

TRIMBLE R12i GNSS-VASTAANOTTIMEN TIP-TEKNOLOGIAN TARKKUUDEN TESTAAMINEN

Leivo Anne-Marjut

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri

Tekijä	Anne-Marjut Leivo	Vuosi	2022
Ohjaaja(t)	Timo Karppinen		
Toimeksiantaja	Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy		
Työn nimi	Trimble R12i GNSS-vastaanottimen TIP-tekniikan tarkkuuden testaaminen		
Sivu- ja liitesivumäärä	21		

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Trimble R12i TIP-tekniikan kaltevuuskompensaation korjaustarkkuutta eri mittaustilanteissa. Opinnäytetyössäni keskityttiin tarkastelemaan mahdollisia muutoksia X-, Y- ja Z-koordinaateissa, mittaussauvan ollessa eri astekulmissa.

Mittaukset suoritettiin aukealla paikalla ja rakennuksen vierestä, jotta saatiin vertailua myös esteen vaikutuksesta TIP-tekniikan korjaustarkkuuteen. Mittaukset tehtiin Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy kiinteistöllä.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää voiko mittaaja luottaa Trimble R12i GNSS-vastaanottimen korjaustarkkuuteen tarkkuutta vaativissa työtehtävissä. Opinnäytetyöni tuloksia voitiin käyttää hyödyksi Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy:ssä, missä Trimble R12i GNSS-vastaanotin on jokapäiväisessä käytössä.

Mittaukset tehtiin mittaussauvan ollessa neljässä eri asennossa, kohtisuorassa, 15°, 30° ja 50° kaltevuuksilla. Mittaukset suoritettiin toistomittausten menetelmällä ja jokaisessa sauvan asennossa toistomittauksia tehtiin 10 kappaletta.

Mittaustuloksia vertailtiin niin keskiarvallisesti, kuin mittauksessa ilmenneiden minimi ja maksimiarvojen välillä.

Opinnäytetyöni tutkimuksen tulokset olivat erittäin positiiviset. Mittauserot aukealla paikalla olivat yllättävän pienet ja rakennusten vieressä tehdyt mittaukset eivät poikenneet huomattavasti keskiarvallisesti vertailtuna.

Mittaustulokset osoittivat, että Trimble R12i GNSS-vastaanottimen kaltevuuskompensaation korjaustarkkuus oli erittäin hyvä ja paikkaansa pitävä. Vielä kuitenkin huomattavaa tarkkuutta vaativissa mittauksissa, kuten rakennusmittauksissa takymetrin avulla päästään tarkkoihin mittauksiin.

Avainsanat

Trimble R12i, kaltevuuskompensaatio, korjaustarkkuus

Degree Programme in Land Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Anne-Marjut Leivo	Year	2022
Supervisor	Timo Karppinen		
Commissioned by	Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy		
Subject of thesis	The accuracy of Trimble R12i TIP-technology		
Number of pages	21		

The aim of this thesis study was to investigate the accuracy of Trimble R12i GNSS-receivers TIP tilt compensation, which the manufacturer has promised to work in difficult circumstances. The aim was to examine if there could be changes in the x-, y- and z-coordinates when a measuring rod is at different angles.

The coordinate differences were investigated in an open place and next to an obstacle. Measurements were made in four different position the measure rod being in perpendicular, in 15°, 30° and 50° angles. The measuring results were investigated in average and the differences between the minimum and the maximum values were observed.

The measure results were compared with the technical information provided by the equipment manufacturer and the results were positive. The information that the equipment manufacturer provides about the Trimble R12i GNSS-receiver TIP tilt compensation proved to be correct. The measurement differences at different degree angles were surprisingly small, both on average and between the values of minimum and maximum.

