

ISTRAŽIVANJA O IZBORU SUSTAVA VISINA ZA NVT SFRJ S OBZIROM NA TOČNOST UBRZANJA SILE TEŽE

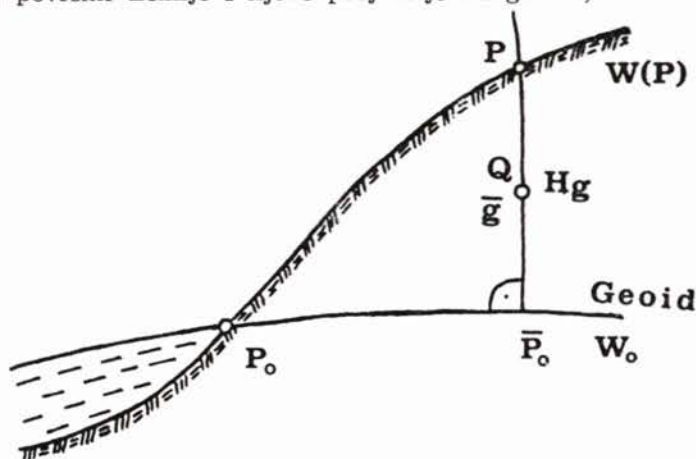
A. BILAJBEGOVIĆ, Ž. HEĆIMOVIĆ, Ž. BAČIĆ — Zagreb*

1. UVOD

Završetak radova na II NVT bliži se kraju. Kako će visine biti izražene u geopotencijalnim kotama, normalnom i pravom ortometrijskom sustavu, kao i u sustavu normalnih visina, a do sada su obrađene i publicirane formule za računanje u svim sustavima izuzev pravih ortometrijskih, potrebno je izvesti formule za ove visine prilagođene našem području i uzimajući u obzir Geodetski sistem 1980. Kod izbora vrste pravih ortometrijskih visina, neophodno je voditi računa o kvaliteti i vrsti raspoloživih mjerenja.

2. ODREĐIVANJE ORTOMETRIJSKIH VISINA, ORTOMETRIJSKA KOREKCIJA

Ortometrijska visina je duljina luka težišnice između odgovarajuće točke na fizičkoj površini Zemlje i njene projekcije na geoidu,



Sl. 1. Definicija ortometrijske visine

* Prof. dr. Asim Bilajbegović, Željko Hećimović, dipl. inž., Željko Bačić, dipl. inž., Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26.

$$H_g = \frac{\int_{P_0}^P g \cdot dh}{\bar{g}} \quad (2-1)$$

ili definiranjem geopotencijalne kote

$$C = \int_{P_0}^P g \cdot dh, \quad H_g = \frac{C}{\bar{g}}. \quad (2-2)$$

Odnosno

$$\bar{g} = \frac{C}{H_g} = \frac{1}{H_g} \cdot \int_{P_0}^P g \cdot dh,$$

gdje je: \bar{g} srednja vrijednost integrala ubrzanja sile teže duž težišnice \overline{PoP} . Za računanje srednje vrijednosti ubrzanja sile teže \bar{g} postoji više prijedloga, a svi su ovisni o razdiobi gustoće u unutrašnjosti Zemlje. Najjednostavniji prijedlog potječe od samog Helmerta, koji zamjenjuje srednju vrijednost ubrzanja sile teže \bar{g} , ubrzanjem sile teže (g_0) u sredini težišnice između točaka P_0 i P .

Ubrzanje sile teže može se izračunati na osnovu izraza

$$g_Q = g_P - \int_Q^P \frac{\partial g}{\partial h} \cdot dH \cong g - \left(\frac{\partial g}{\partial h} \right) \cdot \frac{H}{2}, \quad (2-3)$$

gdje je: H — visina točke P .

