

Geodeettisen laitoksen koordinaattimuunnospalvelu

Janne Kovanen

Geodeettinen laitos, Geodesian ja geodynamiikan osasto
janne.kovanen@fgi.fi

TIIVISTELMÄ

Geodeettisella laitoksella kehitetyllä koordinaattimuunnospalvelulla on mahdollista laskea kansallisten koordinaatistojen välisiä koordinaattimuunnoksia. Palvelu tukee sekä kkj- että EUREF-FIN –datumeihin pohjautuvia koordinaatistoja. Lisäksi tuettuja ovat kansalliset N60- ja N2000- korkeusjärjestelmät. Palvelun kautta voi myös ladata muunnoksiin liittyviä aineistoja.

Avainsanat: Koordinaattimuunnos, koordinaatisto, EUREF-FIN, kkj, N60, N2000

1 JOHDANTO

Paikkatieto ei ole aina samassa koordinaatistossa eri maanosien, maiden tai edes kuntien välillä. Jopa kuntien sisällä voi olla käytössä useampi koordinaatisto. Paikkatiedon sijaintitieto voi koostua myös useamman koordinaatiston yhdistelmästä, kuten tasokoordinaatiston ja korkeusjärjestelmän koordinaateista. Kuitenkin yleisesti on tarve käyttää eri koordinaatistoissa olevia aineistoja yhdessä tai visualisoida aineisto uudessa koordinaatistossa kartalle. Jo pelkästään aineiston tallentaminen voi vaatia koordinaatiston vaihtoa.

Geodeettisessa laitoksessa toteutettiin koordinaattimuunnospalvelu Web-sovelluksena. Palvelun päämääräksi asetettiin tarjota koordinaattimuunnokset valtakunnallisesti käytössä olevien koordinaatistojen välille, jättäen ulkopuolelle mm. joissain kunnissa käytössä olevat erillisjärjestelmät, sekä harvoille tarpeelliset maailmanlaajuiset järjestelmät. Palvelun taustalla on pyrkimys tukea ja edesauttaa siirtymistä uudempiin koordinaatistoihin, joiden käyttöön niin julkishallinnon, yritysten kuin yksityisten ihmistenkin toivotaan siirtyvän. Palvelun käyttökynnys pyrittiin saamaan mahdollisimman matalaksi. Tästä syystä palvelun käytöstä ei veloiteta ja rekisteröitymistä vaaditaan vain aineistoja ladatessa. Aineistoilla pyritään nopeuttamaan uusimpien koordinaatistojen ja näihin liittyvien tarkkojen muunnosten käyttöönottoa Suomessa.

2 PALVELUN OMINAISUUDET

Lähtökohtaisesti palvelusta piti saada koordinaattimuunnosten osalta sekä yksinkertainen että intuitiivisesti ja nopeasti käytettävä, mutta kuitenkin riittävän monipuolinen täyttämään käyttäjäkunnan tarpeet. Palvelun ominaisuuksiin päädyttiin tutkimalla olemassa olevien koordinaattimuunnospalveluiden ominaisuuksia, sekä ottamalla huomioon kansalliset tarpeet.

Vaatimusten pohjalta toteutettiin yksittäisten koordinaattien sekä ASCII-muotoisten koordinaattitiedostojen muuttaminen.

2.1 Yksittäisten koordinaattien muuttaminen

Yksittäisten koordinaattien muuttamisen kohdalla rajoitetaan huomattavasti käyttäjän vaihtoehtoja suhteessa koordinaattitiedostojen käyttöön. Tällä saadaan palvelun käytöstä yksinkertaisempaa. Yksittäisiä koordinaatteja voi kuvassa 1 näkyvän käyttöliittymän kautta syöttää yhdellä kerralla muunnettavaksi enintään kymmenen, koska suurempien määrien katsotaan olevan käyttäjän kannalta helpompi muuttaa tiedostona. Niin syötteessä kuin vasteessa on aina etäisyyksien yksikkönä metri ja kulmat ovat asteina. Tuloskoordinaateissa etäisyydet pyöristetään 0.1 mm tarkkuuteen, kun taas asteet pyöristetään vastaavaan 9 desimaalin tarkkuuteen.

