

VERTIKALNI DATUMI NIVELMANSKIH MREŽ V SLOVENIJI

dr. Božo Koler

FAGG-Oddelek za geodezijo, Ljubljana

Prispelo za objavo: 11.2.1994

Izvleček

Predstavljeni so vertikalni datumi nivelmanskih mrež v Sloveniji (avstro-ogrski nivelman, I. in II. nivelman velike natančnosti) in problemi, ki so se pojavili pri določevanju vertikalnega datuma avstro-ogrškega nivelmana.

Ključne besede: ničelna nivojska ploskev, nivelmanska mreža, Slovenija, srednji nivo morja, vertikalni datum

1. UVOD

Za določitev nadmorskih višin točk je zelo pomembno, da je predhodno določena primerjalna ploskev, od katere računamo nadmorske višine točk. Tako je vertikalni datum nivelmanske mreže podan s srednjim nivojem morja v določenem obdobju, ki je definiran kot ničelna nivojska ploskev. Srednji nivo morja je določen na osnovi rezultatov dolgoletnih opazovanj nihanj nivoja morja z mareografi, ki ga predstavlja aritmetična sredina nivoja morja na eni točki morske obale v daljšem časovnem obdobju. Srednji nivo morja ni konstanten niti na isti točki v različnih obdobjih kakor tudi ne na različnih mestih morske obale. Spremenljivost srednjega nivoja morja je posledica neprestanega nihanja nivoja morja zaradi različnih vzrokov.

Periodična nihanja srednjega nivoja morja so posledica privlačne sile Sonca, Lune in Zemlje. Nepravilna nihanja srednjega nivoja morja so posledica delovanja vetra, zračnega tlaka, razlike v temperaturi in količini soli v morski vodi. Večji vpliv na nihanje srednjega nivoja morja imajo periodični vplivi, kar pomeni, da srednji nivo morja niha bolj ali manj periodično. Da dobimo zanesljive podatke o srednjem nivoju morja, ki nam predstavlja vertikalni datum nivelmanske mreže, moramo neprekinjeno opazovati nihanje nivoja morja vsaj 18,6 leta, kar je povezano z vzli Lunine tirnice.

2. NORMALNI REPER

Po dogovoru ima srednji nivo morja oziroma ničelna nivojska ploskev absolutno višino enako nič. Lega ničelne nivojske ploskve je definirana z vertikalno oddaljenostjo od t.i. normalnega reperja, ki je stabiliziran na območju, ki velja za geološko stabilno (Stefanović 1955).

2.1 Navezava avstro-ogrske nivelmanske mreže na normalni reper

Normalni reper za navezavo avstro-ogrske nivelmanske mreže na ničelno nivojsko ploskev predstavlja reper na pomolu Sartorio v Trstu. Višino normalnega reperja v Trstu je izračunal dr. Farolfi. Nadmorska višina normalnega reperja je bila določena na osnovi enoletnih opazovanj nihanj nivoja Jadranskega morja v letu 1875 in je znašala $3,352 \pm 0,01$ m. Mareograf na pomolu v Trstu so postavili leta 1869, vendar so bili prvi podatki o registraciji nivoja Jadranskega morja za leto 1875 objavljeni leta 1877. V Avstro-Ogrski monarhiji so višino normalnega reperja določili 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 nižji za 13 cm od srednjega nivoja severnih morij, so se odločili, da ne bodo določili enotnega normalnega reperja za celo Evropo, temveč bodo obdržale posamezne države svoje normalne reperje (Zeger 1986).

Ozanesljivosti določitve ničelne nivojske ploskve le na osnovi podatkov o enoletni registraciji nihanja nivoja morja je že leta 1904 podvomil Sterneck. Tako je primerjal višine osnovnih reperjev mareografov v Trstu, Puli in Dubrovniku, ki so jih določili na osnovi večletnih opazovanj nihanj nivoja morja in na osnovi vključevanja v avstro-ogrsko nivelmansko mrežo. Da je lahko primerjal višine osnovnih reperjev mareografov, je ponovno določil višino normalnega reperja v Trstu za leto 1901. Srednji nivo morja je določil na osnovi podatkov o registraciji nihanja nivoja morja v obdobju od 1875-1879 (brez 1877) in od 1901-1904. Novo določena nadmorska višina normalnega reperja je znašala $3,2621 \pm 0,0099$ m. Za obe višini normalnega reperja velja, da nista bili določeni na osnovi neprekinjenih opazovanj nihanj nivoja morja (vsaj 18,6 leta). Poleg tega se oba podatka o legi ničelne nivojske ploskve razlikujeta za 8,99 cm. Po Sterneckovih izračunih se stare avstro-ogrske nadmorske višine reperjev ne nanašajo na srednji nivo Jadranskega morja v Trstu, temveč na primerjalno nivojsko ploskev, ki je za 8,99 cm nižja od ničelne nivojske ploskve, ki je bila določena na osnovi osemletnih opazovanj nihanj nivoja Jadranskega morja (Zeger 1986).

