

Gradnja geomagnetnega observatorija pod Sinjim vrhom nad Ajdovščino

Rudi Čop¹

Povzetek

Geomagnetni observatorij je referenčno mesto za geomagnetne meritve na ozemlju, ki ga tak observatorij pokriva. Zato mora biti postavljen na skrbno izbranem mestu, ki ustreza vsem mednarodnim priporočilom. Prav tako mora biti po teh priporočilih tudi opremljen, da se lahko vključi v obstoječo mednarodno informacijsko meržo INTERMAGNET (*INTERNational Real-time MAGnetic Observatory NETWORK*). Prav ta povezava daje geomagnetnemu observatoriju veljavo, saj mu omogoča mednarodno sodelovanje, preverjanje merilnih rezultatov in mu priznava usposobljenost za opravljanje geomagnetnih meritev po veljavnih mednarodnih priporočilih. V Republiki Sloveniji se geomagnetni observatorij šele postavlja in se obenem tudi usposablja grupa merilcev. Pri tem pa je zelo pomembna tudi predstavitev observatorija širši javnosti kot tudi praktična uporaba geomagnetnih meritev. Del prve faze gradnje geomagnetnega observatorija je bil zaključen v decembru 2010. Dokončanje te faze kot tudi zaključne druge faze se bo po predvidevanjih izpeljalo v letu 2011.

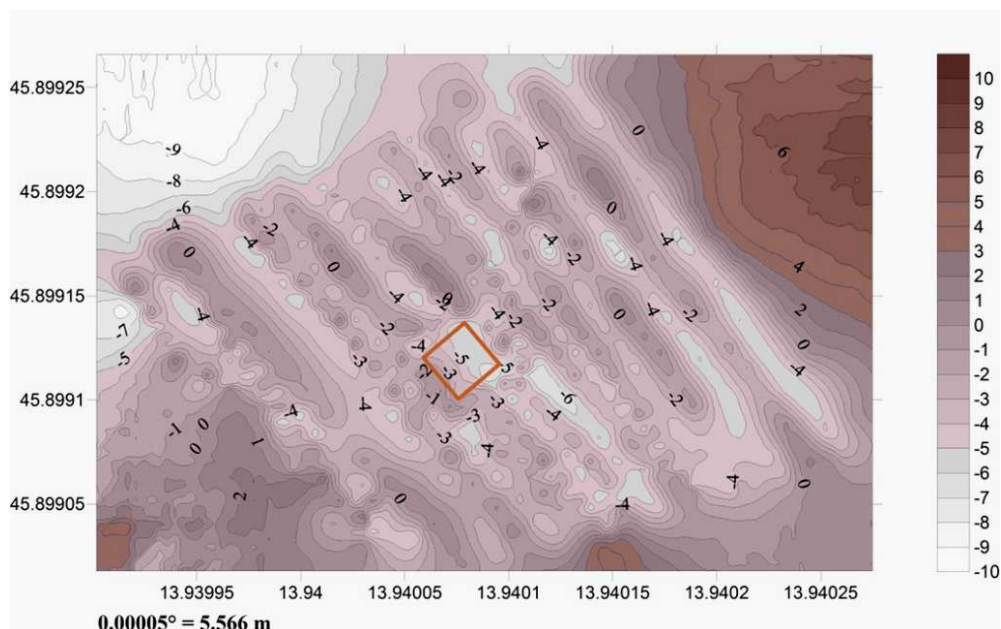
Uvod

Sistematično iskanje primerne mesta za primarne ali izhodiščne meritve zemeljskega magnetnega polja na ozemlju Slovenije se je začelo v okviru projekta ARRS CRP-MIR-2007 s številko M4-225 in naslovom: Določitev magnetne deklinacije za območje Slovenije in primerjava z globalnimi modeli zemeljskega magnetnega polja. Projekt se je zaključil decembra 2009 (Fefer et al., 2010). Celotno nadaljnjo podrobno raziskavo skupaj z nakupom potrebne merilne opreme je plačalo Visokošolsko središče Sežana (v nadaljnjem: VSS Sežana). Ta raziskava je najprej potekala vzporedno kot dopolnitev raziskovalnega projekta M4-225 (Paliska et al., 2010), nato pa se je nadaljevala v samostojnem projektu izgradnje geomagnetnega observatorija v okviru Laboratorija za geomagnetizem in aeronomijo pri VSS Sežana (v nadaljnjem: laboratorij). Laboratorij je bil vpisan v knjigo raziskovalnih organizacij pri ARRS v Ljubljani januarja 2009, s svojo aktivnostjo pa je začel že dve leti prej.

