

Vaja 2 - 2: Redukcija geodetskih opazovanj

Podane imate rezultate geodetske izmere na veliki mreži Strunjan (datoteka `VMStrunjan.txt`). Reducirajte prostorske dolžine in horizontalne smeri v ravnino projekcije. Upoštevajte:

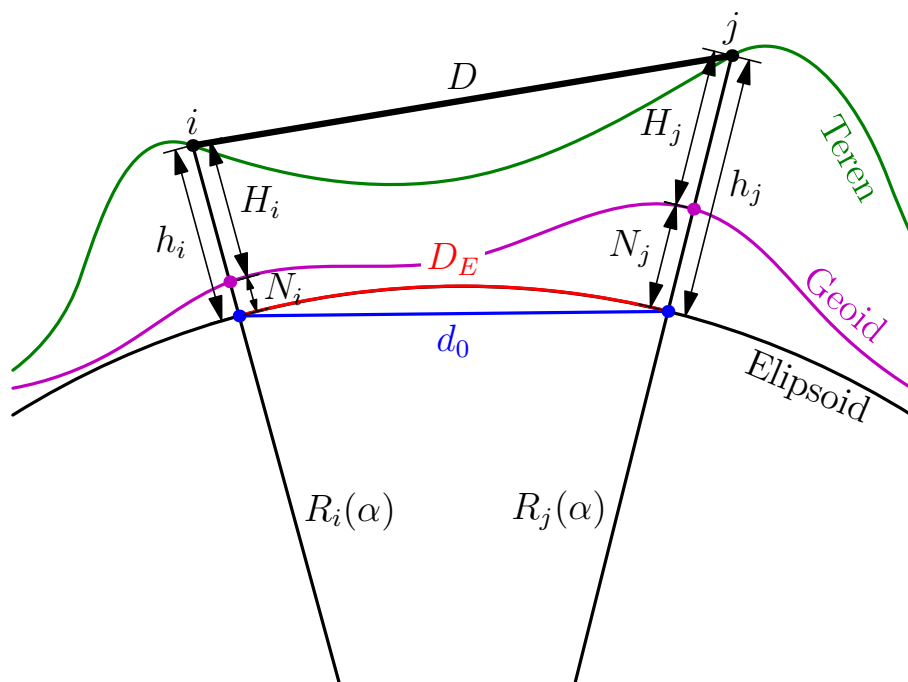
- vplive težnostnega polja Zemlje,
- vplive geometrije rotacijskega elipsoida in
- vplive preslikave v projekcijsko ravnino.

Končni rezultat naj bodo reducirane dolžine v državni projekciji, zaokrožene na milimeter in reducirane horizontalne smeri, zaokrožene na prvo decimalno mesto sekund.

Redukcija prostorskih dolžin

Popravki opazovanj zaradi vpliva geometrije elipsoida

Prostorska dolžina (kamen-kamen) D med točkama i in j :



Dolžina D predstavlja dolžino kamen-kamen, ki je bila reducirana za vplive meteorologije in višine inštrumenta ter višine signala. V prvem koraku računamo dolžino tetive d_0 :

$$d_0 = \sqrt{\frac{D^2 - (h_i - h_j)^2}{\left(1 + \frac{h_i}{R_m}\right) \left(1 + \frac{h_j}{R_m}\right)}} \quad (1)$$

v zgornji enačbi so: h_i , h_j elipsoidni višini točk i in j , R_m pa predstavlja srednjo vrednost dveh polmerov ukrivljenosti, in sicer:

$$R_m = \frac{R_i(\alpha_{ij}) + R_j(\alpha_{ji})}{2} \quad (2)$$

V drugem koraku izračunamo dolžino geodetske krivulje D_E :

$$D_E = 2R_m \arcsin\left(\frac{d_0}{2R_m}\right) \quad (3)$$

Popravki opazovanj zaradi vpliva preslikave v projekcijsko ravnino

Izračun dolžine (najkrajše razdalje) \bar{d} med točkama i in j v **nemodelirani** ravnini projekcije:

$$\bar{d} = \frac{D_E}{1 - \frac{\bar{y}_i^2 + \bar{y}_i \bar{y}_j + \bar{y}_j^2}{6R_m^2} + \frac{\bar{y}_i^4 + \bar{y}_i^3 \bar{y}_j + \bar{y}_i^2 \bar{y}_j^2 + \bar{y}_i \bar{y}_j^3 + \bar{y}_j^4}{24R_m^4}} \quad (4)$$

