

Ossi Valta

# EUREF-koordinaatistomuunnosprojektin tarkastusmittaukset Espoon kuntarajalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikan koulutusohjelma

Insinööriyö

16.11.2012

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Ossi Valta EUREF-koordinaatistomuunnosprojektin tarkastusmittaukset Espoon kuntarajalla 32 sivua + 7 liitettä 16.11.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	maanmittaustekniikka
Ohjaajat	yliopettaja Vesa Rope mittaustyöpäällikkö Kimmo Marjanen
<p>Insinööriyön aiheena on Espoon kaupunkimittauksen EUREF-käyttöönottoprojektia varten tehdyt tarkastusmittaukset. Projekti on käynnistetty pääkaupunkiseudulla suoritettavan EUREF-koordinaatistoon siirtymisen johdosta. Työssä suoritettavat tarkastusmittaukset sijoituivat Espoon-Helsingin ja Espoon-Vantaan kuntarajoille. Mittauksilla tarkastettiin koordinaatistomuunnosprojektissa määriteltyjen muunnosparametrien sopivuus kuntarajan todelliseen sijaintiin nähden.</p> <p>Tarkastusmittaukset suoritettiin paikallisesta runkopisteverkosta riippumattomilla GPS-mittauksilla ETRS-GK25 koordinaatistossa. Näin saatiin selvitettyä kuntarajan todellinen sijainti, josta saatuja havaintoja voitiin verrata pääkaupunkiseudun kuntien muunnosparametreilla saatuihin koordinaatteihin. Itse maastomittaukset suoritettiin takymetrin sekä GPS-mittalaitteen yhdistetyllä mittauksella. Maastossa toiminta pyrittiin suorittamaan tavalla, jossa GPS-mittalaitteen alustuksesta johtuvat mittausvirheet saataisiin minimoitua.</p> <p>Työn tuloksena saadusta 115 rajamerkin vertailuaineistosta nähdään, että mitatut havainnot sijoittuvat pääosin Espoon muunnoskoordinaateista luoteeseen. Erojen keskiarvoiksi saatiin <math>x=32</math> mm ja <math>y=-28</math> mm. Espoon, Vantaan ja Helsingin muunnosaineistojen kanssa tehdyt vertailut osoittavat kuntien muunnosten käyvän melko hyvin yhteen. Espoon-Helsingin rajalla tehty vertailu osoittaa Espoon muunnoksen sopivan paremmin yhteen mitattuun aineistoon. Espoon-Vantaan rajalla vastaava vertailu osoitti Vantaan muunnoksen osuvan lähemmäksi.</p> <p>Tämän insinööriyön ensisijainen tarkoitus on varmistaa Espoon koordinaattimuunnoksen parametrit kuntarajalla. Tämän lisäksi työn tuloksia voidaan käyttää projektin myöhemmässä vaiheessa, jossa kunnat sopivat yhteisen kuntarajan uusista koordinaateista.</p>	
Avainsanat	EUREF, koordinaatistomuunnos, Espoo, pääkaupunkiseutu

Author Title Number of Pages Date	Ossi Valta Municipal Borderline Survey in EUREF-Coordinate System Implementation Project for the City of Espoo 32 pages 16 November 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Land Surveying
Instructors	Vesa Rope, Principal Lecturer Kimmo Marjanen, Survey Manager
<p>The topic of this final year project was to verify measurements for the city of Espoo EUREF-coordinate reference system implementation project. The project was launched because the municipalities in the Helsinki metropolitan area are supposed to implement the use of EUREF-coordinates. The field work for this project was done at Espoo-Vantaa, and Espoo-Helsinki municipal boundaries. The survey was done to verify coordinate transformation parameters at the municipal borderline.</p> <p>The measurements were executed using GPS-observations with the ETRS-GK25 plane coordinates. This way the survey was done independent from the local reference point coordinates. Independency was needed to have reliable comparison material to measure against the transformed coordinates. Field work was done with a robotic surveying kit to minimize the errors in GPS measurements.</p> <p>Result of this survey was a comparison material of 115 boundary markers. Comparison with Espoo affine transformation -coordinates reveals that the measured boundary markers lie mostly northwest of the transformation coordinates, mean differences being 32 mm on the x-axis, and -28 mm on the y-axis. Comparisons done between the Espoo, Vantaa and Helsinki transformation materials show that they are close to each other.</p> <p>Results will be used to verify the functionality of Espoo transformation parameters at the municipal borders. In addition, the results can be used further in the EUREF implementation project, when it is time to decide new mutual coordinates for the municipal borders.</p>	
Keywords	EUREF, coordinate transformation, Espoo, metropolitan area

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	EUREF-FIN- ja N2000-käyttöönottoprojekti	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Projektin tavoite	2
3	Koordinaattijärjestelmät	3
3.1	VVJ	3
3.2	ITRS	3
3.3	ETRS89	3
3.4	ETRS-GKn	4
3.5	Pääkaupunkiseudun kuntien koordinaattijärjestelmät	4
3.6	Muunnosparametrit	4
4	Maastomittaukset	6
4.1	Kohteiden valinta	6
4.2	Mittaustavan valinta	7
4.3	Mittausvälineet	8
4.3.1	Trimble S6	8
4.3.2	Trimble R8 GNSS	9
4.3.3	3D-Win-maastomittausohjelmisto	10
5	Maastotyöt	11
5.1	Töiden kulku	11
5.2	Virhelähteet	14
5.2.1	Mittaamisen virheet	14
5.2.2	GPS-mittaamisen virheet	14
5.2.3	Paikallisen runkopisteverkon vääristymät	15
5.2.4	Rajamerkin rakennuksessa syntyneet virheet	15
6	Tulokset	16
6.1	Yleiskatsaus	16
6.2	Vertailua Espoon muunnosaineiston kanssa	17
6.2.1	Espoon muunnoksen vertailua mitattuun aineistoon	17

6.2.2	Alueelliset poikkeamat	18
6.2.3	Kallistuneet rajapyykit	20
6.3	Vertailua Helsingiltä saadun aineiston kanssa	21
6.3.1	Espoon ja Helsingin rajapyykkien muunnetut ETRS-koordinaatit	22
6.3.2	Helsingin muunnoskoordinaattien ja mitatun aineiston vertailu	24
6.4	Vertailua Vantaalta saadun aineiston kanssa	25
6.4.1	Espoon ja Vantaan muunnettujen aineistojen vertailu	26
6.4.2	Vantaan muunnoksen ja mitatun aineiston vertailu	29
7	Yhteenveto	31

	Lähteet	32
--	---------	----

#### Liitteet

Liite 1. Vertailutaulukko. Espoon muunnos ja mitattu aineisto.

Liite 2. Vertailutaulukko. Helsingin ja Espoon muunnokset.

Liite 3. Vertailutaulukko. Helsingin muunnos ja mitattu aineisto.

Liite 4. Vertailutaulukko. Espoon muunnos Helsingin-Espoon rajalla.

Liite 5. Vertailutaulukko. Vantaan ja Espoon muunnokset.

Liite 6. Vertailutaulukko. Vantaan muunnos ja mitattu aineisto.

Liite 7. Vertailutaulukko. Espoon muunnos Vantaan-Espoon rajalla.

## Termit ja lyhenteet

ETRS	European Terrestrial Reference System on Euraasian manner-laattaan kiinnitetty koordinaattijärjestelmä.
ETRS-GKn	ETRS89-koordinaattijärjestelmän kanssa käytettävä tasokoordinaatisto. GK tarkoittaa Gauss-Krügerin karttaprojektiota, ja sen perässä karttaprojektion keskimeridiaani n.
EUREF-FIN	ETRS89-koordinaattijärjestelmän realisaatio Suomessa.
Glonass	Global Navigation Satellite System. Venäjän ylläpitämä satelliittipaikannusjärjestelmä.
GNSS	Global Navigation Satellite Systems. Lyhenteellä on tarkoitus osoittaa, ettei enää ole vain yhtä käytössä olevaa satelliittipaikannusjärjestelmää. Lyhennettä käytetään monesti satelliittipaikannukseen perustuissa mittalaitteissa osoittamaan sen yhteensopivuus useamman satelliittipaikannusjärjestelmän kanssa.
GPS	Global Positioning System. Yhdysvaltojen ylläpitämä satelliittipaikannusjärjestelmä.
ITRS	International Terrestrial Reference System. Maailmanlaajuisen koordinaattijärjestelmä.
VVJ	Vanha valtion järjestelmä tai Helsingin järjestelmä. VVJ oli Suomen ensimmäinen valtakunnallinen tasokoordinaattijärjestelmä.

## 1 Johdanto

Tämän insinööriyön aiheena on EUREF-FIN -koordinaattijärjestelmän käyttöönoton valmisteluprojektissa suoritettavat tarkastusmittaukset Espoon kuntarajalla. Tarkastusmittaukset suoritettiin Espoon kaupunkimittausyksikölle osana laajamittaisempaa koordinaatistomuunnosprojektia, jonka päämäärä on valmistella kaupunkimittausyksikkö ja sen sidosryhmät EUREF-FIN-tasokoordinaatti- ja N2000-korkeusjärjestelmän käyttöönottoa varten vuoden 2012 loppuun mennessä.

Työhön liittyvät maastotyöt suoritettiin aikavälillä 26.9.2011–7.11.2011. Aikatavoitteena oli saada mittaukset suoritettua ennen lumipeitteen saapumista, joka olisi hidastanut maastomittauksia varsinkin rajamerkkien etsimisen osalta. Käytännössä lumetoman alkutalven ansiosta tässä tavoitteessa onnistuttiin hyvin.

Työssä esitetään tarkistusmittausten työtavat, käytetyt laitteet sekä maastomittausten tulokset. Tuloksia verrataan Espoon tulevien muunnosparametreihin. Työ sisältää myös vertailua samaan aikaan EUREF-koordinaatistoon siirtyvien, Helsingin ja Vantaan kaupunkimittausyksiköiden laatimien muunnosaineistojen kanssa. Sillä insinööriyö on vain pieni osa laajempaa kokonaisuutta, on työssä myös lyhyt projektin esittely.

Insinööriyön tarkoituksena on tuottaa luotettava mittausaineisto, jonka avulla muunnosta varten laskettujen muunnosparametrien toimivuus kuntarajoilla voidaan tarkastaa, antamalla yhtenäinen kuva kuntarajan todellisesta maaston sijainnista. Näin saatuja tuloksia voidaan käyttää hyväksi, kun kuntien edustajat sopivat uusista kuntarajan EUREF-koordinaateista.

## 2 EUREF-FIN- ja N2000-käyttöönottoprojekti

### 2.1 Yleistä

Vuoden 2012 lopulla pääkaupunkiseudulla on tarkoitus siirtyä Euroopan laajuisesti määriteltyihin EUREF-FIN-tasokoordinaatti- ja N2000-korkeusjärjestelmään.

Espoon kaupunkimittaus suorittaa projektia yhteistyössä Helsingin, Vantaan sekä Kauhian kanssa. Kunnat suorittavat kukin projektinsa itsenäisesti, mutta niiden välisen yhteistyön tarkoituksena on varmentaa jo valmisteluvaiheessa tulevien muunnosparametrien yhteensopivuus koko pääkaupunkiseudun osalta. Yhteistyö aloitettiin vuoden 2010 alussa, kun projektityö- ja ohjausryhmät kokoontuivat ensimmäisen kerran.

Kuntien välisen yhteistyön lisäksi projektiin kuuluu muunnosparametrien määrittäminen, sidosryhmien ohjeistus sekä Espoon kaupunkimittausyksikössä käytössä olevien maanmittausalan ohjelmistojen yhteensopivuuden varmistaminen uuden koordinaattijärjestelmän kanssa.

### 2.2 Projektin tavoite

Tavoitteena on saada pääkaupunkiseudun kunnat valtakunnalliseen koordinaattijärjestelmään, jolloin myös karttatuotanto- ja paikkatietoaineistot olisivat kuntien kesken yhtenäiset. Aineistojen yhtenäisyys hyödyttää kuntien välillä toimivia yrityksiä sekä helpottaa kuntien välistä yhteistyötä.



## 3 Koordinaattijärjestelmät

### 3.1 VVJ

Vanha valtion järjestelmä (VVJ) tai Helsingin järjestelmä oli ensimmäinen valtakunnallinen tasokoordinaatisto Suomessa. Sen mittaustyöt aloitettiin 1920-luvulla Geodeettisen laitoksen toimista, ja sen lähtöpisteenä oli Helsingin Kallion kirkko.

VVJ mittaustyöt suoritettiin vaiheittain, ja kolmiomittausten silmukat tasoitettiin aina mittauksen valmistuessa. Näin edellisen mittauksen tasoitetut koordinaatit toimivat lähtökoordinaatteina seuraavalle tasoitukselle. Tämä johti järjestelmän virheiden kasaantumiseen sekä järjestelmän vääristymiseen. [1]

### 3.2 ITRS

International Terrestrial Reference System (ITRS) on maailmanlaajuinen koordinaattijärjestelmä. Järjestelmän pisteille on määritelty suorakulmaiset avaruuskoordinaatit, mutta mannerlaattojen liikkeen takia näille pisteille on myös määritelty niiden vuosittainen liike. Pisteiden liikkumisen takia ITRS-realisaatio täytyy määritellä uudelleen. Viimeisin realisaatio on ITRF2008. [2; 3; 4.]

### 3.3 ETRS89

ETRS89, eli European Terrestrial Reference System, on Euraasian mannerlaatan Euroopan puoleiseen osaan kiinnitetty koordinaattijärjestelmä. Sen epookki on 1989.0. Epookilla tarkoitetaan ajankohtaa, jolloin koordinaattijärjestelmä on ollut osana toisen järjestelmän realisaatiota. Tässä tapauksessa ITRF89 (International Terrestrial Reference Frame, eli vuoden 1989 ITRS-realisaatio). ETRS89 on siis sama koordinaattijärjestelmä kuin ITRS Euroopan mantereella vuonna 1989. [3; 5.]

### 3.4 ETRS-GKn

Espoossa ja pääkaupunkiseudulla käyttöön otettava tasokoordinaatisto. ETRS-GKn on ETRS89-koordinaattijärjestelmän kanssa käytettävä paikallinen tasokoordinaatisto, jossa GK tarkoittaa karttaprojektiossa käytettyä Gauss-Krügerin projektiota ja n on paikallisen järjestelmän käyttöalueen kaistalukema. Näin ollen pääkaupunkiseudulla otetaan käyttöön ETRS-GK25-tasokoordinaatisto. [5]

### 3.5 Pääkaupunkiseudun kuntien koordinaattijärjestelmät

Espoolla ja Vantaalla on käytössä oma paikallinen VVJ-tasokoordinaatisto. Helsingillä on käytössään oma paikallinen tasokoordinaatisto. Ne eivät ole keskenään yhteneviä, vaan vaativat muunnoksen jonkin toisen koordinaattijärjestelmän, yleensä KKJ:n kautta olakseen yhteensopivia.

### 3.6 Muunnosparametrit

Koordinaatistomuunnosprojektin tärkeimpiä osa-alueita on koordinaattimuunnoksen parametrien määrittäminen. Espoon muunnosparametrien määrittäminen on tapahtunut vuoden 2011 kesäkuussa projektin parissa työskentelevien Jani Havukaisen ja Kimmo Marjasen toimesta. Muunnosparametrien määrittelyssä päädyttiin affiiniseen muunnokseen. Kyseinen muunnos antoi pienimmät virheet vertailussa muiden muunnosvaihtoehtojen kanssa. Taulukosta 1 nähdään työssä käytetyt Espoon Mannermuunnoksen parametrit.

Taulukko 1. Manner-Espoon muunnosparametrit. (6, s. 44.)

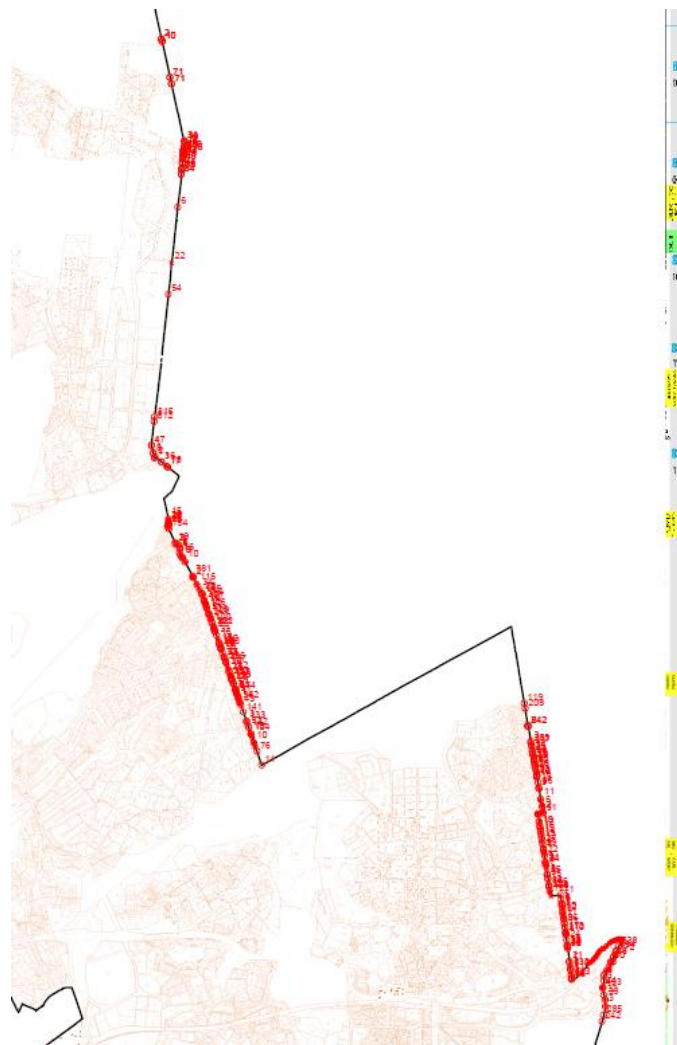
Muunnoksen nimi	Manner-Espoon GK24 -muunnos	
Muunnostyyppi	Affiininen	
Lähdekoordinaatisto	Espoo VVJ	
Kohdekoordinaatisto	ETRS-GK24	
Käyttöalue	Manner-Espoo	
Muunnosprioriteetti	1.	
Muunnostarkkuus	0	
Muunnossuunta	Espoo VVJ - ETRS-GK24	ETRS-GK24 - Espoo VVJ
Muunnosparametrit		
a=	6599858.007479810200000	-6599357.339470124800000
b=	24499824.978235636000000	-24500007.152371712000000
c=	0.999998786628487	1.000001213048851
d=	0.000020762261526	-0.000020762350721
e=	-0.000014784506306	0.000014784599242
f=	0.999996546603269	1.000003452999462

Espoossa päädyttiin kahteen erilliseen muunnokseen koko kunnan alueen muunnosta varten. Manner-Espoo ja Saaristo-Espoo muunnetaan omilla muunnosparametreilla. Saaristo-Espoon muunnosta ei tässä työssä tulla käyttämään, sillä mitattu aineisto sijaitsee ainoastaan Manner-Espoon muunnoksen kattamalla alueella. Muunnokset tapahtuvat molemmissa affiinisella muunnoksella Espoo VVJ -tasokoordinaatistosta ETRS-GK24-tasokoordinaatistoon. Tämän jälkeen ETRS-GK24-koordinaateille suoritetaan kaistanvaihto GK24-GK25, jolloin saadaan ETRS-GK25-koordinaatit. [6]

## 4 Maastomittaukset

### 4.1 Kohteiden valinta

Mittauksen kohteita valittaessa tuli miettiä, millä alueilla mittauksen tuloksista olisi eniten hyötyä. Harvaan asutuilla alueilla rajamerkkien määrä on vähäinen, ja rajapyykkien tarkkuus alueilla, missä kuntarajaa vasten on vain harvakseltaan kiinteistöjä, on matalat. Toisaalta asemakaava-alueella, missä kuntarajalla sijaitsevat rajapyykit kuuluvat rajan molemmiin puolin oleviin kiinteistöihin, voi koordinaattimuunnoksen aiheuttamat vääristymät tuoda ongelmia. Lisäksi mitattavien kohteiden tulisi olla niin hyvässä kunnossa, ettei sen sijainnista tulisi väärän tulkinnan johdosta epäselvyyttä.



