Amsterdamu – NAP (Normaal Amsterdams Peil). Višina v EVRS je definirana kot razlika težnostnih potencialov ΔW_P NAP in obravnavane točke P. Višinski sistem je torej definiran na osnovi geopotencialnih kot $C_P = \Delta W_P = W_0 - W_P$. Geopotencialne kote omogočajo izračun poljubnega tipa višin. V okviru EVRS so to normalne višine. Praktično je EVRS realiziran z geopotencialnimi kotami višinskih točk v okviru evropske nivojske mreže UELN (United European Levelling Network), ki pokriva območje Severne, Srednje in Zahodne Evrope.

Koordinatna sistema ETRS89 in EVRS skupaj sestavljata ESRS. ESRS naj bi predstavljal homogeno, stabilno in natančno ogrodje za vse geodetske, geodinamične, geofizikalne in druge potrebe.

Državni koordinatni sistem Slovenije

Slovenski državni koordinatni sistem temelji na astrogeodetskem datumu, s katerim je zagotovljen horizontalni geodetski datum in na višinskem datumu. Praktično realizacijo slovenskega državnega koordinatnega sistema (koordinatni sestav) predstavljajo tri skupine temeljnih geodetskih mrež:

- položajna temeljna geodetska mreža, ki omogoča določanje horizontalnih koordinat točk,
- višinska temeljna geodetska mreža, ki omogoča določanje višin točk,
- temeljna gravimetrična mreža, ki omogoča ustrezno obravnavo višin v okviru višinske temeljne geodetske mreže.

Takšno delitev na skupine temeljnih geodetskih mrež je opredelil Pravilnik o tehničnih normativih za mreže temeljnih geodetskih točk (SRS-RGU, 1981), ki predstavlja edino normativno besedilo o državnem koordinatnem sistemu Slovenije.

Višinsko osnovo državnega ozemlja predstavljajo višinske temeljne geodetske mreže višjega ter nižjega reda. Po preračunu nivelmanske mreže Slovenije, ki je bil opravljen v letih 1999 in 2000, sestavlja nivelmansko mrežo Slovenije sedem nivelmanskih zank. Posamezne nivelmanske zanke na območju Slovenije so lahko zaključene le s pomočjo izmer na območju R Hrvaške. Nivelmanska mreža je navezana na fundamentalni reper FR 1049 v bližini Ruš in je bil stabiliziran za potrebe vzpostavitve avstroogrške nivelmanske mreže. Višina fundamentalnega reperja avstroogrške nivelmanske mreže je določena v t.i. višinskem datumu Trst.

Mareograf na pomolu Sartorio v Trstu so postavili leta 1869. Nadmorska višina normalnega reperja mareografa je bila določena na osnovi enoletnih opazovanj nivoja Jadranskega morja v letu 1875. Višino normalnega reperja so določili samo na osnovi enoletnih opazovanj zato, ker so v teh letih v Evropi želeli povezati srednje nivoje Sredozemskega morja s severnimi morji in določiti enotni normalni reper za celo Evropo. Ker so ugotovili, da je srednji nivo Sredozemskega morja za 13 cm nižji od srednjega nivoja severnih morij, so se odločili, da ne bodo določili enotnega normalnega reperja za celo Evropo, temveč obdržijo posamezne države svoje normalne reperje.

Višine v slovenskem državnem koordinatnem sistemu so podane v sistemu t.i. normalnih ortometričnih višin. Normalne ortometrične višine so začeli uporabljati v preteklosti, ker so bile meritve težnostni zapletene in dolgotrajne. V tem primeru so namesto izmerjene vrednosti težnosti uporabljali izračunane vrednosti težnosti. Normalne ortometrične višine se ne nanašajo na nobeno standardno referenčno ploskev, nimajo geometrijskega pomena in niso enolične. Če imamo na voljo ustrezne podatke o težnosti na posameznih reperjih nivelmanske mreže, so te višine brez posebnega pomena.

