

MITTAUS- JA KARTOITUSTOIMINTA
POHJOIS-POHJANMAAN
KAUPUNGEISSA JA KUNNISSA

Pirjo Siermala

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Pirjo Siemala	Vuosi	2018
Ohjaaja	Sami Porsanger		
Työn nimi	Mittaus- ja kartoitustoiminta	Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa	
Sivu- ja liitesivumäärä	64 + 6		

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Pohjois-Pohjanmaan kaupunkien ja kuntien mittaus- ja kartoitustoimintaa. Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsiteltiin teknisiin palveluihin liittyviä osa-alueita, joita ovat maankäyttöpalvelut, kaavoitus, maaomaisuus, paikkatieto ja maastomittaus sekä siinä tarvittavat mittalaitteet ja -ohjelmistot. Tutkimuskyselyllä kartoitettiin kaupunkien ja kuntien käytännön mittaustoimintaa, sen henkilöstöä, mittalaitteiden ja -ohjelmien käyttöä ja kuntien välistä yhteistyötä. Lisäksi haluttiin tietää kuntien mahdollisista laitehankinnoista, ulkoisten palveluiden käytöstä ja talviajan työskentelystä. Tavoitteena oli myös vertailla Pohjois-Pohjanmaan mittaus- ja kartoitustoimintaa aiemmin tehtyihin tutkimuksiin, joita on tehty Lapin ja Keski-Suomen kunnista vuosina 2015 ja 2017.

Aineisto opinnäytetyöhön kerättiin Webropol-kyselyllä, joka lähetettiin kaikille Pohjois-Pohjanmaan 30 paikkakunnalle sähköpostitse ja vastauksia saatiin 14 kunnasta.

Lähes kaikilla kyselyyn vastanneilla kunnilla oli aktiivista mittaustoimintaa ja pääpiirteissään kuntien mittauskalustot olivat nykyaikaisia. Neljä kuntaa harkitsi GPS/GNSS- tai UAV-kaluston hankkimista. Ulkoisia palveluita kunnat käyttivät lähinnä erikoisosaamista vaativissa mittauksissa. Yhteistyötä kuntien välillä tehtiin ja suurin osa vastaajista piti sitä erittäin hyvänä asiana.

Pohjois-Pohjanmaan kaupungit ja kunnat voivat hyödyntää työn lopputuloksia käyttämällä työtä vertailupohjana omalle toiminnalleen, esimerkiksi miettiessään laitehankintoja tai yhteistyötä toisten kuntien kanssa. Alan opiskelijat saavat tietoa kunnille kuuluvasta mittaus- ja kartoitustoiminnasta, siinä käytettävistä laitteistoista ja ohjelmistoista sekä tutustuvat mahdollisiin tuleviin harjoittelu- ja työpaikkoihin.

Avainsanat

Pohjois-Pohjanmaa, tekniset palvelut, paikkatieto, maastomittaus, mittalaitteet ja -ohjelmistot

School of Technology, Communication and transport
Degree Programme in Land Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Pirjo Siermala	Year	2018
Supervisor	Sami Porsanger		
Subject of thesis	Measurement and Mapping Activities in the Cities and the Municipalities in the Northern Ostrobothnia		
Number of pages	64 + 6		

The purpose of the thesis was study the measurement and mapping activities in the cities and municipalities in the Northern Ostrobothnia. The aim was also to compare the measurement and mapping activities in the Northern Ostrobothnia with previous surveys carried out in Lapland and Central Finland in 2015 and 2017.

The theoretical part of the thesis discussed the theoretical aspects of the technical services, such as land use services, zoning, land, spatial data and terrain measurement as well as the necessary measuring instruments and software. The research questionnaire surveyed the practical measurements of the cities and municipalities, its staff, the use of measuring instruments and programs, and cooperation between the municipalities. In addition the planned investments of the municipalities and the use of external services were studied. The material for the thesis was obtained through a Webropol survey sent to all the 30 locations in the Northern Ostrobothnia by e-mail. Fourteen municipalities replied the survey questions. All the municipalities that responded had active measurement activities and, in general, the measurement facilities of the municipalities were modern. Four municipalities considered purchasing a GPS/GNSS or UAV. The external services were mainly used in the demanding measurements. Many municipalities had co-operation with the neighbors and considered it a very good practice.

The cities and municipalities in the Northern Ostrobothnia can make use of the results of this thesis by using the results as a benchmark for their own activities, for example, when considering equipment purchases or cooperation with other municipalities. Students in the field will be provided with information about the measurement and mapping activities of the municipalities, the equipment and software they use, as well as access to the potential future training and jobs.

Key words Northern Ostrobothnia, technical services, spatial data, field measurement, measuring instruments and software

SISÄLLYS

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 MITTAUS- JA KARTOITUSTOIMINTA.....	10
2.1 Tekniset palvelut.....	10
2.2 Maankäyttöpalvelut.....	11
2.3 Kaavoitus.....	11
2.4 Maaomaisuus.....	14
2.5 Paikkatieto.....	15
2.6 Maastomittaus.....	17
3 MAASTOMITTAUSLAITTEET JA OHJELMISTOT.....	19
3.1 Mittauskalustot.....	19
3.2 Takymetrimittaus.....	19
3.3 Satelliittipaikannus.....	21
3.4 RTK- ja verkko-RTK-mittaus.....	22
3.5 Vaaitus.....	24
3.6 Laserkeilaus.....	25
3.7 UAV-kartoitus.....	26
3.8 3D-koneohjaus.....	28
3.9 Mittaus- ja paikkatieto-ohjelmistot.....	29
3.10 Paikkatietoaineistot.....	30
4 TUTKIMUS.....	32
4.1 Tutkimusmenetelmät.....	32
4.2 Tutkimuslomakkeen laatiminen.....	33
4.3 Kyselytutkimuksen toteuttaminen.....	34
4.4 Kyselyyn vastanneet paikkakunnat ja vastaukset.....	35
4.4.1 Haapajärvi.....	36
4.4.2 Kalajoki.....	36
4.4.3 Kempele.....	39
4.4.4 Kärsämäki.....	39
4.4.5 Liminka.....	40
4.4.6 Muhos.....	41

4.4.7	Nivala	43
4.4.8	Oulainen.....	43
4.4.9	Oulu.....	44
4.4.10	Pyhäjärvi	45
4.4.11	Raahe	46
4.4.12	Taivalkoski	47
4.4.13	Tyrnävä	48
4.4.14	Ylivieska.....	48
4.5	Vastausten analysointi	49
4.5.1	Henkilöstö	49
4.5.2	Mittalaitteet ja -ohjelmistot.....	50
4.5.3	Ohjelmistot ja paikkatietojärjestelmät	52
4.5.4	Ulkoiset palvelut	53
4.5.5	Kuntien välinen yhteistyö.....	53
4.5.6	Maastotyöt talvella.....	54
4.6	Vertailut aikaisempiin tutkimuksiin	55
5	POHDINTA	58
	LÄHTEET	61
	LIITTEET	64

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Esimerkki teknisten palveluiden kokonaisuuksista.....	10
Kuvio 2. Kaavoituksen tasot.....	12
Kuvio 3. Pohjois-Pohjanmaan seutukuntajako 2016.....	13
Kuvio 4. Paikkatiedon kerroksia samalta alueelta.....	15
Kuvio 5. Maastomittauksen osa-alueet.....	17
Kuvio 6. Trimblen S7 -sarjan robottitakymetri.....	20
Kuvio 7. GNSS-paikannuksen järjestelmät ja toimijat.....	22
Kuvio 8. Trimblen VRS -järjestelmän toimintaperiaate.....	23
Kuvio 9. Leica NA700 -vaaituskone ja latta.....	25
Kuvio 10. Ylivieskan kirkon laserkeilattu kuva vuodelta 2014.....	27
Kuvio 11. GeoDrone X4L suomalainen ortokopteri.....	27
Kuvio 12. Laserpistepilvestä 3D-malliksi.....	29
Kuvio 13. 3D-koneohjausjärjestelmännäyttö kaivinkoneessa.....	30
Kuvio 14. GIS-paikkatietojärjestelmä koostuu monesta tekijästä.....	33
Kuvio 15. Webropol-tutkimuslomake.....	35
Kuvio 16. Kyselyyn vastanneet kunnat.....	37
Kuvio 17. Kyselytutkimuksen vastausten jakauma.....	50
Taulukko 1. Kuntien käytössä olevat mittalaitteet.....	52
Taulukko 2. Kuntien käyttämät mittalaitteet.....	57

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

DGPS	Differentiaalinen GPS (Differential GPS) on satelliittipaikannuksen mittaustapa, jossa paikannussatelliittien lähettämiä tietoja korjataan kiinteiden maa-asemien määrittämien tietojen avulla sijaintitarkkuuden parantamiseksi (Laurila 2012, XVIII).
DGNSS	Differentiaalinen GPS-paikannusjärjestelmä (Differential DGNSS), jonka mittauksessa on mukana useita eri satelliittijärjestelmien satelliitteja (Laurila 2012, XVIII).
GIS	Geographic Information System, paikkatietojärjestelmä (Laurila 2012, XIX).
GNSS	Global Navigation Satellite System, on nimitys maailmanlaajuisten satelliittijärjestelmien muodostamalle kokonaisuudelle (Laurila 2012, XIX).
GPS	GPS (Global Positioning System), Yhdysvaltain puolustusministeriön ylläpitämä maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä (Laurila 2012, XIX).
KTJ	Kiinteistötietojärjestelmä
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
MML	Maanmittauslaitos
RTK	Reaaliaikainen kinemaattinen mittaus (Real Time Kinematic), satelliittipaikannuksen vaihehavaintoihin perustuva suhteellinen, liikkuva mittaustapa, jolla saavutetaan lähes reaaliaikaisesti senttimetriluokan mittaustarkkuus (Laurila 2012, XXI).
SmartNet	SmartNet on satelliittipaikannuksen tarkkuutta parantava tukiasemaverkkoratkaisu (Laurila 2012, XXI).
UAV	Unmanned Aerial Vehicle, lentävä miehittämätön lennokki (Geotrim).
VRS	Virtual Reference Station, VRS on satelliittipaikannuksen tarkkuutta parantava tukiasemaverkkoratkaisu. (Laurila 2012, XXII).

1 JOHDANTO

Maanmittaus on kehittynyt valtavasti viime vuosi kymmenten aikana ja tänä päivänä se on sekä erittäin tietoteknistä että globaalia toimintaa, sillä ympäri maailman tehdään erilaisia mittauksia samoilla menetelmillä ja koordinaateilla.

Mittaus- ja kartoitustoiminta on kaupunkien ja kuntien, yleensä teknisten palveluiden ylläpitämää kartta- ja paikkatietoaineistoa maankäytön suunnittelua ja rakentamisen tarpeita varten. Maastossa ja rakennustyömailla tehdään runko-, kartoitus-, maastomalli- ja merkintämittauksia ja näissä mittauksissa käytetään erilaisia mittauslaitteita. Kun taas kartoitusaineistojen valmistelu- ja jälkikäsitteilytehtävät tehdään erilaisilla tietokoneohjelmistoilla.

Opinnäytetyöni aiheena on ”Mittaus- ja kartoitustoiminta Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa”. Tämän työn tavoitteena on selvittää julkisen sektorin mittaus- ja kartoitustoimintaa sen teknisiä resursseja ja henkilöstöresursseja. Henkilöstöresursseista selvitän henkilöstön määrän ja heidän ammattinimikkeet. Lisäksi tutkimuksessa selvitetään, minkälaisia laitteita ja ohjelmistoja kunnilla on käytössä. Selvitän myös, mitä tehtäviä kunta suorittaa omana työnään, kuinka paljon kunnat käyttävät ulkoisia palveluita, onko heillä kenties yhteistyötä lähikuntien kanssa ja miten talvi vaikuttaa maastossa työskentelyyn. Tavoitteena on myös vertailla kolmen läänin mittaus- ja kartoitustoimintaa.

Tutkimukseni on jatkumoa kahdelle opinnäytetyölle, Tapio Vierelän 2015 Mittaustekniset resurssit Lapin kunnissa ja Ville Vähätiiton 2017 Keski-Suomen kuntien mittaus- ja kartoitustoiminta. Näiden kolmen tutkimustyön piiriin kuuluu yhteensä 74 kuntaa. Maantieteellisesti ajateltuna nämä kolme tutkimusta käsittävät koko Pohjois-Suomen kunnat. Tutkimus suoritetaan lokakuussa 2018 Webropol-kyselyllä, jonka lähetän 30 kuntaan. Tutkimuksen kannalta odotan aktiivista vastausta kunnilta, jotta saadaan kattavaa tietoa Pohjois-Pohjanmaan kaupunkien ja kuntien mittaus- ja kartoitustoiminnasta ja saan riittävästi vertailupohjaa aikaisempiin tutkimuksiin. Tutkimuskyselyn lisäksi käsittelen teoriasolla mittaus- ja kartoitustoimintaa, sen eri osa-alueita, kuten teknisiä palveluita, maankäyttöpalveluita ja paikkatietoa että maastomittausta.

Tästä työstä uskon olevan hyötyä monelle osapuolelle. Alan opiskelijat saavat tietoa kaupunkien ja kuntien mittaustoiminnasta sekä mahdollisista työharjoittelu- tai jopa tulevista työpaikoista. Kaupungit ja kunnat saavat vertailupohjaa omalle toiminnalleen ja se saattaa tuoda uudenlaista tietoa esimerkiksi yhteistyön kehittämiseksi tai laitehankinnoille.

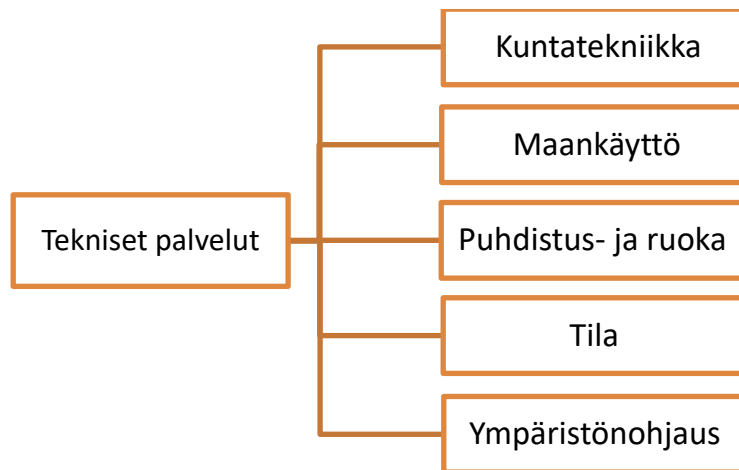
Tämä tutkimus tehdään kirjoittajan omasta mielenkiinnosta asiaa kohtaan, täten työlläni ei ole tilaajaa. Kiinnostukseni aiheeseen heräsi keväällä 2018 opinnäyteanalyysiä tehdessäni ja se innoitti minut tämän aiheen pariin. Myös työharjoittelut kahdelta kesältä, mittaustehtävissä eri kunnissa, lisäsivät mielenkiintoani aihetta kohtaan. Kesätöissä sain seurata läheltä kahden kunnan tekemiä mittaus- ja kartoitustoimintoja ja näistä kiinnostuneena halusin tietää myös muiden Pohjois-Pohjanmaan kaupunkien ja kuntien toiminnasta. Uskonkin näiden harjoittelujen antavan käytännön pohjaa tämän työn tekemiseen.

2 MITTAUS- JA KARTOITUSTOIMINTA

2.1 Tekniset palvelut

Mittaus- ja kartoitustekniikassa on kyse maastossa ja rakennustyömailla tehtävistä runko-, kartoitus-, maastomalli- ja merkintämittauksista ja näissä mittauksissa käytettävistä mittauskojeista ja -menetelmistä. Maanmittausalan ammattilaiset, maanmittaajat eli mittamiehet, kartoittajat ja insinöörit, vastaavat karttojen tuottamisesta, kiinteistönmuodostuksesta ja karttoihin ja kiinteistöihin liittyvien tietojen ajantasaisuudesta ja luotettavuudesta. Maanmittaajat työskentelevät myös kiinteistöarviointiin, maankäytön suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvissä tehtävissä. (Laurila 2012; XII, 2.)

Kaupungeissa ja kunnissa mittaus- ja kartoitustoiminta on osa teknisten palveluiden kokonaisuutta (Kuvio 1). Teknisten palveluiden alla voivat toimia esimerkiksi, kuntatekniikan palvelut, maankäyttöpalvelut, puhdistus- ja ruokapalvelut, tilapalvelut ja ympäristönohjaus.



Kuvio 1. Esimerkki teknisten palveluiden kokonaisuuksista (mukaillen Surakka & Malinen 2015, 13)

Tekniset palvelut tai tekninen toimi vastaavat kunnan toimesta tapahtuvasta valvonnasta, suunnittelusta, rakennuttamisesta, rakentamisesta sekä kunnosapito- ja käyttötehtävistä (MRL 20 §). Tekniset palveluiden tehtäviä ovat muun muassa maapolitiikka, kaavoitus- ja maankäytön suunnittelu, liikenne (joukkoliikenne ja väylät), vesihuolto, jätehuolto, energiantuotanto ja -jakelu, rakennusvalvonta ja asuntotoimi (Kuntaliitto.fi 2017).

Teknisten palveluiden toimintaa ohjaa niin tekninen lautakunta kuin ympäristö-
lautakunta sekä elinkeino- ja maankäyttötoimikunta. Kaupungeissa ja kunnissa
palveluvastaavan tehtäviä hoitaa yleensä tekninen johtaja.

2.2 Maankäyttöpalvelut

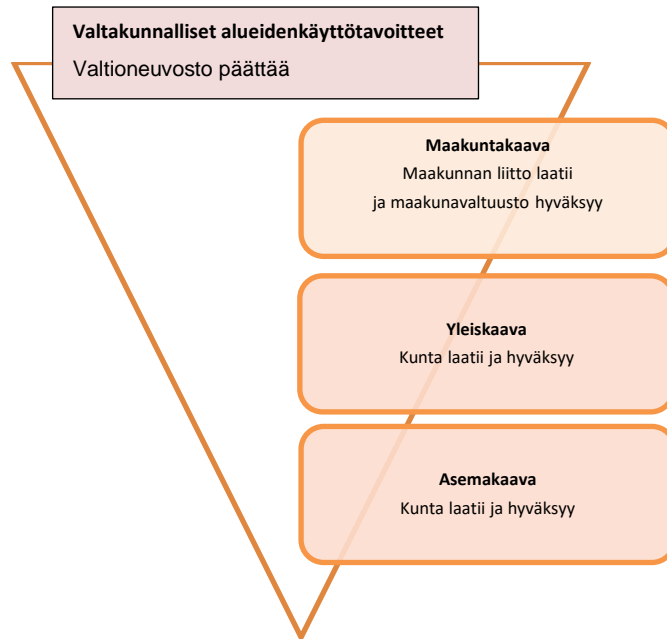
Maankäyttöpalvelut vastaavat kaupunkien ja kuntien maa- ja karttaomaisuudes-
ta sekä maankäytön suunnittelusta. Maankäyttöpalveluiden alaisuudessa toimii
yleensä kaavoitus, joka tekee kaavat ja muut maankäyttöä koskevat suunnitel-
mat. Maankäyttöpalveluiden toimintaa ohjaa kaupungin tai kunnan tekemät stra-
tegiat ja kaavoituskatsaukset. Kaavoituskatsaukset laaditaan vuosittain ja se
perustuu maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) 7 §:ään. *”Kunnan tulee vähintään
kerran vuodessa laatia katsaus kunnassa ja maakunnan liitossa vireillä olevista
ja lähiaikoina vireille tulevista kaava-asioista, jotka eivät ole merkitykseltään
vähäisiä (kaavoituskatsaus). Siinä selostetaan lyhyesti kaava-asiat ja niiden
käsittelyvaiheet sekä sellaiset päätökset ja muut toimet, joilla on välitöntä vaiku-
tusta kaavoituksen lähtökohtiin, tavoitteisiin, sisältöön ja toteuttamiseen. Kaa-
voituskatsauksen yhteyteen on kysynnän sitä edellyttäessä liitettävä arvio asu-
miseen varattujen tonttien riittävydestä. Kaavoituskatsauksesta on tiedotettava
sen tarkoituksen kannalta sopivalla tavalla.”* (MRL 7 §.)

