

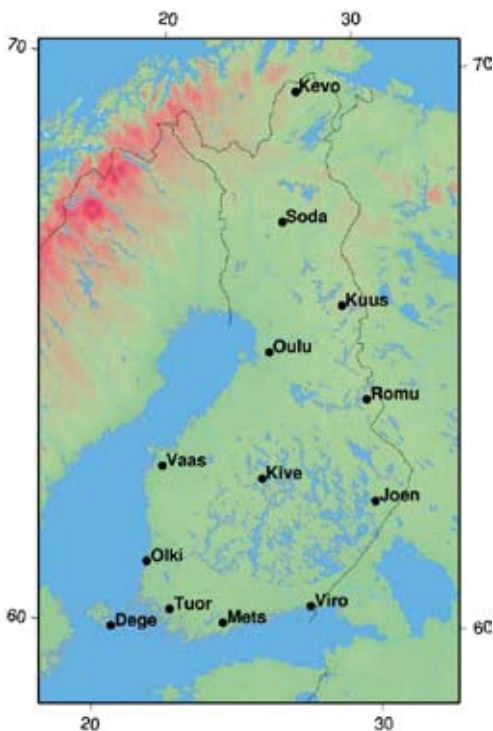
# Turun seudun yhtenäisten koordinaatistojen GPS-runkomittaus

Pasi Kråknäs



Kuvat: Destia Oy, Tapio Kalliomäki ja Jarmo Mikkola.

Turun kaupungin kiinteistölaitos päätti määrittää Turun seudun kunnille yhtenäisen koordinaatiston.



Pysyvien GPS-asemien verkko FinnRef. Lähde: Geodeettinen laitos.

**Destian Mittauspalvelut mittaa Turun seudun kunnille kokonaan uuden runkoverkon ja laatii koordinaatistomuunnokset, joiden avulla voidaan valmistella Turun seudun yhtenäisen koordinaatistojärjestelmän käyttöönottoa vuoden 2009 aikana.**

**VELKUALLA** sataa tihuttaa ja tuulee sen verran kovaa, että sateensuojaa on pidettävä enemmän pään sivulla kuin pään päällä. Sataman laiturilla pakataan mittauskalustoa veneeseen. Destian mittausvastaava, **Jukka Tyrväinen**, nostaa kolmijalan ja GPS -vastaanottimien laukut veneeseen ja pukee ylleen sään vaatimat varusteet. Muutamaa minuuttia myöhemmin ison alumiiniveneen kaksi tynnyrin kokoista perämootoria hurahtaa käyntiin ja työntää ison veneen tasaiseen liukuun. Destian mittausurakka oli täydessä käynnissä.

## Kuntaliitoksissa yhdistyy 36 kuntaa 16 kunnaksi

Turun seudun kuntaliitokset yhdistävät 36 kuntaa niin, että vuoden 2009 alusta lukien alueella on itsenäisiä kuntia jäljellä vain 16.

Turun kaupungin Kiinteistölaitos käynnisti lokakuussa 2007 hankkeen, jolla siirryttäisiin vanhasta Turun erillisestä koordinaattijärjestelmästä EUREF-

FIN-järjestelmään. Tässä yhteydessä nähtiin toiminnan kannalta järkeväksi ja tarkoituksenmukaiseksi, että vilkkailla yhteistoiminta-alueilla olisi käytössä sama koordinaatisto. Sopivaksi alueelliseksi kokonaisuudeksi katsottiin Turun seudun opaskarttayhteistyöalue.

Turun kaupungin tuottama opaskartta kattaa tällä hetkellä 24 Turun ja Salon seudun kuntaa: Askainen, Aura, Halikko, Lemu, Lieto, Kaarina, Marttila, Masku, Merimasku, Mynämäki, Naantali, Nousiainen, Paimio, Parainen, Piikkiö, Raisio, Rusko, Rymättylä, Salo, Sauvo, Tarvasjoki, Turku, Vahto ja Velkua.

Vuoden 2009 alusta voimaan astuvien kuntaliitosten myötä alue laajenee vielä melkoisesti, sillä alueella tehdään seuraavat kuntaliitokset:

- Salon kaupunkiin liitetään Halikko, Kiikala, Kisko, Kuusjoki, Muurla, Perniö, Pertteli, Suomusjärvi ja Särkisalo.
- Uusi Länsi-Turunmaa muodostetaan seuraavista kunnista: Parainen, Houtskari, Iniö, Korppoo ja Nauvo.

