

OPINNÄYTETYÖ
Pentti Stenius 2013

**NUMEERISEN KANTAKARTAN LAADUN PA-
RANTAMINEN UUDEN OULUN ALUEELLA**



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

MAANMITTAUSTEKNIikka



ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

Maanmittaustekniikka

Opinnäytetyö

NUMEERISEN KANTAKARTAN LAADUN PARANTAMINEN UUDEN OULUN ALUEELLA

Pentti Stenius

2013

Toimeksiantaja Oulun kaupunki Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut

Ohjaaja Pasi Laurila

Hyväksytty _____ 2013 _____

Tekijä	Pentti Stenius	Vuosi	2013
Toimeksiantaja Työn nimi	Oulun kaupunki, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut Numeerisen kantakartan laadun parantaminen uuden Oulun alueella		
Sivu- ja liitemäärä	51+9		

Oulun kaupunki, Haukiputaan, Kiimingin, Oulunsalon ja Yli-lin kunnat yhdistyvät ja muodostavat vuoden 2013 alussa uuden Oulun kaupungin. Kaikki keskeiset paikkatietoaineistot yhdistettiin vuoden 2011 lopussa samaan tietojärjestelmään uuden Oulun kaupungin toimintaympäristöä varten. Tämän opinnäytetyön aiheena on numeerisen kantakartan laadun parantaminen, joka koskee yhdistettyä numeerista karttaa uuden Oulun alueella.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on numeerisen kantakartan laadullisuuden tutkiminen ja laadun parantamisen periaatteiden soveltaminen siten, että numeerinen kartta vastaa Kaavoitusmittausohjeiden 2003 ja Kaavan pohjakartta 1997 karttakohdemallin vaatimuksia koko uuden Oulun numeerisen kantakartan alueella.

Opinnäytetyö toteutettiin tutkimalla monikuntaliitoksessa mukana olevien kuntien numeerista kartta-aineistoa ja sen tietosisältöä. Työssä on käsitelty koordinaattijärjestelmien yhdenmukaistamisen periaatteita ja toteutusta. Työ käsittää myös Oulun kaupungin alueen taso- ja runkopisteiden tarkkuuksien arviointia.

Työn tuloksena on laadittu toimintamallit ja ehdotukset niistä toimenpiteistä, miten numeerisen alueen kantakartan tietosisältö saadaan vastaamaan lainsäädännöllistä ohjeistusta uuden Oulun alueella. Työ sisältää myös kiinteistöjaotukseen liittyvien rajamerkkien lajimääritysten uudistamisen. Työn tuloksena laadittiin uudiskartoitusohjelma seuraavan neljän vuoden ajalle. Tämä opinnäytetyö työ on toteutettu Oulun kaupungin Yhdyskunta- ja ympäristöpalveluiden toimeksiannosta.

Author	Pentti Stenius	Year	2013
Commissioned by Subject of thesis	Town of Oulu; Urban and Environmental Services Quality Improvement of a Numerical Base Map in the Region of New Oulu		
Number of pages	51+9		

The Town of Oulu, the municipalities of Haukipudas, Kiiminki, Oulunsalo and Yli-li will merge and reconstitute the new town of Oulu at the beginning of the year 2013. All the essential geographic information was connected at the end of the year 2011 to the same geographic information system for the region of the new town of Oulu.

The Bachelor's thesis was commissioned by the Urban and Environmental services of the town of Oulu. The objective of this Bachelor's thesis was to examine and improve the quality of the numerical map which consists of all the joined digital data in the region of the new Oulu. The main objective of the thesis was to adapt the principles of the quality improvement so that the numerical map corresponds to the existing regulations.

The thesis was carried out by researching the numerical map material of the municipalities. The principles of standardizing the geographic coordinates and the elevation coordinates systems were dealt with in this thesis. This thesis also comprised the evaluation of the benchmarks in the town of Oulu.

As a result operational models and proposals of the necessary measures were drawn up to achieve the objectives. The thesis also contains the reforming of the definitions of the boundary marks related to the real estate. The aerial map revision plans were drawn up for the time of the four following years as a result of the thesis.

Key words: coordinate system, quality, numerical map, map revision

Sisältö

1. JOHDANTO	3
2. TASOKOORDINAATTIJÄRJESTELMÄT	4
2.1 Keskimeridiaani.....	4
2.2 ETRS-GK26 käyttöönotto Oulun kaupungin alueella v.2009.....	5
2.3 Pääluokan pisteiden lajiluokitus	5
2.4 ETRS-GK26 käyttöönoton laajennus v. 2011	7
2.5 Pääluokan runkopisteiden tarkistusmittaukset	8
2.6 Käyttökiintopisteet	9
3. KORKEUSJÄRJESTELMÄT	13
3.1 Lähtötilanne.....	13
3.2 NN- alue	13
3.3 Mittausmenetelmät.....	14
3.3 Tarkkuusvaatimukset ja aineiston analysointi	14
3.4 Sulkuvirhetarkastelu	15
3.5 Korkeuden NN- muunnosparametri.....	16
3.6 N60- alueet.....	17
4. NUMEERINEN KANTAKARTTA	19
4.1 Lainsäädännöllinen perusta	19
4.2 Kantakartan laadun merkitys kaupunkisuunnittelussa.....	19
4.3 Paikkatietojen yhdenmukaistaminen	20
4.4 Paikkatietoaineistojen lähtötilanne	20
4.4.1 Haukiputaan lähtötilanne	21
4.4.2 Kiimingin lähtötilanne.....	22
4.4.3 Oulun lähtötilanne.....	22
4.4.4. Oulunsalon lähtötilanne	25
4.4.5 Yli-lin lähtötilanne	26
5. KORKEUSKÄYRÄSTÖ	27
5.1 Korkeuskäyrät	27
5.2 Korkeuskäyrien tuottaminen N2000 järjestelmään	27
5.3 Korkeuskäyrien laadullisuus.....	29
6. RAKENNUSKANTA	32
6.1 Rakennuskannan ajantasaisuus	32
6.2 Rakennuskannan ajantasaistaminen	33
7. RAJAMERKIT	36
7.1 Rajamerkkien ominaisuustiedot	36
7.2 Rajan pisteen lajimääritys	37
7.3 RSK- luku	39
8. NUMEERISEN AINEISTON TUOTTAMINEN	40
8.1 Ilmakuvaukset	40
8.2 Täydennyskartoitukset	40
8.3 Asemakaavan pohjakartan tarkistukset.....	42
8.3 Ortoilmakuvaukset	43
8.4 Runkomittaukset	43
9. UUDISKARTOITUSOHJELMA 2013-2016	46
9.1 Uudiskartoitusprosessi	46
9.2 Ilmakuvauksien toteutus.....	46
10.YHTEENVETO	48
LÄHTEET	50
LIITTEET	51

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1	Keskimeridiaani 26 astetta ja Oulun seutu / TeklaGIS.
Kuvio 2	VRS- mittauksen pistevirheet uuden Oulun alueella.
Kuvio 3	Pistevirheet alueittain.
Kuvio 4	Vaaituksen sulkuvirheitä ja suhteellisia tarkkuuksia/ XPlocal.
Kuvio 5	Pisteiden keskiarvopoikkeamat.
Kuvio 6	Kaupunkisuunnitteluprosessi / toimintajärjestelmä.
Kuvio 7	Internet-karttapalvelu; pisteen 8827 tietoja eri järjestelmissä.
Kuvio 8	NN- käyrät ja maanpinnan korkeuspisteitä / TeklaGIS.
Kuvio 9	N2000-käyrät ja maanpinnan korkeuspisteitä / TeklaGIS.
Kuvio 10	Esimerkki mitatusta profiilista verrattuna käyristä interpoloituun.
Kuvio 11	Esimerkki virheen suhteesta tavoitetarkkuuteen.
Kuvio 12	Sijaintikatselmusprosessi / toimintajärjestelmä.
Kuvio 13	Numeerisesta kartasta puuttuvia rakennuksia.
Kuvio 14	Ajan tasalla olevaa rakennuskantaa /TeklaGIS.
Kuvio 15	Raja- tai runkopistetaulu / TeklaGIS.
Kuvio 16	Asemakaavan pohjakartassa käytettävät rajapistelajit / TeklaGIS.
Kuvio 17	Rajamerkin ominaisuuksien uudelleen määrittäminen.
Kuvio 18	Mittauseriän historiatietoja / TeklaGIS.
Kuvio 19	Runkoverkon rakenne uudella asemakaava-alueella / TeklaGIS.
Kuvio 20	Geodeettisen laitoksen muunnospalvelu.

Kuvio 21 Uudiskartoitusprosessi / toimintajärjestelmä.

TAULUKOT

Taulukko 1	Pääluokkien pisteiden lukumäärät uuden Oulun alueella.
Taulukko 2	Alueellisia tunnuslukuja.
Taulukko 3	Taulukko vaaituksen tunnusluvuista jonoittain.
Taulukko 4	Muunnoksen tunnuslukuja.
Taulukko 5	Korkeusjärjestelmien väliset erot N60 alueilla.
Taulukko 6	Numeerisen aineiston pinta-ala kunnittain.
Taulukko 7	Korkeuskäyrien N2000 lajimääritys.
Taulukko 8	Kantakartan rajan pisteisiin viittaavat lajit.
Taulukko 9	Kantakartan rajan pisteisiin viittaavat uusi lajimääritys.
Taulukko 10	Täydennyskartoitustilaukset.
Taulukko 11	Ilmakuvauksien alueellinen kohdentuminen vuosina 2013- 2016.
Taulukko 12	Ilmakuvausprosessin osatehtävät ja työnjako.

1. JOHDANTO

Oulun seudulla tapahtuu 1.1.2013 kuntaliitos jonka seurauksena yhdistyvät Oulun kaupunki, Haukipudas, Kiiminki, Oulunsalo ja Yli-Ii uudeksi kunnaksi. Näin syntyvä uusi Oulun kaupunki muodostaa pinta-alaltaan 3031 km² kokoisena alueen, josta suurimittakaavaista numeerista kantakarttaa on 38 440 hehtaaria. Eri kuntien paikkatietoaineistot on yhdistetty jo ennalta, jotta uuden kunnan palvelutoiminta voisi jatkua sujuvasti heti varsinaisen kuntaliitoksen vahvistumisen jälkeen.

Uuden Oulun kaupungin toimintaympäristö edellyttää, että keskeiset paikkatietoaineistot ovat yhdenmukaisia ja niiden on oltava käytössä myös samassa taso- ja korkeusjärjestelmässä. Aineistojen on oltava yhtenäisiä ja ne on kuvattava saman lajiluokituksen ja kuvaustekniikan mukaisesti.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään koordinaattijärjestelmien yhtenäistämisen periaatteita ja toteutusta. Työssä tutkitaan numeerisen kantakartan laadullisuuden perustana olevia taso- ja korkeuskiintopisteitä sekä numeerisen kantakartan laatua. Opinnäytetyö käsittelee laadun parantamisen osalta suurimittakaavaisen numeerisen kantakartan aluetta.

Työn päätavoitteena on numeerisen kantakartan laadun parantamisen periaatteiden luominen siten, että suurimittakaavainen numeerinen kantakartta lopputuotteena vastaa voimassa olevien lainsäädännöllisten ohjeistuksien vaatimuksia koko uuden Oulun kaupungin numeerisen kartan alueella. Työn eräs tavoite on myös laatia uudiskartoitusohjelma seuraavaksi neljäksi vuodeksi.

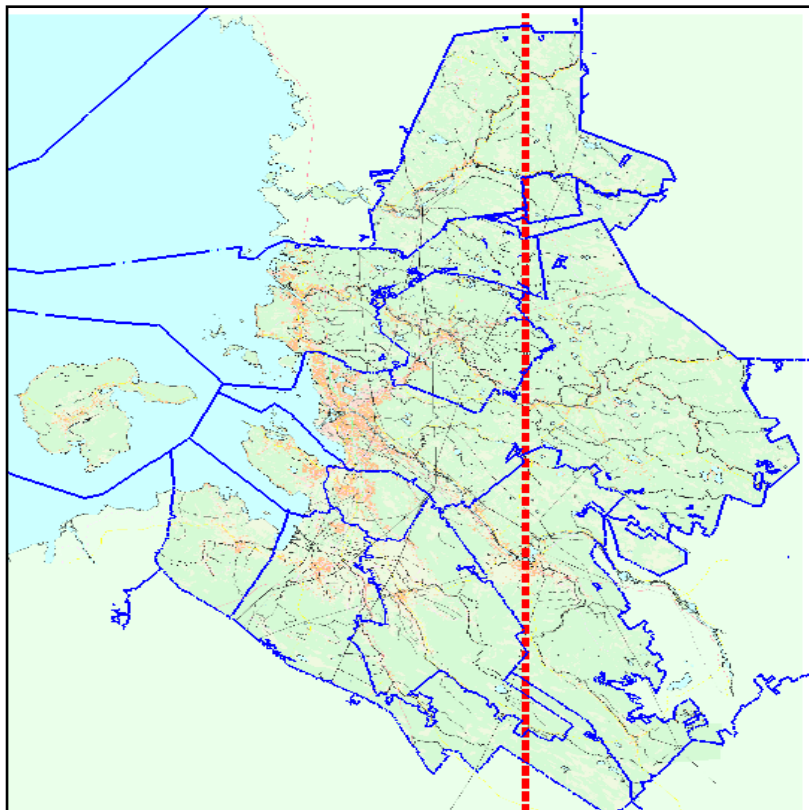
Opinnäytetyön toimeksiantajana on Oulun kaupungin Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut, jossa allekirjoittanut toimii virkasuhteessa kartastoydintiimin vetäjänä. Henkilökohtaiseen toimenkuvaan kuuluvat mm. tiimin tehtävien järjestely ja toimialan kehittäminen.

2. TASOKOORDINAATTIJÄRJESTELMÄT

2.1 Keskimeridiaani

Oulun kaupungissa otettiin käyttöön uusi koordinaattijärjestelmä 9.3.2009. Perusteena käyttöönotolle oli julkisen hallinnon suositukset, joiden mukaisesti koko valtakunnan alueella on tarkoitus ottaa käyttöön EUREF-FIN- koordinaattijärjestelmä.(JHS 163). Eräänä lähtökohtana oli myös Oulun seutukuntien välinen ja valtakunnallinen yhteistyö, joka edellyttää paikkatietojen yhteiskäyttömahdollisuutta.

Valtakunnallisissa kartastotöissä ja paikkatietopalveluissa suositellaan käytettäväksi kansainvälisiin suosituksiin ja UTM- projektioon perustuvaa ETRS-TM35FIN-tasokoordinaatistoa (JHS154). Paikallisissa kartastotöissä suosituksen mukaan voidaan käyttää rinnakkaista Gauss-Grüger-projektiota ETRS-GKn. Oulun seudulla on sovittu käytettäväksi ETRS-GK26- projektiota, jonka keskimeridiaani on 26 astetta itäistä pituutta. Perusteena astevalinnalle oli sen keskeinen maantieteellinen sijainti seutukunnan kuntien suhteen.



Kuvio1. Keskimeridiaani 26 astetta ja Oulun seutu / TeklaGIS

2.2 ETRS-GK26 käyttöönotto Oulun kaupungin alueella v.2009

Vuoden 2006 Oulun pääluokan mittauksen perusteella määritettiin muunnosparametrit silloisen Oulun erillisjärjestelmän ja ETRS-GK26-järjestelmän välille. Mittauksen suoritti Maanmittauslaitos tilaajan mittaussuunnitelman ja työohjelman mukaisesti. Muunnosparametrien laskennan suoritti DI Marko Ollikainen Uudenmaan maanmittaustoimistosta.

Muunnoskertoimien määrittämiseksi Oulun kaupungin pääluokan pisteille määritettiin EUREF-FIN- koordinaatit jälkilaskentaan perustuvan GPS- mittauksien avulla kesällä 2006. Mittaukset suoritettiin kahdessa vaiheessa; ensin suoritettiin ylemmän pääluokan mittaus 5 pisteelle ja tämän jälkeen alemman pääluokan mittaus 25 pisteelle.

Ylemmän luokan mittaus suoritettiin yhtenä havaintojaksona, minkä aikana kaikilla kiinteillä ja laskettavilla pisteillä oli GPS- vastaanottimet. Havaintoaika vaihteli vektoreittain 6-9 tunnin välillä. Lisäksi hyödynnettiin Geodeettisen laitoksen Suomen pysyvän GPS- verkon Oulun tukiaseman dataa. Ylemmän luokan mittaus sidottiin Geodeettisen laitoksen määrittämiin EUREF-FIN-kiintopisteisiin. Pääluokkien pisteiden merkitys on erittäin suuri, koska koko uusi ETRS-GK26-koordinaatisto ja konversiomuunnokset perustuvat näihin pisteisiin. Pisteet ovat toimineet osaltaan perustana myös muiden kuntaliitokseen osallistuvien kuntien koordinaattijärjestelmien muutoksessa.

Vuonna 2007 asetettiin työryhmä, jonka tarkoitus oli valmistella uuden koordinaattijärjestelmän käyttöönotto Oulun kaupungissa ja Ylikiimingin kunnan alueella. Tämän seurauksena laajennettiin Oulun kaupungin pääluokkaa v.2007 27 pisteellä. Vuonna 2008 mitattiin Ylikiimingin kunnan alueella pääverkko, joka muodostui 35 pisteestä. Kaikissa näissä mittauksissa konsulttina maastomittauksien ja laskennan suhteen toimi edelleen Maanmittauslaitos. Mittaussuunnitelmat laati Oulun kaupunki allekirjoittaneen toimesta.

2.3 Pääluokan pisteiden lajiluokitus

Pääluokan mittauksen jälkeen suoritettiin runkopisteiden lajiluokitus. Lajiluokituksen periaatteena oli se, että uuden Oulun 1.luokan muodostavat ne

kiinteät pisteet, joita on käytetty ylemmän pääluokan mittauksen lähtöpisteinä.

Ylempi pääluokka muodostuu 2. luokan pisteistä ja alempi pääluokka 3. luokan pisteistä. 4.luokan pisteet muodostuvat Oulun kaupungin alueella v.2007 mitatuista pisteistä sekä Ylikiimingin 4.lk pisteistä. Kaikki muut Oulun kaupungin ylläpitämät monikulmiopisteet määriteltiin käyttökiintopisteiksi ja niiden lajiluokaksi tuli 5lk.

Oulun kaupungin lajiluokituksen mukaiset luokkien 1-3 pisteet vastaavat KMO 2003 mukaisen tasokiintopisteiden jaottelun Euref-Fin- pisteitä, 4 luokan pisteet vastaavat kunnan peruskiintopisteitä ja 5. luokan pisteet KMO 2003 mukaisia käyttökiintopisteitä.