2.3 Kaavoitus

Maankäyttö- ja rakennuslain 20 §:n mukaan kunnan tehtävänä on huolehtia
alueiden käytön suunnittelusta, rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta alu-
eellaan sekä maapolitiikan harjoittamisesta. Kunnalla tulee olla käytettävissään
tehtäviin riittävät voimavarat ja asiantuntemus. Kunnassa, jonka asukasluku on
yli 6 000, tulee olla kaavoittaja, jolla on kunnan kaavoitustehtävien hoidon edel-
lyttämä pätevyys. Kaavoittaja voi myös olla kuntien yhteinen tai kunta voi antaa
tehtävän sopimuksen nojalla toisen kunnan tai kuntayhtymän palveluksessa
olevan kaavoittajan hoidettavaksi. (MRL 20 §.)

Kaavoitus on alueiden käytön ja rakentamisen säätelyä, jolla päätetään eri toi-
mintojen esimerkiksi asumisen ja työpaikkojen sijoittumisesta kaupungin tai
kunnan alueelle. Kaupunkien ja kuntien kaavoitusta ohjataan ylimmällä tasolla

valtioneuvoston päättämällä valtakunnallisilla alueidenkäyttötavoitteilla, jotka ovat osa maankäyttö- ja rakennuslakia. Maakuntakaavan laatimisesta vastaa maakunnan liitto ja sen hyväksyy maakunnan liiton liittovaltuusto. Kunnan alueiden käytön järjestämiseksi ja ohjaamiseksi laaditaan yleis- ja asemakaavoja, jotka kunta laatii ja hyväksyy. (Ympäristöministeriö 2018a.) Kuviossa 2 esitetään kaavoituksen eri tasot.



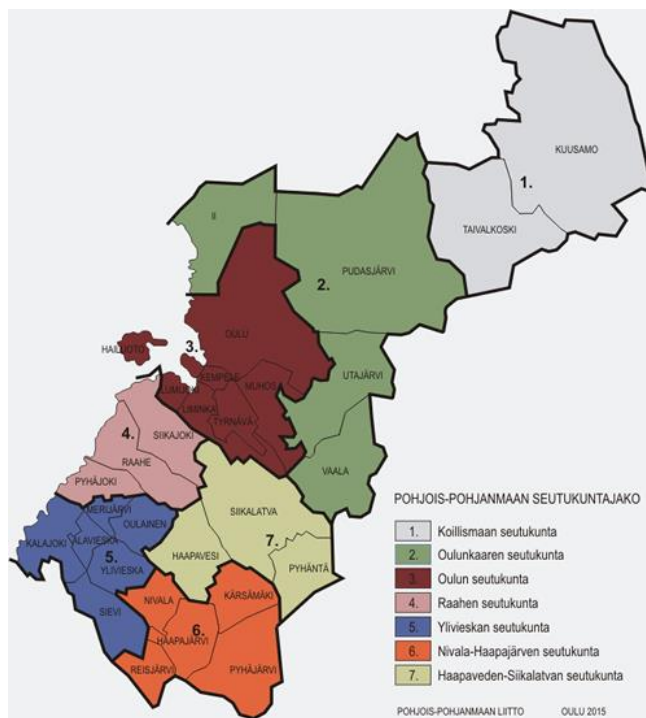
Kuvio 2. Kaavoituksen tasot (mukaiillen Lohjan kaupunki)

Maakuntakaava on maankäyttö- ja rakennuslain mukainen, kartalla esitetty yleispiirteinen suunnitelma alueiden käytöstä maakunnassa tai sen osa-alueella. Siinä kuvataan maakunnan alueiden käytön- ja yhdyskuntarakenteen periaatteet sekä osoitetaan maakunnan kehittämisen kannalta tarpeellisia alueita. Maakuntakaavan tehtävänä on ratkaista valtakunnalliset, maakunnalliset ja seudulliset alueiden käytön kysymykset. (Ympäristöministeriö 2018b.)

Maakuntakaavan laatimisesta ja muusta maakunnan suunnittelusta huolehtii kuntayhtymä (maakunnan liitto), jossa alueen kuntien on oltava jäseninä. Maakunnan liiton tulee huolehtia tarpeellisesta maakuntakaavan laatimisesta, kaavan pitämisestä ajan tasalla ja sen kehittämisestä. Liiton tehtävinä ovat alueellinen kehittäminen, muun muassa aluekehittämisohjelmien sekä EU-ohjelmien valmistelu ja laadinta yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa, maakuntakaavoitus, edunvalvonta ja maakunnan tunnetuksi tekeminen sekä toiminen yhdessä

eri yhteistyötahojen kanssa maakunnan parhaaksi. Liitolta voi myös hakea rahoitusta maakuntaohjelmiin ja EU-ohjelmien tavoitteiden mukaisten hankkeiden toteuttamiseen. (Pohjois-Pohjanmaan liitto a.)

Maakuntakaava voidaan laatia myös vaiheittain tai osa-alueittain. Laadittaessa maakuntakaava osa-alueittain tulee kaavan valmistelua ohjaamaan asettaa maakunnan liiton toimielin, jossa on asianomaisten kuntien ehdottamia jäseniä. Pohjois-Pohjanmaan liitto on 30 jäsenkunnan muodostama kuntayhtymä, jossa päätösvaltaa käyttävät maakuntavaltuusto ja -hallitus. (Pohjois-Pohjanmaan liitto a.) Alla olevassa kuvassa (Kuvio 3), näkyvät Pohjois-Pohjanmaan liiton jäsenkunnat ja niiden jako seitsemään seutukuntaan. (Pohjois-Pohjanmaan liitto b.)



Kuvio 3. Pohjois-Pohjanmaan seutukuntajako 2016 (Pohjois-Pohjanmaan liitto b)

Maakuntakaavan lisäksi kaupungit ja kunnat ylläpitävät yleiskaavaa, jolla osoitetaan alueiden käytön pääpiirteet ja toimintojen sijainnit kunnan sisällä. MRL 5 luvun ja 35 pykälän mukaan ”yleiskaavan tarkoituksena on kunnan tai sen osan yhdyskuntarakenteen ja maankäytön yleispiirteinen ohjaaminen sekä toimintojen yhteen sovittaminen. Yleiskaava voidaan laatia myös maankäytön ja rakentamisen ohjaamiseksi määrättyllä alueella. Yleiskaavassa esitetään tavoitellun

kehityksen periaatteet ja osoitetaan tarpeelliset alueet yksityiskohtaisen kaavoituksen ja muun suunnittelun sekä rakentamisen ja muun maankäytön perustaksi. Yleiskaava voidaan laatia myös vaiheittain tai osa-alueittain.” (MRL 5:35 §.)

Yleiskaava voi koskea koko kuntaa tai sen tiettyä osa-aluetta, jolloin sitä kutsutaan osayleiskaavaksi. Kunnat voivat laatia myös yhteisen yleiskaavan. Kaava esitellään kartalla, ja siihen liitetään kaavamerkinnot ja -määräykset sekä selostus. Kunta vastaa yleiskaavan laatimisesta ja sen pitämisestä ajan tasalla. Kaavan hyväksyy kaupungin- tai kunnanvaltuusto. Mikäli kunnat ovat laatineet yhteisen yleiskaavan, sen hyväksyy kuntien yhteinen toimielin. (Ympäristö.fi 2018.)

MRL ohjeistaa myös yksityiskohtaisempaa asemakaavaa. Asemakaava ohjaa rakentamista paikallisten olosuhteiden mukaan ja määrittelee tarkasti mitä ja mihin saa rakentaa. MRL:n seitsemännennen luvun 50 §:n mukaan Asemakaavan tarkoituksena on *”alueiden käytön yksityiskohtaista järjestämistä, rakentamista. Ja kehittämistä varten laaditaan asemakaava, jonka tarkoituksena on osoittaa tarpeelliset alueet eri tarkoituksia varten ja ohjata rakentamista ja muuta maankäyttöä paikallisten olosuhteiden, kaupunki- ja maisemakuvan, hyvän rakentamistavan, olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja kaavan muun ohjaustavoitteen edellyttämällä tavalla. Myös asemakaavan muutos voidaan laatia vaiheittain.”* (MRL 7:50 §.)

2.4 Maaomaisuus

Kaupunki tai kunta omistaa toimintaansa liittyen julkisia rakennuksia tontteineen sekä ennen kaikkea kaavoituksella kunnalliseen toimintaan osoitettuja yleisiä alueita kuten puistoja, lähivirkistykseen tarkoitettuja luonnontilaisia alueita sekä katu- ja liikennealueita. Kunnat pyrkivät myös hankkimaan ja omistamaan riittävästi kaavoittamatonta raaka-maata, jota kaavoittamalla kunta voi luoda lisää tontteja niin asumiseen kuin elinkeinotoimintaan. Lisäksi kunnilla voi olla omistuksessaan haja-asutusalueiden metsäalueita tai peltoalueita, viimeksi mainittua kunnat voivat vuokrata esimerkiksi kuntalaisten viljelykseen.

Kunta hankkii maata ensisijaisesti ns. raakamaana asemakaavoittamattomilta alueilta tavoitteenaan, että sillä on maa- ja tonttivarantoa vähintään yhdyskuntarakentamisen tarpeisiin. Kunnat joutuvat hankkimaan maata esimerkiksi katu- jen, puistojen, yleisten rakennusten, tonttien sekä asemakaavan toteuttamiseksi. (Kuntaliitto b.) Kunnan maankäytön päätavoitteena on varmistaa kysyntää vastaava tonttitarjonta eheässä yhdyskuntarakenteessa, jossa kunnan ja yksityisten toimijoiden on mahdollista järjestää asukkaiden ja yritysten tarvitsemat toimivat, laadukkaat ja kustannustehokkaat lähipalvelu (Kuntaliitto c).

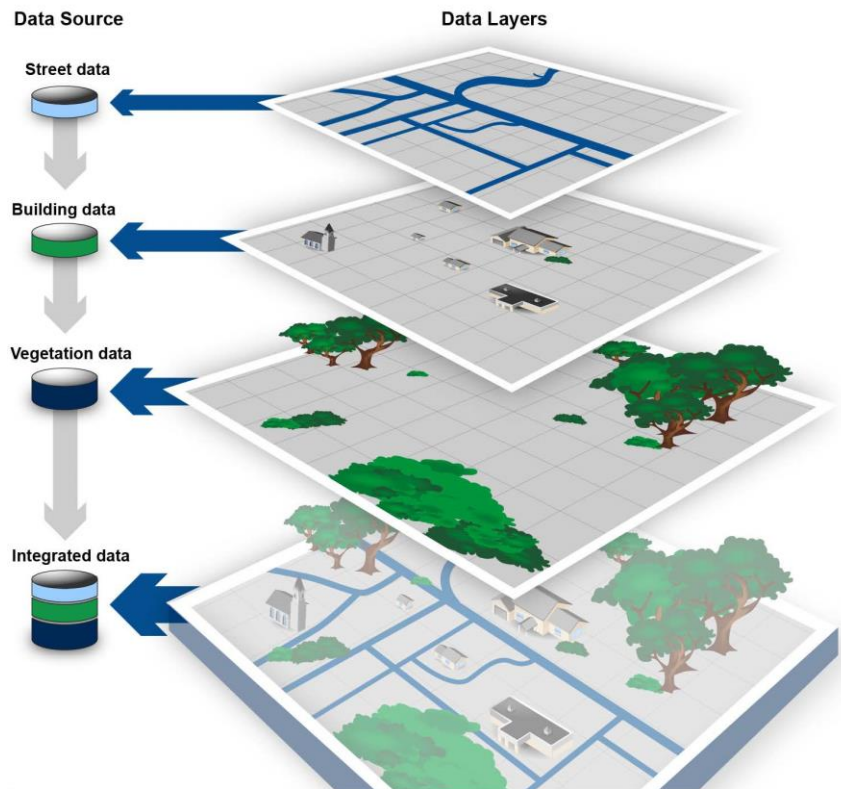
Kunnan maapoliittiseen ohjelmaan kirjataan kunnan maanhankinnassa noudatettavat periaatteet. Maanhankinnan onnistumista tukee se, että kunnassa hyödynnetään tarvittaessa koko maapoliittista keinovalikoimaa ns. lievemmän keinon periaatetta noudattaen, ensisijaisesti vapaaehtoisia keinoja käyttäen. Maata on hyvä hankkia tarvetta ennakoiden oikeasta paikasta, oikeaan aikaan ja oikeaan hintaan. Käytännössä tämä tarkoittaa, että maata hankitaan yleiskaavan mukaisilta kasvusuunnilta hyvissä ajoin ennen alueiden asemakaavoitusta ja että kaupoissa noudatetaan kohtuullista, perusteiltaan yhtenäistä ja vakaata hintatasoa. Vapaaehtoisten kauppojen perusteella määräytyy maan käypä hintataso myös mahdollisissa lunastustilanteissa. Kunnan johdonmukaisilla toimilla pidetään yllä maanomistajien luottamus kunnan asemaan luotettavana ja tasa- puolisena neuvottelukumppanina. Maanhankintaan on tarpeen varata riittävät taloudelliset ja henkilöresurssit. Erityisesti taloudellisen laskusuhdanteen aikana kunnan kannattaa hankkia maata aktiivisesti. (Kuntaliitto c.)

Lainsäädäntö tukee kuntien pitkäjänteistä maanhankintaa verohelpotuksilla, etuosto-oikeudella ja monipuolisilla lunastusmahdollisuuksilla. Oikein ajoitettuna lunastus ei viivytä alueiden käyttöönottoa. Jo kunnan valmius käyttää lunastusta johtaa usein vapaaehtoiseen kauppaan. (Kuntaliitto c.)

2.5 Paikkatieto

Paikkatieto on tietoa, johon yhdistyy maantieteellinen sijainti. Paikkatiedossa yhdistyy sekä kohteen sijaintitieto että ominaisuustieto. Sijaintitieto ilmoitetaan yleensä koordinaatteina ja ominaisuustieto voi olla mitä tahansa kohteen omi-

naisuutta kuvaavaa tietoa. Kun rakennuksen sijaintiin yhdistetään joku sen ominaisuuksista, esimerkiksi osoite, saadaan paikkatietoa. Sijaintitiedon ansiosta erilaisia digitaalisia aineistoja voidaan yhdistellä päällekkäin (Kuvio 4), jolloin pystytään tarkastelemaan erilaisia syy-seuraussuhteita, joita olisi muuten vaikea hahmottaa. (Heikkinen 2014 a.)



Source: GAO. | GAO-15-193

Kuvio 4. Paikkatiedon kerroksia samalta alueelta (Wikipedia 2018a)

Paikkatietoa hyödyntävät muun muassa valtio ja sen laitokset sekä kunnat, hoitaakseen tehtäviään ja palvelukseen tiedoilla asiakkaitaan. Paikkatiedon soveltamismahdollisuudet ovat mittavat: paikkatiedon avulla voidaan esimerkiksi suunnitella rakentamista, maankäyttöä ja kaavoitusta, etsiä älypuhelimella lyhin autoreitti tai lähin bussipysäkki, suunnitella mielenkiintoinen vaellusreitti, optimoida palveluita, kuten etsiä paras sijoituspaikka kaupalle. Tärkeimpiä työvälineitä paikkatiedon soveltamisessa ovat kaukokartoitus, GIS ja satelliittipaikannus, kuten GPS. (Wikipedia 2018a.) Kaukokartoitus on lentävän laitteen avulla tehtävää mittausta ja tulkintaa. Kaukokartoituksesta saatuja ilmakuvia tutkitaan

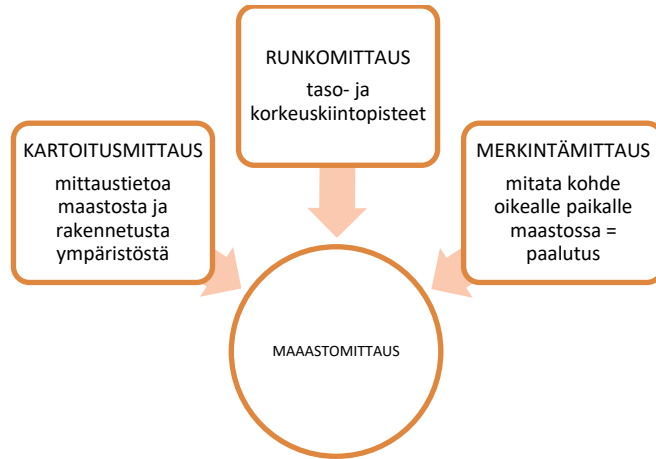
ja halutut kohteet digitoidaan eli piirretään digitaaliseen muotoon. Samalla kohteisiin voi liittää tietoa niiden ominaisuuksista. Maastokäyntejä tarvitaan kaukokartoituskuvien täydentämiseksi ja varmistamiseksi. Vastaavasti GIS on paikkatietojärjestelmä ja koostuu neljästä osasta, laitteistosta (tietokone), ohjelmistosta, aineistosta ja käyttäjästä, esimerkiksi kunnista. (Heikkinen 2014b.)

2.6 Maastomittaus

Maastomittauksen keskeisin tehtävä on vastata kunnan alueella tapahtuvista viranomaismittauksista, kuten tonttien lohkomisen maastotoista sekä rakennusvalvontaan kuuluvista mittauksista. Maastomittausosasto ylläpitää myös kaavan pohjakarttaa, suorittaa yhdyskuntarakentamiseen liittyvät mittaukset sekä kaavoituksen ja suunnittelun perustaksi tarvittavat maastomallit ja kartoitukset.

Maastomittaustekniikka jaotellaan kiinteistöoppiin, fotogrammetriaan, kartografiaan, maaperäoppiin, arviointitekniikkaan ja geodesiaan. Kiinteistöoppiin liittyvät kiinteistötoimitukset, kuten lohkomiset, halkomiset ja rajankäynnit. Fotogrammetria käsittää ilmakuvauksen ja siihen liittyvää kartoitusta. Kartografiaan liittyvät karttojen valmistus, painatus ja kuvaamistapoja käsittelevät asiat. Maaperäopissa tutkitaan maaperän ominaisuuksia maaperätutkimuksen avulla ja arviointitekniikassa pyritään määrittelemään kohteen arvo. (Rantanen 2001, 6.)

Geodesia jakautuu teoreettiseen ja käytännölliseen geodesiaan, missä teoreettinen geodesia tutkii maapallon kokoa ja muotoa, kun taas käytännön tarpeisiin liittyvä geodesia jakautuu maastomittaustekniikkaan ja maanmittauslaskentaan. Maastomittaustekniikka jakautuu runkomittaukseen, kartoitusmittaukseen ja merkintämittaukseen (Kuvio 5). (Rantanen 2001, 6–7.)



Kuvio 5. Maastomittauksen osa-alueet (mukaillen Rantanen 2001, 8)

Runkomittauksella mitataan taso- ja korkeuskiintopisteitä, joiden avulla voidaan muodostaa pisteverkkoja joko valtakunnallisesti tai alueellisesti. Runkomittauksen tavoitteena on saada mittausalueelle alueellinen ja valtakunnallinen kiintopisteverkko, jotta kartoitus- ja merkintämittaukset saataisiin haluttuun koordinaattijärjestelmään. (Rantanen 2001, 7.)

Kartoitusmittauksen tavoitteena on saada alueesta mahdollisimman tarkka ja oikeakuva sekä tuottaa kartanvalmistusta varten mittaustietoa, jolloin kartta saadaan vastaamaan todellisuutta. Kartoitusmittauksessa tehdään olemassa olevasta alueesta kartta halutussa tarkkuudessa. (Rantanen 2001, 7.)

Merkintämittausta saatetaan kutsua myös paalutukseksi, jonka tavoitteena on mitata suunnitelman mukainen kohde maastoon oikealle paikalleen. Merkintämittauksen tuloksena voi maastossa olla esimerkiksi tieto rakennuksen nurkan paikasta, rajapyykin sijainnista, kairauspisteistä, tonttien rajoista tai tielinjoista. (Rantanen 2001, 7.)

3 MAASTOMITTAUSLAITTEET JA OHJELMISTOT

3.1 Mittauskalustot

Maastomittausta voidaan tehdä monella eri kalustolla. Mittaus- ja kartoitustöissä käytettäviä kalustoja ovat:

- takymetrit
- satelliittipaikannin kalustot
- vaaituskojeet
- laserkeilaimet
- UAV-kartoituslennokit
- 3D-koneohjaus.

Mittauskalusto valitaan aina kohteen ja halutun mittaustarkkuuden mukaan. Yleisimmin käytössä ovat takymetri ja satelliittipaikannin, joilla tehdään pääosa kaikista maasto- ja työmaamittauksista. Vaaituskojeen käyttö on pysynyt vuosisatoja samanlaisena ja 3D-koneohjaus on jo arkipäivää suurissa infrahankkeissa. Toisaalta UAV-kartoituslennokkien käyttö maastokartoituksessa on nopeasti yleistynyt kartoitusmenetelmä.