Northing [m]	Easting [m]
6678161	3386345
6722161	3234345
6834161	3228345
7016161	3232345
7092161	3316345
7212161	3424345
7386161	3450345
7120161	3538345
6942161	3648345
6766161	3560345

Northing [m]	Easting [m]
4209436.1417	5145076.3092
4215296.6243	4986720.3288
4322079.0356	4952518.2257
4498652.8936	4909701.9393
4592620.0755	4971490.2146
4734796.3955	5045066.2046
4908642.2455	5024558.2309
4673779.1929	5179706.2660
4527958.4036	5332168.6292
4336417.2547	5291543.5741

Kuva 1. Yksittäisten koordinaattien muuttaminen koordinaattimuunnospalvelussa.

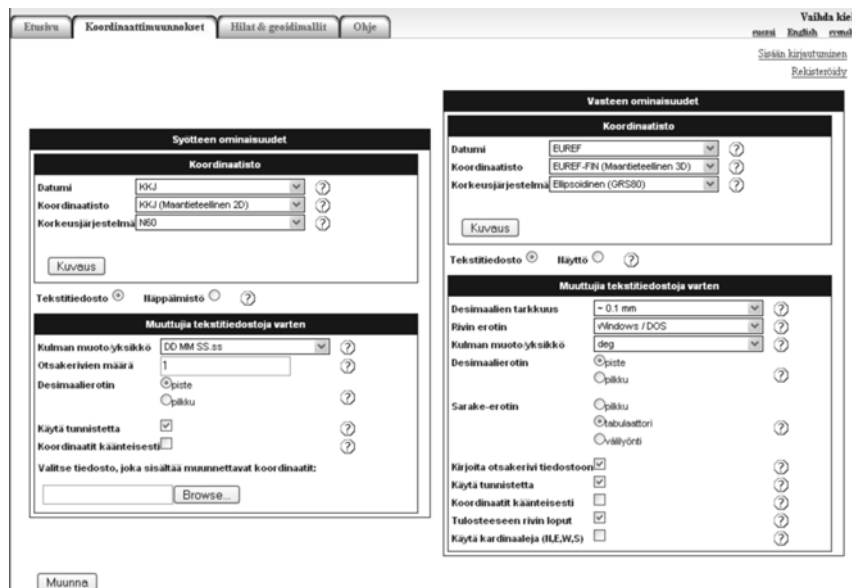
2.2 Tiedostojen muuttaminen

ASCII-tiedoston käyttö tarjoaa huomattavasti enemmän vaihtoehtoja verrattuna yksittäisten koordinaattien syöttöön. Syötetiedostot on kuitenkin rajoitettu enintään 4Mt:n suuruisiksi, jolloin esimerkiksi isot laserkeilausaineistot eivät voi tukkia palvelua. Myös yksittäiset koordinaatit on mahdollista muuttaa tiedostoon tai tiedoston koordinaateista 10 ensimmäistä näytölle.

Käyttäjä voi maantieteellisten koordinaattien osalta päättää missä mittayksikössä ja muodossa kulmat ovat. Palvelun tukemia mittayksiköitä ovat aste, gooni ja radiaani. Sallituiksi muodoiksi valittiin liukuluvut sekä asteen seksagesimaalijärjestelmän (60-kantaisen järjestelmän) variaatiot. Etäisyyksissä pitäydyttiin kuitenkin metreissä, koska muiden yksiköiden käyttö on harvinaista Suomessa. Käyttäjä voi määrittää tiedoston alussa olevien otsaketietojen rivimäärän, jotka ohjelma ohittaa. Ohjelma ohittaa myös kaikki tyhjät rivit.

Koordinaattiarvoja edeltävistä pisteiden tunnistetiedoista on kerrottava ohjelmalle, jotta niitä ei sekoiteta koordinaattiarvoihin. Koordinaattiarvot voivat olla päinvastaisessa järjestyksessä kuin koordinaatiston kuvailussa on määritetty, kunhan sen kertoo ohjelmalle.

