



Janne W. Matilainen

Maanmittausalan soveltava tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta Suomessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Maanmittaustekniikka

Opinnäytetyö

23.11.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Janne W. Matilainen
Otsikko:	Maanmittausalan soveltava tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta Suomessa
Sivumäärä:	63 sivua + 1 liitettä
Aika:	23.11.2022
Tutkinto:	Insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma:	maanmittaustekniikka
Ohjaajat:	yliopettaja Aune Rummukainen lehtori Teuvo Heimonen erityisasiantuntija Matti Vatanen

Insinööriyön tavoitteena oli selvittää maanmittausalan soveltavan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan (TKI) toimijoita ja niiden toimintaa Suomessa, erityisesti ammattikorkeakoulujen kontekstissa. Tarkoituksena oli luoda selvitystyönomainen yleiskuva käsiteltävästä aiheesta, sekä kartuttaa siihen perehtymättömän lukijan ymmärrystä myös maanmittausalasta yleensä.

Työn tavoite pyrittiin saavuttamaan määrittelemällä maanmittausalaa ja sen toimintaloja, sekä tarkastelemalla maanmittausalan suomalaisia TKI-toimijoita laadullisesti ja määrällisesti. Aineistoina käytettiin työtä varten suoritettuja haastatteluja, aiemmin suoritettuja haastatteluja sekä pääosin avoimia kirjallisia lähteitä, kuten toimijoiden verkkosivuja sekä verkosta saatavilla olevia julkaisuja ja tilastoja. Haastatteluaineistolle suoritettiin laadullinen sisällönanalyysi.

Tuloksena ovat laadulliset ja määrälliset kuvaukset maanmittausalan soveltavan TKI-toiminnan korkeakoulu-, tutkimuslaitos- ja yritystoimijoista. Pääpaino on toimijoiden laadullisissa tarkasteluissa, jotka pohjautuvat niiden edustajien haastatteluihin. Tuloksista on havaittavissa muiden kuin ammattikorkeakoulutoimijoiden soveltavan TKI-toiminnan korkea määrä, laatu sekä vaikuttavuus. Ammattikorkeakoulujen TKI-toiminta alalla on hyvin vähäistä, mutta myös AMK-pohjaisen TKI-toiminnan määrän ja laadun kasvattamiseksi olisi kysyntää sekä potentiaalia.

Tavoiteltuja vaikutuksia ovat työn herättämä keskustelu alan soveltavan TKI-toiminnan kehittämisestä, erityisesti ammattikorkeakouluissa ja niiden sidosryhmissä, sekä työn toimiminen nopeana yleiskatsauksena alan TKI-toimintaan esimerkiksi aloittaville alan opiskelijoille. Työn avulla tavoitellaan myös tietoisuuden lisäämistä erilaisista TKI-toiminnoista ja -palveluista alalla pk-yritysten kilpailuedun kasvattamiseksi.

Avainsanat: ammattikorkeakoulut, innovaatiojärjestelmät, maanmittaus, soveltava tutkimus, tutkimus- ja kehittämistoiminta

Abstract

Author: Janne W. Matilainen
Title: Applied Research in Land Surveying in Finland
Number of Pages: 63 pages + 1 appendix
Date: 23 November 2022
Degree: Master of Engineering
Degree Programme: Land Surveying
Supervisors: Aune Rummukainen, Principal Lecturer
Teuvo Heimonen, Senior Lecturer
Matti Vatanen, Senior Specialist

The purpose of this final year project was to identify and observe the actors of applied research, development and innovation (RDI) in land surveying in Finland. Another objective was to introduce an unacquainted reader to land surveying as a line of research and business.

First, land surveying and its fields were defined, then Finnish RDI actors in land surveying were studied both qualitatively and quantitatively. The material used were literature and statistics, as well as interviews, done both in this project and of it.

The project resulted in qualitative and quantitative descriptions of various Finnish RDI actors in land surveying in Finland. The results show that the quality, quantity and effectiveness of RDI activities in land surveying by other actors than universities of applied sciences are good. The land surveying RDI activities of universities of applied sciences were shown to be miniscule.

The thesis can be utilized to generate discussion about developing the RDI capabilities in Finnish universities of applied sciences. Furthermore, the thesis can raise awareness of various RDI opportunities in Finnish small and medium sized enterprises, and to act as an introduction to RDI for the first-year students in land surveying.

Keywords: applied research, innovation systems, land surveying, research and development operations, universities of applied sciences

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta, tarkoitus ja tavoite	1
1.2	Rajaukset ja rakenne	2
2	Viitekehys ja määritelmät	3
2.1	Soveltava tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta	3
2.2	Maanmittausala	4
2.3	Yritykset	8
3	Menetelmät ja aineisto	10
3.1	Lähestymistapa	10
3.2	Kohteiden valinta	10
3.3	Aineisto ja sen keruu	11
3.3.1	Haastatteluaineisto	11
3.3.2	Laadullinen kirjallinen aineisto	12
3.3.3	Määrällinen aineisto	13
3.4	Aineistoanalyysi	13
3.5	Luotettavuuden arviointi	14
4	Laadullinen tarkastelu	15
4.1	Korkeakoulut	15
4.1.1	Aalto-yliopisto	15
4.1.2	Lapin ammattikorkeakoulu	18
4.1.3	Metropolia Ammattikorkeakoulu	21
4.1.4	Yrkeshögskolan Novia	23
4.1.5	Muut korkeakoulut	25
4.2	Tutkimuslaitokset	25
4.2.1	Paikkatietokeskus	25
4.2.2	Forum Virium	28
4.2.3	Muut tutkimuslaitokset	31
4.3	Yritykset	33
4.3.1	Insinööritoimistot	33

4.3.2	Mittaustoimijat	34
4.3.3	Datan jalostajat	37
4.3.4	Maankäyttö ja kiinteistötekniikka	39
5	Määrällinen tarkastelu	41
5.1	Korkeakoulut	41
5.2	Tutkimuslaitokset	44
5.3	Yritykset	47
6	Yhteenveto	50
	Lähteet	57
	Liitteet	
	Liite 1: Teemahaastattelurunko	

Lyhenteet

AMK	ammattikorkeakoulu.
EAKR	Euroopan aluekehitysrahasto.
ESR	Euroopan sosiaalirahasto.
FGI	<i>Finnish Geospatial Research Institute</i> . Paikkatietokeskus.
GTK	Geologian tutkimuskeskus.
Luke	Luonnonvarakeskus.
MeMo	<i>Research Institute of Measuring and Modeling for the Built Environment</i> . Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti.
OKM	opetus- ja kulttuuriministeriö.
SYKE	Suomen ympäristökeskus.
TKI	tutkimus-, kehitys- ja innovaatio.
T&k	tutkimus- & kehitys.
TOL	toimialaluokitus.