Na osnovi predhodnih meritev geomagnetnega gradienta (Čop in Kocen, 2009) je v letu 2009 izdelal projektni biro podjetja Primorje Ajdovščina idejni projekt za geomagnetni observatorij na robu vasi Predmeja v Trnovskem gozdu. Na tem robu pa je tudi rastišče rebrinčevolistne hladnikije ali hladnikovke (*Hladnikia Pastinacifolia*), ene najstarejših endemičnih in redkih rastlin pri nas. Na predlog Oddelka za okolje pri Občini Ajdovščina in v sodelovanju z zavodom RS za varstvo narave, Območna enota Nova Gorica, smo zato določili novo področje pod Sinjim vrhom nad Ajdovščino. Izbrani sta bili dve parceli Za goro ob nekdanji domačiji Krapša v skupni izmeri 23520 m², ki sta v upravljanju Sklada kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije. Z meritvami geomagnetnega gradienta na izbranih zemljiščih, opravljenih avgusta 2009, smo nato potrdili njihovo primernost (Slika 1), da na njih postavimo geomagnetni observatorij (v nadaljevanju: observatorij).

¹ Visokošolsko središče Sežana, Laboratorij za geomagnetizem in aeronomijo, Kraška ulica 2, 6210 Sežana

Izbrano mesto za observatorij je optimalna rešitev, ki je nastala po triletnem iskanju primernege mesta zanj in dogovarjanju z vsemi prizadetimi ob njegovi gradnji. Postavitev observatorija je pomembna tako za državo (Zadeva, 2010) kot tudi za razvoj znanja na področju geomagnetizma pri nas. Čeprav imajo meritve zemeljskega magnetnega polja že več kot štiristoletno tradicijo (Stern, 2002; Stegel in Čop, 2009), se s postavitvijo observatorija pri nas le-te šele prav začenjajo.



Slika 1: Geomagnetni gradient na mestu merilnega stebra za opravljanje absolutnih geomagnetnih meritev

Izhodišče

Geomagnetni observatorij mora biti postavljen na kraju brez magnetnih motenj umetnega izvora. Zato morajo biti tudi merilnice zgrajene iz nemagnetnih materialov in dovolj oddaljene od objektov, ki bi bili zgrajeni ali bi vsebovali dele in predmete z remanenčnim magnetizmom. Kovine s takimi lastnostmi so: železo, nikelj, kobalt, gadolinij in magnetne zlitine kovin ter feromagnetni materiali, ki so prešli Curie-jevo temperaturo. Najpogosteje so to feromagnetni materiali, sestavljeni iz fero-oksidnih spojin. Vpliv teh materialov na geomagnetne meritve mora biti pod nivojem merilne občutljivosti uporabljenih merilnih instrumentov na observatoriju. Ta nivo je po priporočilih mednarodnih organizacij IAGA (International Association of Geomagnetism and Aeronomy) in INTERMAGNET manjši od 0,1 nT (Korepanov, 2006; Jankowski in Sucksdorff, 1996; INTERMAGNET, 1999). Merilni instrumenti za absolutne meritve, ki so v lasti VSS Sežana in v uporabi laboratorija, so bili s primerjalnimi meritvami na tujih geomagnetnih observatorijih potrjeni, da ustrezajo priporočilom teh mednarodnih organizacij (Čop in Kosovac, 2010; Živković in Mihajlović, 2010). Prvi variometer triosni Fluxgate Magnetometer (Suspendet version) Model FGE je bil naročen pri DTU Space v Copenhagenu na Danskem in je prispel v laboratorij julija 2010 (Slika 2).



Slika 2: Triosni fluxgate magnetometer za observatorij

Gradnja observatorija

Objekti na observatoriju so razporejeni tako, da se čim bolj vključujejo v okolje in najmanj motijo dosedanjo kmetijsko dejavnost na obeh parcelah Za goro poleg nekdanje domačije Krapša. Zaradi dodatnih zahtev, navkljub dogovorom in vpisom služnostnih pravic v zemljiško knjigo, smo morali zastavljeni projekt med sam gradnjo stalno prilagajati.

Sama gradnja observatorija je sestavljena iz dveh faz. Prva faza je namenjena postavitvi primarne postaje Krapša (v nadaljevanju: primarna postaja) in obsega enostavne objekte, za katere ni potrebno gradbeno dovoljenje: merilnice tlorisne površine do 5 m² in inštalacijski kolektor, zakopan v zemljo (Uradni list RS št. 37, 2008). Električno napajanje merilne opreme je v tej fazi izgradnje lahko neodvisno od javnega elektroenergetskega omrežja.