Pisteet luokiteltiin hierarkkisesti siten, että alempi pistelajiluokka perustuu aina ylempään pistelajiluokkaan. Lajiluokka osoittaa myös suoraan osaltaan tasokiintopisteen tasokoordinaattien laadullisuuden tarkkuutensa suhteen. Kaikille pääluokan pisteille laadittiin uudet pisteselyskortit, joista ilmenee olennaiset tiedot pisteen fyysisestä sijainnista, ominaisuuksista ja sen eri järjestelmien koordinaateista.

Huomioitavaa on, että Oulun kaupungin ETRS-GK26-koordinaatit on ilmoitettu x-koordinaatin suhteen 7 kokonaisluvulla ja y-koordinaatin suhteen 6 kokonaisluvulla. Y-koordinaatista jätettiin kaistanumero pois poiketen nykyisestä JHS 154 suosituksesta.(JHS154). Asiaa päätettäessä ei ollut olemassa vakiintunutta käytäntöä kaistanumeron tai mahdollisen muun kaistanumeron käytöstä. Kaistanumeron lisääminen Y-koordinaattilukemaan tulee ajankohtaiseksi; sen vaikuttavuus tietojärjestelmään on jatkossa selvittävä erillisenä projektina.

Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta on julkaissut JHS 184 ohjeistuksen kiintopistemittauksesta EUREF-FIN- koordinaattijärjestelmässä 5.12.20123.(JHS 184). Ohjeistus on tarkoitettu EUREF-FIN- koordinaattijärjestelmässä kiintopistemittauksia tekeville ja koskee näin myös Oulun kaupunkia. *JHS 184 suosituksen mukaista kiintopisteiden luokittelua on käytettä-*

vä, mikäli kiintopisteet halutaan luokitella virallisesti johonkin EUREF-FIN-luokkaan.(JHS 184). Ohjeistus tullaan huomioimaan jatkossa Oulun kaupungin käytännöissä ja tarkoittaa kiintopisteiden uudelleen luokitusta.

2.4 ETRS-GK26 käyttöönoton laajennus v. 2011

Monikuntaliitoksen toteutumisen varmistuttua aloitettiin välittömästi ETRS-GK26-koordinaatiston laajentamisen valmistelut uuden Oulun kaupungin alueella. Liittyvien kuntien alueella oli ollut käytössä KKJ koordinaatistot; Oulunsalon ja Haukiputaan alueilla 2-kaistassa, Kiimingin ja Yli-lin alueilla 3-kaistassa.

Muunnoskertoimien määrittämisessä käytettiin samoja periaatteita kuin aikaisempien vuosien mittauksissa. Tavoitteena oli mitausten perusteella määrittää alueelliset muunnosparametrit jokaisen neljän kunnan alueelle erikseen. Tämä työ tilattiin Maanmittauslaitokselta, joka organisaationa oli toiminut konsulttina jo aiemmin suoritetuissa pääluokan mittauksissa ja muunnoksien laskennassa. Vuoden 2011 Mittauksen tulokset on tarkistanut ja analysoinut maanmittauslaitoksen puolesta DI Jyrki Puupponen.

Vuosien 2006 ja 2011 välisenä aikana suoritettujen ETRS-GK26 koordinaatistoon liittyvien mitausten aineistot on dokumentoitu ja arkistoitu pysyvästi. Kaikista mittauksista on kattavat laskentaraportit, joista ilmenee mitausten suoritus, havaintojen laskenta, tasoituslaskenta sekä muunnosparametrien määrittäminen sekä niiden analysointi. Tilaajana toimineen Oulun kaupungin edustajana ja tämän opinnäytetyön kirjoittajana roolina oli projektipäällikön ominaisuudessa tarjouspyyntöjen, mitaussuunnitelmien ja työohjelmien laatiminen sekä työn valvonta.

Kartta-aineistojen konvertoinnissa käytetyt muunnokset perustuvat laajoihin useiden vuosien aikana tapahtuneisiin maastomittauksiin. Maastomittausten avulla tuotettiin uuden Oulun alueen päärunkopisteille ETRS-GK26 koordinaatit. Maanmittauslaitoksen käyttäminen konsulttina tässä kansallista erityisosaamista vaatineessa tehtävässä oli perusteltua, koska kyseisestä orga-

nisaatiossa on riittävä laitteistoresurssi, ammattitaito ja tietotekninen valmius tämän erittäin vaativan tehtävän suorittamiseen.

Taulukko 1. Pääluokkien pisteiden lukumäärät uuden Oulun alueella.

Luokka	kpl
1	14
2	26
3	69
4	32

Pääluokkien pisteitä tullaan jatkossa käyttämään uusien runkomittauksien lähtöpisteinä. Uuden koordinaattijärjestelmän käyttöönotolla on luotu luotettava perusta tulevan numeerisen kantakartta-aineiston tuotannolle ja ylläpidolle ja näin sillä on suora yhteys numeerisen aineiston laadunparantamiseen

2.5 Pääluokan runkopisteiden tarkistusmittaukset

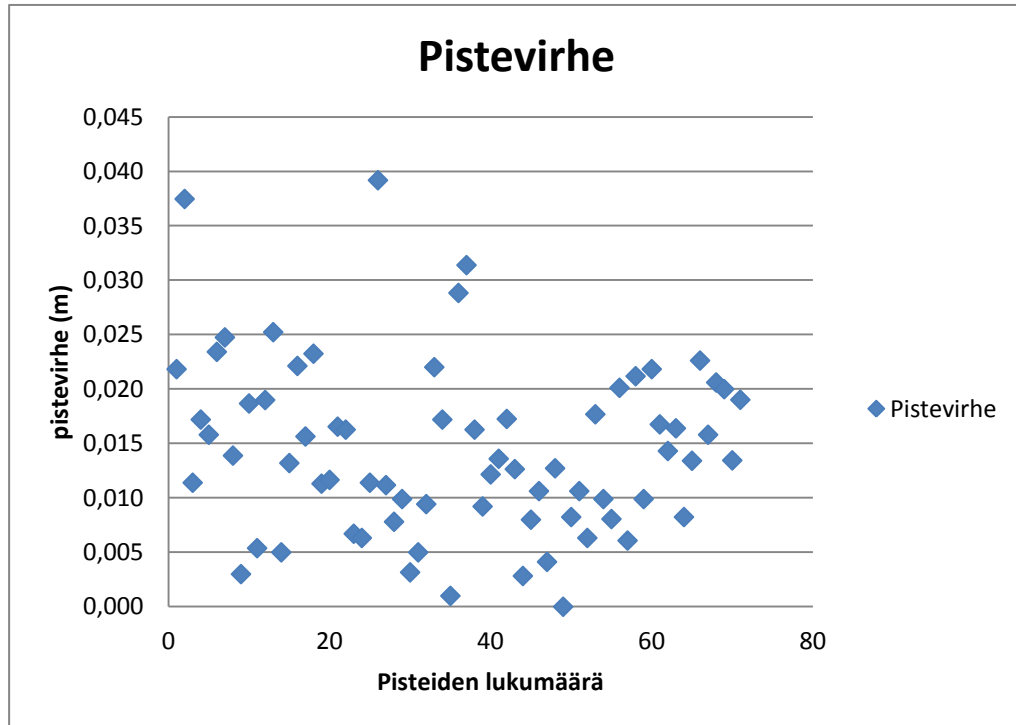
Pääluokan runkopisteiden mittauksen ja laskennan jälkeen suoritettiin tarkistusmittaus. Tutkimusmenetelmä pohjautui GPS-VRS tekniikkaan siten, että mittaukset suoritettiin suoraan uudessa koordinaattijärjestelmässä keskiarvomittausmenetelmällä. Jälkilaskennan avulla tuotettuja koordinaatteja pidettiin oikeina. Samalla haluttiin testata VRS- tekniikan soveltuvuutta käytännön mittauksiin. Jokaisella mitattavalla pisteellä suoritettiin kolme toisistaan riippumatonta alustusta. Mittauksen kohteena oli yhteensä 71 pistettä uuden Oulun alueella.

Koordinaattieroista laskettu pistevirhe on laskettu seuraavasti:

$$w_p = \sqrt{w_x^2 + w_y^2} \quad (\text{kaava 1})$$

missä w_p on pistevirhe, w_x ja w_y ovat koordinaattien mitattuja arvoja vähennettynä koordinaattien oikeilla arvoilla.

Pistevirheiden keskiarvoksi muodostuu 0.014 m ja keskihajonnaksi 0.0079 m. Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että VRS- tekniikan avulla saavutetaan varsin kelvollisia mittaustuloksia oikein toteutettuna.



Kuvio 2. VRS- mittauksen pistevirheet uuden Oulun alueella.

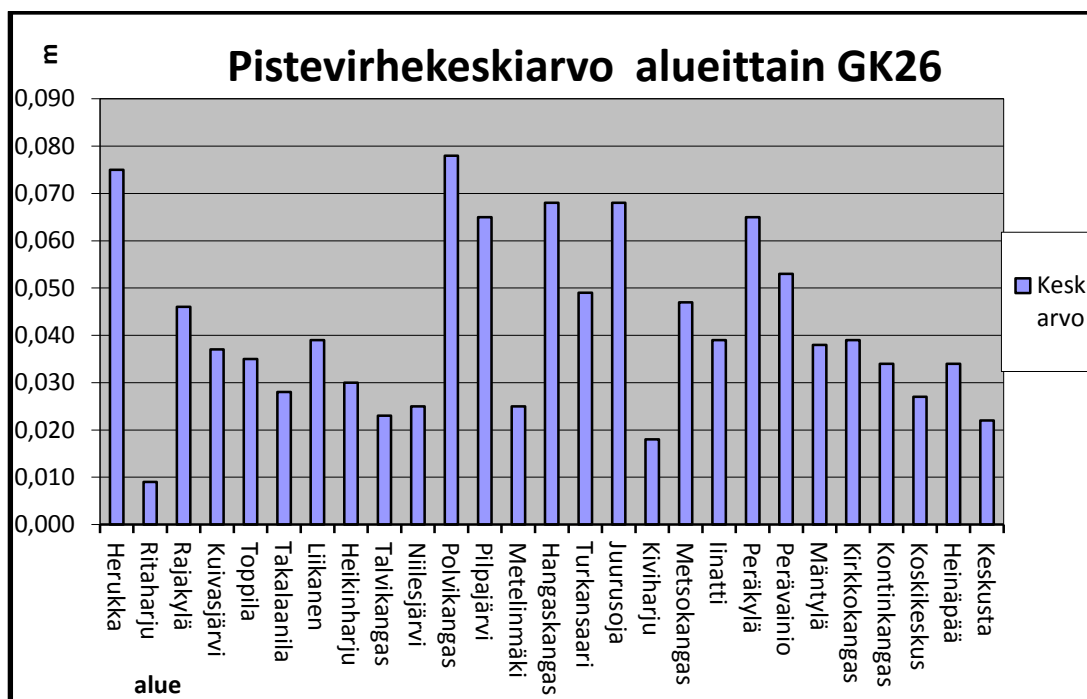
Pistevirheiden tarkastelun perusteella neljän pisteen osalta tarvitaan lisäselvityksiä epätavallisen suureen poikkeamaan verrattuna muuhun aineistoon. Tutkimuksen lopputulos on se, että VRS-tekniikan avulla mitatut koordinaatit ovat yhteensopivia staattiseen mittauksen ja jälkilaskentaan perustuvien koordinaattien kanssa. Otanta kattoi 50% koko pääluokan pisteistä.

2.6 Käyttökiintopisteet

Oulun kaupungin alueella suoritettiin koordinaatistomuutoksen yhteydessä käyttökiintopisteiden osalta laaja tutkimus. Tutkimuksen avulla haluttiin selvittää muunnettujen runkopisteiden sopivuus uuteen koordinaattijärjestelmään sekä myös tutkia alueellisia runkopisteiden välisiä eroja.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin VRS -mittausta samojen periaatteiden mukaisesti kuin pääluokan tarkistusmittauksen yhteydessä. VRS- menetelmän käyttö oli perusteltua, koska se oli jo osoittanut soveltuvuutensa aikaisemmassa kontrollimittauksessa. Toisaalta haluttiin pysyä myös kustannusten osalta kohtuuden rajoissa. Tutkimuksen kohteena oli 417 tasorunkopistettä

27 eri alueella. Mitattavat pisteet valittiin siten, että ne edustivat eri aikakausina ja osin eri menetelmillä mitattuja pisteitä. Mitatuista pisteistä laskettiin alueelliset keskiarvot ja keskihajonnat. Varsinaisen maastomittauksen suoritti Oulun kaupungin mittaussyksikkö. Mittaussuunnitelman laati ja tulokset analysoi allekirjoittanut.



Kuvio 3. Pistevirheet alueittain.

Taulukko 2. Alueellisia tunnuslukuja.

Alue	Keskiarvo	Hajonta	Pisteet/kpl
Herukka	0,075	0,027	20
Ritaharju	0,009	0,008	17
Rajakylä	0,046	0,024	22
Kuivasjärvi	0,037	0,014	18
Toppila	0,035	0,014	20
Takalaanila	0,028	0,016	18
Liikanen	0,039	0,021	11
Heikinharju	0,030	0,011	10
Talvikangas	0,023	0,015	9
Niilesjärvi	0,025	0,023	12
Polvikangas	0,078	0,048	5
Pilpajärvi	0,065	0,078	8
Metelinmäki	0,025	0,014	10
Hangaskangas	0,068	0,049	9
Turkansaari	0,049	0,024	8
Juurusoja	0,068	0,026	13
Kiviharju	0,018	0,018	11
Metsokangas	0,047	0,023	12
Iinatti	0,039	0,015	20
Peräkylä	0,065	0,057	5
Perävainio	0,053	0,047	18
Mäntylä	0,038	0,014	21
Kirkkokangas	0,039	0,036	28
Kontinkangas	0,034	0,022	34
Koskikeskus	0,027	0,025	20
Heinäpää	0,034	0,017	25
Keskusta	0,022	0,010	13

Taulukossa 2 korostetut alueet kuvaavat asemakaavoitettuja alueita. Tulosten perusteella voidaan todeta, että asemakaavoitetulla alueella pistevirheen keskiarvot vaihtelevat 0,009 m ja 0.075 metrin välillä. Herukan alueen pisteet vaativat lisäselvityksiä poikkeavuutensa vuoksi. Tuloksista on myös havaittavissa se, että ne alueet joilla on suoritettu runkomittauksia viimeisen kymmenen vuoden aikana sopivat tunnuslukujensa perusteella varsin hyvin uuteen koordinaattijärjestelmään. Tällaisia alueita ovat Keskusta, Kiviharju, Talvikangas, Takalaanila ja Ritaharju. Runkomittausmenetelmien kehittymisen vaikutus on ilmeinen. Graafinen esitys alueista on esitetty liitteessä 1.

Kyseinen käyttökiintopisteiden selvitys koskee tällä hetkellä vain vanhan Oulun aluetta. Vastaavanlainen selvitystyö on toteutettava myös muiden nyt kuntaliitokseen osallistuvien kuntien osalta. Selvityksien perusteella voidaan arvioida käyttökiintopisteiden tarkkuutta ja kohdentaa tulevat runkomittaukset

sinne missä niille on todellista tarvetta. Oulun alueella Herukan runkopisteet tullaan mittaamaan ja tasoittamaan uudelleen.

3. KORKEUSJÄRJESTELMÄT

3.1 Lähtötilanne

Oulun kaupungissa on käytössä NN- korkeusjärjestelmä. Kaikkien muiden kuntaliitoksessa mukana olevien korkeusjärjestelmänä on yleisemmin käytetty N60-korkeusjärjestelmä. Lisäksi jo Ouluun liittyneen entisen Ylikiimingin kunnan alueella on käytössä N60-järjestelmä.

Syntyneen kuntaliitoksen takia korkeusjärjestelmä on uudistettava perusteellisesti kaikkien liitoksessa mukana olevien kuntien osalta. Uuden Oulun korkeusjärjestelmä tulee olemaan N2000, JHS 163 suosituksen mukaisesti. (JHS 163)

Uudessa Oulussa otetaan käyttöön N2000-korkeusjärjestelmä 10.12.2012. Tämän seurauksena myös numeerisen kankartan tuotannossa ja ylläpidossa siirrytään käyttämään uutta järjestelmää. Määriteltäessä korkeusjärjestelmien välisiä eroja kiinnitettiin huomiota korkeuskiintopisteiden laadullisuuteen nimenomaan alueellisen vaihtelun näkökulmasta. Numeerisen kartan laadun parantamisessa korkeudella on oma tärkeä merkityksensä.

3.2 NN- alue

Oulun kaupungin asemakaava-alue on aina ollut ongelmallinen korkeuskiintopisteiden rakentamisen suhteen. Korkeuskiintopisteet on tyypillisesti rakennettu siltoihin, liikkumattomiin maakiviin ja rakennusten kivijalkoihin. Kalliopeustaisia pisteitä ei ole voitu rakentaa, koska kalliota ei yksinkertaisesti ole maanpinnalla näkyvissä. Tämä olemassa olevien korkeuskiintopisteiden perustamistapa toi oman haasteellisuutensa järjestelmien välisen eron selvittämiseen. Lisäksi lähtöpisteiden sijainti asetti vaaituslinjojen suunnittelulle omat vaatimuksensa.

NN- alueen korkeusjärjestelmän muunnosparametri määritettiin Oulun kaupungin omana työnä. Mittaussuunnitelmista ja korkeusverkkojen tasoituslaskennasta vastasi allekirjoittanut. Käytännön tarkkavaaitustyön suoritti Oulun kaupungin oma mittausyksikkö.

Kun kyseessä on kahden eri korkeusjärjestelmien välisen eron tutkiminen, asiaan liittyy N2000 lähtöpisteiden selvittäminen ja niiden dokumentointi sekä fyysinen tarkastelu liikkumattomuuden toteamiseksi. Kelvollisista N2000-pisteistä valittiin lähtöpisteiksi 18 korkeuspistettä. Tällä lähtöpistevalinnalla haluttiin varmistaa saumaton kytkentä valtakunnalliseen N2000-järjestelmään. Näitä samoja pisteitä on osin käytetty myös Kiimingin, Ylikiimingin, Haukiputaan sekä Oulunsalon N60 ja N2000 välisen korkeusjärjestelmien eron määrittämisen lähtöpisteinä. Vaaitavien NN-pisteiden rakenteeseen ja liikkumattomuuteen kiinnitettiin erityistä huomiota.

3.3 Mittausmenetelmät

Korkeusjärjestelmien välinen ero voidaan todeta luotettavasti ainoastaan mittaamalla. Tarkkavaaitus on suoritettu sulkeutuvina kuvioina ja/tai jonojen edestakaisena vaaituksena osalle valikoituja kaupungin NN-pisteitä. Mittaushavainnot on laskettu verkkotasoituksena N2000-järjestelmässä XPlocal-verkkotasoitushjelmalla.

Tarkkavaaituksessa käytettiin elektronista Wild NA3000 tarkkavaaituskojetta varustettuna invarlatoilla. Maastotyöt suoritettiin kesällä vuosien 2010 ja 2011 aikana. Vaaitusjonokilometrejä on yhteensä 126 km. Nyt esitettävät tulokset ja tunnusluvut perustuvat suoritettuun tarkkavaaitukseen ja verkkotasoitukseen.