3.2 Takymetrimittaus

Takymetri on elektroninen mittaustyökalu, jolla mitataan suuntia, kuten vaaka- ja pystykulmia sekä etäisyyksiä. Se on tärkein kartoituksen ja rakennusmittauksen yleistyökalu. Takymetrimittauksissa tarvitaan takymetrin lisäksi muun muassa kolmijalkoja kojeiden ja tähysten jalustoiksi, prismoja ja tähyksiä etäisyyksien ja kulmien mittaukseen, kartoitussauvoja ja maastotallennin. (Laurila 2012, 237–242.)

Kartoitussauva asetetaan sopivan pituiseksi ja sen päähän kiinnitetään prisma. Takymetri lähettää ihmissilmälle näkymättömän infrapunasäteen, joka heijastuu prismasta takaisin koneeseen. Maastotallennin on erillinen laite, joka on yhteydessä takymetriin usein bluetoothin tai radion välityksellä ja se sisältää yleensä kaikki mittausohjelmat. Sen avulla voidaan myös hoitaa kaikki tiedonsiirto, sillä

kaikki mittaushavainnot tallentuvat maastotallentimen muistiin. Aina erillistä maastotallenninta ei tarvita, koska tallentimen toiminnot voivat löytyä myös takymetristä. Mittauksen jälkeen tiedot saa siirrettyä toimistolla tietokoneelle. Digitaalisuus on tuonut mukanaan myös automatisoidun tasauksen, virheenkorjaukset ja monipuoliset mittausohjelmat. (Laurila 2012, 242–252.)

Takymetrillä tehtävien mittausten aloitustoimenpiteitä ovat kojeen ja tähysten keskistys ja tasaus mittauspisteille, koje- ja tähyskorkeuksien mittaaminen ja kojeen orientointi koordinaatistoon ja korkeusjärjestelmään. Näiden toimenpiteiden jälkeen takymetrillä voidaan tehdä kulmien ja etäisyyksien mittauksia ja erityisesti orientoinnin jälkeen sijaintimittauksia mittaustaikan koordinaatistossa ja korkeusjärjestelmässä. (Laurila 2012, 252–259.)

Takymetri voi olla myös ns. robottitakymetri (Kuvio 6), jolloin kojetta ohjataan kauko-ohjauksella. Robottitakymetri on pitkälle automatisoitu etäkäytettävä takymetri, jota pystyy automaattisesti seuraamaan heijastinprisman liikkeitä, jolloin yksi mittaaja pystyy tekemään normaaleihin kartoitus- ja merkintämittauksiin liittyvät mittaustyöt. Etäkäytön edellytyksiä ovat automaattisesti toimiva servotakymetri sekä takymetrin ja prisman välinen tietoliikenneyhteys. Prisman löytymistä hankalissa mittaolosuhteissa voidaan nopeuttaa erilaisilla pikahakutekniikoilla. Kehittyneimmillä takymetreillä voidaan myös skannata ja valokuvata mittaushavainnot. (Laurila 2012, 275–276, 278.)



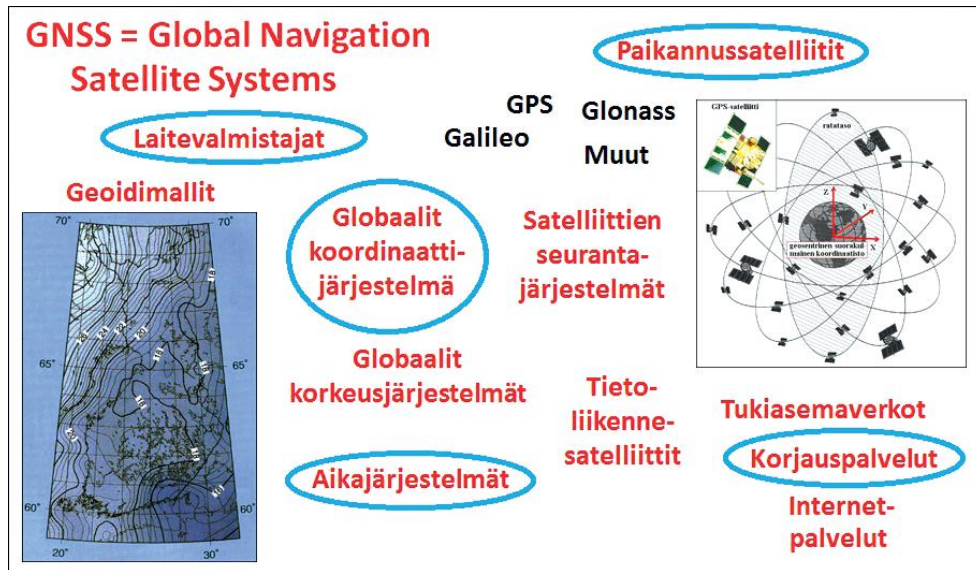
Kuvio 6. Trimblen S7-sarjan robottitakymetri (Geotrim)

3.3 Satelliittipaikannus

Takymetrimittauksen ohella satelliittimittaus on nykyisin tärkein maastossa ja rakennustyömailla tehtävien mittausten menetelmä. Ennen paikannussatelliitteja globaali paikannus perustui tähtitieteeseen. Nykyään mittaus tapahtuu satelliittipaikannusjärjestelmien avulla ja amerikkalainen GPS-järjestelmä mahdollistaa maailmanlaajuisen, reaaliaikaisen paikantamisen milloin tahansa, sääolosuhteista riippumatta. (Laurila 2012, 279–280.)

GPS-järjestelmän rakennetta kuvattaessa sanotaan sen muodostuvan kolmesta lohkoista, jotka ovat satelliitti-, valvonta- ja käyttäjälohkot. Satelliittilohkoon kuuluu vähintään 24 satelliittia, jotka kiertävät maapalloa kuudella ratatasolla noin 20 200 km korkeudella maapallon pinnasta. Valvontalohkon muodostavat päävalvonta-asema ja useat antenni- ja seuranta-asemat. Käyttäjälohkon muodostavat paikannuspalvelun käyttäjät, jotka työnsä tai harrastustensa vuoksi tarvitsevat reaaliaikaista sijaintitietoa. Käyttäjät mittaavat satelliittien lähettämiä signaaleja sijainnin, nopeuden ja ajan määrittämiseksi.

Satelliittipaikannus perustuu etäisyyksien mittaamiseen ja satelliittien lähettämien signaalien havainnointiin, joita maassa olevat vastaanottimet esimerkiksi GPS-mittalaitteet vastaanottavat. Havaintojen perusteella mitataan etäisyydet vähintään kolmeen satelliittiin, mutta mittausten virheiden hallinnan vuoksi tulee mitata etäisyydet useampaan, vähintään neljään satelliittiin. Eri maiden ylläpitämien paikannusjärjestelmän muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan GNSS-järjestelmäksi (Kuvio 7). Järjestelmän tavoitteena on yhteiskäytön sujuvuus niin paikannusta palvelevien järjestelmien kuin toimijoiden kesken. (Laurila 2012, 282–285, 289, 291.)



Kuvio 7. GNSS-paikannuksen järjestelmät ja toimijat (Laurila 2012, 289)

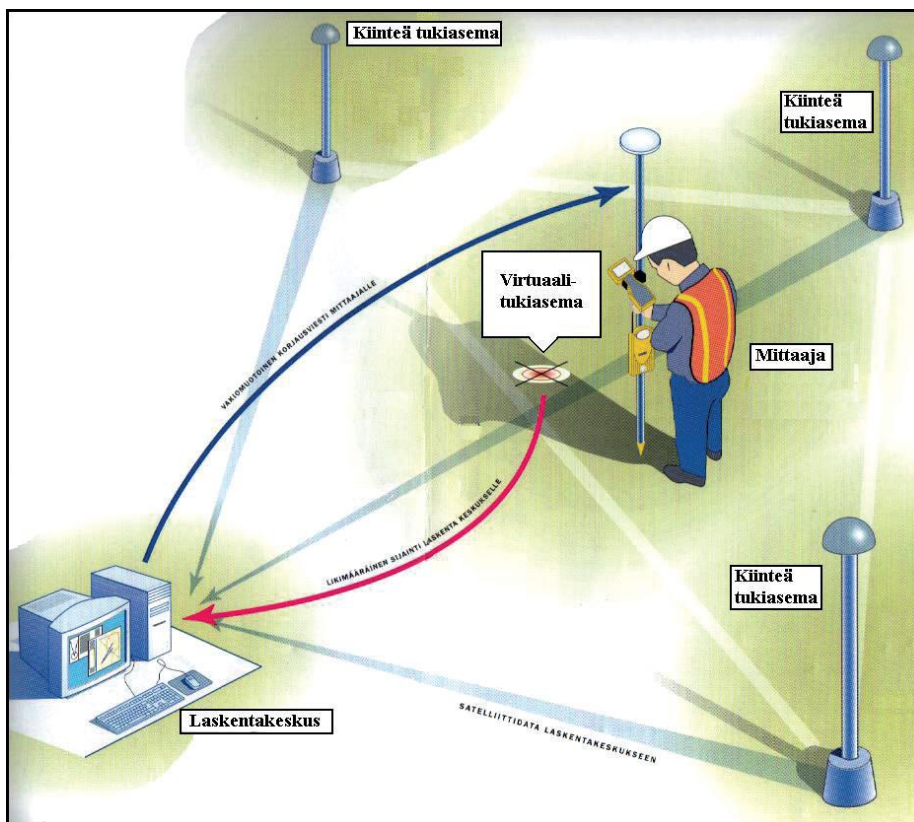
Satelliittipaikannuksessa voidaan käyttää useita mittaustapoja eli mittaustapoja, joiden jaottelu tapahtuu mittauksissa käytettäviin havaintosuureisiin, systemaattisten virheiden korjaamistekniikoihin ja havaintolaitteiden lukumääriin. Perusmittaustavat ovat absoluuttinen paikannus, differentiaalinen paikannus ja vaihehavaintoihin perustuva suhteellinen mittaus. Absoluuttinen paikannus eli navigointi (GPS, GNSS) on laajimmin käytetty satelliittipaikannuksen mittaustapa, jota käyttävät eri alojen harrastajat ja ammattilaiset liikkueessaan jalan, autolla tai veneellä. Differentiaalisessa paikannuksessa (DGPS, DGNSS) voidaan korjata tietyt mittauksen systemaattiset virheet tunnetulla pisteellä olevan tukiaseman avulla. Tätä mittaustapaa käytetään muun muassa paikkatietoja kerätessä (GIS-paikannuksessa) ja ammattimaisessa auto- ja laivaliikenteessä sekä merenmittauksessa. Vaihehavaintoihin perustuva suhteellinen mittaus eli interferometrinen mittaus on tarkin kolmesta perusmittaustavasta ja sitä käytetäänkin kartoitus-, rakentamisen - ja koneohjauksen mittauksissa. (Laurila 2012, 293–294.)

3.4 RTK- ja verkko-RTK-mittaus

Reaaliaikainen kinemaattinen mittaus eli RTK-mittaus (Real Time Kinematic) on mittausta- ja kartoitustekniikassa käytettävä GPS-paikannuksen mittaustapa. Se sopii tarkkuutensa puolesta hyvin kartoitus- ja maastomallimittauksiin, merkintämittauksiin ja koneohjaukseen. RTK-mittauksessa tarvitaan tunnetussa

paikassa sijaitseva tukiasema. Tukiaseman ja paikantavan vastaanottimen välillä on radiomodeemilla tai matkapuhelinverkolla muodostettu tiedonsiirtoyhteys. Tukiasemalla oleva vastaanotin lähettää mittaamansa vaihehavainnot paikantavalle vastaanottimelle ja ratkaisee mittauksessa tarvittavat suureet reaaliajassa, jopa alle minuutissa. Ilmakehään liittyviä virheitä voidaan hallita paremmin, kun yhden tukiaseman sijasta käytetään tukiasemien verkostoa, tällöin puhutaan verkko-RTK-mittauksesta. (Laurila 2012, 319–320.)

Erästä tukiasemaverkostoratkaisua kutsutaan VRS-järjestelmäksi (Virtual Reference Station System). Järjestelmä laskee jokaiselle mittaajalle oman virtuaalisen tukiaseman lähelle mittaustaikaa. Trimblen VRS-verkko (Kuvio 8), jota ylläpitää Geotrim Oy, on käytettävissä koko Suomessa ja siihen kuuluu noin 100 tukiasemaa. Vastaavasti Leica Geosystems Oy:n ylläpitämä SmartNet-verkko kattaa koko Suomen ja siihen kuuluu myös yli 100 tukiasemaa. (Laurila 2012, 321–322.)



Kuvio 8. Trimblen VRS-järjestelmän toimintaperiaate (Geotrim Oy)

Trimblen VRS- järjestelmässä kiinteät tukiasemat lähettävät satelliittidatan laskentakeskukseen ja mittaja lähettää matkapuhelinverkossa likimääräisen sijaintinsa laskentakeskukselle. Keskus käsittelee datan ja käyttää mittajan likimääräistä sijaintia kuvitteellisen virtuaalitukiaseman muodostamiseen mittajan lähelle ja lähettää korjausdatan mittajalle ja lopputuloksena saadaan haluttu sijaintitarkkuus. (Laurila 2012, 321.)

3.5 Vaaitus

Vaaitus on perinteinen ja melko yksinkertainen korkeudenmittausmenetelmä, jota on käytetty mittauksissa satoja vuosia ja tarkimmat korkeudenmittaukset tehdäänkin edelleen vaaitsemalla. Erilaiset vaaituskojeet ovat käytön yksinkertaisuuden vuoksi erittäin käyttökelpoisia monissa rakentamiseen liittyvissä mittauksissa, kuten haluttujen pintojen korkeuserojen mittaamisessa. Vaaituskojeella muodostetaan vaakasuora tähtäystaso, jonka suhteen korkeuserot mitataan lataksi kutsuttua mitta-asteikkoa käyttäen (Kuvio 9). Vaaituskojetta ja lattaa käytettäessä tarvitaan kaksi mittajaa. (Laurila 2012, 203, 217.)



Kuvio 9. Leica NA700-vaaituskoje (Leica Geosystems 2018a) ja latta (Staypro)

Vaaituskojeet voidaan ryhmitellä käyttötarkoituksensa ja tarkkuutensa perustella kolmeen luokkaan:

- Rakennusvaaituskojeet, joita käytetään maarakennustöiden vaaitukseen.

- Yleisvaaituskojeet, joita käytetään tavanomaisiin korkeusrunkomittauksiin ja rakennusmittauksiin.
- Tarkkavaaituskojeet, joita käytetään korkeusrunkomittauksiin sekä rakentamisen ja teollisuuden erikoismittauksiin. (Laurila 2012, 214.)

3.6 Laserkeilaus

Laserkeilaus perustuu etäisyyksien ja suuntien automaattimittaukseen ja mittausten tarkkaan orientointiin. Ilmasta suoritettavassa keilauksessa laserkeilain on kiinnitetty lentokoneeseen tai helikopteriin. Maalaserkeilan on takymetrin kaltainen automaattisesti ja nopeasti etäisyyksiä ja suuntia mittaava koje. Laserkeilausta käytetään maaston korkeus- ja tulvakartoituksissa, rakennusmittauksissa, tielinjojen, tunneleiden ja siltojen mittauksissa. (Laurila 2012, 269, 271.)

Laserkeilaimella mitattaessa mittalaite lähettää lasersäteen, joka kohteeseen osuessaan esimerkiksi rakennukseen, heijastuu takaisin laitteeseen ja tallentuu pisteeksi. Keilain lähettää kohteeseen laserpulsseja, joiden kulku-aikaa tai vaiheeroa mitataan ja saadaan laskettua kojeen ja kohteen välinen etäisyys. Kun kojeen tarkka paikka ja asento tunnetaan, voidaan mittaustulokset sijoittaa ympäröivään koordinaatistoon. Osa keilaimista tallentaa mitatun pisteen koordinaattien lisäksi myös palautuvan signaalin voimakkuuden eli intensiteetin. Signaalin voimakkuus voidaan esittää etäisyyskuvassa harmaasävyeroina. Etäisyyskuvaan voidaan liittää myös digitaalisella kameralla otettu kuva, jonka avulla pistepilven pisteille voidaan antaa ihmisen luonnollista värinäköä vastaavat värit. Mittaustuloksiin voidaan liittää myös kojeasemasta otettu valokuva. (Laurila 2012, 269–273.)

Katveiden poistamiseksi sama kohde skannataan tyypillisesti riittävän monesta kulmasta, jotta saadaan kattava pisteaineisto aikaiseksi. Nämä eri paikoista otetut pistepilvet yhdistetään myöhemmin toisiinsa yhdeksi suureksi aineistoksi. Mitä tiheämmässä pisteet ovat, sitä tarkempi mallista tulee. Esimerkiksi rakennusten skannaaminen tehdään laserkeilainta apuna käyttäen (Kuvio 10). Mittausten perusteella saadaan mittauspisteiden koordinaatit ja muodostetaan kohteesta kolmiulotteinen pistepilvi, jonka avulla mittauskohdetta voidaan tutkia ja mallintaa yksityiskohtaisesti. (Laurila 2012, 272; EU-uutiset 2016–2018.)



Kuvio 10. Ylivieskan kirkon laserkeilattu kuva vuodelta 2014

3.7 UAV-kartoitus

UAV-kartoitus on, miehittämättömästä lennokista tehtyä kartoitusta (Kuvio 11) ja se on yksi tämän hetken nopeimmin yleistyvistä kartoitusmenetelmistä. Kopteria lennätetään etäohjattuna maasta käsin, ja se toimii satelliittipaikannusta hyödyntäen. Parhaiten se sopii kohteisiin, joista tarvitaan laadukasta paikkatietoa, mutta niihin ei jostakin syystä voida soveltaa perinteisiä mittausmenetelmiä. Tällaiset kohteet voivat olla esimerkiksi liian suuria perinteiselle maastomittaukselle tai niissä liikkuminen voi olla hankalaa ja jopa vaarallista. (Tasamitta; Leinonen 2014.)

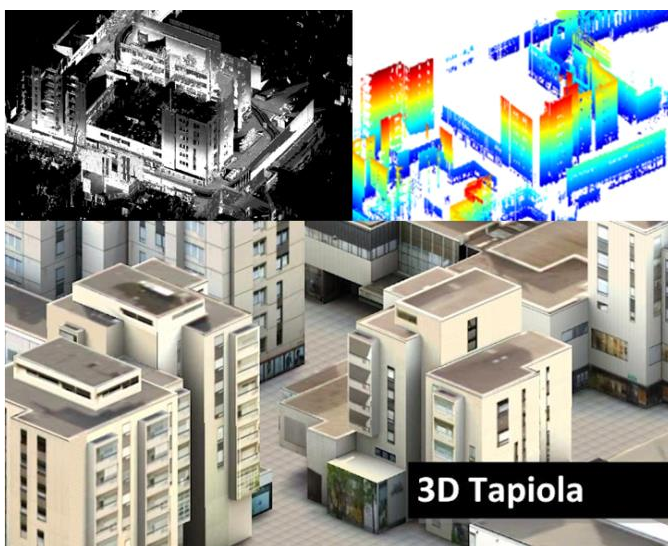


Kuvio 11. GeoDrone X4L suomalainen ortokopteri (Geotrim)

Miehittämättömillä ilma-aluksilla tehtävät kartoituskuvaukset perustuvat samaan toimintatapaan kuin perinteisessä ilmakuvauksessa, jossa lentokoneella lennetään useita vierekkäisiä kuvausjonoja 70–90 % kuvan pituus- ja sivupeittoarvoilla. UAV-laite tallentaa kuvanottohetkellä sijaintinsa tiedot sisäisestä gps-laitteestaan sekä kameran kallistuskulmat. Näiden tietojen avulla voidaan näistä erillisistä kuvista muodostaa tietokoneella fotogrammetrisen kolmioinnin avulla yhtenäinen, halutussa koordinaatistossa oleva 3D-malli. UAV-kartoitusta voidaan käyttää esimerkiksi seuraavissa tehtävissä:

- pohjakarttojen laadinta ja täydennys ajan tasalle
- maa-ainesalueiden kartoitus ja tilavuuslaskennat
- maastomallien laadinta suunnittelun lähtötiedoiksi
- peltojen ym. pinta-alamittaukset
- ympäristöselvitykset ja kasvillisuuskartoitukset sekä
- työmaiden valvontatehtävät.