Kuvassa 2 on näkymä palvelun käyttöliittymästä muuttaessa koordinaattitiedostoja. Kuvan vasemmassa alareunassa näkyvät lähtötiedoston asetukset ja oikeassa alareunassa tulostiedoston asetukset. Käyttäjä voi valita tulostiedoston osalta rivin lopettavan merkkijonon käyttäjärjestelmänsä perusteella sekä desimaali- ja sarake-erottimen. Sarake-erotin erottaa koordinaattien tunnisteet, koordinaattiarvot ja näitä seuraavat tiedot toisistaan. Syötetiedoston koordinaattien tunnistetiedot on mahdollista kirjoittaa tulostiedostoon. Tunnisteiden puuttuessa syötteestä ohjelma voi kirjoittaa koordinaateille uudet tunnisteet, jotka ovat ykkösestä alkaen kasvavia kokonaislukuja. Kuten syötetiedoston, voi myös tulostiedoston koordinaattien järjestyksen määrittää päinvastaiseksi suhteessa kuvailun antamaan järjestykseen. Käyttäjän halutessa ohjelma kopioi syötetiedostossa koordinaattiarvoja seuranneet tiedot tulostiedostoon ja kirjoittaa koordinaattien perään koordinaattiakselin suunnan lyhenteen (N/E/S/W).



Kuva 2. Tiedostojen muuttaminen koordinaattimuunnospalvelussa.

2.3 Kansalliset tarpeet

Kansallisia tarpeita ovat monikielisyyden tukeminen, useamman eri desimaalierottimen salliminen sekä koordinaattiakselien järjestyksen epäsäännöllisyys koordinaatistojen välillä. Kielituen saamiseksi ohjelmistoon toteutettiin tuki suomen, ruotsin ja englannin kielille. Desimaalierottimista palvelu sallii sekä virallisen pilkun, että maanmittausalalla yleisesti käytössä olevan pisteen. Yksittäisten koordinaattien tapauksessa tosin käytetään kohdekoordinaateissa desimaalierottimena pistettä.

2.4 Ladattavat aineistot

Kehitetty koordinaattimuunnospalvelu ei sovellu kaikille koordinaattimuunnoksia tarvitseville tahoille sellaisenaan, vaan käyttötarkoitukseen saattavat sopia paremmin työpöytäsovellukset tai Web-palvelut. Nämä eivät kuitenkaan riitä kaikkien tarpeisiin. Sen sijaan tarpeessa voivat olla tukiaineistot, joiden avulla käyttäjien on mahdollista suorittaa muunnokset itse. Palvelun kautta on mahdollista ladata geoidimalleja sekä affiinin muunnos kolmioittain hilana (Kuva 3). Aineistojen lataaminen vaatii rekisteröitymisen palveluun, toisin kuin koordinaattimuunnosten laskeminen. Geoidimallien avulla käyttäjät voivat itse toteuttaa korkeusmuunnokset sovelluksiinsa. Muunnoshilat puolestaan sopivat ohjelmistoihin, joilla on tarpeen saavuttaa yhdenmuotoisuusmuunnosta parempi tarkkuus ja joihin on mahdollista lisätä koordinaattimuunnos hilamuodossa.

Front page Transformations Grids & Geoid models Help Change language suomi English suomi

Transformation grids Geoid models Logged in as janne Logout

Transformation grids

You can download here an alternative solution for the triangular affine transformation, which is officially used for datum transformations between the kkk and EUREF-FIN datums in Finland. The solution is to use 2 equal spaced grids having the direct transformation parameters. Accurate parameters for any location in Finland can be derived from these parameters using bilinear interpolation.

The FOI recommends you to use the transformation grids with the highest resolution (1km x 1 km or 0.02° x 0.02°). However, it is noted that the size of these files can be too high for certain applications. Therefore, the transformation grids are also offered with lower resolutions.

Transformation grid download form

Grid CRS	ETRS-TM35FIN (Projected)
Source CRS	ETRS-TM35FIN (Projected)
Target CRS	HKJ zone 3 / YKJ (Projected)
Grid's resolution	1000.0m x 1000.0m (N-S x W-E)
Max Northing	6797000
Min Northing	6600000
Max Easting	502000
Min Easting	184000
Use default undefined point value	<input type="checkbox"/>
Undefined point's value	-999999.0
Binary grid	<input type="checkbox"/>
Binary byte order	<input type="radio"/> Big Endian <input checked="" type="radio"/> Little Endian
Line separator for ASCII file	Windows / DOS

Reset scope Update scope in picture Download N-S grid Download W-E grid

511125_659375

Kuva 3. Kolmioittaisen affiinin muunnoksen lataaminen hilana.

