

Tentti: Geodesian yleiskurssi 08.09.2003

Funktiolaskin

1. Peruskäsitteet

- (a) Linjavaaituksen tarkkuus. Vaaituslinja koostuu samanpituuisista lattaväleistä joiden tarkkuus on sama eli m_0 , ja eri lattavälien mittaukset eivät korreloi keskenään. *Näytä* varianssien kasautumislain avulla, että vaaituksen avulla mitatun korkeuseron ΔH_{AB} tarkkuus on verrannollinen linjan pituuden s_{AB} neliöjuureen.
- (b) Monikulmiojono. Piirrä kuuden mittausvälin (seitsemän pisteen) suljettu monikulmiojono (samanpituiset välit) ja lisää pistevirhe-ellipsit ja suhteelliset (pisteiden väliset) virhe-ellipsit
- ennen tasoitusta, ja
 - tasoituksen jälkeen.

Vain luonnos. Näytä, että olet ymmärtänyt, miten virheet kulkevat monikulmiojonossa ja miten tasoitus siihen vaikuttaa.

- (c) Mercator, UTM, Gauß-Krüger ovat *konformisia* projektioita. Mitä tämä merkitsee? Onko karttapihjoinen aina sama kuin maantieteellinen pohjoinen? Milloin on/milloin ei ole?

2. Asematasoitus

- (a) Suorita seuraava teodoliitin suuntahavaintojen asematasoitus:

	Tähys	Kulmamuuunnos	Resid. v'	Resid. v
Sarja 1	A	0 00 00	?	?
	B	43 16 44	?	?
	C	155 44 39	?	?
Sarjan summa, keskiarvo:			?	?
Sarja 2	A	0 00 00	?	?
	B	43 16 25	?	?
	C	155 44 25	?	?
Sarjan summa, keskiarvo:			?	?
Sarja 3	A	0 00 00	?	?
	B	43 16 30	?	?
	C	155 44 35	?	?
Sarjan summa, keskiarvo:			?	?
Sarjakeskiarvo:	A	?		
	B	?		
	C	?		

- (b) Asematasoituksen vapausasteiden määrä on $V = (r - 1)(s - 1)$, missä r on suuntien, s sarjojen määrä. Laske *painoyksikön keskivirhe*

$$\sqrt{\frac{\sum v^2}{V}},$$

missä $\sum v^2$ on residuaalien neliösumma.

3. Helmert-muunnos, havaintoyhtälöt

(a) Kaksiulotteisen HELMERT-muunnoksen kaava on

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = (1 + m) \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix},$$

missä alaindeksit 1 ja 2 viittaavat alkuperäiseen ja muunnettuun koordinaattijärjestelmään.

Oleta, että mittakaavavääristymä $m \approx 0$ ja kiertokulma $\alpha \approx 0$ (eli no ovat pieniä muttei tarkasti nolla.). Kirjoita yo. kaava lineaariseen havaintoyhtälömuotoon

$$\underline{\ell} = A\underline{x} + \underline{y},$$

missä tuntemattomien vektori \underline{x} koostuu neljästä parametrasta m, α, t_x, t_y ja "havainnot" ovat koordinaattierot $x_2 - x_1$ ja $y_2 - y_1$. Kirjoita matriisi A auki.

(b) Annettuna kaupungin alue, missä on pisteet sekä *kkj*- että EUREF89-koordinaattijärjestelmässä (tasokoordinaatit (x, y)). Halutaan laskea muunnos systeemien välillä Helmert-tasomuunnoksena.

Millä tavalla muunnoksen tukipisteet pitäisi valita niiden geometrisen jakauman osalta? Montako tukipistettä tarvitaan *vähintään*, ja montako suosittelisit? Miksi?

4. Koordinaattijärjestelmät ja -muunnokset

Oulun koordinaatit ovat $\varphi = 65^\circ$, $\lambda = 26^\circ$. Helsingin *kkj*-koordinaatit ovat $x = 6\,650\,000$ m, $y = 3\,400\,000$ m.

- Mitä *y*-koordinaatin ensimmäinen numero 3 merkitsee?
- Missä *kkj*-vyöhykkeessä (keskimeridiaani) Helsinki sijaitsee?
- [kompakysymys] Mitkä ovat Helsingin *ykj* -koordinaatit?
- Kumpi on itäisempänä, Helsinki vai Oulu?

5. GPS

GPS:n pseudoetäisyshavaintoa kuvaa seuraava kaava:

$$p = \sqrt{(x - X)^2 + (y - Y)^2 + (z - Z)^2} + c(\Delta t - \Delta T),$$

missä $(x, y, z)^T$ ovat satelliitin (tunnetuiksi oletetut) koordinaatit avaruudessa, $(X, Y, Z)^T$ ovat GPS-vastaanottimen koordinaatit, Δt on (tunnettu) satelliitin kellovirhe ja ΔT on vastaanottimen kellovirhe.

- Linearisoi* ylläoleva havaintoyhtälö; tuntemattomat ovat X, Y, Z ja ΔT .
- Montako havaintoa tarvitaan vähintään ratkaisun saamiseksi? Mitkä ovat hyvän havaintogeometrian tuntomerkit?
- Mikä geometria estää ratkaisun saamisen, vaikka satelliittien määrä olisi muuten riittävä?

Pisteytys:

Kysymys	1	2	3	4	5	Yht.
	a b c	a b	a b	a b c d	a b c	
Pisteet	6	4	5	5	5	25
	2 2 2	2 2	3 2	1 1 1 2	2 2 1	

Pisteet	10	12	16	19	23
Arvosana	1	2	3	4	5