Key words

Trimble R12i, the accuracy of tilt compensation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	GNSS-MITTAUS	7
2.1	GNSS-järjestelmä	7
2.2	GNSS-järjestelmän toimintaperiaate	7
3	TRIMBLE R12I TIP-TEKNOLOGIA	8
3.1	Kuvaus.....	8
3.2	Tarkkuus.....	9
4	TIP-TEKNOLOGIAN TESTAUS.....	11
4.1	Työn tarkoitus.....	11
4.2	Kalusto.....	11
4.3	Mittauskohteet.....	12
4.4	Mittaus asetukset	14
5	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	15
5.1	Aukealla paikalla suoritettut mittaukset	15
5.2	Rakennuksien vieressä suoritettut mittaukset.....	16
5.3	Trimble R12i GNSS-vastaanottimen toiminnan arviointi	18
6	POHDINTA	20
	LÄHTEET	21

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

IMU Inertial measurement unit

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on testata Trimble R12i vastaanottimen kaltevuuskompensaation korjaustarkkuutta eri mittaustilanteissa. Mikäli GNSS-laitteen mittaussauva on vinossa, kaltevuuskompensaatio korjaa automaattisesti mittaustulosta. Jokaisella mittaussauvan kaltevuusasteella on oma korjaustarkkuutensa, mikä vaikuttaa mitatun pisteen koordinaatteihin. Kaltevuuskompensaation tarkoituksena on helpottaa ja nopeuttaa mittaajan työskentelyä työkohteissa.

Opinnäytetyössäni keskitytään tarkastelemaan mahdollisia muutoksia X-, Y- ja Z-koordinaateissa. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää mittausten tarkkuutta kompensatiojärjestelmällä eri astekulmissa ja vertailla tuloksia ns. normaalilla tavalla suoritettuihin mittauksiin. Lisäksi tutkitaan, onko seinämän aiheuttamalla satelliittiyhteyksien heikkenemisellä vaikutuksia kompensatiojärjestelmän korjaustarkkuuteen. Mittauksissa ei oteta huomioon satelliittigeometrian ja satelliittien määrän vaikutuksia mittaustarkkuuteen.

Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää työpaikallani Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy:ssä, jossa Trimble R12i GNSS-vastaanotin on jokapäiväisessä käytössä.

Tuloksista pyritään päättämään voiko mittaaja luottaa kaltevuuskompensaation korjaustarkkuuteen tarkkuutta vaativissa mittaustilanteissa. Lisäksi tutkimuksen tarkoituksena on selvittää laitevalmistajan ilmoittamien tarkkuustoleranssien paikkaansa pitävyys (Geotrim Oy 2021b).

2 GNSS-MITTAUS

2.1 GNSS-järjestelmä

GNSS eli Global Navigation Satellite System, perustuu eri valtioiden ylläpitämiin paikannussatelliitti järjestelmiin. Alun perin GNSS-järjestelmät kehitettiin poliittisiin ja sotilaallisiin tarkoituksiin. Suurimpia satelliittipaikannusjärjestelmiä ovat Venäläinen Glonass-järjestelmä, Euroopan Unionin kehittämä Galileo-järjestelmä ja Yhdysvaltojen GPS-järjestelmä. (Laurila 2012, 289–291)

2.2 GNSS-järjestelmän toimintaperiaate

Satelliittipaikannuksessa GNSS-vastaanotin vastaanottaa paikannussatelliittien lähettämiä signaaleita. GNSS-vastaanotin tarvitsee yhteyden vähintään kolmeen eri satelliittiin, jotta koordinaatit voidaan laskea. Satelliittipaikannus perustuu etäisyydenmittaamiseen satelliittien ja vastaanottimen välillä. (Laurila 2012, 291)

GNSS-vastaanottimen ja paikannussatelliittien välinen etäisyyden mittaus tapahtuu satelliitin lähettämän aikasignaalin avulla. Satelliitin signaali sisältää lähetysaikatiedon, minkä vastaanotin havaitsee. GNSS-vastaanotin havainnoi signaalin vastaanottoajan, ja signaalin lähetys- ja vastaanottoaikojen erotus kerrottuna valonnopeudella, mikä muuntuu etäisyyden mittaukseksi. Tämän menetelmän avulla GNSS-vastaanotin laskee itselleen tarkan sijainnin. (Maanmittauslaitos 2022)

3 TRIMBLE R12I TIP-TEKNOLOGIA

3.1 Kuvaus

Trimble R12i on uudella TIP-tekniikalla (Trimble Inertial Platform) varustettu GNSS-vastaanotin, jonka avulla helpotetaan mittausmaahan työtä hankalissakin olosuhteissa (Geotrim 2021b). Trimble Inertial Platform-tekniikan kerrotaan olevan helppokäyttöinen ja aikaansa edellä ammattipiireissä.