1 Johdanto

1.1 Tausta, tarkoitus ja tavoite

Tämän insinööriyön taustavaikuttimena on oma työni Lapin ammattikorkeakoulun maanmittaustekniikan tiimissä, jossa on tunnistettu tarve omalle maanmittausalan kompetensseja hyödyntävälle tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnalle alan opetuksen sekä alueen toimijoiden kilpailukyvyn kehittämiseksi. Rovaniemellä, jossa Lapin ammattikorkeakoulun Jokiväylän kampus sijaitsee, on väestöpohjaan suhteutettuna merkittävä alan osaamiskeskittymä, jota ei täysimääräisesti kuitenkaan hyödynnetä alueen tai valtakunnan eduksi. TKI-toiminnan kylmäkäynnistäminen vähäisillä resursseilla sekä ilman ajantasaisia kontakteja korostaa toimintaympäristön ymmärryksen tärkeyttä, jotta strategisia valintoja voitaisiin tehdä perustellusti ja rajallisia voimavaroja suunnata tehokkaasti.

Työn tarkoituksena on selvitystyönomaisesti koostaa yleiskuvaa suomalaisen maanmittausalan soveltavan TKI-toiminnan kentästä siten, että työ voisi toimia päätöksenteon tukena erityisesti ammattikorkeakoulujen kontekstissa sekä yleisesti kartuttaa aiheeseen perehtymättömän lukijan ymmärrystä maanmittausalasta ja sen soveltavasta tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnasta. Tarkoituksensa työ pyrkii täyttämään luomalla tiiviin kuvauksen alan eri toimijoiden TKI-toiminnasta haastatteluin ja avoimin lähtein sekä kuvailemalla ja määrittelemällä maanmittausalaa ja sen toimialoja. Tarkoituksena on myös, että työ voisi auttaa alan toimijoita – erityisesti ammattikorkeakouluja ja niiden sidosryhmiä – asemoimaan itseään tähän toimintaympäristöön.

Työtä ei ole suoritettu toimeksiantona, vaikkakin erityisesti Lapin ammattikorkeakoulun tarpeet ovat vaikuttaneet työn aiheen ja sisältöjen valintaan. Tavanomaisista insinööritöistä poiketen työ keskittyy teknillismenetelmällisten toimien sijasta maanmittausalan TKI-toimijoiden toiminnan tarkasteluun. Työ ei tuota merkittävää määrää uutta tietoa, vaan kokoaa ja yhdistelee jo tunnettua kodifioitua ja kodifioimatonta tietoa yhteen julkaisuun.

Tavoiteltuja vaikutuksia ovat työn herättämä keskustelu ammattikorkeakoulujen TKI-toiminnan kehittämisestä, erityisesti ammattikorkeakoulujen maanmittausalaan liittyvissä organisaatioissa ja niiden sidosryhmissä, sekä työn toimiminen tiiviinä yleiskatsauksena alan TKI-toimintaan esimerkiksi aloittaville alan opiskelijoille. Työn toivotaan myös vaikuttavan tietoisuuteen erilaisista TKI-toiminoista ja -palveluista alan pk-yrityksissä niiden kilpailuedun kasvattamiseksi.

1.2 Rajaukset ja rakenne

Taustojen ja lähtökohtien ollessa ammattikorkeakoulusidonnaiset, keskitytään työssä pääosin ammattikorkeakoulujen soveltavaan TKI-tehtävään ja sen alueelliseen vaikuttavuuteen. Työssä tarkastellaan myös tutkimuslaitoksia sekä elinkeinoelämää, joskin aineiston rajallisuudesta johtuen ne jäävät pintapuoliksi. Työ rajataan tarkastelemaan niitä toimintoja, jotka Suomessa perinteisesti on katsottu kuuluvan maanmittauksen alaan tai jotka kuuluvat maanmittauksen kulttuuripiiriin.

Työ jakaantuu karkeasti viiteen osaan, jotka ovat johdanto, viitekehys ja määritelmät, menetelmät ja aineisto, tulokset ja lopuksi yhteenveto. Johdannossa käsitellään työn taustaa, lähtökohtia, tarkoitusta, tavoitteita ja rajoituksia. Viitekehys- ja määritelmäosiot muodostavat työn teoreettisen ja määritelmällisen viitekehysten, jota työ käsittelee. Menetelmä- ja aineisto-osioissa avataan työn kohteiden valinta ja lähestymistapa, esitellään aineisto ja aineistonanalyysi sekä arvioidaan sen luotettavuutta. Tuloksia tarkastellaan sekä laadullisen että määrällisen aineiston pohjalta, ja lopuksi muodostetaan yhteenveto.

2 Viitekehys ja määritelmät

2.1 Soveltava tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta

Tutkimus, kehitys ja innovaatio ovat osittain toisiinsa nivoutuneita käsitteitä ja niitä käytetään eri yhteyksissä myös eri yhdistelminä. Usein yleiskielessä puhutaan tutkimuksesta ja kehityksestä, eli t&k:sta (eng. *research and development; R&D*), mutta ammattikorkeakoulujen yhteyteen on vakioitunut käyttöön käsite TKI- eli tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta (eng. *research, development and innovation; RDI*), jolla tahdotaan erottaa käsitteellisesti kaikki tämänkaltaiset tehtävät ammattikorkeakoululaissa (14.11.2014/932: 4 §) tarkoitetusta päätehtävästä, opetuksesta. Tässä työssä käytetään käsitteitä TKI ja t&k toistensa synonyymeinä kuvaamaan samaa opetuksesta poikkeavaa tutkimus-, kehitys- tai innovaatiotoimintaa.

Tutkimuksella (eng. *research*) tarkoitetaan systemaattista ja luovaa toimintaa, jonka tavoitteena on olemassa olevan tiedon lisääminen (Avoin tiede:tutkimus, 2022). Tutkimusta voidaan kategorisoida loputtomien eri tavoin, mutta työn aiheen kannalta on oleellista hahmottaa sen perus–soveltava-ulottuvuutta, jossa perustutkimuksella (eng. *basic research*) tarkoitetaan tieteellisen tutkimuksen muotoa, joka lisää ymmärrystä tutkimuskohteesta mutta joka ei tavoittele johtavansa suoriin käytännön sovellutuksiin ja jolla ei ole välittömiä käytännön päämääriä. Tilastokeskuksen (Tutkimus- ja kehittämistoiminta, 2022) määritelmän mukaan perustutkimusta ovat esimerkiksi ominaisuuksien, rakenteiden, ja syy- ja seuraussuhteiden analyysit, joiden tavoitteena on uusien hypoteesien, teorioiden ja lainalaisuuksien muodostaminen, todentaminen ja selittäminen. Perustutkimuksen tulokset ovat välttämättömiä soveltavalle tutkimukselle (eng. *applied research*), jossa sovelletaan usein perustutkimuksen tuottamaa tieteellistä tietoa johonkin käytännölliseen ongelmaan, ja jonka päämääränä ovat käytännön sovellutukset. Tilastokeskuksen (Tutkimus- ja kehittämistoiminta, 2022) määritelmän mukaan soveltavan tutkimuksen pyrkimyksenä voi olla esim. sovellutusten etsiminen perustutkimuksen tuloksille tai uusien menetelmien ja keinojen

luominen tietyn ongelman ratkaisemiseksi. (Filosofia:perustutkimus 2022; Filosofia:soveltava tutkimus 2022.)

