

JHS 197 EUREF-FIN -koordinaattijärjestelmät, niihin liittyvät muunnokset ja karttalehtijako

Liite 1: Karttaprojektiot

Versio: 1.0 / 1.2.2016

Julkaistu: 5.4.2016

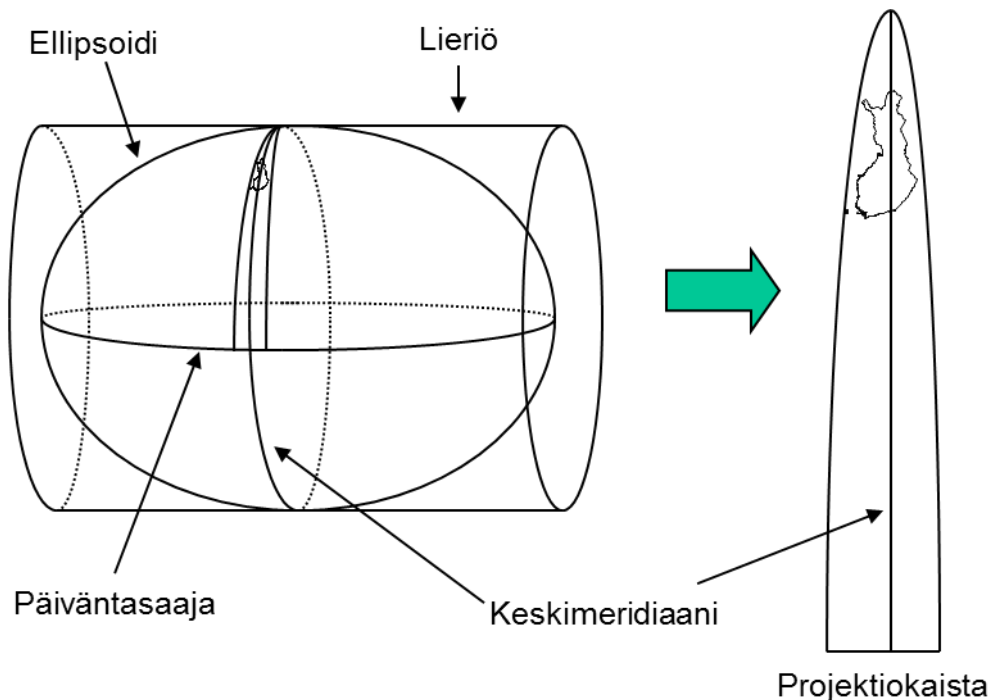
Voimassaoloaika: toistaiseksi

1 Yleistä

Tässä liitteessä on kuvattu suosituksessa käytettävät karttaprojektiot.

2 Poikittainen lieriöprojektiio

Poikittainen lieriöprojektiio voidaan geometrisesti havainnollistaa siten, että kohteet ellipsoidilla (tai sen erikoistapaus pallolla) kuvataan suoralle lieriölle, joka on ”käärity” ellipsoidin ympärille. Pallon tapauksessa lieriö on suora ympyrälieriö, muutoin elliptinen sylinteri, jonka eksentrisyys on sama kuin ellipsoidin eksentrisyys. Lieriön ei tarvitse sivuta ellipsoidia, vaan sen halkaisija voi olla ellipsoidin halkaisijaa pienempi, jolloin se leikkaa ellipsoidin. Poikittaisuus tarkoittaa, että kuvattaessa maapalloa lieriön akseli on kohtisuorassa maapallon pyörehdysakselia vastaan eli yhtyy päiväntasaajan tasoon (ts. lieriö sivuaa tai leikkaa keskimeridiaania). Kuvauksen jälkeen lieriö oikaistaan tasoon. Keskimeridiaanilla mittakaava on vakio.



Kuva 1. Poikittaisen lieriöprojektion periaate. Oikeanpuoleisessa kuvassa projektiokaista rajautuu etelästä päiväntasaajaan, mutta projektiokaistan etelä- ja pohjoisrajat voi yhtä hyvin rajoittaa kuvattavan maantieteellisen alueen mukaan.