3 KOORDINAATISTOT

Koordinaattimuunnospalvelu tukee kaikkia JHS154-suositukseen liittyviä koordinaatistoja. Näiden lisäksi tuetaan Euroopan Komission tutkimuskeskuksen (JRC) suosituksen (Annoni et al. 2003) mukaisesti yhteiseurooppalaisia ETRS-LAEA ja ETRS-LCC –koordinaatistoja. ETRS-etuliite viittaa samaan geodeettiseen datumiin kuin ETRS-TM35FIN ja ETRS-GKn -koordinaatistoissa. ETRS-LAEA:n projektio on Lambertin pintatarkka projektio (Lambert Azimuthal Equal Area), jonka origoksi on valittu 52° pohjoista leveyttä ja 10° itäistä pituutta, jotta origo sijaitsee keskellä Eurooppaa. Koordinaatistosta on huomioitava suomalaisesta näkökulmasta, että sen akseleiden tunnisteina on kkk:n tapaan X sekä Y. Myöskään pelkistä koordinaattiarvoista ei voi päätellä kumman akselin suuntaisesta koordinaattiarvosta on kyse, koska projektion valepohjoinen on 3210000 m ja valeitä on 4321000 m. Koordinaatiston

käyttö on suositeltavaa kaikessa pintatarkassa kartoituksessa ja yhteiseurooppalaisessa tilastollisessa esityksessä riippumatta mittakaavasta. ETRS-LCC:n projektio on Lambertin kulmatarkka projektio (Lambert Conformal Conic) kahdella standardiparalleelilla (35°N ja 65°N). Projektion origo on yhtenevä ETRS-LAEA:n kanssa, mutta valepohjoinen on 2800000 ja valeitä on 4000000. Projektiota tulee käyttää yhteiseurooppalaisessa kartoituksessa mittakaavan ollessa 1:500000 tai pienempi.

Korkeuksien osalta ovat tuettuja EUREF-FIN –koordinaatiston ellipsoidinen korkeus sekä valtakunnalliset N60- ja N2000-korkeusjärjestelmät. Käyttäjiä saattaa ihmetyttää, kun palvelu ei näennäisesti tue WGS84-koordinaattijärjestelmää. Järjestelmällä ei kuitenkaan ole Suomessa realisaatiota, minkä takia palvelu ei myöskään tarjoa sitä käyttäjille vaihtoehtona. GPS-laitteiden antamat WGS84-koordinaatit on kuitenkin mahdollista muuntaa antamalla ne ohjelmalle EUREF-FIN –koordinaatteina, koska EUREF-FIN on WGS84:n lähin realisaatio Suomessa (NIMA, 2000).

3.1 Koordinaatiston valinta

Koordinaatistojen valintaan oli päätettävä jokin looginen menetelmä, koska vain listaamalla kaikki koordinaatistot yhteen listaan olisi listasta tullut pitkä ja koordinaatistoihin perehtymättömille hankala käyttää. Valinnan toteuttamiselle löydettiin useita vaihtoehtoisia menetelmiä. Vaihtoehtona oli esimerkiksi antaa käyttäjän valita havaintojen sijaintialue kartalta ja tämän perusteella tarjota vain osa koordinaatistoista valittaviksi. Toisaalta koordinaatistot olisi voinut aluksi jakaa koordinaatiston tyyppin mukaan (taso/maantieteellinen/geosentrinen).

Valinta on toteutettu jakamalla koordinaatistot ensisijaisesti datumin perusteella, minkä jälkeen käyttäjän on mahdollista valita erikseen tasokoordinaatistolle projektioakaista. Kaksiulotteisten koordinaatistojen tapauksessa tarjoaa palvelu erikseen valittavaksi käytettävän korkeusjärjestelmän. Kaksi- ja kolmiulotteinen EUREF-FIN –koordinaatisto annetaan palvelussa erillisinä vaihtoehtoina. Tällä halutaan selkiyttää näiden kahden eroa. Kaksiulotteisen EUREF-FIN –koordinaatiston kanssa käyttäjä voi valita kansallisista korkeusjärjestelmistä joko N60- tai N2000-korkeusjärjestelmän, kun taas kolmiulotteisen koordinaatiston tapauksessa valitsee palvelu sitovasti EUREF-FIN –korkeuden.

3.1.1 Projektikaistan valinta

Suomessa on totuttu tulkitsemaan esimerkiksi kkj-koordinaattien arvoista mihin projektioakaistaan, ja siten koordinaatistoon, koordinaatit kuuluvat. Tätä tapaa ovat myös viranomaiset edesauttaneet lisäämällä idänsuuntaisten koordinaattiarvojen eteen projektioakaistalle annetun numeron, kuten kkj:ssa, tai kaistan keskimeridiaanin asteluvun, kuten ETRS-GK –koordinaatistoissa. Tapa on auttanut erottamaan toisistaan helposti eri koordinaatistojen koordinaatit.