3.3 Tarkkuusvaatimukset ja aineiston analysointi

Vaaituksen on täytettävä kaavoitusmittausohjeiden 2003 mukainen vaatimus korkeuskiintopisteiden välisistä suhteellisista tarkkuuksista (≤ 5 ppm). (KMO 2003). Vaaitusjonojen sulkuvirheet eivät saa ylittää valtakunnallisen kolmannen luokan perusvaaituksen mukaisia sulkuvirherajoja.

$\pm\sqrt{S}(\text{km}) \times 10 \text{ mm.}$ (kaava 2),

missä S on vaaitun jonon pituus kilometreinä.

Oulun kaupungin sulkuvirherajana käytettiin kyseistä sulkuvirherajaa Maanmittauslaitoksen kartastoinsinööri Matti Muston suosituksesta.

Pisteiden liikkumattomuutta arvioitiin laskemalla syntyneiden N2000 korkeuksien ja Oulun järjestelmän väliset korkeuserot pistekohtaisesti. Näistä korkeuseroista on laskettu edelleen keskiarvo ja keskihajonta. Lopullisessa keskiarvon laskennassa on huomioitu liikkuneiden pisteiden vaikutuksen poistaminen. Tämä tapahtui käyttämällä ns.sigma2 testiä karkeiden virheiden toteamiseen. Tämä tarkoittaa, että pisteellä laskettu ero saa poiketa erojen keskiarvosta korkeintaan kaksinkertaisen keskihajonnan verran. Nämä erot eivät tarkoita vaaituksessa syntyneitä virheitä, vaan sitä, että korkeusjärjestelmien välinen ero kyseisellä pisteellä ei sovi liikkumisen takia muilla pisteillä laskettuihin arvoihin. Näitä pisteitä oli 11 kappaletta, joiden poistamisen jälkeen laskettiin uusi keskiarvo.

3.4 Sulkuvirhetarkastelu

Vaaitusjonojen suhteellinen tarkkuus (ppm) vaihteli arvojen 0,036 ja 2,287 välillä. Tämä täyttää vaaitukselle asetetun tarkkuusrajan (5 ppm).

```

|                                                                 C:\XPLOCAL\BIN\XPLOCALP.log
|
| 22.9.2011 09:27:54
| H-Sulkuvirhe:
| -----
|
| 4010->1113->58->57->1114->1117->1119->1120->1121->4008
| Lähtöpiste      4010,      5.660 m
| Sulkupiste      4008,      6.125 m
| H-Sulkuvirhe:           0.0017 m
| Jonon pituus:           3120 m
| Suht. tarkkuus:           1 ppm
|
| 22.9.2011 09:28:13
| H-Sulkuvirhe:
| -----
|
| 4007->490->110->4008
| Lähtöpiste      4007,      1.478 m
| Sulkupiste      4008,      6.125 m
| H-Sulkuvirhe:           0.0013 m
| Jonon pituus:           1836 m
| Suht. tarkkuus:           1 ppm

```

Kuvio 4. Vaaituksen sulkuvirheitä ja suhteellisia tarkkuuksia/ XPlocal.

Taulukko 3. Taulukko vaaituksen tunnusluvuista jonoittain.

Jonon pituus (m)	Sulkuvirhe m 	Sulkuvirheraja (m)	Suht.tarkkuus (ppm)
3120	0.0017	0.0177	0.545
1836	0.0013	0.0135	0.708
5744	0.0004	0.0240	0.070
14600	0.0023	0.0382	0.158
20106	0.0104	0.0448	0.517
9634	0.0082	0.0310	0.851
11192	0.0020	0.0335	0.179
8406	0.0003	0.0290	0.036
12075	0.0101	0.0335	0.836
5613	0.0062	0.0237	1.105
3422	0.0002	0.0185	0.058
1628	0.0047	0.0128	2.887
3732	0.0020	0.0193	0.536
25028	0.0252	0.0500	1.007

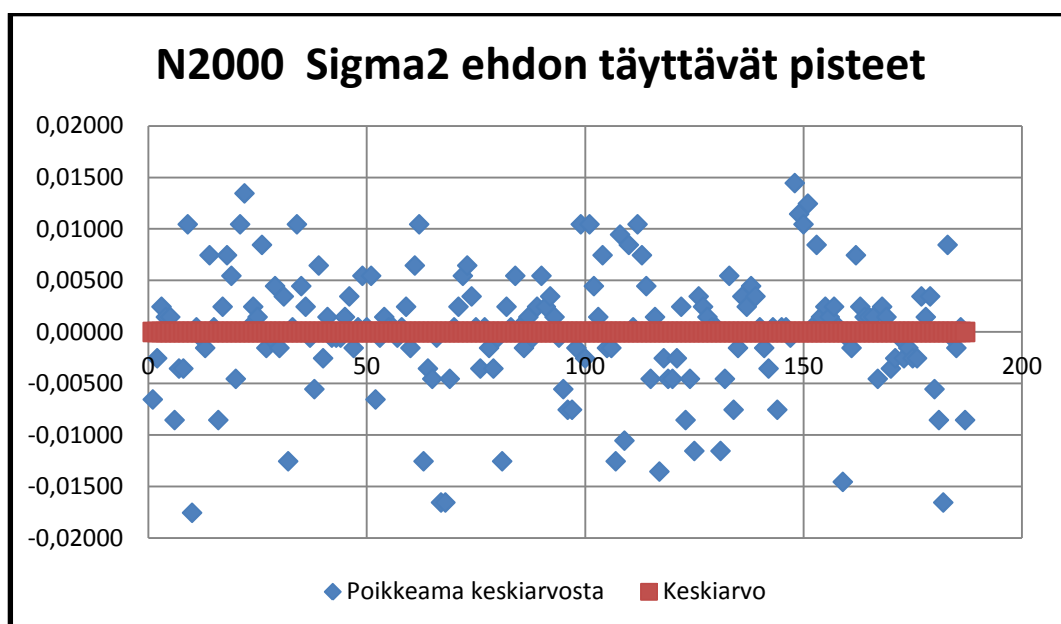
Sulkuvirhetarkastelun perusteella vaaitukset onnistuivat hyvin.

3.5 Korkeuden NN- muunnosparametri

Korkeusjärjestelmien väliseksi eroksi muodostui koko kaupungin alueella 0,7466 m. Laskettu arvo perustuu 187 sigma2 ehdon täyttämän korkeuskiintopisteen välisen järjestelmäeron keskiarvoon. 187 pisteen keskihajonta on 0,00597. Merkittäviä alueellisia eroavaisuuksia pistekohtaisissa järjestelmien välisissä eroissa ei havaittu. Näin lopullisessa konversiossa käytetään muunnosparametrin arvoa 0,747 m koko Oulun kaupungin NN- alueella. Pistekohtaiset alueelliset erot on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 4. Muunnoksen tunnuslukuja.

Suure	Parametri
Muunnospisteet(kaikki)	198
Sigma2 ehdon täyttäviä pisteitä	187
Hylättyjä pisteitä	11
Keskiarvo	0,747 m
Keskihajonta	0,006 m
Max Δh	0,761 m
Min Δh	0,729 m



Kuvio 5. Pisteiden keskiarvopoikkeamat.

3.6 N60- alueet

N60- alueilla korkeusjärjestelmien väliset erot selvitettiin periaatteiltaan samalla tavalla kuin NN- alueella. Lähtöpisteinä käytettiin valtakunnallisen tarkkavaaituksen pisteitä. Liittyvien kuntien henkilö- ja kalustoresurssit eivät olleet riittäviä tämän tehtävän suorittamiseen. Oulun kaupungin resurssien käyttö ei ollut mahdollista koska se oli sidottu NN- alueen mittauksiin.

Haukiputaan, Kiimingin, Oulunsalon ja Ylikiimingin alueilla käytännön maastomittaukset ja tasoituslaskennat suoritti konsultti kesällä 2011. Tulosten analysoinnista vastasi myös konsultti. Yli-lin alueella ei tehty vaaituksia, koska kunnalla ei ole omaa korkeuskiintopisteverkkoa. Yli-iin osalta järjestelmien välinen ero määritettiin valtakunnallisten korkeuskiintopisteiden avulla. Korkeuden suhteen tehtävä konversio suoritetaan koko uuden Oulun alueella 7.12.2012 kuntakohtaisilla parametreilla.

Taulukko 5. Korkeusjärjestelmien väliset erot N60 alueilla.

Alue	parametri
Ylikiiminki	+0,394 m
Haukipudas	+0,393 m
Kiiminki	+0,399 m
Oulunsalo	+0,402 m
Yli-li	+0,378 m

Koordinaattijärjestelmien välisien muunnoksien määrittäminen ovat vaativia tehtäviä ja niihin on suhtauduttava asian vaatimalla huolellisuudella. Oikotietä hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi ei ole olemassa olipa sitten kyseessä taso- tai korkeusjärjestelmä. Uuden Oulun alueella on luotu perusedellytykset numeerisen kantakartan tuottamiselle, ylläpidolle ja laadunparantamiselle uudistamalla koordinaattijärjestelmät perusteellisesti hyvien mittaustapojen ja voimassaolevien ohjeistuksien mukaisesti.

4. NUMEERINEN KANTAKARTTA

4.1 Lainsäädännöllinen perusta

Asemakaavan pohjakartan vaatimukset on määritelty lainsäädännöllisesti kaavoitusmittausasetuksessa.(Kaavoitusmittausasetus 23.12.1999/1284). Kaavoitusmittauksien teknistä suorittamista koskevat säännökset ja suositustyyppiset ohjeistukset on esitetty Maanmittauslaitoksen keskushallinnon julkaisussa nro 94; kaavoitusmittausohjeet 2003. (Kaavoitusmittausohjeet 2003; MML/1/012/2003).

Kaavoitusmittausohjeita täydentää Maanmittauslaitoksen keskushallinnon julkaisu nro 85.(Kaavan pohjakartta 1997). Kaavan pohjakartta 1997 toimii ohjeena karttakohteiden mallinnuksessa ja esitystavassa. Julkaisussa on määritelty erityisesti visualisoinnin kannalta tietoteknisesti toteutetun suurimittakaavaisen asemakaavan pohjakarttaa koskevia vaatimuksia.

4.2 Kantakartan laadun merkitys kaupunkisuunnittelussa

Numeerisella kantakartalla ja etenkin sen laadulla on merkittävä rooli koko kaupunkisuunnitteluprosessissa. Nykymaasto-olosuhteiden mukaisia ja sijaintitarkkoja paikkatietoja tarvitaan kaikissa kaupunkisuunnittelun vaiheissa. Paikkatietojen selvittämisellä taataan edellytykset tasokkaalle ympäristön- ja kunnallistekniikan suunnittelulle, asemakaavoitukselle, rakentamiselle ja kiinteistönmuodostukselle. Nämä tiettyjen periaatteiden mukaisilla tavoilla tuotetut paikkatiedot realisoituvat numeerisessa kantakartassa

Koko uuden Oulun kaupunkisuunnitteluprosessin tavoite on luoda viihtyisä ja turvallinen asuin ympäristö sekä rakentamiskelpoiset tontit asumisen-, kaupan- ja teollisuuden tarpeisiin.



Kuvio 6. Kaupunkisuunnitteluprosessi / toimintajärjestelmä.

4.3 Paikkatietojen yhdenmukaistaminen

Numeerinen kantakartta kattaa uuden Oulun alueella asemakaavoitetut alueet. Karttoja on tuotettu useiden eri vuosien aikana pääosin ilmakuvaukseen perustuen. Tässä opinnäytetyössä käsiteltävä numeerisen kartan laadun parantaminen on rajoitettu käsittelemään pelkästään suurimittakaavaista numeeristettua aluetta, joka on laajuudeltaan n. 38 440 ha.

Paikkatietojen yhdenmukaistamista varten perustettiin Oulun kaupungin teknisen keskuksen johtajan päätöksellä 10.1.2011 projektiryhmä, jonka tehtävänä oli johtaa ja ohjata paikkatietojen yhdenmukaistamista Uuden Oulun alueella. Toimeksianto kestää 31.5.2013 saakka. Projektin tavoitteena on varmistaa, että monikuntaliitoksen jälkeen koko uuden kunnan alueella on käytössä yhdenmukaiset paikkatietoaineistot yhdenmukaisessa järjestelmässä.

Paikkatiedot on siirretty samaan tietokantaan joulukuussa 2011. Ennen siirtoa laadittiin vastaavuusmäärittelyt, joiden avulla kunkin kunnan numeeriset paikkatietoaineistot muutettiin vastaamaan käytössä olevan TeklaGIS- paikkatietojärjestelmän mukaista lajiluokitusta.

Oma henkilökohtainen rooli projektissa on toimia sekä sen jäsenenä että sihteerinä. Tehtäviin kuului myös vastata tietyistä osaprojekteista. Tällaisia osatehtäviä olivat taso- ja NN- korkeusjärjestelmän muutokset, N2000-järjestelmän mukaisten korkeuskäyrien tuottaminen koko uuden Oulun alueelle.

4.4 Paikkatietoaineistojen lähtötilanne

Lähtötilanteen selvittämiseksi laadittiin kysely. Tämän lähtötilanneselvityksen tarkoituksena oli selvittää uuden Oulun alueen paikkatietojen yhdenmukaistamiseen liittyviä asioita. Kysely laadittiin allekirjoittaneen toimesta siten, että se palveli myös tämän opinnäytetyön tarkoitusta.

Kyselyn sisältö:

- Kuvaus nyt käytössä olevasta paikkatietojärjestelmästä, ja muista käytössä olevista paikkatiedon ylläpitoon tai käsittelyyn liittyvistä ohjelmistoista.
- Käytettävän paikkatietojärjestelmän ohjelmistotoimittajan yhteystiedot sekä kunnan pääkäyttäjätehtävien yhteys- tai vastuuhenkilöt.
- Lyhyt kuvaus kunnan jatkuvasti ylläpitämistä numeerisista kartta-aineistoista ja rekistereistä sekä luettelo mahdollisista ei ylläpidettävistä numeerisista aineistoista.
- Taso- ja korkeuskiintopisteiden ylläpitoperiaate, pisteluokitus sekä pisteiden lukumäärät.

Kysely esitettiin sähköpostitse 24.1.2012 monikuntaliitokseen osallistuvien kuntien paikkatietoasioista vastaaville henkilöille. Lähtötilanneselvitykset pyydettiin palauttamaan allekirjoittaneelle 3.2.2011 mennessä. Kaikki vastasivat esitettyihin kysymyksiin. Kyselyn vastauksia on käytetty soveltuvin osin tämän opinnäytetyön tarkoituksiin nimenomaan numeerisen kantakartan laadunparantamisen näkökulmasta.

Taulukko 6. Numeerisen aineiston pinta-ala kunnittain.

Kunta	Numeerinen aineisto/ha
Haukipudas	9500
Kiiminki	3600
Oulu	22320
Oulunsalo	2700
Yli-Ii	320
Yhteensä	38440

4.4.1 Haukiputaan lähtötilanne

Haukiputaan kunnan alueella on numeerista pohjakarttaa kattavasti n. 9500 hehtaarin alueelta. Numeerista aineistoa on tuotettu pääosin ilmakehuvaamalla mittakaavassa 1:2000. Haukiputaan keskustan alueella on tuotantomittakaava ollut 1:1000. Numeerista karttaa on ylläpidetty aktiivisesti maastomittauksin. Numeerinen aineisto ylläpidetään autocad- pohjaisella VID-Cad sovelluksella.

Kiinteistörekisterin ylläpitäjänä Haukiputaan alueella toimii maanmittauslaitos. Lohkomistoimitukset ja muut maanmittaustoimitukset suorittaa Pohjois-Pohjanmaan maanmittaustoimisto.

Korkeuskiintopisteitä alueella on 156 kpl, kolmiopisteitä 100 kpl ja käyttökiintopisteitä n. 800 kpl. Pistemäärät ovat kyselyn vastauksien mukaan suuntaa-antavia. Kunnan toimesta ei ole rakennettu eikä mitattu 2000-luvulla taso- ja korkeuskiintopisteitä. Maastomittaustoiminta ja ilmakuvaukset ovat tukeutuneet omaan RTK- tukiasemaan ja myöhemmin valtakunnalliseen VRS- verkkoon.

4.4.2 Kiimingin lähtötilanne

Kiimingin alueella on numeerista asemakaavan pohjakarttaa 3600 ha. Aineisto on tuotettu ilmakuvaamalla, jota ylläpidetään FactaMap paikkatietojärjestelmässä. Numeerista karttaa on ylläpidetty sattumanvaraisesti täydennysmitauksin resurssien puitteissa. Kunnan käytössä on oma RTK- pohjainen kiinteä tukiasema, johon maastomittaus on pääosin tukeutunut.

Uusia taso- ja korkeusrunkoverkkoja ei ole kunnan toimesta mitattu viimeisen vuosikymmenen aikana. Ilmakuvauksien vaatimat runkopisteet on toteutettu RTK- mittauksena. FactaMap- tietokannan mukaan tasokiintopisteitä on kunnan alueella 879 kpl ja korkeuskiintopisteitä 31 kpl. Näissä pisteissä on mukana myös vanhat TVL:n pisteet.

Kiinteistörekisterin pitäjänä alueella toimii Maanmittauslaitos. Lohkomistoimitukset ja muut maanmittaustoimitukset suorittaa Pohjois-Pohjanmaan maanmittaustoimisto.