Od prve faze gradnje observatorija so bili v letu 2010 postavljeni:

- Merilni steber za izvajanje absolutnih meritev, ki je postavljen v začasni baraki z merilnimi linami (Slika 3). V njej je mogoče opravljati absolutne meritve do temperature 0°C v vsakem vremenu.
- Dostopna pot po katastrski poti do nekdanje domačije Krapša.
- Instalacijski kolektor v celotni dolžini s položenimi instalacijskimi cevmi za elektriko, telefon, optiko in vodo. V letošnjem letu smo usposobili približno 2/5 instalacijskega kolektorja in vanj položili vse električne kable in obe ozemljili. Usposobljeni

instalacijski kolektor poteka od priključka na električno omrežje do glavnega razdelilnega jaška in naprej do začasne barake za elektroniko.

- Začasna baraka za elektroniko z urejenim mestom za merilni senzor variometra na zunanji strani.

Za leto 2011 ostajajo od prve faze gradnje še: postavitve dveh merilnic za variometre, merilni steber za senzor protonskega magnetometra in hiša za elektroniko. Vsi ti objekti bodo delno vkopani in vsak od njih ne bo presegal tlorisne površine 5 m². V letu 2010 nas je pri gradnji na Gori prehitela zima, zato nam teh objektov ni uspelo postaviti.



Slika 3: Začasna baraka z merilnim stebrom na primarni postaji Krapša

V drugi fazi gradnje GMO bo nad glavnim instalacijskim jaškom postavljena servisna hiša, v kateri bodo celotna energetika, informatika in telekomunikacije. Namesto barake z elektroniko bo postavljena hiša za absolutne meritve. Oba objekta presejata tlorisno površino 5 m² in je zato potrebno pridobiti gradbeno dovoljenje. V instalacijski kolektor bomo obenem položili tudi vse predvidene električne, komunikacijske in optične vode.

Usposobitev primarne postaje

Primarna postaja je glavna ponavljalna postaja za absolutne geomagnetne meritve. Te se na ponavljalni postaji opravljajo vedno nad isto označeno točko in v isti višini (Newitt et al, 1997). Primarna postaja Krapša je postavljena na parceli namenjeni observatoriju. Po njegovi postavitvi bo primarna postaja Krapša prevzela vlogo sekundarne postaje observatorija za preverjanje rezultatov absolutnih meritev na njem.

Novembra 2010 je bil na primarni postaji postavljen protonski magnetometer, ki deluje po načinu 'Base' in je napajen iz akumulatorja 12 V / 110 Ah. Decembra 2010 je bila

primarna postaja začasno priključena tudi na električno omrežje. Trajni priključek bo narejen, ko bo za gradnjo observatorija pridobljeno gradbeno dovoljenje.

S priključkom observatorija na električno omrežje je mogoče na njem postaviti tudi variometer in začeti z rednimi absolutnimi meritvami zemeljskega magnetnega polja. Observatorij bo tako pripravljen za preizkusno obratovanje. Da pa se lahko vključi v mednarodno informacijsko mrežo INTERMAGNET moramo usposobiti še daljinski prenos merilnih rezultatov, njihovo skladiščenje, zavarovanje, obdelavo in pošiljanje. Poleg tega pa moramo zagotoviti tudi dvojni merilni sistem tako za absolutne kot tudi za variabilne meritve. Da bo observatorij popolno opremljen z merilnimi instrumenti, potrebujemo še en variometer in še en D/I magnetometer.

Načrti za nadaljevanje gradnje observatorija

V letu 2010 je bilo pri gradnji observatorija največ dela s pridobivanjem dovoljenj za gradnjo in s samo gradnjo najosnovnejših objektov. V letu 2011 bo poudarek na meritvah in obdelavi merilnih rezultatov. To pa zahteva izobraževanje merilcev in organizacijo dela v laboratoriju in na observatoriju.

Za datalogger, ključni element za daljinski prenos merilnih podatkov iz observatorija v laboratorij, je bila razvita programska oprema na LTFE pri Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani. Po zaključku projekta ARRS CRP-MIR-2007 decembra 2009 na nadaljnjem razvoju te opreme ni bilo ničesar storjenega. Ta datalogger je usposobljen za zajemanje merilnih podatkov iz protonskega magnetometra, ki deluje v načinu 'Base'. Potrebovali pa bi bolj univerzalni način, ki bi omogočil tudi sprejem podatkov iz protonskega magnetometra v načinu 'Observatory' in iz 3-osnega variometra. Te podatke bi moral datalogger tudi shranjevati in pošiljati po brezžičnem omrežju do strežnika v laboratoriju.