Kuva 1. Espoon kuntarajan asemakaava-alueilta löytyneet rajapyykit.

Lopulta kohteiksi valittiin Espoon-Helsingin ja Espoon-Vantaan välillä olevan kuntarajan asemakaava-alueisiin kuuluvat osuudet. Valituille raja-alueille tuli pituutta n. 15 km, ja alueelta valittiin kaikki kivi-, putki- ja kalliopyykit etsittäväksi ja mitattavaksi. Näin kohteiksi valikoituivat kuvassa 1 esitetyt 312 rajapyykkiä.

#### 4.2 Mittaustavan valinta

Mittaustavan valintaa tehdessä tuli ottaa huomioon muutamia asioita. Ensimmäisenä asiana tulee vastaan se, missä koordinaatistossa mittaukset tullaan suorittamaan. Tarkastusmittausten tarkoituksena oli selvittää, miten rajapyykit maastossa sopivat yhteen muunnoksen kanssa, eli kuinka paljon maastossa tehdyt havainnot eroavat rajapyykki-en VVJ-koordinaateista ETRS-GK25-koordinaattimuunnoksen jälkeen. Näin ollen ei ollut tarkoituksenmukaista käyttää olemassa olevaa runkopisteverkkoa lähtöpisteinä, sillä näin mittaukset olisivat sidottuna samaan runkoon josta tarkistettavat rajamerkit ovat aikanaan mitattu. Lopputuloksena olisi tarkistus, jossa mitattaisiin ainoastaan rajamerkkien liikkumista rakentamisajankohdan ja nykyhetken välillä. Tästä johtuen päädyttiin mittaustapaan, joka perustuu runkoverkosta riippumattomiin GPS-havaintoihin.

Toinen huomioon otettava seikka mittaustapaa valittaessa oli se, että suurin osa rajapyykeistä tulee sijaitsemaan rakennetulla alueella, jossa rakennusten ja puuston yhteisvaikutuksesta tulee olemaan pakostakin runsaasti katvealueita GPS-mittausta ajatellen. Näistä syistä mittaustavaksi valittiin yhdistetty mittaus, joka suoritettaisiin Trimblen R8 GNSS -vastaanottimella sekä Trimblen S6-takymetrillä. Yhdistetyllä mittauksella ei tarvitse mennä GNSS-vastaanottimen kanssa suoraan mitattavalle kohteelle, vaan voidaan suunnitella takymetrille kojeasema jonka laskenta tehdään käyttämällä liitoshavaintoina GPS-apupisteitä. Näin mittaus saadaan sidottua haluttuun koordinaatistoon. Käytettäessä GPS-pisteitä liitoshavaintoina eikä suorina havaintoina rajapyykeiltä apupisteet voidaan maastossa rakentaa paikkoihin, missä vastaanottimen näkyvyys satelliitteihin on paras mahdollinen. Näin päästään mahdollisimman yhtenäiseen mittauskokonaisuuteen.

Jokainen GPS-apupiste mitattiin 10 sekunnin mittausjaksolla, jonka aikana laite mittasi 10 havaintoa. Mittauksen aikana prisma-auvaa tuettiin linjaseipäitä käyttäen. Näistä

havainnoista laite laski näin saaduille koordinaateille keskiarvot, jolloin laitteen heilumisen sekä muut mittavirheet saatiin minimoitua.

#### 4.3 Mittausvälineet

Kuten taulukosta 2 nähdään, on kaupunkimittauksella käytössä kaksitoista mittalaittekalustoa. Näistä yksitoista ovat robottimittaukseen soveltuvia Trimblen S6 ja S8, sekä Leican 1200 ja Viva. Kalusto sisältää kyseisen laitteen kanssa yhteensopivan GPS - vastaanottimen, sekä robottikäyttöön tarvittavat lisävarusteet. Lisäksi on Trimblen 5600 -mallin takymetri, mutta laitteelle ei ole hankittu lisäksi GPS- vastaanotinta. Molempien laitevalmistajien kalustot tarjoavat tarvittavat ominaisuudet, mutta käyttöön valikoitui Trimblen S6 -takymetri sekä R8 GNSS -mittalaite. Laitevalintaan vaikutti vapaana olevan kaluston tilanne sekä mittaajan omat mieltymykset.

Taulukko 2. Kaupunkimittausyksikön mittalaittekalusto.

Kaupunkimittausyksikön - maastomittaus laitteistopaketti			
Valmistaja	Takymetri	GPS -vastaanotin	Määrä
Trimble	S8	R8	1
-"-	S6	R8	4
-"-	5600	-	1
Leica	Viva	Viva	2
-"-	1200	1200	4

##### 4.3.1 Trimble S6

Trimble S6 (kuva 2) on elektroninen takymetri. Laite on tarpeeksi monipuolinen, jotta sitä voidaan käyttää vaivatta kaikissa kaupunkimittausyksikön suorittamissa maastotöissä.

Tarkastusmittauksia suorittaessa koneelta edellytettiin ominaisuuksia, jotka mahdollistivat yhdistetyn mittauksen, automaattisen prismaseurannan ja kohdistuksen, sekä prismattoman mittauksen. Yhdistetyssä mittauksessa takymetriä ja GPS-vastaanotinta ohjataan samanaikaisesti TCU (Trimble CU -maastotietokone) prismasauvaan kytkettynä. Takymetrin ja GPS-vastaanottimen samanaikainen käyttö mahdollistaa sen, ettei takymetrin sijainnin määrittämiseen tarvitse etukäteen rakentaa apupisteitä, vaan sa-

mallalla mittauksella saadaan aikaan niin apupiste sekä liitoshavainto. Näin saadaan mitaustyöstä yksi välivaihe ohitettua. Ilman robottimittausta maastotyöt olisivatkin hidastuneet huomattavasti.



Kuva 2. Trimble S6 -takymetri.

Automaattinen kohdistus ja prismaseuranta. Tämä helpottaa ja nopeuttaa maastossa työskentelyä vapauttamalla koneen takana olevan mittaushenkilön muihin tehtäviin. Prismaton mittaus joka tunnetaan Trimblen mittalaitteissa nimellä Direct Reflect (DR) oli mittaustyön aikana muutamassa kohteessa ainoa vaihtoehto, kun rajapyykki sijaitti vaikeapääsyisessä, mutta näkyvässä paikassa. Tämänlaisia paikkoja on esimerkiksi matalan puuportaikon alla, tai keskellä leveätä ojaa. [7]

#### 4.3.2 Trimble R8 GNSS

Trimble R8 GNSS on laitevalmistajan viimeisin GPS-vastaanotinjärjestelmä, joka tukee GPS- sekä GLONASS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM) -signaaleja. Laitteella on myös valmius tulevaisuudessa Galileo-järjestelmän käyttöön. R8 on täysin langaton, sillä se käyttää Bluetooth®-yhteyttä vastaanottimen ja TCU:n välillä. Laitteessa on myös sisäinen GSM-modeemi, jonka takia ulkoista tukiasemalähetintä ei tarvita. [8]



Kuva 3. Trimble R8 GNSS -mittalaite.

Kuvassa 3 nähdään työssä käytössä ollut GNSS-mittalaite. Vastaanotinantennin alapuolella on kiinni Trimblen 360-prisma robottikäyttöä varten.

#### 4.3.3 3D-Win-maastomittausohjelmisto

3D-Win on 3D-system Oy:n kehittämä maastomittausohjelmisto. Se on yleisesti käytössä useissa kunnissa sekä yrityksissä niin Suomessa kuin ulkomailla. Työssä ohjelmaa tarvittiin mitattavien kohteiden määrittelyssä ja etsimisessä, mittaustulosten käsittelyssä sekä tulosten vertailussa. [9]





avulla. Rajapyykin löydyttyä sen sijainti tarkastettiin ja samalla arvioitiin löydetyn rajapyykin kunto sekä kirjattiin muistiin rajamerkin tyyppi. Suurin osa löydetystä pyykeistä oli hyvin paikallaan, mutta kallistuneitakin löytyi useita. Useimmiten kallistunut rajamerkki oli yksikivinen pyykki, joka on esim. rakennustöiden tai roudan vaikutuksesta siirtynyt.



Kuva 5. Kaatunut yksikivinen pyykki. Pyykin arvioitu sijainti on prismasauvan kärjessä.

Useat rajapyykit jäivät myös kokonaan mittaamatta. Rajapyykkiä ei joko löytynyt ollenkaan tai joissakin tapauksissa rajapyykki saattoi olla täysin maanpinnalle noussut yksikivinen pyykki, jolloin pyykin tarkka sijainti ei ollut arvioitavissa. Esimerkkinä kallistuneesta rajamerkistä nähdään kuvassa 5 oleva yksikivinen pyykki. Kuvasta voidaan myös nähdä, minne rajamerkin osoittama paikka, kiven kallistuman johdosta, maastossa arvioitiin. Rajapyykkejä kuitenkin etsittiin, kunnes pystyttiin todennäköisin perustein toteamaan pyykki hävitetyksi. Tämänlainen tilanne tuli usein vastaan, kun rajapyykki sijaitti tiellä tai rakennustyömaalla.

Rajapyykkien sijaintia mitatessa takymetrin asemapiste suunniteltiin niin, että mahdollisimman moni rajapyykki saatiin mitattua yhdestä kojeasemasta. Tämän lisäksi oli oltava näkyvyyttä paikkoihin, joissa apupisteitä varten tehdyt GPS-havainnot olivat mahdollisia. Maaston ja rakennelmien aiheuttamista näkyvyyshaitoista johtuen mitattujen rajapyykkien määrä oli yleensä 1–5 kpl kojeasemaa kohden.

Kuvan 6 osoittamassa kojeasemassa mitattavat kohteet sijaitsivat tien molemmin puolin olevien metsien reunoilla. Vaikka rajapyykit olivat metsän reuna-alueilla, ne olivat kuitenkin liian katveessa hyvän alustuksen saavuttamiseksi.



Kuva 6. Robottimittausta maastossa.

Hyvin suunnitellun kojeaseman jälkeen itse mittaukset tapahtuivat nopeasti. Kojeen orientointi suoritettiin vapaalla asemapisteellä käyttäen aina vähintään kolmea liitoshavaintoa GPS-mittalaitteella ETRS-GK25-koordinaatistossa mitatuille apupisteille. Asemapisteen tasokoordinaattien keskivirheen tuli olla  $\leq 25$  mm, muuten orientointiin lisättiin havaintoja tai suoritettiin täysin uudelleen. Lähes kaikille asemapisteille tuli keskivir-

heeksi  $\leq 10$  mm. Kojeen orientoinnin jälkeen aikaisemmin etsittyjen rajapyykkien sijainti mitattiin.

Ilmapäivällä työpäivän aikana mitatut havainnot purettiin tietokoneelle ja käyttäen 3D-Win-ohjelman tarkemittaustoimintoa havaintoja verrattiin kyseisten rajapyykkien Espoo VVJ -koordinaateista muunnettuihin ETRS-GK25-koordinaatteihin. Näin saatiin tarkistettua päivän tulokset karkeiden virheiden osalta.

## 5.2 Virhelähteet

Mittaaminen ilman virheitä ei ole mahdollista. Tästä syystä täysin virheettömään toimintaan tähtäämisen sijasta on oleellisempaa tunnistaa mistä virheet syntyvät ja kuinka ne saataisiin minimoitua. Tässä osiossa esitellään työssä eteen tulleita virhelähteitä sekä sitä, kuinka niihin varauduttiin.

### 5.2.1 Mittaamisen virheet

Mittaamisen virheillä tarkoitetaan itse mittaajan toiminnasta johtuvia virheitä. Näistä huomattavin ja lopputuloksiin eniten vaikuttava on prisma-auvan heiluminen. Prisma-auvan heilunnan vaikutus mittaustulokseen saattaa tuoda useamman senttimetrin eron, varsinkin tuulisissa olosuhteissa tai vaikeassa maastossa. Tämä virhe ainoastaan korostuu, kun käytetään robottikojetta, jolloin prisma-auvassa on prisman lisäksi painava GPS-vastaanotin sauvan päässä sekä ohjaintietokone telakalla kytkettynä, jotka molemmat vaikeuttavat prisma-auvan tasausta. Tasausta helpottamaan voidaan kuitenkin prisma-auvaa tukea, esimerkiksi linjaseipäillä. Näin prisman ja GPS-vastaanottimen heiluminen saadaan minimiin.

### 5.2.2 GPS-mittaamisen virheet

GPS-mittauksessa virheitä aiheuttavat vastaanottimelle näkyvien satelliittien määrä, sekä niiden huono näkyvyys ja geometria. Näitä ongelmia voidaan välttää ajoittamalla mittaukset niihin aikoihin, jolloin näkyviä satelliitteja on paljon. Tämän lisäksi satelliittien näkyvyyteen voidaan vaikuttaa mahdollisimman katveettoman mittauspaikan valinnalla.

### 5.2.3 Paikallisen runkopisteverkon vääristymät

Alueellisesti rajapyykkien sijaintiin vaikuttaa osaltaan myös paikallisen runkoverkon eroavaisuudet suhteessa koko kunnan runkoverkkoon nähden. Tämä johtaa paikallisiin eroavaisuuksiin kun tehdään mittauksia runkoverkosta riippumattomassa järjestelmässä. Runkoverkon poikkeavuuksista aiheutuvaan virheeseen ei pysty vaikuttamaan, mutta tätä tietoa voidaan käyttää hyväksi tulosten tarkastelussa kun mietitään mistä koordinaattien eroavuudet johtuvat.

### 5.2.4 Rajamerkin rakennuksessa syntyneet virheet

Espoon kaupunkimittauksen lohkomistyön ohjesäännössä [11] todetaan, että rakennetun rajapisteen pistevirhe käytettyjen lähtöpisteiden suhteen tulee olla  $\leq 40$  mm. Tämä sisältää mittauksesta aiheutuvan virheen, jonka suuruudeksi määritellään  $\leq 10$  mm.

Kuten runkoverkon vääristymienkin osalta, ei rajamerkkien rakennuksessa syntyneisiin virheisiin pysty enää jälkikäteen vaikuttamaan. Sijainnin virheessä täytyy tapauskohtaisesti pohtia, johtuuko se alkuperäisessä rakennusvaiheessa syntyneestä virheestä vai onko rajamerkki liikkunut rakentamisen jälkeen.

## 6 Tulokset

### 6.1 Yleiskatsaus

Maastossa suoritettujen mittausten jälkeen aloitettiin havaintojen tarkempi tutkiminen. Työn alussa määritellyistä 312 rajapyykistä löydettiin 129 kappaletta (kuva 7). Näistä 115 oli hyvin paikallaan ja 14 kallistuneita rajapyykkejä. Loput rajamerkeistä todettiin hävitetyiksi, tai ne olivat irtonaisia, jolloin niiden todellista sijaintia ei pystytty arvioimaan. Lista kaikista maastossa mitatuista rajapyykeistä löytyy liitteenä. [Liite 1.]



Kuva 7. Kuntarajalta mitatut rajapyykit.

Näin suuren pistemäärän käsittely yksittäisinä pyykkeinä ei ole mielekästä, joten aineistoa tutkitaan keskiarvojen avulla. Tämän lisäksi tuloksista nähdään, onko rajalla alueellisia poikkeamia keskiarvoon nähden.

Vertailuissa on käytetty ainoastaan maastossa hyvin paikallaan olevista rajapyykeistä saatuja havaintoja. Hyvin paikallaan oleva rajapyykki on ns. varma, eli se ei ole merkittävästi kallistunut ja sen voidaan olettaa olevan alkuperäisellä paikallaan. Hyvin paikallaan oleviin rajapyykkeihin lukeutuvat kaikki ne rajamerkit, jotka on maastossa katsottu olevan hyvässä kunnossa, eikä sen osoittamasta sijainnista ole epävarmuutta. Kuvan 8 putkipyykki on malliesimerkki hyvin paikallaan olevasta rajamerkistä.



Kuva 8. Hyvin paikallaan oleva putkipyykki.