S problemom določitve vertikalnega datuma avstro-ogrske nivelmanske mreže so se ukvarjali tudi drugi geodeti in geofiziki. Tako v literaturi zasledimo še te vrednosti o legi primerjalne ploskve glede na ničelno nivojsko ploskev, ki bi morala biti prevzeta za vertikalni datum avstro-ogrske nivelmanske mreže:

- 8,93 cm. To vrednost je določil Kasumović s pomočjo opazovanj nihanj nivoja morja v Bakru in se nanaša na leto 1933 (Kasumović 1950),
- 10,57 cm – to vrednost so izračunali na osnovi podatkov, ki jih je Kasumović objavil kasneje in se prav tako nanaša na mareograf v Bakru in leto 1933. Omenjena podatka se med seboj razlikujeta, ker je Kasumović določil srednji nivo morja za leto 1933 s konstanto mareografa, ki je bila določena leta 1948,
- 13,83 cm – to vrednost je izračunal Bilajbegović iz opazovanj nihanj nivoja morja v Bakru za leto 1971,
- 18,5 cm – to vrednost so določili na Istituto Talassografico Trieste iz opazovanj mareografa v Trstu za leto 1969 (Bilajbegović, Marchesini 1991).

Seveda se pojavi vprašanje, zakaj obstajajo razlike med srednjimi nivoji, ki so jih določili posamezni raziskovalci. Če pogledamo zgornje podatke, lahko opazimo, da so bile posamezne vrednosti določene na različnih mareografih (Bakar, Trst) in za različna leta (1901, 1933, 1969, 1971). Bilajbegović je razlike med omenjenimi vrednostmi razložil s pomočjo razlike med linearnima trendoma nihanja srednjega nivoja morja v Trstu in Bakru. Poleg tega je leta 1991 objavil podatek, da je bil srednji nivo morja v Trstu določen prenizko za 6,056 cm (Bilajbegović, Marchesini 1991). Omenjena vrednost je določena na osnovi opazovanj nihanj nivoja morja na mareografu v Bakru in podatkov o niveliranjih med osnovnim reperjem mareografa v Bakru in normalnim reperjem v Trstu.

2.2 Navezava I. nivelmana velike natančnosti (I. NVN) na normalni reper

V času izmere in izravnave nivelmanskih vlakov I. NVN na območju nekdanje SFRJ nismo imeli stabiliziranega normalnega reperja. Tako so nadmorske višine I. NVN navezane na normalni reper avstro-ogrskega nivelmana, kar pomeni, da imamo za avstro-ogrsko nivelmansko mrežo in mrežo I. NVN isti vertikalni datum.

2.3 Določitev vertikalnega datuma II. nivelmana velike natančnosti (II. NVN)

Nivelmanska mreža II. NVN je bila prvič navezana na normalni reper, ki je bil stabiliziran na območju nekdanje SFRJ. Normalni reper so stabilizirali na geološko stabilnem območju v osrednjem delu nekdanje SFRJ (v mestu Maglaj). Na vzhodni obali Jadranskega morja je postavljeno sedem mareografov. Najstarejša sta mareografa v Bakru in Splitu (v pristanišču), ki so ju postavili leta 1929. Po 2. svetovni vojni so zgradili še mareografe v Splitu na rtu Marjan (1952), v Dubrovniku (1954), v Rovinju (1955), v Kopru (1962) in Baru (1964). V Preglednici 1 so navedeni podatki o neprekinjeni registraciji nihanj nivoja morja za posamezne mareografe do leta 1989 in podatki o vključitvi mareografov v nivelman velike natančnosti.

Preglednica 1

<i>Mareograf</i>	<i>Neprekinjena registracija od leta</i>	<i>Leto vključitve mareografa v nivelman velike natančnosti</i>
<i>Koper</i>	<i>1962</i>	<i>1964, 1972</i>
<i>Rovinj</i>	<i>1955</i>	<i>1957, 1964, 1972</i>
<i>Bakar</i>	<i>1954</i>	<i>1957, 1964/65, 1970/72</i>
<i>Split – pristanišče</i>	<i>1954</i>	<i>1957, 1964/65, 1970/72</i>
<i>Split – Marjan</i>	<i>1954</i>	<i>1957, 1962/63</i>
<i>Dubrovnik</i>	<i>1954</i>	<i>1957, 1962/63, 1970/71</i>
<i>Bar</i>	<i>1965</i>	<i>ni podatkov</i>

Vertikalni datum II. NVN oziroma srednji nivoji morja na posameznih mareografih so določeni za 3.7.1971 iz podatkov registracije nihanj nivoja morja od 1962,2 do 1980,8. Na vseh mareografih, razen v Baru, je bil srednji nivo morja določen na osnovi registracije nihanj nivoja morja za eno celo periodo – 18,6 let (Bilajbegović et al. 1989).