V zgornji enačbi so \bar{y}_i , \bar{x}_i , \bar{y}_j in \bar{x}_j nemodulirane koordinate točk i in j .

Izračun dolžine (najkrajše razdalje) d med točkama i in j v **modelirani** ravnini projekcije:

$$d = m_0 \bar{d} \quad (5)$$

V zgornji enačbi je m_0 modul merila projekcije, ki za državni koordinatni sistem Slovenije znaša $m_0 = 0.9999$.

Redukcija horizontalnih smeri

Popravki opazovanj zaradi vpliva težnostnega polja Zemlje

Popravki astronomskega azimuta A_{ij} (merjen azimut) na geodetski azimut α'_{ij} s točke i na točko j :

$$\begin{aligned} C_1 &= -\eta_i \tan(\varphi_i) \\ C_2 &= -(\xi_i \sin(A_{ij}) - \eta_i \cos(A_{ij})) \cot(z_{ij}) \end{aligned} \quad (6)$$

Izračun geodetskega azimuta α'_{ij} :

$$\alpha'_{ij} = A_{ij} + C_1 + C_2 \quad (7)$$

Popravki opazovanj zaradi vpliva geometrije elipsoida

Redukcija geodetskega azimuta α'_{ij} v Laplaceov azimut α_{ij} s točke i na točko j pomeni redukcijo azimuta na elipsoid. Računamo popravek vpliva višine vizirane točke h_j :

$$C_3 = \frac{h_j}{2M_m} e^2 \sin(2\alpha_{ij}) \cos^2(\varphi_m) \quad (8)$$

V zgornji enačbi so:

$$\varphi_m = \frac{\varphi_i + \varphi_j}{2} \quad M_m = \frac{M_i + M_j}{2}$$

Izračun Laplaceovega azimuta α_{ij} :

$$\alpha_{ij} = \alpha'_{ij} + C_3 = A_{ij} + C_1 + C_2 + C_3 \quad (9)$$

Redukcija Laplaceovega azimuta α_{ij} na azimut geodetske krivulje α^E_{ij} s točke i na točko j pomeni reševanje dvojnosti normalnih presekov:

$$C_4 = \frac{e^2 (D_{ij}^E)^2}{12N_m^2} \sin(2\alpha_{ij}) \cos^2(\varphi_m) \quad (10)$$

V zgornji enačbi je $N_m = \frac{N_i + N_j}{2}$. Izračun azimuta geodetske krivulje α^E_{ij} :

$$\alpha^E_{ij} = \alpha_{ij} + C_4 = A_{ij} + C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (11)$$

Popravki opazovanj zaradi vpliva preslikave v projekcijsko ravnino

Popravek smernega kota ω_{ij} zaradi ukrivljenosti projekcije geodetske krivulje med točkama i in j :

$$\omega_{ij} = \frac{(\bar{x}_j - \bar{x}_i)(2\bar{y}_i + \bar{y}_j)}{6R_m^2} + \frac{e'^2 \sin(2\varphi_m)(\bar{x}_j - \bar{x}_i)^2 \bar{y}_i}{6R_m^3} + \frac{e'^2 \sin(2\varphi_m)(\bar{y}_j - \bar{y}_i)(3\bar{y}_i^2 + 2\bar{y}_i \bar{y}_j + \bar{y}_j^2)}{12R_m^3} \quad (12)$$