

JHS 163 Suomen korkeusjärjestelmä N2000

Liite 3. Geoidimallit

Versio: 1.0

Julkaistu: 6.9.2019

Voimassaoloaika: toistaiseksi

1 FIN2005N00

1.1 Mallin luonti ja tarkkuus

FIN2005N00 on korkeusmuunnospinta, jonka perustana on Pohjoismainen gravimetrinen NKG2004-geoidimalli, joka on sovitettu Suomen alueelle käyttäen Suomen EUVN_DA-pisteistöä (Densification Action of the European Unified Vertical Reference Network). EUVN_DA-pisteistö käsittää 50 GPS/vaaituspistettä, jotka ovat tarkkavaaituja pysyviä GPS-asemia sekä GPS-mitattuja tarkkavaaituskiintopisteitä (Kuva 1). EUVN_DA-pisteet, kampanja ja tulosten laskenta on kuvattu julkaisuissa Ollikainen (2006) sekä Kenyeres et al. (2010).

NKG2004-geoidimalli sovitettiin EUREF-FIN-datumiin perustuvien ellipsoidisten korkeuksien ja N2000-korkeusjärjestelmässä olevien normaalikorkeuksien välille EUVN_DA-pisteiden avulla pienimmän neliösumman kollokaatiomenetelmällä (Bilker-Koivula, 2010). Menetelmällä lasketaan korjauspinta NKG2004- ja GPS/vaaituspisteiden mukaisten korkeuksien välille. GPS/vaaituspisteen vaikutus korjauspinnan arvoon on suurin pisteen lähellä pienentyen etäisyyden kasvaessa pisteeseen. Riittävän kaukana pisteiden ulkopuolella korjauspinta menee nolnaan eli korkeusmuunnospinta yhtyy NKG2004-geoidimalliin. Korkeusmuunnospinnan tarkkuus arvioitiin ristiinvalidointimenetelmällä, koska sopivia testipisteitä ei ollut tarpeeksi. Ristiinvalidoinnissa tarkkuus arvioidaan sovituspisteiden avulla jättämällä jokainen piste vuorollaan pois muunnoksen määrittävistä pisteistä ja estimoimalla sitten muunnostarkkuus kyseiselle pisteelle. Muunnospinnan tarkkuudeksi saatiin EUVN_DA-pisteiden avulla 19 mm (keskihajonta) ja minimi- ja maksimierot ovat -47 mm ja 60 mm (kuva 2). Kun NKG2004-geoidimalliin lisätään kuvassa 3 esitetty korjauspinta, saadaan korkeusmuunnospinta (geoidimalli) FIN2005N00. FIN2005N00-mallin mukaiset geoidinkorkeudet on esitetty kuvassa 4. (Bilker-Koivula ja Ollikainen, 2009).

1.2 Mallin käyttö

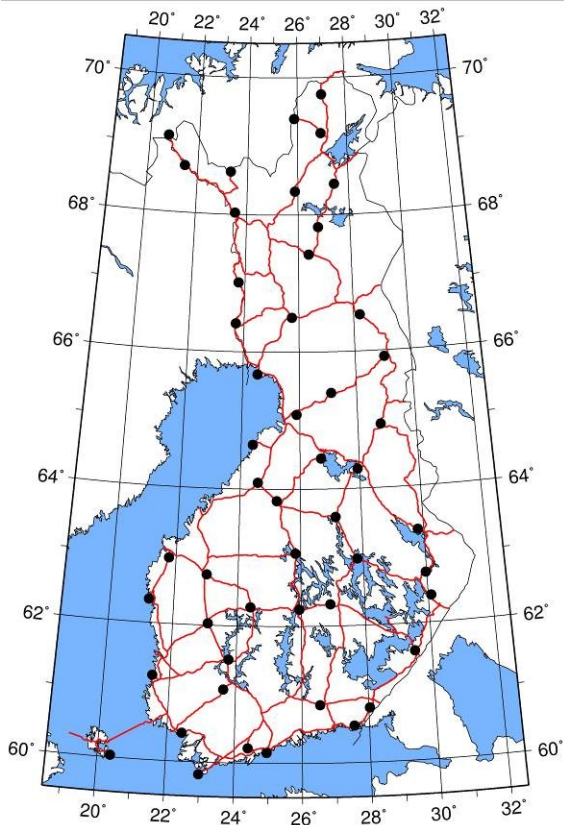
FIN2005N00-malli antaa geoidinkorkeuksia, joiden avulla voidaan muuntaa ellipsoidiset korkeudet EUREF-FIN-järjestelmässä N2000-korkeusjärjestelmään tai päinvastoin. Sitä saa käyttää vain edellä mainittujen korkeuksien välisiin muunnoksiin ja se on voimassa Suomen rajojen sisäpuolella. Vaikka muunnospinta ulottuu Suomen rajojen ulkopuolelle, sitä ei saa käyttää rajojen ulkopuolella koska muunnosvirheet voivat kasvaa liian isoksi ja N2000 on olemassa vain Suomen alueella. (Bilker-Koivula ja Ollikainen, 2009).