Nepoznati stvarni vertikalni gradijent ubrzanja sile teže da se aproksimirati formulom Brunsa

$$g_Q \approx g_P - \left[\left(\frac{\partial \gamma}{\partial h} \right)_0 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 \gamma}{\partial h^2} \right)_0 \frac{H}{2} + 4\pi \cdot k \cdot \rho \right] \cdot \frac{H}{2}, \quad (2-4)$$

gdje je:

- g_P — ubrzanje sile teže u točki P (sl. 1) na fizičkoj površini Zemlje
- g_Q — ubrzanje sile teže u točki Q
- $\frac{\partial \gamma}{\partial h}$ — normalni vertikalni gradijent
- k — konstanta gravitacije
- ρ — srednja gustoća površinskog dijela zemljine kore između geoida i točke P na fizičkoj površini Zemlje $\rho = 2670 \text{ kg/m}^3$
- H — visina točke P .

Normalni vertikalni gradijent za Geodetski sistem 1980 prema ([2] str. 300) računa se po slijedećem izrazu:

$$\left(\frac{\partial \gamma}{\partial h} \right)_0 = -0.30877 \cdot (1 - 0.00139 \cdot \sin^2 \varphi) \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-2} \quad (2-5)$$

$$\left(\frac{\partial^2 \gamma}{\partial h^2}\right) = 1.44 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-2}. \quad (2-6)$$

Uzimajući u obzir srednju geografsku širinu naše zemlje

$$g_Q = g_P - [(-0.308564142 + 0.223860342) \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-2}] \cdot \frac{H}{2} + \\ + \frac{1}{2} \cdot 1.44 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-2} \cdot \frac{H^2}{4}$$

$$g_Q = g_P + 0,042351900 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-2} \cdot H - 0,18 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-2} \cdot H^2. \quad (2-7)$$

Treći član u (2—7) može se zanemariti, pošto on za $H = 1000 \text{ m}$ iznosi svega $0,018 \cdot 10^{-5} \text{ m s}^{-2}$, te (2—7), poprima oblik

$$g_Q = g_P + 0,0423519 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-2} \cdot H_P. \quad (2-8)$$

Pogreška zbog uzimanja u obzir srednje širine $\varphi = 43^\circ 50'$ na krajnjem sjeveru ili jugu zemlje može prouzrokovati pogrešku u g_Q (pri visini $H_P = 1000 \text{ m}$) svega $0,007 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$, pa se zaista može koristiti izraz (2—8) za računanje ubrzanja sile teže u točki Q.

Poznavajući srednju vrijednost ubrzanja $g_Q = \bar{g}$ i geopotencijalnu kotu, prema (2—2) mogu se izračunati tzv. HELMERTOVE visine. Ako se u izrazu (2—8) uzme u obzir i topografska korekcija ubrzanja sile teže dobili bismo tzv. NIETHAMMEROVE visine. S obzirom na činjenicu da za područje SFRJ nemamo točnije digitalne modele reljefa i gustoće zadržat ćemo se samo na obradi Helmertovih visina.

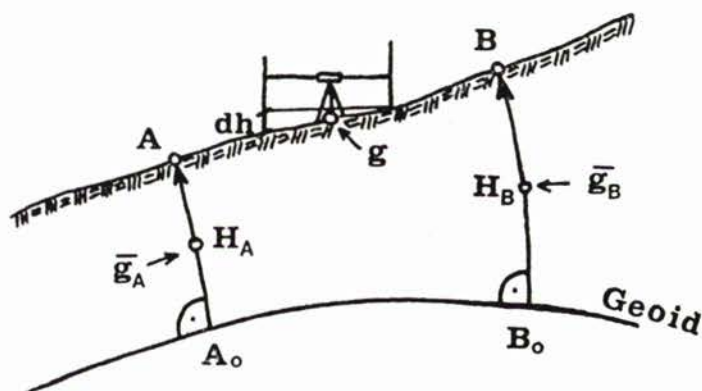
Za praktična računanja ortometrijskih visina izraz (2—2) nije podesan i zbog toga treba izvesti pogodniji izraz za ortometrijsku korekciju, odnosno visinu. Neka su H_A i H_B ortometrijske visine točaka A i B, \bar{g}_A i \bar{g}_B srednje vrijednosti ubrzanja sile teže (sl. 2) tada vrijedi