## 6.2 Vertailua Espoon muunnosaineiston kanssa

### 6.2.1 Espoon muunnoksen vertailua mitattuun aineistoon

Rajapyykkien muunnettujen ja mitattujen koordinaattien tarkemittauksesta (kuva 9) nähdään, että mitatut koordinaatit sijoittuvat lähes systemaattisesti muunnettujen koordinaattien länsipuolelle. Kahta alueellista poikkeamaa lukuun ottamatta erot näyttäisivät olevan yksittäisten pyykkien muodostamia poikkeamia. Pääosin muunnettujen ja mitattujen arvojen välillä olevat erot ovat suuntautuneet kohti luodetta. Tätä myös kuvastaa koordinaateista laskettujen erojen keskiarvo, 0.032 m kohti pohjoista, sekä 0.028 m itään. Kun keskiarvoja verrataan tuloksista laskettuihin x- ja y-koordinaattien keskiarvoihin ( $x=0.060$  m ja  $y=0.058$  m), voidaan erojen todeta olevan suurempia





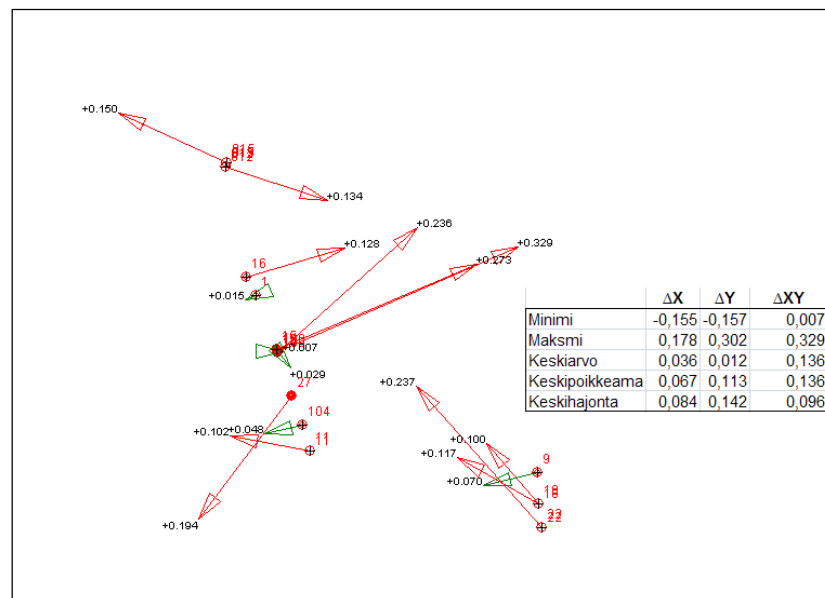


Kummallakin alueella on syytä epäillä paikallista vääristymää kiintopisteverkossa, josta rajapyykit ovat aikanaan mitattu. Tämän selvittäminen kuitenkin vaatisi lisäselvityksiä asiasta. Jupperin tapauksessa kyse voi olla joko Espoon tai Vantaan puoleisten kiintopisteiden virheestä, sillä alueella on kiinteistöjä rajan molemmiin puolin. Palomäessä taas voidaan olettaa virheen tulevan Espoon puolelta, sillä rajan Vantaan puoleinen alue on rakentamatonta metsä-aluetta.

### 6.2.3 Kallistuneet rajapyykit

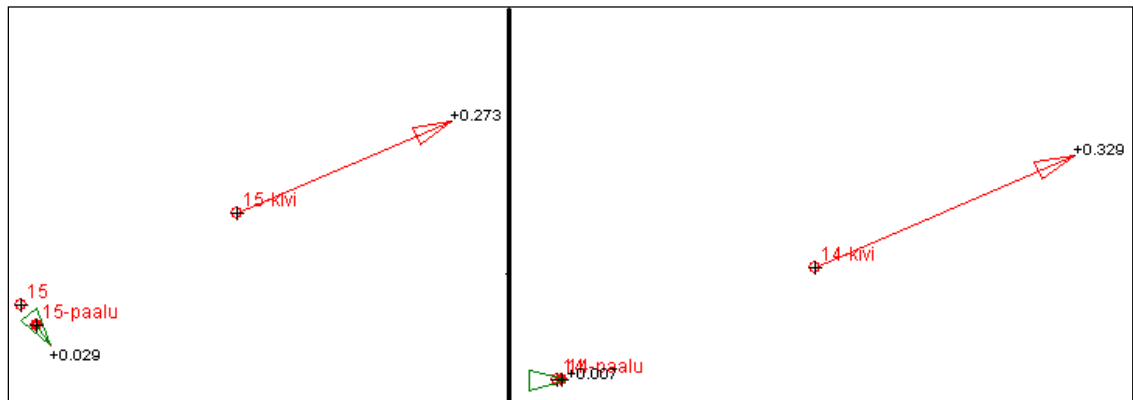
Kallistunut pyykki on rajamerkki, joka on selvästi kallistunut alkuperäiseltä paikaltaan. Kallistunut rajapyykki on kuitenkin tukevasti paikallaan, joten sen alkuperäinen sijainti on arvioitavissa.

Kallistuneiden pyykkien painoarvo työn lopputulokseen on alhainen. Vaikka niiden joukosta löytyykin muutama kappale rajamerkkejä, joiden mitatut koordinaatit sopivat hyvin yhteen muunnettujen kanssa, ei niiden paikkansa pitävyydestä voida olla varmoja. On vain saattanut tapahtua arviointivirhe maastossa, jonka seurauksena tulos rajapyykin osalta vain näyttää paremmalta kuin se todellisuudessa olisi. Tämän epävarmuuden takia kallistuneet pyykki on eroteltu muusta mittausaineistosta.



Kuva 12. Kallistuneiden rajapyykkien tarkemittaus. Kuvan laskentataulukko on kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Tarkemittauksen (kuva 12) keskiarvoja tutkittaessa havaintaan, että virheiden keskiarvo on yllättävän alhainen, x-koordinaatin virheen keskiarvon ollessa 0.036 m ja y-koordinaatin 0.012 m. Keskiarvoikeaman suuruus, varsinkin y-koordinaatin kohdalla, kuitenkin paljastaa virheiden todellisen määrän. Keskiarvon kohdalla onkin käynyt niin, että vastakkaiset virheet ovat tasoittaneet toisiaan. Samoin keskihajonta osoittaa aineiston epätasaisuuden. Huomionarvoista kuitenkin on, että rajapyykkien 14 ja 15 kohdalta maastosta löytyi hyvin istuvan yksikivisen pyykin lisäksi paalu. Kummassakin tapauksessa paalu sijaitsi n. 30 cm länteen kivipyykistä.



Kuva 13. Pyykit nro 14 ja 15.

Lähempi tarkastelu (kuva 13) osoittaa, että paalut sopivat erittäin hyvin yhteen Espoon muunnettujen koordinaattien kanssa. Näin ollen paalut voidaan mahdollisesti luokitella paikallaan oleviin pyykkeihin. Tämä kuitenkin vaatii lisäselvityksen rajamerkkien alkupe-  
rystä.

### 6.3 Vertailua Helsingiltä saadun aineiston kanssa

Helsingin lähettämä aineisto [liite 3] sisältää Espoon ja Helsingin yhteisen kuntarajan rajapyykkien koordinaatit, jotka on saatu Helsingin EUREF-muunnoksella. Helsingin lähettämistä 233 rajapyykistä 222 kappaletta löytyy Espoon aineistosta. Espoon aineistossa on 245 rajapyykkiä Espoon ja Helsingin yhteisellä rajalla.

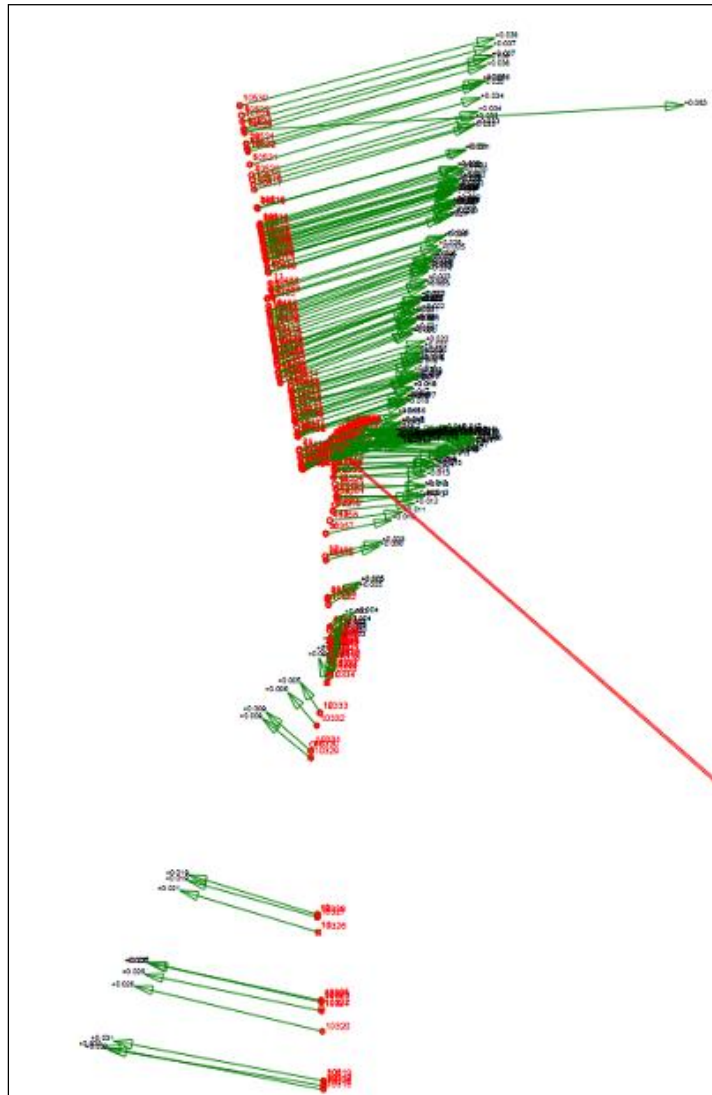
### 6.3.1 Espoon ja Helsingin rajapyykkien muunnetut ETRS-koordinaatit

Seuraavaksi on verrattu Espoon muunnoskoordinaatteja Helsingin muunnoskoordinaatteihin. Kun tarkastellaan muunnettujen koordinaattiaineistojen eroja Espoon ja Helsingin yhteisellä rajalla, nähdään huomattava ero manner- ja merialueiden välillä. Tämä epätasaisuus on kuitenkin tullut ilmi jo muunnosparametreja laadittaessa. Tästä syystä manner- ja merialueille muunnos suoritetaan omilla muunnosparametreilla.

Taulukko 3. Taulukosta nähdään Espoon ja Helsingin muunnoskoordinaattien vertailun tulokset (liite 2).

	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0.002	-0.032	0.002
Maksimi	0.010	0.037	0.038
Keskiarvo	0.005	0.016	0.019
Keskipoikkeama	0.005	0.018	0.019
Keskihajonta	0.003	0.013	0.008

Mannermuunnoksen alueelta tehdyn tarkemittauksen tuloksista (taulukko 3) nähdään, että Helsingin muunnetut koordinaatit ovat keskimäärin 0.016 m Espoon vastaavien arvojen itäpuolella. Tästä tarkemittauksesta on suuret (>0.050 m) eroavaisuudet jätetty pois, sillä niiden voidaan olettaa johtuvan jostain muusta syystä kuin muunnoksen aiheuttamista virheistä.



Kuva 14. Kuvan tarkemittauksesta nähdään Helsingin muunnoskoordinaateista manneralueella. Teoreettisena aineistona tarkemittauksessa on Espoon muunnoskoordinaatit.

Manneralueen lähemmässä tarkastelussa (kuva 14) nähdään, että Espoon ja Helsingin rajan muunnoskoordinaatit menevät ristiin. Erot ovat pienimmillään aivan Turunväylän eteläpuolella, jossa muunnokset leikkaavat, ja virhe x-koordinaatin osalta on kahden millimetrin luokkaa. Tästä leikkauspisteestä pohjoiseen tai etelään jatkettaessa virheet kasvavat tasaisesti. Pohjoiseen päin virhe kasvaa y-koordinaatin osalta itään, ja etelään päin virhe kasvaa länteen. Pohjoiseen päin x-koordinaatin virhe kasvaa, katsotaan siten leikkauspisteestä etelä- tai pohjoispuolella. Suurimmillaan virheet ovat etelässä 0.032 m ( $x = +0.006$  m ja  $y = -0.032$  m), ja pohjoisessa 0.038 m ( $x = +0.010$  m ja  $y = +0.037$  m). Joukosta löytyy myös kolme poikkeavuutta. Kaksi poikkeamista ovat suuria (364 mm ja 628 mm), ja yksi pienempi (63 mm). Näiden selvittäminen vaatii tutkimista, mutta tämän työn yhteydessä ei niihin puututa.



kauempana mitatuista havainnoista. Tämä käy hyvin yhteen sen kanssa, mitä on aiemmin huomattu muunnosten keskinäisestä vertailusta. Alueella, jossa mitatut rajapyykit sijaitsevat, muunnosten erot ovat systemaattisesti Helsingin puolella 12-31 mm.

Taulukko 4. Taulukosta nähdään Espoon muunnoskoordinaattien ja mitatun aineiston kesken tehdyn taulukkolaskennan tulokset. Tuloksissa näkyy ainoastaan Helsingin alueella olevat Espoon rajapyykit. (Liite 3.)

Espoo	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,090	-0,180	0,008
Maksimi	0,216	0,069	0,260
Keskiarvo	0,047	-0,045	0,090
Keskipoikkeama	0,059	0,059	0,090
Keskihajonta	0,059	0,060	0,055

Taulukko 5. Taulukosta nähdään Helsingin muunnoskoordinaattien ja mitatun aineiston kesken tehdyn taulukkolaskennan tulokset (liite 4).

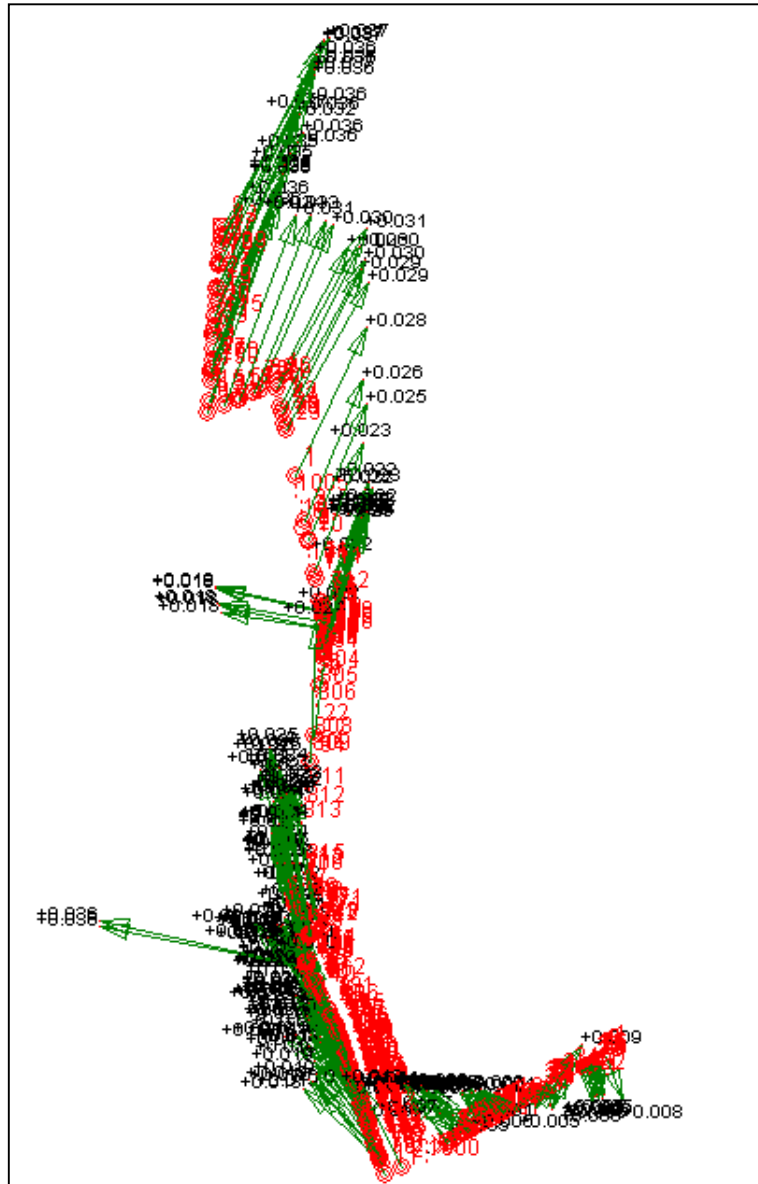
Helsinki	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,099	-0,208	0,022
Maksimi	0,208	0,040	0,265
Keskiarvo	0,041	-0,066	0,098
Keskipoikkeama	0,056	0,070	0,098
Keskihajonta	0,059	0,059	0,059

#### 6.4 Vertailua Vantaalta saadun aineiston kanssa

Vantaan aineistossa on 253 rajapyykkiä, jotka on Espoon ja Vantaan yhteiseen kunta-rajaa kuuluvia. Espoolta vastaavalla alueella on 260 rajapyykkiä. Näistä 227 on metrin tarkkuudella yhteneviä. Vantaan muunnosparametrit, joilla aineisto on muunnettu, eivät ole vielä täydellä varmuudella lopulliset. Parametrien mahdollinen tarkennus saattaa vaikuttaa lopullisiin koordinaatteihin, mutta muutoksien suuruus tulee olemaan vain muutamia millimetrejä [10]. Näin ollen Vantaalta saatua aineistoa voidaan tässä vertailussa hyvin käyttää.

#### 6.4.1 Espoon ja Vantaan muunnettujen aineistojen vertailu

Vertaillessa Espoon ja Vantaan yhteisten rajapyykkien muunnettuja koordinaatteja nähdään, että Vantaan muunnos sijoittuu pääosin Espoon muunnoksen pohjoispuolelle (kuva 16).



Kuva 16. Kuvan tarkemittauksesta nähdään vertailua Vantaan ja Espoon muunnoskoordinaattien kesken. Tarkemittauksessa teoreettisena aineistona on Espoon muunnoskoordinaatit.

Ainoa poikkeama tähän löytyy Espoon-Vantaan yhteisen rajan eteläisen alkupisteen läheisyydestä, jossa Vantaan koordinaatit jäävät suurimmillaan 0.007 m Espoon koordinaattien eteläpuolelle. Muutoin muunnosten x-koordinaattien erot kasvavat syste-



maattisesti kohti pohjoista. y-koordinaatin vaihtelut ovat x-koordinaatin kanssa saman suuruisia, mutta ne jakautuvat rajan molemmin puolin. y-koordinaatin erojen suhteen nähdään leikkauspiste Juvanmalmin kohdalla. Leikkauspisteen eteläpuolella Vantaan muunnos on kääntynyt Espoon länsipuolelle, ja pohjoisessa itäpuolelle. Parhaiten muunnokset käyvät yhteen alueella, jossa Vantaan koordinaatit painuvat Espoon eteläpuolelle. Tällä alueella muunnosten erot ovat molempien koordinaattien osalta alle 0.010 m. Suurimmat erot ovat rajan pohjois-osassa, jossa muunnosten ero on suurimmillaan 37 mm ( $x=+0,033$  m,  $y=+0,018$  m).

Tarkemittauksen laskennan tuloksista (taulukko 6) nähdään, että Vantaan muunnosaineisto sijaitsee keskimäärin 0.018 m Espoon aineiston pohjoispuolella, ja 0.003 m länsipuolella.