FIN2005N00-malli on saatavana hilamuodossa kolmessa eri ASCII-formaatissa. Korkeuksien muuntaminen tapahtuu interpoloimalla mallista muunnettavan pisteen sijaintiin FIN2005N00:n mukainen geoidinkorkeus. Pisteen lähtökoordinaatteina on oltava maantieteelliset koordinaatit (φ, λ) EUREF-FIN-järjestelmässä. Siinä tapauksessa että pisteen lähtökoordinaatit eivät ole maantieteellisiä tai ne ovat eri järjestelmässä kuin EUREF-FIN, on pisteen koordinaatit ensin muunnettava maantieteelliseksi koordinaatiksi EUREF-FIN järjestelmään. Tämän jälkeen etsitään pisteen sijainti hilassa ja otetaan pistettä ympäröivän neljän hilapisteen geoidinkorkeusarvot. Halutun pisteen geoidinkorkeus voidaan nyt interpoloida näistä neljästä arvosta bilineaarisella interpolointimenetelmällä. (Bilker-Koivula ja Ollikainen, 2009). Tuloksena saatava geoidinkorkeus N joko lisätään tai vähennetään lähtökorkeuteen seuraavan kaavan mukaisesti:

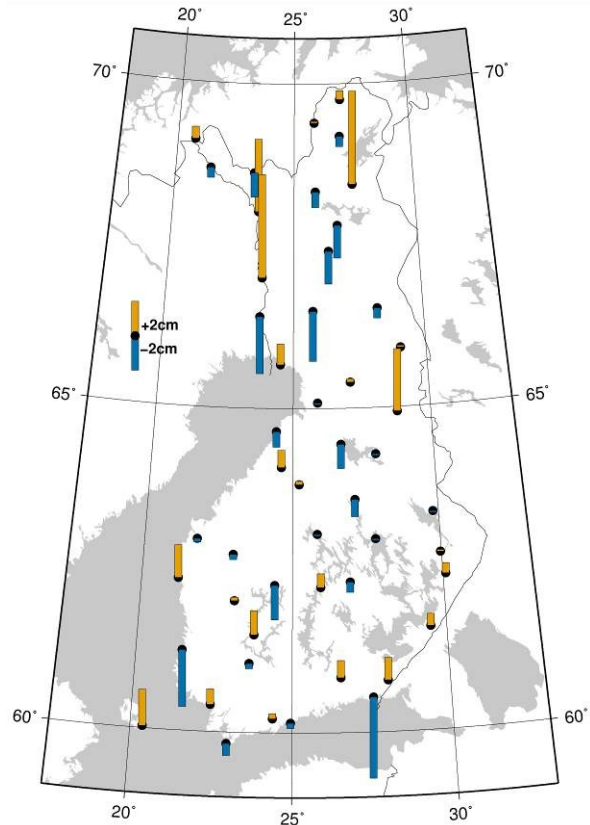
$$H_{N2000} = h_{EUREF-FIN} - N_{FIN2005N00}$$

Tarkempi kuvaus FIN2005N00-mallista löytyy julkaisusta Bilker-Koivula ja Ollikainen (2009).