$$H_A \cdot \bar{g}_A + \sum_A^B gdh - H_B \cdot \bar{g}_B = 0. \quad (2-9)$$

Iz (2—9) slijedi

$$H_B = \frac{\bar{g}_A}{\bar{g}_B} \cdot H_A + \sum_A^B \frac{gdh}{\bar{g}_B}. \quad (2-10)$$

Ortometrijska razlika ΔH_A^B može se prikazati kao zbroj mjerene visinske razlike popravljene za ortometrijsku korekciju:



Sl. 2. Prikaz ortometrijske razlike

$$\Delta H_A^B = H_B - H_A = \sum_A^B dh + OK_A^B. \quad (2-11)$$

Dijeljenjem (2-9) s povoljnom vrijednosti g_0 :

$$\frac{\bar{g}_A}{g_0} \cdot H_A + \sum_A^B \frac{g}{g_0} \cdot dh - \frac{\bar{g}_B}{g_0} \cdot H_B = 0. \quad (2-12)$$

Iz (2-11)

$$OK_A^B = H_B - H_A - \sum_A^B dh = \frac{g_0}{g_0} \cdot H_B - \frac{g_0}{g_0} \cdot H_A - \sum_A^B \frac{g_0}{g_0} \cdot dh. \quad (2-13)$$

Zbrajanjem (2-12) i (2-13) konačno se dobije izraz za računanje prave ortometrijske korekcije koja se dodaje mjerenoj visinskoj razlici.

$$OK_A^B = \sum_A^B \frac{g - g_0}{g_0} \cdot dh + \frac{\bar{g}_A - g_0}{g_0} \cdot H_A - \frac{\bar{g}_B - g_0}{g_0} \cdot H_B. \quad (2-14)$$

Za praktična računanja mjerenu vrijednost ubrzanja sile teže računamo običnom aritmetičkom sredinom iz mjerenih ubrzanja sile teže u točkama A i B

$$g = \frac{g_A + g_B}{2}, \quad (2-15)$$

a \bar{g}_A i \bar{g}_B pomoću (2-8). Povoljna vrijednost g_0 ne utječe na točnost računanja ortometrijske korekcije.

3. TOČNOST ORTOMETRIJSKE KOREKCIJE

Pretpostavivši da su H_A i H_B direktno mjerene veličine, primjenom zakona o prirastu pogrešaka na (2—14) dobit će se:

$$m_{OK_A}^2 = \left(\frac{\Delta H_A}{g_0}\right)^2 \cdot m_g^2 + \left(\frac{H_A}{g_0}\right)^2 \cdot m_{g_A}^2 + \left(\frac{\bar{g}_A - g_0}{g_0}\right)^2 \cdot m_{H_A}^2 + \left(\frac{H_B}{g_0}\right)^2 \cdot m_{g_B}^2 + \left(\frac{\bar{g}_B - g_0}{g_0}\right)^2 \cdot m_{H_B}^2.$$

Za računanja s (3—1) neophodno je imati slijedeće srednje pogreške:

- m_g — srednja pogreška aritmetičke sredine mjenjenih vrijednosti ubrzanja sile teže između točaka A i B.
- m_{g_A} i m_{g_B} — srednje pogreške srednjih vrijednosti ubrzanja sile teže na težišnici točke A, odnosno B.
- m_{H_A} i m_{H_B} — srednje pogreške ortometrijskih visina točke A i točke B.