2.1 Poikittainen Mercator ja Gauss-Krüger -projektiio

Poikittainen Mercator-projektiio on kulmatarkka (konforminen) poikittainen lieriöprojektiio. Konforminen kuvaus säilyttää paikalliset kulmat oikeina. Keskimeridiaanin tasolle kuvatus itä-koordinaatin arvo on 0, kun taas ekvaattorin ja keskimeridiaanin leikkauspiste muodostavat origon, jonka koordinaatin arvo on (0, 0). Keskimeridiaanilla sijaitsevien kohteiden etäisyys on sama kartalla kuin vertausellipsoidilla. Origon ja keskimeridiaanin koordinaattiarvoja voidaan muuttaa lisäämällä niihin nk. vale-itä ja valepohjoinen (toisilta nimiltään väärä itä ja väärä pohjoinen) negatiivisten koordinaattiarvojen välttämiseksi.

Gauss-Krüger on usein synonyymi poikittaiselle Mercator-projektiolle. Toisaalta Gauss-Krügerillä tarkoitetaan myös poikittaisen Mercator-projektion laskemista tietyillä kaavoilla. Esimerkiksi *liitteessä 1* olevat projektiokaavat ovat Gauss-Krüger -projektion kaavat. Nämä pohjautuvat L. Krügerin vuonna 1912 esittämiin projektiokaaviin, joilla hän jatkojalosti C. F. Gaussin vajaa sata vuotta aikaisemmin kehittämää poikittaista Mercator -projektiota ellipsoidilta tasolle.

2.2 UTM-karttaprojektiojärjestelmä

UTM (Universal Transverse Mercator) on vuonna 1947 Yhdysvaltojen puolustushallinnon käyttöönotettava karttaprojektiojärjestelmä. Siinä maapallo on mahdollista kuvata tasoille leveysasteiden 80° eteläistä ja 84° pohjoista välillä. Järjestelmän viimeisin versio on julkaistu NGA:n (National Geospatial-Intelligence Agency) (2014a; 2014b) standardina.

Karttaprojektiojärjestelmä jakaa maapallon kuusi astetta leveisiin projektiokaistoihin, jotka on numeroitu 1-60. Numerointi alkaa pituusasteesta 180°E kasvaen itään päin. Järjestelmässä vältetään negatiiviset koordinaatit antamalla keskimeridiaanilla itäkoordinaatin (vale-itä) arvoksi 500 000 m. Päiväntasaajalla pohjoiskoordinaatin (valepohjoinen) arvo on 0 m pohjoiselle pallonpuoliskolle ja 10 000 000 m eteläiselle pallonpuoliskolle.

Eteläiselle (0°-80°S) ja pohjoiselle (0°-84°N) maapallon puoliskolle on siis omat valepohjoiset, minkä seurauksena UTM koostuu yhteensä 120 erillisestä poikittaisesta Mercator-projektiosta.

Kussakin projektiossa keskimeridiaanit sijaitsevat aina vyöhykkeen keskellä eli 1. vyöhykkeen keskimeridiaani on 177° läntistä pituutta. Projektioiden mittakaavakerroin keskimeridiaanilla on aina 0.9996 eli projektiot ovat leikkaavia. Oikeamittaiset leikkausviivat (mittakaavakerroin 1.0) sijaitsevat noin 180 km keskimeridiaanista itään ja länteen.

Projektioiden napaluvun korjaus eli ero todellisen ja karttapohjoisen välillä on vähemmän kuin 5°. Mittakaavavirhe kaistojen sisällä on vähemmän kuin 1:2 500.

2.3 Gauss-Krüger -karttaprojektiojärjestelmä

Sen lisäksi että Gauss-Krüger on karttaprojektiio, usein määritetään kuinka Gauss-Krüger -karttaprojektiota tulisi käyttää useiden projektiokaistojen tapauksessa. Gauss-Krüger -karttaprojektiojärjestelmää ei kuitenkaan ole missään standardoitu ja sen käyttö vaihtelee eri maiden välillä.

Yleensä Gauss-Krüger -projektiokaistojen keskimeridiaanit ovat 3° päässä toisistaan ja projektiokaistan leveys on nimellisesti 3°. Harvinaisempia projektiokaistojen nimellisiä kaistanleveyyksiä ovat esimerkiksi 1° ja 6°. Käytännössä projektiokaistat menevät yleensä puoli astetta päällekkäin mahdollistaen mittaukset ja laskennat projektioiden reuna-alueilla. 3° leveiden kaistojen tapauksessa on yleinen tapa määrittää keskimeridiaanin itä-koordinaatiksi, eli valeidäksi, 500 000 m, jolloin projektiokaistan alueella vältetään negatiiviset koordinaattiarvot.