V zgodovinskem smislu sta obstajali na območju Slovenije gravimetrična mreža I. in II. reda bivše Jugoslavije. Gravimetrično mrežo I. reda je tvorilo 15 točk, v Sloveniji je točka v Ljubljani. Konec šestdesetih let prejšnjega stoletja sta bili obe mreži združeni v eno t.i. osnovno gravimetrično mrežo bivše Jugoslavije. To mrežo je tvorilo približno 350 točk, od tega v Sloveniji 32 točk. Meritve so se nanašale na stari Potsdamski sistem.

Leta 1995 je Geodetska uprava Republike Slovenije začela z delom na obnovi gravimetričnih mrež na območju Slovenije. Tako je bilo stabiliziranih in opazovanih šest novih absolutnih gravimetričnih točk: grad Bogenšperk, Gotenica, cerkev sv. Areha na Pohorju, Sevniški grad, grad Socerb ter trdnjava Kluže pri Bovcu. Izmero ter obdelavo opazovanj so opravili nemški, italijanski in finski strokovnjaki. Te točke naj bi služile kot osnova za novo gravimetrično mrežo Slovenije.

Prve meritve na področju Slovenije za potrebe določitve ploskve geoida, so bile opravljene še v času Avstroogrške monarhije. V času pred prvo svetovno vojno je bil po poldnevniku Ljubljane izmerjen t.i. geoidni profil. Po drugi svetovni vojni je bila prva objavljena publikacija s področja raziskav težnostnega polja Zemlje za območje nekdanje Jugoslavije doktorska disertacija profesorja Gradbene fakultete v Sarajevu A. Muminagića.

Profesorja K. Čolić in T. Bašić in sodelavci Geodetske fakultete iz Zagreba so leta 1992 izračunali relativni astrogeodetski geoid, za območje Slovenije in del Hrvaške. Za izračun tega modela geoida je bilo uporabljenih skupaj 117 točk z izračunanimi (izmerjenimi) komponentami odklona navpičnice, od katerih se na ozemlju Slovenije nahaja 32 točk.

Leta 2000 je bil izračunan novi absolutni geoid na območju Slovenije, ki ga je v okviru doktorske disertacije izračunal B. Pribičević. V izračun je bilo vključenih 98 točk z izračunanimi odkloni navpičnice, 50 točk z ozemlja Slovenije. Vključenih je bilo še približno tri tisoč vrednosti anomalij težnosti. Geoid je bil zopet izračunan z metodo »remove-restore« z uporabo kolokacije po metodi najmanjših kvadratov. Natančnost izračunanih geoidnih višin je povprečno 3 cm, vendar je ta višja na območjih, kjer je število točk z znanimi geoidnimi višinami (GPS/nivelman) večje.

Možnosti povezave terestričnih koordinatnih sistemov in višinskih referenčnih sistemov

Kot že rečeno, uporabljamo v Sloveniji in na Hrvaškem kot sistem višin normalne ortometrične višine, medtem ko so v Italiji v uporabi ortometrične višine. Višinska referenčna ploskev za Slovenijo in Hrvaško je ploskev, ki je v bližini geoida, z izhodiščem, kot ga definira srednji nivo morja na mareografu v Trstu v letu 1875. V Italiji je višinska referenčna ploskev geoid, katere lega v prostoru je določena na osnovi opazovanj mareografa v Genovi. Glede na različne tipe višin ter različnih višinskih referenčnih ploskev, katerih lega v prostoru je različna je edina možnost višinske povezave točk sistem geopotencialnih kot.

Za potrebe določitve tri-razsežnih koordinat $(X_P, Y_P, Z_P)_{ETRS89}$ v korodinatnem sistemu ETRS89 je potrebno izvesti GPS-opazovanja ustrezne akovosti. Tem točkam bodo s postopki geometričnega nivelmana in gravimetričnih opazovanj določene geopotencialne kote C_P v okviru evropskega višinskega sistema EVRS. Geopotencialne kote C_P bodo nato preračunane v normalne višine $H^N = C_P / \bar{\gamma}$ v okviru EVRS.

Povezava mareografov v višinski sistem EVRS je lahko opravljena samo s povezavo letih z UELN (Unification of European Levelling Network), kar pomeni, da bo potrebno izvesti tudi GPS opazovanja še na nekaj točkah državne nivelmanske mreže, ki imajo ali pa jim še bomo določili dovolj kakovostne geopotencialne kote.