Laboratorij se bo moral v letu 2011 usposobiti za obdelavo merilnih podatkov iz observatorija, njihovo shranjevanje in pošiljanje v mednarodno informacijsko mrežo INTERMAGNET. Za dodatno shranjevanje merilnih podatkov iz observatorija je pripravljena poskrbeti Geodetska uprava RS v Ljubljani, s katero je potrebno podpisati ustrezeni dogovor. Tako bi bila naloga osnovne skupine zaposlenih v laboratoriju, ki bi jo sestavljali trije sodelavci, da sproti vzdržuje observatorij in izvaja redne absolutne meritve na njem. Za potrebe Republike Slovenije bi opravljala meritve sekularnih sprememb geomagnetnega polja in vodila ustrezeni geomagnetni kataster tega ozemlja.

Literatura

- Čop, R. Kocen, J. (2009): Geomagnetne meritve na geomagnetni referenčni točki na Predmeji. *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2008*. Zbornik predavanj. 14. strokovno srečanje Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko, Ljubljana, 22. januarja 2009. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Čop, R. Kosovac, P. (2010): Primerjalne meritve Overhouserjevega protonskega gradiometra. *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2009*. Zbornik predavanj. 15. strokovno srečanje Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko, Ljubljana, 21. januarja 2010. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Fefer, D. et al. (2010): Zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu v okviru ciljnega raziskovalnega programa (CRP) »Znanje za varnost in mir 2006 – 2010«. Ljubljana: Univerza v Ljubljani; Fakulteta za elektrotehniko.
- INTERMAGNET Technical Reference Manual*. Version 4.0. Edited by Douglas F. Trigg and Richard L. Coles. Denver (CO, US): The INTERMAGNET office, 1999.

- Jankowski, J. Sucksdorff, C. (1996): *IAGA Guide for Magnetic Measurements and Observatory Practice*. Boulder (CO, US): International Association of Geomagnetism and Aeronomy, ISBN: 0965068625.
- Korepanov, V. (2006): Geomagnetic Instrumentation for Repeat Station Survey. Edited by Jean L. Rasson and Todor Delipetrov. *Geomagnetics for Aeronautical Safety: A Case Study in and around the Balkans*. Editors Jean L. Rasson and Todor Delipetrov. 1 edition. Dordrecht (NL): Springer, str. 145-166. ISBN: 1402050240.
- Newitt, L.R. et al. (1997): *IAGA Guide for Magnetic Repeat Station Surveys*. International Association of Geomagnetism and Aeronomy, ISBN: 0965068617.
- Paliska, D. et al. (2010): The Use of GIS-based Spatial Multi-criteria Evaluation in the Selection Process for the New Slovenian Geomagnetic Observatory Site. *Annales Ser. hist. nat.*, vol. 20, no. 1, p. 1-8.
- Stegel, R. Čop, R. (2009): Štiri stoletja meritev zemeljskega magnetnega polja. *Življenje in tehnika*, vol. 60, no. 10, p. 23-32.
- Stern, P. D. A (2002): Millennium of Geomagnetism. *Reviews of Geophysics*, vol. 40, no.3, p. B-1-B-30.
- Uradni list RS, št. 37/2008 z dne 15.4.2008. 1567. Uredbe o vrsti objektov glede na zahtevnost. Poglavje 6. Enostavni objekti, člen 14. (pomožni infrastrukturni objekti), odstavek 10. pomožni objekt za spremljanje stanja okolja.
- Zadeva: *Observatorij za geomagnetizem aeronomijo – potrditev namembnosti*. Številka: 350-257/2009. Podpisani mag. Boris Balant, generalni direktor. Ljubljana: Republika Slovenija; Ministrstvo za obrambo, 18.06.2010. Available also in DOC format: *Kovk_potrdilo_namembnosti_18062010.doc*.
- Živković, D. Mihajlović, J. S. (2010): Izveštaj o rezultatima uporednih apsolutnih i baznih merenja DIM magnetometrima na Geomagnetskoj opservatoriji Grocka (GCK) u periodu od 21.- 24. marta 2010.godine. Elaborat. Beograd; Grocka: GMO Grocka.