Kehitys- tai kehittämistoiminnalla tarkoitetaan tutkimuksen tuloksena tai käytännön kokemuksen kautta saadun tiedon käyttämistä uusien tuotteiden, prosessien tai menetelmien aikaansaamiseen tai olemassa olevien olennaiseen parantamiseen (Tutkimus- ja kehittämistoiminta 2022). Näillä toimin tavoitellaan yleensä uusia tai parempia tuotteita, palveluita tai menetelmiä, ja tutkimukseen yhdistettynä kyseessä voidaan katsoa olevan eräänlainen innovaatiojohtamisen lähestymistapa (Virranniemi 2015: 41 & 45). Innovaatiotoiminnan määrittely on myös monitahoista ja sillä on useita yhtymäkohtia edellä mainittuihin käsitteisiin. Virranniemen (2015: 44) mukaan innovaatiokirjallisuuteen on yleisesti omaksuttu niin kutsuttu laaja-alainen innovaatiomääritelmä, joka katsoo innovaation olevan taloudellista, sosiaalista tai laadullista lisäarvoa tuottava käyttöönotettu tai hyödynnetty uusi idea, tuote, palvelu tai käytäntö. Kehitys- ja innovaatiotoiminnoilla on siis usein soveltavaa ja erityisesti perustutkimusta kaupallisempi tavoite tai lopputulos, ja olennaista on, että ollakseen innovaatioita niiden tulee olla käyttöönotettuja tai hyödynnettyjä.

Tämän aiheen kannalta tarkoituksenmukaisella laajuudella tutkimuksen määritelmät voidaan tiivistää seuraavasti: tutkimus on olemassa olevan tiedon lisäämiseen pyrkivää toimintaa, joka soveltavana tavoittelee myös käytännön sovellutuksia. Kehitys- tai kehittämistoiminta tavoittelee lisäarvoa uusilla tai paremilla tuotteilla, palveluilla tai menetelmillä, ja innovaatiot ovat uutta lisäarvoa tuottavia ideoita, tuotteita ynnä muita sellaisia, jotka ovat käytössä tai hyödynnettävissä.

2.2 Maanmittausala

Maanmittaus (eng. *surveying* tai *land surveying*) ja maanmittausala ovat käsitteenä haastavia, sillä yleiskielessä ne yhdistetään vahvasti perinteiseen mitaus- ja kartoitustekniikkaan. Näiden toimien ohella maanmittauksen termin alle on sekä Suomessa että muissakin maissa perinteisesti kuitenkin luettu useita

muita aiheita, jotka sekä temaattisesti että semanttisesti ovat kaukana yleiskielessä maanmittaukseksi käsitettävästä mittaustoiminnasta. Maanmittausalalle ei sen sisään luettavien alojen heterogeenisyydestä johtuen ole toistaiseksi suomen kieleen löydetty yleisesti hyväksyttyä korvaavaa käsitettä, joten sen rinnalla tai sijasta on alettu käyttää myös tarkemmin rajattuja määritelmiä – esimerkiksi Teknillisen korkeakoulun maanmittausosaston asemesta alan tiedeyliopistotasosta opetusta ja tutkimusta harjoitetaan nykyään Aalto-yliopiston rakennetun ympäristön laitoksessa (Rakennetun ympäristön laitos 2022).

Maanmittaajien kansainvälinen kattojärjestö FIG (2004) (fra. *Fédération Internationale des Géomètres*; eng. *International Federation of Surveyors*) määrittelee maanmittaajan seuraavasti:

A surveyor is a professional person with the academic qualifications and technical expertise to conduct one, or more, of the following activities;

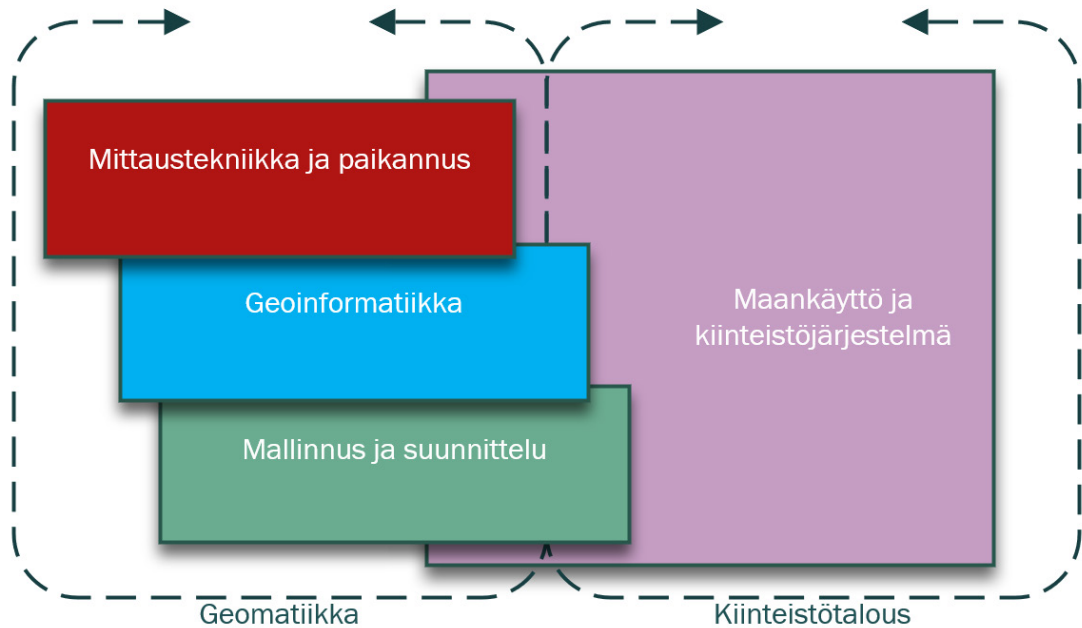
- to determine, measure and represent land, three-dimensional objects, point-fields and trajectories;
- to assemble and interpret land and geographically related information,
- to use that information for the planning and efficient administration of the land, the sea and any structures thereon; and,
- to conduct research into the above practices and to develop them.