Taulukko 6. Taulukosta nähdään Espoon ja Vantaan muunnoskoordinaattien kesken tehdyn taulukkolaskennan tulokset. Taulukkolaskenta on kokonaisuudessaan liitteenä (liite 5).

	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,007	-0,035	0,001
Maksimi	0,034	0,018	0,037
Keskiarvo	0,018	-0,003	0,021
Keskipoikkeama	0,018	0,008	0,021
Keskihajonta	0,009	0,009	0,008

Tarkemittaus paljasti myös kaksi poikkeamaa, jossa Vantaan koordinaatit näyttävät kääntyvän muutamien rajapyykkien kohdalla länteen. Ensimmäinen poikkeama (kuva 17) sijaitsee Juvanmalmilla. Tässä tapauksessa etäisyyden erot eivät ole suuria (18 mm), mutta virheen suunta muuttuu huomattavasti muuten systemaattisesti muuttuviin eroihin.





virheistä pitkin rajaa. Keskimäärin rajapyykkien mitatut koordinaatit näyttäisivät kuitenkin olevan hieman enemmän Espoon suuntaan kohdistuneita.

Vantaan rajapyykkiaineiston ja mitattujen havaintojen kesken tehdystä taulukkolaskennasta (taulukko 7) nähdään, kuinka y- ja x-koordinaattien erojen keskiarvot ovat hyvin lähellä nollaa. Tämä yksinään kertoisi siitä, että maastohavainnot käyvät erittäin hyvin yhteen Vantaan muunnoksen kanssa. Kun keskiarvon lisäksi otetaan huomioon myös keskipoikkeama, voidaan matalan keskiarvon päätellä johtuvan virheiden suuntavektorien suuremmista vastakkaisista poikkeamista. Näin virheet ovat tasanneet toisiaan, ja keskiarvo on laskenut näinkin lähelle nollaa. Keskipoikkeaman määrä,  $x=0,053$  m ja  $y=0,051$  m, osoittaa kuitenkin, etteivät maastohavainnot poikkea Vantaan muunnoksesta sen enempää kuin Espoon tai Helsingin kohdalla.

Taulukko 7. Alla olevaan taulukkoon on tiivistetty mitatun ja Vantaan muunnosaineiston välisen vertailun tulokset. Laskentataulukko kokonaisuudessaan on liitteenä (liite 6).

Vantaa	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,224	-0,116	0,013
Maksimi	0,202	0,257	0,265
Keskiarvo	0,001	-0,002	0,081
Keskipoikkeama	0,053	0,051	0,081
Keskihajonta	0,069	0,067	0,049

Taulukko 8. Alla olevaan taulukkoon on tiivistetty mitatun ja Espoon muunnosaineiston välisen vertailun tulokset. Taulukkolaskenta kokonaisuudessaan on liitteenä (liite 7).

Espoo	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,203	-0,125	0,006
Maksimi	0,221	0,250	0,253
Keskiarvo	0,020	-0,008	0,085
Keskipoikkeama	0,057	0,052	0,085
Keskihajonta	0,068	0,066	0,047

Kun vertaillaan, kuinka Espoon ja Vantaan muunnokset käyvät yhteen Espoon-Vantaan rajalla mitattujen rajapyykkien kanssa, nähdään samat eroavaisuudet kuin pelkkien muunnoskoordinaattien vertailussa. Espoon koordinaateilla keskivirheet kyseisellä alueella mitattuun aineistoon ovat  $x=0,020$  m ja  $y=-0,008$  m. Tämä vastaa hyvin Espoon ja Vantaan muunnetun aineiston vertailussa esiin tulleita eroavaisuuksia. (Taulukko 8)

## 7 Yhteenveto

Työtä varten suoritetuissa maastotoissa mitattiin yhteensä 115 hyvin paikallaan olevaa rajapyykkiä ETRS-GK25-koordinaatistossa. Tulosten tarkastelussa vertailtiin mittausaineistoa pääkaupunkiseudun kuntien muunnoskoordinaatteihin. Lisäksi kuntien muunnoskoordinaatteja vertailtiin keskenään. Näin saatiin selvitettyä eri kuntien muunnosten yhteensopivuus keskenään, sekä kuntarajan todellisen sijainnin kanssa.

Koordinaattimuunnosten vertailussa suoritetusta tarkemittauksesta löydettiin ainoastaan muutamien senttimetrien luokassa olevia eroavaisuuksia. Suurimmat löydetyt erot olivat 38 mm Espoon-Helsingin, sekä 35 mm Espoon-Vantaan rajalla. Helsingin koordinaatit sijaitsevat Espoon koordinaatteihin nähden 5 mm pohjoiseen ja 16 mm itään. Vantaan koordinaatit taas sijaitsevat keskimäärin 18 mm pohjoiseen ja 3 mm länteen. Kuntien koordinaattimuunnokset sopivat siis keskenään hyvin yhteen.

Muunnoskoordinaattien ja maastotoista saadun mittausaineiston välillä suoritettut vertailut osoittivat, että muunnokset sopivat hyvin yhteen myös kuntarajan maaston todellisen sijainnin kanssa. Mittausaineisto jaettiin kolmeen osaan: Espoon-Helsingin raja, Espoon-Vantaan raja sekä mittausaineisto kokonaisuudessaan. Koko mittausaineiston alueella (115 rajapyykkiä) Espoon muunnoskoordinaatit sijaitsevat keskimäärin 32 mm etelään ja 28 mm itään mitattuihin koordinaatteihin nähden. Espoon-Helsingin rajalla (44 rajapyykkiä) Espoon koordinaattien erot ovat keskimäärin 21 mm pienemmät kuin Helsingin vastaavilla koordinaateilla. Espoon-Vantaan rajalla (59 rajapyykkiä) Vantaan koordinaattien erot ovat keskimäärin 19 mm pienemmät kuin Espoon vastaavilla koordinaateilla.

Mittausten tulokset ovat mittaustavasta johtuen keskenään vertailukelpoiset. Siten myös muunnosten ja mittausaineiston väliset vertailut ovat käyttökelpoisia muunnoksen tarkastusta ajatellen.

## Lähteet

- 1 VVJ. 2011. Verkkodokumentti. Maanmittauslaitos.  
<<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/tasokoordinaatistot/vvj>>.  
Luettu 25.11.2011.
- 2 ITRF. 2011. Verkkodokumentti. Maanmittauslaitos.  
<<http://itrf.ensg.ign.fr/>> Luettu 30.11.2011.
- 3 ITRS-koordinaattijärjestelmä. 2011. Verkkodokumentti. Maanmittauslaitos.  
<<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/3d-koordinaatistot/itrs-koordinaattijarjestelma>>. Luettu 25.11.2011.
- 4 Science background - General concepts. 2011. Verkkodokumentti. IGN.  
<<http://itrf.ensg.ign.fr/general.php>> Luettu 30.11.2011.
- 5 ETRS-GKn. 2011. Verkkodokumentti. Maanmittauslaitos.  
<<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/tasokoordinaatistot/etrs-gkn>>. Luettu 25.11.2011.
- 6 Marjanen, Kimmo. Havukainen, Jani. 2011. Espoon EUREF-tasomuunnosprojektiraportti. Espoon kaupunkimittaussyksikkö.
- 7 Trimble S6 Total Station. 2011. Verkkodokumentti. Trimble Navigation Limited.  
<[http://www.geotrim.fi/EP/Tiedostot/Trimble\\_S6\\_FIN.pdf](http://www.geotrim.fi/EP/Tiedostot/Trimble_S6_FIN.pdf)>. Luettu 28.11.2011.
- 8 GNSS-järjestelmät. 2011. Verkkodokumentti. Trimble Navigation Limited.  
<[http://www.geotrim.fi/EP/Tiedostot/GNSS\\_FIN\\_broch\\_lr.pdf](http://www.geotrim.fi/EP/Tiedostot/GNSS_FIN_broch_lr.pdf)>. Luettu 28.11.2011.
- 9 3D-Win. 2011. Verkkodokumentti. 3D-system Oy.  
<<http://www.3d-system.fi/index.php/3d-win>>. Luettu 29.11.2011.
- 10 Junttila, Kimmo. 2011. Kaupunkimittausinsinööri, Vantaan kaupunkimittausyksikkö. Palaverikeskustelu 30.11.2011.
- 11 Lohkominen ja rajankäynti. 2009. Espoo kaupunkimittausyksikön maastotyöohje.

## Liite 1. Vertailutaulukko. Espoon muunnos ja mitattu aineisto.

Istuvat										
Piste nro	Tyyppi	Espoo X VVJ	Espoo Y VVJ	Espoo X ETRS	Espoo Y ETRS	Mitattu X ETRS	Mitattu Y ETRS	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
3	5202	78888,049	47184,120	6678454,683	25491577,432	6678454,740	25491577,380	0,057	-0,052	0,077
96	5201	79167,317	46838,557	6678739,139	25491236,144	6678739,254	25491236,069	0,115	-0,075	0,137
20	5201	79169,313	46838,203	6678741,140	25491235,821	6678741,144	25491235,731	0,004	-0,090	0,090
513	5201	79187,889	46835,563	6678759,753	25491233,462	6678759,793	25491233,495	0,040	0,033	0,052
4	5202	79259,468	47196,675	6678825,859	25491595,605	6678825,878	25491595,570	0,019	-0,035	0,040
532	5201	79291,143	46822,897	6678863,184	25491222,361	6678863,276	25491222,344	0,092	-0,017	0,094
2	5202	79342,750	47238,732	6678908,493	25491638,917	6678908,456	25491638,935	-0,037	0,018	0,041
40	5201	79350,360	47242,381	6678916,047	25491642,680	6678916,089	25491642,529	0,042	-0,151	0,157
638	5201	79508,683	47319,658	6679073,179	25491722,342	6679073,254	25491722,274	0,075	-0,068	0,101
22	5201	79515,523	46792,770	6679087,988	25491195,634	6679088,020	25491195,642	0,032	0,008	0,033
17	5201	79701,850	46767,061	6679274,678	25491172,748	6679274,722	25491172,756	0,044	0,008	0,045
8	5201	79743,742	46761,337	6679316,650	25491167,659	6679316,750	25491167,545	0,100	-0,114	0,152
11	5202	79794,915	46754,435	6679367,921	25491161,532	6679367,999	25491161,442	0,078	-0,090	0,119
10	5202	79855,974	46746,579	6679429,090	25491154,601	6679429,158	25491154,522	0,068	-0,079	0,104
7	5201	79913,455	46738,465	6679486,685	25491147,359	6679486,764	25491147,340	0,079	-0,019	0,081
3	5201	79938,521	46735,028	6679511,800	25491144,301	6679511,893	25491144,244	0,093	-0,057	0,109
1	5201	79942,107	46734,536	6679515,393	25491143,864	6679515,373	25491143,772	-0,020	-0,092	0,094
6	5201	79949,923	46733,318	6679523,226	25491142,764	6679523,256	25491142,723	0,030	-0,041	0,051
5	5201	79988,921	46727,960	6679562,300	25491137,997	6679562,319	25491137,898	0,019	-0,099	0,101
72	5203	80025,511	46618,831	6679600,536	25491029,438	6679600,551	25491029,406	0,015	-0,032	0,035
153	5203	80064,173	46613,024	6679639,280	25491024,216	6679639,325	25491024,227	0,045	0,011	0,046
86	5201	80138,456	46601,867	6679713,721	25491014,185	6679713,637	25491014,215	-0,084	0,030	0,089
3	5201	80209,336	46591,222	6679784,752	25491004,615	6679784,819	25491004,538	0,067	-0,077	0,102
25	5201	80244,996	46585,865	6679820,488	25490999,798	6679820,500	25490999,789	0,012	-0,009	0,015
8	5201	80253,295	46584,619	6679828,805	25490998,678	6679828,914	25490998,599	0,109	-0,079	0,135
7	5203	80313,108	46575,635	6679888,745	25490990,600	6679888,961	25490990,456	0,216	-0,144	0,260
1	5202	80374,964	46566,344	6679950,733	25490982,247	6679950,823	25490982,160	0,090	-0,087	0,125
9	5201	80376,561	46566,373	6679952,329	25490982,300	6679952,421	25490982,194	0,092	-0,106	0,140
1	5202	80471,793	46551,676	6680047,770	25490969,046	6680047,874	25490968,971	0,104	-0,075	0,128
9	5202	80501,453	46547,031	6680077,496	25490964,851	6680077,575	25490964,767	0,079	-0,084	0,115
27	5201	80562,275	46537,535	6680138,453	25490956,277	6680138,483	25490956,291	0,030	0,014	0,033
14	5201	80649,625	46523,896	6680225,998	25490943,962	6680226,017	25490943,906	0,019	-0,056	0,059
16	5201	80698,981	46516,190	6680275,463	25490937,004	6680275,605	25490936,883	0,142	-0,121	0,187
17	5201	80723,626	46512,342	6680300,163	25490933,530	6680300,301	25490933,456	0,138	-0,074	0,157
1	5202	80797,808	46500,812	6680374,509	25490923,124	6680374,569	25490923,050	0,060	-0,074	0,095
11	5202	80865,440	46490,329	6680442,290	25490913,666	6680442,374	25490913,606	0,084	-0,060	0,103
151	5201	80877,376	46488,479	6680454,252	25490911,997	6680454,341	25490911,958	0,089	-0,039	0,097
2	5202	80886,436	46542,588	6680462,492	25490966,235	6680462,492	25490966,092	0,000	-0,143	0,143
6	5202	80945,468	46532,391	6680521,670	25490956,933	6680521,726	25490956,855	0,056	-0,078	0,096
11	5202	81028,253	46518,268	6680604,657	25490944,065	6680604,639	25490943,981	-0,018	-0,084	0,086
96	5202	81132,634	46500,482	6680709,293	25490927,862	6680709,359	25490927,896	0,066	0,034	0,074
18	5201	81198,951	46489,024	6680775,774	25490917,409	6680775,812	25490917,455	0,038	0,046	0,060

26	5201	81332,914	46466,548	6680910,058	25490896,964	6680910,088	25490896,966	0,030	0,002	0,030
18	5201	81343,593	46464,922	6680920,760	25490895,500	6680920,843	25490895,527	0,083	0,027	0,087
47	5201	81426,608	46450,027	6681003,989	25490881,864	6681003,957	25490881,734	-0,032	-0,130	0,134
12	5201	81441,167	46447,251	6681018,587	25490879,308	6681018,587	25490879,316	0,000	0,008	0,008
46	5201	81464,850	46442,923	6681042,333	25490875,339	6681042,327	25490875,290	-0,006	-0,049	0,049
76	5201	81520,712	43596,243	6681141,258	25488029,907	6681141,319	25488029,832	0,061	-0,075	0,097
33	5201	81572,713	46423,390	6681150,476	25490857,442	6681150,512	25490857,455	0,036	0,013	0,038
117	5201	81586,545	46421,028	6681164,341	25490855,290	6681164,251	25490855,359	-0,090	0,069	0,113
203	5201	81604,937	46418,671	6681182,767	25490853,211	6681182,825	25490853,171	0,058	-0,040	0,070
3	5201	81622,438	46415,624	6681200,311	25490850,430	6681200,469	25490850,250	0,158	-0,180	0,240
19	5202	81701,233	43533,093	6681322,710	25487969,498	6681322,683	25487969,405	-0,027	-0,093	0,097
242	5201	81787,887	46386,685	6681366,175	25490823,999	6681366,174	25490823,961	-0,001	-0,038	0,038
3	5202	81826,154	43489,238	6681448,277	25487927,540	6681448,183	25487927,553	-0,094	0,013	0,095
133	5201	81832,414	43486,923	6681454,571	25487925,320	6681454,495	25487925,339	-0,076	0,019	0,078
142	5202	82018,971	43422,736	6681642,074	25487863,966	6681641,962	25487863,886	-0,112	-0,080	0,138
36	5202	82032,214	43418,193	6681655,384	25487859,624	6681655,328	25487859,609	-0,056	-0,015	0,058
31	5202	82094,297	43396,710	6681717,783	25487839,084	6681717,672	25487839,114	-0,111	0,030	0,115
144	5202	82113,739	43389,900	6681737,326	25487832,569	6681737,249	25487832,535	-0,077	-0,034	0,084
8	5202	82137,033	43381,509	6681760,743	25487824,532	6681760,736	25487824,580	-0,007	0,048	0,049
2	5201	82151,402	43376,541	6681775,186	25487819,782	6681775,241	25487819,657	0,055	-0,125	0,137
51	5202	82160,643	43373,325	6681784,474	25487816,706	6681784,359	25487816,525	-0,115	-0,181	0,214
47	5201	82218,620	43353,144	6681842,749	25487797,406	6681842,846	25487797,386	0,097	-0,020	0,099
18	5202	82221,454	43352,158	6681845,597	25487796,463	6681845,521	25487796,543	-0,076	0,080	0,110
150	5201	82256,610	43339,930	6681880,933	25487784,769	6681881,000	25487784,705	0,067	-0,064	0,093
13	5201	82279,162	43332,025	6681903,602	25487777,206	6681903,624	25487777,185	0,022	-0,021	0,030
177	5201	82279,690	43331,882	6681904,132	25487777,071	6681904,209	25487777,007	0,077	-0,064	0,100
133	5201	82302,009	43324,057	6681926,566	25487769,585	6681926,672	25487769,475	0,106	-0,110	0,153
132	5201	82349,841	43307,367	6681974,644	25487753,622	6681974,693	25487753,568	0,049	-0,054	0,073
20	5203	82367,908	43301,172	6681992,802	25487747,701	6681992,875	25487747,630	0,073	-0,071	0,102
12	5203	82373,683	43299,120	6681998,608	25487745,737	6681998,678	25487745,732	0,070	-0,005	0,070
197	5203	82395,946	43291,429	6682020,984	25487738,384	6682020,968	25487738,365	-0,016	-0,019	0,025
37	5204	82417,181	43284,205	6682042,325	25487731,482	6682042,381	25487731,464	0,056	-0,018	0,059
23	5201	82438,846	43276,537	6682064,104	25487724,143	6682064,181	25487724,086	0,077	-0,057	0,096
196	5201	82442,391	43275,303	6682067,667	25487722,963	6682067,721	25487722,913	0,054	-0,050	0,074
16	5202	82460,328	43269,025	6682085,696	25487716,957	6682085,739	25487716,923	0,043	-0,034	0,055
50	5201	82537,942	43241,716	6682163,713	25487690,827	6682163,934	25487690,808	0,221	-0,019	0,222
10	5201	82569,354	43230,717	6682195,287	25487680,305	6682195,364	25487680,241	0,077	-0,064	0,100
16	5203	82679,707	43192,622	6682306,201	25487643,886	6682306,289	25487643,862	0,088	-0,024	0,091
33	5201	82717,395	43179,519	6682344,083	25487631,355	6682344,140	25487631,359	0,057	0,004	0,057
1	5202	82787,378	43154,755	6682414,431	25487607,654	6682414,430	25487607,660	-0,001	0,006	0,006
222	5202	82791,485	43153,298	6682418,559	25487606,259	6682418,540	25487606,229	-0,019	-0,030	0,036
128	5201	82933,459	43104,480	6682561,253	25487559,597	6682561,340	25487559,609	0,087	0,012	0,088
10	5202	83013,761	43076,137	6682641,972	25487532,474	6682642,047	25487532,435	0,075	-0,039	0,085
107	5202	83045,770	43065,271	6682674,142	25487522,094	6682674,154	25487522,034	0,012	-0,060	0,061
30	5202	83065,296	43058,613	6682693,766	25487515,733	6682693,658	25487515,720	-0,108	-0,013	0,109
110	5202	83085,317	43051,787	6682713,887	25487509,211	6682713,853	25487509,142	-0,034	-0,069	0,077