4.4.3 Oulun lähtötilanne

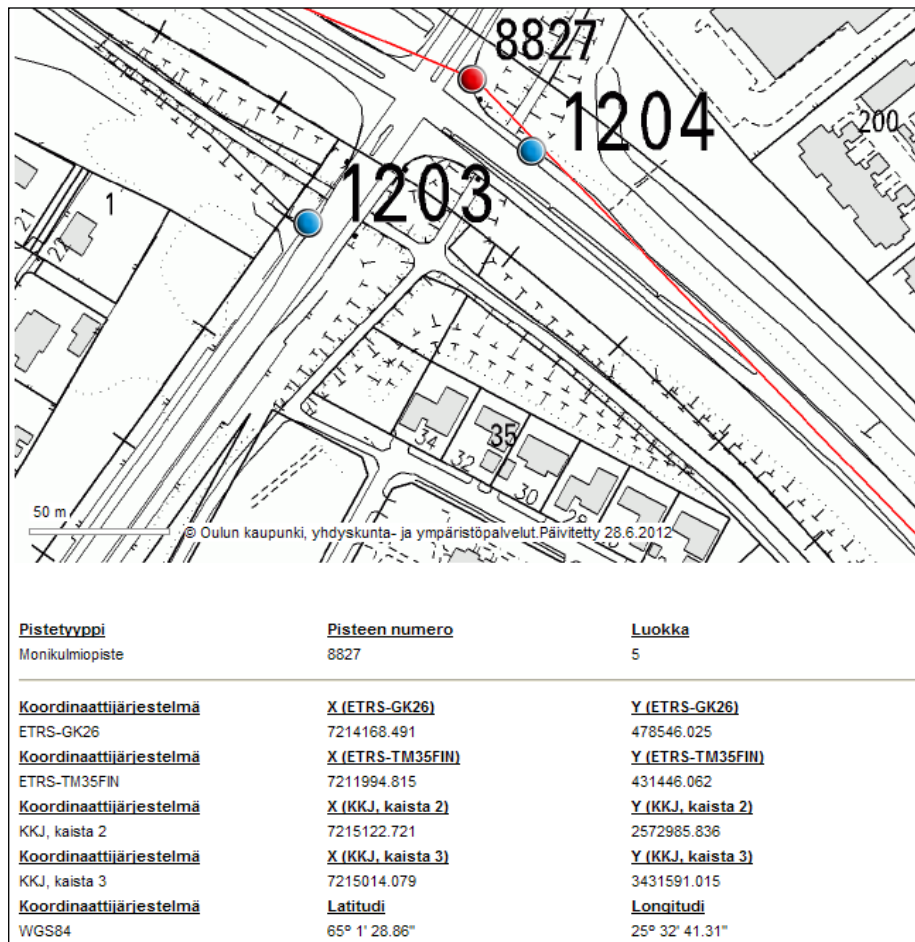
Oulun kaupungin paikkatietojärjestelmä on TeklaGIS, joka sisältää sovellukset keskeisten kartta-aineistojen ja rekistereiden ylläpitoon. Lisäksi käytössä on erilaisia paikkatietojärjestelmää tukevia ohjelmistoja sekä muita teknisen toimialan suunnittelu- ja tiedonhallintajärjestelmiä. Lisäksi on lukuisa joukko tuotantotuotteita, erilaisia aluejakoja, taustakarttoja ja vektoriaineistosta tuotettuja WebMap- ja Internet-karttapalvelun kartta-aineistoja.

Tasokiintopisteverkkoa ylläpidetään jatkuvasti ja pisteet on luokiteltu. Tuotannolliset määrät ovat vuositasolla n. 150 kpl uutta tasokiintopistettä perustuen staattiseen GPS- mittaukseen sekä takymetrin avulla toteutettavaan sarjahavaintoihin perustuvaan mittaukseen. Takymetrin avulla tuotetut rungot lasketaan XPLocal- verkkotasoitushjelmalla ja staattiset mittaukset GPS-laitevalmistajan ohjelmistolla. Vanhan Oulun kaupungin alueella on yli 5000 kpl 5. luokan tasorunkopistettä.

Korkeuskiintopisteverkkoa ylläpidetään jatkuvasti, tarvittaessa rakennetaan ja mitataan uusia korkeuskiintopisteverkkoja. Mittaukset perustuvat aina tarkka-vaaitukseen ja verkkotasoitukseen. Kaikista pisteistä on olemassa sähköisessä muodossa olevat pisteselityskortit.

Kaikki taso- ja korkeuskiintopisteet on esitetty myös karttatiellä osoitteessa <http://kartta.ouka.fi/>, jossa ne ovat vapaasti käytettävissä ilman veloitusta. Tasokiintopisteiden osalta Internet-karttapalvelussa on esitetty kaikki yleisimmin käytetyt koordinaattijärjestelmät pistekohtaisesti tällä hetkellä vain vanhan Oulun ja Ylikiimingin alueiden osalta. Jatkossa tämä palvelu tullaan laajentamaan myös muiden kuntien osalle.

Uuden Oulun alueella on yli 7000 tasokiintopistettä. Kun kaikkien kuntien aineistot yhdistettiin, syntyi tilanne, jossa samalla pistenumeron omaavia pisteitä oli useita. Pistenumerointi suoritettiin uudelleen siten, että liittyvien kuntien pistenumeroiden eteen lisättiin vanha kuntatunnus. Näin vältetään ikäviltä sekaannuksilta.



Kuvio 7. Internet- karttapalvelu; pisteen 8827 tietoja eri järjestelmissä.

Oulun kaupungin alueella on numeerista asemakaavan pohjakarttaa 22 320 hehtaaria, joka on tuotettu pääosin ilmakehuvaamalla. Numeerista karttaa on tuotettu vuosittain keskimäärin 1000–1500 ha matalakuvauksina. Lentokorkeus on ollut filmikameraa käytettäessä 500 m ja digitaalisissa ilmakehuvaauksissa 600 m. Matalakuvauksilla on saavutettu synergisyys kunnallistekniikan suunnittelun suhteen; samaa kuvausaineistoa on voitu käyttää tarkan fotogrammetrisen maastomallin tuottamisessa.

Numeerista kantakartta on tuotettu myös koeluontoisesti keilaamalla helikopteriavusteisesti. Kokemukset eivät olleet vielä vuonna 2006 rohkaisevia monesta eri syystä johtuen. Täydennysmittausten suuri tarve ylitti kaikki ennakoarvot.

Kantakartta ylläpidetään aktiivisesti täydennyskartoitusten avulla. Kartoituskohteista on laadittu vuosittain erillinen kartoitustyöohjelma, jossa erityyppiset kohteet on priorisoitu. Erillisten kartoituskohteiden tavoitteellinen tuotantota-

voite on 150 kpl vuositasolla. Kartoituskohteista yksilöidään pinta-alat ja eumääräiset kustannukset. Aktiivisella täydennyskartoitukseen kohdennettujen resurssien ja toimenpiteiden avulla Oulun kaupungin alueen numeerinen kantakartta vastaa hyvin nykymaasto-olosuhteita.

Oulun kaupunki pitää kiinteistörekisteriä kaupungin asemakaavoitetulla alueella pois lukien entinen Ylikiimingin kunnan alue. Oulun kaupungin tavoitteena on, että kaikki uuden Oulun asemakaavoitetut alueet ovat jatkossa kaupungin kiinteistörekisterinpitoaluetta. Kaupungin rekisteripitoalueen laajennus aloitetaan Oulunsalon alueelta 1.1.2013 jolloin Oulunsalon asemakaavoitettu alue siirtyy kaupungin rekisterinpitoalueeksi.

Alustavan suunnitelman mukaan Kiiminki siirtyy vuonna 2014, Haukipudas vuonna 2015 ja Yli-Ii vuonna 2016 kiinteistörekisterinpitoalueeksi asemakaavoitettujen alueiden osalta.

Mikäli laajennetulla kiinteistörekisterinpitoalueella päädytään sitoviin tonttijakoihin, asettaa se myös alueen numeeriselle kantakartalle laadullisia tavoitteita mittaus- ja kuvaustarkkuuden suhteen. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että mittaus- ja kuvaustarkkuuden osalta on noudatettava mittausluokkaa 1 kaavoitusmittausohjeiden 2003 mukaisesti. (Kaavoitusmittausohjeet 2003 s.5).

4.4.4. Oulunsalon lähtötilanne

Oulunsalon alue käsittää numeeristettua asemakaavan pohjakartta 2700 ha. Kantakartta ylläpidetään Kiimingin kunnan tavoin FactaMap-paikkatieto-ohjelmistolla. Kantakarttaa on ylläpidetty jatkuvasti maastomittauksin. Mittaustoiminta on perustunut pääasiallisesti vuodesta 2008 alkaen VRS-verkkoon tukeutuvaan GPS-mittaukseen. Alueella on myös suoritettu ilmakuvaukset vuonna 2004. Ilmakuvauksen on suorittanut maanmittauslaitoksen ilmakuvakeskus 900 metrin lentokorkeudesta. Kuvausalueelta on laadittu numeerinen kartta vaiheittain erillisen konsultin toimesta.

Oulunsalon kunnan alueella on maanmittauslaitoksen mittaamia perusrunkopisteitä 59 kpl. Käyttökiintopisteitä on kaikkiaan n.210 kpl. Korkeusrunkopisteitä on 42 kpl, joita on tarkistettu satunnaisesti vaaitsemalla.

Oulunsalon alueella sijaitsee myös eräs Suomen vilkkaimmin liikennöidyistä lentokentistä. Ilmailulaitoksen pisteitä on 73 kpl, joista ei ole tarkempaa tietoa vielä tällä hetkellä saatavissa.

Kiinteistörekisterin pitäjänä alueella toimii tällä hetkellä Maanmittauslaitos. Lohkomistoimitukset asemakaavoitetulla alueella suorittaa Pohjois-Pohjanmaan maanmittaustoimisto.

4.4.5 Yli-lin lähtötilanne

Yli-lin kunnan alueella on numeerista asemakaavan pohjakarttaa 320 ha. Numeerinen aineisto on tuotettu ilmakehuvaamalla v. 1999. Ilmakehuvauksen yhteydessä on rakennettu ja mitattu sen edellyttämät runkopisteet. Rakennukset on pyritty kuvaamaan seinälinjojensa mukaisesti. Stereodigitoinnin yhteydessä on tulkittu räystäslinjat ja lopullisessa aineistossa räystäitä on sisennetty 0,6 m. Tätä asemakaavan pohjakarttaa ei ole ylläpidetty millään tavoin sen valmistumisen jälkeen. Kunnan paikkatietoaineisto on tallennettu MapInfo-ohjelmaan.

Yli-lin kunta ei ylläpidä taso- ja korkeusrunkopisteitä. Kunnan mittaustoiminta on perustunut asemakaavoitetulla alueella konsulttien käyttämiseen, koska kunnalla ei ole maastomittauksen edellyttämiä laitteisto- tai henkilöresursseja. Lähinnä rakentamiseen liittyvät konsulttien toteuttamat maastomittaukset ovat perustuneet ilmakehuvauksen yhteydessä syntyneisiin pisteisiin sekä GPS-tekniikkaan. Kiinteistörekisterin pitäjänä toimii Maanmittauslaitos.

5. KORKEUSKÄYRÄSTÖ

5.1 Korkeuskäyrät

Korkeuskäyrien avulla kuvataan maanpinnan muotoja nk. samanarvokäyräesityksenä, jota täydennetään maanpinnan ja vedenpinnan korkeusluvuilla. (Kaavan pohjakartta 1997.). Uuden Oulun alueen käyrästä on siirretty samaan paikkatietojärjestelmään joulukuussa 2011. Ongelmaksi muodostui se, että käyrästä ei ollut samassa korkeusjärjestelmässä ja käytännön työssä korkeusjärjestelmien sekaantumisen vaara oli ilmeinen.

Yhtenä vaihtoehtona oli korkeuskäyrien korkeuslukemien muuttaminen eitasametrisiksi lukemiksi perustuen korkeusjärjestelmien välisiin eroihin. Tällöin korkeuskäyrien fyysinen sijainti ei olisi muuttunut. Tämä ajatus kuitenkin hylättiin ja päätettiin yhtenäistää korkeuskäyrästä uuteen N2000- korkeusjärjestelmään Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston avulla. Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineisto on tuotettu lentokoneavusteisesti 2000 metrin lentokorkeudesta vuonna 2008. Pistepilven tiheys on 0,5 pistettä / m².

Ennen varsinaisen korkeuskäyrästä hankintamenettelyn aloittamista haluttiin varmistaa keilausaineiston tarkkuus ja soveltuvuus tehtävään. Keilausaineiston laadullisuuden tarkastelu toteutettiin konsulttityönä. Työ tilattiin suorahankintana Sito Tietotekniikka Oy:ltä. Työhön liittyi kontrollikenttien mittauksia, joiden tuloksia verrattiin laserkeilausaineistosta luokiteltuun maanpintamalliin. Lausunto laserkeilausaineiston soveltuvuudesta korkeuskäyrien tuottamiseen on esitetty liitteessä 3.

5.2 Korkeuskäyrien tuottaminen N2000 järjestelmään

Korkeuskäyrien tuottaminen N2000- järjestelmään suoritettiin hankintamenettelyn kautta konsulttityönä. Konsultin tehtäväksi oli määritelty tuottaa korkeuskäyrästä Oulun kaupungin lajiluokituksen mukaisesti. Korkeuskäyrästä koski korkeustarkkuuden osalta KMO 2003 ja Kaavan pohjakartan karttakohdemallissa 2007 määritellyt mittausluokan 1 mukaiset tarkkuusvaatimukset. Lopputuotteena konsultti oli toimitettava TeklaGis yhteensopivat siirtotiedostot XCity- formaatissa Oulun kaupungin omassa 1:8000 lehtijaossa kattaen kaikki uuden Oulun numeerisen kartan alueet. Tehtävään kuului myös maan-

pinnan korkeuspisteiden tuottaminen samaan fyysiseen paikkaan kuin ne olivat aikaisemman korkeusjärjestelmän mukaisessa numeerisessa aineistossa.

Taulukko 7. Korkeuskäyrien N2000 lajimääritys.

Käyrä	Laji	Korkeuslukema/laji
Johtokäyrä (5m)	20301	40093
Korkeuskäyrä (1m)	20302	40117
Apukäyrä (0,5m)	20303	40118
Maanpinnan korkeuspiste	10401	

Aineistolle oli suoritettava myös seuraavat toimenpiteet tarjouspyynnön mukaisesti numeerisella alueella:

- Käyrien automaattinen kartografinen pehmennys
- Käyrien katkot rakennusten, teiden ja päällystettyjen alueiden osalta
- Käyrien korkeuslukujen ja viettoviivojen sijoittelu; käyriä ei katkota käyrälukujen alta
- Korkeuspisteiden sijoittelu
- Apukäyrien ja merkityksettömien käyrien poistaminen tarpeellisimmilta osilta
- Automaattisesti suoritettujen toimenpiteiden visuaalinen tarkistaminen ja korjaus

Asemakaavan ulkopuoliselle alueelle tuotettiin käyrästä samojen pääperiaatteiden mukaisesti kuitenkin siten, että käyriä ei katkottu rakennusten, teiden ja päällystettyjen alueiden osalta. Käyrien korkeusluvut ja viettoviivat sijoitettiin automatiikkaa käyttäen. Työn tuottaja toimitti myös työn aikana syntyneen harvennetun maanpintamallin koko uuden Oulun alueelta.

Maanmittauslaitoksen keilausaineisto on peräisin vuodelta 2008. Tästä seuraa se, että vuoden 2008 jälkeen rakentamisen vuoksi tapahtuneet maanpinnan korkeuden muutokset eivät realisoitu uusiin N2000-korkeuskäyriin. Tästä esimerkkinä ovat mm v.2008 jälkeen rakennetut meluvallit. Nämä kohteet on kuitenkin täydennyskartoitusprosessin yhteydessä mitattu ja tuotettu niistä aikaisemman korkeusjärjestelmän mukaiset korkeuskäyrät. Mittausaineistot käsitellään uudelleen ja niistä tuotetaan N2000-käyrät.

Hankintamenettelystä, työn teknisestä valvonnasta ja työn tarkastamisesta vastasi tämän osaprojektin osalta allekirjoittanut.



Kuvio 8. NN- käyrät ja maanpinnan korkeuspisteitä / TeklaGIS.



Kuvio 9. N2000-käyrät ja maanpinnan korkeuspisteitä / TeklaGIS.

5.3 Korkeuskäyrien laadullisuus

Oulun kaupungin mittausprosessien käytäntöihin kuuluu laadunvarmistus, olipa sitten kyseessä oman organisaation tai konsultin tekemä työ. Koska keilausaineiston tarkkuus oli jo lähtökohtaisesti Maanmittauslaitoksen arvion mukaan 0,15 m, haluttiin varmistaa, että tuotettu käyrästä täyttää kaavoitusmittausohjeiden mukaiset tarkkuusvaatimukset.

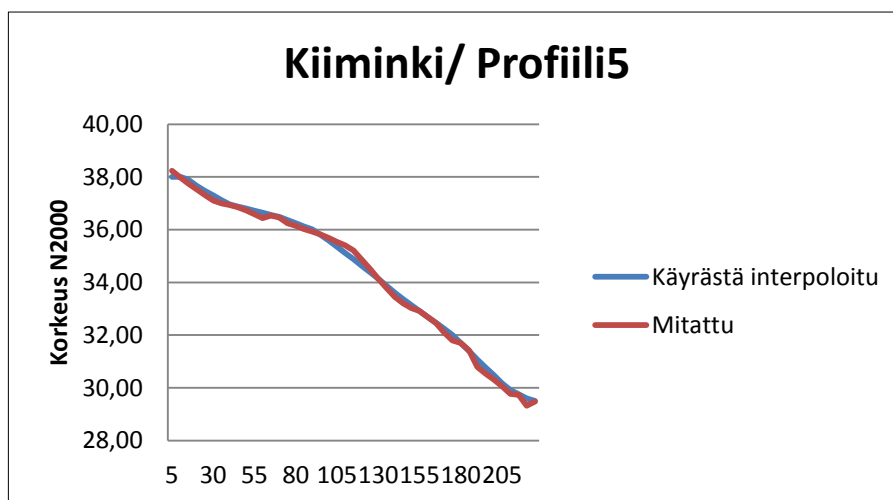
Korkeuskäyrien ja maanpinnan korkeuspisteiden tarkkuusvaatimukset on esitetty myös kaavan pohjakartta 2007 karttakohdemallissa. Mittausluokassa 1 korkeusvirhe saa olla enintään

$0,3 \text{ m} + 1,0 \text{ m} \times \tan v$. (kaava 3)

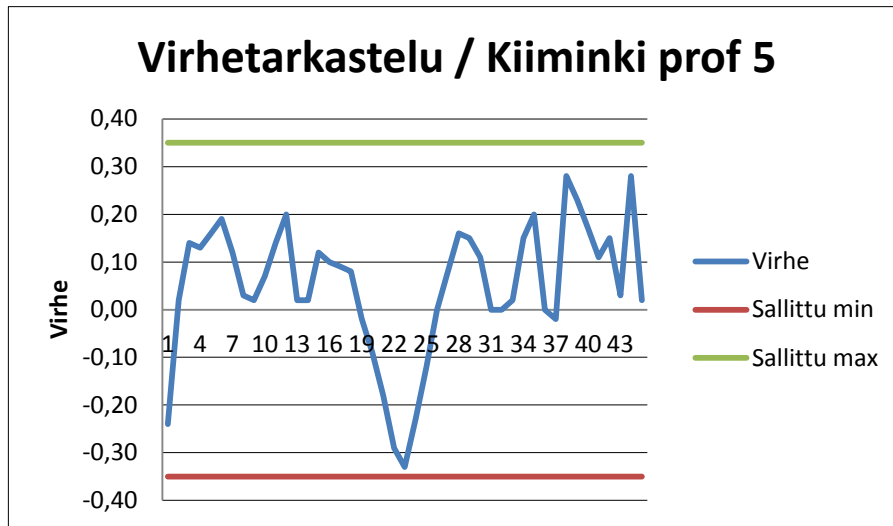
missä v on maaston kaltevuus.

Erittäin vaikeassa ja rikkonaisessa maastossa virhe saa olla enintään kaksinkertainen. Maanpinnan korkeuspisteiden osalta korkeusluvun virhe saa olla enintään 0,3 m.