Kuntien lukumäärää taas puolestaan vähentää Piikkiön liittäminen Kaarinaan, Lemun ja Askaisten liittäminen Maskuun, Vahdon liittäminen Ruskoon sekä Rymättylän, Merimaskun ja Velkuan liittäminen Naantaliin. Vuoden 2009 alusta lukien projektin alueella on 16 kuntaa.

## Miksi koordinaatistot halutaan yhtenäistää?

Perusteena yhtenäisen koordinaatiston käyttöönotolle katsottiin mm. paikkatietojen yhteiskäytön helpottaminen, joka mahdollistaa esimerkiksi

- Turun seudun kuntien välillä lopputuotteena seudullisten palvelujen tehostamisen ja valmiuden teknisten toimintojen yhdistämiseen
- seutukuntien ja valtion organisaatioiden yhteistoiminnan helpottamisen
- seudullisten yhteisöjen ja yritysten toiminnan kehittämisen.

”Parhailaan Turun seudun kunnissa käynnistellään projektia, jossa pyritään valmistautumaan aineistojen muuntamiseen uuteen koordinaatistoon mahdollisimman hyvin. Turun seudun kunnilla on käytössä eri karttajärjestelmiä ja jokainen vastaa muunnoksistaan itse muunnoskaavat saatuaan. Turussa koordinaatiston

vaihtaminen tarkoittaa kolmen neljän päivän käyttökatkosta. Kaupungin omassa tietokantaympäristössä koordinaatiston vaihtaminen onnistuu pääosin teknisenä eräajona. Joitakin 'paikkauksia' toki pitää tehdä manuaalisesti. Arkistossa oleviin aineistoihin ei ole tarkoitus koskea. Turussa kaikki tarvittava aineisto on digitaalimuodossa", kertoo Turun kaupungin Paikkatietoinsinööri **Ilkka Saarimäki**.

Työtä aiheuttavat myös sidosryhmien aineistotoimitukset, koska uuden järjestelmän aineistoja ei voi enää ladata sisään muihin järjestelmiin samalla tavalla kun aikaisemmin. Valtakunnallinen KuntaGML-projekti valmistuu vuoden 2008 loppuun mennessä ja se tuo uusia mahdollisuuksia muun muassa paikkatietoaineistojen jakeluun. Turussa KuntaGML- ja Euref-projektit valmistuvat mukavasti samaan ajankohtaan, ja asiat tullaan hoitamaan yhdellä tiedottamisella. Turussa uskotaan, että kokonaisuus tulee tarjoamaan sidosryhmille merkittäviä etuja ja uusia mahdollisuuksia paikkatietoaineistojen hyödyntämiseen.

EUREF-FIN-projektia varten perustettiin työryhmä, johon kuuluivat seuraavat edustajat:

- **Paavo Häikiö**, Raision kaupunki
- **Kirsi Kääriäinen**, Salon kaupunki
- **Heikki Kuukka**, Turun kaupunki
- **Jouko Levo**, Turun kaupunki
- **Janne Muikkula**, Naantalın kaupunki
- **Ilkka Saarimäki**, Turun kaupunki
- **Kim Vahtera**, Paraisten kaupunki.

Turun kaupungingeodeetin, **Heikki Kuukan**, mukaan Turun seutu ei suinkaan ole tällä asialla ensimmäisenä liikkeellä Suomessa. Vastaavia on jo tehty Oulun seudulla ja Mikkelin lähialueilla.

Kaupungingeodeetti oli kuitenkin tyytyväinen mittauksen sujumiseen, vaikka kuntien kaikkien mittauspisteiden kelpoisuus ei ollutkaan aivan täydellinen.

### Mittauksen tarkoitus

Turun kaupungin kiinteistölaitos pyysi tarjousta mittaustyöstä, jonka tarkoituksena oli määrittää Turun seudun kunnille yhtenäinen koordinaatisto. Yhtenäinen koordinaatisto saavutettiin tihentämällä EUREF-FIN-koordinaatistoa. Tihentäminen tehtiin staattisena relatiivisena GPS-mittauksena. Mittaukset aloitettiin elokuussa 2008.