Suomessa maanmittauksen on katsottu karkeasti jakautuvan kahtia geomatiikkaan ja kiinteistötalouteen, jotka molemmat pitävät sisällään lukuisia eri toiminta- ja tieteenaloja. Geomatiikkaan kuuluvina pidetään muun muassa seuraavia aloja: geoinformatiikka, fotogrammetria, laserkeilaus, kaukokartoitus sekä mittaus- ja kartoitustekniikka, jota yleiskielessä maanmittauksena usein pidetään. Kiinteistötalouden alaan kuuluvat muun muassa seuraavat alat: kiinteistötalous, -arviointi, -tekniikka ja -oikeus sekä muita maankäytön ja ympäristön hallintaan liittyviä aloja. (Rakennetun ympäristön laitos 2022; Ahlavo & Hyypä 2010; ISO/TR 19122 2004.) Maanmittausalaan katsotaan siis kuuluvaksi laaja joukko erilaisia teknillisiä, teknologisia, taloudellisia ja oikeudellisia toiminta- ja tieteenaloja, joita yhdistävät erilaiset geospaatialiset tai maankäytölliset

kiinnostuksenkohteet. Pitkään jatkunutta karkeaa kahtiajakoa kuvastaa hyvin katkelma Haggrénin (1998) artikkelista Maankäyttö-lehdessä:

Geodesian professori V. A. Heiskanen, joka nimitettiin Petreliuksen jälkeen vuonna 1931, kuvasi aikanaan ammatinkuvan iänaikaista kaksijakoisuutta seuraavasti: "Voimme sanoa, että sen ajan (1600-luvun) maanmittarit olivat geodeetteja, jotka osasivat mitata tiluksia, laatia karttoja ja orientoitua maapallolla, kun taas myöhemmän ajan ja nykypäivien maanmittarit olivat ja ovat etupäässä maanjakomiehiä, joille hyvät tiedot yllämainituissa aineissa olivat välttämättömiä." Heiskanen nykyaika oli 1930-luku. Ammattikunnassa kahtiajako näkyy edelleen, esimerkkinä maanmittauslaitoksen kartasto-tehtävät ja kiinteistötehtävät. Samoin Teknillisen korkeakoulun maanmittausosasto jakaantuu kahteen suuntaan: mittaus- ja kartoitustekniikka sekä kiinteistötalous ja kiinteistöoikeus. (Haggrén 1998: 13–16.)

Toisistaan osittain huomattavastikin eroavien osa-alueiden kokonaisuuden hahmottamiseksi olen jakanut maanmittausalan neljään käytännön toiminta-alaan: mittaustekniikka ja paikannus; geoinformatiikka; mallinnus ja suunnittelu sekä maankäyttö ja kiinteistöjärjestelmä. Jaotus perustuu kirjoittajan omiin kokemuksiin, havaintoihin ja näkemyksiin sekä edustaa akateemisten tutkimusalojen sijasta enemmänkin elinkeinoelämän tarpeita ja toimintoja, eikä ole millään tapaa tyhjentävä. Sen tarkoituksena on luoda kategorisointi avuksi kuvaamaan työssä tarkasteltavia toimijoita. Kuvassa 1 on esitetty näiden toiminta-alojen sijoittuminen maanmittausalaa kuvaavalle geomatiikka–kiinteistötalous-akselille.



Kuva 1. Maanmittausalan toiminta-alojen sijoittuminen geomatiikka–kiinteistöalous-akselille.

Mittaustekniikan ja paikannuksen toiminta-ala käsittää laajan joukon geodesiaan kuuluvia ja tukeutuvia toimintoja, kuten perinteisen mittaus- ja kartoitustekniikan, sekä fotogrammetrian ja laserkeilauksen sekä erilaiset navigointi- ja paikannusaiheet. Tähän joukkoon kuuluviksi katson kaikenlaisen mittaustoiminnan, paikantamisen ja tiedonkeruun. (Vermeer 2019; Laurila 2012.)

Geoinformatiikkaan kuuluvat paikkatietoa, sen prosessointia ja analysointia sekä sen järjestelmiä käsittelevät aiheet ja toiminnot, kuten myös kartografia. Geoinformatiikka on aiheiltaan hyvin lähellä useita tietojenkäsittelytieteiden ja -toimintojen alueita. (Rakennetun ympäristön laitos 2022.)

Mallinnus ja suunnittelu voidaan monilta aiheiltaan ja sisällöiltään lukea geoinformatiikkaan, mutta elinkeinoelämän toimintojen mukaisesti luokittelen sen tässä yhteydessä omaksi toiminta-alakseen. Mallinnus ja suunnittelu käsittää geospaatialisen tiedon hyväksikäyttämisen pääasiassa rakennetun ympäristön rakennus- ja yhdyskuntateknisissä toiminnoissa, ja täten sillä toiminta-alana on yhtymäkohtia myös rakennustekniikan osa-alueisiin.

Maankäyttö ja kiinteistöjärjestelmä sisältää kaikki kiinteistöihin ja maankäyttöihin liittyvät teknillisoikeudelliset ja -taloudelliset toiminnot. Tällaisia ovat esimerkiksi toimitustuotanto ja siihen liittyvät toiminnot, maaomaisuuden hallinta, maankäyttö ja sen suunnittelu, reitit, tie- ja osakaskunnat sekä rekisterienpito. (Rakennetun ympäristön laitos 2022.)

Poikkitieteellisenä ja konstruktionistisena – jopa kulttuurisidonnaisena – rakenteena maanmittausala on kokonaisuudessaan huonosti istutettavissa Tilastokeskuksen Tieteenala 2010 -luokitukseen (2010). Opetus- ja kulttuuriministeriön (2022) julkaisutilastoinnin perusteella geomatiikan toiminta-alojen päätiiteen- alaksi voidaan usein lukea ”1 Luonnontieteet” tai ”2 Tekniikka”, erityisesti

- 113 Tietojenkäsittely ja informaatiotieteet,
- 1171 Geotieteet,
- 212 Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, sekä
- 222 Muu tekniikka.

Kiinteistötalouden toiminta-aloja kuvaa päätiiteenalana parhaiten ”5 Yhteiskuntatieteet”, erityisesti

- 513 Oikeustiede,
- 519 Yhteiskuntamaantiede, talousmaantiede, sekä
- 520 Muut yhteiskuntatieteet.

2.3 Yritykset

Maanmittausalan yritysten TOL 2008 -toimialaluokituksen (Toimialaluokitus 2008) mukainen pääluokka on usein ”M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta” ja jokin luokan ”7112 Insinööripalvelut ja niihin liittyvä tekninen konsultointi” alle luettavista. Tällaisia ovat usein ”71121 Yhdyskuntasuunnittelu” ja ”71126 Muu rakennustekninen palvelu”. Maanmittausalaan käsitettävissä olevat yritykset eivät myöskään ole lainkaan homogeeninen joukko, eivätkä kaikki maanmittauksen palveluita tarjoavista yrityksistä ole kokonaisuudessaan luettavissa varsinaisiksi maanmittausalan yrityksiksi. Tämän vuoksi käytän yrityksistä Lapin ammattikorkeakoulun EAKR-rahoitetussa Maanmittausalan TKI-toiminnan

esiselvitys -hankkeessa luodun julkaisun Maanmittausalan TKI-toiminnan kehittäminen Lapin AMK:ssa (Vatanen & Matilainen 2022) luokittelua. Tässä luokittelussa maanmittausalan palveluita tarjoavat yritykset jaetaan karkeasti seuraavan kaltaisiin toimijoihin: insinööritoimistot, mittausoimijat, datan jalostajat sekä maankäyttö ja kiinteistötekniikka. Tämäkään luokittelu ei ole tyhjentävä eikä kata kaikkia alan toimijoita, mutta se on työn aiheen kannalta soveltuva.