TIP-tekniikka perustuu IMU:n kalibrointitekniikkaan, jonka avulla mittausmaahan ei tarvitse huolehtia, että mittausmaahan on aina kohtisuorassa, jokaisella mittauskerralla. Tämän on tarkoitus nopeuttaa ja helpottaa mittausmaahan työtä, koska hän ei tarvitse tarkistaa koko ajan, että mittausmaahan sijaitseva tasauskupla kertoo maahan olevan täysin suorassa. Kalibrointitekniikan avulla mittausmaahan voi laitevalmistajan mukaan saada tarkkoja mittausmaahan hankalissakin olosuhteissa, kuten metsässä tai rakennusten vieressä. (Geotrim 2021a)

Trimble R12i GNSS-vastaanotin on kalibrointi vapaa ja sen avulla voidaan olla immuuni erilaisille magneettisille häiriöille, jonka avulla mittausmaahan voi mitata rakennusten nurkkia ja kohteita hankalissakin metsässä. (Geotrim Oy 2021a) Vanhemmat GNSS-vastaanottimet reagoivat herkästi, jos mittausmaahan vieressä on korkeita rakenteita ja tämä vaikuttaa heti huomattavasti mittausmaahan tarkkuuteen.

Trimble R12i-vastaanotin sisältää myös monia erilaisia mittausmaahan tarkkuutta ja mittausmaahan tilanteita helpottavia tekniikoita, kuten Trimble ProPoint GNSS- ja Trimble xFill-tekniikat. Trimble ProPoint GNSS-tekniikka mahdollistaa mittausmaahan tulosten paikkaansa pitävyyttä, jopa 30 % haastavissa olosuhteissa ja Trimble xFill-tekniikka lupaa katkeamattoman RTK-korjauksen, jos internetiyhteys katkeaa, joko RTK-tukiasemalta tai VRS-verkosta. (Geotrim 2021a)

Lisäksi uusi R12i GNSS-vastaanotin sisältää CenterPoint RTX-tekniikan, mikä käyttää CenterPoint RTX-korjauksia satelliitteja ja internetiä käyttäen, mikäli mittausmaahan alueella, ei ole VRS-verkkoa tai RTK-tukiasemaa. (Geotrim 2021a)

3.2 Tarkkuus

Trimble R12i GNSS-vastaanottimessa on samat tarkkuudet, kuin Trimble R12 GNSS-vastaanottimessa. Erona on, että R12i, sisältää Trimble Inertial Platform-teknologian. Kummassakin vastaanottimessa mittaustarkkuudet ovat samat, mutta Trimble R12i paikannuslaitteesta löytyy tarkkuudet TIP-teknologialle. (Geotrim Oy 2021b)

Yleisimpiä mittaustarkkuutta kuvaavia suureita ovat tarkkuus, keskiarvo, keskihajonta ja keskihajonnan keskihajonta. Tarkkuudella ei tarkoiteta ihan perinteistä oikeaa mittaustulosta, koska varmuudella ei koskaan tiedetä koordinaattien oikeaa arvoa. Mittaustulosten muuttumisen huomaa aina toistomittauksia tehdessä. Tarkan ja oikean mittausravon puuttuessa, vain mittausvirheen suuruudesta voidaan antaa arvio. Mittausvirheen arvio kuvaakin mittauksen tarkkuutta. (Laurila 2012, 35–36)

Keskiarvolla tarkoitetaan oikean arvon arvioitua suuruutta. Keskiarvo saadaan laskemalla yhteen mittaustulokset ja jakamalla luku havaintomäärällä. Mittaustuloksen keskiarvo on aina luotettavampi, kuin yksittäinen mittaushavainto. (Laurila 2012, 37)