Koordinaatistojen lisääntyessä on kuitenkin käyttäjiltä edellytettävä, että he itse tietävät aineistonsa koordinaatiston eli myös projektikaistan. Tämän takia on palvelussa

projektiokaista valittava erikseen. Tuloskoordinaatistojen osalta annetaan vaihtoehdoksi kaikki projektiokaistat, koska joidenkin projektioiden koordinaattiakseleiden arvoalueet ovat päällekkäiset tai käyttäjällä on vain yksi projektiokaista käytössä kahden projektiokaistan reuna-alueella. Esimerkiksi ETRS-GK –kaistojen leveyttä ei ole määritelty tarkasti asteina ja niiden akselien arvoalueet menevät päällekkäin.

3.2 Koordinaatistojen kuvailut

Palvelu tarjoaa kaikista koordinaatistoista kuvailut, joiden sisältö vastaa ISO19111-standardin määrittelemiä parametreja (ISO, 2003). Kuvailut aukeavat omaan ikkunaan koordinaatiston valinnan alapuolella sijaitsevasta napista.

3.3 Koordinaattien järjestys

Koordinaattien järjestys perustuu koordinaatiston kätisyYTEEN, eli koordinaattiakseleiden järjestykseen. Vasenkätisessä koordinaatistossa kaikki koordinaattiakselit seuraavat toisiaan negatiivisessa kiertosuunnassa (myötäpäivään) katsottaessa origoa pisteestä, jonka kaikki arvot ovat positiivisia. Sen sijaan oikeakätisessä koordinaatistossa akselit seuraavat toisiaan vastapäivään. Kätisyys on olemassa kaikissa vähintäänkin kaksi ulottuvuutta omaavissa suorakulmaisissa koordinaatistoissa. Esimerkiksi kolmiulotteinen suorakulmainen konventionaalinen terrestrinen järjestelmä on aina oikeakätinen.

Suomessa on yleisesti annettu kkj-tasokoordinaatit järjestyksessä, jossa pohjoiseen kasvava x-koordinaatti on edeltänyt itään kasvavaa y-koordinaattia, toisin sanoen koordinaatiston on katsottu olevan vasenkätinen. Tapa on hyvin vakiintunut, mikä aiheuttaa ongelmia, kun kyseiseen kätisyYTEEN tottuneet käyttäjät muuttavat oikeakätisten koordinaatistojen koordinaatteja. Esimerkiksi Julkisen hallinnon suosituksessa JHS154 (2008) on määritelty kaikki tasokoordinaatistot oikeakätisiksi. Koordinaattien järjestys pätee myös maantieteellisiin koordinaatteihin. Niiden järjestys on maailmalla paljon kirjavampaa kuin tasokoordinaattien kanssa ja riippuu usein käyttörajapinnasta. Palvelussa on kuitenkin tukeuduttu tapaan, jossa maantieteellinen leveys edeltää pituutta.

Koordinaattimuunnospalvelun toteutuksessa sitouduttiin johdonmukaisuuteen määritelmien kanssa, joten palvelu ei hyväksy koordinaatteja väärässä järjestyksessä. Väärän järjestyksen hyväksyminen olisi voitu toteuttaa kaikissa niissä tasokoordinaatistoissa, joissa koordinaattilukujen hyväksytyt arvoalueet eivät voi mennä päällekkäin, kuten kkj-tasokoordinaateissa. Koska kaikkien koordinaatistojen koordinaattiarvot eivät paljasta akselia, kuten ETRS-LAEA –koordinaatit, todettiin olevan paras totuttaa käyttäjät aina huomioimaan koordinaattien järjestys.