Isot insinööritoimistot, kuten Ramboll Finland Oy, Destia Oy, Sitowise Group Oyj, Afry Finland Oy ja Sweco Finland Oy. tarjoavat hyvin laaja-alaisesti rakennetun ympäristön konsulttipalveluita. Maanmittaus ei ole niiden ydinliiketoimintaa, mutta se on olennainen osa niiden palvelukonsepteja. Nämä yritykset ovat kooltaan suuria, niiden liikevaihdot ylittävät usein 100 M€, ja ne toimivat kaikilla edellä mainituilla toiminta-aloilla.

Mittausoimijat, kuten Mitta Oy, MittausGroup Oy ja Nord Survey Oy, tarjoavat erilaisia mittausoimintoja perinteisistä mittaus- ja kartoitustekniikan palveluista erilaisiin fotogrammetriin ja laserkeilauspalveluihin. Näiden yritysten toiminta usein risteää datan jalostajien kanssa, esimerkiksi Roadscanners Oy:n, jonka toimintaan kuuluvat sekä tiedon kerääminen että eritoten sen analysointi ja prosessointi. Mittausoimijat usein toimivat mittausmekaniikan ja paikannuksen sekä suunnittelun ja mallinnuksen toiminta-aloilla.

Datan jalostajat, kuten TerraSolid Oy, Marjetas Academy Oy, Novatron Oy ja Roadscanners Oy, keskittyvät geospaatialisen datan prosessointiin ja analysointiin. Nämä yritykset toimivat geoinformatiikan sekä mallinnuksen ja suunnittelun toiminta-aloilla.

Maankäytön ja kiinteistötekniikan yritykset, kuten Routamap Oy ja Suomen Maastotieto Oy, sekä useat lakitoimistot ja kiinteistökaupan yritykset pyrkivät tehokkaaseen sekä oikeudenmukaiseen maankäyttöön ja maaomaisuuden hallintaan. Niiden palveluista monet liittyvät laissa tarkoitettuihin toimenpiteisiin, ja ne toimivat maankäytön ja kiinteistöjärjestelmän sekä sitä tukien usein myös mallinnuksen ja suunnittelun sekä geoinformatiikan toiminta-aloilla.

3 Menetelmät ja aineisto

3.1 Lähestymistapa

Työ on luonteeltaan laadullinen eli kvalitatiivinen, ja asetelma tapaustutkimuksen kaltainen. Sille ei ole esitetty hypoteeseja, vaan sen pyrkimyksenä on aiemmin kokonaisuutena vähän käsitellyn aiheen parempi ymmärrys ja selittäminen. Laadullinen lähestymistapa ja menetelmät sopivat työhön hyvin, sillä tarkastelun kohdetta pyritään ymmärtämään kokonaisvaltaisesti. Työn näkökulma on jotain faktapohjaisen ja konstruktionistisen välimaastosta – aineistosta pyritään tekemään evidenssiin perustuvaa argumentointia, mutta maanmittausala nähdään konstruktionistisena kokonaisuutena, jonka todellisuus rakentuu alati relationaalisesti. (Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja 2022.) Lisäksi työhön on sisällytetty kapea määrällinen tarkastelu, jonka tarkoituksena on auttaa eri toimijoiden määrällisten suhteiden hahmottamisessa.

3.2 Kohteiden valinta

Työn pääanalyysitasoksi valittiin organisaatio, kuten laitos, osaamis-/tutkimusryhmä tai vastaava, joka on maanmittausalaan keskittyvä tai siihen vahvasti liittyvä. Yritysten analyysitasoksi valittiin kappaleessa 2.3 Yritykset käsitelty luokittelu. Mikäli organisaatiolla ei ole rakenteessaan maanmittausalaan keskittyvää alaorganisaatiota, valittiin kohteeksi koko organisaatio maanmittaukseen liittyvine toimintoineen.

Kohdetyypeiksi valittiin korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja yritykset. Korkeakouluista päätettiin valita kaikki maanmittausalan opetusta tarjoavat korkeakoulut. Alaan ja erityisesti geoinformatiikkaan liittyviä aiheita opetetaan myös muissa kuin valituissa korkeakoulukohteissa, mutta varsinaisesti tarkasteltaviksi valittiin vain maanmittauksen kulttuuripiiriä edustavat kohteet. Muita korkeakouluja käsitellään vain yhteenvedonomaaisesti. Korkeakouluista mukaan valikoituivat siis Aalto-yliopisto, Lapin ammattikorkeakoulu, Metropolia Ammattikorkeakoulu ja Novia Yrkeshögskolan.

Tutkimuslaitoksia pyrittiin saamaan mukaan laaja-alaisemmin, mutta työn aika-
taulun puitteissa niistä ei onnistuttu saamaan lisää haastateltavia. Tämän
vuoksi tarkasteltavaksi tutkimuslaitoksiksi on valittu Maanmittauslaitoksen Paik-
katietokeskus (FGI) sekä Helsingin kaupungin innovaatioyhtiö Forum Virium
Helsinki Oy, joka tässä työssä käsitetään tutkimuslaitokseksi.

Tarkasteltavia yrityksiä valittiin mahdollisimman laaja-alaisesti, jotta aineisto
edustaisi kaikkia edellä määritellyistä luokista. Tämän työn yhteydessä haasta-
tellut yritykset ja niiden edustajat pidetään nimettöminä, mutta aineistona on
käytetty myös edelläkin mainitussa Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -
hankkeessa suoritettuja haastatteluja (Maanmittausalan TKI-toiminnan
esiselvitys -hanke 2021).

3.3 Aineisto ja sen keruu

Työn ensisijaisen aineiston muodostavat kahdeksan eri organisaation edusta-
jien yksilöhaastattelut, sekä Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hank-
keessa (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021) suoritettut
haastattelut. Lisäksi tukevana aineistona on käytetty erilaista kirjallista – sekä
laadullista että määrällistä – aineistoa, pääosin avoimesti internetistä saatavilla
olevaa. Paikkatietokeskusta koskeva aineisto on lähes yksinomaan kirjallista ai-
neistoa johtuen sitä käsittelevän haastatteluaineiston puutteesta. Paikkatieto-
keskusta sivuttiin kahdessa suoritetuista haastatteluista.