Uuden Oulun alueelta mitattiin 40 kontrolliprofiilia. Profiilit mitattiin osin erittäin vaikeassa ja rikkonaisessa maastossa. Profiilien pituudet vaihtelivat 200 m ja 700 m välillä. Maanpinnan korkeuspisteet arvioitiin suoraan paikkatietojärjestelmässä, koska maanpinnan korkeuspisteiden X-Y- sijainti oli sama.



Kuvio 10. Esimerkki mitatusta profiilista verrattuna käyrästä interpoloituun.



Kuvio 11. Esimerkki virheen suhteesta tavoitetarkkuuteen.

Mitattujen profiilien ja pistekohtaisen tarkastelun perusteella voidaan todeta, että korkeuskäyrästä ja maanpinnan korkeuspisteiden täyttävän asetetut tarkkuusvaatimukset uuden Oulun alueella.

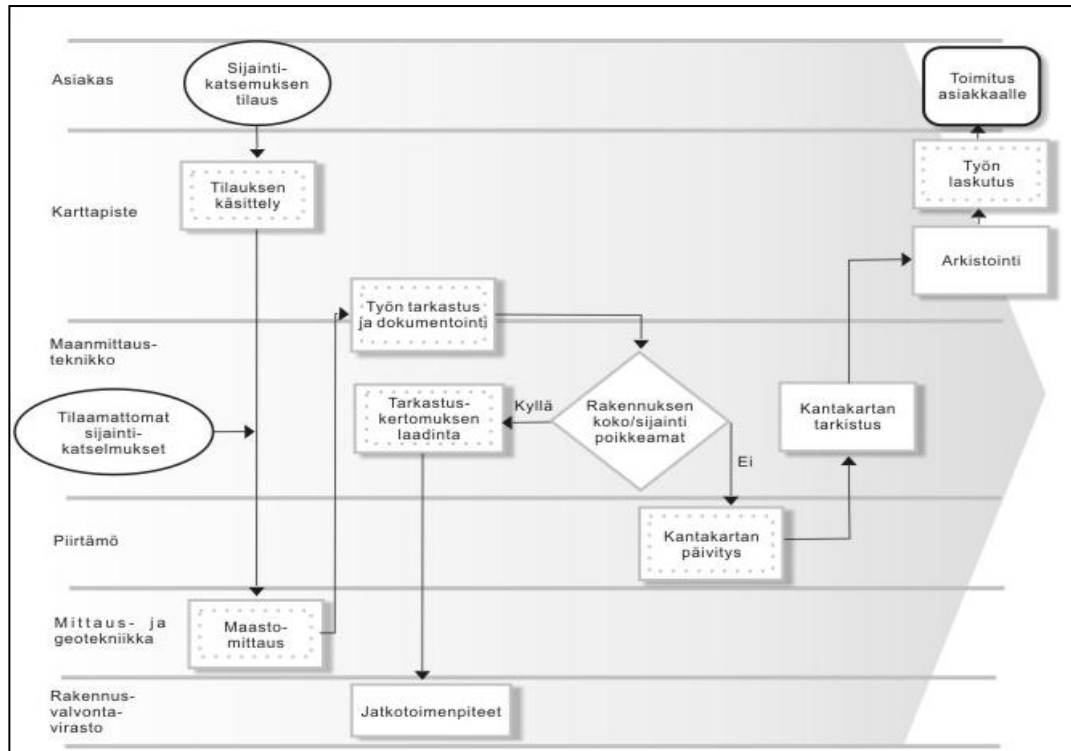
Uudet korkeuskäyrät otetaan käyttöön joulukuussa 2012 uuden korkeusjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Käyrien käyttöönotto tapahtuu siten, että paikkatietojärjestelmän ryhmissä vaihdetaan vanhojen käyrälajien tilalle uudet käyrälajit. Vanhaa käyrästä ei konvertoida eikä tuhota, vaan se passiivoidaan omaksi ryhmäkseen.

Uusien korkeuskäyrien käyttöönotosta seuraa se, että kesällä 2012 konsultille toimitetun numeerisen aineiston jälkeen tapahtuneet kantakartan muutokset on tarkistettava korkeuskäyrien suhteen. Työ käsittää korkeuskäyrien katkomisen ja viimeistelyn muutosalueilla sekä meluvallien uudelleen käsitteilyn.

6. RAKENNUSKANTA

6.1 Rakennuskannan ajantasaisuus

Rakennusvalvonnan lupaehtojen mukaisesti rakennusvalvontamittauksiin kuuluu sijaintikatselmus. Sijaintikatselmus vaaditaan poikkeuksetta kaikilta luvan saaneilta rakennuskohteilta.



Kuvio 12. Sijaintikatselmusprosessi / toimintajärjestelmä.

Oulun kaupungin sijaintikatselmuskäytäntö on turvannut kaupunkisuunnitteluun liittyvänä prosessina rakennuskannan ajantasaisuuden kantakartan ylläpidon näkökulmasta. Kaikki sijaintikatselmuksen kohteena olleet rakennukset on mitattu ja kuvattu seinälinjojensa mukaisesti.

Muiden liittyvien kuntien käytäntö on vaihdellut kuntakohtaisesti. Osassa kuntia asemakaavoitetulla alueella rakennuksia on kartoitettu systemaattisesti, osassa ne on kuvattu räystäidensä mukaisesti ja osassa kuntia rakennuskannassa tapahtuneita muutoksia ei ole mitattu millään tavoin. Tältä osin uuden Oulun asemakaavoitettu alue ei kaikilta osin täytä Kaavan pohjakartta 1997 julkaisun mukaisia vaatimuksia.

6.2 Rakennuskannan ajantasaistaminen

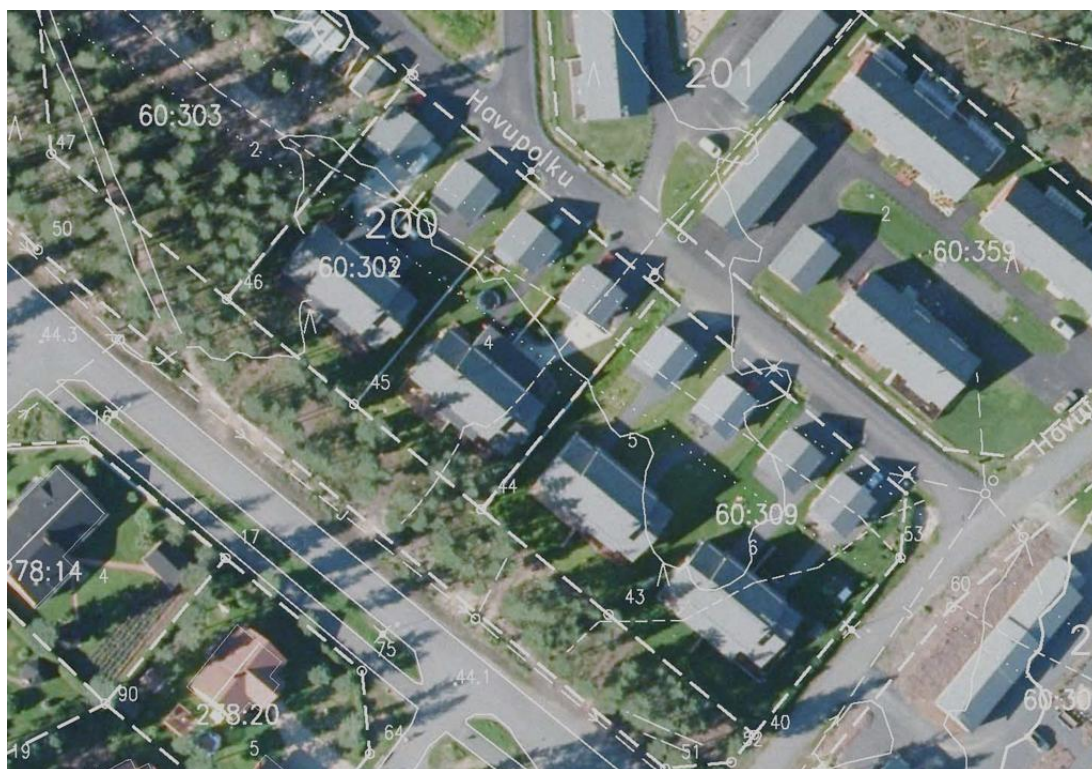
Rakennuskannan puutteet numeerisessa aineistossa aiheuttavat mittavia toimenpiteitä. Rakennuskantaa tarkasteltaessa v.2012 ortokuvan perusteella on ilmeistä, että rakennuksia on joissakin tapauksessa kuvattu seinälinjojen mukaisesti mutta kuitenkin tallennettu kunnan aikaisempaan tietojärjestelmään räystään lajilla.



Kuvio 13. Räystäidensä mukaisesti kuvattuja rakennuksia./ TeklaGIS.

Kuviossa 12 on nuolella osoitettu maastoon merkintää varten lasketut rakennuksen nurkkapisteet. Tässä tapauksessa rakennukset on kuvattu räystäidensä mukaisesti tietojärjestelmään.

Puuttuvat ja sijainniltaan poikkeavat rakennukset asemakaavoitetuilla alueilla on kartoitettava Oulun kaupungin nykyisen käytännön ja prosessin mukaisesti. Rakennuksista, jotka on varmuudella kuvattu räystäidensä mukaisesti, selvitetään räystäiden leveys vertaamalla numeerista räystäätietoa saatavilla olevaan asemapiirros- ja merkintätietoihin. Räystäsmittauksen suorittamisen mahdollisuutta täydentävänä menetelmänä on harkittava.



Kuvio 14. Numeerisesta kartasta puuttuvia rakennuksia. Taustakarttana ortokuva vuodelta 2012/TeklaGIS.



Kuvio 15. Ajantasalla ja oikein kuvattua rakennuskantaa/TeklaGIS.

Nykyisen Oulun kaupungin alueen rakennuskanta on kartoitettu kokonaisuudessaan asemakaavoitetulla alueella. Ylikimingin alueen numeerisen kartan

osalta rakennuskannan mittaukset toteutettiin kolmen maastokauden aikana vuosina 2009-2011.

Tutkimuksen perusteella rakennuskannan ajantasaisuus vaihteli alueellisesti. Osassa alueita rakennukset on kuvattu kaavoitusmittausohjeiden mukaisesti, osassa taas niitä ei ole kuvattu ollenkaan tai vain räystäidensä mukaisesti. Rakennuskannan tutkimus toteutettiin vertaamalla rakennuksia ajantasaiseen ortokuvaan. Tutkimusvälineenä ortokuva osoitti vahvuutensa ja ongelma-alueet saatiin selvitettyä kustannustehokkaasti.

Odotettavissa olevan rakennuskannan kartoitusmittauksien laajuus työnä on niin suuri, että se vaatii erillisen mittaussuunnitelman ja aikataulutuksen. Kartoitusohjelmaan varattu taloudellinen resurssi joutuu myös uudelleenarvioinnin kohteeksi.

Rakennusten kartoitus- ja sijaintikatselmuskäytännöt on yhdenmukaistettu vuoden 2012 alusta alkaen kaikkien liitoksessa mukana olevien kuntien osalta Oulun kaupungin vakiintuneen käytännön mukaisiksi. Jatkossa rakennuskannan suhteen ongelmia ei tule ilmenemään.

7. RAJAMERKIT

7.1 Rajamerkkien ominaisuustiedot

Uuden Oulun TeklaGIS- paikkatietojärjestelmä sisältää rajamerkkien ominaisuustietoja. Ominaisuustietojen avulla kuvataan rajan pisteen yksilöityjä perustietoja kuten luokkaa, rajamerkkilajia ja olemassaoloon liittyviä tietoja. Rajan pisteen olennaisiin tietoihin kuuluvat sekä laji että koordinaattitiedot.

Kuvio 16. Raja- tai runkopistetaulu./TeklaGIS.

- Tunnus kuvaa rajamerkin numeroa
- t1 kuvaa kaupunginosan tunnistetta
- t2 kuvaa korttelinumeroa
- Rajamerkkilaji kuvaa pisteen tyyppiä; vaihtoehtoina ovat tuntematon, rajapyykki, rajapiste, rajaviitta tai suuntapyykki
- Laatu kuvaa pisteen merkintä-aikaa
- Rakenne kuvaa pisteen rakennetta
- Olemassaolo kuvaa nimensä mukaisesti olemassaoloa; vaihtoehtona ovat, olemassa, tuntematon, kadonnut ja ei-rakennettu
- Suhde maanpintaan kuvaa pisteen sijaintia maanpintaan nähden; vaihtoehtoina tuntematon, näkyvissä tai upotettu
- Laji kuvaa pisteen tietokantalajia, johon on kytketty kuvaustekniikka
- X ja Y kuvaavat sijaintia
- Tasosijaintitarkkuus kuvaa tasosijaintitarkkuutta eli RSK- lukua.

Osa ominaisuustietokentistä ei ole aktiivisessa käytössä. Täysipainoinen ominaisuuskenttien käyttäminen tulisi selventämään rajamerkkien ominaisuuksia ja toisi niiden laadullisuuden ja tarkkuuden kannalta olennaista tietoa RSK- luvun muodossa.

7.2 Rajan pisteen lajimääritys

Uuden Oulun paikkatietojärjestelmässä on käytössä numeerisen kantakartan osalta 13 erilaista lajia, jotka viittaavat rajamerkkeihin. Lajit ovat muodostuneet pitkän historiallisen kehityksen tuloksena eri käyttötarkoituksiin.

Taulukko 8. Kantakartan rajan pisteisiin viittaavat lajit.

Laji	Nimi
211	tonttipyykki
216	tontti -rajapiste
221	yleisen alueen pyykki
226	ya -rajapiste
231	maarekisteripyykki
232	rajaviitta
233	suuntapyykki
234	kadonnut mr-pyykki
235	paalu
236	mr -rajapiste
251	erityisalueen pyykki
256	ea -rajapiste
271	hajapyykki

Kuntaliitoksen myötä myös kiinteistöjaotusta koskevat tiedot siirrettiin samaan paikkatietojärjestelmään. Muiden kuin Oulun kaupungin alueiden kiinteistöjaotus konvertoitiin Oulun kaupungin lajimäärityksen mukaisesti ja mukaiseksi. Konversion yhteydessä siirtyivät muiden kuntien rajamerkkien tietojen mukana myös RSK- luvut, jotka on määritetty alueilla toimineen kiinteistörekisterinpitäjän toimesta.

Hyödyntämällä kaikki ominaisuustietokentät voidaan lajivalikoimaa supistaa 5 lajiin Kaavan pohjakartta 1997 ohjeistuksen mukaisesti. Rajan pisteen rajamerkkilajina olisivat tällöin tuntematon, rajapyykki, rajapiste, rajaviitta ja suuntapyykki. Kaikki muu yksilöity rajan pisteeseen kohdistuva tieto ilmoitettaisiin ominaisuustietokentissä. TeklaGIS- järjestelmässä pystytään hyödyntämään lajikohtaisessa kuvaustekniikan määrittämisessä myös ominaisuustietokenttiä.

Taulukko 9. Kantakartan rajan pisteisiin viittaavat uusi lajimääritys

Uusi Laji	Vanha Laji	Nimikentän uusi tekstiosa
600 Rajapyykki	211	Tonttipyykki
609 Rajapiste	216	Tontti -rajapiste
600 Rajapyykki	221	Yleisen alueen pyykki
609 Rajapiste	226	Ya -rajapiste
600 Rajapyykki	231	Maarekisteripyykki
610 Rajaviitta	232	Rajaviitta
650 Suuntapyykki	233	Suuntapyykki
600 Rajapyykki	234	Kadonnut mr-pyykki
609 Rajapiste	235	Paalu
609 Rajapiste	236	Mr -rajapiste
600 Rajapyykki	251	Eriyisalueen pyykki
609 Rajapiste	256	Ea -rajapiste
600 Rajapyykki	271	Hajapyykki
0 Tuntematon	-----	Tuntematon

Jäljelle jäisi vain 5 lajia; 0 (tuntematon), 600(Rajapyykki), 609 (Rajapiste), 610 (Rajaviitta), 650 (Suuntapyykki).

Kuvio 17. Rajamerkin ominaisuuksien uudelleen määrittäminen.

Aineisto on mahdollista konvertoida uusille lajeille ja tässä yhteydessä voidaan määrittää myös ominaisuustietoja. Vanhat lajit on säilytettävä kuitenkin tietokannassa vanhoilla lajimäärityksillä, mahdollisten historiatietojen selvittämisen takia. Rajaviivojen lajimääritykset säilyvät ennallaan.

7.3 RSK- luku

Oulun kaupungin ylläpitämällä kiinteistörekisterinpitoalueella ei ole määritetty rajamerkeille ja rajapisteille sijaintitarkkuutta. Tämä poikkeaa Maanmittauslaitoksen keskushallinnon määräyksestä MML/2/012/2011, jossa todetaan, että *mitattavalle rajamerkille määritetään aina koordinaatit sekä sijaintitarkkuus. Sijaintitarkkuus ilmoitetaan pistekeskivirheenä (RSK- lukuna).* (Määräykset mittausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä kiinteistötoimituksissa/MML). Määräys on tullut voimaan 1.8.2011 ja koskee sekä maanmittaustoimistoja että kiinteistörekisteriä ylläpitäviä kuntia.

Tämän lainsäädännöllisen määräyksen perusteella on selvää, että vanhan Oulun kaupungin alueen rajamerkeille ja -pisteille on määritettävä RSK- luku määräysten ja ohjeistuksen mukaisesti. Tästä seuraa myös se, että perus- ja käyttökiintopisteille on määriteltävä tarkkuutta osoittava RSK- luku, koska määritettävän rajan pisteen RSK- laskentamenetelmä edellyttää kiintopisteiden RSK- lukujen tuntemista. Vanhan Oulun kaupungin olemassa oleville rajamerkeille voidaan määrittää RSK- luvut joukkona, koska kaikki asema-kaavoitettujen alueiden rajamerkit on mitattu suoraan vähintään 5.luokan tasorunkoa hyödyntäen.

Jatkossa kiinteistöjaotukseen liittyvät rajamerkit on kartoitettava kattavasti ensisijaisesti niillä alueilla ja siinä aikataulussa jossa kiinteistörekisterin ylläpito laajenee Oulun kaupungin toimesta hoidettavaksi. Paikkatietojärjestelmään siirrettyjen rajamerkkien RSK- luvun perusteella kartoitustoimenpiteet voidaan kohdentaa ohjatusti oikeisiin kohteisiin. Työ on ohjeistettava perusteellisesti, sillä RSK- luvun määrittämiseen vaikuttavat käytetty mittaustmenetelmä, maaston peitteisyys ja käytettyjen asema- ja liitospisteiden RSK-luvut. Rajamerkkien tarkkuusvaatimus on 1-mittausluokan alueella $\leq 0.12\text{m}$. (MML /2/012/2011).

