

Vaja 9 - 1 in 9 - 2: VIŠINSKI SISTEMI

Nadmorske višine (H^{NV}):

Nadmorske višine računamo iz dane višine (H_d) izhodiščnega reperja (R_d) in merjenih višinskih razlik do novega reperja (R_n) na osnovi geometričnega nivelmana (ali trigonometričnega višinomerstva). Enačba za izračun nadmorske višine H_n^{NV} reperja R_n je:

$$H_n^{NV} = H_d + \Delta H_d^n = H_d + \sum_{i=1}^n \Delta h_i$$

Geopotencialne kote (C):

Ker nivelirane višinske razlike ne dajo enolično določene višinske razlike (ampak so odvisne od poti), niso primerne za določitev višin točk. Geopotencialne kote (C) predstavljajo razliko potencialov (W) in so enolično določene. Geopotencialna kota C_n reperja R_n je določena kot:

$$C_n = C_d + (W_d - W_n) = C_d + \int_{R_d}^{R_n} g \, dh$$

C_d predstavlja geopotencialno koto danega reperja R_d , medtem ko količini W_d in W_n predstavljata težnostni potencial obeh reperjev (R_d in R_n). Enota za geopotencialno koto C je ti. *geopotencialno število* (angl. "geopotencial unit" - gpu):

$$1 \text{ gpu} = 10 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} = 1 \text{ k Gal m} = 1000 \text{ k Gal m}$$

Enota je izbrana tako, da je numerično najbolj podobna višini točke, saj tako velja $C \approx g H \approx 0.98 H$. Geopotencialno koto C_n reperja R_n na osnovi nivelmana izračunamo kot:

$$C_n = C_d + \sum_{i=1}^n \bar{g}_i \Delta h_i$$

$\bar{g}_i = (g_i + g_{i+1})/2$ predstavlja povprečje težnosti med reperjema i in $i+1$, Δh_i pa višinsko razliko med reperjema i in $i+1$. Geopotencialne kote niso geometrijsko predstavljive, ampak so samo fizikalno določene. Poleg tega niso izražene v metrih.

Dinamične višine (H^D):

Če geopotencialno koto C delimo z neko referenčno vrednostjo težnosti γ_0 (na primer na nivoju elipsoida pri geodetski širini φ_0) dobimo t.i. dinamično višino H^D :

$$H^D = \frac{C}{\gamma_0}$$

Dinamično višino reperja R_n na osnovi nivelmana med reperjema R_d in R_n izračunamo tako, da višinski razliki ΔH_d^n prištejemo *dinamični popravek* DP , ki se izračuna kot:

$$DP = \int_{R_d}^{R_n} \frac{g_i - \gamma_0}{\gamma_0} dh = \sum_{i=1}^n \frac{\bar{g}_i - \gamma_0}{\gamma_0} \Delta h_i$$

Vrednost γ_0 predstavlja referenčno (konstantno) težnost, ki jo izračunamo s pomočjo izraza Somiglianne (prirejen za numerične izračune - glej datoteko *GRS80.pdf*) pri geodetski širini φ_0 , vrednost $\bar{g}_i = (g_i + g_{i+1})/2$ pa povprečje težnosti med reperjema i in $i + 1$.

Ortometrične višine (H):

Ker ne geopotencialne kote C ne dinamične višine H^D nimajo geometrijskega pomena, so za uporabo višin bolj uporabne ortometrične višine H . Ortometrično višino točke dobimo tako, da geopotencialno koto C delimo s srednjo vrednost težnosti vzdolž težiščnice reperja \hat{g} :

$$H = \frac{C}{\hat{g}}$$

Vrednost \hat{g} je krajevno odvisna in jo lahko izračunamo samo na osnovi hipotez o zgradbi Zemlje in njene skorje (česar pa ne poznamo). Srednjo vrednost težnosti vzdolž težiščnice reperja \hat{g} računamo po Helmertovi enačbi (približni izračun):

$$\hat{g}[\text{mGal}] = g[\text{mGal}] + 0.0848 \frac{H}{2}[\text{m}] = g[\text{mGal}] + 0.04235H[\text{m}]$$

Kadar pa imamo nivelmansko izmero med reperjema R_d in R_n s pripadajočimi gravimetričnimi opazovanji, pa ortometrično višino H_n reperja R_N izračunamo tako, da višinski razliki ΔH_d^n prištejemo ti. *ortometrični popravek OP*:

$$OP = \sum_{i=1}^n \frac{\bar{g}_i - \gamma_0}{\gamma_0} \Delta h_i + \frac{\hat{g}_d - \gamma_0}{\gamma_0} H_d - \frac{\hat{g}_n - \gamma_0}{\gamma_0} H_n = DP + \frac{\hat{g}_d - \gamma_0}{\gamma_0} H_d - \frac{\hat{g}_n - \gamma_0}{\gamma_0} H_n$$

Ortometrični popravek OP se izračuna na osnovi dinamičnega popravka DP . Kljub temu, da je DP po svoji vrednosti velik, je OP po vrednosti majhen, velikosti od nekaj mm do cm, saj sta ostala člena popravka različnega predznaka kot dinamični popravek. Ortometrične višine so geometrično predstavljive (predstavljajo dolžino težiščnice od geoida do točke), kjer je izhodiščna ploskev geoid.

Normalne višine (H):

Da bi se izognili predpostavkam o zgradbi in gostoti Zemlje in njene skorje so bile uvedene normalne višine H^N . Normalno višino točke dobimo tako, da geopotencialno koto C delimo z srednjo vrednostjo normalnega težnega pospeška na odseku težiščnice (poenostavljeno na odseku normale) točke v normalnem težnostnem polju $\hat{\gamma}$:

$$H^N = \frac{C}{\hat{\gamma}}$$

Enačba za izračun $\hat{\gamma}$ je podana v dokumentu *GRS80.pdf* (zadnja enačba). V primeru opazovanj nivelmana med R_d in R_n in gravimetrije, normalne višine poračunamo preko normalnega popravka NP :

$$NP = \sum_{i=1}^n \frac{\bar{g}_i - \gamma_0}{\gamma_0} \Delta h_i + \frac{\hat{\gamma}_d - \gamma_0}{\gamma_0} H_d - \frac{\hat{\gamma}_n - \gamma_0}{\gamma_0} H_n = DP + \frac{\hat{\gamma}_d - \gamma_0}{\gamma_0} H_d - \frac{\hat{\gamma}_n - \gamma_0}{\gamma_0} H_n$$

Normalne višine so enolično določene in neodvisne od poti niveliranja. Osnovna ploskev je kvazigeoid, ki je matematična in ne fizikalna ploskev.