Srednju pogrešku m_g dobit ćemo iz (2—15)

$$m_g^2 = \frac{1}{4} \cdot m_{g_A}^2 + \frac{1}{4} \cdot m_{g_B}^2; \quad m_{g_A} \approx m_{g_B} \Rightarrow m_g = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot m_{g_A}. \quad (3-2)$$

Pošto ne raspoložemo mjernim vrijednostima ubrzanja sile teže za sve vlakove, za njih su se ubrzanja sile teže računala na osnovi karata Fayeovih anomalija koje je izradio Vojnogeografski institut iz Beograda. Pomoću računatih ubrzanja sile teže na osnovi Fayeovih anomalija i mjenjenih ubrzanja sile teže, Tablica 1, izračunate su srednje pogreške ubrzanja sile teže. Srednja vrijednost te pogreške iznosi $\pm 4.94 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$. Iz (3—2) i sa $m_{g_A} = \pm 4.94 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ dobije se $m_g = \pm 3.49 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ([mgal]).

Srednja pogreška srednje vrijednosti ubrzanja sile teže \bar{g}_A ili \bar{g}_B dobije se primjenom zakona o prirastu pogrešaka na izraz (2—8), uzimajući u obzir da je H_A direktno mjerena veličina

$$m_{\bar{g}_A} = \pm \sqrt{m_{g_A}^2 + (0.0423519 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-2})^2 \cdot m_{H_A}^2}. \quad (3-3)$$

Međutim, ukoliko se želi dobiti pogreška \bar{g}_A zbog nepoznavanja gustoće površinskih slojeva zemlje oko točke A, tada će se primijeniti zakon o prirastu pogrešaka na izraz (2—4)

$$m_{\bar{g}_A} = \pm \sqrt{m_{g_A}^2 + (2 \cdot k \cdot \Pi \cdot H_A)^2 \cdot m_p^2}. \quad (3-4)$$

Očito $m_{\bar{g}_A}$ ovisi o točnosti mjenjenih vrijednosti ubrzanja sile teže, srednjoj pogreški gustoće m_p i o visini točke H_A (obično se uzima za m_p (max) = $\pm 200 \text{ kg/m}^3$).

Tablica 1

Nivelmanski vlak	Dužina km	Broj rep.	Maks. razlika mgal	SR. VRI-JEDNOST APS. RAZ. mgal	Srednja pogreška mgal
Brajkovići—Rovinj FR1029—BP82	13.51	21	5.74	2.80	±3.28
Brajkovići—Koper FR1029—5486	75.54	113	-8.72	2.73	±3.34
Koper—Bled 5486—PN305	190.51	275	-28.12	4.71	±6.81
Bled—Podkoren PN305—C907	44.97	50	-13.87	2.87	±3.92
Bled—Arja Vas PN305—2753	116.46	149	-11.01	2.66	±3.40
Arja Vas—Zagreb 2753—FR3020	112.85	125	10.16	3.14	±3.94
Zagreb—Žuta Lokva FR3020—MCCI	151.95	149	10.66	2.16	±3.00
Senj—Žuta Lokva C46—MCCI	23.61	37	-27.00	7.98	±11.05
Senj—Bakar C46—MCXVI	56.53	77	-10.90	3.44	±4.56
Bakar—Bakar MCXVI—BV15663	1.36	5	-11.99	8.44	±9.20
Bakar—Brajkovići MCXVI—FR1029	152.03	216	-12.98	3.01	±3.99
Lendava—Arja Vas FR3052—2753	224.91	260	-24.07	3.64	±5.65
Varaždin—Lendava FR3053—FR3052	36.42	50	-3.92	1.56	±1.86
Varaždin—Virovitica FR3053—DCCLIII	111.50	146	5.83	1.18	±1.65
Virovitica—Pčelić DCCLIII—C143	11.63	20	2.97	1.69	±1.83
Pčelić—Darugar C143—BV11530	42.45	45	8.77	3.39	±4.12
Darugar—Novska BV11530—A437	52.31	60	-24.99	7.32	±9.99
Kostajnica—Novska CP695—A437	51.01	62	10.33	2.76	±3.70
Kostajnica—Zagreb CP695—FR3020	94.18	99	-8.38	1.48	±2.28
Bos. Krupa—Kostajnica FR1039—CP695	63.54	86	15.11	3.54	±4.94
Bos. Krupa—B. Petrovac FR1039—O472	55.08	64	-8.02	2.38	±3.15
Bos. Petrovac—Šibenik O472—C162	160.04	194	19.63	4.59	±6.28
Šibenik—Senj C162—C49	232.05	320	-15.56	3.58	±4.49
	2074.44	2623			±4.94