8. NUMEERISEN AINEISTON TUOTTAMINEN

8.1 Ilmakuvaukset

Kustannustehokkain tapa tuottaa numeerista asemakaavan pohjakarttaa laajoilta alueilta on ilmakuvaukset. Ilmakuvaamalla tuotetaan Oulussa vuositasolla n.1000–1500 ha uutta numeerista aineistoa. Ilmakuvauksia on toteutettu kantakarttatuotannossa lähes vuosittain vuodesta 1985 alkaen.

Ilmakuvauksen kesto prosessina hankintamenettelyn aloittamisesta valmiiseen lopputuotteeseen kestää n.10 kk. Kuvaukset on toteutettu matalakuvauksina 500 metrin lentokorkeudesta vuoteen 2010 saakka, jonka jälkeen kaikki kuvaukset ovat olleet ns. digitaalisia ilmakuvauksia lentokorkeuden ollessa 600 metriä. Sijaintitarkkuuden osalta on käytetty mittausluokkaa 1e, koska tuotettua aineistoa hyödynnetään myös kunnallistekniikan suunnittelussa.

Ilmakuvaukset on toteutettu projekteina vakiintuneen prosessikäytännön ja ohjeistuksen mukaisesti. Laadullisesti ilmakuvaukset ja numeerisen kartan valmistus ovat onnistuneet kaikilta osin hyvin. Tähän on osaltaan vaikuttanut se, että tarjouspyynnöissä ja tilaajan työohjelmissa on tarkoin määritelty jo ennakkoon lopputuotteet, laatuvaatimukset ja tarkistuskäytännöt.

8.2 Täydennyskartoitukset

Maastokauden 2012 aikana koko uuden Oulun alueella on valmisteltu ja tilattu 260 erillistä täydennyskartoituskohdetta Oulun kaupungin omalta mittausyksiköltä. Täydennysmittauksien suuri määrä kertoo siitä, että ympäristö muuttuu koko ajan. Jatkuva muutos aiheuttaa oman haasteellisuutensa kantakartan ylläpidolle.

Mittauskohteet on tyypitetty viiteen eri ryhmään. Jokainen mittauskohde on myös indeksoitu yksilöllisellä aluehallintatunnuksella, jota käytetään paikkatietojärjestelmässä kohteen hakutunnuksena. Tämä menetelmän käyttö on välttämätöntä kartoituskohteiden tilauskäytännön, kohteiden hallinnan ja työn ohjauksen kannalta. Kartoituskohteista kirjataan tilauksen, mittauksen ja käsittelyn aikaleimat sekä pinta-alat ja yksikkökustannukset. Tämä on myös

eräs keino valvoa sitä, että tilattu työ ja siitä aiheutuneet kustannukset vastaavat toisiaan. Aluehallinta mahdollistaa myös sen, että jokainen kohde on jäljitettävissä jos myöhemmin siihen ilmenee tarvetta.

Taulukko 10. Täydennyskartoitustilaukset.

KARTASTO									
Täydennyskartoitustilaukset (668) v2012 Oulu									
<i>Tyytit</i>	<i>Kohde</i>	<i>Indeksiväri</i>							
A	Kadut,tiet	Sininen							
B	Ympäristö	Vihreä							
C	Rakennukset	Violetti							
D	Piha-alueet	Ruskea							
E	Rajamerkit	Punainen							
							€	ha	
<i>Tyyppi</i>	<i>Tunnus</i>	<i>Mittauskohde/tehtävä</i>	<i>Tilattu</i>	<i>Mitattu</i>	<i>Käsitelty</i>	<i>Kustannus</i>	<i>P-ala</i>	<i>€/ha</i>	
A	12A024	Ratamotie,Aaltokankaantie-liittymät	24.4.	31.5.	5.6.	147,38	0,50	294,76	
A	12A025	Parkettitie, Simpsonintie	24.4.	31.5.	5.6.	73,69	0,30	245,63	
A	12A026	Lapinraunontie/-muutokset	24.4.	20.6.	3.7.	73,69	0,20	368,45	
A	12A027	Kastellin päiväkotii/P-Paikka	3.5.	4.5.	7.5.	147,38	0,25	589,52	
A	12A028	Nykäsenranta/ päällystetyt kadut	20.6.	13.9.	18.9.	251,34	1,50	167,56	
A	12A029	Pörhön piha ym ymp.muutokset	10.5.	18.5.	24.5.	147,38	1,50	98,25	
A	12A030	Emäpuuntie,Keulatie,Aaltosentie	20.6.	30.8.	12.9.	515,83	2,50	206,33	
A	12A031	Toppilansilta+ kadut	30.10.						
A	12A032	Maikkula/ aalentie,käpyrinne,kokkosaarenp.	25.5.	10.7.	23.8.	294,76	1,00	294,76	
A	12A033	Hovisuon urheilupuisto+kvI muutokset	28.5.	29.5.	30.5.	147,38	0,50	294,76	
A	12A034	Hillikkotie,Marjakorintie,Ylikiminki	6.8.	11.9.	26.9.	221,07	1,20	184,23	

Vuoden 2012 alussa siirtyivät kaikki liittyvien kuntien maastomittaushenkilöt Oulun kaupungin mittausyksikköön. Eri kunnissa on ollut erilaisia maastomittaukseen liittyviä käytäntöjä. Vuoden 2012 siirtymäkauden aikana nämä käytännöt on yhdenmukaistettu ja yhtenäistetty sekä kytketty osaksi Oulun kaupungin vakiintuneita käytäntöjä. Tällä on pyritty varmistamaan se, että kaikki mittauspahtumat suoritetaan samojen laatumäärityksien mukaisesti.

Maastomittaukset on koodattu nk. mittauslajeilla, jotka tietokantatallennuksen yhteydessä muutetaan vastaavuusohjetiedostojen avulla tietokantalajeiksi. Vuoden 2013 alussa siirrytään käytäntöön, jossa kaikki mittaukset suoritetaan suoraan tietokantalajeilla. Tällä varmistetaan se, että mitatut maastokohteet kuvautuvat tietokannassa oikeilla lajeilla eikä tulkintaepävarmuutta synny. Samalla tiedonsiirtoprosessi yksinkertaistuu ja nopeutuu.

Mittauskerän tallennuksen yhteydessä syntyy mittauskerän historiatietoja. Ominaisuustietokenttiin tallentuu automaattisesti erän nimi, käyttäjä sekä luontipäivä. Mittauspahta pystytään määrittelemään tietolähteensä perusteella. Valit-

tavana on kuusi erilaista mittaustapaa, joiden avulla voidaan myöhemmin arvioida numeerisen aineiston laadullisuutta syntytapansa perusteella.

The screenshot shows a 'Tallenna' (Save) dialog box with the following fields and options:

- Suunnitelma: Ei suunnitelmaa
- Erä:
 - Erän nimi: ki_stenius / 16.11.2012 07:31:10
 - Käyttäjä: ki_stenius, Nimi: Pentti Stenius
 - Luontipäivä: 16.11.2012 07:31:10
- Mittaustapa: 1 Luokittelematon (dropdown menu is open showing: 1 Luokittelematon, 2 Tarkka (mittaus), 3 Ilmakuvaus, 4 Peruskarttakuvaus, 5 Rajamitoilla, 6 Graafisesti)
- xytark: 0.000
- Lataus tall...
- Buttons: OK, Ohje

Kuvio 18. Mittauserän historiatietoja / TeklaGIS

Täydennysmittausten vahvuus on siinä, että sen avulla tuotetut aineistot ovat nopeasti hyödynnettävissä. Prosessin kestää nopeimmillaan vain muutamia päiviä. Täydennysmittauksen kohdekohtaiset kustannukset vaihtelevat kohteesta riippuen. Vuosien 2002–2012 aikavälin seurannan perusteella kaikkien mittauskohteiden keskiarvoistettu hehtaarikustannus on n.270€/ha. Tämä on kustannuksiltaan moninkertainen verrattuna ilmakuvausten avulla tuotetun aineiston hehtaarikustannukseen joka on keskimäärin n.45€/ha.

8.3 Asemakaavan pohjakartan tarkistukset

Kaavoitusmittausasetuksen 23.12.1999/1284 12§ mukaan *Asemakaavaa tai tonttijakoa taikka niiden muutosta ei saa hyväksyä, jos pohjakartta on siinä määrin vanhentunut, ettei sitä enää voida käyttää kaavoituksen perustana.* Tämä on tulkittu siten, että lainkohdan tarkoittamissa muutostilanteissa pohjakartta tarkistetaan aina maastossa. Asemakaavan ja tonttijakojen pohjakartan tarkistuksia koskevat toimintajärjestelmään liitetyt toimintaohjeet ja prosessit.

Asemakaavan pohjakarttoja tarkistettiin v.2011 1264 hehtaarin alueella. Vastaavasti tonttijakojen pohjakartan tarkistuksia suoritettiin 141 kpl. Saman-

tyyppinen käytäntö toteutetaan rakennusluvan pohjakarttojen tarkistuksen suhteen. Näitä käytäntöjä tullaan toteuttamaan myös uuden Oulun alueella.

8.3 Ortoilmakuvaukset

Oulun kaupungin alueelle on suoritettu säännöllisin väliajoin laajoja ortoilmakuvauksia. Viimeisin kuvaus tapahtui kesällä 2012. Nyt suoritettu ortokuvaus kattoi koko uuden Oulun alueen ja sen maastopikselitarkkuus on 20cm

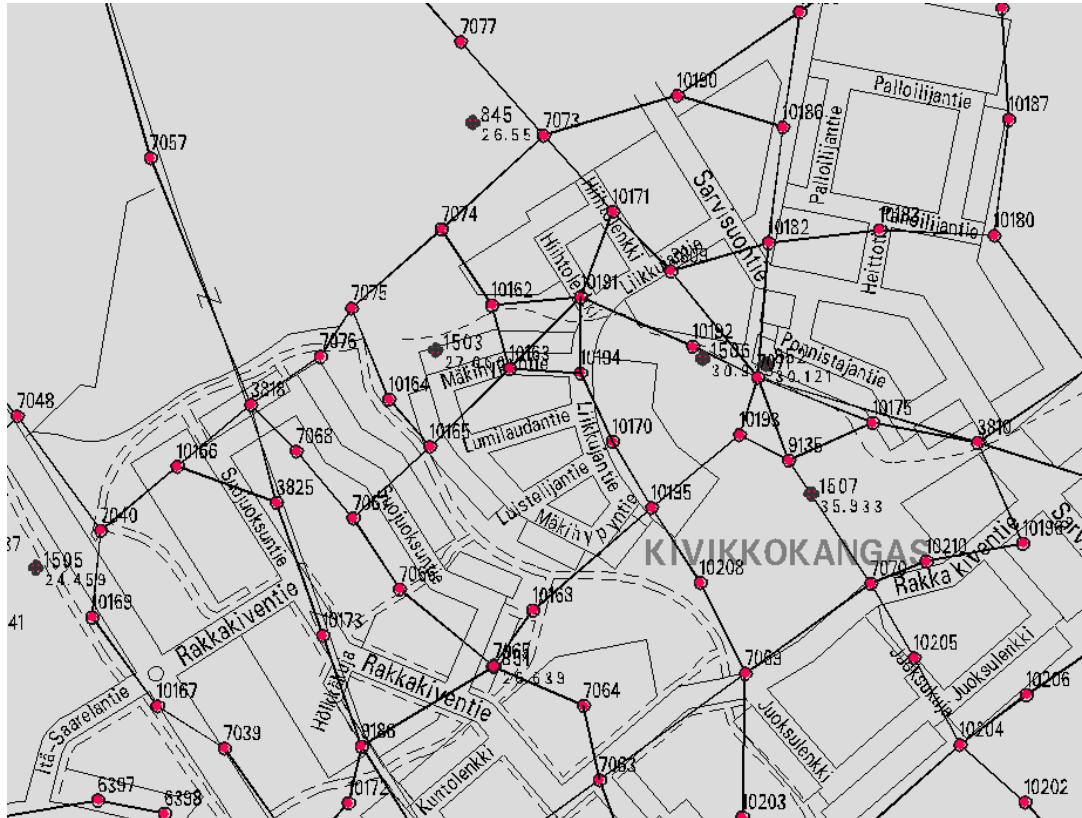
Samasta kuvauksesta on tuotettu myös väärävariortokuva. Nämä molemmat ortoilmakuvat on tallennettu paikkatietojärjestelmään taustakartaksi. Ortokuvan hyödyt ovat kiistattomat. Kuvaa käytetään muun kaupunkisuunnitteluprosessiin kuuluvien tehtävien ohella myös numeerisen kantakartan ajantasaisuuden arviointiin. Ortokuvan avulla pystytään toteamaan suoraan ympäristössä tapahtuneet muutokset. Näin mm. täydennysmittaukset pystytään kohdentamaan suoraan muutosalueille. Rakennuskannan ajantasaisuuden sekä niiden sijaintipoikkeamien arvioinnissa ortokuva on suorastaan välttämätön työkalu.

8.4 Runkomittaukset

Kaavoitusmittauksen tulee perustua runkopisteisiin (Kaavoitusmittausasetus 23.12.1999/1284 3§). Oulun kaupungin alueella mitataan vuosittain n 150 uutta tasorunkopistettä. Mittaukset ovat kohdistuneet pääsääntöisesti uusille alueille, joille on toteutumassa asemakaava. Rungot ovat rakenteeltaan verkkomaisia ja niiden mittauksissa on käytetty sarjahavaintoja.

Uuden Oulun alueelle on luotu kattavat ylempien luokkien pisteet. Näitä pisteitä tullaan käyttämään poikkeuksetta uusien tasorunkoverkon mittauksien lähtöpisteinä. Jälkilaskentaan perustuvan GPS- tekniikan avulla kytketään uudet rungot pääluokan pisteisiin. Varsinaiset käyttökiintopisteet mitataan takymetrillä sarjahavainnoin. Takymetrihavaintoihin perustuva runkomittauslaskenta tapahtuu verkkotasoitushjelmalla (XPLocal). GPS- mittaukset lasketaan laitevalmistajan erillisellä ohjelmalla. Tämän periaatteen mukaisesti tullaan toimimaan koko uuden Oulun alueella myös jatkossa. Runkopisteitä

käytetään uusien kaava-alueiden rajamerkkien maastoon merkinnässä, kunnallistekniikan rakentamisessa sekä rakennusten maastoonmerkinnässä. Runkopisteitä käytetään myös reaaliaikaisen GPS- mittauksien referenssipisteinä.



Kuvio 19. Runkoverkon rakenne uudella asemakaava-alueella / TeklaGIS.

Korkeusrunkoverkot tullaan mittaamaan edelleen perinteisellä tarkkavaa-itusmenetelmällä. Vaaitukset suoritetaan edestakaisina ja/tai sulkeutuvina kuvioina mittavien pisteiden välillä. Vaaitukset sidotaan N2000-järjestelmän käyttöönoton yhteydessä vaaituihin pisteisiin. Vaaitusverkkojen laskenta suoritetaan verkkotasoiutusohjelmalla.

Vaaitus on kallis ja osittain hidaskin menetelmä korkeuskiintopisteiden korkeuksien tuottamiseen. Keskimääräinen vaaitusnopeus on n 2.5 jonokilometriä/ työvuoro. Tämä on kuitenkin tällä hetkellä luotettavin tapa tuottaa korkeuskiintopisteiden korkeuksia.

Tutkimisen arvoinen asia on GPS- tekniikkaan perustuva korkeuden määrittäminen. Geodeettisen laitoksen muunnospalvelun avulla pystytään muuntamaan

ellipsoidinen korkeus N2000-järjestelmän mukaiseksi normaalikorkeudeksi. Muuntaminen on mahdollista kun tunnetaan pisteen koordinaatit ja ellipsoidinen (GRS80) korkeus.

The image shows two side-by-side screenshots of a web application interface for coordinate transformation. The left screenshot is titled 'Syötteen ominaisuudet' (Input properties) and the right is 'Vasteen ominaisuudet' (Output properties). Both have a 'Koordinaatisto' (Coordinate system) section with dropdown menus for Datum (ETRS89), Koordinaatisto (ETRS-TM35FIN (Taso)), Korkeusjärjestelmä (Ellipsoidinen (GRS80)), and Projektiokaista (ETRS-TM35FIN). Below this is a 'Kuvaus' (Description) button. At the bottom, there are radio buttons for 'Tekstitiedosto' and 'Näppäimistö', and a table with three columns: 'Itä-koordinaatti [m]', 'Pohjois-koordinaatti [m]', and 'Korkeus [m]'. In the input view, the height is 35.051. In the output view, the height is 17.6535.

Itä-koordinaatti [m]	Pohjois-koordinaatti [m]	Korkeus [m]
430799.927	7202384.685	35.051
430799.9270	7202384.6850	17.6535

Kuvio 20. Geodeettisen laitoksen muunnospalvelu. Lähde: Geodeettinen laitos.

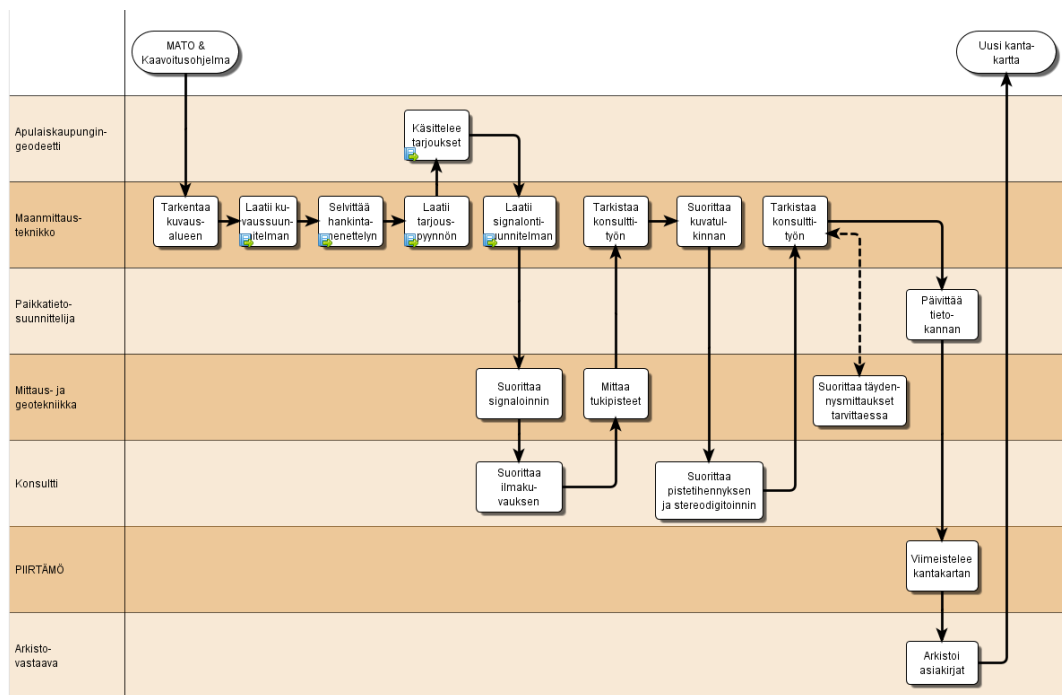
<http://coordtrans.fgi.fi/transform-form.do>

Kuviossa 13 on muunnettu eräs Oulun pääluokkaan kuuluva piste ellipsoidisesta korkeudesta N2000-korkeuteen. Kyseinen piste on GL 1.luokan vaatuspiste ja sen todellinen korkeus on N2000-järjestelmässä +17.664. Muunnospalvelu antaa korkeudeksi +17.6535. Ero on vain 1 cm luokkaa. Tulos on rohkaiseva ja antaa aihetta asian tarkempaan tutkimiseen.