Keskihajonta on toistomittaustuloksien yksittäisen mittaushavainnon tarkkuus. Se kertoo mittaustuloksen satunnaisen virheen suuruudesta 68 % todennäköisyydellä. (Laurila 2012, 37)

Keskiarvon keskihajonnan avulla arvio mittaustuloksen tarkkuudesta 68 % todennäköisyydellä saadaan, kun keskihajonnan tulos lasketaan mittaushavainnon keskiarvona. Keskiarvon keskihajonnan avulla voidaan havainnoida, kuinka mittaustulosta voidaan tarkentaa toistomittauksia tekemällä, mikäli mittaustuloksissa on vain hajanaisia virheitä. (Laurila 2012, 37)

TIP-teknologian tarkkuudeksi teknisissä tiedoissa ilmoitetaan RTK + 5 mm \pm 0,4 mm / ° kallistus (30° asti) (Geotrim Oy 2021b).

Opinnäytetyö tutkimuksieni tuloksia tullaan vertaamaan Trimble R12i GNSS- vastaanottimen teknisiin tietoihin aina 30° kallistukseen asti. 30° suurempia kallistuksia varten ei ole olemassa tuotevalmistajan ilmoittamia tarkkuustoleransseja.

4 TIP-TEKNOLOGIAN TESTAUS

4.1 Työn tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena on testata Trimble R12i GNSS-vastaanottimen kaltevuuskompensaation korjaustarkkuutta mittaustilanteissa. Tutkimuksessa tarkastellaan X, Y- ja Z-koordinaattien mahdollisia muutoksia, mittaussauvan ollessa neljässä eri asennossa, kohtisuorassa, 15°-, 30°- ja 50°-asteen kaltevuukissa.

4.2 Kalusto

Opinnäytetyössä käytetään Trimble TSC5-tallenninta, Trimble R12i GNSS-vastaanottimen kanssa.

Mittaussauvan alustaksi rakennetaan laudan pätkästä tasainen alusta, johon ruuvataan pieni metallinen levy, jossa on pieni aukko, johon mittaussauvan kärki sijoitetaan. Tällöin mittaussauvan kärki, tulee pysymään jokaisella mittauskerralla paikallaan. Lauta tuetaan toiselta puolelta betoni lieriöllä (Kuva 1).

Statiivin avulla mittaussauva saadaan pysymään halutussa kulmassa ja kulmien suuruus varmistetaan kalibroidulla digitaalisella kulmamitalla.

Mittaustuloksia käsitellään tuloksien saamiseksi Excel- ja 3D-Win-ohjelmistoilla. Mittaustuloksista suoritetaan vertailu eri mittausasentojen välillä, niin keskiarvoisesti, kuin mittauksissa ilmenneiden minimi ja maksimi arvojen välillä.



Kuva 1.

4.3 Mittauskohteet

Mittauskokeet tehdään Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy:n kiinteistöllä, kahdessa eri paikassa. Ensimmäiseksi kohteeksi valitaan aukea paikka, jotta Trimble R12i GNSS-vastaanotin, ei saa häiriöitä vieressä sijaitsevista mahdollisista esteistä (Kuva 1).

Toiseksi mittauskohteeksi valitaan paikka, jonka vieressä on seinämää eli ns. esteettä, mikä haittaa GNSS-vastaanottimen ja satelliittien välistä yhteyttä (Kuva 2).

Tämän vertailun avulla voidaan havainnoida, onko ns. esteillä vaikutuksia Trimble R12i kaltevuuskompensaation korjaustarkkuuksiin.



Kuva 2.

4.4 Mittaus asetukset

Mittaukset tehdään käyttäen ETRS-TM35FIN-koordinaattijärjestelmää ja korkeusjärjestelmäksi valitaan N2000.