20	5202	83141,860	43032,256	6682770,718	25487490,538	6682770,773	25487490,484	0,055	-0,054	0,077
34	5202	83190,927	43006,158	6682820,173	25487465,187	6682820,218	25487465,093	0,045	-0,094	0,104
116	5202	83241,982	42978,207	6682871,644	25487438,012	6682871,666	25487437,982	0,022	-0,030	0,037
10	5202	83472,785	42856,632	6683104,256	25487319,948	6683104,053	25487320,003	-0,203	0,055	0,210
7	5201	83570,688	42797,479	6683203,040	25487262,286	6683202,999	25487262,536	-0,041	0,250	0,253
6	5201	83605,804	42799,229	6683238,125	25487264,567	6683238,099	25487264,635	-0,026	0,068	0,073
5	5201	83625,626	42801,816	6683257,905	25487267,454	6683257,893	25487267,511	-0,012	0,057	0,058
4	5201	83650,094	42791,314	6683282,529	25487257,324	6683282,542	25487257,373	0,013	0,049	0,051
2	5201	83658,267	42758,424	6683291,199	25487224,562	6683291,203	25487224,597	0,004	0,035	0,035
3	5201	83661,879	42774,519	6683294,566	25487240,709	6683294,625	25487240,748	0,059	0,039	0,071
19	5201	83674,679	42751,143	6683307,719	25487217,530	6683307,784	25487217,556	0,065	0,026	0,070
154	5201	83817,328	42687,862	6683451,306	25487156,418	6683451,411	25487156,494	0,105	0,076	0,130
18	5202	83840,298	42676,039	6683474,452	25487144,944	6683474,503	25487144,981	0,051	0,037	0,063
17	5202	83854,177	42686,242	6683488,174	25487155,356	6683488,226	25487155,409	0,052	0,053	0,074
28	5201	83856,240	42687,133	6683490,224	25487156,278	6683490,261	25487156,316	0,037	0,038	0,053
26	5202	83876,431	42686,178	6683510,426	25487155,629	6683510,453	25487155,673	0,027	0,044	0,052
25	5202	83885,609	42684,945	6683519,622	25487154,535	6683519,620	25487154,648	-0,002	0,113	0,113
16	5206	83905,771	42688,928	6683539,721	25487158,823	6683539,664	25487158,883	-0,057	0,060	0,083
22	5203	86563,382	42718,460	6686196,523	25487228,590	6686196,542	25487228,577	0,019	-0,013	0,023
6	5201	87139,394	42780,353	6686771,520	25487299,198	6686771,471	25487299,141	-0,049	-0,057	0,075
44	5201	87539,384	42823,598	6687170,801	25487348,494	6687170,797	25487348,485	-0,004	-0,009	0,010
48	5201	87596,145	42829,840	6687227,460	25487355,595	6687227,511	25487355,519	0,051	-0,076	0,092
49	5201	87633,982	42833,957	6687265,229	25487360,285	6687265,227	25487360,236	-0,002	-0,049	0,049
52	5201	87667,207	42837,674	6687298,393	25487364,504	6687298,449	25487364,453	0,056	-0,051	0,076
53	5201	87674,792	42838,548	6687305,964	25487365,493	6687306,027	25487365,457	0,063	-0,036	0,073
43	5201	87700,309	42841,451	6687331,434	25487368,782	6687331,506	25487368,938	0,072	0,156	0,172
176	5201	87703,784	42841,865	6687334,902	25487369,249	6687334,915	25487369,224	0,013	-0,025	0,028

	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,203	-0,181	0,006
Maksimi	0,221	0,250	0,260
Keskiarvo	0,032	-0,028	0,090
Keskipoikkeama	0,060	0,058	0,090
Keskihajonta	0,067	0,066	0,050

Kallistuneet										
Piste nro	Tyyppi	X - VVJ	Y - VVJ	Espoo X ETRS	Espoo Y ETRS	Mitattu X ETRS	Mitattu Y ETRS	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
22	5201	80447,990	46555,447	6680023,914	25490972,457	6680024,092	25490972,300	0,178	-0,157	0,237
18	5201	80748,427	46508,471	6680325,019	25490930,035	6680325,078	25490929,934	0,178	-0,157	0,237
19	5201	80752,487	46507,836	6680329,088	25490929,461	6680329,164	25490929,396	0,059	-0,101	0,237
9	5202	81146,382	46498,139	6680723,074	25490925,727	6680723,057	25490925,659	0,076	-0,065	0,117
11	5201	81379,607	43645,416	6680999,428	25488076,937	6680999,446	25488076,837	-0,017	-0,068	0,100
104	5202	81693,587	43535,808	6681315,024	25487972,097	6681315,014	25487972,050	0,018	-0,100	0,070
27	5202	82066,829	43406,319	6681690,174	25487848,276	6681690,019	25487848,159	-0,010	-0,047	0,102
100	5201	82597,820	43221,095	6682223,895	25487671,115	6682224,053	25487671,290	-0,155	-0,117	0,048
14	5201	82619,140	43213,683	6682245,324	25487664,027	6682245,455	25487664,329	0,158	0,175	0,194
15	5201	82646,278	43204,245	6682272,601	25487655,001	6682272,708	25487655,252	0,131	0,302	0,236

1	5202	83317,046	42939,725	6682947,280	25487400,672	6682947,275	25487400,658	0,107	0,251	0,329
16	5202	83546,315	42810,216	6683178,478	25487274,652	6683178,514	25487274,775	-0,005	-0,014	0,273
812	5201	84926,378	42537,032	6684562,488	25487022,400	6684562,446	25487022,527	0,036	0,123	0,015
815	5201	84974,614	42541,643	6684610,647	25487027,741	6684610,710	25487027,605	-0,042	0,127	0,128
14-p	5206	82619,140	43213,683	6682245,324	25487664,027	6682245,324	25487664,034	0,063	-0,136	0,134
15-p	5206	82646,278	43204,245	6682272,601	25487655,001	6682272,577	25487655,018	0,000	0,007	0,150

	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,155	-0,157	0,015
Maksimi	0,178	0,302	0,329
Keskiarvo	0,048	0,001	0,163
Keskipoikkeama	0,088	0,122	0,163
Keskihajonta	0,090	0,148	0,089

## Liite 2. Vertailutaulukko. Helsingin ja Espoon muunnokset.

MUUNNETUT								
Pyykki nro	Tyyppi	Helsinki X ETRS	Helsinki Y ETRS	Espoo X ETRS	Espoo Y ETRS	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
10315	5201	6672493,552	25491354,188	6672493,546	25491354,220	0,006	-0,032	0,033
10317	5202	6672531,408	25491361,621	6672531,403	25491361,652	0,005	-0,031	0,031
10319	5201	6672579,885	25491360,543	6672579,879	25491360,573	0,006	-0,030	0,031
10320	5201	6673079,655	25491353,092	6673079,648	25491353,119	0,007	-0,027	0,028
10321	5202	6673281,797	25491350,144	6673281,792	25491350,169	0,005	-0,025	0,025
10323	5202	6673372,632	25491348,824	6673372,626	25491348,849	0,006	-0,025	0,026
10325	5201	6673388,416	25491348,516	6673388,411	25491348,541	0,005	-0,025	0,025
10326	5201	6674073,849	25491326,986	6674073,843	25491327,006	0,006	-0,020	0,021
10327	5201	6674225,232	25491323,314	6674225,227	25491323,333	0,005	-0,019	0,020
10328	5201	6674251,343	25491322,635	6674251,337	25491322,654	0,006	0,019	0,020
10329	5202	6675823,694	25491281,862	6675823,688	25491281,869	0,006	-0,007	0,009
10330	5202	6675893,666	25491279,947	6675893,660	25491279,954	0,006	-0,007	0,009
10332	5202	6676148,792	25491345,436	6676148,787	25491345,440	0,005	-0,004	0,006
10333	5202	6676278,581	25491378,751	6676278,577	25491378,754	0,004	-0,003	0,005
10334	5202	6676579,807	25491456,072	6676579,803	25491456,073	0,004	-0,001	0,004
10336	5202	6676686,349	25491483,422	6676686,347	25491483,422	0,002	0,000	0,002
10337	5202	6676696,035	25491485,907	6676696,032	25491485,907	0,003	0,000	0,003
10338	5201	6676781,653	25491507,885	6676781,651	25491507,885	0,002	0,000	0,002
10339	5202	6676811,120	25491506,558	6676811,117	25491506,558	0,003	0,000	0,003
10340	5201	6676817,116	25491506,282	6676817,114	25491506,281	0,002	0,001	0,002
10341	5201	6676860,794	25491504,274	6676860,791	25491504,272	0,003	0,002	0,004
10342	5201	6676917,338	25491501,672	6676917,336	25491501,670	0,002	0,002	0,003
10343	5201	6676927,612	25491500,957	6676927,610	25491500,956	0,002	0,001	0,002
10344	5201	6676938,879	25491500,681	6676938,876	25491500,679	0,003	0,002	0,004
10345	5201	6676949,312	25491500,201	6676949,310	25491500,199	0,002	0,002	0,003
10347	5201	6676989,947	25491498,332	6676989,944	25491498,330	0,003	0,002	0,004
10348	5202	6677010,740	25491497,076	6677010,738	25491497,074	0,002	0,002	0,003
10349	5202	6677027,160	25491496,621	6677027,157	25491496,619	0,003	0,002	0,004
10350	5201	6677106,440	25491492,749	6677106,438	25491492,747	0,002	0,002	0,003
10351	5202	6677141,581	25491491,358	6677141,579	25491491,354	0,002	0,004	0,004
10352	5202	6677364,284	25491481,094	6677364,281	25491481,090	0,003	0,004	0,005
10353	5202	6677410,738	25491478,976	6677410,735	25491478,971	0,003	0,005	0,006
10354	5202	6677440,795	25491477,593	6677440,793	25491477,588	0,002	0,005	0,005
10355	5202	6677813,072	25491460,469	6677813,070	25491460,461	0,002	0,008	0,008
10356	5201	6677848,725	25491458,829	6677848,723	25491458,821	0,002	0,008	0,008
10357	5202	6678078,561	25491467,451	6678078,559	25491467,442	0,002	0,009	0,009
10358	5201	6678207,062	25491508,831	6678207,061	25491508,821	0,001	0,010	0,010
10359	5202	6678302,973	25491538,175	6678302,972	25491538,163	0,001	0,012	0,012
10360	5201	6678365,299	25491557,242	6678365,298	25491557,230	0,001	0,012	0,012
10361	5202	6678436,560	25491579,045	6678436,560	25491579,032	0,000	0,013	0,013
10362	5202	6678454,683	25491577,444	6678454,683	25491577,432	0,000	0,012	0,012

10363	5201	6678525,579	25491575,705	6678525,578	25491575,692	0,001	0,013	0,013
10364	5201	6678572,992	25491564,421	6678572,992	25491564,408	0,000	0,013	0,013
10365	5203	6678645,790	25491553,676	6678645,789	25491553,663	0,001	0,013	0,013
10366	5203	6678649,817	25491554,050	6678649,817	25491554,037	0,000	0,013	0,013
10367	5206	6678706,144	25491564,767	6678706,143	25491564,753	0,001	0,014	0,014
10368	5202	6678718,171	25491565,311	6678718,170	25491565,297	0,001	0,014	0,014
10421	5201	6678728,046	25491237,562	6678728,041	25491237,549	0,005	0,013	0,014
10369	5201	6678736,334	25491566,135	6678736,334	25491566,120	0,000	0,015	0,015
10422	5202	6678739,143	25491236,158	6678739,139	25491236,144	0,004	0,014	0,015
10423	5201	6678741,145	25491235,834	6678741,140	25491235,821	0,005	0,013	0,014
10420	5201	6678742,819	25491262,222	6678742,815	25491262,208	0,004	0,014	0,015
10424	5201	6678755,528	25491234,012	6678755,524	25491233,998	0,004	0,014	0,015
10419	5201	6678756,569	25491282,606	6678756,566	25491282,592	0,003	0,014	0,014
10425	5202	6678759,758	25491233,476	6678759,753	25491233,462	0,005	0,014	0,015
10418	5201	6678771,179	25491301,646	6678771,176	25491301,632	0,003	0,014	0,014
10370	5201	6678771,385	25491567,722	6678771,385	25491567,708	0,000	0,014	0,014
10417	5201	6678778,764	25491310,944	6678778,760	25491310,929	0,004	0,015	0,016
10371	5202	6678780,233	25491571,865	6678780,233	25491571,851	0,000	0,014	0,014
10426	5202	6678783,024	25491231,309	6678783,019	25491231,296	0,005	0,013	0,014
10416	5201	6678787,565	25491320,420	6678787,561	25491320,405	0,004	0,015	0,016
10415	5202	6678795,670	25491327,855	6678795,666	25491327,841	0,004	0,014	0,015
10372	5202	6678825,860	25491595,620	6678825,859	25491595,605	0,001	0,015	0,015
10427	5201	6678834,262	25491225,908	6678834,257	25491225,894	0,005	0,014	0,015
10428	5201	6678843,481	25491224,782	6678843,476	25491224,768	0,005	0,014	0,015
10414	5202	6678846,378	25491373,591	6678846,375	25491373,577	0,003	0,014	0,014
10373	5202	6678862,232	25491614,895	6678862,232	25491614,880	0,000	0,015	0,015
10429	5201	6678863,189	25491222,375	6678863,184	25491222,361	0,005	0,014	0,015
10413	5202	6678864,472	25491386,382	6678864,469	25491386,368	0,003	0,014	0,014
10412	5203	6678867,076	25491388,720	6678867,074	25491388,706	0,002	0,014	0,014
10411	5203	6678880,471	25491400,744	6678880,468	25491400,729	0,003	0,015	0,015
10410	5203	6678884,192	25491404,085	6678884,189	25491404,070	0,003	0,015	0,015
10409	5202	6678902,795	25491420,785	6678902,792	25491420,770	0,003	0,015	0,015
10374	5203	6678908,493	25491638,933	6678908,493	25491638,917	0,000	0,016	0,016
10430	5201	6678911,019	25491216,532	6678911,014	25491216,518	0,005	0,014	0,015
10375	5201	6678916,047	25491642,697	6678916,047	25491642,681	0,000	0,016	0,016
10408	5201	6678916,113	25491434,682	6678916,111	25491434,667	0,002	0,015	0,015
10431	5201	6678927,600	25491214,497	6678927,595	25491214,482	0,005	0,015	0,016
10407	5203	6678936,175	25491458,314	6678936,173	25491458,298	0,002	0,016	0,016
10406	5203	6678945,138	25491467,028	6678945,136	25491467,013	0,002	0,015	0,015
10376	5202	6678960,314	25491664,969	6678960,315	25491664,953	-0,001	0,016	0,016
10405	5201	6678963,743	25491482,187	6678963,741	25491482,172	0,002	0,015	0,015
10377	5202	6678971,878	25491670,787	6678971,879	25491670,770	-0,001	0,017	0,017
10404	5201	6678972,682	25491488,595	6678972,681	25491488,579	0,001	0,016	0,016
10378	5201	6679008,663	25491689,485	6679008,664	25491689,468	-0,001	0,017	0,017
10401	5203	6679021,979	25491524,660	6679021,978	25491524,645	0,001	0,015	0,015
10379	5201	6679028,123	25491699,375	6679028,124	25491699,358	-0,001	0,017	0,017

10400	5202	6679029,496	25491532,070	6679029,494	25491532,054	0,002	0,016	0,016
10399	5202	6679051,433	25491560,613	6679051,433	25491560,596	0,000	0,017	0,017
10398	5202	6679055,091	25491565,373	6679055,091	25491565,357	0,000	0,016	0,016
10432	5202	6679056,216	25491199,417	6679056,211	25491199,402	0,005	0,015	0,016
10433	5201	6679072,439	25491197,494	6679072,434	25491197,478	0,005	0,016	0,017
10380	5201	6679073,178	25491722,359	6679073,179	25491722,342	-0,001	0,017	0,017
10397	5202	6679078,569	25491595,252	6679078,569	25491595,235	0,000	0,017	0,017
10434	5201	6679079,391	25491196,669	6679079,386	25491196,653	0,005	0,016	0,017
10435	5201	6679087,993	25491195,649	6679087,988	25491195,633	0,005	0,016	0,017
10436	5202	6679090,254	25491195,378	6679090,249	25491195,361	0,005	0,017	0,018
10396	5202	6679108,315	25491630,340	6679108,315	25491630,323	0,000	0,017	0,017
10395	5202	6679115,862	25491639,669	6679115,862	25491639,652	0,000	0,017	0,017
10394	5202	6679125,067	25491653,335	6679125,067	25491653,318	0,000	0,017	0,017
10381	5202	6679126,740	25491751,481	6679126,742	25491751,463	-0,002	0,018	0,018
10382	5201	6679129,358	25491752,927	6679129,360	25491752,910	-0,002	0,017	0,017
10383	5202	6679130,583	25491753,585	6679130,585	25491753,568	-0,002	0,017	0,017
10393	5201	6679132,761	25491671,795	6679132,762	25491671,778	-0,001	0,017	0,017
10392	5201	6679136,417	25491683,486	6679136,418	25491683,469	-0,001	0,017	0,017
10391	5201	6679139,524	25491695,078	6679139,525	25491695,060	-0,001	0,018	0,018
10390	5201	6679142,045	25491706,297	6679142,046	25491706,279	-0,001	0,018	0,018
10389	5201	6679144,235	25491718,096	6679144,236	25491718,078	-0,001	0,018	0,018
10388	5201	6679145,875	25491730,487	6679145,876	25491730,469	-0,001	0,018	0,018
10387	5202	6679146,934	25491742,189	6679146,935	25491742,171	-0,001	0,018	0,018
10385	5202	6679147,209	25491763,149	6679147,211	25491763,131	-0,002	0,018	0,018
10386	5202	6679147,344	25491754,431	6679147,346	25491754,413	-0,002	0,018	0,018
10437	5201	6679147,854	25491188,449	6679147,849	25491188,433	0,005	0,016	0,017
10438	5202	6679206,467	25491181,055	6679206,462	25491181,038	0,005	0,017	0,018
10439	5202	6679221,467	25491179,217	6679221,462	25491179,200	0,005	0,017	0,018
10440	5201	6679231,471	25491178,004	6679231,465	25491177,987	0,006	0,017	0,018
10441	5201	6679258,622	25491174,712	6679258,617	25491174,696	0,005	0,016	0,017
10442	5201	6679274,683	25491172,766	6679274,677	25491172,748	0,006	0,018	0,019
10443	5201	6679319,137	25491167,376	6679319,132	25491167,358	0,005	0,018	0,019
10444	5202	6679358,846	25491162,568	6679358,841	25491162,550	0,005	0,018	0,019
10445	5202	6679363,916	25491161,941	6679363,911	25491161,924	0,005	0,017	0,018
10446	5201	6679403,950	25491158,031	6679403,947	25491158,013	0,003	0,018	0,018
10447	5202	6679429,095	25491154,619	6679429,090	25491154,602	0,005	0,017	0,018
10448	5202	6679445,581	25491152,383	6679445,576	25491152,365	0,005	0,018	0,019
10449	5202	6679486,690	25491147,377	6679486,685	25491147,359	0,005	0,018	0,019
10450	5202	6679511,805	25491144,320	6679511,800	25491144,301	0,005	0,019	0,020
10451	5202	6679515,398	25491143,883	6679515,392	25491143,864	0,006	0,019	0,020
10452	5202	6679523,231	25491142,783	6679523,226	25491142,765	0,005	0,018	0,019
10453	5201	6679562,305	25491138,016	6679562,299	25491137,997	0,006	0,019	0,020
10455	5201	6679600,543	25491029,457	6679600,536	25491029,438	0,007	0,019	0,020
10454	5202	6679612,575	25491132,231	6679612,569	25491132,212	0,006	0,019	0,020
10456	5201	6679639,287	25491024,235	6679639,280	25491024,216	0,007	0,019	0,020
10457	5201	6679662,697	25491021,082	6679662,690	25491021,062	0,007	0,020	0,021