Projektiokaistat numeroidaan yleensä lännestä itään kasvavalla juoksevalla numeroinnilla. Projektiokaistan numero on mahdollista liittää vale-itään lisäämällä siihen projektiokaistan numero kerrottuna miljoonalla. Projektiokaistojen numerointi voi alkaa pituusasteesta 0°E, jatkuen aina maapallon ympäri muodostaen 120

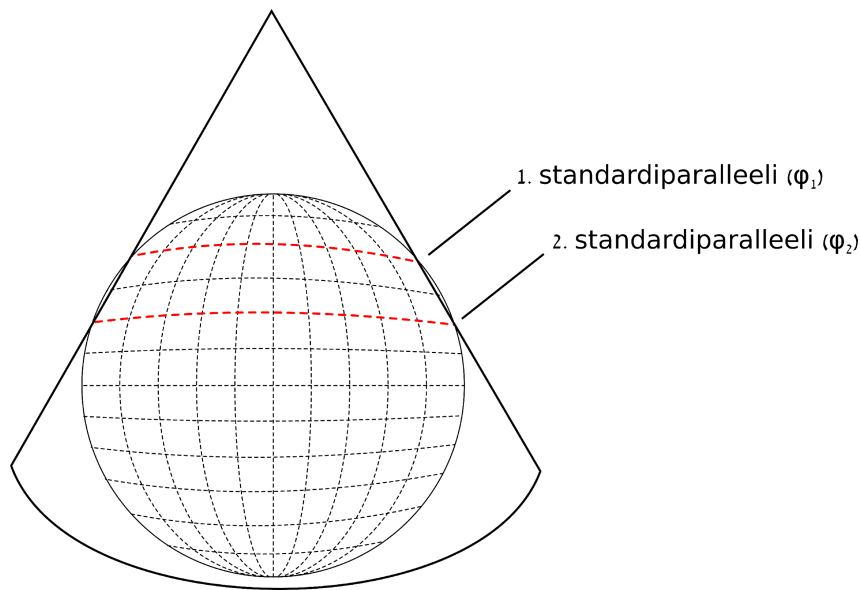
projektiokaistaa. Yleensä kaistojen numerointi sovitaan paikallisesti siten, että se on tarkoituksenmukainen. Kuvattava alue, esimerkiksi valtio, muodostaa perustan kaistojen numeroinnilla.

3 Oikea-asentoinen kartioprojektio

Oikea-asentoisessa kartioprojektiossa paralleelit kuvautuvat samankeskisinä ympyröinä ja meridiaanit kuvauksen keskipisteestä lähtevinä suorina. Geometrisesti oikea-asentoinen kartioprojektio voidaan havainnollistaa siten, että maapallo kuvataan kartiolle, joka lopuksi avataan tasoksi. Kartion akseli yhtyy maapallon muotoa kuvaavan vertausellipsoidin pikkuakseliin ja kartio joko sivuaa maapalloa jollakin leveysasteella tai leikkaa maapallon kahden leveysasteen kohdalta.

Kartion ja vertausellipsoidin sivuamis- ja leikkauskohtia kutsutaan standardiparalleeleiksi. Mittakaava on oikea standardiparalleeleilla. Kahden standardiparalleelin tapauksessa mittakaava on todellista pienempi paralleelien välillä ja todellista suurempi näiden ulkopuolella.

Oikea-asentoinen kartioprojektio voi olla joko etäisyystarkka, kulmatarkka (konforminen) tai pinta-alarakka.



Kuva 2. Oikea-asentoinen kartioprojektio kahdella standardiparalleelilla geometrisesti kuvattuna.

3.1 Lambertin kulmatarkka kartioprojektio

Lambertin kulmatarkka kartioprojektio (Lambert conformal conic projection, LCC) kahdella standardiparalleelilla on oikea-asentoinen kartioprojektio, jossa paralleelit ovat toisiaan lähempänä kartan keskialueella. Tällä karttaprojektio kompensoi oikea-asentoisen kartioprojektion ominaisuutta, jossa kartion napaa lähestyttäessä, kuvattujen meridiaanien välimatkat kasvavat.