Destia Oy on hyödyntänyt staattista relatiivista GPS-mittausmenetelmää runkomittaus Hankkeissa vuodesta 1991 lähtien. Destia Oy:n mittaamia runkopisteitä on käytetty mm. Tiehallinnossa tierakennushankkeiden suunnittelussa ja rakentamisessa, Ratahallintokeskuksessa

junaratojen suunnittelussa ja rakentamisessa, Gasum Oy:ssä kaasuputkilinjojen suunnittelussa ja rakentamisessa sekä lukuisten kuntien kiintopisterunkoverkoissa.

### Korkeuden määrittäminen

Alkuperäisessä tarjouspyynnössä oli pyydetty vaatimaan korkeudet kaikille mitattaville pisteille. Tämän todettiin kuitenkin olevan niin iso urakka, että tilaaja päätti jättää sen suorittamisen myöhempään ajankohtaan.

### Mitattava verkko

Mitattava verkko muodostui 144 määritettävästä pisteestä ja 34 EUREF-FIN-koordinaatistossa tunnetusta pisteestä, jotka olivat mittauksen sidospisteitä. Mittausalueen maksimiläpimitta oli 252 km (162 km määritettävien pisteiden osalta).



**Mittausvastaava Jukka Tyrväinen pystyttämässä jalustaa Velkuan Saaristossa.**

Pisteiden välille mitattiin noin 3 000 vektoria. Vektoreista osa mitattiin kerran, osa kaksi kertaa ja osa kolme kertaa. Keskimääräinen vektorin pituus oli 14 km. Mittausajat pisteillä vaihtelivat tunnista kuuteen tuntiin vektorin pituudesta riippuen.

Mittaukset aloitettiin Turun ja Ahvenanmaan saaristossa elokuun puolessa välissä 2008. Mittaukset saatiin päätökseen lokakuun puolessa välissä.

### Työvaiheet

Tilaaajan vastuulle jäi vastata pisteiden GPS-mittauskelpoisuudesta. Kunnat selvittivät oman kuntansa alueelle sijaitsevien kiintopisteiden mittauskelpoisuutta kevään ja alkukesän aikana. Kaikista pisteistä laadittiin kunnolliset pisteselityskortit ja GPS-mittausta varten estepiirroksot.

Alustava mittaussuunnitelma laadittiin yhteistyössä TKK:n asiantuntijoiden kanssa. Lopullinen mittaussuunnitelma laadittiin yhteistyössä tilaaajan edustajan, Destia Oy:n ja TKK:n asiantuntijoiden kanssa. Mittaussuunnitelmaa laadittaessa huomioitiin mm. saariston erityisolosuhteet ja käytännöllisyys. Mittaussuunnitelmaa jouduttiin mittauksen aikana tarkistamaan mm. tuhoutuneiden kiintopisteiden vuoksi.

Pisteiden GPS-mittaus suoritettiin staattisena relatiivisena GPS-mittauksena. Mittauksissa käytettiin Destian Mittauspalveluiden geodeettisia Javad kaksitaajuus-GPS/GLONASS-vastaanottimia. Koko mittausprojektissa käytettiin samantyyppisiä antenniä, jotka ennen mittaussektion aloitusta suunnattiin pohjoiseen. Antennien kalibrointitiedot ovat saatavilla National Geodetic Surveyn

Internet-sivuilta: <http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/>.

Mittaushavainnot siirrettiin tietokoneelle päivittäin GPS-päivän mukaiseen hakemistoon. Jokaisen mittauspäivän päätteeksi laskettiin mitatut vektorit ja tehtiin vapaa verkkotasointu. Mikäli jokin vektoriväli ei ratkennut laskennassa, mitattiin se seuraavana päivänä uudestaan eri kellonaikaan. Mittaushavainnot muunnettiin RINEX-formaattiin ja mittaushavainnoista tehtiin varmuuskopio ulkoiselle kovalevylle päivittäin.

### Miehemme maalla, merellä ja ilmassa

Destian Konsulttipalvelujen mittaajat tekivät työtään kirjaimellisesti maalla, merellä ja ilmassa: Varsinais-Suomen pelloilla ja metsissä sekä saaristossa, aina Ahvenanmaata myöten.

Saaristossa 18 GPS-vastaanotinta kuljetettiin saariin ja luodoille helikopterilla ja veneellä, mantereella selvittiin autoilla ja 12 vastaanottimella – kaikki koko ajan käytössä.