Lopputuotteena UAV-kartoituksesta saadaan mittakaavatarkan ortoilmakuvan lisäksi pistepilviaineisto, pistemäinen maastomalliaineisto ja 3D-malli cad-järjestelmiä varten (Kuvio 12). (Tasamitta; Leinonen 2014.) Alla olevissa kuvissa on Tapiolan keskustasta liikkuvalla laserkeilauksella kerättyä tiheää laserpisteistöä (kuva ylhäällä vasemmalla), josta on automaattisesti erotettu rakennusten julkisivut (kuva ylhäällä oikealla). Kun mallinnettuihin julkisivuihin lisätään yksityiskohdat valokuvilta, tuloksena on valokuvamainen 3D-kaupunkimalli (alin kuva). (MML.)



Kuvio 12. Laserpistepilvestä 3D-malliksi (MML)

3.8 3D-koneohjaus

3D-koneohjaus koostuu maanrakennuskoneeseen asennettavasta mittausjärjestelmästä sekä projektikohtaisista 3D-suunnitelmista. Kolmiulotteiset suunnitelmat mittatietoineen ovat näkyvissä järjestelmän näytöllä, minkä avulla kuljettaja suoriutuu vaativistakin työkohteista itsenäisesti ja vaivattomasti. Kaivinkoneen 3D-koneohjaus perustuu RTK-GNSS-satelliittipaikannukseen, joka yhdessä tukiaseman tai verkkokorjauspalvelun kanssa mahdollistaa erittäin suuren mittatarkkuuden jopa +/-1-3 cm. (3D-KOPPI 2018; Laukkanen 2017.)

Yksinkertaisuudessaan 3D-koneohjaus on sitä, että suunnittelijalta saatava digitaalinen malli ladataan työkoneessa sijaitsevaan ohjausjärjestelmään, jolloin koneen sensorit ohjaavat työkoneen hytissä sijaitsevan näytön avulla oikeaan korkoon ja kallistukseen oikeassa paikassa automaattisesti tai kuljettajaa avustaen. Koneen sijainti saadaan selville satelliittipaikannusta tai takymetriohjausta apuna käyttäen. GPS-antennit tai takymetrin prisma on sijoitettu koneeseen näkyvälle paikalle ja sensorien avulla terien ja kauhojen sijainti saadaan tarkasti selville. Järjestelmää voidaan käyttää ohjaamaan koneen hydraulikkua, jolloin järjestelmä on täysin automaattinen tai sitä voidaan käyttää vain opastinjärjestelmänä. Järjestelmä mahdollistaa työskentelyn työmaalla olosuhteista riippumatta. (Topgeo.)

Koneohjauksen käyttäminen yleistyy nopeasti isoilla työmailla. Pienille urakoitsijoille kynnys uuden tekniikan käyttöön ottoon on kuitenkin suuri, sillä yrityksessä on oltava vähintään yksi ihminen, jonka tehtäviin kuuluu koneohjausmallien luonti ja suunnitelmien muokkaus sekä siirtäminen työkoneisiin. Kustannukset ovat myös iso este. Nykyisin 3D-koneohjauksen vaatimat laitteistot ja ohjelmat maksavat yhtä konetta kohti reilun 30 000 euroa ja lisäksi järjestelmän ylläpito vaatii vuositasolla helposti useamman tuhat euroa, jos yrityksellä on enemmän kuin yksi kone. Alla olevassa kuvassa (Kuvio 13) näkyy kaivinkoneessa oleva 3D-koneohjausjärjestelmän näyttö, joka kertoo kauhan asennon suhteessa suunnitelmaan. (Laukkanen 2017.)



Kuvio 13. 3D-koneohjausjärjestelmännäyttö kaivinkoneessa (Laukkanen 2017)

Kuljettaja valitsee ennen työn aloittamista tarvitsemansa tiedot, esimerkiksi yhden tai useamman rakennekerroksen ja siinä olevat kaapelit tai muut rakenteet. Kauhan sijainti näkyy yllä olevassa kuvassa sekä xy-sijaintina työkohteessa että poikkileikkauskuvana kauhan sivusuunnassa ja poikkisuunnassa. (Laukkanen 2017.)

3.9 Mittaus- ja paikkatieto-ohjelmistot

Maastomittauksiin liittyvät laskennat suoritetaan nykyään ohjelmistojen ja ohjelmitavien kalustojen avulla. Ohjelmistoja on saatavilla moneen eri käyttötarkoitukseen niin kaupallisina kuin ilmaisena versiona. Kaupalliset ohjelmistot hankitaan kertaostolla tai lisenssillä, jolloin ohjelmisto on vuokralla sovitun ajan. Verkosta löytyy ilmaisia ja hyödyllisiä paikkatietopalveluja, niin sanottuja avoimia lähdekoodin ohjelmistoja, joita kuka tahansa voi käyttää eikä niistä aiheudu käyttäjälle kustannuksia. Tosin ammattikäytössä, osa avoimen lähdekoodin il-

maisista ohjelmista on aika yksinkertaisia ja niiden kapasiteetti ei riitä välttämättä suuren tiedon käsittelyyn. Niihin on toki saatavilla käyttökelpoisia maksullisia lisäpalveluja. Yleisimpiä kuntien käyttämiä kaupallisia ohjelmistoja ovat YTCAD, 3DWin, Mapinfo ja vastaavasti avoimen lähdekoodin ohjelmistoista ArcGIS tai QGIS (QuantumGIS). Kunnilla on myös omia paikkatietosivustoja, joista löytyy muun muassa erilaisia karttoja, tietoa kaavoituksesta ja vapaista tonteista.

Useilta tunnetuilta laitevalmistajilta löytyy ohjelmistoja, erityisesti kuntien tekniisiin tarpeisiin. Esimerkiksi laitevalmistaja Trimbleltä löytyy Trimble Locus, joka on tietokantapohjainen paikkatieto-ohjelmisto ja se on suunnattu kuntien tekniselle sektorille tehostamaan rakennetun ympäristön hallintaa. (Trimble). Toinen laitevalmistaja Leica, tarjoaa Leica iCON office -datanvalmisteluohjelmiston mallinnustiedostojen suunnitteluun, muokkaamiseen ja raportoimiseen. Ohjelma sisältää perustoiminnot ja sitä pystyy tarvittaessa laajentamaan lisämoduuleilla. (Leica Geosystems 2018b.)

3.10 Paikkatietoaineistot

Paikkatietoaineistot ovat digitaalisessa muodossa olevia kartta- ja rekisteritietokokonaisuuksia, joiden käsittely tapahtuu nykyisin tietokoneissa erityisten paikkatieto-ohjelmistojen avulla.

Paikkatietoaineisto tallennetaan tietokoneella usein tietokannaksi, jota voidaan tarkastella paikkatieto-ohjelmassa joko tilastotaulukkona tai se voidaan visualisoida karttakuvaksi. Tällöin ominaisuustieto kuvataan tietynlaisella symbolilla. Esimerkiksi katu voidaan kuvata punaisella ja kevyen liikenteen väylä vihreällä viivalla. Voidaan siis sanoa, että kartta on visualisoitua paikkatietoa. Aineistot voidaan kuvata omina tasoinaan, jolloin muodostuu useiden paikkatietoaineistojen muodostama karttakuva. Tavallinen peruskartta sisältää esimerkiksi paikkatietoaineistoja liikenteestä (tiet ja rautatiet), maankäytöstä (pellot, niityt, viheralueet, liikennealueet) ja maastosta (vesistöt, korkeuskäyrät, suot). (PaikkaOppi).

Nyky-yhteiskunta tuottaa paikkatietoa jatkuvasti erilaisissa ympäristön kartoituksissa ja maanmittauksissa, esimerkiksi rakennustyöt vaativat aina tarkkoja mittauksia ympäristöstä. Lisäksi yhteiskunnassa kerätään jatkuvasti alueisiin liittyviä tilastotietoja, kuten kuntien väestötietoja, joita voidaan käyttää paikkatiedon tuottamiseen. Kaukokartoituksessa mittauksiin ja tilastoihin perustuvien paikkatietojen lisäksi paikkatietoa kerätään esimerkiksi lentokoneista ja satelliiteista otettujen ilmakuvien avulla. (PaikkaOppi).

Jotta tuotettua paikkatietoa voidaan hyödyntää, on sen oltava luotettavaa ja täsmällistä, siksi paikkatietoaineiston yhteyteen on syytä tallentaa aina aineistoa itseään kuvaavaa tietoa. Tätä kutsutaan metatiedoksi, tiedoksi tiedosta. Keskeisiä paikkatietoaineistoihin tallennettavia metatietoja ovat esimerkiksi aineiston tuottaja, aineiston käyttötarkoitus, tuotantotapa sekä päivämäärä, jolloin aineisto on tuotettu. Näin aineiston käyttäjä voi arvioida aineiston luotettavuutta. (Paikkaoppi.) Kuvio 14 nähdään, että paikkatieto-ohjelmistot muodostavat aineistojen, erilaisten työkalujen ja menetelmien sekä itse käyttäjien kanssa GIS-paikkatietojärjestelmän. (Peda.net)



Kuvio 14. GIS-paikkatietojärjestelmä koostuu monesta tekijästä (Peda.net)

4 TUTKIMUS

4.1 Tutkimusmenetelmät

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Pohjois-Pohjanmaan kaupunkien ja kuntien mittaus- ja kartoitustoimintaa internet-kyselyn avulla paikkakuntien mittaustyöstä vastaavalta mittaushenkilöltä. Tutkimukseen valittujen Pohjois-Pohjanmaan paikkakuntien yhteystiedot etsittiin kaupunkien ja kuntien internet-sivustoilta. Yhteensä tutkittavia paikkakuntia oli 30, joihin tutkimuskysely lähetettiin Webropol-ohjelmalla. Kyselyssä oli yhteensä yhdeksän kysymystä, joista kahdeksaan vastattiin avoimeen kysymyskenttään ja yksi oli monivalintakysymys.

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytettiin määrällistä eli kvantitatiivista tutkimusta kartoittamalla internet-kyselyllä olemassa oleva tilanne paikkakuntien mittaus- ja kartoitustoiminnassa. Myös laadullisen eli kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän keinoja hyödynnettiin käyttämällä lähdeaineistona aikaisempia tutkimuksia aiheesta, alan kirjallisuutta perusteoriaan ja taustatietoihin sekä tutkimuskyselyssä olleita vastauksia.

Laadullinen tutkimus on pyrkimyksiltään tosiasioita löytävää tai paljastavaa tutkimusta, jolla kuvataan todellista elämää. Laadulliselle tutkimukselle tyypillisiä piirteitä on muun muassa se, että tiedon keruun instrumenttina suositaan ihmistä. Laadulliselle tutkimusprosessille on myös mahdollista se, että varsinainen tutkimussuunnitelma muuttuu ja muokkaantuu tutkimuksen edetessä. (Heikkilä 2014, 6–9.)

Määrällisessä tutkimuksessa on keskeistä se, että johtopäätökset tehdään pohjautuen aiempiin tutkimuksiin ja teorioihin. Määrällisessä tutkimuksessa tarkastellaan jo tutkittuja ilmiöitä, jolloin aikaisempaa teoriaa voidaan käyttää perusteena ja taustana tutkimukselle. Laadullinen ja määrällinen tutkimus nähdään toisiaan täydentävinä tutkimusmenetelminä. (Heikkilä 2014, 6–9.)

4.2 Tutkimuslomakkeen laatiminen

Kyselylomakkeen kysymykset tehtiin Webropol-kyselyohjelmalla, jolla pystyi monipuolisesti hiomaan kyselylomaketta lopulliseen muotoon. Kyselylomakkeet avautuivat internetosoitteessa, jonne oli annettu linkki vastaajille lähetetyssä saatekirjeessä. Lomakkeen käyttöä testattiin ensin lähettämällä kysely sovituille testihenkilöille. Tehty testikysely konkretisoi itse tutkimusprosessia, nähtiin, miten ohjelma käytännössä toimii ja kuinka sillä lähetettiin kyselyjä eteenpäin. Samalla saatiin testattua muistutusviestien lähetystä sekä vastausten raportointia.

Tutkimusta varten nimettiin asiat, joita tutkittiin ja suunniteltiin kyselylomakkeen rakenne sekä muotoiltiin tutkimuslomakkeen ulkoasu ja kysymykset (Kuvio 15).



LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

***Mittaus ja kartoitustoiminta
Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa
ja kunnissa***

1. Mikä on mittaus- ja kartoitustoimintaan liittyvän henkilöstön määrä kunnassanne ja heidän tärkeimmät tehtävät ammattinimikkeittäin? *

2. Mitä mittalaitteita ja ohjelmistoja teillä on käytössä? (Laitte, merkki, malli, ohjelmiston nimi yms.) *

Kuvio 15. Webropol-tutkimuslomake

Kyselylomakkeessa esitettiin seuraavat kahdeksan tutkimuskysymystä:

1. Mikä on mittaus- kartoitustoimintaan liittyvän henkilöstön määrä kunnassanne ja heidän tärkeimmät tehtävät ammattinimikkeittäin?
2. Mitä mittalaitteita ja ohjelmistoja teillä on käytössä? (Laitte, merkki, malli, ohjelmiston nimi ym.)
3. Onko teillä tarkoitus päivittää mittauskalustoa lähivuosina? (Esimerkiksi hankkia kartoituslennokkia, android-pohjaisia mittalaitteita tms.)
4. Mihin käytätte eri mittalaitteita ja ohjelmistoja?
5. Käytättekö mittaus- ja kartoitustehtävissä ulkoisia palveluita? Jos käytätte, niin mitä ja mihin?
6. Käytättekö paikkatiedonhallintaan jotakin järjestelmää? Jos käytätte, niin mitä järjestelmää ja mitkä ovat keskeisimmät hyödyt kunnalle ja kansalaiselle?
7. Oletteko harkinneet yhteistyötä toisen kunnan kanssa? Jos olette, toisiko yhteistyö esimerkiksi taloudellista etua mittaus- ja kartoitustoiminnan työtehtäviin? (Hyödyt, haitat, mahdolliset ongelmat...)
8. Kuinka maastossa työskentely onnistuu talviaikaan? Rajoittaako esimerkiksi lumipeite tai pimeys maastotöiden tekemistä?

Viimeinen ja yhdeksäs kysymys koski vastaajien halukkuutta saada valmis opinnäytetyö luettavaksi. Tähän kysymykseen annettiin vain yksi vastausvaihtoehto.

9. Haluatteko, että teidän kunnalle lähetetään valmis opinnäytetyöni sähköisessä muodossa?

4.3 Kyselytutkimuksen toteuttaminen

Tiedote (Liite 1) lähetettiin tutkittaville paikkakunnille noin viikko ennen varsinaisen kyselyn lähettämistä, missä kerrottiin, kuka kyselyä tekee, miksi ja mihin kyselyn tietoja tullaan käyttämään. Lisäksi informoitiin, miten toimitaan, jos kyseinen viesti ei tavoittanut tulevan kyselyn vastaajaa. Yhteensä tiedotteita lähti 30 Pohjois-Pohjanmaan paikkakunnalle.

Tutkimuskysely (Liite 2) lähettiin 11.10.2018 ja vastausaika kyselylle annettiin noin viikko, 17.10.2018 saakka. Vastauksia annettuun päivämäärän mennessä saatiin yhdeksältä kunnalta. Kyselytutkimuksesta lähetettiin muistutus (Liite 3)

18.10.2018 vastaajien sähköpostiin Webropol-ohjelmalla ja vastausaikaa jatkettiin 19.10.2018 asti. Muistutusviesti toi kolme vastausta lisää, jolloin kokonaisvastausten määrä nousi 12 kappaleeseen. Kolmas ja viimeinen muistutus (Liite 4) lähetettiin 20.10.2018, jolle annettiin pidennetty vastausaika 29.10.2018 asti, koska koululaisten syyslomaviikko sattui juuri tälle ajanjaksolle. Pidennetty vastausaika toi kaksi vastaajaa lisää ja näin ollen lopulliseksi määräksi saatiin 14 vastaajaa.

4.4 Kyselyyn vastanneet paikkakunnat ja vastaukset

Kyselytutkimukseen lähettyyn kyselyyn vastasi 14 Pohjois-Pohjanmaan paikkakuntaa, jotka olivat Haapajärvi, Kalajoki, Kempele, Kärsämäki, Liminka, Muhos, Nivala, Oulu, Oulainen, Pyhäjärvi, Raabe, Taivalkoski, Tyrnävä ja Ylivieska.



Kuvio 16. Kyselyyn vastanneet kunnat

4.4.1 Haapajärvi

Haapajärven kaupungissa työskentelee neljä maanmittausalan ammattilaista, maanmittausteknikko, kartoittaja, mittausmies ja kartanpiirtäjä. Maanmittaus-tekniikan tehtävät Haapajärvellä ovat erittäin laaja-alaiset ja tehtäviin kuuluvat kaavoitus, kartat, kauppakirjat ja vuokrasopimukset, tonttien myynti ja hän toimii myös maastomittauksen varahenkilönä. Kartoittajan tehtäviin kuuluvat kiinteistötoimitusten valmistelu ja rekisteröinti ja maastomittaus. Mittausmies tekee puolestaan maastossa tehtävät mittaukset. Kartanpiirtäjän tehtäviin kuuluvat kartaston ajan tasalla pito ja myös tonttijako, tontti ja yleisten alueiden karttojen piirtäminen.

Kaupungilla on käytössä Trimblen mittauskalusto. Laitteita heiltä löytyy Trimble R8 GPS, Trimble 5600 sarjan takymetri sekä tasolaserit Trimble GL 412N ja Wild. Mittauskaluston he pyrkivät pitämään ajan tasalla ja heillä ei ole nyt uusia mittauskalustohankintoja vireillä. Haapajärvi käyttää mittalaitteita ja ohjelmistoja maastomittauksiin, laskentaan, karttojen piirtämiseen ja niiden ylläpitoon. Ulkoisia palveluita käytetään maaperätutkimuksiin. Kaupungin mielestä talviajasta on haittaa mittatöiden tekemiseen, sillä: *"Maa on jäässä ja lumi haittaa kulkemista."*

Haapajärven kaupunki on tehnyt yhteistyötä toisen kunnan kanssa jo 20 vuotta. Kaupungin mielestä yhteistyö kehittää ammattitaitoa ja he saavat siitä myös hieman lisätuloja.

Paikkatiedon hallinnassa on käytössä YTCAD. Swecon avustuksella he ovat liittyneet Kuntatietopalveluun, jota ovat juuri parhaillaan luomassa. Kaupungin nettisivuilta löytyvät esimerkiksi osoitekartat, kaavakartat ja myytävät tontit.

4.4.2 Kalajoki

Kalajoen kaupungin mittausosastolla työskentelee viisi henkilöä, mittaustyönjohtaja ja neljä mittausmiestä. Paikkatietoinsinööri toimii maankäyttöpalveluiden tarvitsemien ohjelmistojen pääkäyttäjänä ja kehittäjänä sekä vastaa karttojen ja muiden paikkatietoaineistojen ajantasaistamisesta, hankkimisesta ja karttojen

hyväksymisestä (MRL 54 c §). Toiminta-alueeseen kuuluu Kalajoen kaupungin lisäksi yhteistyösopimuksen mukaisesti Pyhäjoen, Sievin ja Merijärven kunnat. Ajantasainen ja laadukas suunnittelun lähtöaineisto muodostaa maankäytön perustan. Mittaustyönjohtaja vastaa maastomittauspalveluista ja sen työnjohdosta Kalajoen kaupungin, Pyhäjoen, Sievin ja Merijärven kuntien alueella. Edellä mainitut mittauspalvelut sisältävät muun muassa rakennusvalvontamittaukset, kunnallistekniikan suunnittelun, kuten maastomallit. Muita tehtäviä ovat kunnallistekniikan rakentamismittaukset, kaavan pohja-, johto- ja kiinteistörekisterikartan päivitysmittaukset, ympäristövalvonnan mittauksia maa-aines ja pohjavesiseurannan osalta. Lisäksi mittaustyönjohtajan tehtäviin kuuluu näihin edellä lueteltuihin toimintoihin liittyvän laskutuksen hoito. Mittamiehet tekevät ovat mittausten ja kartoitusten maasto- ja toimistotyötä, kuten mittausten valmistelua ja jälkikäsitteilyä ohjelmistolla.