Netočnost računanja ortometrijske korekcije zbog nepoznavanja ortometrijskih visina točaka H_A ili H_B i uz pogrešku od $m_{H_A} = \pm 0,1$ m dobit će se ortometrijska korekcija s točnošću od ± 0.004 mm, a sa $m_{H_A} = \pm 0.5$ m; $m'_{OK_B} = \pm 0.022$ mm, te u Tablici 2 nije posebno ni iskazana. Očito za praktična računanja dovoljno je točno računati H_B iz izraza

$$H_B = H_A + \sum_A^B dh.$$

Na osnovi (3—1, 2, 3 i 4) sa $m_\rho(\text{maks}) = \pm 200$ kg/m³ izračunate su srednje pogreške ortometrijske korekcije uzimajući u obzir i maks. pogrešku gustoće, a za različite visine točaka, Tablica 2.

Tablica 2

visina točaka		BEZ UTJECAJA GUSTOĆE			
A	B	$\left(\frac{\Delta H_A^B}{g_0}\right) m_\rho$	$\left(\frac{H_A}{g_0}\right) m_{\rho_A}$	$\left(\frac{H_B}{g_0}\right) m_{\rho_B}$	UKUPNA POGREŠKA m'_{OK_B}
[m]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
100	150	± 0.18	± 0.50	± 0.76	± 0.93
200	250	± 0.18	± 1.01	± 1.26	± 1.63
500	550	± 0.18	± 2.52	± 2.77	± 3.75
700	750	± 0.18	± 3.53	± 3.78	± 5.18
1000	1050	± 0.18	± 5.04	± 5.29	± 7.31

SA UTJECajem GUSTOĆE						
UTJECAJ GUSTOĆE NA POG. m_{ρ_A}	m_{ρ_A}	$\left(\frac{H_A}{g_0}\right) m_{\rho_A}$	UTJECAJ GUSTOĆE NA POG. m_{ρ_B}	m_{ρ_B}	$\left(\frac{H_B}{g_0}\right) m_{\rho_B}$	UKUPNA POGREŠKA m'_{OK_B}
[mgal]	[mgal]	[mm]	[mgal]	[mgal]	[mm]	[mm]
± 0.84	± 5.01	± 0.51	± 1.26	± 5.10	± 0.78	± 0.95
± 1.68	± 5.22	± 1.06	± 2.10	± 5.37	± 1.37	± 1.74
± 4.19	± 6.48	± 3.30	± 4.61	± 6.76	± 3.79	± 5.03
± 5.87	± 7.67	± 5.48	± 6.29	± 8.00	± 6.12	± 8.22
± 8.38	± 9.73	± 9.92	± 8.80	± 10.09	± 10.81	± 14.67

Za visinsku razliku između točaka A i B uzeto je $\Delta H_A^B = 50$ m, jer na 2623 visinskih razlika ima samo 29 razlika većih od 50 m, a 49 razlika od

40 m do 50 m. Za vrijednost g_0 je uzeto 980515.57 mgal, srednja vrijednost ubrzanja sile teže na svim reperima.

Očito najveći nedostatak ortometrijskih visina je nesigurnost u određivanju gustoće, problem topografske korekcije ubrzanja sile teže i neophodnost poznavanja vrlo točnih ubrzanja sile teže. Pošto srednje pogreške iz Tablice 2 premašuju iznos srednje pogreške niveliranja (iz dvostrukih mjerenja $m = \pm 0.48$ mm/km). Prave ortometrijske visine se nebi mogle preporučiti za praktičnu upotrebu, jer bi se pojavile i poteškoće kod uklapanja nivelmana nižih redova u ovaj sustav visina.