9. UUDISKARTOITUSOHJELMA 2013-2016

9.1 Uudiskartoitusprosessi

Tämän opinnäytetyön eräs tavoite on laatia uudiskartoitusohjelma seuraavaksi neljäksi vuodeksi uuden Oulun alueella. Uudiskartoitusta ohjaa Oulun kaupungin maankäytön toteutusohjelma (MATO) ja yleiset kartastolliset laadunparantamisen tarpeet. Ilmakuvaus suoritetaan Oulun kaupungin prosessin mukaisesti



Kuvio21. Uudiskartoitusprosessi / toimintajärjestelmä.

Taulukko 11. Ilmakuvausten alueellinen kohdentuminen vuosina 2013-2016

Alue	Pinta-ala	Toteutusvuosi
Yli-li	1400 ha	2013
Kiiminki	1000	2013
Oulunsalo	2760	2014
Pikkarala	2170	2015
Metsokangas	1950	2016

Ilmakuvausalueet on esitetty liitteissä 3-7.

9.2 Ilmakuvausten toteutus

Ilmakuvaus tullaan toteuttamaan hankintamenettelyn avulla. Tilaaja laatii tarjouspyynnöt ja työohjelmat kohteista. Kartan sisällöstä noudatetaan

Maanmittauslaitoksen julkaisujen Kaavoitusmittausohjeet 2003 ja Kaavan pohjakartta 1997 mittausluokan 1e mukaisia vaatimuksia.

Ilmakuvaukset suoritetaan digitaalisella ilmakuvauuskameralla 600 metrin lentokorkeudesta siten, että kuvauksen sivu-/pituuspeittoprosentti on pääsääntöisesti 30/60. Ilmakuvauksissa noudatetaan suosituksia Suomessa tehtävälle mittaus- ja kartoitusilmakuvaukselle 1/1995 ja Ohjeita tarkan fotogrammetrisen kartoitusmittauksen suorittamista varten 1/1993; julkaisija Fotogrammetrian ja kaukokartoituksen seura.

Sivupeittoprosentin suurentamista harkitaan tapauskohtaisesti sikäli kun kysymyksessä on peitteinen alue. Signalointisuunnitelman laatii tilaaja. Ilmakuvauksen edellyttämät maastotyöt kuten signaloinnin ja tukipistemittaukset suorittaa Oulun kaupungin mittausyksikkö.

Taulukko 12. Ilmakuvauksen prosessin osatehtävät ja työnjako.

Osatehtävä	Tilaaja	Konsultti
Tarjouspyyntöasiakirjat	x	
Työsuunnitelma	x	
Signalointisuunnitelma	x	
Signalointi	x	
Runkomittaukset	x	
Ilmakuvaukset		x
Pistetihennys		x
Stereodigitointi		x
Ortokuvan tuottaminen		x
Täydennysmittaukset		x
Konseptikartat		x
Työn tarkastaminen	x	
Työn hyväksyminen	x	

Liitteessä 9 on esitetty vuoden 2013 Kiimingin alueen kuvaussuunnitelma.

10.YHTEENVETO

Oulun alueelle syntyy monikuntaliitoksen seurauksena uusi Oulun kaupunki 1.1.2013. Ennen varsinaista kuntaliitoksen virallistumista koordinaattijärjestelmät on yhdenmukaistettu ja paikkatietoaineistot siirretty yhteen ja samaan tietojärjestelmään. Vuoden 2012 siirtymävaiheen aikana myös kartaston ylläpitoon liittyvät tehtävät on kytketty liittyvien kuntien osalta toimintajärjestelmään. Tämä on ollut välttämätöntä jotta uuden kunnan toiminta olisi mahdollisimman sujuvaa tulevan vuoden alkaessa.

Kiinteistöjaotuksen tutkiminen osoitti, että rajamerkkien lajimäärityksiä tulisi selkeyttää. RSK- luvut tulisi tässä yhteydessä myös määrittää nykyisen kiinteistörekisterinpidon alueella. Rakennuskannan osalta oli todettavissa merkittäviä puutteita, jotka aiheuttavat jatkossa mittavia toimenpiteitä.

Laatu muodostuu monesta eri osatekijästä. Koordinaattijärjestelmien oikeellisuus ja homogeenisuus on perusta, johon sijaintitiedot pohjautuvat. Käyttökiintopisteiden runkomittaukset perustuvat jatkossa edelleen sarjahavaintoihin ja jälkilaskentaan. Korkeuskiintopisteiden määrittämisessä luotettavin menetelmä on edelleen tarkkavaaitus. GPS- perusteisen korkeudenmäärittämismenetelmän suhteen on kuitenkin oltava avoin ja innovatiivinen.

Mittausmenetelmien osalta on todettavissa, että VRS -tekniikka soveltuu hyvin kaavoitusmittaukseen. Pääluokan verkon kontrollimittauksen yhteydessä suoritettu tutkimus osoitti tämän.

Numeerisen aineiston tuottaminen ja ylläpitäminen on kytketty kattavasti toimintajärjestelmään. Toimintajärjestelmän prosessikuvaukset sisältävät toimintamalleja joiden avulla operatiivinen tekeminen on ohjeistettu. Tämä ohjeistus luo omalta osaltaan edellytykset sekä oman että konsulttien toiminnan laadullisuudelle.

Tämän opinnäytetyön eräs tavoite oli laatia uudiskartoitusohjelma seuraaville vuosille. Ilmakuvaamalla tapahtuva numeerisen aineiston tuottaminen on

menetelmänä kustannustehokas. Opinnäytetyössä on määritelty kuvattavat alueet sekä periaatteet kuvauksien käytännön toteutukselle.

Numeerinen kantakartta ja paikkatietojen selvittäminen on olennainen osa kaupunkisuunnitteluprosessia ja siksi sen laadullisuuteen ja laadun parantamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Numeerisen aineiston tutkiminen toi esille suuria alueellisia eroja kantakartan laadussa. Nämä puutteet on tiedostettu ja operatiivisiin alueellisiin toimenpiteisiin ryhdytään välittömästi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä numeerisen kantakartan laatuun ja sen parantamisen keinoihin siten, että numeerinen aineisto saatettaisiin vastaamaan kokonaisuudessaan voimassa olevaa ohjeistusta. Esitettyjen toimenpiteiden avulla tämä tavoite tullaan saavuttamaan.

Ajantasainen numeerinen kantakartan avulla luodaan perusedellytykset koko kaupunkisuunnittelun tavoitteille joita ovat viihtyisä ja turvallinen asuin ympäristö ja eri tarpeisiin luovutettavat rakentamiskelpoiset tontit.

LÄHTEET

Fotogrammetrian ja kaukokartoituksen seura, Ohjeet tarkan fotogrammetrisen kartoitusmittauksen suorittamista varten 1/1993, uudistettu toinen painos

Fotogrammetrian ja kaukokartoituksen seura, Suositukset Suomessa tehtävälle mittaus- ja kartoitusilmakuvaukselle, julkaisu1/1995

Geodeettinen laitos, Muunnospalvelu Osoitteessa
<http://coordtrans.fgi.fi/transform-form.do>
Luettu 10.11.2012

Julkisen hallinnon suositukset 2008, Julkisen hallinnon suositus JHS 154 osoitteessa <http://www.jhs-suositukset.fi/suomi/jhs154>
Luettu 23.09.2012

Julkisen hallinnon suositukset 2008, Julkisen hallinnon suositus JHS 163 osoitteessa <http://www.jhs-suositukset.fi/suomi/jhs163>
Luettu 26.09.2012

Julkisen hallinnon suositukset 2012, Julkisen hallinnon suositus JHS 184 osoitteessa [JHS-suositukset - JHS 184](#)
Luettu 23.12.2012

Kaavoitusmittausasetus 23.12 1999/1284,

Maanmittauslaitos 1997, Kaavan pohjakartta 1997. Julkaisu n:o 85

Maanmittauslaitos 2003, Kaavoitusmittausohjeet 2003. Julkaisu n:o 94

Maanmittauslaitos 2011, Määräykset mittausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä kiinteistötoimituksissa MML/2/012/2011
Luettu 18.12.2012

Musto, Matti, Maanmittauslaitos, Kartastoinseinöörin haastattelu 03.03. 2011

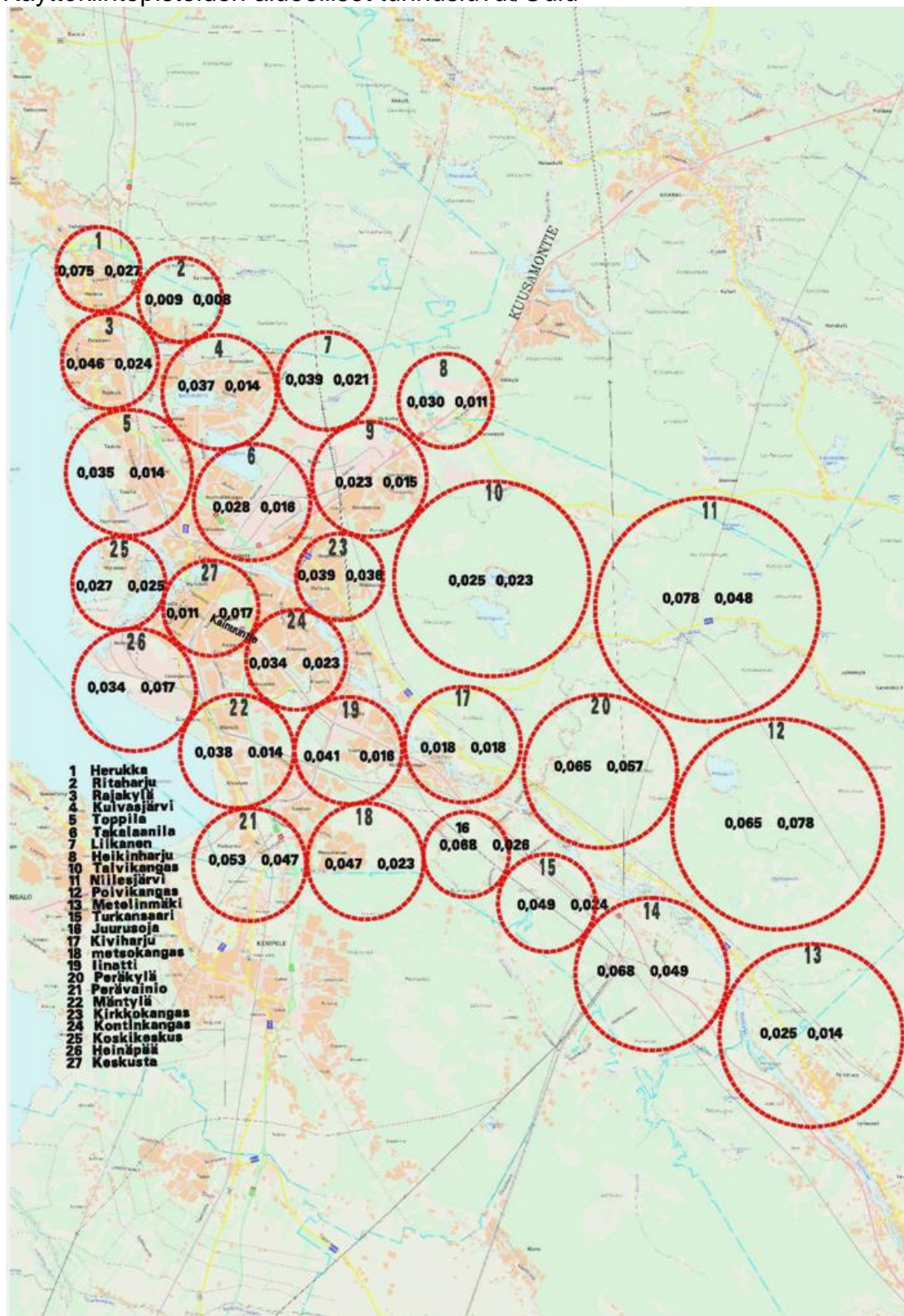
Oulun kaupunki, Yhdyskunta ja ympäristöpalvelut; toimintajärjestelmä
http://oukasrv607.oulunkaupunki.fi/teke_tuotanto/servlet/ActionServlet?action=frameset. Intra
Luettu 23.09.2012

Tekla Oy, TEKLA GIS 2012 tuotteet ja sovellukset
<http://www.tekla.com/fi/products/tekla-solutions-for-infrastructure-and-energy-industries/Pages/Default.aspx#tekla-municipality-gis>
Luettu 26.11.2012

LIITTEET

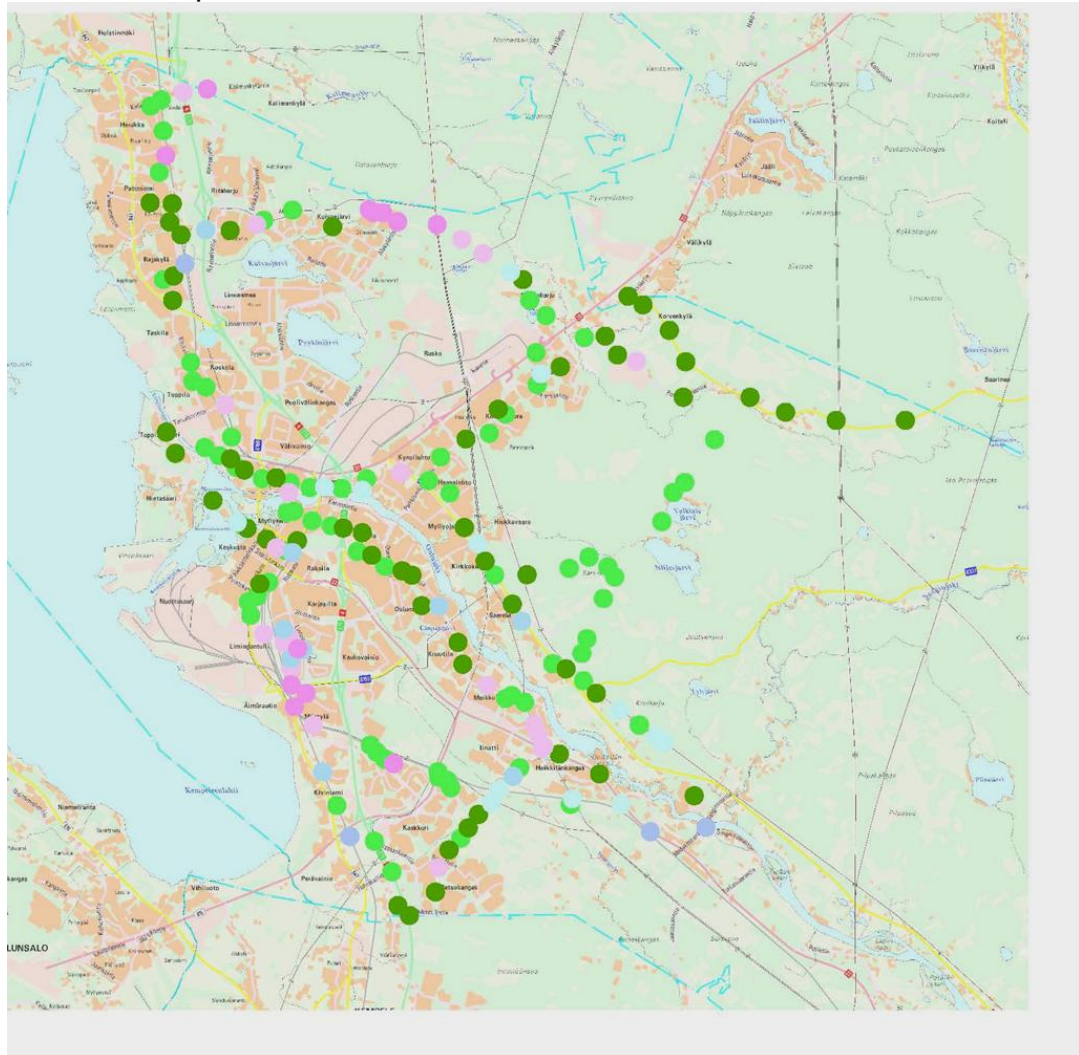
Liite 1	Käyttökiintopisteiden alueelliset tunnusluvut/Oulu
Liite 2	Korkeuskiintopisteiden alueelliset erot/NN-alue
Liite 3	Sito Tietotekniikka Oy:n lausunto Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston soveltuvuudesta N2000 korkeuskäyrien tuottamiseen
Liite 4	Ilmakuvausalue 2013/Kiiminki
Liite 5	Ilmakuvausalue 2013/Yli-li
Liite 6	Ilmakuvausalue 2014/Oulunsalo
Liite 7	Ilmakuvausalue 2015/Pikkarala
Liite 8	Ilmakuvausalue 2016/Metsokangas
Liite 9	Kuvaussuunnitelma 2013/Kiiminki

Käyttökiintopisteiden alueelliset tunnusluvut/Oulu



Liite 2

Korkeuskiintopisteiden alueelliset erot/NN-alue



N	Selitys
	korkeusero
	-0.030 <= poikkeama < -0.025
	-0.025 <= poikkeama < -0.020
	-0.020 <= poikkeama < -0.015
	-0.015 <= poikkeama < -0.010
	-0.010 <= poikkeama < -0.005
	-0.005 <= poikkeama < 0.000
	0.000 <= poikkeama < 0.005
	0.005 <= poikkeama < 0.010
	0.010 <= poikkeama < 0.015
	0.015 <= poikkeama < 0.020
	0.020 <= poikkeama < 0.025
	0.025 <= poikkeama < 0.030

Sito Tietotekniikka Oy:n lausunto Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston soveltuvuudesta N2000 korkeuskäyrien tuottamiseen

Lausunto



6.10.2011

1 (1)

Oulun kaupunki
Tekninen keskus/Pentti Stenius
PL32
90015 Oulun kaupunki

Lausunto Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston käyttökelpoisuudesta korkeuskäyrien tuottamiseen N2000 - korkeusjärjestelmässä

Sito Tietotekniikka Oy on tehnyt selvitystyön Oulun kaupungille sekä Haukiputaan, Kiimingin ja Oulunsalon kunnille otsikossa mainitun aineiston käyttökelpoisuudesta pohjakarttojen korkeuskäyrien uusimiseen.