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

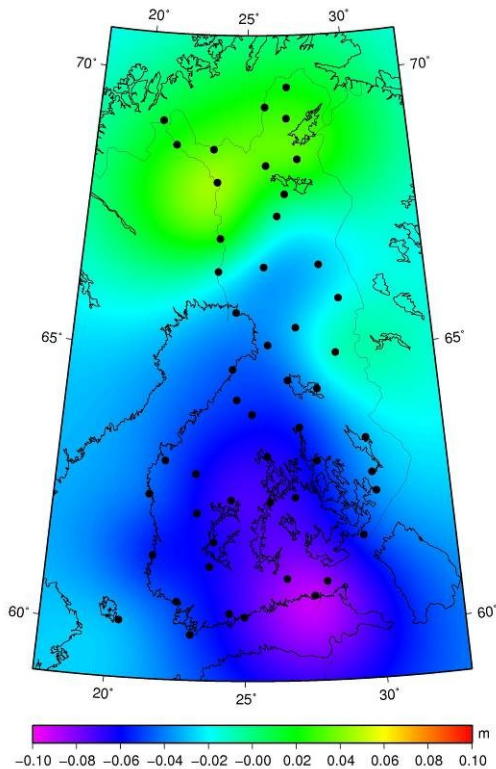


Kuva 1. Muunnospinnan sovituksessa käytetyt GPS/vaaituspisteet ja Suomen tarkkavaitusverkko



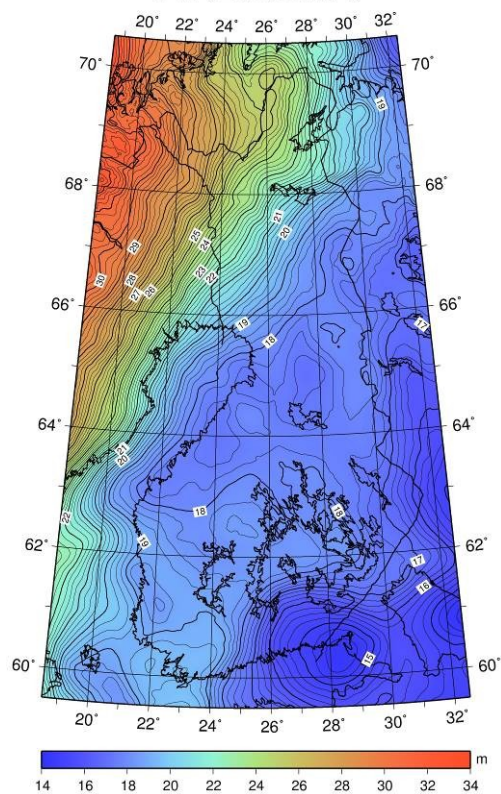
Kuva 2. Muunnospinnan tarkkuus sovituspisteillä ristiinvalidointimenetelmällä

mean + collocation (200,0.02)



Kuva 3. NKG2004-geoidimalliin lisättävä korjauspinta

FIN2005N00



Kuva 4. FIN2005-muunnospinnan mukaiset (geoidin)korkeudet N [m].

2 FIN2000

2.1 Mallin luonti ja tarkkuus

FIN2000 on korkeusmuunnospinta, joka on laskettu korjaamalla pohjoismaisen NKG96-geoidimallin korkeuksia 4. asteen polynomipinnan avulla. Polynomipinnan kertoimet johdettiin 156:n GPS/vaaituspisteen havaintojen avulla (kuva 5). Pisteille oli laskettu EUREF-FIN-datumin mukaiset ellipsoidiset korkeudet vuosina 1996-99 tehtyjen GPS-mittausten avulla. Pisteistö käsittää pysyviä GPS-asemia, mareografipisteitä, 1. luokan kolmiopisteitä, 1. luokan tarkkavaaituspisteitä sekä alemman luokan vaaituspisteitä. Kaikille pisteille on laskettu myös N60-korkeusjärjestelmän mukaiset korkeudet. EUREF-FIN-korkeuksien epookki on 1997.0 kun N60-korkeuksilla se on 1960.0. Sovituksen seurauksena FIN2000-muunnospinta korjaa tuolla aikavälillä tapahtuneen maannousun vaikutuksen havaintojen ja pinnan sovituksen epävarmuuksien rajoissa. (Bilker-Koivula ja Ollikainen, 2009).