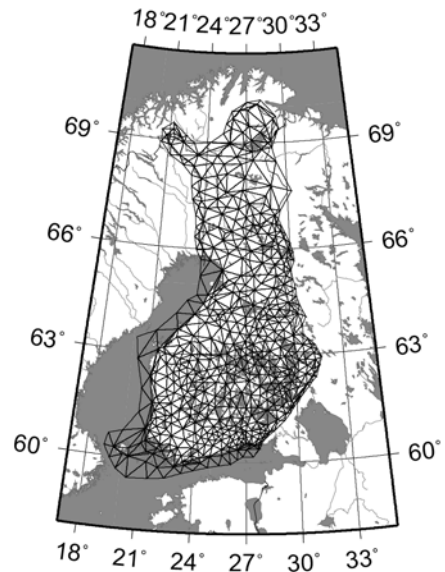
4 KOORDINAATTIMUUNNOKSET

Palvelu tukee JHS154:n mukaisia koordinaattimuunnosmenetelmiä sekä -parametreja. ETRS-LAEA -koordinaatiston konversion kaavojen lähde on Snyder (1987) ja ETRS-LCC –koordinaatiston kaavat ovat esitetty julkaisussa Hooijberg (1997). EUREF-FIN- ja kkj-

datumeiden välinen muunnos on affiininen muunnos kolmioittain, joka on esitetty JHS154:n (2008) liitteessä 5.

Siirryttäessä EUREF-FIN –korkeuksista kansallisiin N60- ja N2000-korkeusjärjestelmiin, ja toisin päin, käytetään FIN2000- ja FIN2005N00-geoidimalleja. Muunnoksessa N60- ja N2000-korkeusjärjestelmien välillä sovelletaan Maanmittauslaitoksen määrittämää kolmioittaista affiinista muunnosta (Kuva 4). Vuonna 2007 toteutettujen kokeiden pohjalta Maanmittauslaitos on hyödyntänyt kolmioverkon laskennassa Geodeettisen laitoksen määrittämiä 1. luokan ja Maanmittauslaitoksen 1b- ja 2-luokan vaaituspisteitä. Maanmittauslaitoksen alustavien testien perusteella muunnoksen keskivirhe on luokkaa 3-4 mm (Saarikoski, 2007).

Ennen muunnosten suorittamista tarkistetaan lähtökoordinaattien arvojen olevan lähtökoordinaatiston koordinaattiakseleiden arvoalueen sisällä. Tällä tavalla varmistutaan suuremmalla todennäköisyydellä, että käyttäjä syöttää oikean koordinaatiston koordinaatteja ja laskennassa ei ilmene odottamattomia poikkeuksia.



Kuva 4. N60- ja N2000-korkeusjärjestelmien välisen suoran muunnoksen kolmioverkko.

5 AINEISTOT

5.1 Geoidimallit

Palvelun kautta voi ladata Geodeettisen laitoksen laskemat FIN2000- ja FIN2005N00-geoidimallit, joista kumpikin kattaa koko Suomen rajojen sisäpuolisen alueen. Mallit sisältävät geoidikorkeudet metreinä millimetrin tarkkuudella. Varsinaisesti mallit eivät kuitenkaan ole todellisia geoidimalleja, vaan vertauspintoja, jotka kuvaavat korkeusjärjestelmän referenssitason sijaintia GRS80-vertausellipsoidiin nähden. Toisaalta mallit ovat myös muunnospintoja, koska niillä voidaan siirtyä ellipsoidisista korkeuksista vaaituihin korkeuksiin.

Mallit ovat hiloina, joiden hilakoordinaatistona on EUREF-FIN. Kumpikin geoidimalli on ladattavissa kolmessa eri ASCII-muodossa. Lista-muotoa lukuunottamatta kaikissa tiedostoissa on ensimmäisellä rivillä otsake. Otsake sisältää tiedon hilan ulottuvuuksista. Otsakkeen arvot on erotettu toisistaan välilyönnein ja niiden yksikkönä on aste.

FIN2005 pohjautuu pohjoismaiseen NKG2004-geoidimalliin, joka on sovitettu GPS-vaaituspisteiden kautta N2000-korkeusjärjestelmään. Mallin avulla voi muuttaa ellipsoidiset EUREF-FIN -korkeudet N2000-korkeusjärjestelmän normaalikorkeuksiksi. Geodeettisen laitoksen testeissä on todettu, että mallilla voidaan approksimoida geoidikorkeuksia ± 2 cm (rms) tarkkuudella (Bilker-Koivula, 2008). Suurimmat erot ennustettujen ja havaittujen

geoidikorkeuksien välillä olivat 6 cm. Hilan pisteiden resoluutio on pohjois-eteläsuunnassa 0.02 astetta ja itä-länsisuunnassa 0.04 astetta (~2x2 km).