Mittaustilanteen alkaessa mittausasetuksista muutetaan mittausajaksi 5 sekuntia ja toistoiksi asetetaan 5. Mittaus suoritetaan toistomittauksia käyttäen. Jokaisessa mittaussauvan asennossa toistomittauksia tehdään 10 kappaletta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Aukealla paikalla suoritettut mittaukset

Aukealle paikalla suoritettut mittaukset sujuivat ongelmitta (Kuva 3). Mittauksien aikana tarkkailtiin mittauksen aikana tallentimessa havaittavia vaaka- ja korkeustoleransseja. Arvot pysyivät mittausien ajan yllättävän hyvinä, jopa 50° asennossa.

Mittaukset suoritettiin mittaussauvan ollessa kohtisuorassa ja 15°-, 30°- 50° kulmissa. Jokaisesta asennosta suoritettiin kymmenen toistomittausta vertailuarvojen saamiseksi.



Kuva 3.

Jokaiselle mittaussauvan asennon koordinaateille laskettiin oma keskiarvo. 15°, 30° ja 50° koordinaatteja verrattiin kohtisuorassa tehtyihin mittauksiin ja tulokset yllättivät positiivisesti (Taulukko 1).

Taulukko 1. Eri mittausasentojen koordinaattierot kohtisuoraan mitattuun pisteeseen keskiarvallisesti aukealla

Mittauskulma	X	Y	Z
15 °	-26 mm	23 mm	-4 mm
30 °	-16 mm	12 mm	34 mm
50°	-21 mm	30 mm	-25 mm

Keskiarvolaskennalla saatujen tuloksien mittauserot eivät olleet suuria, ei edes 50° mittauksissa. Koordinaattien erot pysyivät mittauskulmasta riippumatta 4–34 mm rajoissa. TIP-tekniikka toimii aukeilla paikoilla hyvin.

Mittauksien tuloksia tarkasteltiin, myös vertailemalla mittauksissa saavutettujen koordinaattien minimi ja maksimi eroja. X- ja Y-koordinaattien minimi ja maksimi luvun erotus oli kummassakin n. 4 cm. Minimi ja maksimi tuloksia vertailemalla, pystyi havainnoimaan, että suurimmat mittauserot tapahtuivat Z-koordinaatissa. Minimi ja maksimi arvojen välinen ero oli 91 mm.

5.2 Rakennuksien vieressä suoritettut mittaukset

Mittauskohteeksi, joka tulisi aiheuttamaan haluttua häiriötä satelliittiyhteyteen valikoitui nurkkaus, jonka vieressä sijaitsi 2,5 m korkea merikontti ja n. 4 m korkea ulkorakennus (Kuva 4).

Heti mittauksien alkuvaiheessa pystyi havainnoimaan, että satelliittipaikantimen antamat tarkkuustoleranssit olivat huonommat, kuin aukealla paikalla suoritetuissa mittauksissa. Tämän avulla pystyi jo ennakoimaan heikompia mittaustuloksia ja suurempia eroja koordinaateissa.



Kuva 4.

Jokaiselle mittaussauvan asennon koordinaateille laskettiin oma keskiarvo. 15° , 30° ja 50° koordinaatteja verrattiin kohtisuorassa tehtyihin mittauksiin nurkkauksessa. Mittauksissa saadut koordinaatti erot, olivat jo paljon suuremmat (Taulukko 2). Koordinaatti erot eivät tulleet yllätyksenä, koska mittauksien ajan seurattiin aktiivisesti tarkkuustoleransseja TRC5-tallentimen avulla. Mittauserot pysyivät kuitenkin n. 8–16,5 senttimetreissä.

Taulukko 2. Eri mittausasentojen koordinaattierot kohtisuoraan mitattuun pisteeseen keskiarvallisesti nurkkauksessa

Mittauskulma	X	Y	Z
15°	-99 mm	78 mm	121 mm
30°	-115 mm	92 mm	118 mm
50°	-164 mm	90 mm	102 mm

Nurkassa suoritettujen mittauksien tuloksia tarkasteltiin, myös vertailemalla mitauksissa saavutettujen koordinaattien minimi ja maksimi eroja. Mittauksien erot olivat hajanaisemmat. X-koordinaatilla ero oli 180 mm, Y-koordinaatilla 98 mm ja Z-koordinaattien minimi ja maksimi arvon välinen ero oli 139 mm.