Leta 1962 in 1963 so normalni reper v Maglaju povezali s preciznim nivelmanom z mareografoma v Splitu in Dubrovniku. Kasneje so povezali s preciznim nivelmanom tudi ostale mareografe (1964-1965) in jih vključili v izmero II. NVN. V izmero II. NVN ni bil vključen le mareograf v Baru, saj osnovni reper mareografa ni bil povezan z nivelmanskimi vlaki II. NVN. Nadmorska višina normalnega reperja je določena s skupno izravnavo merjenih višinskih razlik med mareografi in normalnim reperjem iz leta 1962/63, 1970-1973 in višinskih razlik med osnovnimi repérji mareografov, ki so določene iz mareografskih opazovanj.

3. ZAKLJUČEK

Nadmorske višine točk, ki jih uporabljamo v Sloveniji, so podane na osnovi vertikalnega datuma avstro-ogrske nivelmanske mreže. Te nadmorske višine točk so določene iz izmere I. NVN in navezovanj nivelmanskih vlakov nižjih redov na reperje I. NVN. Če se bomo odločili za ponovno izmero NVN na območju Slovenije, potem moramo izbrati najprimernejše območje za stabilizacijo normalnega reperja in se odločiti, na katere osnovne reperje mareografov bomo normalni reper in s tem mrežo NVN navezali. V Kopru imamo sicer postavljen mareograf, vendar je treba preveriti ali ustreza standardom in merilom o registraciji nivoja morja in zbrati podatke o konstantnosti spremljanja sprememb nivoja morja. Moje mnenje je, da bi morali vertikalni datum nove mreže NVN določiti tudi na osnovi podatkov opazovanj nihanj nivoja morja na mareografih, ki so postavljeni v Rovinju, Bakru in Trstu. O tem se moramo seveda dogovoriti z ustreznimi službami v Italiji in na Hrvaškem.

Viri:

- Bilajbegović, A. et al., 1989, *II. Nivelman visoke točnosti Jugoslavije – svezak 1*, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za višu geodeziju, Zagreb, 3-4.
- Bilajbegović, A., Marchesini, C., 1991, *Jugoslavenski vertikalni datumi i preliminarno povezivanje nove jugoslovenske nivelmanske mreže s austrijskom i talijanskom*, Geodetski list (45), Zagreb, štev. 7-9, 233-249.
- Kasumović, M., 1950, *Srednja razina Jadranskog mora i geodetska normalna nula Trst*, Geodetski list (4), štev. 10-12, 243-256.
- Kasumović, M., 1959, *O srednjoj razini Jadranskog mora i njenom utvrđivanju*, Geodetski list (13), štev. 7-9, 159-169.
- Stefanović, M., 1955, *Normalni reper nivelmanske mreže*, Geodetski list (9), štev. 1-2, 3-14.
- Zeger, J., 1986, *Historische Entwicklung des Praezisionsnivellements in Oesterreich*, Oesterreichische Zeitschrift fuer Vermessungswesen und Photogrammetrie (74), štev. 4, 250-263.

Recenzija: Marjan Jenko
Ivan Štupar

VERTICAL DATUMS OF LEVELLING NETWORKS IN SLOVENIA

dr. Božo Koler

FAGG-Oddelek za geodezijo, Ljubljana

Received for publication: Feb. 11, 1994

Abstract

The author presents vertical datums of levelling networks in Slovenia (Austro-Hungarian levelling, I. and II. levelling of great accuracy) and problems arising when defining the vertical datum of the Austro-Hungarian levelling.

Keywords: *levelling network, medium sea level, Slovenia, surface reference plane, vertical datum*

1. INTRODUCTION

In defining altitudes of points it is of vital importance to determine in advance a comparative surface from which heights of points above sea level are calculated. Thus the vertical datum of a levelling network is given by the medium sea level in a certain time span defined as a surface reference plane. The medium sea level is defined on the basis of results of yearlong observations of the sea level oscillation by tide gauges represented by the arithmetic mean of the sea level at one point of a sea shore in a longer time span. The medium sea level is not constant neither at the same point at different time periods nor at different places of the sea shore. The medium sea level variance is a result of a constant oscillation of the sea level due to various causes.

Periodic oscillations of the medium sea level are the result of the attractive force of the Sun, Moon, and Earth. Irregular oscillations of the medium sea level are due to activities of wind, atmospheric pressure, differences in temperature and quantity of salt in the sea water. Greater influence on oscillation of the medium sea level have periodic influences e.g. the medium sea level oscillates more or less periodically. To obtain reliable data on medium sea level which is represented by the vertical datum of a levelling network constant observations of oscillation of the sea level are needed for at least 18,6 years due to nodes of Lunar trajectory.

2. NORMAL BENCH MARK

According to agreement the altitude of the medium sea level e.g. the surface reference plane equals zero. The position of the reference surface plane is defined by a vertical distance from the so called normal bench mark which is stabilized on an area regarded as geologically stabile one (Stefanović 1955).