3.3.1 Haastatteluaineisto

Haastattelut suoritettiin kahdenkeskisinä puolistrukturoituina teemahaastatte-
luina, jonka perustana oli etukäteen laadittu haastattelurunko käsiteltävistä tee-
moista. Haastateltaviksi valittiin kohdeorganisaatioista sellaiset henkilöt, joilla
katsottiin olevan mahdollisimman laaja-alainen näkemys alasta sekä omasta or-
ganisaatiostaan ja sen toiminnasta. Kysymykset (liite 1) oli laadittu käsittele-
mään maanmittausalaa sekä haastateltavan organisaation asemaa, roolia ja
TKI-toimintaa. Teemahaastatteluissa ennakkoon asetetut teemat eivät

välttämättä ole samat kuin ne, jotka aineistoa analysoidessa osoittautuvat olen-
naisiksi (Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja 2022).

Haastattelutilanteista pyrittiin rakentamaan keskustelunomaisia, jotta haastatel-
tavalla olisi tilaa vastata omien näkemyksiensä mukaisesti, eivätkä haastatteli-
jan omat ennako-oletukset johdattelisi haastateltavaa. Haastattelut suoritettiin
08.04.–06.06.2022 Microsoft Teams -etäyhteydellä ja tallennettiin videoina,
jotka muutettiin audiomuotoon VLC:llä sekä lopuksi konelitteroitiin Microsoft
Wordilla. Aineisto säilytetään Lapin korkeakoulukonserniin kuuluvan LUC IT:n
OneDrive-pilvitallennustilassa sekä työhön käytetyn tietokoneen paikallisella tal-
tiolla työn julkaisuvuoden loppuun asti, minkä jälkeen aineisto hävitetään.

Yksi haastateltavista vastasi etukäteen kirjallisesti ennen varsinaista haastatte-
lua. Tässä työssä suoritettujen haastatteluiden lisäksi haastatteluaineistona
käytettiin Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hankkeessa
(Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021) suoritettuja haastatte-
luita. Nämä haastattelut olivat niin ikään puolistrukturoituja teemahaastatteluita,
mutta niiden haastattelu-teemat rakentuivat Porterin (Competitive Strategy 1980)
mallien ympärille ja ne suoritettiin usein paikan päällä kohdeorganisaation ti-
loissa.

Haastatteluaineistolle on ominaista sen kompleksisuus ja subjektiivisuus sekä
sen tulkitseminen kontekstissa (Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja 2022).
Haastatteluaineiston saturaatiopistettä ei havaittu saavutetun, vaan aiheen pe-
rinpohjainen tarkastelu vaatisi huomattavasti useampia haastatteluita. Yritysten
edustajien haastatteluissa ei käsitelty yritysluottamuksellisia asioita, mutta ai-
neistoa käsitellään sellaisena.

3.3.2 Laadullinen kirjallinen aineisto

Haastatteluaineiston tueksi kerättiin useita erilaisia kirjallisia aineistoja pääosin
internetistä avoimesti saatavilla olevista lähteistä. Tällaisia aineistoja ovat muun
muassa erinäiset julkaisut, kuten artikkelit sekä väitöskirjat ja muut opinnäytteet.

Myös kohteena olevien toimijoiden julkisia verkkosivuja käytettiin aineistoina muodostettaessa kuvaa ja ymmärrystä niiden toiminnasta.

3.3.3 Määrällinen aineisto

Määrällisenä aineistona käytettiin internetistä avoimesti saatavia aineistoja, pääasiassa selainpohjaisia tilastotietopalveluita, kuten opetus- ja kulttuuriministeriön (2022) Tiedejatutkimus.fi -sivustoa, Suomen Akatemian (2022) tuoreinta Tieteen tila -katsausta sekä Tilastokeskuksen StatFin-palvelun Tutkimus- ja kehittämistoiminta -tilastoja (Yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot t&k:n tyypin mukaan toimialoittain 2022; Yritysten t&k-henkilöstö ja t&k-työvuodet koulutuksen mukaan toimialoittain 2022; Yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot rahoituslähteen mukaan toimialoittain 2022). Tietoja tarkastettiin myös asianomaisten organisaatioiden julkisilta verkkosivuilta ja hanketietokannoista. Yritysten talous- ja yritystietojen lähteenä käytettiin Finder.fi-palvelua (Yritystiedot 2022). Lähteiden tarkempi tapauskohtainen käyttö kuvaillaan luvun 5 Määrällinen tarkastelu alaluvuissa.

3.4 Aineistoanalyysi

Työn aineistonanalyysin metodina käytetään laadullista sisällönanalyysiä, joka pyrkii realistiseen tarkastelutapaan ja jonka tarkoituksena on luoda sanallinen ja selkeä kuvaus työssä tarkasteltavista kohteista ja aiheista. Tässä osiossa kuvattava menetelmällinen sisällönanalyysi suoritettiin haastatteluaineistolle, jonka tueksi tarkasteltiin muuta kerättyä aineistoa ilman määritelmällisempää metodia. Työkaluina käytettiin Microsoft Wordia, Exceliä sekä VBA-makroja.

Analyysi aloitettiin valitsemalla analyysitasoksi teemat. Haastatteluiden teemat eivät välttämättä vastaa analyysin tuloksena syntyvää aineiston teemoittelua (Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja 2022). Analyysi aloitettiin aineiston koodaamisella, minkä jälkeen se pelkistettiin eli redusointiin. Pelkistämisen yhteydessä aineisto pyrittiin myös abstrahoimaan eli järjestämään sellaiseen muotoon, jossa siitä tehdyt johtopäätökset voidaan irrottaa henkilöistä ja heidän

lausumistaan. Näiden toimien avulla voitiin luoda teemoja ja teoreettisia käsitteitä, joiden pohjalta muodostettiin tulkintoja ja kuvauksia työssä käsiteltävistä kohteista ja aiheista.

3.5 Luotettavuuden arviointi

Laadullisen tutkimuksen luotettavuuden arviointiin ei ole yksityiskohtaisia ohjeita tai määritelmiä, mutta esimerkiksi Lincoln & Guba (Naturalistic Inquiry 1985) esittävät seuraavanlaisen kriteeristön:

- Siirrettävyys (eng. *transferability*): kuinka tutkimuksen tulokset ovat sovellettavissa myös muihin tutkimuskohteisiin,
- Totuudellisuus (eng. *confirmability*): kuinka hyvin tutkijan johtopäätökset pystyvät kuvaamaan tutkimuskohteena olevan ilmiön todellista tilaa,
- Vahvistettavuus (eng. *dependability*): saavatko tehdyt tulkinnat tukea toisista tutkimuksista tai triangulaatiosta, ja
- Uskottavuus (eng. *credibility*): tutkijan persoonallisuus on aina läsnä, joten huomiota on kiinnitettävä siihen, kuinka hyvin tutkijan omat ennakko-oletukset on otettu huomioon.