FIN2000-malli on laskettu korjaamalla pohjoismaisen NKG96-geoidimallin korkeuksia 4. asteen polynomipinnan avulla. Polynomipinta johdettiin GPS-vaaitushavainnoista. Mallin avulla voi muuntaa EUREF-FIN -korkeudet N60-korkeusjärjestelmän ortometrisiksi korkeuksiksi. Mallin tarkkuus (rms) on ± 3 cm ja suurimmat muunnosvirheet ovat 8-9 cm (Ollikainen, 2002). Hilan pisteiden resoluutio on pohjois-eteläsuunnassa 0.025 astetta ja itä-länsisuunnassa 0.05 astetta.

Korkeuksien muuntaminen tapahtuu kummankin geoidimallin tapauksessa laskemalla mitkä neljä hilan pistettä ovat lähimpänä haettavan pisteen maantieteellisiä EUREF-FIN -koordinaatteja, ts. mitkä neljä pistettä rajaavat haettavan pisteen muodostamansa suorakulmion sisään. Tämän jälkeen lasketaan bilineaarisella interpolaatiolla haetulle pisteelle geoidikorkeus N käyttämällä muuttujien arvoina sekä haetun pisteen että em. neljän hilapisteen maantieteellisiä koordinaatteja (tai näiden erotuksia) sekä hilapisteen geoidikorkeuksia. Ortometrinen korkeus tai normaalikorkeus H saadaan vähentämällä laskettu geoidikorkeus N ellipsoidisesta lähtökorkeudesta h.

5.2 Affiinen muunnos kolmioittain ykj- ja ETRS-TM35FIN -koordinaatistojen välillä hilana

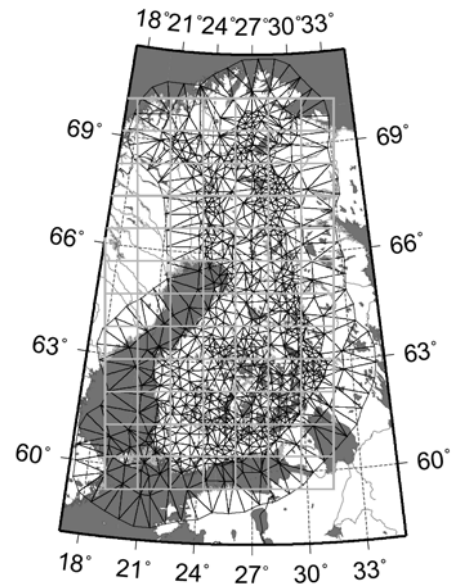
Julkisen hallinnon suosituksessa JHS154 (2008) kuvattu affiinen muunnos kolmioittain ykj- ja ETRS-TM35FIN -koordinaatistojen välillä on vaikea tai mahdoton lisätä useisiin ohjelmistoihin. Tämän takia palvelu tarjoaa ladattavaksi kolmioittaisesta muunnoksesta lasketun tasavälisen hilan. Jokaista muunnospintaa varten pitää ladata kaksi hilaa, joista saadaan muunnosparametrit eri koordinaattiakseleille eli pohjois- ja itäkoordinaattien erot (ΔN ja ΔE). Hilat ovat saatavissa joko ASCII-muodossa tai binääritiedostoina.

Hilojen koko on käyttäjän valittavissa. Koko valitaan rajaamalla haluttu alue yksinkertaisesta karttakäyttöliittymästä tai syöttämällä alueen rajaavat koordinaatit. Kartalla alueen rajaavaa suorakulmiota päivitettäessä päivittyvät myös koordinaattiluvut, ja toisinpäin. Tällä tavalla käyttäjä voi ladata esimerkiksi mittalaitteeseensa vain käyttöalueen kokoiset hilat.

Palvelu tarjoaa useita resoluutioita, koska on tiedostettu, että kaikkiin laitteisiin ja ohjelmistoihin ei ole mahdollista integroida parhaan resoluution hiloja niiden tiedostokoon takia. Geodeettinen laitos kuitenkin suosittelee käytettävän aina, kun on mahdollista, vain parhaan resoluution hiloja. Resoluutiot vaihtelevat aina 10 kilometrin särmästä kilometriin suorakulmaisten hilakoordinaatistojen tapauksessa ja EUREF-FIN -koordinaatiston osalta 0.1 asteesta (~12km) 0.02 asteeseen (~2km). Resoluutio ei vaikuta hilan ulkoisiin enimmäisrajoihin. Kuvasta 5 näkee kuinka suorakulmainen hilan enimmäiskoko kattaa Suomen rajojen sisäpuolisen alueen sekä affiinisen muunnoksen kolmioverkon. Hilapisteille, jotka eivät sijaitse affiinisen muunnoksen kolmioverkon sisällä, annetaan arvo, jota ei voi sekoittaa hilan muunnosparametreihin. Arvo on hilan latauksen yhteydessä valittavissa.