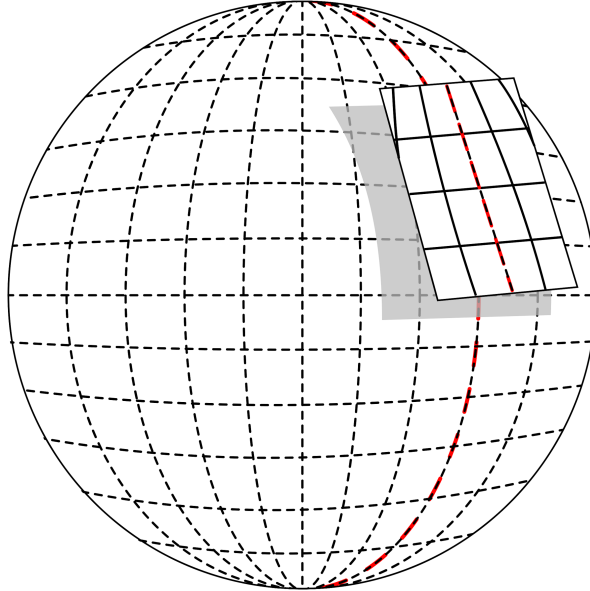
Karttaprojektiossa parametreina ovat ellipsoidin parametrit (esim. pääakselin puolikas ja litistyneisyys) ja standardiparalleelin leveysasteet. Tämän lisäksi määritetään mikä maantieteellinen piste toimii tasokoordinaattien origona (nk. väärä origo) ja kyseisen origon tasokoordinaattien arvot.

3.2 Lambertin atsimutaalinen pinta-alarakka projektio

Atsimutaalinen projektio voidaan havainnollistaa siten, että projektiotaso asetetaan sivuamaan maapalloa kuvattavan alueen keskelle. Lambertin atsimutaalinen pinta-alarakka projektio (Lambert azimuthal

equal-area projection, LAEA) on likimain atsimutaalinen projektio vinoasentoisena, jollaisena sitä käytetään Euroopassa.

Mittakaava on tosi vain origossa, mutta kuvaus säilyttää pinta-alat. Päämeridiaani eli meridiaani, jonka kohdalla taso sivuaa maapalloa, on suora.



Kuva 3. Vinoasentoinen atsimutaalinen karttaprojektio geometrisesti havainnollistettuna.

4 Normaaliasentoinen lieriöprojektiio

Normaaliasentoisessa lieriöprojektiiossa ellipsoidilla sijaitsevat kohteet kuvataan suoralle lieriölle, jonka akseli yhtyy pyörähdyseleipsoidin akseliin. Maapalloa kuvattaessa lieriö joko sivuaa päiväntasaajaa tai leikkaa ellipsoidin pinnan leveysasteilla, jotka ovat yhtä etäällä päiväntasaajasta.

4.1 Mercator

Mercator-karttaprojektio on normaaliasentoinen lieriöprojektiio, jossa loksodromi kuvautuu suorana. Tästä syystä projektiota käytetään maailmanlaajuisesti valtaosassa merikarttoja. Karttaprojektio vääristää huomattavasti pinta-aloja ja etäisyyksiä. Vääristymä kasvaa sitä suuremmaksi mitä kauemmaksi lieriön sivuamis- tai leikkauskohdasta siirrytään.

Mercator-karttaprojektion mukaisten karttojen ilmoitettu mittakaava pätee ainoastaan sillä leveydellä, jonka kohdalla kuvaus on tehty (nk. keskiparalleeli). Kyseinen leveys on valittu kartan tai karttasarjan kuvaamalta alueelta siten, että mittakaavavirheet olisivat keskimäärin pienimmät.

Keskiparalleeli voidaan ilmoittaa joko suoraan leveysasteina tai vaihtoehtoisesti mittakaavakertoimella, joka ilmoittaa kartan skaalausarvon päiväntasaajalla. Tämän lisäksi karttaprojektion parametreina ovat origon sijainti maantieteellisinä koordinaatteina sekä mahdolliset vale-itä- ja valepohjoiskoordinaattien arvot suorakulmaisina koordinaatteina. Yleisimmin neljä viimeksi mainittua ovat arvoiltaan 0.