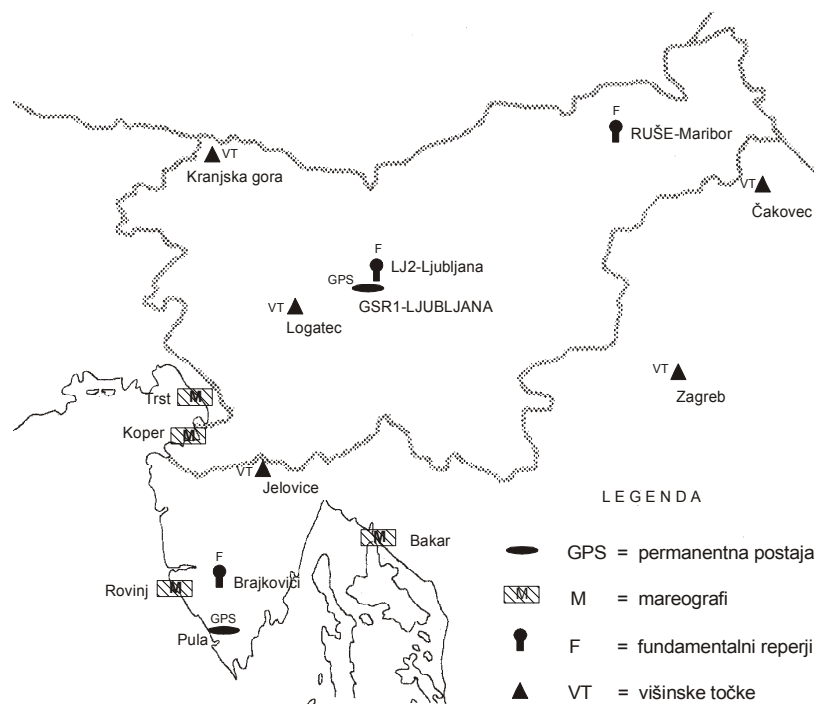
V mreži UELN je bila v času od 21. do 29. 05. 1997 leta opravljena GPS izmera v okviru EUVN-EUREF projekta (EUropean Vertical Network) na točkah v bližini NVN. V Sloveniji so točke UELN mreže točke SI01 Velika Pirešica, SI02 Lendavske gorice in SI03 Malija. Na območju Hrvaške so bila v okviru EUVN-EUREF projekta izvedena GPS opazovanja na točkah HR01 Bakar, HR02 Brusnik, HR03 Dubrovnik, HR04 Veliko Gradište, HR05 Split, HR06 Zagreb, HR07 Rovinj in HR08 Plitvička jezera. V Italiji je bila v projekt EUVN-EUREF točka vključena tudi točka IT10 Trieste in v Avstriji točka Graz. Rezultat te izmere so koordinate teh točk v ITRF96 oziroma ETRS89 koordinatnem sistemu. Naknadno so bila na teh točkah izvedena tudi gravimetrična opazovanja, tako da so bile tem točkam lahko določene zanesljive geopotencialne kote.

Projekt povezave 4 mareografov v severnem Jadranu–Projekt 4M

Omenili smo, da lahko lego ničelne ekvipotencialne ploskve–višinske referenčne ploskve v prostoru določimo na osnovi opazovanj srednjega nivoja morja. S tem namenom smo na mareografih Trst, Koper, Rovinj in Bakar v okviru projekta 4M izvedli GPS opazovanja v času od 30.05.2002 do 02.06.2002.

Cilji projekta 4M, ki smo jih lahko definirali pred začetkom izvajanja projekta so bili:

- povezava višinskih sistemov v Italiji, Sloveniji in na Hrvaškem v višinskem sistemu EVRS in v terestričnem koordinatnem sistemu ETRS89,
- povezava višinskih referenčnih ploskev v Italiji, Sloveniji in na Hrvaškem,
- povezava 4 mareografov v severnem Jadranu v višinskem sistemu EVRS in v terestričnem koordinatnem sistemu ETRS89,
- vzpostavitev referenčne osnove za ugotavljanje morebitnih premikov obalnih območij,
- možnost »notranje« kontrole obstoječega absolutnega modela geoida Slovenije preko kombinacije elipsoidnih, geoidnih in ortometričnih (normalnih ortometričnih) višin točk.