Selvitystyön tulokset osoittavat, että aineisto on käyttökelpoista kyseiseen tarkoitukseen sellaisenaan. Koska laseraineiston ja olemassa olevien käyrien avulla tuotettu erotuspinta Oulun kaupungin alueella ei paljastanut merkitseviä systemaattisia eroja, laseraineistolle ei tarvitse tehdä mitään korkeustason säätötoimenpiteitä.

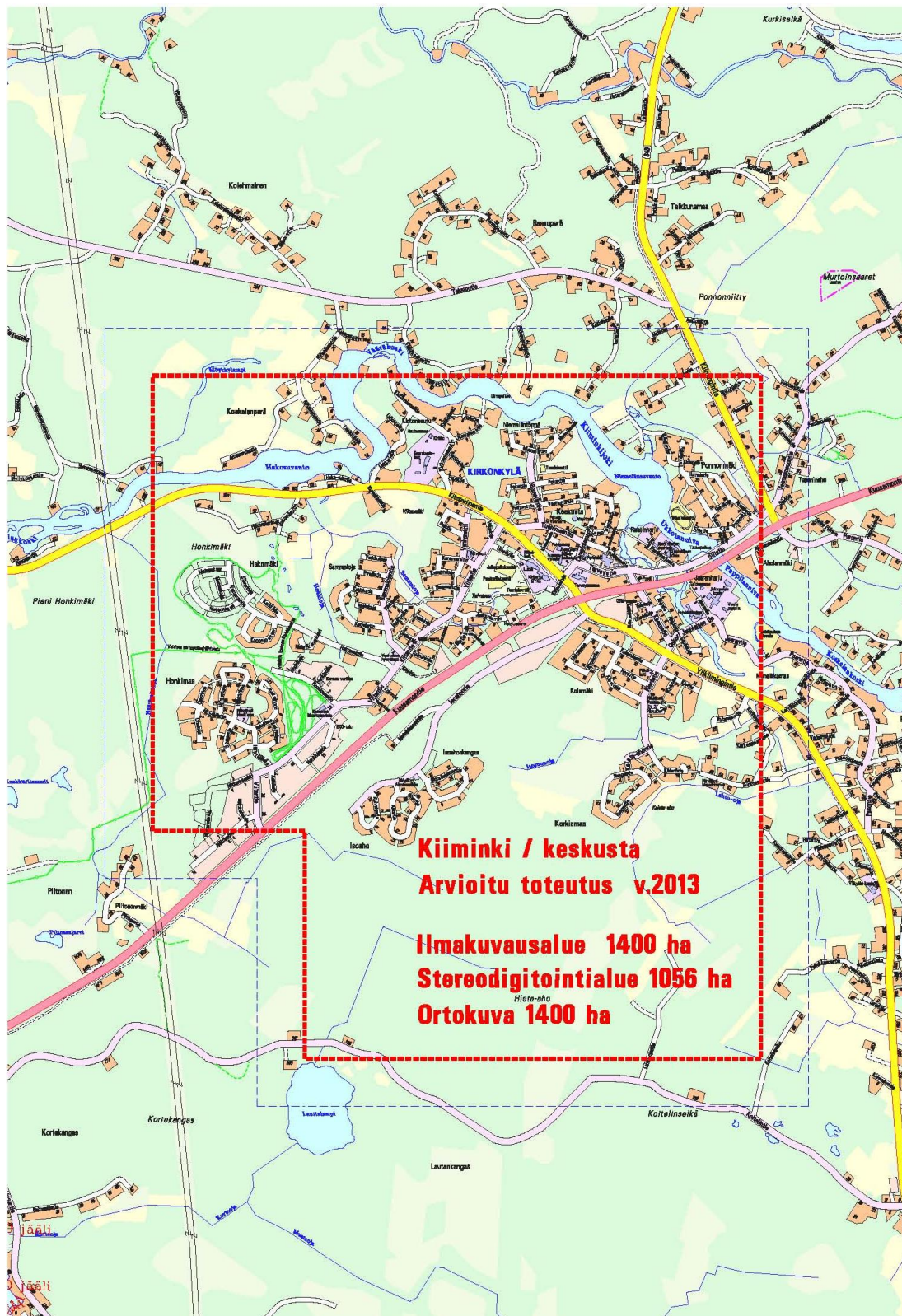
Työn toteutuksessa on syytä varmistaa, että käytössä on Maanmittauslaitoksen tuottama maanpintaluokiteltu ja stereotarkastettu aineisto.

Kunnioittaen

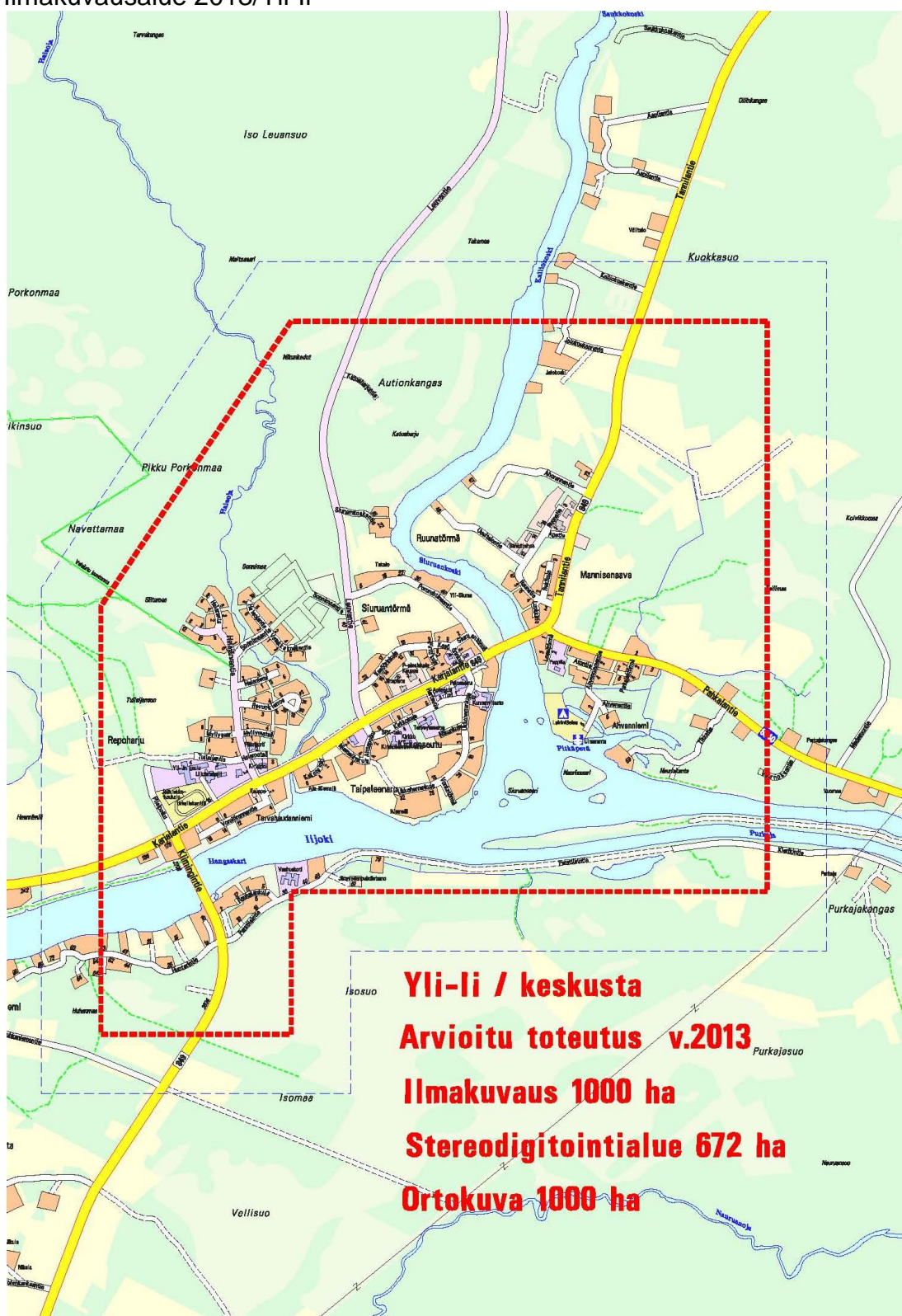
Sito Tietotekniikka Oy

Kyösti Laamanen
Vanhempi konsultti

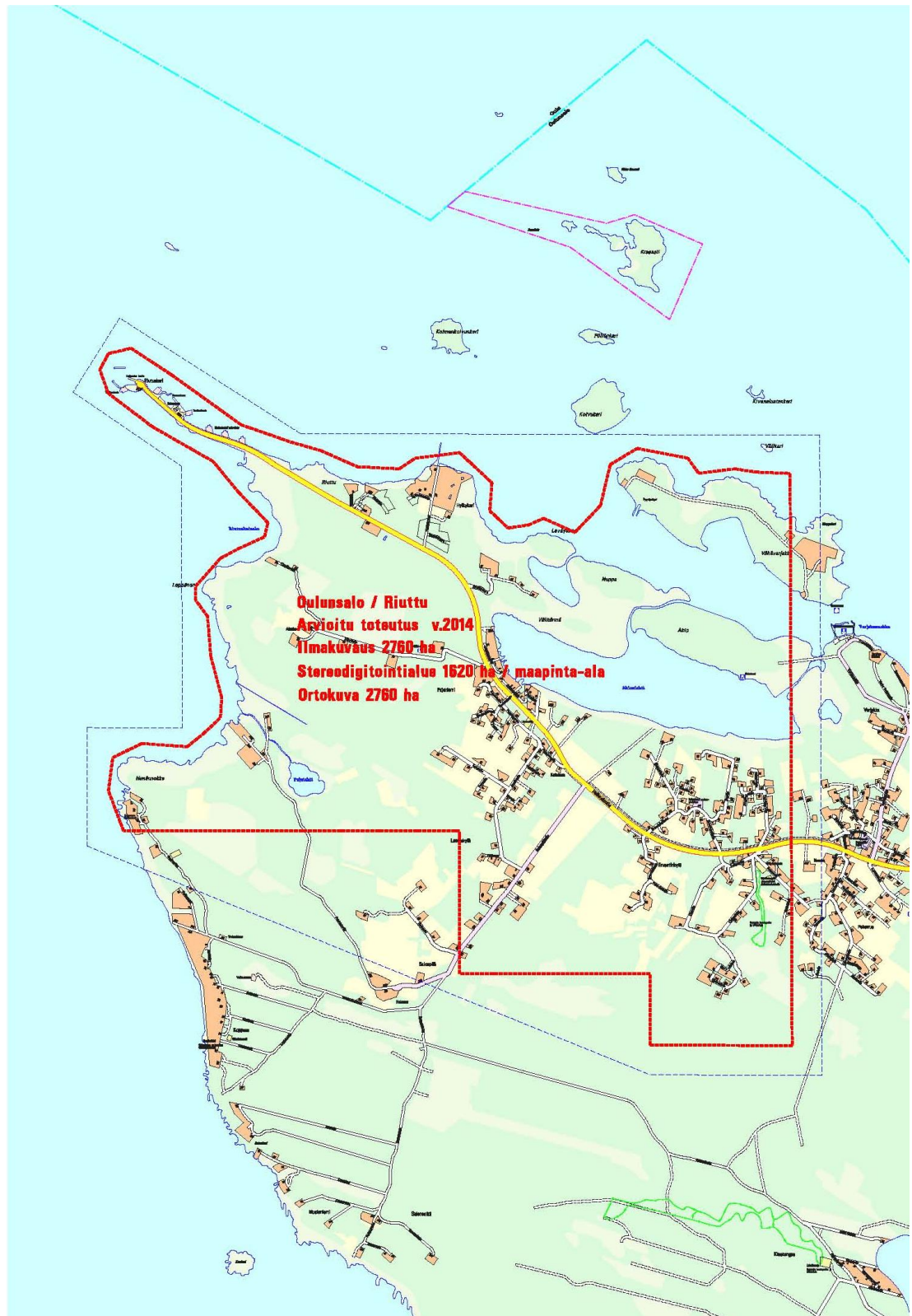
Ilmakuvausalue 2013/Kiiminki



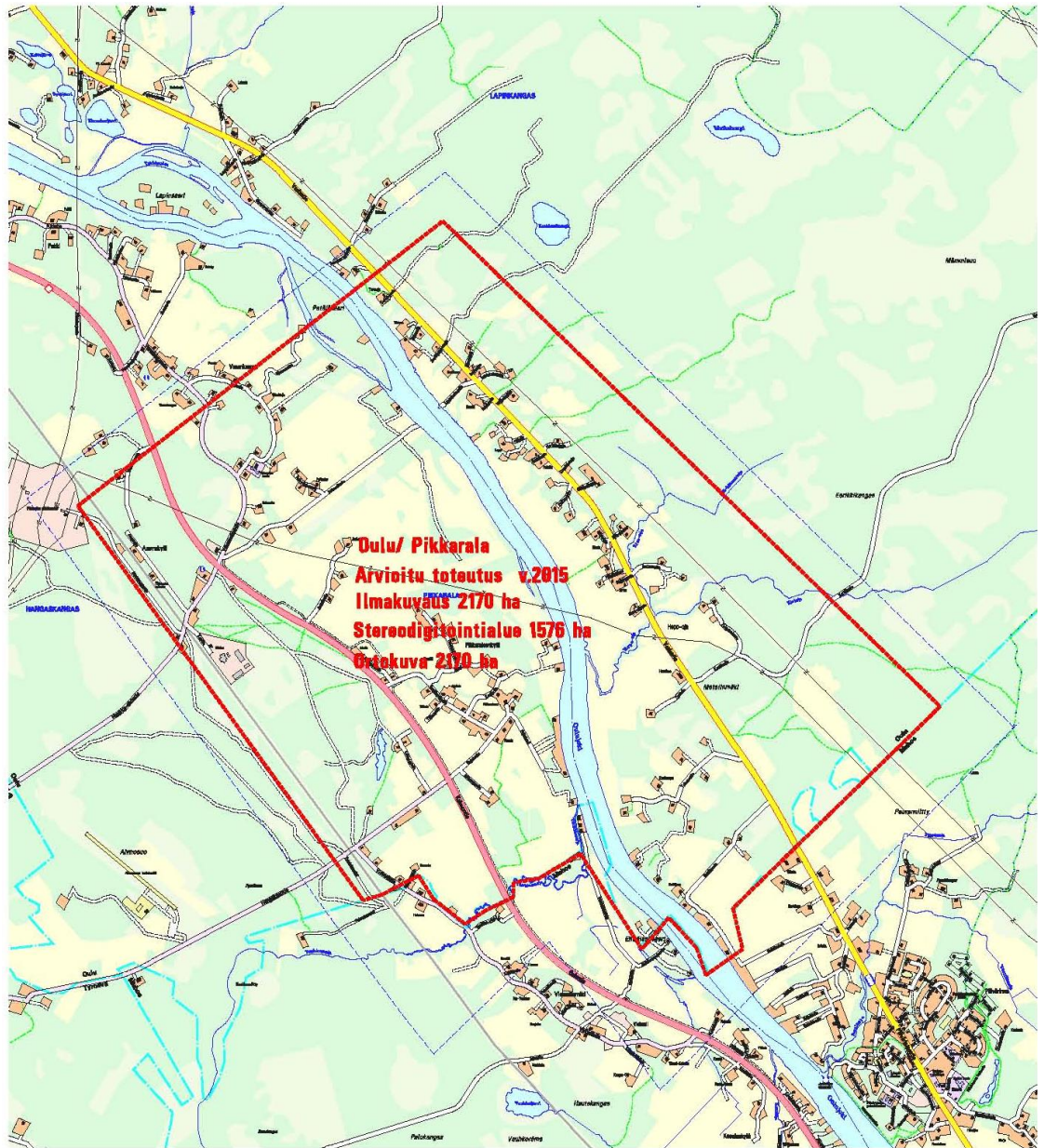
Ilmakuvausalue 2013/Yli-li



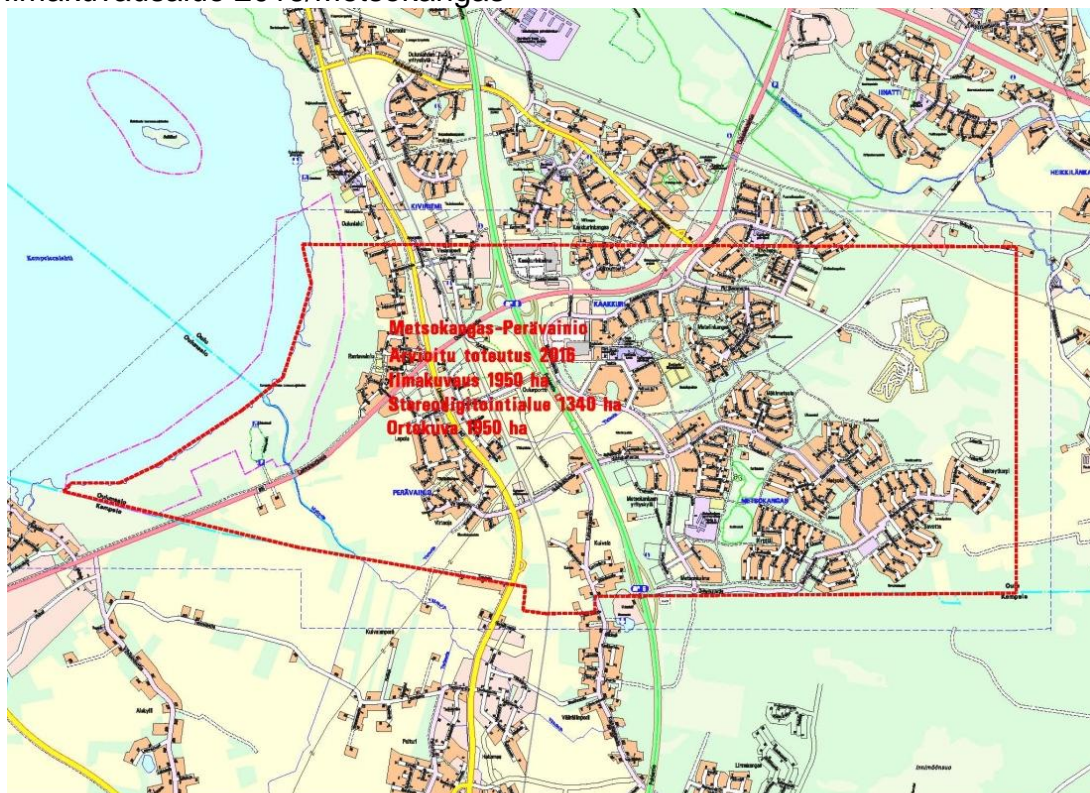
Ilmakuvausalue 2014/Oulunsalo



Ilmakuva-alue 2015/Pikkarala



Ilmakuvausalue 2016/Metsokangas



Ilmakuvaussuunnitelma 2013 / Kiiminki