Mittaus sidottiin valtakunnalliseen EUREF-FIN-koordinaatiston lähtöpisteisiin. Mittauksissa sidospisteinä käytettiin myös Geodeettisen laitoksen pysyvien GPS-asemien FinnRef-verkon pisteitä (METSähovi, TUORla ja OLKIluoto) sekä Geotrim Oy:n VRS-verkon pisteitä (Forssa\_V, Godby\_V, Kökar\_V, Lohja\_V, Raisio\_V, Rauma\_V, Säkylä\_V, Salo\_V).

### Suomen pysyvä GPS-verkko FinnRef®

Geodeettinen laitos ylläpitää Suomen pysyvää GPS-verkkoa. Tämä FinnRef®-verkko on osa pohjoismaista GPS-verkkoa. Pysyvän GPS-verkon havainnot luovat tämän yhteyden kansainvälisiin järjestelmiin ja rungon valtakunnalliselle EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmälle. Lisäksi pitkät aikasarjat mahdollistavat maankuoren liikkeen, kuten maankohoamisen, tutkimisen. Suomen pysyvien GPS-asemien verkon rakentamisesta tehtiin päätös vuonna 1992. Vuoden 1993 aikana valittiin asemien paikat ja rakennettiin Virolahden, Sodankylän, Tuorlan, Vaasan ja Joensuun asemien mastot. Ensimmäiset havainnot asemilla tehtiin samana vuonna DOSE'93-kampanjan yhteydessä ja seuraavana vuonna näillä asemilla aloitettiin jatkuvat havainnot. Kuusamossa aloitti toimintansa asema kesällä 1996. Kuusamon vastaanotin tallentaa L1- ja L2-vaihehavainnot, C/A-, P1- ja P2-koodihavainnot, sekä molempien taajuuksien Dopplerit D1 ja D2. Tämän lisäksi tallennetaan 30 sekunnin välein ilmanpaine, ilman suhteellinen kosteus sekä lämpötila. FinnRef-asemien data kerätään laitokselle ADSL-yhteydellä tunnin välein. Data muutetaan heti RINEX-formaattiin ja lähetetään edelleen kansainvälisiin laskentakeskuksiin. Joensuun, Metsähovin, Sodankylän ja Vaasan asemat ovat osa Euroopan laajuista EUREF GPS-verkkoa. (EUREF Permanent Network EPN). Metsähovin asema on tämän lisäksi osa IGS-verkkoa.

Lisätietoja: <http://www.fgi.fi/osastot/projekti.php?osasto=3&sivu=6> tai [hannu.koivula@fgi.fi](mailto:hannu.koivula@fgi.fi).

### Geotrim Oy:n VRS-verkko

Geotrim Oy:n ylläpitämä ja hallinnoima valtakunnallinen VRS-tukiasemaverkkojärjestelmä GNSSnet.fi on toiminut koko maan kattavasti jo vuodesta 2005 lähtien ja muodostuu tällä hetkellä 88 GNSS-

tukiasemasta, dedikoiduista tietoliikenneyhteyksistä ja VRS-laskentakeskuksesta, joka sijaitsee Vantaalla. VRS-verkon tukiasemat on laskettu tarkasti EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmään yhteistyössä Geodeettisen laitoksen kanssa ja VRS-verkon käyttäjät niin RTK-, DGPS-, ja jälkilaskentasovelluksissakin voivat mitata suoraan EUREF-FIN-järjestelmässä luotettavasti, tarkasti ja homogeenisesti ympäri Suomen.

Lisätietoja: <http://www.geotrim.fi/Tuoteryhma.asp?ID=376> tai [seppo.totterstrom@geotrim.fi](mailto:seppo.totterstrom@geotrim.fi).

### Mittausten laskenta

Turun kaupungin kiinteistölaitos pyysi erillisen tarjouksen myös mitattujen pisteiden EUREF-FIN-koordinaattien laskemisesta ja kuntakohtaisten muunnosparametrien määrittämisestä. Destian Mittauspalvelut voitti myös tämän tarjouskilpailun. Laskentatyö on käynnissä parhaillaan ja se saadaan päätökseen aikataulun mukaisesti vuoden loppuun mennessä.