Slika 2: Razporeditev točk za GPS-opazovanj v okviru projekta 4M

V okviru projekta 4M smo izvedli 72 urna GPS-opazovanja od 30.05. do 02.06.2002 na skupaj 19 točkah. Na področju Slovenije smo izvedli GPS-opazovanja na točkah v bližini fundamentalnih reperjev Ruše in Ljubljana, na točkah v bližini NVN v Kopru (mareograf Koper) in Kranjski Gori ter na točki v bližini nivelmana I. reda v Logatcu. Na Hrvaškem so bila izvedena GPS opazovanja na mareografih Rovinj in Bakar, v bližini fundamentalnega reperja Brajkovići, ter na točkah v bližini točk državne nivelmanske mreže v Čakovcu, Zagrebu, Puli in Jelovicah. Razporeditev teh točk je prikazana na Sliki 2. Za zanesljivo povezavo točk v okviru projekta 4M v ETRS89 koordinatni sistem so uporabljena tudi opazovanja EUREF permanentnih GPS postaj (EUREF Permanent Network-EPN) na širšem območju vključenem v projekt 4M. Tako smo pridobili podatke GPS opazovanj na

EPN točkah v Sloveniji v Ljubljani, na Hrvaškem v Dubrovniku, Osijeku in Puli, v Bosni in Hercegovini v Sarajevu, v Italiji v Padovi in v Avstriji v Grazu. GPS-izmera je bila izvedena s skupaj 19 GPS-sprejemniki. Pregled uporabljenih GPS-sprejemnikov in GPS-anten na posameznih točkah je dana v preglednici 1. Poleg v preglednici 1 navedenih točk bo potrebno pri obdelavi GPS-opazovanj vključiti v obdelavo tudi točke EPN omrežja v okolici obravnavanega območja, ki bodo omogočale kakovostno vključitev območja izmere v ETRS89 koordinatni sistem.

Tip točke	Ime točke	Vrsta GPS-sprejemnika	Vrsta GPS-antene
Permanentne GPS-postaje	DUBROVNIK	Ashtech Z-XII3	Ashtech dorne margolin with choke ring 700936D
	GRAZ	Ashtech UZ-12	Ashtech dorne margolin with choke ring 701945-NN REV B
	GSR1-LJUBLJANA	LEICA RS500	Leica dorne margolin with choke ring
	OSIJEK	Ashtech Z-XII3	Ashtech dorne margolin with choke ring 700936 REV E
	PADOVA	Trimble 4000SSi	Trimble Dorne margolin with choke ring
	SARAJEVO	Trimble 4000SSi	Trimble Compact L1/L2 with ground plane
	PULA	Trimble 4000 SSi	Trimble Dorne margolin with choke ring
Točke povezane z mareografii	BAKAR	Trimble 4800	Trimble 4800 internal
	KOPER	Ashtech Z-FX	Ashtech/Magellan tip 105645 (?)
	ROVINJ	Trimble 4400	Trimble Compact L1/L2 with ground plane
	TRST	Leica CRS1000	Leica dorne margolin with choke ring
Točke povezane s fundamentalnimi reperji	RUSE-MARIBOR	Leica SR530	Leica external antenna with aero element L1/L2
	LJ2-LJUBLJANA	Leica SR530	Leica external antenna with aero element L1/L2
	BRAJKOVIĆI	Trimble 4400	Trimble Compact L1/L2 with ground plane
Druge točke	ČAKOVEC	Trimble 4000SSi	Trimble Compact L1/L2 with ground plane
	ZAGREB	Trimble 4000SSi	Trimble Compact L1/L2 with ground plane
	JELOVICE	Trimble 4400	Trimble Compact L1/L2 with ground plane
	KRANJSKA GORA	Trimble 4000SSi	Trimble Compact L1/L2 with ground plane
	LOGATEC	Trimble 4000SSi	Trimble Compact L1/L2 with ground plane