10458	5201	6679695,401	25491016,675	6679695,394	25491016,655	0,007	0,020	0,021
10459	5201	6679708,546	25491014,904	6679708,538	25491014,884	0,008	0,020	0,022
10460	5201	6679713,729	25491014,205	6679713,721	25491014,186	0,008	0,019	0,021
10461	5201	6679777,539	25491005,607	6679777,532	25491005,587	0,007	0,020	0,021
10462	5201	6679784,760	25491004,634	6679784,752	25491004,614	0,008	0,020	0,022
10463	5202	6679820,496	25490999,819	6679820,489	25490999,798	0,007	0,021	0,022
10464	5202	6679828,812	25490998,697	6679828,805	25490998,678	0,007	0,019	0,020
10465	5201	6679868,321	25490993,374	6679868,313	25490993,354	0,008	0,020	0,022
10466	5202	6679888,753	25490990,621	6679888,745	25490990,600	0,008	0,021	0,022
10467	5202	6679904,426	25490988,509	6679904,419	25490988,488	0,007	0,021	0,022
10468	5202	6679940,640	25490983,629	6679940,633	25490983,608	0,007	0,021	0,022
10469	5202	6679950,741	25490982,268	6679950,733	25490982,247	0,008	0,021	0,022
10470	5202	6679952,336	25490982,321	6679952,329	25490982,300	0,007	0,021	0,022
10473	5201	6680023,920	25490972,478	6680023,914	25490972,457	0,006	0,021	0,022
10474	5202	6680053,963	25490968,184	6680053,956	25490968,162	0,007	0,022	0,023
10475	5201	6680093,689	25490962,596	6680093,682	25490962,574	0,007	0,022	0,023
10476	5202	6680138,461	25490956,299	6680138,454	25490956,277	0,007	0,022	0,023
10477	5202	6680165,152	25490952,544	6680165,144	25490952,522	0,008	0,022	0,023
10478	5201	6680197,128	25490948,047	6680197,120	25490948,024	0,008	0,023	0,024
10479	5201	6680226,006	25490943,985	6680225,998	25490943,962	0,008	0,023	0,024
10480	5203	6680250,764	25490940,502	6680250,757	25490940,479	0,007	0,023	0,024
10481	5203	6680275,471	25490937,027	6680275,463	25490937,004	0,008	0,023	0,024
10482	5206	6680300,171	25490933,553	6680300,163	25490933,530	0,008	0,023	0,024
10483	5202	6680325,027	25490930,058	6680325,019	25490930,035	0,008	0,023	0,024
10484	5201	6680329,096	25490929,485	6680329,088	25490929,461	0,008	0,024	0,025
10485	5201	6680454,260	25490912,022	6680454,252	25490911,997	0,008	0,025	0,026
10486	5202	6680462,499	25490966,260	6680462,492	25490966,236	0,007	0,024	0,025
10487	5202	6680529,089	25490955,793	6680529,081	25490955,768	0,008	0,025	0,026
10488	5202	6680550,195	25490952,525	6680550,187	25490952,500	0,008	0,025	0,026
10489	5203	6680709,301	25490927,887	6680709,293	25490927,862	0,008	0,025	0,026
10490	5201	6680723,082	25490925,754	6680723,074	25490925,728	0,008	0,026	0,027
10491	5202	6680775,781	25490917,436	6680775,773	25490917,409	0,008	0,027	0,028
10492	5202	6680835,713	25490907,975	6680835,705	25490907,948	0,008	0,027	0,028
10493	5201	6680838,266	25490907,840	6680838,258	25490907,814	0,008	0,026	0,027
10494	5201	6680841,379	25490907,676	6680841,371	25490907,649	0,008	0,027	0,028
10495	5201	6680851,509	25490905,725	6680851,502	25490905,698	0,007	0,027	0,028
10496	5202	6680853,485	25490905,345	6680853,477	25490905,318	0,008	0,027	0,028
10497	5201	6680881,416	25490901,029	6680881,408	25490901,001	0,008	0,028	0,029
10498	5202	6680910,065	25490896,991	6680910,058	25490896,964	0,007	0,027	0,028
10499	5202	6680920,768	25490895,527	6680920,760	25490895,500	0,008	0,027	0,028
10500	5202	6680942,440	25490891,957	6680942,432	25490891,930	0,008	0,027	0,028
10501	5202	6680964,428	25490888,304	6680964,420	25490888,277	0,008	0,027	0,028
10502	5202	6680970,101	25490887,337	6680970,093	25490887,309	0,008	0,028	0,029
10503	5201	6680994,875	25490883,338	6680994,867	25490883,310	0,008	0,028	0,029
10504	5201	6681003,996	25490881,891	6681003,988	25490881,863	0,008	0,028	0,029
10505	5201	6681018,595	25490879,336	6681018,587	25490879,308	0,008	0,028	0,029

10506	5201	6681042,340	25490875,368	6681042,332	25490875,340	0,008	0,028	0,029
10507	5201	6681066,223	25490871,362	6681066,215	25490871,334	0,008	0,028	0,029
10508	5201	6681071,724	25490870,369	6681071,716	25490870,341	0,008	0,028	0,029
10509	5202	6681090,139	25490866,803	6681090,131	25490866,775	0,008	0,028	0,029
10510	5202	6681111,119	25490863,559	6681111,111	25490863,530	0,008	0,029	0,030
10511	5202	6681150,484	25490857,471	6681150,476	25490857,442	0,008	0,029	0,030
10512	5202	6681164,350	25490855,319	6681164,341	25490855,290	0,009	0,029	0,030
10513	5202	6681182,775	25490853,240	6681182,767	25490853,212	0,008	0,028	0,029
10514	5202	6681200,320	25490850,458	6681200,312	25490850,430	0,008	0,028	0,029
10515	5202	6681356,736	25490825,659	6681356,728	25490825,629	0,008	0,030	0,031
10516	5203	6681366,183	25490824,029	6681366,175	25490823,999	0,008	0,030	0,031
10517	5203	6681545,453	25490796,774	6681545,444	25490796,743	0,009	0,031	0,032
10518	5201	6681597,412	25490788,858	6681597,403	25490788,826	0,009	0,032	0,033
10519	5201	6681644,534	25490781,679	6681644,525	25490781,647	0,009	0,032	0,033
10520	5201	6681690,816	25490774,628	6681690,807	25490774,595	0,009	0,033	0,034
10521	5203	6681799,682	25490757,645	6681799,672	25490757,612	0,010	0,033	0,034
10522	5203	6681926,599	25490737,845	6681926,589	25490737,812	0,010	0,033	0,034
10523	5201	6681956,382	25490733,199	6681956,372	25490733,165	0,010	0,034	0,035
10524	5202	6682010,581	25490724,743	6682010,572	25490724,708	0,009	0,035	0,036
10525	5203	6682116,892	25490708,158	6682116,882	25490708,123	0,010	0,035	0,036
10527	5203	6682162,679	25490700,853	6682162,669	25490700,818	0,010	0,035	0,036
10528	5203	6682231,666	25490689,846	6682231,657	25490689,810	0,009	0,036	0,037
10529	5201	6682295,419	25490679,675	6682295,409	25490679,639	0,010	0,036	0,037
10530	5202	6682390,219	25490664,517	6682390,209	25490664,480	0,010	0,037	0,038

	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,002	-0,032	0,002
Maksimi	0,010	0,037	0,038
Keskiarvo	0,005	0,016	0,019
Keskipoikkeama	0,005	0,018	0,019
Keskihajonta	0,003	0,013	0,008

## Liite 3. Vertailutaulukko. Helsingin muunnos ja mitattu aineisto.

Helsinki muunnos vs. mitattu								
Pyykki nro:	Tyyppi	Helsinki X ETRS	Helsinki Y ETRS	Mitattu X ETRS	Mitattu Y ETRS	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
10362	5202	6678454,683	25491577,444	6678454,740	25491577,380	0,057	-0,064	0,086
10372	5202	6678739,143	25491236,158	6678739,254	25491236,069	0,111	-0,089	0,142
10374	5202	6678741,145	25491235,834	6678741,144	25491235,731	-0,001	-0,103	0,103
10375	5201	6678759,758	25491233,476	6678759,793	25491233,495	0,035	0,019	0,040
10380	5201	6678825,860	25491595,620	6678825,878	25491595,570	0,018	-0,050	0,053
10422	5201	6678863,189	25491222,375	6678863,276	25491222,344	0,087	-0,031	0,092
10423	5201	6678908,493	25491638,933	6678908,456	25491638,935	-0,037	0,002	0,037
10425	5201	6678916,047	25491642,697	6678916,089	25491642,529	0,042	-0,168	0,173
10429	5201	6679073,178	25491722,359	6679073,254	25491722,274	0,076	-0,085	0,114
10435	5202	6679087,993	25491195,649	6679088,020	25491195,642	0,027	-0,007	0,028
10442	5201	6679274,683	25491172,766	6679274,722	25491172,756	0,039	-0,010	0,040
10447	5202	6679429,095	25491154,619	6679429,158	25491154,522	0,063	-0,097	0,116
10449	5201	6679486,690	25491147,377	6679486,764	25491147,340	0,074	-0,037	0,083
10450	5201	6679511,805	25491144,320	6679511,893	25491144,244	0,088	-0,076	0,116
10451	5201	6679515,398	25491143,883	6679515,373	25491143,772	-0,025	-0,111	0,114
10452	5201	6679523,231	25491142,783	6679523,256	25491142,723	0,025	-0,060	0,065
10453	5201	6679562,305	25491138,016	6679562,319	25491137,898	0,014	-0,118	0,119
10455	5202	6679600,543	25491029,457	6679600,551	25491029,406	0,008	-0,051	0,052
10456	5201	6679639,287	25491024,235	6679639,325	25491024,227	0,038	-0,008	0,039
10460	5201	6679713,729	25491014,205	6679713,637	25491014,215	-0,092	0,010	0,093
10462	5201	6679784,760	25491004,634	6679784,819	25491004,538	0,059	-0,096	0,113
10463	5202	6679820,496	25490999,819	6679820,500	25490999,789	0,004	-0,030	0,030
10464	5201	6679828,812	25490998,697	6679828,914	25490998,599	0,102	-0,098	0,141
10466	5201	6679888,753	25490990,621	6679888,961	25490990,456	0,208	-0,165	0,265
10469	5201	6679950,741	25490982,268	6679950,823	25490982,160	0,082	-0,108	0,136
10470	5201	6679952,336	25490982,321	6679952,421	25490982,194	0,085	-0,127	0,153
10476	5201	6680138,461	25490956,299	6680138,483	25490956,291	0,022	-0,008	0,023
10479	5202	6680226,006	25490943,985	6680226,017	25490943,906	0,011	-0,079	0,080
10481	5201	6680275,471	25490937,027	6680275,605	25490936,883	0,134	-0,144	0,197
10482	5202	6680300,171	25490933,553	6680300,301	25490933,456	0,130	-0,097	0,162
10485	5202	6680454,260	25490912,022	6680454,341	25490911,958	0,081	-0,064	0,103
10486	5202	6680462,499	25490966,260	6680462,492	25490966,092	-0,007	-0,168	0,168
10489	5201	6680709,301	25490927,887	6680709,359	25490927,896	0,058	0,009	0,059
10491	5202	6680775,781	25490917,436	6680775,812	25490917,455	0,031	0,019	0,036
10498	5201	6680910,065	25490896,991	6680910,088	25490896,966	0,023	-0,025	0,034
10499	5201	6680920,768	25490895,527	6680920,843	25490895,527	0,075	0,000	0,075
10504	5201	6681003,996	25490881,891	6681003,957	25490881,734	-0,039	-0,157	0,162
10505	5201	6681018,595	25490879,336	6681018,587	25490879,316	-0,008	-0,020	0,022
10506	5201	6681042,340	25490875,368	6681042,327	25490875,290	-0,013	-0,078	0,079
10511	5201	6681150,484	25490857,471	6681150,512	25490857,455	0,028	-0,016	0,032
10512	5201	6681164,350	25490855,319	6681164,251	25490855,359	-0,099	0,040	0,107



10513	5203	6681182,775	25490853,240	6681182,825	25490853,171	0,050	-0,069	0,085
10514	5203	6681200,320	25490850,458	6681200,469	25490850,250	0,149	-0,208	0,256
10516	5203	6681366,183	25490824,029	6681366,174	25490823,961	-0,009	-0,068	0,069

Minimi	-0,099	-0,208	0,022
Maksimi	0,208	0,040	0,265
Keskiarvo	0,041	-0,066	0,098
Keskipoikkeama	0,056	0,070	0,098
Keskihajonta	0,059	0,059	0,059

## Liite 4. Vertailutaulukko. Espoon muunnos Helsinki-Espoo rajalla.

Espoon muunnos vs mitattu

Pyykki nro	Tyyppi	Espoo X ETRS	Espoo Y ETRS	Mitattu X ETRS	Mitattu Y ETRS	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
3	5202	6678454,683	25491577,432	6678454,740	25491577,380	0,057	-0,052	0,077
96	5201	6678739,139	25491236,144	6678739,254	25491236,069	0,115	-0,075	0,137
20	5201	6678741,140	25491235,821	6678741,144	25491235,731	0,004	-0,090	0,090
513	5201	6678759,753	25491233,462	6678759,793	25491233,495	0,040	0,033	0,052
4	5202	6678825,859	25491595,605	6678825,878	25491595,570	0,019	-0,035	0,040
532	5201	6678863,184	25491222,361	6678863,276	25491222,344	0,092	-0,017	0,094
2	5202	6678908,493	25491638,917	6678908,456	25491638,935	-0,037	0,018	0,041
40	5201	6678916,047	25491642,680	6678916,089	25491642,529	0,042	-0,151	0,157
638	5201	6679073,179	25491722,342	6679073,254	25491722,274	0,075	-0,068	0,101
22	5201	6679087,988	25491195,634	6679088,020	25491195,642	0,032	0,008	0,033
17	5201	6679274,678	25491172,748	6679274,722	25491172,756	0,044	0,008	0,045
10	5202	6679429,090	25491154,601	6679429,158	25491154,522	0,068	-0,079	0,104
7	5201	6679486,685	25491147,359	6679486,764	25491147,340	0,079	-0,019	0,081
3	5201	6679511,800	25491144,301	6679511,893	25491144,244	0,093	-0,057	0,109
1	5201	6679515,393	25491143,864	6679515,373	25491143,772	-0,020	-0,092	0,094
6	5201	6679523,226	25491142,764	6679523,256	25491142,723	0,030	-0,041	0,051
5	5201	6679562,300	25491137,997	6679562,319	25491137,898	0,019	-0,099	0,101
72	5203	6679600,536	25491029,438	6679600,551	25491029,406	0,015	-0,032	0,035
153	5203	6679639,280	25491024,216	6679639,325	25491024,227	0,045	0,011	0,046
86	5201	6679713,721	25491014,185	6679713,637	25491014,215	-0,084	0,030	0,089
3	5201	6679784,752	25491004,615	6679784,819	25491004,538	0,067	-0,077	0,102
25	5201	6679820,488	25490999,798	6679820,500	25490999,789	0,012	-0,009	0,015
8	5201	6679828,805	25490998,678	6679828,914	25490998,599	0,109	-0,079	0,135
7	5203	6679888,745	25490990,600	6679888,961	25490990,456	0,216	-0,144	0,260
1	5202	6679950,733	25490982,247	6679950,823	25490982,160	0,090	-0,087	0,125
9	5201	6679952,329	25490982,300	6679952,421	25490982,194	0,092	-0,106	0,140
27	5201	6680138,453	25490956,277	6680138,483	25490956,291	0,030	0,014	0,033
14	5201	6680225,998	25490943,962	6680226,017	25490943,906	0,019	-0,056	0,059
16	5201	6680275,463	25490937,004	6680275,605	25490936,883	0,142	-0,121	0,187
17	5201	6680300,163	25490933,530	6680300,301	25490933,456	0,138	-0,074	0,157
151	5201	6680454,252	25490911,997	6680454,341	25490911,958	0,089	-0,039	0,097
2	5202	6680462,492	25490966,235	6680462,492	25490966,092	0,000	-0,143	0,143
96	5202	6680709,293	25490927,862	6680709,359	25490927,896	0,066	0,034	0,074
18	5201	6680775,774	25490917,409	6680775,812	25490917,455	0,038	0,046	0,060
26	5201	6680910,058	25490896,964	6680910,088	25490896,966	0,030	0,002	0,030
18	5201	6680920,760	25490895,500	6680920,843	25490895,527	0,083	0,027	0,087
47	5201	6681003,989	25490881,864	6681003,957	25490881,734	-0,032	-0,130	0,134
12	5201	6681018,587	25490879,308	6681018,587	25490879,316	0,000	0,008	0,008
46	5201	6681042,333	25490875,339	6681042,327	25490875,290	-0,006	-0,049	0,049
33	5201	6681150,476	25490857,442	6681150,512	25490857,455	0,036	0,013	0,038
117	5201	6681164,341	25490855,290	6681164,251	25490855,359	-0,090	0,069	0,113