Kalajoella on Leican mittauslaitteita, kolme Leican CS 15 -maastotallenninta, kaksi Leican GS12 GNSS-vastaanotinta, yksi Leican GS14 GNSS-vastaanotin, yksi Leican TCRP1205, R1000 -takymetri radiokahvalla, jossa on etäkäyttömahdollisuus, yksi Leican TCRP1205, R300 takymetri radiokahvalla ja etäkäyttömahdollisuudella, kaksi Leican vaaituskonetta ja tarpeen mukaan yksi GNSS-vuokraluosto kesänajaksi. Kalajoella on tarkoitus päivittää mittauskalustoa mahdollisesti UAV-kartoituslennokin ja/tai GNSS/takymetrikalustopakettien osalta. Kaupungin mukaan *”UAV-kalustolla voisimme tehostaa omaa pohjakartan ylläpitoamme. Mietimme vielä, mikä kokoonpano toisi eniten lisäarvoa ja hyötyä toiminnallemme.”* Nykyaikaisen GNSS -mittauskaluston avulla maastotyöskentelykausi on ympärivuotinen. Tosin lumisimpaan aikaan maastotyö keskittyy lähinnä uusien rakennusten ja rakennelmien kartoittamiseen. Kalajoella sijaintikatselmuksia eli uusien ja kartalta puuttuvien rakennusten kartoitukset on keskitetty tarkoituksellisesti vuoden lumisimpaan aikaan ja muut maastotyöt pyritään tekemään sulan maan aikaan.

Ohjelmistona kaupungilla on Sweco Oy:n YTCAD yhdyskuntatekniikan ja suunnittelun ohjelmisto AutoCAD Map3D alustalla ja Autocad-käyttäjille M-Color-tulostuksenhallintaohjelma sekä 3D-Win maastomittaustiedon tuottamiseen ja käsittelyyn tarkoitettu Windows-ohjelmisto. Kaikki edellä luetellut ohjelmistot

ovat käytössä jokaisella mittaus/paikkatietopalvelujen henkilöllä. Kalajoella 3D-Winiä käytetään maastomittausten, lähinnä maastomallien ja kartoitusten jälkikäsittelyssä, kooditusten tarkastuksiin ja muutoksiin. Ohjelmalla myös käsitellään ja lajitellaan laserkeilausaineistoa sekä tehdään formaatin- ja koordinaatistomuunnoksia. YTCAD:iä käytetään pohja- ja johtokarttojen ylläpitoon ja rakennuspaikkojen laskentaan. Ohjelmalla muokataan ja viimeistellään kartoitustietoja pohjakarttaa ja johtokarttoja varten, tuotetaan johtoraportteja ja tehdään tarvittavat liitekartat M-Color-ohjelmaa apuna käyttäen.

Kalajoki käyttää ulkoisia palveluita, kuten konsulttiyrityksiä pohjakarttojen laatimiseen, joka ilmakuva uudet pohjakartta-alueet ja laatii sen perusteella pohjakartan kaupungin käyttöön.

Kaupungin paikkatietoa ylläpidetään YTCAD -järjestelmällä. Kartat ovat kaupungin verkkolevyllä Dwg-muodossa, joita luetaan ja lähetetään kaupungin käyttämiin erilaisiin karttapalveluihin. Tällä hetkellä kaupungilla keskeisimmin käytössä oleva paikkatieto-ohjelmisto Factan WebGIS-karttapalvelu on toistaiseksi vain työntekijöiden käytössä. WebGIS-karttapalvelussa on kattavasti kaupungin omaa paikkatietosisältöä sekä myös keskeiset julkiset paikkatietoaineistot. Pääsy kaupungin muihin järjestelmiin tapahtuu karttapalvelun kautta. Toinen käytössä oleva palvelu on Infokartan karttapalvelu, mikä on tarkoitettu kaupungin sivuilla asioivien käyttöön. Infokartan palvelusta löytyy muun muassa kaupungin tonttipörssi ja opaskartta, josta löytyy myös kaupungin palvelutarjonta kartalla ja kaikki kaupungin kaavat.

Lisäksi Sweco Oy:n karttapalvelu on yhteiskäytössä Kalajoen Lämpö Oy:n ja Osuuskunta Valkeaveden kanssa. Tämä palvelu on pääasiassa kaupungin johtokarttojen tarkasteluun internetin välityksellä. Palvelun kautta pääsee tarvittaessa näkemään johtojen ominaisuustiedot. Tällä hetkellä Kalajoella on menossa karttapalvelujen uudistaminen ja tarkoitus on liittää kaikki paikkatietoasiat yhden palvelun alle mahdollisuuksien mukaan.

Kaupunki tekee tällä hetkellä yhteistyötä naapurikuntien kanssa toimimalla palvelun tuottajana ja kaupungilla on vain hyvää sanottavaa yhteistyöstä. Kaupunki

kertoo seuraavaa: *"Uskomme, että kuntien yhteistyöllä saavutetaan monella mittapuulla kannattavaa molempia osapuolia hyödyttävää toimintaa. Kuntien mittaus ja karttapalvelut ja niiden tarpeet ovat samantyyllisiä kaikissa kunnissa. Tarpeet liittyvät keskeisesti rakennusvalvonnan, kaavoituksen, pohjakartan ylläpidon ja kunnallistekniikan mittauksiin. Palvelua tuottavalla kunnalla on valmis "konsepti" ja sopiva ohjelmisto ja kalusto, jolla asioita hoidetaan. Tämä tuo palveluun laatua, varmuutta ja kustannustehokkuutta. Palvelua tuottavalle kunnalle yhteistyö taas mahdollistaa panostamisen nykyaikaiseen kalustoon ja sitä kautta laadukkaan palvelun tuottamiseen yhteistyökunnille ja omalle kunnalle. Jos yhteistyösopimus laaditaan vielä "ei velvoittavaksi", eli palvelua käytetään vain silloin kuin tarvitaan, niin palvelun käyttäjä maksaa vain tehdystä työstä. Lisäksi palvelun käyttäjän ei tarvitse huolehtia henkilöstön, ohjelmiston ja kaluston ylläpidosta ja kehittämisestä omassa kunnassaan."*

4.4.3 Kempele

Kempeleen kunnassa työskentelee mittaus- ja kartoitustoiminnan tehtävissä mittaustyönjohtaja, kolme mittamiestä ja kaksi harjoittelijaa. Mittalaitteina ovat Trimblen R8 ja R10 GPS-mittalaitteet ja kaksi Trimblen S5 takymetria, eikä kunnalla ole tarkoitus päivittää lähiaikoina mittauskalustoa. Mittalaitteita käytetään infrarakentamiseen, pohjakartan sekä kiinteistötietojen päivittämiseen ja konsulttia maastomallien tekemiseen. Omalla työllä tehdään vain täydennyksiä. Talvella maastotyöskentelyssä pimeys ja lumi voi aiheuttaa pieniä haasteita mittauksissa. Kempeleen kunnasta kerrotaan näin: *"Niihinkin voi varautua etukäteen. (Otsalampuilla)."* Yhteistyö toisten kuntien kanssa on ilmoitusluontoista: *"Lähinnä ilmoitetaan jos ilmakuvaus on tarkoitus tehdä."*

Kunta käyttää paikkatiedon hallinnassa CGI FactaMap- ja Facta-kuntarekisteriä sekä KTJ ja maanmittauslaitoksen avoimia aineistoja.

4.4.4 Kärsämäki

Kärsämäen kunnalla ei ole henkilöstöä mittaus- ja kartoitustoiminnan tehtävissä eikä kunnalla ole omia mittalaitteita eikä aikeissa hankkiakaan. Myöskään oh-

jelmistoja eikä paikkatiedon hallinnan järjestelmiä käytetä, kun niitä ei ole. Mittaustoiminta kunnalla on aika pientä, joten sitä voi suorittaa myös talvella, mikäli niille on tarvetta ja pääasiassa työt ajoittuvat kesäkaudelle.

Kunta käyttää mittaus- ja kartoitustehtävissä ulkoisena palveluna Maanmittauslaitoksen mittauspalveluita, kuten lohkomisten toimitusmittaukset. Kunnassa kerrotaan näin: *”Yksityinen palveluntuottaja suorittaa kiinteistöillä mittaukset, rakennusten paikkojen merkitsemisen ja katutöiden mittaukset ym.”*

Kärsämäen kunta on jonkin verran käyttänyt Haapajärven kaupungin mittausosaston palveluita sen edullisuuden ja käytännöllisyyden takia. Kunta toteaa näin: *”Edullisempi vaihtoehto koska kunnan ei tarvitse hankkia omaa mittauskustoa eikä henkilöstöä.”*

4.4.5 Liminka

Limingan kunnalla työskentelee yksi kartoittaja ja yksi mittamies. Kartoittaja vastaa mittauksista ja tehtäviin kuuluvat mittaryhmälle tiedostojen tekeminen. Kartoittajan tehtäviä ovat rakennuspaikkojen laskeminen kartalle ja tonttikarttojen laatiminen asiakkaille, rakennuspaikkojen ja koron merkitseminen maastoon ja muut mittaukset. Kartoittaja on Fakta-ohjelman pääkäyttäjä. Lisäksi kartoittaja vastaa osoitteista ja tekee osoitekartan muutosilmoitukset ja muut niihin liittyvät asiakaspalvelutehtävät. Kartoittaja tekee myös maanomistajaselvityksiä, valmistele kunnan ostamat alueet eli tekee kauppakirjat ja kartat ja muut näihin liittyvät asiat, kuten hakee lohkomisen ja maanmittaustoimitukset ja käyttää puhevaltaa niissä kunnan puolesta. Kartoittajan tehtäviin kuuluvat myös kaava-alueiden laskeminen kartalle. Mittamiehen tehtäviin kuuluvat kaikki mittauksen maastotyöt kuten kartoitukset ja erilaiset merkinnät.

Laitteina kunnalla on käytössä Trimble R10 GNSS-paikannin ja TSC3-maastotietokone, Trimble 5605 SDR-takymetri ja Spectra AL280-vaaituskone. GNSS-mittalaitetta ja takymetria käytetään maastomittauksiin ja niillä tehdään kartoitukset, paikanmerkinnät ja pyykitykset. Vaaituskoneella merkitään rakennuspaikalle korko. Ohjelmistoina kunnalla ovat Facta-ohjelma ArcMap, jota käytetään

tetään kaavan laskennassa sekä laskemalla rakennukset ja tontit kartalle, Maanmittauslaitoksen KTJ:n avulla selvitetään maanomistajia ja maanrakennuspuolella käytössä YTCAD.

Pohjakartan laatimiseen kunta käyttää yksityisiä palveluja kilpailutuksen kautta.

Kunta ei ole harkinnut yhteistyötä toisen kunnan kanssa, mutta pitää sitä mahdollisena. Kunnassa kerrotaan näin: *”Ei olla harkittu, mutta mikä ettei voisi olla joskus mahdollista.”* Hyötyinä kunta näkee kustannukset, joita voisi karsia yhteisellä kalustolla ja ohjelmilla sekä työasioita voisi jakaa sopivasti, kun on kollegoita enemmän. Haittoina kunta mainitsee, että yhteisellä kalustolla palvelu voi muuttua huonommaksi, koska alueet ovat laajempia ja näin ollen ei pystytä nopealla aikataululla palvelemaan asiakasta. Ongelmia voivat myös tuoda paikkatiedon tuntemus, omassa kunnassa on helpompi olla töissä, kun paikat ovat tuttuja.

Limingassa talvi ei juuri rajoita maastossa työskentelyä. Kunta toteaa näin: *”Hyvin onnistuu talvellakin. Tietysti pimeinä aamun tunteina voi tehdä sisätöitä ja sitten maastoon. Meillä käytössä lumikengät.”*

4.4.6 Muhos

Muhoksen kunnassa työskentelee mittaus- ja kartoitustehtävissä yksi mittaus-tekniikko ja kaksi mittamiestä. Maanmittausteknikon tehtäviin kuuluvat mittauspalveluiden ja maaomaisuuden hoito, pohjakarttojen hyväksyntä sekä kunnan metsien hoito. Mittamiesten tehtävinä ovat pohjakartan ylläpito, rakennusvalvontaan liittyvät mittaukset, maastomalli- ja kartoitusmittaukset suunnittelijoille, johtokartoitus sekä mahdolliset muut mittaukset ja merkinnät.

Mittalaitteina ovat Trimblen S7-takymetri, R10 GNSS-paikannin ja VRS-palvelu. Kunta käyttää GPS-laitetta esimerkiksi maastomallien kartoitukseen, kun taas takymetrillä mitataan tarkemmat mittaukset tai jos GPS-mittaus ei onnistu. Ohjelmistona käytetään AutoCAD:in päällä toimivaa YTCAD:iä, jota käytetään mitausaineiston käsittelyssä ja karttojen ylläpidossa. Mittakojeet on päivitetty vii-

mevuonna ja niiden päivitys ei ole nyt ajankohtainen. Kunnassa todetaan näin: *”Lennokin hankintaa tai vuokrausta on mietitty ja sen käyttömahdollisuuksia tullaan vielä miettimään. Lennokin käyttöä ja sen tuottamaa aineistoa tilaustyönä myös harkitaan.”*

Muhos ei käytä ulkoisia palveluita, mittaus- ja kartoitustehtävät suorittaa kunnan oma mittaryhmä.

Muhoksen kunta käyttää Swecon palvelinta, josta saadaan esille esimerkiksi kunnan asemakaava- ja yleiskaavakartat sekä kaava-alueiden merkinnät ja määräykset. Palvelimelta löytyvät myös pohjakartta, maastokartta, ulkoilureitistöt, koulupiirit, metsästysmaat, ilmakuvat ja tonttipörssi, josta nähdään myytävät ja vuokrattavat tontit. Nämä kartat ja tiedot ovat saatavilla yleisesti kaikille. Kuntarekisterijärjestelmänä kunta käyttää Factaa ja tarkoituksena on myös lisätä ja kehittää paikkatiedonhallintaa kunnassa.

Muhoksen kunta tekee yhteistyötä Utajärven, Tyrnävän ja Vaalan kanssa tarjoamalla mittauspalveluita ja kaavoitusmittausten valvontaa. Kaavoitusmittausten valvonta käsittää seuraavat tehtävät; asemakaavojen pohjakarttojen hyväksymiset ja täydennyskartoitusten hyväksymiset, rantakaavan pohjakarttojen hyväksymiset ja täydennyskartoitusten hyväksymiset sekä asema- ja rantakaavojen maastoon merkitsemisten valvonta ja hyväksyminen. Vastaajan mielestä pienemmät kunnat ei välttämättä pysty tuottamaan omaa mittausaineistoa ja mittauspalveluita, joten näille kunnille heidän tarjoamat palvelut ovat suuri hyöty. Mahdolliset ongelmat vastaajan kannalta on yhteistyön työllistävä vaikutus, riittävätkö heidän mittamiesten työtunnit kaikkien tehtävien suorittamiseen. Kunnassa todetaan näin: *”Tähän mennessä ollaan pärjätty, mutta tilanteen kehitystä seurataan.”*

Ennen talventuloa Muhos yrittää saada tehtyä mahdollisimman paljon kartoituksia ja maastotöitä pois alta. Talviaikaan siirrytään sitten toimiston puolelle ja tehdään esimerkiksi tietokoneella pohjakartan ylläpitoon liittyvää työtä.

4.4.7 Nivala

Nivalan kunnassa työskentelee yksi maanmittausteknikko. Laitteina kunnalla ovat Trimble GNSS R8 GPS-mittalaite ja TSC2-maastotallennin, molemmat ovat vuosimallia 2006. Kunnalla on myös Sokkia Set 2-teodoliitti vuodelta 1990, mutta se ei ole käytössä. Mittalaitteita ja ohjelmistoja käytetään pohjakartan ylläpitoon, kunnallisteknisiin mittauksiin, rakennusten merkkauksiin, rajannäyttöihin sekä kartoitukseen. Ohjelmistona on käytössä Microstation Stella Map ja lisäksi Sitowisen Louhi-paikkatietoalusta, joka on selainpohjainen järjestelmä ja toimii sekä kentällä että toimistossa, missä nettikin toimii. Kunta aikoo uusia maastomittauskalustoa tulevaisuudessa, eikä ole vielä lähdössä lentoon. Kunta toteaa näin: *"Ei olla lentoon lähdössä."*

Nivalan kunta käyttää ulkoisia palveluita lähinnä tiesuunnittelun yhteydessä maastomallien tekemiseen ja pohjakartan uudistamisessa ilmakuvausten ja kartan digitoinneissa. Kunnassa ei ole viime aikoina harkittu yhteistyötä toisen kunnan kanssa.

Vastaajan mielestä maastossa työskentely onnistuu myös talviaikaan: *"Totta kai lumi rajoittaa, mutta ei ole este vain hidaste."*

4.4.8 Oulainen

Oulaisten kaupungissa tekninen johtaja toimii kaavoittajana ja vastaa kaupungin maapolitiikasta. Mittauspäällikön virkaa ei ole tällä hetkellä täytettynä ja tämän takia maanmittauslaitoksen maanmittausinsinööri hoitaa lohkomistoimitukset. Kaupungin kiinteistörekisterihoitaja hoitaa kaavoituksen, lohkomisiin ja osoitteisiin liittyvät käytännön työt. Kaupungin kaksi kartoittajaa vastaavat maasto- ja muista mittauspalveluista, ylläpitävät pohjakarttaa ja kaupungin johtokarttaa (jätevesi-, sadevesi- ja kaukolämpökartat). Kaupungissa tehdään myös katu- ja viemärisuunnitelmia sekä tilaustyönä koneohjausmalleja sekä tilavuuslaskentaa.

Oulaisissa on käytössä mittalaitteina Trimblen S6 DRplus-takymetri, Trimble R8 GPS-laite, maastotietokone TSC3. Lisäksi kaksi vaaituskonetta, kannettava tietokone (läppäri) ja Samsung Ipad. Takymetrilla tehdään tarkimmat kartoitukset ja rakennusten paalutukset ja GPS:llä hoidetaan muut mittaukset. Vaaituskojeella tehdään tarvittaessa tarkimmat korkeusmittaukset. Kaupunki seuraa aktiivisesti GPS-laitteiden kehitystä ja aikovat hankkia laitteen, kunhan laitteen peitteisyysongelmat pienenevät. Mittausohjelmistoina on käytössä YTCAD, 3D-Win ja MapInfo. Ytcadiä käytetään kartastojen ylläpitämiseen ja suunnitteluohjelmanna. 3D-Winiä käytetään laskenta ja mallinnustehtäviin sekä MapInfolla tehdään erilaisia teemakarttoja.

Paikkatiedon hallinnassa kaupungilla on karttapalvelujärjestelmä netin kautta, jota ylläpidetään Swecon kanssa. Ilmainen palvelu kansalaisille, jolla nähdään ja saadaan tietoa kaupungin erilaisista kartoista.

Oulaisten kaupunki ei käytä ulkoisia palveluita, mutta tekee yhteistyötä Haapaveden kaupungin ja Siikalatvan kunnan kanssa. Kaupunki on myynyt jo pitkään mittauspalvelua yrityksille ja yksityisille sekä edellä mainituille yhteistyökunnille. Kaupunki kokee yhteistyön tuoneen taloudellista hyötyä sekä erilaiset että monipuoliset tehtävät pitävät ammattitaitoa yllä. Kaupunki toteaa näin: *”Emme ole kokeneet mitään ongelmia, jos nyt välillä on hivenen kiirettä pitänyt.”*

Vastaajan mielestä nykyään GPS-mittaukset onnistuvat kohtalaisen hyvin myös talviaikaan. Kaupunki toteaa seuraavaa: *”Toki lumipeite välillä hankaloittaa mittamista ja pimeys lyhentää päivän pituutta pimeimpään aikaan riippuen tietysti työstä.”*

4.4.9 Oulu

Oulun kaupungin tuottajapuolella, Teklissä on vakituisten työntekijöiden määrä 22 henkilöä ja kesällä alan harjoittelijoiden määrä on 5–7 henkilöä. Mittaus- ja kartoitustehtävissä toimivien ammattinimikkeitä ovat teknikko, kartoittaja tai mittamies ja työtehtäviä ovat pyykitys, työmaamittaukset omissa kadunrakennus-

kohteissa, rakennusten merkinnät ja sijaintikatselmukset, maastomallit, pohjatutkimukset ja kartoitukset.

Kaupungilla on käytössä useita mittalaitteita, Trimblen takymetreja on seitsemän kappaletta, yhdet Leican ja Geomaxin takyt ja GPS-mittalaitteet. Ohjelmistoina käytetään Trimble Locus +Nis+ Civil, Terrasolid sovellukset, 3D-Win, Leica iCON-office ja Trimble Business Center. Mittaukset pudotetaan Locukseen, joita tilaaja jalostaa eteenpäin kuntalaisille. Oululla ei ole lähivuosina tarkoitusta päivittää mittauskalustoa, kaupunki teettää konsultilla tarvittavat kartoituslennot. Vastaaja toteaa laiteuutuuksista seuraavaa *”Uutuuksien tuomat hyödyt jää käyttämättä kun henkilöstö on vanhaa.”*

Kaupungilla on ollut muutama vuosi sitten yhteistyötä kolmen kuntaliitoksen kanssa, mutta niistä oppineena eivät enää tee yhteistyötä toisten kuntien kanssa.