Preglednica 1: Pregled GPS opazovanj v okviru projekta 4M

Do sedaj opravljeno delo v okviru projekta 4M predstavlja začetek realizacije ciljev zastavljenih pred izvedbo projekta, tako da nas v nadaljevanju čaka še veliko dela. Nekaj teh del lahko opredelimo skozi do sedaj opravljene aktivnosti. Tako bo za zanesljivo vključitev rezultatov projekta 4M na območju Slovenije v enoten koordinatni sistem ETRS89 potrebno izvesti na osnovi GPS-opazovanj povezavo točk opazovanih v okviru projekta EUREF- EUVN in projekta 4M. Potrebno bo izvesti relativna gravimetrična opazovanja na vseh točkah (vsaj na slovenskem ozemlju) vključenih v projekt 4M. To zahtevo bo na ozemlju Slovenije potrebno najbolj kakovostno izvesti na mareografu Koper z navezavo le-tega na absolutno gravimetrično točko Socerb oziroma na morebiti na novo

vzpostavljeni absolutni gravimetrični točki Koper ter na obeh fundamentalni reperjih v Rušah in v Ljubljani. S postopki geometričnega nivelmana bo potrebno določiti točki v Logatcu, ki nima niti normalne ortometrične višine niti geopotencialne kote ustrezne kakovosti. Šele na osnovi rezultatov vseh omenjenih opazovanj bo mogoče vrednotenje nalog zastavljenih ob začetku izvajanja projekta.

V povezavi z mareografom Koper pa je potrebno omeniti tudi predvideno vključitev letega v mednarodni projekt ESEAS (European Sea-Level Service), zasnovan z namenom izgradnje baze podatkov o nivojih evropskih morij, namenjene najrazličnejšim znanstvenim in praktičnim potrebam tudi na nivoju izvajanja neprekinjenih GPS-opazovanj, opravljenih na samem mareografu. Če naj bi bili podatki zbrani v okviru projekta ESEAS kakovostni in zanesljivi, morajo mareografske postaje izpolnjevati določene zahteve. Tako je v teku projekt prenove mareografa Koper, ki bi vključeval postavitev novega, ustrezno temeljenega objekta na lokaciji obstoječe mareografske postaje, postavitev novega mareografskega instrumenta, postavitev ustrezne meteorološke opreme ter vzpostavitev permanentne GPS-postaje, ki bo vključena v slovensko omrežje GPS-postaj ter preko projekta ESEAS tudi verjetno v EPN (Euref Permanent Network). Dodatno bo v bližini mareografa potrebno zagotoviti tudi možnost občasnega izvajanja absolutnih gravimetričnih opazovanj.

V projekt ESEAS so vključeni vsi mareografi, ki so vključeni tudi v projekt 4M. Glede na to, da bo na mareografu Koper v kratkem začela delovati tudi permanentna GPS-postaja, na preostalih treh mareografih pa bodo GPS-opazovanja izvajana samo zelo občasno, lahko obravnavamo projekt 4M tudi kot projekt povezave in skupne vključitve 4 mareografov severnega Jadrana v projekt ESEAS.

Zahvala

Naloga je nastala v okviru raziskovalnega projekta L2-3033-0792 »Zasnova vzpostavitve novega državnega koordinatnega sistema« ter raziskovalnega programa »Geodezija«.

Literatura

- Heiskanen W. A., Moritz H., 1990, Physical geodesy, Reprint Institute of Physical Geodesy, Technical University Graz
- Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., and Collins J., 1994, Global Positioning System-Theory and Practice, Third edition, Springer-Verlag Wien New York
- Socialistična Republika Slovenija, Republiška geodetska uprava, 1981, Pravilnik o tehničnih normativih za mreže temeljnih geodetskih točk, Ljubljana
- Stopar B., Koler B., Kuhar M., 2001, Osnovni geodetski sistem, Inženirska zbornica Slovenije, Matična sekcija geodetov, Ljubljana