Převod souřadnic *Y*, *X* (S-JTSK) na geodetické souřadnice *B*, *L* (Besselův elipsoid)

Vstup: souřadnice *Y*, *X* bodu

Výstup: souřadnice *B*, *L* bodu (realizace v Matlabu pomocí vlastní funkce)

Nastavení jednotek: metry, stupně ($1° = \pi/180$ rad)

Konstanty: $\varphi_0 = 49°\ 30'$ (základní rovnoběžka použitá při Gaussově konformním zobrazení B. el. na kouli), poloměr koule $R = \dfrac{a\sqrt{1-e^2}}{1-e^2\sin^2\varphi_0}$, $a = 6\,377\,397{,}15508$ m, $e^2 = 0{,}006674372230622$ (parametry B. el. - délka hlavní poloosy a čtverec první excentricity)

$\check{S}_0 = 78°\ 30'$ (základní kartografická rovnoběžka)

$R' = 0{,}9999\ R$, $\rho_0 = R'\operatorname{cotg}\check{S}_0$ (vzdálenost rovnoběžky $\check{S}_0$ od vrcholu kužele, který se dotýká zmenšené koule)

$$\alpha^2 = 1 + \frac{e^2\cos^4\varphi_0}{1-e^2}$$

$$\sin U_0 = \frac{\sin\varphi_0}{\alpha}$$

$$k = \frac{\left(\dfrac{1-e\sin\varphi_0}{1+e\sin\varphi_0}\right)^{\alpha e/2}\operatorname{tg}^{\alpha}\left(\dfrac{\varphi_0}{2}+45°\right)}{\operatorname{tg}\left(\dfrac{U_0}{2}+45°\right)}$$

$n = \sin\check{S}_0$

Konstanty R, α, k, U_0 určují konformní zobrazení B. el. na kouli (síť poledníků a rovnoběžek se zobrazí zase jako síť poledníků a rovnoběžek)

$U_Q = 59°\ 42'\ 42{,}6969''$ (souřadnice kartografického pólu *Q* - šířka)

Vzorce:

1. $\rho = \sqrt{X^2+Y^2}$, $\operatorname{tg}\varepsilon = \dfrac{Y}{X}$ (ρ, ε polární souřadnice bodu)
2. $\check{S} = 2\operatorname{arctg}\left(\left(\dfrac{\rho_0}{\rho}\right)^{1/n}\operatorname{tg}\left(\dfrac{\check{S}_0}{2}+45°\right)\right) - 90°$, $D = \dfrac{\varepsilon}{\sin\check{S}_0}$ ($\check{S}$, D kartografická šířka, délka)
3. $\sin U = \sin U_Q \sin\check{S} - \cos U_Q\cos\check{S}\cos D$ (*U* sférická šířka na kouli)
4. $\sin\Delta V = \dfrac{\sin D\cos\check{S}}{\cos U}$
5. $L = 24°\ 50' - \Delta V/\alpha$ (*L* geodetická délka na B. el., zákl. pol. Gr.)
6. $B = 2\operatorname{arctg}\left(k^{1/\alpha}\left(\dfrac{1-e\sin B}{1+e\sin B}\right)^{-e/2}\operatorname{tg}^{1/\alpha}\left(\dfrac{U}{2}+45°\right)\right) - 90°$, (*B* geodetická šířka na B. el.)

Rovnice se řeší metodou prosté iterace $B_i = 2\operatorname{arctg}\left(k^{1/\alpha}\left(\dfrac{1-e\sin B_{i-1}}{1+e\sin B_{i-1}}\right)^{-e/2}\operatorname{tg}^{1/\alpha}\left(\dfrac{U}{2}+\dfrac{\pi}{4}\right)\right) - \dfrac{\pi}{2}$, $B_0 = U$,

(cyklus, cca 10krát)

Převod geodetických souřadnice *B*, *L* (Besselův elipsoid) na rovinné souřadnice *Y*, *X* (S-JTSK)