Tämän työn siirrettävyys – määrällisessä kontekstissa usein yleistettävyys – on lukijan arvioitavissa tutkimusprosessin kuvauksen avulla. Työssä on käytetty erilaisia toisiaan täydentäviä aineistoja, jotka rakentavat sen vahvistettavuutta. Erityisesti työn totuudellisuuteen ja uskottavuuteen vaikuttavat myös kirjoittajan työskenteleminen aiheen parissa yhdessä tarkastelunalaisista toimijoista, joten tehdyissä havainnoissa ja tulkinnoissa on kiinnitetty huomiota niiden puolueettomuuteen sekä harjoitettu eräänlaista reflektiota, jotta ne eivät vahingoittaisi työn totuudellisuutta ja uskottavuutta.

4 Laadullinen tarkastelu

4.1 Korkeakoulut

Seuraavissa alaluvuissa käsitellään maanmittausalan opetusta tarjoavat ja sen kulttuuripiiriin kuuluvat korkeakoulut. Tarkastelun alaisina ovat Aalto-yliopiston Rakennetun ympäristön laitos, Lapin ammattikorkeakoulun maanmittaustekniikan tiimi, Metropolia Ammattikorkeakoulun Tieto-ohjattu rakentaminen -innovaatiokeskittymä sekä Yrkeshögskolan Novian maanmittaustekniikan ala. Lisäksi viimeisessä alaluvussa käsitellään luettelonomaisesti korkeakouluja, jotka suorittavat aihepiirin opetusta ja tutkimusta mutta jotka eivät kuulu maanmittauksen kulttuuripiiriin.

Lähteinä käytettiin pääasiallisesti luvussa 3.3.1 Haastatteluaineisto kuvattua haastatteluaineistoa sekä lisäksi avoimia kirjallisia lähteitä. Aalto-yliopistosta, Metropolia ammattikorkeakoulusta sekä Yrkeshögskolan Noviasta haastateltiin yhtä henkilöä. Lapin ammattikorkeakoulua koskevana aineistona käytettiin Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hankkeen haastatteluaineistoa (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021).

4.1.1 Aalto-yliopisto

Aalto-yliopiston maanmittaustekniikan opetusta ja tutkimusta suorittaa Insinööritieteiden korkeakoulun (eng. *School of Engineering*) Rakennetun ympäristön laitos (eng. *Department of Built Environment*), jossa on neljä tutkimusryhmää: geoinformatiikka, kiinteistötalous, maankäytön suunnittelu ja liikennetekniikka sekä vesi- ja ympäristötekniikka (Rakennetun ympäristön laitos 2022). Lisäksi siihen kuuluu Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti MeMo, joka on Aalto-yliopiston ja Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen yhteinen tutkimusinstituutti (Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti MeMo 2022). Aalto-yliopiston tavoitteena on kestävä tulevaisuuden rakentaminen, jota tavoitellaan korkealaatuisella tutkimuksella ja läpimurroille tieteessä, taiteessa, tekniikassa, taloudessa ja niiden yhtymäkohdissa.

Rakennetun ympäristön laitos edistää tutkimuksen ja opetuksen keinoin kestäväää omaisuuden hallintaa, tehokasta vesi- ja jätehuoltoa, riittäviä vesivaroja, sujuvia ja turvallisia liikenneyhteyksiä sekä toimivia paikkatietoratkaisuja. (Rakennetun ympäristön laitos 2022.)

Aalto-yliopisto on alan johtava ja ainoa yliopistotasoinen kouluttaja Suomessa. Aalto-yliopiston tutkimus on monilla maanmittauksen aloilla kansainvälisestikin tarkasteltuna vaikuttavaa. Maanmittausalan tutkimusryhmien tutkimus on pääosin perustutkimusta – soveltavaa tutkimusta ja muuta TKI-toimintaa siitä on arvon mukaan alle puolet. Perus- ja soveltavan tutkimuksen rajaa voi olla vaikea hahmottaa. Maanmittausalaa on käsitetty ja jaettu Aalto-yliopistossa kiinteistötalouden ja geoinformatiikan kahtiajaolla. Kiinteistötalouden toiminnot painottuvat talouteen, kiinteistöjuridiikkaan, elinkaarijohtamiseen sekä maankäytön suunnitteluun ja sen ekonometriaan. Geoinformatiikan painopisteitä ovat fotogrammetria, laserkeilaus, kartoitus miehittämättömistä ilma-aluksista, mobiilikartoitus sekä metsien kaukokartoitus. (Projektit 2022; Hyypä 2022.)

Maanmittausalan tutkimusryhmien osaaminen on esimerkiksi laserkeilauksen, kolmiulotteisen mallinnuksen sekä miehittämättömien ilma-aluskartoitusten ja metsien kaukokartoituksen aloilla maailman huippua. Kovatasoista maanmittausalan osaamista on laajasti eri aiheista, ja tutkijoita tulee myös muilta aloilta ilman kosketusta maanmittausalan kulttuuripiiriin, kuten metsä- ja tietojenkäsittelytieteistä. Kilpailu sisäisesti on kovaa, sillä jokaisella tutkimusryhmällä on oma ohjauksensa. Ulkomaisissa organisaatioissa on usein tarjolla haastavia ja paremmin palkattuja tehtäviä, mikä tekee tutkijoiden pitämisestä haastavaa. Paikkatietokeskuksen kanssa yhteisessä Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti MeMossa työskentelee noin 12–15 henkilöä. (Hyypä 2022.)

Aalto-yliopiston ja MeMon tutkimusryhmillä on runsaasti erilaisia asiakkuuksia esimerkiksi rakennusalan yrityksistä ministeriöihin. Asiakkaat segmentoidaan viiteen pääkategoriaan: 1) ministeriöt ja rahoittajat, 2) elinkeinoelämä, 3) tutkimus- ja koulutustahot, 4) järjestöt ja erilaiset välittäjäorganisaatiot ja 5) omat

sisäiset asiakkaat. Tärkeimmät asiakasryhmät elinkeinoelämän piiristä ovat geoinformatiikan, rakennus-, maanmittaus-, kiinteistö-, IT- ja pelialan yritykset. Tutkimuslaitoksista tärkeimpiä ovat Paikkatietokeskus (FGI), Suomen ympäristökeskus (SYKE), Luonnonvarakeskus (Luke) ja Geologian tutkimuskeskus (GTK). Aalto-yliopisto tekee yhteistyötä myös 12 eri ammattikorkeakoulun kanssa. (Hyypä 2022.)