4. TOČNOST NORMALNIH VISINA S OBZIROM NA TOČNOST UBRZANJA SILE TEŽE

Korekcija normalne visine prema [1] str. 175 računa se po sljedećem izrazu:

$$KN_A^B = -0.000025685 \cdot H_S \cdot \Delta\varphi'' + 0.00101987 \cdot (g - \gamma_S) \cdot \Delta H_A^B. \quad (4-1)$$

Primjenom zakona o prirastu pogrešaka na (4—1) i na izraz za računanje srednje anomalije slobodnog zraka

$$(g - \gamma_S) = \frac{(g_A - \gamma_A) + (g_B - \gamma_B)}{2} \quad (4-2)$$

$$m_g^2 = \frac{1}{4} \cdot m_{g_A}^2 + \frac{1}{4} \cdot m_{g_B}^2; \quad m_{g_A} \approx m_{g_B} \Rightarrow m_g = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot m_{g_A}$$

i prema Tablici 1 $m_g = \pm 3.49 \cdot 10^{-5}$ ms⁻² dobit će se

$$m_{KN_A^B} = \pm 0.00101987 \cdot \Delta H_A^B \cdot m_{g_A}, \quad (4-3)$$

$$\Delta H = 10 \text{ m} \quad m_{KN_A^B} = \pm 0.04 \text{ mm}$$

$$\Delta H = 20 \text{ m} \quad m_{KN_A^B} = \pm 0.07 \text{ mm}$$

$$\Delta H = 50 \text{ m} \quad m_{KN_A^B} = \pm 0.18 \text{ mm}$$

$$\Delta H = 70 \text{ m} \quad m_{KN_A^B} = \pm 0.25 \text{ mm}$$

$$\Delta H = 100 \text{ m} \quad m_{KN_A^B} = \pm 0.36 \text{ mm}$$

Izjednačenjem dijela mreže koji je obrađivao Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu dobivena je srednja pogreška u iznosu od $\pm 0,93$ mm/km, ili na osnovu dvostrukih mjerenja $m = \pm 0.48$ mm/km, što upućuje na zaključak da su pogreške u nepoznavanju točnih vrijednosti ubrzanja sile teže manje od pogrešaka niveliranja.

5. TOČNOST RAZLIKA GEOPOTENCIJALNIH KOTA S OBZIROM NA TOČNOST UBRZANJA SILE TEŽE

Praktična računanja razlika geopotencijalnih kota izvode se po izrazu

$$\Delta C_A^B = \left(\frac{g_A + g_B}{2} \right) \cdot \Delta H_A^B. \quad (5-1)$$

Primjenom zakona o prirastu pogrešaka na (5—1)

$$m_{\Delta C_A^B} = m_g \cdot \Delta H_A^B; \quad m_g^2 = \frac{1}{4} \cdot m_{g_A} + \frac{1}{4} \cdot m_{g_B}. \quad (5-2)$$

(Iz Tablice 1 $m_{g_A} = \pm 4.94 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$)

$$m_g = \pm 3.49 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}.$$

Na osnovu (5—1 i 2) za

$\Delta H = 10 \text{ m}$	$m_{\Delta C_A^B} = \pm 0.0000356 \text{ GPU (kilogalmetar)}$
$\Delta H = 20 \text{ m}$	$m_{\Delta C_A^B} = \pm 0.0000712 \text{ GPU}$
$\Delta H = 50 \text{ m}$	$m_{\Delta C_A^B} = \pm 0.0001780 \text{ GPU}$
$\Delta H = 70 \text{ m}$	$m_{\Delta C_A^B} = \pm 0.0002492 \text{ GPU}$
$\Delta H = 100 \text{ m}$	$m_{\Delta C_A^B} = \pm 0.0003559 \text{ GPU.}$