Tuloksia tarkastellessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon GNSS-vastaanottimen lähtökohdat kohtisuorassa mittauksessa. Mittaussauvan ollessa täysin suorassa rakennuksien vieressä, laitteella on kaikista huonoimmat satelliittiyhteydet, koska seinärakenteet häiritsevät yhteyksiä. GNSS-vastaanotinta kallistettaessa yhteydet satelliitteihin paranevat, kuten laitevalmistaja markkinoi (Geotrim Oy 2021a). Trimble R12i GNSS-vastaanotin on kehitelty antamaan suhteellisen tarkkoja mitaustuloksia rakenteiden vieressä kaltevuuskompensaatiojärjestelmän avulla, kojeen ollessa kallistettuna, joten mitaustuloksia ei suoraan voi verrata kohtisuorassa tehtyihin mittauksiin.

5.3 Trimble R12i GNSS-vastaanottimen toiminnan arviointi

Inertial ominaisuudella varusteltu Trimblen GNSS-vastaanotin toimi omasta mielestäni erinomaisesti, verrattuna vanhempiin GNSS-vastaanottimiin. Uuden tekniikan avulla mittaaja pääsee hyviin mitaustuloksiin ja mittaajan työ nopeutuu huomattavasti, koska hänen ei enää tarvitse vahtia niin tarkkaan onko mittaus-sauva suorassa.

Tutkimuksen toisessa osiossa, eli esteen vieressä mittaamisessa tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon uusi TIP-tekniikka on kehittänyt hankalissa olosuhteissa työskentelyä. Vanhemmat GNSS-vastaanottimet kadottivat helposti satelliittiyhteyden korkeiden rakennelmien tai puuston vierellä.

Trimble R12i TIP-tekniikan avulla ns. esteiden vieressä mittaaminen on helpottunut, kuten laitevalmista markkinoi. Tuloksetkin ovat yllättävän hyviä, verrattuna vanhempiin GNSS-vastaanottimiin. Omasta kokemuksestani mittaustulokset saattoivat pahimmillaan olla metrinkin pielessä, jos mittaus tapahtui hankalissa olosuhteissa tai mittaussauvan ollessa liian kallellaan.

Mittaustuloksista voidaan päätellä, että laitevalmistajan ilmoittamat tarkkuustoleranssit ovat paikkaansa pitäviä.

6 POHDINTA

Mittaustilanteiden suunnittelu ja valmistaminen sujuivat hyvin, vaikkakin suunnitelmat muuttuivat monesti. Tutkimukseen tehdyt mittaukset tapahtuivat nopeasti ja tuloksia pääsi heti tutkimaan tarkemmin.

Opinnäytetyöni tulokset olivat positiivisesti yllättäviä, koska en ollut aikaisemmin päässyt tutustumaan uuteen Trimble R12i GNSS-vastaanottimen tarjoamiin mahdollisuuksiin.

Mittaustuloksia vertaillessani, tulin siihen päätökseen, että uusi TIP-teknologia tulee helpottamaan ja nopeuttamaan monen mittaajan työtä mittauskohdeissa. Tekniikan kehittyessä näin nopeaa vauhtia, voisi jokin päivä kuvitella, että mitaustarkkuuksissa päästään GNSS-mittauksissa takymetrimittauksien tasolle.

LÄHTEET

Geotrim Oy 2021a. Trimble R12i esite. https://geotrim.sharepoint.com/sites/markkinointiaineistot/Tiedostot/022516-533-FIN_Trimble_R12i_GNSS_System_A4_Sales_Sheet_0920_LRsec.pdf?ga=1

Geotrim Oy 2021b. Trimble R12i tekniset tiedot. https://geotrim.sharepoint.com/sites/markkinointiaineistot/Tiedostot/022516-511A-FIN_Trimble%20R12i%20GNSS%20Receiver_DS_A4_1020_LR.pdf?ga=1

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemen AMK julkaisusarja D nro. 3

Maanmittauslaitos 2022. Satelliittipaikannus. <https://maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/satelliittipaikannus>