203	5201	6681182,767	25490853,211	6681182,825	25490853,171	0,058	-0,040	0,070
3	5201	6681200,311	25490850,430	6681200,469	25490850,250	0,158	-0,180	0,240
242	5201	6681366,175	25490823,999	6681366,174	25490823,961	-0,001	-0,038	0,038

Minimi	-0,090	-0,180	0,008
Maksimi	0,216	0,069	0,260
Keskiarvo	0,047	-0,045	0,090
Keskipoikkeama	0,059	0,059	0,090
Keskihajonta	0,059	0,060	0,055

## Liite 5. Vertailutaulukko. Vantaan ja Espoon muunnokset.

Vantaa-Espoo Muunnokset								
Pyykki nro:	Tyyppi	Vantaa X ETRS	Vantaa Y ETRS	Espoo X ETRS	Espoo Y ETRS	ΔX	ΔY	ΔXY
11	5201	6680999,443	25488076,926	6680999,428	25488076,937	0,015	-0,011	0,019
2	5201	6681099,676	25488264,234	6681099,662	25488264,241	0,014	-0,007	0,016
76	5201	6681141,273	25488029,896	6681141,258	25488029,907	0,015	-0,011	0,019
101	5204	6681182,286	25488016,461	6681182,274	25488016,474	0,012	-0,013	0,018
13	5204	6681186,130	25488015,202	6681186,118	25488015,215	0,012	-0,013	0,018
10	5202	6681229,627	25488000,922	6681229,611	25488000,933	0,016	-0,011	0,019
102	5204	6681232,751	25487999,901	6681232,738	25487999,913	0,013	-0,012	0,018
103	5204	6681275,134	25487985,574	6681275,122	25487985,585	0,012	-0,011	0,016
104	5202	6681315,040	25487972,087	6681315,024	25487972,097	0,016	-0,010	0,019
19	5202	6681322,726	25487969,488	6681322,710	25487969,498	0,016	-0,010	0,019
3	5209	6681385,443	25488792,478	6681385,433	25488792,485	0,010	-0,007	0,012
132	5201	6681388,207	25487948,702	6681388,190	25487948,711	0,017	-0,009	0,019
52	5201	6681403,548	25487943,309	6681403,532	25487943,320	0,016	-0,011	0,019
69	5201	6681403,984	25488827,937	6681403,976	25488827,944	0,008	-0,007	0,011
62	5201	6681437,741	25488887,119	6681437,732	25488887,125	0,009	-0,006	0,011
66	5201	6681446,813	25488903,023	6681446,804	25488903,029	0,009	-0,006	0,011
3	5202	6681448,294	25487927,531	6681448,277	25487927,540	0,017	-0,009	0,019
133	5201	6681454,587	25487925,311	6681454,571	25487925,320	0,016	-0,009	0,018
19	5201	6681469,611	25488946,338	6681469,603	25488946,344	0,008	-0,006	0,010
18	5201	6681489,534	25488983,130	6681489,527	25488983,136	0,007	-0,006	0,009
18	5203	6681518,417	25489036,316	6681518,410	25489036,323	0,007	-0,007	0,010
14	5203	6681537,206	25489071,128	6681537,199	25489071,134	0,007	-0,006	0,009
2011	5201	6681546,975	25489089,546	6681546,973	25489089,554	0,002	-0,008	0,008
141	5201	6681547,384	25487895,638	6681547,368	25487895,648	0,016	-0,010	0,019
1001	5201	6681605,939	25489197,331	6681605,937	25489197,338	0,002	-0,007	0,007
43	5201	6681620,334	25487871,695	6681620,318	25487871,704	0,016	-0,009	0,018
4	5201	6681641,077	25489261,848	6681641,072	25489261,852	0,005	-0,004	0,006
142	5202	6681642,091	25487863,956	6681642,074	25487863,966	0,017	-0,010	0,020
7	5201	6681646,339	25489271,672	6681646,334	25489271,677	0,005	-0,005	0,007
36	5202	6681655,398	25487859,610	6681655,384	25487859,624	0,014	-0,014	0,020
4	5201	6681668,469	25489312,450	6681668,464	25489312,454	0,005	-0,004	0,006
8	5201	6681680,190	25489334,158	6681680,186	25489334,163	0,004	-0,005	0,006
6	5201	6681686,351	25489345,615	6681686,346	25489345,619	0,005	-0,004	0,006
27	5206	6681690,188	25487848,264	6681690,174	25487848,276	0,014	-0,012	0,018
1	5201	6681692,092	25487847,645	6681692,075	25487847,655	0,017	-0,010	0,020
11	5201	6681694,448	25489360,398	6681694,444	25489360,402	0,004	-0,004	0,006
1	5202	6681694,938	25487846,697	6681694,921	25487846,706	0,017	-0,009	0,019
2011	5201	6681699,723	25489370,090	6681699,722	25489370,097	0,001	-0,007	0,007
13	5201	6681721,177	25489409,490	6681721,173	25489409,494	0,004	-0,004	0,006
144	5202	6681737,343	25487832,561	6681737,326	25487832,569	0,017	-0,008	0,019
37	5202	6681742,859	25487830,412	6681742,842	25487830,421	0,017	-0,009	0,019
1	5201	6681745,650	25489454,461	6681745,646	25489454,465	0,004	-0,004	0,006
14	5201	6681752,401	25489467,522	6681752,397	25489467,526	0,004	-0,004	0,006
2	5201	6681775,203	25487819,773	6681775,186	25487819,782	0,017	-0,009	0,019
13	5201	6681781,814	25489521,755	6681781,811	25489521,759	0,003	-0,004	0,005
47	5201	6681842,766	25487797,397	6681842,749	25487797,406	0,017	-0,009	0,019

18	5202	6681845,614	25487796,454	6681845,597	25487796,463	0,017	-0,009	0,019
150	5201	6681880,951	25487784,760	6681880,933	25487784,769	0,018	-0,009	0,020
113	5201	6681884,600	25487783,522	6681884,582	25487783,531	0,018	-0,009	0,020
13	5201	6681903,619	25487777,197	6681903,602	25487777,206	0,017	-0,009	0,019
177	5201	6681904,149	25487777,062	6681904,132	25487777,071	0,017	-0,009	0,019
26	5201	6681925,358	25487770,040	6681925,340	25487770,049	0,018	-0,009	0,020
133	5201	6681926,584	25487769,576	6681926,566	25487769,585	0,018	-0,009	0,020
34	5201	6681947,263	25489833,236	6681947,266	25489833,240	-0,003	-0,004	0,005
78	5201	6681959,195	25489855,062	6681959,194	25489855,064	0,001	-0,002	0,002
25	5201	6681967,152	25487756,354	6681967,134	25487756,363	0,018	-0,009	0,020
73	5201	6681971,585	25489879,036	6681971,585	25489879,038	0,000	-0,002	0,002
132	5201	6681974,662	25487753,613	6681974,644	25487753,622	0,018	-0,009	0,020
72	5201	6681984,410	25489903,753	6681984,411	25489903,754	-0,001	-0,001	0,001
20	5203	6681992,820	25487747,692	6681992,802	25487747,701	0,018	-0,009	0,020
71	5201	6681995,568	25489925,391	6681995,568	25489925,392	0,000	-0,001	0,001
12	5203	6681998,625	25487745,728	6681998,608	25487745,737	0,017	-0,009	0,019
197	5203	6682020,999	25487738,373	6682020,984	25487738,384	0,015	-0,011	0,019
37	5204	6682042,340	25487731,472	6682042,325	25487731,482	0,015	-0,010	0,018
1003	5201	6682060,402	25490046,120	6682060,406	25490046,123	-0,004	-0,003	0,005
23	5201	6682064,122	25487724,135	6682064,104	25487724,143	0,018	-0,008	0,020
196	5201	6682067,682	25487722,953	6682067,667	25487722,963	0,015	-0,010	0,018
51	5201	6682114,535	25487707,350	6682114,516	25487707,359	0,019	-0,009	0,021
22	5201	6682118,366	25487706,382	6682118,347	25487706,392	0,019	-0,010	0,021
1002	5201	6682131,169	25490177,899	6682131,174	25490177,901	-0,005	-0,002	0,005
50	5201	6682163,732	25487690,819	6682163,713	25487690,827	0,019	-0,008	0,021
10	5201	6682195,306	25487680,297	6682195,287	25487680,305	0,019	-0,008	0,021
46	5201	6682207,527	25487675,893	6682207,508	25487675,901	0,019	-0,008	0,021
35	5201	6682215,332	25487673,946	6682215,313	25487673,954	0,019	-0,008	0,021
100	5201	6682223,913	25487671,106	6682223,895	25487671,115	0,018	-0,009	0,020
14	5201	6682245,342	25487664,018	6682245,324	25487664,027	0,018	-0,009	0,020
190	5201	6682256,086	25487660,464	6682256,068	25487660,472	0,018	-0,008	0,020
15	5201	6682272,620	25487654,994	6682272,601	25487655,001	0,019	-0,007	0,020
27	5201	6682275,337	25490450,606	6682275,343	25490450,605	-0,006	0,001	0,006
13	5201	6682286,362	25490471,473	6682286,367	25490471,472	-0,005	0,001	0,005
15	5201	6682299,381	25490495,295	6682299,386	25490495,294	-0,005	0,001	0,005
26	5201	6682304,657	25490504,948	6682304,662	25490504,946	-0,005	0,002	0,005
16	5203	6682306,220	25487643,878	6682306,201	25487643,886	0,019	-0,008	0,021
16	5201	6682308,045	25490510,996	6682308,051	25490510,995	-0,006	0,001	0,006
1	5201	6682333,305	25490558,187	6682333,311	25490558,186	-0,006	0,001	0,006
33	5201	6682344,101	25487631,347	6682344,083	25487631,355	0,018	-0,008	0,020
18	5202	6682387,004	25487617,153	6682386,985	25487617,161	0,019	-0,008	0,021
2	5202	6682389,762	25487616,019	6682389,743	25487616,027	0,019	-0,008	0,021
1	5201	6682390,202	25490664,483	6682390,209	25490664,480	-0,007	0,003	0,008
1	5202	6682414,450	25487607,647	6682414,431	25487607,654	0,019	-0,007	0,020
222	5202	6682418,578	25487606,252	6682418,559	25487606,259	0,019	-0,007	0,020
189	5206	6682435,189	25487600,638	6682435,170	25487600,646	0,019	-0,008	0,021
101	5201	6682436,966	25487600,226	6682436,947	25487600,234	0,019	-0,008	0,021
1	5201	6682474,749	25487587,400	6682474,730	25487587,408	0,019	-0,008	0,021
100	5201	6682477,084	25487586,806	6682477,065	25487586,814	0,019	-0,008	0,021
2	5202	6682517,680	25487573,397	6682517,661	25487573,405	0,019	-0,008	0,021

129	5202	6682522,905	25487572,040	6682522,886	25487572,048	0,019	-0,008	0,021
128	5201	6682561,272	25487559,590	6682561,253	25487559,597	0,019	-0,007	0,020
5	5202	6682567,965	25487557,086	6682567,946	25487557,094	0,019	-0,008	0,021
11	5201	6682571,690	25487555,616	6682571,671	25487555,624	0,019	-0,008	0,021
12	5203	6682613,268	25487541,649	6682613,249	25487541,657	0,019	-0,008	0,021
106	5201	6682624,983	25487537,878	6682624,963	25487537,886	0,020	-0,008	0,022
10	5202	6682641,992	25487532,467	6682641,972	25487532,474	0,020	-0,007	0,021
3	5204	6682654,520	25487528,085	6682654,500	25487528,092	0,020	-0,007	0,021
1	5203	6682660,984	25487526,519	6682660,964	25487526,526	0,020	-0,007	0,021
107	5202	6682674,158	25487522,084	6682674,142	25487522,094	0,016	-0,010	0,019
30	5202	6682693,781	25487515,721	6682693,765	25487515,733	0,016	-0,012	0,020
110	5202	6682713,908	25487509,203	6682713,887	25487509,211	0,021	-0,008	0,022
27	5206	6682764,758	25487492,432	6682764,737	25487492,439	0,021	-0,007	0,022
115	5201	6682767,982	25487491,365	6682767,965	25487491,374	0,017	-0,009	0,019
20	5202	6682770,735	25487490,529	6682770,718	25487490,538	0,017	-0,009	0,019
15	5201	6682774,112	25487489,504	6682774,095	25487489,514	0,017	-0,010	0,020
34	5202	6682820,189	25487465,178	6682820,173	25487465,187	0,016	-0,009	0,018
19	5206	6682866,221	25487440,876	6682866,204	25487440,884	0,017	-0,008	0,019
116	5202	6682871,660	25487437,999	6682871,644	25487438,012	0,016	-0,013	0,021
2	5201	6682943,369	25487402,688	6682943,348	25487402,695	0,021	-0,007	0,022
1	5202	6682947,301	25487400,666	6682947,280	25487400,672	0,021	-0,006	0,022
781	5202	6682961,599	25487393,314	6682961,578	25487393,320	0,021	-0,006	0,022
10	5202	6683104,277	25487319,941	6683104,256	25487319,948	0,021	-0,007	0,022
9	5202	6683148,742	25487297,076	6683148,720	25487297,082	0,022	-0,006	0,023
8	5202	6683149,874	25487289,057	6683149,852	25487289,064	0,022	-0,007	0,023
16	5202	6683178,500	25487274,645	6683178,478	25487274,652	0,022	-0,007	0,023
7	5201	6683203,063	25487262,279	6683203,040	25487262,286	0,023	-0,007	0,024
6	5201	6683238,147	25487264,561	6683238,125	25487264,567	0,022	-0,006	0,023
5	5201	6683257,927	25487267,447	6683257,905	25487267,454	0,022	-0,007	0,023
4	5201	6683282,551	25487257,317	6683282,529	25487257,324	0,022	-0,007	0,023
2	5201	6683291,221	25487224,556	6683291,199	25487224,562	0,022	-0,006	0,023
3	5201	6683294,589	25487240,703	6683294,566	25487240,709	0,023	-0,006	0,024
19	5201	6683307,741	25487217,524	6683307,719	25487217,530	0,022	-0,006	0,023
155	5201	6683450,213	25487153,894	6683450,205	25487153,929	0,008	-0,035	0,036
154	5201	6683451,313	25487156,383	6683451,306	25487156,418	0,007	-0,035	0,036
18	5202	6683474,475	25487144,938	6683474,452	25487144,944	0,023	-0,006	0,024
17	5202	6683488,197	25487155,350	6683488,174	25487155,356	0,023	-0,006	0,024
28	5201	6683490,247	25487156,272	6683490,224	25487156,278	0,023	-0,006	0,024
246	5204	6683495,187	25487156,704	6683495,165	25487156,710	0,022	-0,006	0,023
27	5202	6683502,643	25487156,119	6683502,620	25487156,125	0,023	-0,006	0,024
26	5202	6683510,449	25487155,623	6683510,426	25487155,629	0,023	-0,006	0,024
25	5202	6683519,645	25487154,529	6683519,622	25487154,535	0,023	-0,006	0,024
245	5204	6683525,648	25487154,152	6683525,625	25487154,158	0,023	-0,006	0,024
24	5206	6683531,254	25487156,691	6683531,231	25487156,696	0,023	-0,005	0,024
244	5204	6683535,479	25487158,750	6683535,456	25487158,755	0,023	-0,005	0,024
16	5206	6683539,744	25487158,817	6683539,721	25487158,823	0,023	-0,006	0,024
15	5202	6683550,508	25487156,552	6683550,485	25487156,557	0,023	-0,005	0,024
22	5206	6683764,713	25487111,291	6683764,690	25487111,296	0,023	-0,005	0,024
23	5206	6683814,452	25487168,449	6683814,429	25487168,455	0,023	-0,006	0,024
241	5204	6683820,353	25487175,844	6683820,330	25487175,848	0,023	-0,004	0,023

