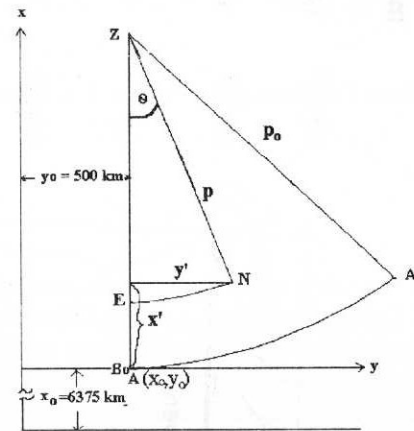


Lamberti konformse koonilise projektsiooni koordinaatide süsteem ja arvutusvalemid

Harli Jürgenson

Kaardi koostamiseks Lamberti konformses koonilises projektsioonis projekteeritakse kaardi elemendid maapinnalt referentsellipsoidi pinnale ja siit koonuse pinnale. Lamberti konformse koonilise projektsiooni koordinaatide süsteem on kujutatud joonisel 1. Koordinaatide x ja y väärtused suurenevad vastavalt põhja ja ida suunas. Joonisel 1 on punkt A koordinaatide alguspunkt. AZ on telgmeridiaan. Punkt Z vastab koonuse tipule. Kaar AA' on koordinaatide alguspunkti läbiva paralleeli lõik. p_0 on kaugus koonuse tipust selle paralleelini ja võrdub punkti Z x koordinaadiga. x koordinaat on kaugus koordinaatide alguspunktist piki telgmeridiaani sellega ristuva ning vaadeldavat punkti läbiva sirgeni. Punkti y koordinaat on kaugus telgmeridiaanist. Kaar NE on paralleeli lõik läbi vaadeldava punkti N . Nurk θ telgmeridiaani ja punkti N meridiaani vahel on meridiaanide koanduvis. Nurk θ on positiivne, kui see asub telgmeridiaanist ida pool ja negatiivne vastupidisel juhul. Koordinaatide süsteemi alguspunktis A on x - ja y -koordinaadile omistatud algväärtused x_0 ja y_0 (vastavalt 6375 km ja 500 km). Lamberti projektsiooni koordinaadid avalduvad siis järgmiselt:

$$\begin{aligned} x &= p_0 - p \cos \theta + x_0 \\ y &= p \sin \theta + y_0 \end{aligned}$$



Joonis 1. Lamberti konformse koonilise projektsiooni koordinaatide süsteem

Geodeetiliste koordinaatide B ja L ümberarvutamine Lamberti konformse koonilise projektsiooni ristkoordinaatideks.

Koordinaatide ümberarvutamiseks juhul, kui kasutatakse lõikeparalleele, on algandmetena vaja teada ellipsoidi suure pooltelje a pikkust ja esimest ekstsentrilisust e , lõikeparalleelide põhjalaiusi B_1 ja B_2 , koordinaatide alguspunkti põhjalaiust B_0 ja idapikkust L_0 ning punkti geodeetilisi koordinaate B ja L . Valemid 1-17 (Snyder, lk. 107-109) tagavad arvutuse täpsuse 0.1 mm. Võrreldes Snyderi töös toodud valemitega on siin muudetud mõningaid tähistusi.

$$x = p_0 - p \cos \theta + x_0 \tag{1}$$

$$y = p \sin \theta + y_0 \tag{2}$$

Mõõtkava tegur kus $k = pn/(am) = m_1 t^n / (m t_1^n)$ \tag{3}

$$p = a F t^n \tag{4}$$

$$\theta = n(L - L_0) \tag{5}$$

$$p_0 = a F t_0^n \tag{6}$$

$$n = (\ln m_1 - \ln m_2) / (\ln t_1 - \ln t_2) \tag{7}$$

$$m_1 = \cos B_1 / (1 - e^2 \sin^2 B_1)^{1/2} \tag{8}$$

või $t_1 = \tan(\varphi/4 - B_1/2) / (1 - e \sin B_1) / (1 + e \sin B_1)^{e/2}$ \tag{9}

$$t_1 = \left(\frac{1 - \sin B_1}{1 + \sin B_1} \right)^e * \left(\frac{1 + e \sin B_1}{1 - e \sin B_1} \right)^{e/2} \tag{10}$$

$$F = m_1 / (n t_1^n) \tag{11}$$

$$\varphi = 3.14159265359$$

Arvutades m_1 , m_2 , t_1 , t_2 , t_0 väärtusi tuleb valemitesse (8) ja (9) panna vastavalt B_1 , B_2 või B_0 väärtus. Kui kasutada Lamberti projektsiooni puutekoonusega, siis valem (7) on määratamata ja $n = \sin B_1$. Suurused n , F ja p_0 on konstandid tsoonis, kui on valitud püsivad lõikeparalleelid ja koordinaatide alguspunkt.

Lamberti ristkoordinaatide x ja y ümberarvutus geodeetilisteks koordinaatideks B ja L.

Valemid on sama täpsusega kui vastupidise tehte puhul. Lähteandmed on a , e , B_1 , B_2 , B_0 , L_0 , x ja y , p_0 , n , ja F väärtused avalduvad valemist (6), (7) ja (11).

$$B = \varphi/2 - 2 \arctan \{ t \{ (1 - e \sin B) / (1 + e \sin B) \}^{e/2} \} \tag{12}$$

kus

$$t = (p/aF)^{1/n} \tag{13}$$

$$p = \{ y^2 + (p_0 - x)^2 \}^{1/2} \tag{14}$$

$$L = \theta/n + L_0 \tag{15}$$

$$\theta = \arctan \{ y / (p_0 - x) \} \tag{16}$$

Valemist (12) saab B leida järk-järguliste lähendustega. Alguses arvutatakse t valemist (13), seejärel B valemist (12) põhiliikmest ($B = \varphi/2 - 2 \arctan t$). Siis tuleb panna saadud väärtus valemisse (12) ja arvutada B uuesti. Valemist (12) tuleb korrata seni, kuni B enam ei muutu (ca 5 korda). Et vältida mitmekordset lähendust, võib B leida valemist:

$$\begin{aligned} B &= u + (e^2/2 + 5e^4/24 + e^6/12 + 13e^8/360 + \dots) \sin 2u + \\ &+ (7e^4/48 + 29e^6/240 + 811e^8/11520 + \dots) \sin 4u + (7e^6/120 + \\ &+ 81e^8/1120 + \dots) \sin 6u + (4279e^8/161280 + \dots) \sin 8u \end{aligned} \tag{17}$$

kus

$$u = \varphi/2 - 2 \arctan t \quad (\text{radiaanides}) \tag{18}$$

Enne x ja y väärtuste valemisse panekut tuleb neist lahutada koordinaatide väärtused alguspunktis x_0 ja y_0 .

Konstandid Lamberti projektsiooni arvutusvalemites

Geodeetiliste koordinaatide Lamberti projektsiooni ristkoordinaatideks ja tagasi arvutamise valemites on suurused B_1 , B_2 , B_0 , L_0 , p_0 , n ja F konstandid. Vastavalt põhikaardi projektsioonile on nende väärtused järgmised:

$$\begin{aligned} B_1 &= 58^\circ, & p_0 &= 4\,020\,205.479 \text{ m.} \\ B_2 &= 59^\circ 20', & n &= 0.854\,175\,85805. \\ B_0 &= 57^\circ 31' 03.19415'', & F &= 1.798\,847\,851\,4. \\ L_0 &= 24^\circ \end{aligned}$$

Kirjandus:

Snyder, J.P. Map Projections - A Working Manual. Washington. 1987.