Polynomipinnan sovituksen painoyksikön keskivirhe oli 28 mm, joka kuvaa muunnospinnan sisäistä tarkkuutta. Suurimmat muunnosvirheet Maanmittauslaitoksen 2001-2002 mittaamien erillisten 154 testipisteen avulla ovat 8-9 cm ja rms ± 29 mm (Ollikainen, 2002). Kuvassa 6 on esitetty polynomipinnan jäännösvirheet ja kuvassa 7 FIN2000-mallin mukaiset geoidinkorkeudet.

2.2 Mallin käyttö

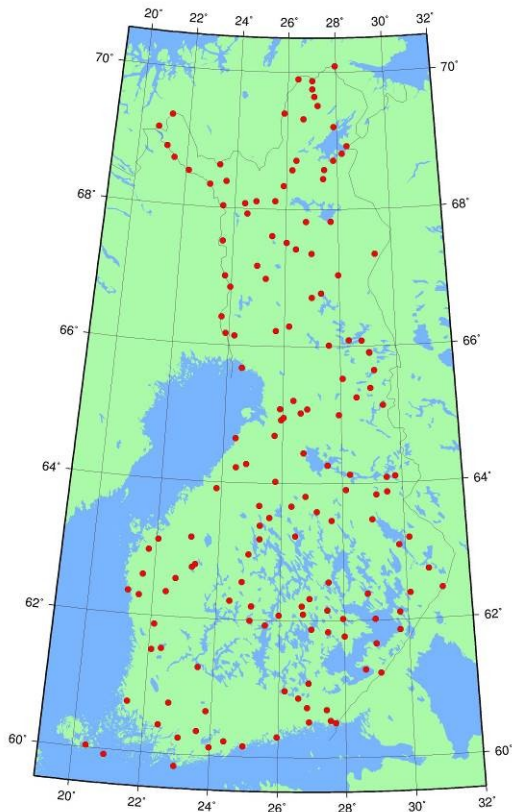
FIN2000-malli antaa geoidinkorkeuksia, joiden avulla voidaan muuntaa ellipsoidiset korkeudet EUREF-FIN-järjestelmässä N60-korkeusjärjestelmään tai päinvastoin. Sitä saa käyttää vain edellä mainittujen korkeuksien välisiin muunnoksiin ja se on voimassa Suomen rajojen sisäpuolella. Vaikka malli ulottuu Suomen rajojen ulkopuolelle, sitä ei saa käyttää rajojen ulkopuolella koska polynomipinnan muunnosvirheet kasvavat nopeasti sovituspisteistön ulkopuolella.

Korkeuksien muuntaminen tapahtuu interpoloimalla hilasta FIN2000-mallin mukainen geoidinkorkeus muunnettavan pisteen sijaintiin. Pisteestä lähtökoordinaatteina on oltava maantieteelliset koordinaatit (φ, λ) EUREF-FIN-järjestelmässä. Tarvittaessa pisteen koordinaatit on ensin muunnettava maantieteelliseksi koordinaatiksi EUREF-FIN-järjestelmään. Tämän jälkeen etsitään pisteen sijainti hilassa ja otetaan pistettä ympäröivän neljän hilapisteen geoidikorkeusarvot. Halutun pisteen geoidikorkeus voidaan nyt interpoloida näistä neljästä arvosta bilineaarisella interpolointimenetelmällä. (Bilker-Koivula ja Ollikainen, 2009). Tuloksena saatava geoidinkorkeus N joko lisätään tai vähennetään lähtökorkeuteen seuraavan kaavan mukaisesti:

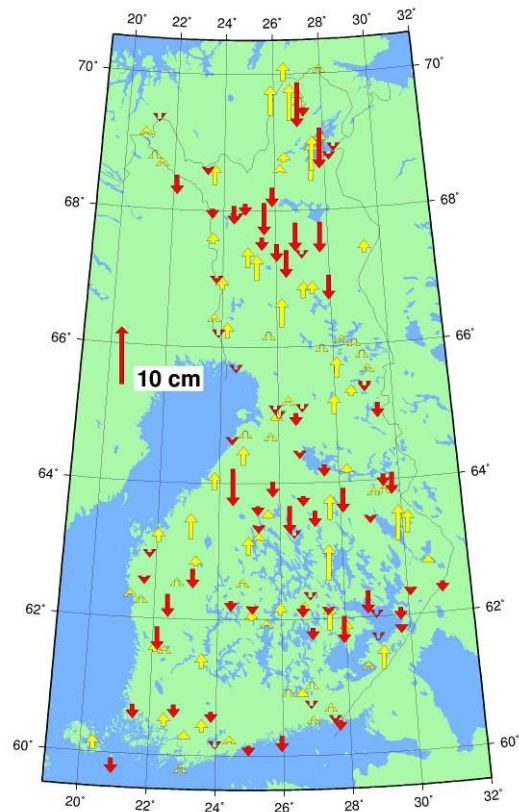
$$H_{N60} = h_{EUREF-FIN} - N_{FIN2000}.$$

Tarkempi kuvaus FIN2000-mallista löytyy julkaisuista Ollikainen (2002) sekä Bilker-Koivula ja Ollikainen (2009).

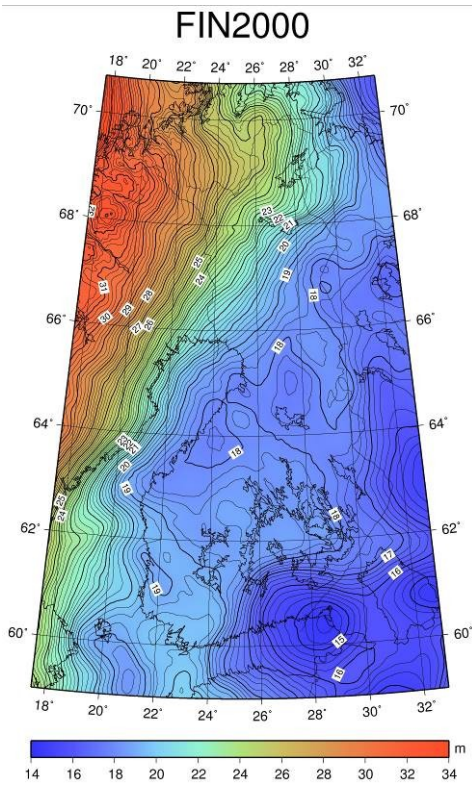
JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta



Kuva 5. NKG96-geoidmallin polynomisovituksessa käytetyt GPS/vaaituspisteet.



Kuva 6. FIN2000-mallin polynomisovituksen jäännösvirheet.



Kuva 7. FIN2000-muunnospinnan mukaiset (geoidin)korkeudet N [m].

Lähteet:

Bilker-Koivula M. ja Ollikainen M., 2009. Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa, Geodeettisen laitoksen tiedote 29, ISBN-13:978-951-711-259-8 (ISBN: 978-951-711-260-4, pdf).

Bilker-Koivula, M., 2010. Development of the Finnish height conversion surface FIN2005N00. Nordic journal of surveying and real estate research, 7(1)

Kenyeres A., Sacher M., Ihde J., Denker H., Marti U., 2010. EUVN_DA: Realization of the European Continental GPS/leveling Network. In: Mertikas S. (eds) Gravity, Geoid and Earth Observation. International Association of Geodesy Symposia, vol 135. Springer, Berlin, Heidelberg, https://doi.org/10.1007/978-3-642-10634-7_41.

Ollikainen M. (2002): The Finnish geoid model FIN2000, Proceedings of the 14th General Meeting of the Nordic Geodetic Commission, Espoo, Finland, 1-5 October, 2002. Kirkkonummi 2002, ISBN 951-711-247-5.

Ollikainen M. (2006): The EUVN_DA GPS Campaign in Finland, Publications of the Finnish Geodetic Institute, N:o 135, Kirkkonummi 2006, ISBN-13: 978-951-711-258-1 (ISBN-13: 978-951-711-261-1, pdf).