Vstup: souřadnice *B*, *L* bodu

Výstup: souřadnice *Y*, *X* bodu (realizace v Matlabu pomocí vlastní funkce)

Vzorce:

1. $U = 2\,\mathrm{arctg}\left(\frac{1}{k}\left(\frac{1-e\sin B}{1+e\sin B}\right)^{\alpha e/2} \mathrm{tg}^{\alpha}\left(\frac{B}{2}+45^\circ\right)\right) - 90^\circ$, ($U$ sférická šířka na kouli)

2. $\Delta V = \alpha\,(24^\circ\ 50' - L)$

3. $\sin \check{S} = \sin U_Q \sin U + \cos U_Q \cos U \cos \Delta V$

4. $\sin D = \dfrac{\sin \Delta V \cos U}{\cos \check{S}}$, ($\check{S}$, D kartografická šířka, délka)

5. $\rho = \rho_0 \dfrac{\mathrm{tg}^n\left(\frac{\check{S}_0}{2}+45^\circ\right)}{\mathrm{tg}^n\left(\frac{\check{S}}{2}+45^\circ\right)}$

6. $\varepsilon = n\,D$, (ρ, ε polární souřadnice bodu)

7. $Y = \rho \sin \varepsilon$, $X = \rho \cos \varepsilon$ (rovinné souřadnice bodu)

Příklad (tam a zpět): bod č. 000914250030

Y=748 446,86   X=1 040 369,15

$B = 50^\circ\ 06'\ 17{,}5012''$ $L = 14^\circ\ 20'\ 21{,}2257''$

Vztahy mezi geodetickými souřadnicemi *B*, *L*, *H* a prostorovými kartézskými souřadnicemi X, Y, Z

Vstup: souřadnice *B*, *L* bodu ve výšce *H* nad elipsoidem ($H = H_{el}$, nebo se pracuje jen s normálními výškami $H = H_N$)

Výstup: souřadnice X, Y, Z bodu

Vzorce I:

$$\begin{aligned} \mathrm{X} &= (N+H)\cos B \cos L \\ \mathrm{Y} &= (N+H)\cos B \sin L \\ \mathrm{Z} &= (N(1-e^2)+H)\sin B \end{aligned},$$

příčný poloměr křivosti $N = \dfrac{a}{\sqrt{1-e^2\sin^2 B}}$

(příčný normálový řez je řez elipsoidu rovinou kolmou k rovině poledníku obsahující normálu, řezem je elipsa, na rovníku kružnice, pro el. GRS80 jsou a = 6 378 137 m, e^2 = 0,006694380022901 délka hlavní poloosy a čtverec první excentricity, pro B. el.: viz výše).

Vzorce II (iterace):

Vstup: souřadnice X, Y, Z bodu

Výstup: souřadnice *B*, *L*, *H* bodu

$$\mathrm{tg\ L} = \frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{X}} \text{ (přesně).}$$

Podle hořejších rovnic

$$\mathrm{X}^2 + \mathrm{Y}^2 = (N+H)^2\cos^2 B$$

$$\frac{\mathrm{Z}}{\sqrt{\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2}} = \frac{N(1-e^2)+H}{N+H}\,\mathrm{tg}\,B = \left(1-\frac{Ne^2}{N+H}\right)\mathrm{tg}\,B.$$

Pro $H = 0$ je $\mathrm{tg}\,B_0 = \dfrac{\mathrm{Z}}{\sqrt{\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2}}\left(\dfrac{1}{1-e^2}\right) = \dfrac{\mathrm{Z}}{\sqrt{\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2}}\left(1+\dfrac{e^2}{1-e^2}\right)$ … počáteční hodnota.

Dále iterace v pořadí 1-2-3 (cyklus, cca 10krát)

1. $N = \dfrac{a}{\sqrt{1-e^2\sin^2 B}}$ 2. $H = \dfrac{\sqrt{\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2}}{\cos B} - N$ 3. $\mathrm{tg}\,B = \dfrac{\mathrm{Z}}{\sqrt{\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2}}\left(1-\dfrac{Ne^2}{N+H}\right)^{-1}.$