Hilakoon pienentyessä paranee hilan tarjoama tarkkuus. Hilalla, jonka resoluutio on 10 km, ovat suurimmat poikkeamat alle ± 10 cm verrattuna affiinisen kolmioittaisen muunnoksen tuloksiin, kun taas kilometrin hilalla suurin erotus pienenee ± 1 cm:iin. Keskimäärin kuitenkin hilat ovat yli 10 kertaa tarkempia, koska niissä hilan soluissa, joiden särmät eivät lainkaan leikkaa kolmioverkon särmien kanssa, ei ole eroa.

Muunnoshilan lähtö-, kohde- ja hilakoordinaatisto ovat käyttäjän valittavissa. Lähtö- ja kohdekoordinaatisto määrittävät koordinaatiston mistä mihin koordinaatteja halutaan muuttaa, kun taas hilakoordinaatisto kertoo missä koordinaatistossa muunnosparametrit on tallennettuna hilaan. Varsinainen muunnos hilalla suoritetaan etsimällä hilakoordinaatistosta muunnettavan pisteen lähimmät 4 pistettä. Yksikään pisteistä ei saa olla kolmioverkon ulkopuolinen, ts. sisältää määrittelemätöntä arvoa. Tämän jälkeen lasketaan bilineaarisella interpolaatiolla muunnosparametri (ΔN tai ΔE). Piste muutetaan kohdekoordinaatistoon lisäämällä kummastakin muunnoshilasta interpoloidut muunnosparametrit kyseisen pisteen lähtökoordinaatteihin. Hila- ja lähtökoordinaatistot voivat olla samoja, jolloin lähimmät 4 pistettä etsitään käyttämällä samoja koordinaatteja kuin mihin muunnosparametrit lisätään.



Kuva 5. Kolmioittainen affiininen muunnos hilana alkuperäisen kolmioverkon kanssa. Hilan särmien pituus on kuvassa 100 km.

Lähdeluettelo

Annoni, A., C. Luzet, E. Gubler ja J. Ihde (toim.) (2003). Map Projections for Europe. European Communities, s. 131.

Bilker-Koivula, M. (2008). Miten GPS-korkeudet eroavat vaaituista? Positio-lehti 2/2008, ss. 11-13.

Hooijberg, M. (1997). Practical Geodesy – Using Computers. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1997, s. 308.

ISO (2003). Spatial Referencing by coordinates. International Organisation for Standardization, 19111:2003, s. 43.

JHS154 (2008). Julkisen Hallinnon Suositus 154, ETRS89-järjestelmään liittyvät karttaprojektiot, tasokoordinaatistot ja karttalehtijako. Versio 2008-10-13. Saatavissa osoitteessa: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS154/JHS154.pdf> [tarkistettu 31.10.2008].

NIMA (2000). World Geodetic System 1984. It's Definition and Relationships to Local Geodetic Systems. Technical Report TR8350.2, Third edition. National Imagery and Mapping Agency. . Saatavissa osoitteessa: <http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/wgs84fin.pdf> [tarkistettu 31.10.2008].

Ollikainen, M. (2002). The Finnish geoid model FIN2000. Julkaisussa: Poutanen, M. ja H. Suurmäki (toim.), Proceedings of the XIV General Meeting of the Nordic Geodetic Commission, 1-5.10, 2002, Teknillinen korkeakoulu, Espoo, ss. 111-116.

Saarikoski, A. (2007). N2000-korkeusjärjestelmän käyttöönotto Maanmittauslaitoksessa. Maanmittaustieteiden päivät 2007, ss. 83-98. Saatavissa osoitteessa: http://mts.fgi.fi/paivat/2007/Antti_Saarikoski.pdf [tarkistettu 31.10.2008].

Snyder, J. P. (1987). Map Projection – A Working Manual. U.S. Geological Survey Professional Publication 1395, s. 385. Saatavissa osoitteessa: http://pubs.er.usgs.gov/djvu/PP/PP_1395.pdf [tarkistettu 31.10.2008].