242	5204	6683831,404	25487186,540	6683831,380	25487186,544	0,024	-0,004	0,024
243	5204	6683841,278	25487193,663	6683841,255	25487193,668	0,023	-0,005	0,024
24	5206	6683848,412	25487197,767	6683848,389	25487197,772	0,023	-0,005	0,024
2	5201	6683990,744	25487269,129	6683990,722	25487269,133	0,022	-0,004	0,022
171	5201	6683997,454	25487262,367	6683997,431	25487262,371	0,023	-0,004	0,023
3	5201	6684031,802	25487229,032	6684031,780	25487229,036	0,022	-0,004	0,022
17	5201	6684097,737	25487148,243	6684097,714	25487148,247	0,023	-0,004	0,023
16	5201	6684142,039	25487094,102	6684142,015	25487094,106	0,024	-0,004	0,024
3	5201	6684143,772	25487091,688	6684143,749	25487091,692	0,023	-0,004	0,023
1	5201	6684185,081	25487020,811	6684185,056	25487020,816	0,025	-0,005	0,025
2	5201	6684194,383	25487030,177	6684194,358	25487030,181	0,025	-0,004	0,025
8	5201	6684230,729	25487010,963	6684230,704	25487010,967	0,025	-0,004	0,025
1	5201	6684242,794	25487007,974	6684242,772	25487007,980	0,022	-0,006	0,023
17	5201	6684315,047	25486991,137	6684315,022	25486991,141	0,025	-0,004	0,025
4	5201	6684315,865	25486991,184	6684315,840	25486991,188	0,025	-0,004	0,025
22	5203	6686196,545	25487228,593	6686196,523	25487228,590	0,022	0,003	0,022
6	5201	6686771,542	25487299,202	6686771,520	25487299,198	0,022	0,004	0,022
34	5201	6687104,384	25487340,257	6687104,361	25487340,251	0,023	0,006	0,024
38	5201	6687153,842	25487346,358	6687153,820	25487346,351	0,022	0,007	0,023
44	5201	6687170,823	25487348,500	6687170,801	25487348,494	0,022	0,006	0,023
48	5201	6687227,482	25487355,601	6687227,460	25487355,595	0,022	0,006	0,023
49	5201	6687265,250	25487360,292	6687265,229	25487360,285	0,021	0,007	0,022
52	5201	6687298,414	25487364,511	6687298,393	25487364,504	0,021	0,007	0,022
53	5201	6687305,985	25487365,499	6687305,964	25487365,493	0,021	0,006	0,022
43	5201	6687331,455	25487368,788	6687331,434	25487368,782	0,021	0,006	0,022
176	5201	6687334,923	25487369,255	6687334,902	25487369,249	0,021	0,006	0,022
49	5201	6687356,350	25487372,081	6687356,329	25487372,074	0,021	0,007	0,022
75	5201	6687360,394	25487372,531	6687360,373	25487372,525	0,021	0,006	0,022
76	5201	6687395,086	25487376,737	6687395,065	25487376,730	0,021	0,007	0,022
18	5201	6687433,520	25487381,710	6687433,517	25487381,728	0,003	-0,018	0,018
34	5201	6687451,315	25487377,044	6687451,311	25487377,062	0,004	-0,018	0,018
31	5201	6687536,373	25487356,860	6687536,370	25487356,878	0,003	-0,018	0,018
30	5209	6687579,485	25487348,002	6687579,463	25487347,994	0,022	0,008	0,023
26	5209	6687617,356	25487340,581	6687617,335	25487340,574	0,021	0,007	0,022
1	5201	6687639,295	25487336,134	6687639,291	25487336,152	0,004	-0,018	0,018
25	5209	6687659,855	25487331,972	6687659,851	25487331,990	0,004	-0,018	0,018
24	5201	6687710,715	25487321,705	6687710,694	25487321,697	0,021	0,008	0,022
71	5201	6688112,486	25487240,561	6688112,464	25487240,553	0,022	0,008	0,023
2	5201	6688509,964	25487158,743	6688509,941	25487158,733	0,023	0,010	0,025
3	5201	6688724,253	25487114,809	6688724,229	25487114,799	0,024	0,010	0,026
1	5201	6689256,913	25487005,395	6689256,888	25487005,383	0,025	0,012	0,028
23	5201	6689801,984	25486899,652	6689801,959	25486899,638	0,025	0,014	0,029
20	5201	6689872,954	25486884,851	6689872,928	25486884,838	0,026	0,013	0,029
22	5201	6689996,496	25486859,442	6689996,470	25486859,428	0,026	0,014	0,030
9	5201	6690006,092	25485977,941	6690006,058	25485977,930	0,034	0,011	0,036
2	5201	6690076,004	25486843,299	6690075,977	25486843,286	0,027	0,013	0,030
2	5201	6690089,860	25486180,094	6690089,828	25486180,082	0,032	0,012	0,034
15	5201	6690136,970	25485991,524	6690136,936	25485991,512	0,034	0,012	0,036
51	5210	6690163,085	25486353,024	6690163,054	25486353,012	0,031	0,012	0,033
72	5201	6690237,397	25486531,070	6690237,368	25486531,058	0,029	0,012	0,031

39	5201	6690268,893	25486605,168	6690268,865	25486605,156	0,028	0,012	0,030
26	5201	6690288,952	25486801,230	6690288,925	25486801,215	0,027	0,015	0,031
1	5201	6690348,667	25486790,979	6690348,644	25486790,967	0,023	0,012	0,026
7	5202	6690367,544	25486012,106	6690367,510	25486012,094	0,034	0,012	0,036
150	5201	6690473,102	25486019,522	6690473,069	25486019,510	0,033	0,012	0,035
27	5201	6690517,392	25486024,218	6690517,359	25486024,206	0,033	0,012	0,035
3	5202	6690610,368	25486033,526	6690610,335	25486033,514	0,033	0,012	0,035
3	5201	6690751,044	25486043,734	6690751,011	25486043,721	0,033	0,013	0,035
2	5201	6690892,799	25486051,778	6690892,766	25486051,764	0,033	0,014	0,036
23	5201	6690952,238	25486055,024	6690952,206	25486055,010	0,032	0,014	0,035
115	5210	6691005,770	25486058,450	6691005,737	25486058,435	0,033	0,015	0,036
20	5201	6691144,435	25486070,723	6691144,401	25486070,709	0,034	0,014	0,037
1	5201	6691256,879	25486079,705	6691256,846	25486079,691	0,033	0,014	0,036
19	5201	6691364,749	25486088,943	6691364,716	25486088,928	0,033	0,015	0,036
71	5201	6691464,235	25486096,895	6691464,206	25486096,882	0,029	0,013	0,032
21	5201	6691470,235	25486097,339	6691470,206	25486097,326	0,029	0,013	0,032
79	5201	6691739,631	25486119,291	6691739,598	25486119,275	0,033	0,016	0,037
109	5201	6691758,862	25486120,318	6691758,830	25486120,302	0,032	0,016	0,036
9	5210	6691873,205	25486130,253	6691873,173	25486130,237	0,032	0,016	0,036
17	5202	6691982,937	25486139,260	6691982,905	25486139,244	0,032	0,016	0,036
13	5210	6692070,641	25486146,430	6692070,608	25486146,413	0,033	0,017	0,037
5	5201	6692098,225	25486148,407	6692098,192	25486148,390	0,033	0,017	0,037
8	5212	6692179,032	25486154,853	6692179,000	25486154,835	0,032	0,018	0,037

	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,007	-0,035	0,001
Maksimi	0,034	0,018	0,037
Keskiarvo	0,018	-0,003	0,021
Keskipoikkeama	0,018	0,008	0,021
Keskihajonta	0,009	0,009	0,008



Liite 6. Vertailutaulukko. Vantaan muunnos ja mitattu aineisto.

Vantaan muunnos vs. mitattu								
Pyykki nro:	Tyyppi	Vantaa X ETRS	Vantaa Y ETRS	Mitattu X ETRS	Mitattu Y ETRS	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
76	5201	6681141,273	25488029,896	6681141,319	25488029,832	0,046	-0,064	0,079
19	5202	6681322,726	25487969,488	6681322,683	25487969,405	-0,043	-0,083	0,093
3	5202	6681448,294	25487927,531	6681448,183	25487927,553	-0,111	0,022	0,113
133	5201	6681454,587	25487925,311	6681454,495	25487925,339	-0,092	0,028	0,096
142	5202	6681642,091	25487863,956	6681641,962	25487863,886	-0,129	-0,070	0,147
36	5202	6681655,398	25487859,610	6681655,328	25487859,609	-0,070	-0,001	0,070
144	5202	6681737,343	25487832,561	6681737,249	25487832,535	-0,094	-0,026	0,098
2	5201	6681775,203	25487819,773	6681775,241	25487819,657	0,038	-0,116	0,122
47	5201	6681842,766	25487797,397	6681842,846	25487797,386	0,080	-0,011	0,081
18	5202	6681845,614	25487796,454	6681845,521	25487796,543	-0,093	0,089	0,129
150	5201	6681880,951	25487784,760	6681881,000	25487784,705	0,049	-0,055	0,074
13	5202	6681903,619	25487777,197	6681903,624	25487777,185	0,005	-0,012	0,013
177	5202	6681904,149	25487777,062	6681904,209	25487777,007	0,060	-0,055	0,081
133	5201	6681926,584	25487769,576	6681926,672	25487769,475	0,088	-0,101	0,134
132	5201	6681974,662	25487753,613	6681974,693	25487753,568	0,031	-0,045	0,055
20	5203	6681992,820	25487747,692	6681992,875	25487747,630	0,055	-0,062	0,083
12	5203	6681998,625	25487745,728	6681998,678	25487745,732	0,053	0,004	0,053
197	5206	6682020,999	25487738,373	6682020,968	25487738,365	-0,031	-0,008	0,032
37	5202	6682042,340	25487731,472	6682042,381	25487731,464	0,041	-0,008	0,042
23	5201	6682064,122	25487724,135	6682064,181	25487724,086	0,059	-0,049	0,077
196	5201	6682067,682	25487722,953	6682067,721	25487722,913	0,039	-0,040	0,056
50	5202	6682163,732	25487690,819	6682163,934	25487690,808	0,202	-0,011	0,202
10	5202	6682195,306	25487680,297	6682195,364	25487680,241	0,058	-0,056	0,081
16	5203	6682306,220	25487643,878	6682306,289	25487643,862	0,069	-0,016	0,071
33	5201	6682344,101	25487631,347	6682344,140	25487631,359	0,039	0,012	0,041
1	5202	6682414,450	25487607,647	6682414,430	25487607,660	-0,020	0,013	0,024
222	5202	6682418,578	25487606,252	6682418,540	25487606,229	-0,038	-0,023	0,044
128	5201	6682561,272	25487559,590	6682561,340	25487559,609	0,068	0,019	0,071
10	5201	6682641,992	25487532,467	6682642,047	25487532,435	0,055	-0,032	0,064
107	5201	6682674,158	25487522,084	6682674,154	25487522,034	-0,004	-0,050	0,050
30	5202	6682693,781	25487515,721	6682693,658	25487515,720	-0,123	-0,001	0,123
110	5201	6682713,908	25487509,203	6682713,853	25487509,142	-0,055	-0,061	0,082
20	5202	6682770,735	25487490,529	6682770,773	25487490,484	0,038	-0,045	0,059
34	5202	6682820,189	25487465,178	6682820,218	25487465,093	0,029	-0,085	0,090
116	5202	6682871,660	25487437,999	6682871,666	25487437,982	0,006	-0,017	0,018
10	5202	6683104,277	25487319,941	6683104,053	25487320,003	-0,224	0,062	0,232
7	5202	6683203,063	25487262,279	6683202,999	25487262,536	-0,064	0,257	0,265
6	5201	6683238,147	25487264,561	6683238,099	25487264,635	-0,048	0,074	0,088
5	5201	6683257,927	25487267,447	6683257,893	25487267,511	-0,034	0,064	0,072
4	5201	6683282,551	25487257,317	6683282,542	25487257,373	-0,009	0,056	0,057
2	5201	6683291,221	25487224,556	6683291,203	25487224,597	-0,018	0,041	0,045
3	5201	6683294,589	25487240,703	6683294,625	25487240,748	0,036	0,045	0,058

19	5201	6683307,741	25487217,524	6683307,784	25487217,556	0,043	0,032	0,054
154	5202	6683451,313	25487156,383	6683451,411	25487156,494	0,098	0,111	0,148
18	5202	6683474,475	25487144,938	6683474,503	25487144,981	0,028	0,043	0,051
17	5202	6683488,197	25487155,350	6683488,226	25487155,409	0,029	0,059	0,066
28	5202	6683490,247	25487156,272	6683490,261	25487156,316	0,014	0,044	0,046
26	5202	6683510,449	25487155,623	6683510,453	25487155,673	0,004	0,050	0,050
25	5202	6683519,645	25487154,529	6683519,620	25487154,648	-0,025	0,119	0,122
16	5202	6683539,744	25487158,817	6683539,664	25487158,883	-0,080	0,066	0,104
22	5203	6686196,545	25487228,593	6686196,542	25487228,577	-0,003	-0,016	0,016
6	5203	6686771,542	25487299,202	6686771,471	25487299,141	-0,071	-0,061	0,094
44	5201	6687170,823	25487348,500	6687170,797	25487348,485	-0,026	-0,015	0,030
48	5201	6687227,482	25487355,601	6687227,511	25487355,519	0,029	-0,082	0,087
49	5201	6687265,250	25487360,292	6687265,227	25487360,236	-0,023	-0,056	0,061
52	5203	6687298,414	25487364,511	6687298,449	25487364,453	0,035	-0,058	0,068
53	5203	6687305,985	25487365,499	6687306,027	25487365,457	0,042	-0,042	0,059
43	5201	6687331,455	25487368,788	6687331,506	25487368,938	0,051	0,150	0,158
176	5202	6687334,923	25487369,255	6687334,915	25487369,224	-0,008	-0,031	0,032

	<b>ΔX</b>	<b>ΔY</b>	<b>ΔXY</b>
Minimi	-0,224	-0,116	0,013
Maksimi	0,202	0,257	0,265
Keskiarvo	0,001	-0,002	0,081
Keskipoikkeama	0,053	0,051	0,081
Keskihajonta	0,069	0,067	0,049

## Liite 7. Vertailutaulukko. Espoon muunnos Vantaa–Espoo rajalla.

Espoon muunnos vs. mitattu

Pyykki nro:	Tyyppi	Espoo X ETRS	Espoo Y ETRS	Mitattu X ETRS	Mitattu Y ETRS	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
76	5201	6681141,258	25488029,907	6681141,319	25488029,832	0,061	-0,075	0,097
19	5202	6681322,710	25487969,498	6681322,683	25487969,405	-0,027	-0,093	0,097
3	5202	6681448,277	25487927,540	6681448,183	25487927,553	-0,094	0,013	0,095
133	5201	6681454,571	25487925,320	6681454,495	25487925,339	-0,076	0,019	0,078
142	5202	6681642,074	25487863,966	6681641,962	25487863,886	-0,112	-0,080	0,138
36	5202	6681655,384	25487859,624	6681655,328	25487859,609	-0,056	-0,015	0,058
144	5202	6681737,326	25487832,569	6681737,249	25487832,535	-0,077	-0,034	0,084
2	5201	6681775,186	25487819,782	6681775,241	25487819,657	0,055	-0,125	0,137
47	5201	6681842,749	25487797,406	6681842,846	25487797,386	0,097	-0,020	0,099
18	5202	6681845,597	25487796,463	6681845,521	25487796,543	-0,076	0,080	0,110
150	5201	6681880,933	25487784,769	6681881,000	25487784,705	0,067	-0,064	0,093
13	5201	6681903,602	25487777,206	6681903,624	25487777,185	0,022	-0,021	0,030
177	5201	6681904,132	25487777,071	6681904,209	25487777,007	0,077	-0,064	0,100
133	5201	6681926,566	25487769,585	6681926,672	25487769,475	0,106	-0,110	0,153
132	5201	6681974,644	25487753,622	6681974,693	25487753,568	0,049	-0,054	0,073
20	5203	6681992,802	25487747,701	6681992,875	25487747,630	0,073	-0,071	0,102
12	5203	6681998,608	25487745,737	6681998,678	25487745,732	0,070	-0,005	0,070
197	5203	6682020,984	25487738,384	6682020,968	25487738,365	-0,016	-0,019	0,025
37	5204	6682042,325	25487731,482	6682042,381	25487731,464	0,056	-0,018	0,059
23	5201	6682064,104	25487724,143	6682064,181	25487724,086	0,077	-0,057	0,096
196	5201	6682067,667	25487722,963	6682067,721	25487722,913	0,054	-0,050	0,074
50	5201	6682163,713	25487690,827	6682163,934	25487690,808	0,221	-0,019	0,222
10	5201	6682195,287	25487680,305	6682195,364	25487680,241	0,077	-0,064	0,100
16	5203	6682306,201	25487643,886	6682306,289	25487643,862	0,088	-0,024	0,091
33	5201	6682344,083	25487631,355	6682344,140	25487631,359	0,057	0,004	0,057
1	5202	6682414,431	25487607,654	6682414,430	25487607,660	-0,001	0,006	0,006
222	5202	6682418,559	25487606,259	6682418,540	25487606,229	-0,019	-0,030	0,036
128	5201	6682561,253	25487559,597	6682561,340	25487559,609	0,087	0,012	0,088
10	5202	6682641,972	25487532,474	6682642,047	25487532,435	0,075	-0,039	0,085
107	5202	6682674,142	25487522,094	6682674,154	25487522,034	0,012	-0,060	0,061
30	5202	6682693,766	25487515,733	6682693,658	25487515,720	-0,108	-0,013	0,109
110	5202	6682713,887	25487509,211	6682713,853	25487509,142	-0,034	-0,069	0,077
20	5202	6682770,718	25487490,538	6682770,773	25487490,484	0,055	-0,054	0,077
34	5202	6682820,173	25487465,187	6682820,218	25487465,093	0,045	-0,094	0,104
116	5202	6682871,644	25487438,012	6682871,666	25487437,982	0,022	-0,030	0,037
10	5202	6683104,256	25487319,948	6683104,053	25487320,003	-0,203	0,055	0,210
7	5201	6683203,040	25487262,286	6683202,999	25487262,536	-0,041	0,250	0,253
6	5201	6683238,125	25487264,567	6683238,099	25487264,635	-0,026	0,068	0,073
5	5201	6683257,905	25487267,454	6683257,893	25487267,511	-0,012	0,057	0,058
4	5201	6683282,529	25487257,324	6683282,542	25487257,373	0,013	0,049	0,051
2	5201	6683291,199	25487224,562	6683291,203	25487224,597	0,004	0,035	0,035

3	5201	6683294,566	25487240,709	6683294,625	25487240,748	0,059	0,039	0,071
19	5201	6683307,719	25487217,530	6683307,784	25487217,556	0,065	0,026	0,070
154	5201	6683451,306	25487156,418	6683451,411	25487156,494	0,105	0,076	0,130
18	5202	6683474,452	25487144,944	6683474,503	25487144,981	0,051	0,037	0,063
17	5202	6683488,174	25487155,356	6683488,226	25487155,409	0,052	0,053	0,074
28	5201	6683490,224	25487156,278	6683490,261	25487156,316	0,037	0,038	0,053
26	5202	6683510,426	25487155,629	6683510,453	25487155,673	0,027	0,044	0,052
25	5202	6683519,622	25487154,535	6683519,620	25487154,648	-0,002	0,113	0,113
16	5206	6683539,721	25487158,823	6683539,664	25487158,883	-0,057	0,060	0,083
22	5203	6686196,523	25487228,590	6686196,542	25487228,577	0,019	-0,013	0,023
6	5201	6686771,520	25487299,198	6686771,471	25487299,141	-0,049	-0,057	0,075
44	5201	6687170,801	25487348,494	6687170,797	25487348,485	-0,004	-0,009	0,010
48	5201	6687227,460	25487355,595	6687227,511	25487355,519	0,051	-0,076	0,092
49	5201	6687265,229	25487360,285	6687265,227	25487360,236	-0,002	-0,049	0,049
52	5201	6687298,393	25487364,504	6687298,449	25487364,453	0,056	-0,051	0,076
53	5201	6687305,964	25487365,493	6687306,027	25487365,457	0,063	-0,036	0,073
43	5201	6687331,434	25487368,782	6687331,506	25487368,938	0,072	0,156	0,172
176	5201	6687334,902	25487369,249	6687334,915	25487369,224	0,013	-0,025	0,028

	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta XY$
Minimi	-0,203	-0,125	0,006
Maksimi	0,221	0,250	0,253
Keskiarvo	0,020	-0,008	0,085
Keskipoikkeama	0,057	0,052	0,085
Keskihajonta	0,068	0,066	0,047