Vastaajan mielestä lumi harvoin rajoittaa maastotyöskentelyä talviaikaan. Kaupunki toteaa näin: *”Täällä Oulussa meren rannalla harvoin on liian paljon lunta.”*

4.4.10 Pyhäjärvi

Pyhäjärven kaupungissa ei ole varsinaista mittaus- ja kartoitushenkilökuntaa. Kaupungissa kerrotaan näin: *”Teemme kuitenkin pienessä määrin ko. toimintaa.”* Laitteena käytetään Android-pohjaista, vuonna 2018 hankittua Satlab SLC-mittalaitetta, joten uusia hankintoja ei ole tiedossa. Kaupunki käyttää laitetta katuvalo-, kaukolämpö-, vesi-, viemäri- ja valokuituverkon tarpeita varten.

Kunnan infra on paikkatietoineen KeyPro järjestelmässä ja se on vain niin sanottuun viranomaiskäyttöön.

Pyhäjärvi käyttää ulkoisia kartoitus- ja mittauspalveluita tarvittaessa, kun kyseessä isomman mittakaavan tarve ja kun ei itse tehtynä kannata ruveta tekemään. Kaupunki ei ole harkinnut yhteistyötä muiden kuntien kanssa.

Kunnan mielestä talvi rajoittaa merkittävästi maastossa työskentelyä.

4.4.11 Raahen

Raahen kaupungissa työskentelee mittaus- ja kartoitustehtävissä mittaustyönjohtaja, viisi mittamiestä, kartoittaja, paikkatietoinsinööri, karttateknikko ja kaksi kartanpiirtäjää. Lisäksi esimiehenä työskentelee kaupungin geodeetti ja muuta henkilöstöä ovat tontti-insinööri ja maankäyttöinsinööri.

Kaupungilla on kaksi Trimblen R8 ja yksi R10 GNSS-satelliittipaikantimet, kolme Trimblen S6 takymetria, kolme TSC 3 maastotallenninta. Mittalaitteita käytetään muun muassa kantakartan ylläpitoon, johtoreittien kartoitukseen ja merkintään, kunnallistekniikan rakentamisen mittauksiin esim. katupuolella, maastomallien tekoon, lohkomisen maastotöihin ja rakennusvalvontamittauksiin. Raahen ei suunnittele laitehankintoja vaan tekee laitteiston päivityksiä käyttötarpeen mukaan. Ulkoisia palveluita käytetään palveluihin, jotka liittyvät ilmakeuhkuseurantaan laaja-alaisiin päivityksiin. Raahessa maastossa työskennellään myös talviaikaan. Kaupunki vastaa seuraavaa: *”Rannikon suht vähäinen lumipeite ei kauhean paljon hidasta mittaamista. Sisämaahan päin mennessä tästä on sitten enempi häiriötä. Lähinnä rajoitteet koskevat maastomallimittauksia ja roudan edetessä merkintäkeppejä on hankalaa saada pystyyn. Vähenevä valon määrä tuo haasteita mittauksille, kun olisi hyvä nähdä mitä mitataan/kartoitetaan.”*

Mittausohjelmistoina on käytössä FactaMAP, YTCAD ja Trimble Business Center, joita kaupunki käyttää esimerkiksi aineistojen käsittelyyn ja laskentoihin.

Raahen kaupungilla on käytössä ArcGIS-pohjainen FactaMap, aineiston käsittelyyn ja karttojen tuottamiseen. Tästä toiveissa jalostaa myös kartta-alustoja kaupungin asukkaiden käyttöön. Nyt käytössä InfoGIS muun muassa tontti- ja osoitekarttojen jakamiseen.

Yhteistyötä Raahen tekee Siikajoen kunnan kanssa, hoitamalla sekä rakennusvalvonnan että rakennusmittaukset. Pyhäjoen kunnan kanssa ollut yhteistyö päättyi noin vuosi sitten. Yleensä kuntien välisen yhteistyön ongelmana näh-

dään alueen laajeneminen nykyisten rakennusvalvontamittausten osalta, jolloin on vaarana, että vasteaika kasvaa turhan pitkäksi nykyisellä henkilöstömäärällä.

4.4.12 Taivalkoski

Taivalkoskella varsinaista mittauspuolen henkilöä ei ole kunnan palkkalistoilla. GPS-mittauksia suorittaa kunnan maarakennusmestari infran rakentamiseen ja ylläpitoon liittyen. Rakennustarkastaja suorittaa rakennusten merkkauksen. Kunnan LVI-tekniikko tekee johtoverkkojen mittaukseen ja ylläpitoon liittyvät tehtävät (kaukolämpö- ja vesihuoltoverkot). Kunnan muu henkilöstö käyttää GPS-mittalaitteita reitistöjen ja yleisten alueiden mittaukseen.

Mittalaitteena on käytössä Trimblen R10 GNSS + TSC3-mittalaite ja ohjelmisto sekä Trimblen GEO7X-mittalaite ja sen ohjelmisto. Taivalkoskella laitteita käytetään kunnallistekniikan, infraan liittyviin mittauksiin (kohteiden suunnittelu, toteutus ja ylläpito), johtoverkkojen ylläpitoon, kaavoitukseen liittyviin mittauksiin (asemakaavat ja pohjakartat, jne.), rakennusvalvonnan mittauksiin ja lisäksi kaikkeen muuhun maanrakentamiseen ja ylläpitoon liittyviin mittauksiin. Mittauskalusto on juuri uusittu ja tarvetta päivityksille ei ole.

Kunta käyttää jonkin verran ulkoisia palveluita silloin, kun eivät itse ehdi mittaamaan, eli lähinnä suunnitteluun liittyvissä mittauksissa. Kuntaa lähin palveluntarjoaja löytyy Oulusta eli varsin kaukaa. Kunta ei ole harkinnut eikä saanut apua naapurikunnista ja siksi kunnalla on omat mittalaitteet.

Kahdeksas kysymys koski maastossa työskentelyä talviaikaan ja vastaajan mukaan talvi ja pakkasen rajoittavat mittauksia ja mittausta tehdään vain pakottavissa tarpeissa. Kunta kertoo näin: *"Pääosin mittaukset tehdään sulan maan aikaan noin 6 kk/vuosi."*

4.4.13 Tyrnävä

Tyrnävän kunnalla ei ole omaa mittauspuolen henkilöstöä, ei omia laitteita ja ohjelmistoja eikä kunnalla ole tarkoitusta hankkia mittauskalustoa lähivuosina.

Tyrnävä käyttää ulkoisia palveluita kaikkeen mittaustoimintaan ja kunnalla onkin yhteistyötä naapurikunnan, Muhoksen kanssa. Yhteistyö naapurikunnan kanssa toimii hyvin ja palvelua saadaan ympäri vuoden. Kunnassa kerrotaan näin: *”Yhteistyö on toiminut naapurikunnan kanssa jo usean vuoden ajan. Ympäri vuoden saamme palvelua.”*

4.4.14 Ylivieska

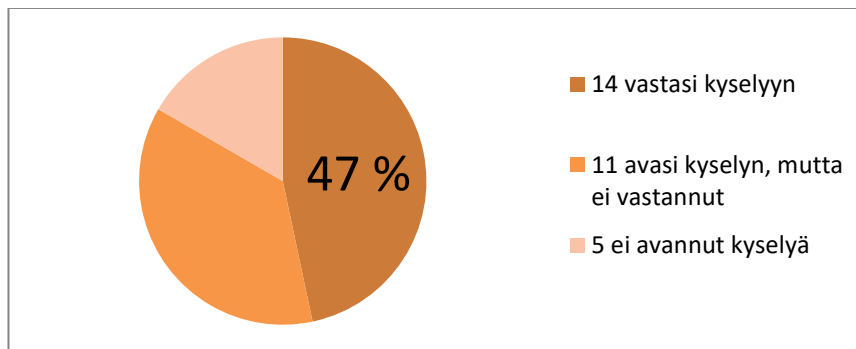
Ylivieskan kaupungissa työskentelevän henkilöstön määrä mittaus- ja kartoitus-tehtävissä on viisi. Kaupungissa työskentelee maanmittausinsinööri, paikkatietoinsinööri, kaksi kartoittajaa ja mittausetumies. Mittalaitteena on käytössä kolme Leica CS15 & GS14 GPS/GNSS-laitteistoa ja Leica TPS15-takymetri. Ylivieskalla olisi vielä tarvetta yhdelle GPS/GNSS-kalustolle. Ohjelmistona toimii Microstation Stella, ArccGIS, QGIS ja Terrasolidin ohjelmistot. Kartantuotannon ohjelmistoina ovat Microstation Stella, ArcGIS ja QGIS sekä karttapalveluina Facta WebGIS ja Karttatiimin karttapalvelu. Keskeisimpiä mittaustehtäviä ovat rakennuspaikkojen maastoon merkitseminen, tonttien merkitseminen ja pyykittäminen sekä erilaiset kartoitustoimenpiteet.

Kaupunki tekee mittauksissa yhteistyötä ympäristökunnan kanssa eikä käytä ulkoisia palveluita mittaus- ja kartoitustoissa.

Vastajaan mielestä lumipeite ja pimeys häiritsevät maastotöiden tekemistä ja kaupunki vastaa näin: *”Kaikkia työsuoritteita ei pystytä talviaikaan tekemään (esim. kartoitus tai pyykitys).”*

4.5 Vastausten analysointi

Tutkimuskysely toi lopulta 14 vastausta 30 paikkakunnasta ja siten vastausprosentiksi muodostui 47 %. Yhteensä 16 kuntaa jätti vastaamatta tai avaamatta kyselyä. Kyselytutkimukseen ei vastannut Alavieska, Haapavesi, Hailuoto, Ii, Kuusamo, Lumijoki, Merijärvi, Pudasjärvi, Pyhäjoki, Pyhäntä, Reisjärvi, Sievi, Siikajoki, Siikalatva, Utajärvi ja Vaala. Lähemmin tarkasteltuna näistä 11 avasi kyselyn, mutta ei lähettänyt vastausta ja 5 kuntaa ei avannut kyselyä lainkaan (Kuvio 17). Kuntien kyselyyn käyttämä keskimääräinen vastausaika oli 15 minuuttia.



Kuvio 17. Kyselytutkimuksen vastausten jakauma

4.5.1 Henkilöstö

Kyselyn perusteella 10 kunnasta löytyi maanmittausalan henkilöstöä. Suurimmat työllistäjät olivat Oulun kaupunki ja Raahen kaupunki. Oulussa vakituisia työntekijöitä oli 22 ja Raahessa oli 11 työntekijää. Muilla kunnilla keskimääräinen henkilöstö mittausosastolla oli viisi työntekijää. Pienimuotoisinta mittaus-toimintaa tehtiin Nivalassa, yhden työntekijän voimin. Neljässä kunnassa, Kär-sämäellä, Pyhäjärvellä, Taivalkoskella ja Tyrnävällä, ei ole mittauspuolen henki-löstöä, mutta Pyhäjärven ja Taivalkosken kunnissa tehdään kuitenkin itse pie-nimuotoista mittaus-toimintaa.

Tyypillisimpiä ammattinimikkeitä kuntien mittaushenkilöstössä olivat mittamies, kartoittaja, maanmittausteknikko tai maanmittausinsinööri. Muita vastaajien useasti mainitsemia ammattinimikkeitä olivat paikkatietoinsinööri, kartanpiirtäjä, mittaus-etumies. Yksittäisiä ammattinimikkeitä olivat tekninen johtaja, mittaus-

päällikkö, kiinteistörekisterinhoitaja, karttateknikko, kaupungin geodeetti, tontti-insinööri ja maankäyttöinsinööri.

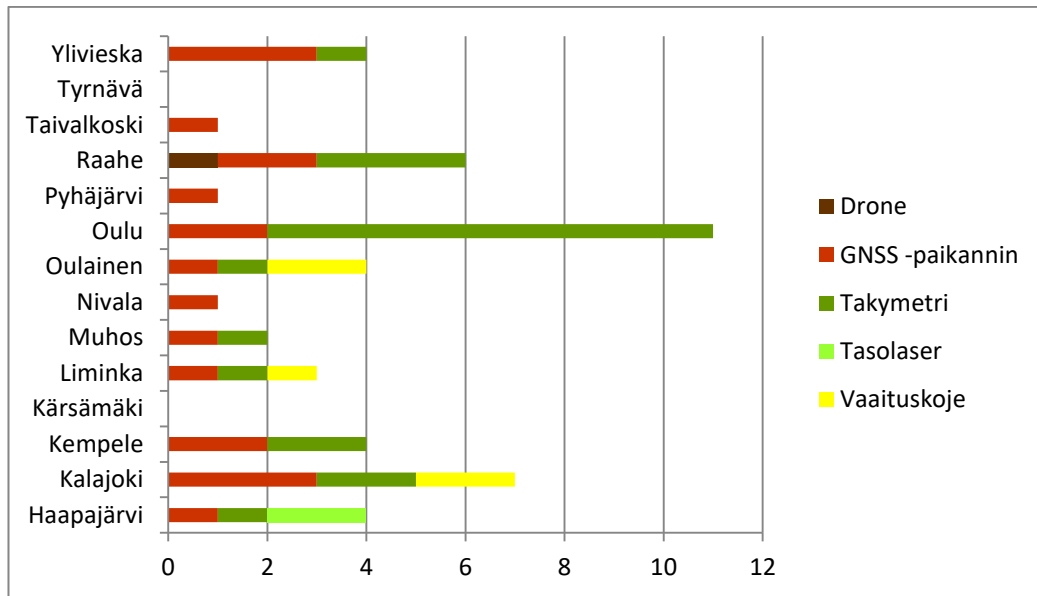
Kunnissa työskenteli mittaus- ja kartoitustehtävissä muun muassa mittamiehiä, jotka tekivät pelkästään mittaus- ja kartoitustöitä tai mittausten lisäksi valmistelivat mittauksia ja tekivät mittausten jälkikäsitteilytehtäviä ohjelmilla. Mittaustyönjohtaja tai kartoittaja vastasi kuntien mittaustoiminnasta ja työnjohdosta. Vastajat mainitsivat kartoittajan tehtäviin kuuluvan muun muassa kiinteistötoimitusten valmistelun ja rekisteröinnin, pohjakartan ja johtokartan ylläpidot ja maastomittaukset. Lisäksi mainittiin katu- ja viemärisuunnitelmat sekä tilaustyönä tehtävät koneohjausmallit ja tilavuuslaskennat. Maanmittausteknikon tehtävinä mainittiin muun muassa mittauspalveluiden ja maaomaisuuden hoito sekä pohjakarttojen hyväksyntä ja yhdessä kunnassa tehtäviin kuului myös kunnan metsien hoito. Paikkatietoinsinöörit vastasivat karttojen ja muiden paikkatietoaineistojen ajantasaistamisesta, hankkimisesta ja karttojen hyväksymisestä. Tekninen johtaja toimi kaavoittajana ja vastasi kaupungin maapolitiikasta. Kiinteistörekisterinhoitajan tehtävinä olivat kaavoitukseen, lohkomiseen ja osoitteisiin liittyvät käytännön työt. Yhdessä kunnassa kaupungin geodeetti toimi esimiehenä. Kartanpiirtäjän tehtävinä olivat kartaston ajantasallapito, tonttijako ja yleisten alueiden karttojen piirto. Kunnassa jossa varsinaista mittauspuolen henkilöstöä ei ollut, GPS-mittauksia suoritti kunnan maarakennusmestari infran rakentamiseen ja ylläpitoon liittyviin tehtäviin, LVI-tekniikko suoritti johtoverkojen mittaus- ja ylläpitotehtäviä sekä kunnan muu henkilöstö käytti mittalaitetta reitistöjen ja yleisten alueiden mittaukseen.

4.5.2 Mittalaitteet ja -ohjelmistot

Mittalaitteita oli käytössä 12 kunnalla. Kahdella kunnalla, Kärsämäellä ja Tyrnävällä ei ole mittalaitteita käytössä ollenkaan. Kuntien käytössä olevat mittalaitteet olivat nykyaikaisia (Taulukko1), Nivala kertoi heiltä löytyvän vuodelta 1990 oleva Sokkia Set 2-teodoliitti, jota ei enää käytetä. Kyselyyn vastanneista Nivala, Pyhäjärvi ja Taivalkoski käyttivät pelkästään GNSS-kalustoa. Kaikilla muilla kunnilla oli käytössä sekä GNSS- että takymetri-laitteisto. Edellä kerrottujen laitteiden lisäksi Haapajärvellä oli käytössään tasolaser, Limingalla yksi vaaitusko-

je, Oululla kaksi vaaituskonetta, Taivalkoskella etäisyysmittari ja Raahella aluilaan oleva dronetoiminta, DJ14 Pro Phantomilla.

Taulukko 1. Kuntien käytössä olevat mittalaitteet



Suurimmaksi osaksi kuntien käyttämät laitteet olivat Trimblen tai Leican mittalaitteita. Trimble oli käytössä kahdeksalla ja Leica kahdella kunnalla. Yksi kunta käytti vielä lisäksi Geomaxin mittalaitteita. Ainoastaan Pyhäjärvellä oli käytössä vuonna 2018 hankittu androidpohjainen mittalaite.

Kuntien käyttämät mittalaitteet olivat suhteellisen vastahankittuja ja siten ajan tasalla eikä suurin osa kunnista nähnyt tarvetta laitteiden päivitykselle. Kaluston päivitystä kuitenkin harkittiin kolmella paikkakunnalla. Ylivieskassa tarvetta olisi yhdelle GPS-GNSS-kalustolle, Muhos harkitsi UAV-kartoituslennokin hankintaa ja Kalajoella harkittiin lennokin tai GNSS/Takymetri-kaluston yhdistelmää. Yhdellä paikkakunnalla, Oulaisissa, seurataan tarkasti GPS-laitteiden kehitystä ja kunhan laitteiston peitteisyys ongelmat paranevat, he pyrkivät hankkimaan laitteen. Mittalaitteita käytettiin yleisesti kunnallisteknisiin mittauksiin, kuten rakennusten maastoon merkkauksiin, sijaintikatselmuksiin, pyykityksiin, maastomallien tekoon ja erilaisiin kartoituksiin, esimerkiksi johtokartoituksiin. Vastaajat kertoivat käyttävänsä tarkemmissa mittauksissa ja kartoituksissa sekä rakennusten paalutuksissa takymetria ja myös silloin jos GPS-mittaus ei jostain syystä onnis-

tu. Muissa mittauksissa, kuten maastomallin kartoituksessa käytettiin GNSS-mittalaitetta ja vaaituskojeella mitattiin rakennuspaikan korot.

4.5.3 Ohjelmistot ja paikkatietojärjestelmät

Vastaajilla oli erilaisia maastomittaus- ja suunnitteluohjelmistoja mittausaineistojen käsittelyyn, infra- ja kaavasunnitteluun sekä paikkatietoratkaisuihin. Kuntien käyttämiä datankäsittelyohjelmistoja olivat:

- YTCAD
- Microstation Stella Map
- Terrasolid sovellukset
- 3D-Win
- FactaMap
- KeyPro
- Leica iCON office
- Trimble Business Centre

Yleisin näistä oli YTCAD, joka oli käytössä seitsemällä vastaajalla. Sitä käytettiin mittausaineistojen käsittelyyn, karttojen ylläpidossa ja suunnitteluohjelmana. Toiseksi yleisin oli 3D-Win, jota käytti viisi paikkakuntaa laskemis- ja mallintamistehtävissä. Kolmella paikkakunnalla käytettiin FactaMap-ohjelmaa aineistojen käsittelyyn ja karttojen tuottamiseen ja M-color-ohjelmaa liitekarttojen tekemiseen lisäksi käytettiin kahdella paikkakunnalla MicroStation Stella Map kartantuotannossa ja Trimble Business Centre mittausdatan käsittelyyn. Myös Terrasolidin maastomittaus- ja suunnitteluohjelmat olivat käytössä kahdella paikkakunnalla ja Leica iCON-datankäsittelyohjelmisto yhdellä paikkakunnalla.

Paikkatietojärjestelmiä kunnilla saattoi olla käytössä useitakin eri ohjelmistoja ja erilaisia karttapalveluita kuntalaisille. Käytetyin oli CGI Facta ja toiseksi yleisimmät olivat Swecon karttapalvelu tai YTCAD. Muita käytössä olevia ohjelmistoja olivat Trimble Locus, Kuntaliiton KuntaTietoPalvelu, MicroStation StellaMap ja KeyPro.