Työn tavoitteena on laskea Turun seudun kuntien alueilla GPS-mitatut vektorit, suorittaa vapaa verkkotasoitus ja sen jälkeen kiinteä verkkotasoitus siten, että kaikille mittaussuunnitelmassa esitetyille pisteille voidaan laskea EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmän mukaiset koordinaatit.

Tämän lisäksi lasketaan tasokoordinaatit ETRS-TM35FIN- ja ETRS-GKxx-koordinaatistoissa sekä lasketaan kuntien vanhojen koordinaatistojen ja uusien ETRS-koordinaatistojen väliset muunnoskaavat. Laskennasta laaditaan loppuraportti, jossa esitetään koordinaattien ja muunnoskaavojen lisäksi GPS-laskennan vektoriratkaisut, verkkotasoituksen tulokset sekä muunnosparametrien ratkaisut.

Koska kunnilla on käytössään eri koordinaatistojärjestelmiä, jotka ovat tarkkuudeltaan epähomogeenisia sekä erilaisia ohjelmistoja koordinaattitietojen käsittelyyn, pyritään muunnoskaavojen laskentaa ja niiden esittämiseen löytämään kuntakohtaisesti paras ratkaisu yhdessä kuntien edustajien kanssa.

Riittävän tarkkojen muunnosparametrien laskentaa varten saatetaan maastossa joutua tekemään joitain lisämittauksia.

**Kirjoittaja on diplomi-insinööri  
Destia Oy:n Infratietoyksikössä.  
Sähköposti [pasi.kraknas@destia.fi](mailto:pasi.kraknas@destia.fi).**

**Maa- ja metsätalous-  
ministeriön kiinteistö-  
rekisterin perusparannus-  
strategian mukaan erilliset  
vesijätöt on muodostettava  
tiloiksi tai liitettävä viereisiin  
kiinteistöihin toimituksessa.  
Samalla on alueiden  
omistaja ratkaistava.**

**VESIJÄTTÖJEN** eli maatumien muodostumisesta ranta-alueille Suomessa on aiheutunut paljon epäselvyyttä kiinteistöjärjestelmään 1700-luvun puolivälissä aloitettujen isojakojen suorittamisen jälkeen. Etenkin meren rannoilla vesijättöjä on muodostunut pinta-alaltaan merkittäviä määriä jääkauden jälkeisen luontaisen maan kohoamisen myötä. Näihin liittyviä osakasluettelon laatimisen ongelmia on käsitelty *Maankäytössä* 1999:2. Sanotussa kirjoituksessa käsiteltyjen ongelmien seurauksena on muun ohella esim. kiinteistönmuodostamislakia (KML 137a §) ja kiinteistörekisterilakia (KRL 2a ja 2b §) vuonna 2004 muutettu. Luontaisen maankohoamisen seurauksena isojaon jälkeen syntyneiden omistusoikeudellisesti erityyppisten vesijättöjen asemaa erilaisissa kiinteistötoimituksissa on käsitelty toisessa kirjoituksessa *Maankäytössä* 2003:3. Samalla sivuttiin kysymystä ilman lupaa täyttämällä syntyneiden maatumien omistuksesta. Tuolloin käsiteltyjen vesijättötyyppien ohella on sisävesistöissämme syntynyt vesijättöjä paljolti myös ihmiskäden toimenpiteiden tuloksena täysin ”laillisesti”, kun järviä on laskemislupien nojalla laskettu. Tähän liittyy ns. erillisen vesijätön käsite josta jäljempänä enemmän. 1700-luvun lainsäädännön mukaan soiden tai järvien kuivatuksessa syntynyt, usein viljelyskelpoinen maa-alue siirtyi kuivattajina toimineiden henkilöiden yksityis- tai yhteisomistukseen, vaikkei näillä henkilöillä kenties ollut lainkaan omaisuutta ennen kuivatustoimenpiteisiin ryhtymistä. Seuraavassa tarkastellaan kuivattamalla syntyneisiin vesijättöihin liittyviä omistusongelmia, jotka yhä aiheuttavat epäselvyyttä kiinteistöjärjestelmämme. Kiinteistörekisteriin on merkitty kiinteistönä kaikkiaan noin 500 erillistä vesijättöä (Karvinen 2005 s. 190). Maa- ja metsätalousministeriön 27.9.2005 vahvistaman kiinteistörekisterin perusparannusstrategian mukaan erilliset vesijätöt on muodostettava tiloiksi tai liitettävä vierei-