Izjednačenjem dijela mreže koji je obrađivao Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu dobivena je srednja pogreška u iznosu od $\pm 0,93 \text{ mm/km}$, a na osnovu dvostrukih mjerenja $m = \pm 0.48 \text{ mm/km}$, što upućuje na zaključak da su pogreške u nepoznavanju točnih vrijednosti ubrzanja sile teže manje od pogrešaka niveliranja.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovi provedenih istraživanja u pogledu točnosti računatih ubrzanja sile teže na osnovi karata Fayeovih anomalija, ($m_g = \pm 4.94 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$), te na osnovu ispitivanja točnosti normalnih visina, pravih ortometrijskih i geopotencijalnih kota može se zaključiti da se u praksi u II NVT SFRJ mogu upotrebljavati normalne ortometrijske, normalne ili visine Molodenskog i geopotencijalne kote. Prave ortometrijske visine se ne preporučaju za praktične radove, pogotovo u višem planinskom području. Osim toga, samo za ove visine, ne bi se moglo prihvatiti mišljenje Morellia (v. [4] str. 143), da je za određivanje visina dovoljna točnost ubrzanja sile teže od $\pm 10 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$.

LITERATURA

- [1] Bilajbegović, A.: Praktično računanje normalnih i normalnih ortometrijskih visina, Geodetski list, 1984, 7—9, 165—179.
- [2] Heck, B.: Rechenverfahren und Auswertemodelle der Landesmessung, Wichmann Verlag, Karlsruhe 1987.
- [3] Helmert, F. K.: Die Mathematischen und Physikalischen Theorien der Höheren Geodäsie, zweite Auflage, Leipzig 1962.
- [4] Morelli, C.: The International Gravity Standardization Net 1971 (IGSN 71): A STILL VALID, FUNDAMENTAL CORNERSTONE IN SCIENC. DGK Reihe B Heft Nr. 287. str. 142—149, München 1988.
- [5] Muminagić, A.: Viša geodezija II, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
- [6] Sigl, R.: Astronomische und Physikalische Geodäsie 5., überarbeitete und ergänzte Auflage, TU München, 1984.

SAŽETAK

U ovom radu izvedena je formula za računanje pravih ortometrijskih visina za područje naše zemlje uzimajući u obzir Geodetski sistem 1980. Osim toga, analizirana je točnost pravih ortometrijskih, normalnih visina i geopotencijalnih kota obzirom na točnost ubrzanja sile teže. Ispitivanja pokazuju da pogreške ubrzanja sile teže od ± 4.94 mgala nemaju bitnog utjecaja na točnost normalnih visina (Molodenskog) i geopotencijalnih kota, pa se vrijednosti ubrzanja sile teže mogu uzimati s kvalitetnih karata Fayeovih anomalija ubrzanja sile teže. To je vrlo važno da se normalne visine mogu upotrebljavati za praktične svrhe, a geopotencijalne kote za uklapanje naše mreže u Evropsku nivelmansku mrežu (UELN).

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Aufsatz ist die Formel für die Bestimmung der wahren orthometrischen Höhen angegeben. Die Formel ist verwendbar auf dem Territorium unseres Landes in Bezug auf das Geodätische System 1980. Ausserdem ist die Genauigkeit wahren orthometrischer und normaler Höhen und geopotenzieller Koten, in Bezug auf die Genauigkeit der Schwerebeschleunigung analysiert. Die Untersuchungen zeigen dass die Fehler der Schwerebeschleunigung von ± 4.94 mgal keinen wesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit normaler Höhen (von Molodensky) und geopotenzieller Koten haben. Das ist sehr wichtig, dass man die normalen Höhen zu praktischen Zwecken, und die geopotenziellen Koten für die Einschaltung unseres Netzes in das vereinigte Europäische Nivellments — Netz (UELN) verwenden kann.

Primljeno: 1989-01-17