4.5.4 Ulkoiset palvelut

Neljä kuntaa, jotka eivät käytä ulkoisia palveluita lainkaan ovat Muhos, Oulainen, Oulu, ja Ylivieska. Kaksi kuntaa, Tyrnävä ja Kärsämäki käyttävät kaikkeen mittaus toimintaan ulkoista palvelua. Tyrnävä käyttää naapurikunnan, Muhoksen mittausosaston palveluita ja Kärsämäki käyttää sekä yksityisen että MML:n mittauspalveluita. Kalajoki, Liminka, Nivala ja Ylivieska vastasivat käyttävänsä konsulenttiyritystä, pohjakartan laadinnassa ja siihen liittyvien ilmakuvauksineistojen hankinnassa, myös Oulu teettää ilmakuvaukslennot konsultilla. Lähtökohteisesti ulkoisia palveluita käytettiin suunnitteluun liittyvissä mittauksissa, kuten maastomallien laadintaan.

4.5.5 Kuntien välinen yhteistyö

Kuntien välistä yhteistyötä ei tehty kuudessa kunnassa, Kempeleessä, Limingassa, Nivalassa, Oulussa, Pyhäjärvellä ja Taivalkoskella. Edellä luetelluista kunnista Kempeleen kunta vastasi yhteistyön olevan ilmoitusluontoista, jolloin ympäristökunnat ilmoittavat toisilleen mahdollisista tulevista ilmakuvauksista. Liminka ei ole harkinnut yhteistyötä, mutta ei pitänyt sitä mahdollisena ajatuksena. Oululta löytyi vuoden takainen kokemus kolmesta kuntaliitosta eikä kuntien välistä yhteistyötä enää ole. Nivala ja Pyhäjärvi eivät ole kumpikaan harkinneet yhteistyötä viime aikoina. Taivalkoski oli hankkinut omat mittauskalustot juuri siksi, koska ei ole saanut apua muilta kunnilta.

Kahdeksassa kunnassa tehtiin tiivistä yhteistyötä, Haapajärvellä, Kalajoella, Kärsämäellä, Muhoksella, Oulaisissa, Raahessa, Tyrnävällä ja Ylivieskassa. Eniten kokemusta yhteistyöstä oli Haapajärvellä, jo noin 20 vuoden ajalta. Kalajoki teki yhteistyötä naapurikuntien, Pyhäjoen, Merijärven ja Sievin kanssa toimimalla palvelun tuottajana. Kärsämäki kertoi käyttävänsä jonkin verran Haapajärven kaupungin mittausosaston palveluita. Muhos puolestaan tekee yhteistyötä Utajärven, Tyrnävän sekä Vaalan kanssa. Tyrnävä toteaaakin Muhoksen kanssa tehdyn yhteistyön pelanneen jo usean vuoden ajan. Oulainen teki yhteistyötä Haapaveden kaupungin ja Siikalatvan kunnan kanssa. Raahen vastasi Siikajoen kunnan rakennusvalvonnasta ja -mittauksista ja vuosi sitten päättyi

yhteistyö Pyhäjoen kunnan kanssa. Ylivieska vastasi tekevänsä mittaustöissä yhteistyötä ympäristökunnan kanssa.

Suurin osa kunnista koki yhteistyön kannattavaksi sekä molempia osapuolia tyydyttäväksi. Yhteistyötä pidettiin edullisena vaihtoehtona, koska palvelua tarvitsevan kunnan ei tarvitse hankkia omaa henkilöstöä eikä mittalaitteita. Muita kuntien mainitsemia etuja yhteistyölle olivat:

- lisätulot
- monipuoliset tehtävät
- ammattitaidon kehittyminen
- nykyaikainen kalusto
- laatu
- varmuus
- kustannustehokkuus
- työasioiden jakaminen.

Vastanneet kunnat näkivät myös ongelmia kuntien välisessä yhteistyössä. Kustannusten ennakointi saattaa vuositasolla olla hankalaa, kun ei tiedetä etukäteen tarvittavan palvelun määrää. Palveluiden tarjoamista ja ostamista saattoivat myös rajoittaa aikataulut, paikkatiedon tuntemuksen puute ja henkilöstön riittävyys vastuualueen laajentumisen myötä. Suurin osa vastanneista näki yhteistyön tuovan kuitenkin enemmän etuja kuin haittoja tai ongelmia.

4.5.6 Maastotyöt talvella

Yhdeksän kuntaa ei kokenut talvea esteenä vaan pikemminkin hidasteena maastotöille ja neljä kuntaa vastasi talven rajoittavan merkittävästi maastotöiden tekemistä. Lähes kaikki vastaajat nimesivät pimeyden, pakkasen ja lumipeitteen aiheuttavan rajoitteita. Vastaajien mielestä rannikolla oleva, vähäinen lumipeite ei juuri häiritse maastotöiden tekemistä, kun taas sisämaassa paksu lumipeite aiheuttaa enemmän rajoitteita ja talven lumisimpaan aikaan nämä kunnat keskittivätkin maastotyöt toimistossa työskentelyyn. Kunnilla oli kuitenkin hyviä keinoja selviytyä talven ongelmista, pimeydestä ja lumipeitteestä, yksi kunta kertoi käyttävänsä otsalamppua ja toisella kunnalla oli käytössä lumikengät. Lisäksi kunnat pyrkivät tekemään kartoituksia ja maastotöitä sulan

maan aikaan mahdollisimman paljon ja toimistossa tehtiin talvella muun muassa pohjakartan ylläpitoon liittyviä tehtäviä. Myös aamun pimeimmät hetket varattiin toimistotyöhön ja maastoon siirryttiin valoisampaan aikaan. Kaksi kuntaa oli sitä mieltä, että nykyisellä GNSS-mittauskalustolla maastomittaus on ympärivuotista.

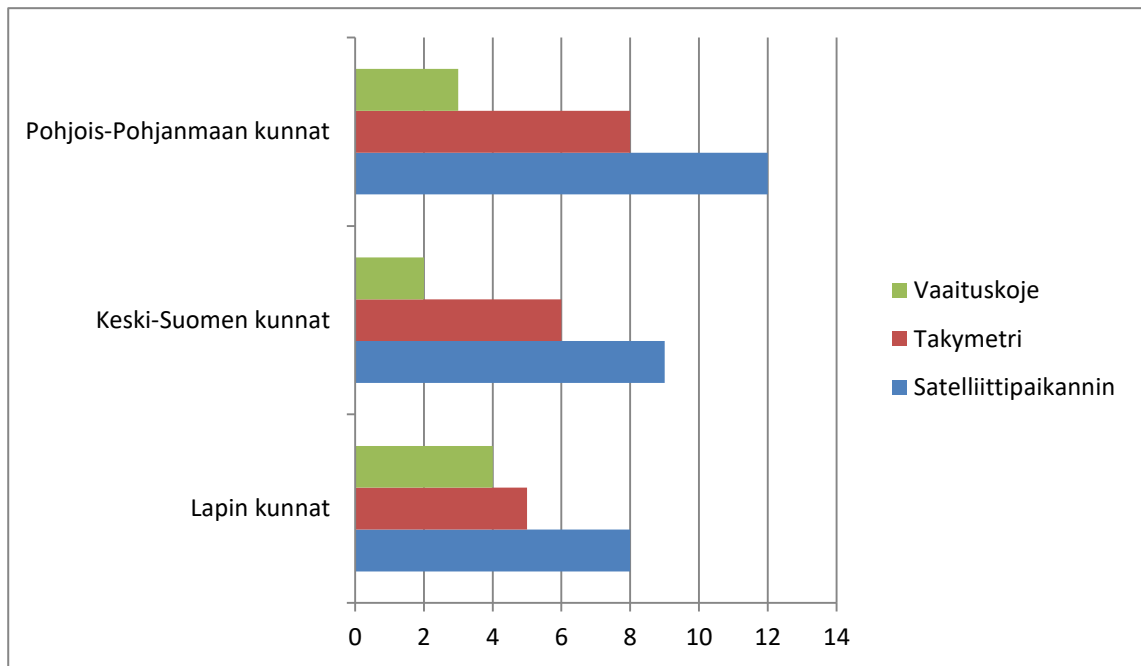
4.6 Vertailut aikaisempiin tutkimuksiin

Aikaisempia tutkimuksia kuntien mittaus- ja kartoitustoiminnasta olivat opinnäytetyöt vuodelta 2015 Tapio Vierelän ”Mittaustekniset resurssit Lapin kunnissa” ja vuodelta 2017 Ville Vähätiiton ”Keski-Suomen kuntien mittaus- ja kartoitustoiminta”. Molempien opinnäytetöiden tavoitteena oli selvittää Lapin - ja Keski-Suomen kuntien mittausteknisiä resursseja. Lapin kunnassa kyselyjä lähetettiin 21 kuntaan ja vastauksia saatiin 10 kunnasta. Keski-Suomen kunnille kysely lähetettiin 23 kuntaan ja sieltä vastauksia saatiin myös kymmenestä kunnasta. (Vierelä 2015, 16; Vähätiitto 2017, 27.) Verrattaessa näitä kolmea tutkimusta prosentteina, saatiin lähes samat tulokset. Lapin kuntien vastausprosentti oli 48 % (Vierelä 2015, 16), Keski-Suomen kuntien vastausprosentti oli 43 % (Vähätiitto 2017, 27) ja Pohjois-Pohjanmaan vastausprosentiksi muodostui 47 %.

Kaikkien kolmen tutkimusten perusteella henkilöstön määrien ja ammattinimikkeiden osalta saatiin samankaltaiset tulokset ja suurimmassa osassa kuntia oli henkilöstöä mittaus- ja kartoitustoiminnan tehtävissä. Eniten henkilöstöä löytyi suurimmista kaupungeista ja vähiten tai ei ollenkaan, pienimmistä kunnista. Ammattinimikkeet kunnissa eivät juuri vaihdelleet ja yleisesti mittaushenkilöt olivat mittamiehiä, kartoittajia, maanmittausteknikoita tai -insinöörejä ja mittaus-työnjohtajia. (Vierelä 2015, 17–19; Vähätiitto 2017, 10–11).

Tutkimustulokset laitteistojen osalta olivat hyvin samansuuntaiset. Yleisin mittalaitteista oli satelliittipaikannin. Taulukosta 2, nähdään kunnissa olevien yleisimpien laitteiden lukumäärä.

Taulukko 2. Kuntien käyttämät mittalaitteet



Kaikissa tutkimuksissa havaittiin, että Trimblen ja Leican laitemerkit olivat yleisimmät mittauskalustoissa. Muutamilla kunnilla oli käytössä myös Topcon tai Geomax. Myös kaikissa aktiivista mittaustoimintaa olevissa kunnissa mittalaitteita käytettiin perusmittauksiin, joita ovat muun muassa kunnallistekniset mittaukset, kartoitukset, pohjakartan täydennysmittaukset ja maastomallit. Erikoisimpia mittaustoimia Lapin kuntien alueella tehtiin Kemissä, siellä mittaustoimintana mainittiin perusmittausten lisäksi merenpohjan syvyysmittaukset, kasojen kuutioinnit ja painumamittaukset. (Vierelä 2015, 23). Keski-Suomen kunnista, Keuruulla, oli täry- ja painokairauskalustoa, jota käytettiin rakennuspaikkojen maaperätutkimuksissa (Vähätiitto 2017, 31–32). Näitä edellisiä erikoismittauksia lukuun ottamatta kaikkien kuntien laitteistot olivat nykyaikaisia ja lähestulkoon samantyyppisiä. Eniten eroja tuli ilmakehuvauskalustossa, sillä Lapin kuntien mittauskalustoon ei kuulunut lainkaan ilmakehuvauskalustoa (Vierelä 2015, 20–22), kun taas Keski-Suomen kunnista kahdella kunnalla oli käytössä ilmakehuvauskalustoa, Jyväskylällä GeoDrone- kopteri ja Joutsalla RC-kopteri (Vähätiitto 2017, 13). Pohjois-Pohjanmaalla kuntien käyttämät laitteet olivat perusmittalaitteita ja vain kahdella kunnalla, Raahella ja Pyhäjärvellä oli uusinta teknologiaa oleva mittalaitte. Raahella oli juuri hankkinut oman lennokin ja Pyhäjärvellä oli käytössä vuon-

na 2018 hankittu androidpohjainen mittalaite. Lisäksi Pohjois-Pohjanmaan kunnissa muutama kunta harkitsi lennokin hankkimista.

Kuntien välisen yhteistyön ja ulkoisten palvelujen käyttäminen kunnan oman työn lisänä oli kaikkien kolmen tutkimuksen perusteella oleellinen asia. Lapin kunnista vain yksi oli ilmoittanut tekevänsä kaikki mittaukset itse. Keski-Suomen kunnistakin vain yksi ilmoitti, ettei käytä lainkaan ulkoisia palveluja, eikä tee yhteistyötä ja lisäksi yksi ilmoitti, ettei varsinaisesti tee yhteistyötä eikä käytä ulkoisia palveluja (Vähätiitto 2017, 27). Vastaavasti Pohjois-Pohjanmaan kunnista neljä ei käytä ulkoisia palveluita lainkaan ja loput kyselyyn vastanneista 10 kunnasta käytti ulkoisia palveluita. Kuntien välisestä yhteistyöstä selvisi, että viisi kuntaa ei tehnyt tai ei ollut harkinnut yhteistyötä naapurikuntien kanssa, kahdeksalla kunnalla oli aktiivista yhteistyötä ja yksi kunta kertoi yhteistyön olevan ilmoitusluontoista silloin, jos ympäristökunnissa oltiin aikeissa tehdä ilmakuvia.

Kuntien käyttämiä ohjelmistoja ja paikkatietojärjestelmiä ei käsitelty Vierelän tutkimuksessa. Sen sijaan Vähätiiton tutkimuksessa kaksi tutkimuskysymystä koski kuntien käytössä olevia ohjelmistoja ja paikkatietojärjestelmiä Keski-Suomen kunnissa. Vähätiiton tutkimuksesta selvisi, että Keski-Suomen kunnissa eniten käytettiin 3D-Win -mittausohjelmistoa ja muita kuntien käyttämiä ohjelmistoja olivat YTCAD, AutoCAD/Novapoint sekä Trimble Business Center. Paikkatietojärjestelmistä oli yleisimmin käytetty ohjelma Trimble Locus, joka oli käytössä neljällä kunnalla. (Vähätiitto, 15–16, 28–38, 49). Pohjois-Pohjanmaalla mittausohjelmistona kunnilla oli pääsääntöisesti YTCAD, Facta ja 3D-Win. Paikkatietojärjestelmistä eniten olivat käytössä Facta tai YTCAD. Molemmissa tutkimuksissa havaittiin kuntien käyttämien ohjelmistojen olevan Autocad-pohjaisia ja toisaalta hyvinkin monenkirjavaa.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää internet-kyselyn avulla kuntasektorin mittaus- ja kartoitustoimintaa, sen teknisiä että henkilöstöresursseja. Lisäksi tavoitteena oli myös vertailla kolmen läänin mittaus- ja kartoitustoimintaa kahden aikaisemman opinnäytetyön aineiston pohjalta. Teoriatasolla käsiteltiin mittaus- ja kartoitustoimintaan liittyviä eri osa-alueita kuten teknisiä palveluita, maankäyttöpalveluita, kaavoitusta, paikkatietoa ja -ohjelmia, maastomittausta ja siinä käytettäviä laitteita sekä ohjelmistoja.

Käsitykseni kunnallisesta mittaus- ja kartoitustoiminnasta laajeni niin teoriassa kuin käytännössä. Teoriapohja ja tutkimuskysely auttoivat laajentamaan käsitystä kuntasektorin tehtävistä, mittauslaitteista ja -ohjelmistoista. Tutustuin minulle aiemmin tuntemattomaan kysely- ja raportointityökaluun Webropoliin, jolla toteutin kyselyn ja käsittelin siitä saatua aineistoa. Kunnille tekemäni kysely pohjautui aikaisemmin tehtyihin selvityksiin kunnallisesta mittaus- ja kartoitustoiminnasta. Vertailemalla näitä kolme tutkimusta, niistä kuvastuu hyvin kuntien tämänhetkinen tilanne. Tämän työn tekeminen tutkimuskyselyineen oli erittäin opettavaista ja työlle asetetut tavoitteet saavutettiin.

Teoriaosuuden lähteinä käytettiin olemassa olevaa kirjallisuutta, sähköisiä aineistoja sekä aiheeseen liittyvää lainsäädäntöä. Työn tärkeimpänä aineistona käytettiin tutkimuskyselyjä valitulta tutkimusalueelta. Kysely laitettiin liikkeelle heti alkuvaiheessa Webropol-internetkyselyllä kaupunkien ja kuntien mittaustehtävissä oleville henkilöille.

Vastauksia odotellessa keskityin teoriaosuuden aineiston keräämiseen. Alussa hankaluutta tuotti teoriaosuuden sisältö. Aikaisemmat tutkimukset tästä aiheesta hankaloittivat sisällön rakentamista ja aikaa veivät aineistoihin tutustuminen ja asioiden sisäistäminen järkeväksi kokonaisuudeksi, sillä halusin työn antavan tuleville maanmittausalan ammattilaisille juuri oikeanlaista tietoa kuntasektorin teknisten palveluiden toiminnasta ja tutkimuksen tuloksien toimivan vertailupohjana kuntien mittaustoiminnassa. Sisällön hahmottamista auttoivat kunnallisen sektorin kesäharjoittelut ja oma mielenkiinto aiheeseen.

Itse Webprol-internetkysely osoittautui hyvin oikeaksi ja toimivaksi ratkaisuksi. Ohjelma mahdollisti kyselyn avoinna oloajan näkemään vastatut, avatut, sekä avaamattomat kyselyt. Raporttien luku, tulostus ja muistutusviestin lähettäminen sellaisiin sähköposteihin, jotka eivät olleet vielä vastanneet, onnistui ohjelmalla vaivattomasti. Myös ennen varsinaisen kyselyn lähettämistä, esilomakkeen lähetys testihenkilöille oli onnistunut ratkaisu.

Tutkimuskyselystä saatiin hyvinkin perusteellisia vastauksia ja vastaajat olivat selkeästi käyttäneet aikaa vastaamiseen. Olenkin erittäin tyytyväinen vastaajien antamasta panoksesta ja ajasta, sillä ilman heitä, työni ei olisi kattanut tutkimusaluetta riittävän laajasti. Kyselyn vastausprosentin olisin toki toivonut saavani korkeammaksi. Vastausprosenttiin täytyy kuitenkin olla tyytyväinen, sillä yksi kysymys käsitteli yhteistyötä ja vastauksissa mainittiin juuri sellaisia kuntia, jotka eivät olleet vastanneet kyselyyn. Tästä voisi päätellä, että ne jotka jättivät vastaamatta, heillä ei mitä luultavimmin ole mittaustoimintaa lainkaan tai se on hyvin vähäistä. Tutkimuskyselyyn olisi voinut saada lisää vastauksia myös näiltä paikkakunnilta, jos saatekirjeessä olisi painotettu heidän tärkeyttään kyselyyn osallistumiseen. Tieto paikkakuntien mittaustoiminnan puuttumisesta tai pienuudesta olisi ollut erittäinkin hyödyllistä ja tarpeellista tietoa mittaus- ja kartoitustoiminnan nykytilanteesta. Myös kyselyn lähettäminen väärälle henkilölle saattoi olla syynä alhaiseen vastausprosenttiin.

Tutkimusten perusteella kaupunkien ja kuntien maastomittaus- ja kartoitustoiminnan henkilöstö on erittäin ammattitaitoista ja he ovat alan moniosaajia. Mitä pienemästä kunnasta oli kyse, sitä moninaisempia ja vastuullisempia työtehtävät olivat ja tehtäväkenttä oli hyvin laaja. Vastaavasti isommassa kunnassa tehtävät ja vastuullisuus jakautuivat selkeämmin.

Laitteistot ovat maanmittausalalla huomattavan suuressa roolissa ja niiden päivityksestä huolehditaan tarpeen mukaan. Tämän päivän uutta teknologiaa on hyvin saatavilla ja niistä ollaan hyvinkin tietoisia ja kiinnostuneita. Uusien laitteiden kuten androidpohjaisten ja UAV-kartoituslaitteiden lisääntyminen on jo nähtävissä näissä kolmessa tutkimuksessa ja UAV-kartoitus nähdään selvästi tehokkaampana ja taloudellisesti edullisempänä kuin maastomittaus. Tutkimusten perusteella kuntapuolella näitä laiteita oli jo muutamia käytössä tai niiden

hankintaa harkittiin. Haasteita uuden teknologian käyttöönotossa ovat aika, hyvä perehdytys ja käytännön opit. Miksei myös henkilöstö, joka saattaa aiheuttaa esteitä uuden teknologian hyödyntämiseen, jos he eivät ole niin kiinnostuneita ja halukkaita oppimaan uutta. Laitteiden pidempiaikaiset testikäytöt, esimerkiksi vuokraaminen, voisivat mahdollistaa konkreettisen kokemuspohjan syntymistä ja vaikuttaa sitä kautta hankintapäätökseen.

Kuntien tehtävänä on huolehtia maaomaisuuden hankinnasta, rakentamisesta, kunnallisteknisistä mittauksista, paikkatiedon hankinnasta ja ylläpidosta. Kuntien alueiden käyttöä ohjataan maankäytön suunnittelulla ja kaavoitusta säädel- lään maankäyttö- ja rakennuslailla sekä -asetuksilla. Vaikka kunnat keskittyvät palvelemaan lähinnä oman kuntansa palveluja, tutkimuksen perusteella yhteis- työtä tehdään paljon naapurikunnan kanssa. Kun kaupunkien ja kuntien mitta- ustarpeet ovat samankaltaisia, onkin erittäin järkevää ja kustannustehokasta jakaa sekä ostaa erikoisosaamista. Esimerkiksi paikkatieto-ohjelmien yhtenäis- täminen voisi tuoda uusia mahdollisuuksia tulevalle yhteistyölle ja tiedon jaka- minen kuntien välillä olisi helpompaa.

Tämän opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää kuntien mittaus- ja kartoitus- toiminnan suunnitelmissa. Esimerkiksi suunniteltaessa uusien laitteiden hankin- taa kunnat voivat kysellä toisiltaan kokemuksia, jotka auttavat tekemään pää- töksiä laitehankinnoille, ostamaan mittauspalveluita tai jopa erikoistumaan jolle- kin osa-alueelle. Opiskelijat saavat kattavan paketin kuntasektorin nykytilan- teesta ja teoriaosuus laajentaa heidän käsitystä maanmittausalasta kuntasekto- rilla.

LÄHTEET

- EU-uutiset.fi 29.4.2016. Laserkeilaus taipuu moneen. Viitattu 5.11.2018
<https://www.eu-uutiset.fi/2016/04/29/laserkeilaus-taipuu-moneen/>.
- Helsingin yliopisto 2006. Laadullinen tutkimus. Viitattu 21.9.2018
www.cs.tut.fi/~ihtesem/k2007/materiaali/luento4.pdf.
- Heikkinen, T. 2014a. Mitä on paikkatieto? Viitattu 19.10.2018
<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2014/01/30/mita-paikkatieto>.
- 2014b. GIS – maantieteen perustyökalu. Viitattu 19.10.2018
<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2014/01/30/gis-maantieteen-perustyokalu>.
- Heikkilä, T. Edita Publishing 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Viitattu 5.11.2018
<http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>.
- Karttakeskus. Paikkatietojärjestelmä. Viitattu 19.10.2018
<http://www.paikkatieto.info/opas/paikkatietojarjestelma/>.
- Kuntaliitto.fi 2018a. Kuntien yhteystiedot ja vaakunat. Viitattu 24.9.2018
<https://www.kuntaliitto.fi/kunnat>.
- 2018b. Maapolitiikka. Viitattu 18.10.2018 <https://www.kuntaliitto.fi/tilastot-ja-julkaisut/verkko-opaat/maapolitiikan-opas/kunta-ja-maapolitiikka/maapolitiikka>.
- 2018c. Maapoliittiset toimintatavat ja kuntatalous – tietoa kuntapäätäjille. Viitattu 29.10.2018
<http://shop.kuntaliitto.fi/download.php?filename=uploads/p090605142523X.pdf>.
- Kuntaliitto 2017. Tekniikka. Viitattu 18.10.2018
<https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/yhdyskunnat-ja-ymparisto/tekniikka>.
- Laukkanen, J. 2017. Kuinka koneohjaus auttaa maarakennuksen käytännön töissä? –Pahuksen hyvä asia. Koneviesti 12.1.2017. Viitattu 31.10.2018
<https://www.koneviesti.fi/artikkelit/kuinka-koneohjaus-auttaa-maarakennuksen-k%C3%A4yt%C3%A4nn%C3%B6n-t%C3%B6iss%C3%A4-1.174489#>.
- Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. 4. uudistettu painos. Jyväskylä: Kopijyvä Oy. Viitattu 18.10.2018 <http://www.ramk.fi/fi/Palvelut-tyoelamalle/Julkaisutoiminta/Tekniikka-ja-liikenne/Mittaus-ja-kartoitustekniikan-perusteet>.
- Leica Geosystems 2018a. Leica NA700-vaaituskojeet. Viitattu 1.11.2018
http://www.leica-geosystems.hu/downloads123/zz/levels/na700/brochures/NA700_fi.pdf.
- 2018b. Leica iCON office - datanvalmisteluohjelmisto. Viitattu 1.11.2018
<https://leica-geosystems.com/fi-FI/products/machine-control-systems/software/leica-icon-office>.

Leinonen, J. 2014. UAV-kartoitus. Tierakennusmestari 3/2014. Viitattu 5.11.2018 <http://www.tierakennusmestari.com/lehdet/Leinonen.pdf>.

Lohjan kaupunki. Asuminen ja ympäristö. Kaavoituksen tasot. Viitattu 18.10.2018 <https://www.lohja.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkisuunnittelu-ja-kaavoitus/lohjan-alueiden-suunnittelu/>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Viitattu 15.10.2018 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.

Maanmittauslaitos. Ympäristön 3D-mallinnus. Viitattu 5.11.2018 <https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/ympariston-3d-mallinnus>.

PaikkaOppi 2014-2018. Tutustu paikkatietoaineistoihin. Viitattu 5.11.2018 <http://www.paikkaoppi.fi/fi/paikkatiedon-perusteet/>.

Peda.net. Paikkatieto ja paikkatietojärjestelmät. Viitattu 29.10.2018 https://peda.net/joensuu/lukiot/jnld/maantiede/o3p/pjp2/g:file/download/60a3b8cd6112aad5bb68bd88af017a480be8082b/GE4_220416_Paikkatieto.

Pohjois-Pohjanmaan liitto a. Viitattu 11.10.2018 <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/index.php?id=1933>.

- b. Viitattu 11.10.2018 https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/pohjois-pohjanmaan_liitto/organisaatio/j%C3%A4senkunnat.

Rantanen, P. 2001. Maastomittauksen perusteet. Vammalan Kirjapaino Oy 2001. Viitattu 28.9.2018.

Staypro. Mittausinstrumentit. Vaaituskoje. Viitattu 1.11.2018 <https://www.staypro.fi/mittatyokalut/mittausinstrumentit/pakettitarjoukset/leica-na720-vaaituskoje-kayttovalmis-paketti>.

Surakka, T. & Malinen, P. 2015. Kuntien teknisen toimen palveluiden optimointi ja hallinta (OPUS). Viitattu 19.10.2018 http://shop.kuntaliitto.fi/download.php?filename=uploads/opus_tutkimus_loppuraporttiebook.pdf.

Tasamitta. Viitattu 5.11.2018 <http://www.tasamitta.fi/?PALVELUT:UAV-kartoitukset>.

Topgeo. Mitä koneohjaus on? Viitattu 5.11.2018 <http://www.topgeo.fi/tuotteet/koneohjausjarjestelmat-ja-konevastaanottimet/mita-koneohjaus-on>.

Trimble Locus. Tehosta rakennetun ympäristön valintaa. Viitattu 5.11.2018 <https://kunnat.trimble.fi/trimble-locus.html>.

Vierelä, T. 2015. Mittaustekniset resurssit Lapin kunnissa. Lapin ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 14.11.2018. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92017/Tapio_Vierela.pdf?sequence=1.

Vähätiitto V. 2017. Keski-Suomen kuntien mittaus- ja kartoitustoiminta. Lapin ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 14.11.2018
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/124384/Ville_Vahatiitto.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Ympäristö.fi. Maankäytön suunnittelujärjestelmä. Viitattu 25.10.2018
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelujarjestelma/Yleiskaavoitus.

Ympäristöministeriö 2018. Maakuntakaavoitus. Viitattu 25.10.2018
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Maankayton_suunnittelun_ohjaus/Maakuntakaavoitus.

Wikipedia 2018a. Paikkatieto. Viitattu 19.10.2018
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Paikkatieto>.

- 2018b. Pohjois-Pohjanmaan maakunta. Viitattu 30.9.2018 https://fi.wikipedia.org/wiki/Pohjois-Pohjanmaan_maakunta.

LIITTEET

- Liite 1. Saatekirje, Opinnäytetyön kysely ”Mittaus- ja kartoitustoiminta Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa”
- Liite 2. Opinnäytetyön kysely ”Mittaus- ja kartoitustoiminta Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa”
- Liite 3. 1. muistutus, Opinnäytetyön kysely ”Mittaus- ja kartoitustoiminta Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa”
- Liite 4. 2. muistutus, Opinnäytetyön kysely ”Mittaus- ja kartoitustoiminta Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa”

Hei,

opiskelen maanmittaustekniikkaa viimeistä vuotta Lapin AMK:ssa Rovaniemellä ja

teen opinnäytetyötä, jonka aiheena on **"Mittaus- ja kartoitustoiminta Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa**.

Työssä kartoitetaan mittaus- ja kartoitustoiminnan tehtäviä ja resursseja 30 Pohjois-Pohjanmaan kunnassa. Lisäksi kartoitetaan mm. Käyttävätkö kunnat ulkoisia palveluita? Tekevätkö kunnat yhteistyötä toisten kuntien kanssa? Miten maastotyöt onnistuvat talviaikaan?

Sähköpostiinne tulee lokakuun aikana Webropol-kysely, johon toivoisin saavani vastauksia mahdollisimman kattavasti Pohjois-Pohjanmaan kunnilta. Kysely vie hetken aikaanne, mutta on erittäin arvokasta tietoa opinnäytetyötäni varten. Kaikille kyselyyn vastanneille kunnille toimitan halutessanne valmiin opinnäytetyön luettavaksi sähköisessä muodossa.

Mikäli tämä viesti ei tavoittanut tulevan kyselyn vastaajaa, välittäisittekö tämän viestin kyseiselle henkilölle organisaatiossanne ja lisäisitte minut cc-kenttään, jotta lähettämani kysely tavoittaa vastaajan.

Vastaavan tyyppisiä opinnäytetöitä on tehty aikaisemmin kaksi, Lapin ja Keski-Suomen kunnista ja tämä työni on jatkumoa näille kahdelle työlle.

Tehdyt työt ovat 2015 Tapio Vierelän "Mittaus-tekniiset resurssit Lapin kunnissa" <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201505137996> ja 2017 Ville Vähätiiton "Keski-Suomen kuntien mittaus- ja kartoitustoiminta" <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201704054261>.

Mikäli teillä ilmenee kysyttävää opinnäytetyöhöni liittyen, vastaan mielelläni kysymyksiinne.

Yhteistyöterveisin,

Pirjo Siermala
maanmittausinsinööriopiskelija
Lapin AMK
pirjo.siermala@edu.lapinamk.fi
puh. 0400 xxxxxx

Työn ohjaaja:
Sami Porsanger
lehtori, maanmittaustekniikka
Lapin AMK
sami.porsanger@lapinamk.fi



Hei,

opiskelen maanmittaustekniikkaa viimeistä vuotta Lapin AMK:ssa Rovaniemellä ja teen opinnäytetyötä, jonka aiheena on **"Mittaus- ja kartoitustoiminta Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa**.

Työssä kartoitetaan mittaus- ja kartoitustoiminnan tehtäviä ja resursseja 30 Pohjois-Pohjanmaan kunnassa. Lisäksi kartoitetaan mm. Käyttävätkö kunnat ulkoisia palveluita? Tekevätkö kunnat yhteistyötä toisten kuntien kanssa? Miten maastotyöt onnistuvat talviaikaan?

Opinnäytetyön kysely toteutetaan Webropol-kyselynä ja linkki löytyy sivun alareunasta.

Kysely vie hetken aikaanne, mutta on erittäin arvokasta tietoa opinnäytetyötäni varten. Kaikille kyselyyn vastanneille kunnille toimitan halutessanne valmiin opinnäytetyön luettavaksi sähköisessä muodossa.

Mikäli tämä viesti ei tavoittanut tulevan kyselyn vastaajaa, välittäisittekö tämän viestin kyseiselle henkilölle organisaatiossanne ja lisäksi minut cc-kenttään, jotta lähettämäni kysely tavoittaa vastaajan.

Vastaavan tyyppisiä opinnäytetöitä on tehty aikaisemmin kaksi, Lapin ja Keski-Suomen kunnista ja tämä työni on jatkumoa näille kahdelle työlle.

Tehdyt työt ovat 2015 Tapio Vierelän "Mittaus-tekniiset resurssit Lapin kunnissa" <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201505137996> ja 2017 Ville Vähätiiton "Keski-Suomen kuntien mittaus- ja kartoitustoiminta" <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201704054261>.

Mikäli teillä ilmenee kysyttävää opinnäytetyöhöni liittyen, vastaan mielelläni kysymyksiinne.

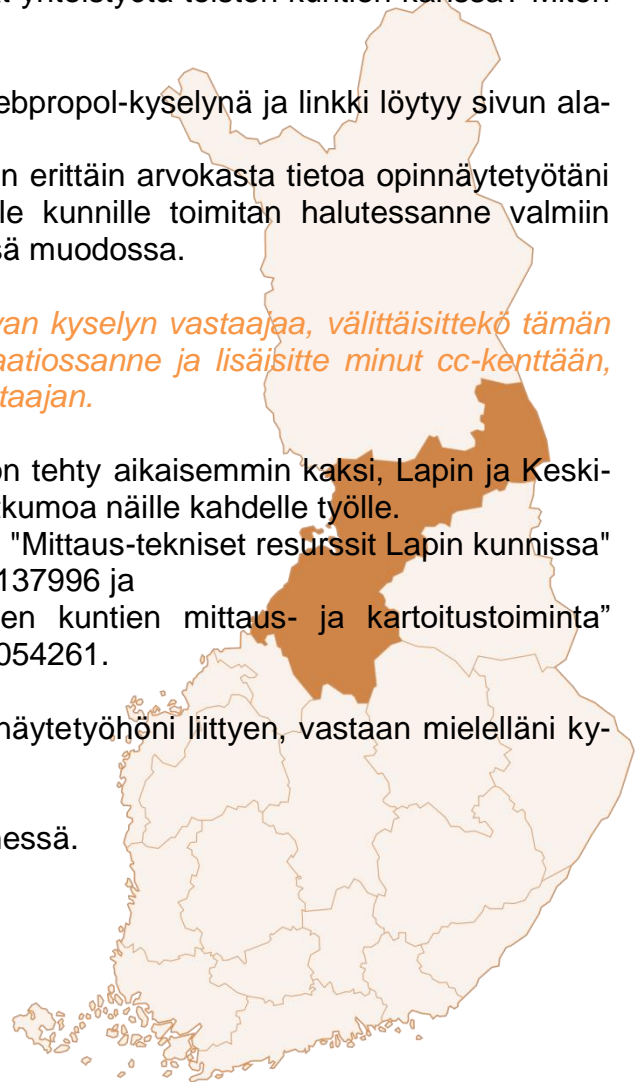
Vastauksia pyydän 17.10.2018 mennessä.

Yhteistyöterveisin,

maanmittausinsinööriopiskelija
Pirjo Siermala
Lapin AMK
pirjo.siermala@edu.lapinamk.fi
puh. 0400 xxxxxx

Työn ohjaaja:

Sami Porsanger
lehtori, maanmittaustekniikka
Lapin AMK
sami.porsanger@lapinamk.fi



Hei,

opinnäytetyöni kyselyyn ehtii vielä osallistumaan. Toivoisin saavani vastauksenne perjantaihin 19.10.2018 mennessä, linkin löydätte sivun alareunasta.

Ystävällisin terveisin,

Pirjo Siermala
 maanmittausinsinööriopiskelija
 Lapin AMK
 pirjo.siermala@edu.lapinamk.fi
 puh. 0400 866 515

Hei,

opiskelen maanmittaustekniikkaa viimeistä vuotta Lapin AMK:ssa Rovaniemellä ja

teen opinnäytetyötä, jonka aiheena on **"Mittaus- ja kartoitustoiminta Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa**.

Työssä kartoitetaan mittaus- ja kartoitustoiminnan tehtäviä ja resursseja 30 Pohjois-Pohjanmaan kunnassa. Lisäksi kartoitetaan mm. Käyttävätkö kunnat ulkoisia palveluita? Tekevätkö kunnat yhteistyötä toisten kuntien kanssa? Miten maastotyöt onnistuvat talviaikaan?

Sähköpostiinne tulee lokakuun aikana Webropol-kysely, johon toivoisin saavani vastauksia mahdollisimman kattavasti Pohjois-Pohjanmaan kunnilta. Kysely vie hetken aikaanne, mutta on erittäin arvokasta tietoa opinnäytetyötäni varten. Kaikille kyselyyn vastanneille kunnille toimitan halutessanne valmiin opinnäytetyön luettavaksi sähköisessä muodossa.

Mikäli tämä viesti ei tavoittanut tulevan kyselyn vastaajaa, välittäisittekö tämän viestin kyseiselle henkilölle organisaatiossanne ja lisäisitte minut cc-kenttään, jotta lähettämäni kysely tavoittaa vastaajan.

Vastaavan tyyppisiä opinnäytetöitä on tehty aikaisemmin kaksi, Lapin ja Keski-Suomen kunnista ja tämä työni on jatkumoa näille kahdelle työlle.

Tehdyt työt ovat 2015 Tapio Vierelän "Mittaus-tekniiset resurssit Lapin kunnissa" <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201505137996> ja 2017 Ville Vähätiiton "Keski-Suomen kuntien mittaus- ja kartoitustoiminta" <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201704054261>.

Mikäli teillä ilmenee kysyttävää opinnäytetyöhöni liittyen, vastaan mielelläni kysymyksiinne.

Yhteistyöterveisin,



maanmittausinsinööriopiskelija
Pirjo Siermala
Lapin AMK
pirjo.siermala@edu.lapinamk.fi
puh. 0400 xxxxxx

Työn ohjaaja:
Sami Porsanger
lehtori, maanmittaustekniikka
Lapin AMK
sami.porsanger@lapinamk.fi

Hei,

tässä tulee viimeinen muistutus opinnäyttekyselyn vastaamiseen. Kyselyyn siis ehtii edelleen osallistumaan ja aikaa vastaamiseen menee noin 15 minuuttia.

Toivoisin saavani vastauksenne maanantaihin 29.10.2018 mennessä, linkin löydätte sivun alareunasta.

Kiitos ajastanne,

Pirjo Siermala
 maanmittausinsinööriopiskelija
 Lapin AMK
 pirjo.siermala@edu.lapinamk.fi
 puh. 0400 866 515

Opiskelen maanmittaustekniikkaa viimeistä vuotta Lapin AMK:ssa Rovaniemellä ja teen opinnäytetyötä, jonka aiheena on "Mittaus- ja kartoitustoiminta Pohjois-Pohjanmaan kaupungeissa ja kunnissa. Tässä työssä tutkitaan 30 Pohjois-Pohjanmaan kaupungin tai kunnan mittaus- ja kartoitustoiminnan tehtäviä ja resursseja. Lisäksi kartoitetaan mm. Käyttävätkö kunnat ulkoisia palveluita? Tekevätkö kunnat yhteistyötä toisten kuntien kanssa? Miten maastotyöt onnistuvat talviaikaan?

Opinnäytetyön kysely toteutetaan Webpropol-kyselynä ja linkki löydätte sivun alareunasta.

Kysely vie hetken aikaanne, mutta on erittäin arvokasta tietoa opinnäytetyötäni varten. Kaikille kyselyyn vastanneille kunnille toimitan halutessanne valmiin opinnäytetyön luettavaksi sähköisessä muodossa.

Vastaavan tyyppisiä opinnäytetöitä on tehty aikaisemmin kaksi, Lapin ja Keski-Suomen kunnista ja tämä työni on jatkumoa näille kahdelle työlle.

Tehdyt työt ovat 2015 Tapio Vierelän "Mittaus-tekniiset resurssit Lapin kunnissa" <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201505137996> ja 2017 Ville Vähätiiton "Keski-Suomen kuntien mittaus- ja kartoitustoiminta" <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201704054261>.

Mikäli teillä ilmenee kysyttävää opinnäytetyöhöni liittyen, vastaan mielelläni kysymyksiinne.

Yhteistyöterveisin,

Pirjo Siermala
 maanmittausinsinööriopiskelija
 Lapin AMK

pirjo.siermala@edu.lapinamk.fi
puh. 0400 866 515

Työn ohjaaja:
Sami Porsanger
lehtori, maanmittaustekniikka
Lapin AMK
sami.porsanger@lapinamk.fi