Tutkimusta ohjaavat tutkimusryhmien strategiat ja toimintasuunnitelmat sekä rahoitus, jotka vaikuttavat myös asiakkuuksiin ja kumppanuuksiin. Aalto-yliopisto laatii oman strategiansa, kuten myös Insinööritieteiden korkeakoulu, joka taas polveutuu laitoksen ja MeMon strategioihin sekä tavoitteisiin. Strategian merkitys on suuri, ja strategiatyöhön sisältyy myös toimintasuunnitelmien laatiminen, jotka ohjaavat myös päivittäistä työtä. Strategiatyössä huomioidaan globaalit trendit ja haasteet sekä uusin tieto. Osaamispääoman johtamisen vieminen onnistuneesti osaksi organisaation toimintaa vaatii osallistuvaa johtamista ja tietojohdamisenäkökulmaa. (Hyypä 2022.)

Aalto-yliopistossa pyritään ekosysteemiajatteluun; vanhat rakenteet ovat raskaita ja ekosysteemit vievät tavoitteita tehokkaasti eteenpäin. Ekosysteemit ovat hyvin brändättävissä, ja niille on helpompi hankkia tunnettua alan ulkopuolelta. Monitieteellisesti rakennetut ekosysteemit pystyvät myös paremmin vastaamaan monialaisiin ja kompleksisiin tarpeisiin sekä tutkimuskysymyksiin, erityisesti alati pirstaloituvissa ja monialaisemmissa asiakaskohderyhmissä. Tavoitteena on rakentaa pitkäjänteisiä kumppanuuksia vahvoissa ekosysteemeissä, joissa osaamista yhdistellään tarkoituksenmukaisella, arvoa luovalla tavalla prosessin kaikissa vaiheissa. Organisaatorajat ylittävälle yhteenliittymille tai niiden edistäjille on tunnistettu tarve; rajat ylittävä yhteistyö rakennus-, kiinteistö-, mittaus- ja yhdyskuntatekniikan alojen välillä on edelleen vähäistä ja hankalaakin. Tarvitaan uudenlaisia foorumeita ja kannusteita jakamaan osaamista ja osaamisperäistä kasvua Suomeen. (Hyypä 2022; Tutkijan ääni Hannu Hyypä: Tiedettä koko yhteiskunnalle 2020.) Esimerkkinä tällaisista toimintatavoista ovat Hyypän, Ahlavuon ja Ylikosken (Kestävä ja avoin TKI-toiminta ja

uudenlaiset prosessit 2017) artikkelissa kuvaillut toimintatavat muun muassa projektien niin kutsutusta orkestroinnista.

Perustutkimusta rahoittavat pääasiassa Suomen Akatemia ja erilaiset säätiöt. Soveltavaa tutkimusta rahoittavat muun muassa Business Finland, ministeriöt, kunnat sekä Euroopan Unionin rahastot, kuten EAKR ja ESR. Myös muunlaista rahoitusta käytetään. OKM:n rahoitusmalli palkitsee hankkeista, referoiduista julkaisuista sekä valmistuneista opiskelijoista, joten asiakkaita koetetaan saada mukaan hankkeisiin. Tuloksia ja innovaatioita kaupallistetaan harvemmin. Patentteja kyllä syntyy, mutta potentiaalia olisi suurempiinkin määriin – epäselvät oikeudet ja palkitseminen aiheuttavat tutkijoille riesaa. Usein patentit laaditaan yhdessä yritysten kanssa ja erilaisia innovaatioita pyritään viemään yrityksiin. Avoimuus vaatisi uudenlaisia liiketoimintamalleja, kannusteita ja avoimuuden mahdollistamia tekijänoikeuksia. Maanmittausalan TKI-toiminnan merkitys suomalaiselle yhteiskunnalle katsotaan kasvavana. Erityisesti paikkatiedon hyödyntämisen rooli kasvaa erilaisissa yhteiskunnan toiminnoissa ja päätöksenteossa. Opinnäytteistä väitöskirjoilla saavutetaan usein laajempaa vaikutusta, mutta muilla opinnäytteillä on merkitystä lähinnä niihin osallistuneille yrityksille. (Hyyppä 2022.)

4.1.2 Lapin ammattikorkeakoulu

Lapin ammattikorkeakoulu on järjestäytynyt kahteen osaamisalueeseen, joista Arktiset luonnonvarat ja talous -osaamisalueeseen kuuluu Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä. Tämä osaamisryhmä sisältää rakennus- ja maanmittaustekniikan tiimit sekä TEQU-kehittämissympäristön. Itsenäistä maanmittauslähtöistä TKI-toimintaa ei ole juurikaan ollut, mutta viime vuosina sitä on lähdetty tavoitteellisesti kasvattamaan. Lapin ammattikorkeakoulu on valtakunnallisesti tärkeä alan kouluttaja, ja Rovaniemellä on väkilukuun suhteutettuna mitava osaamiskeskittymä. TKI-toiminta koostuu soveltavasta tutkimuksesta, kehitystoiminnasta, palvelututkimuksesta ja palveluliiketoiminnasta. (Älykäs rakennettu ympäristö 2022.) Kuten muidenkin ammattikorkeakoulujen, on Lapin AMK:n päätehtävänä opetus (Ammattikorkeakoululaki: 4 §).

Lapin AMK:n maanmittaustekniikan tiimi on pieni, ja koostuu noin kahdeksasta lehtorista ja tuntiopettajasta, joista noin viiden osaamisprofiili on maanmittauksen substanssiosaamista. Lisäksi viime aikoina on pyritty pitämään yhtä projekti-insinööriä TKI-tehtävissä. Tiimillä ei ole tiettyä osaamisaluetta, jossa se olisi profiloitunut – koulutuksessa tosin painotetaan muita insinöörialoja enemmän viestintää ja tietojohdantaa. Potentiaalisia tutkittavia ja kehitettäviä aihealueita ovat mm. mittaus- ja kartoitustekniikka, mallintaminen sekä maankäyttö. Avoimien aineistojen ja järjestelmien sekä muiden open-source-ratkaisujen hyödyntäminen TKI-toiminnassa kiinnostaa tiimiä. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Henkilöstössä on kiinnostusta TKI-toimintaan ja sen kehittämiseen, mutta suurin osa henkilöresursseista on kulunut opetukseen, työaika on ollut vaikeaa irrottaa, eikä toiminnalle ole löytynyt vetäjää. Tarvetta osaavalle lisähenkilöstölle on sekä opetuksessa että TKI:ssa – valmistuvista opiskelijoista oltaisiin halukkaita kasvattamaan tutkijoita ja asiantuntijoita, mutta he kiinnittyvät nopeasti muihin työtehtäviin jo opintojen aikana. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.) TKI:n ja opetuksen intergraatio on Lapin AMK:ssa koko korkeakoulua puhuttava aihe, johon on koko organisaation laajuisesti kiinnitetty huomiota, kuten Kangastien toimittaman (Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan integrointi opetukseen Lapin ammattikorkeakoulussa 2016) julkaisun useat eri tiimejä edustavat artikkelit osoittavat, mutta maanmittauksen opetusosalalla TKI ei sen vähyydestä johtuen juurikaan vielä näy (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021).

Lapin AMK:n maanmittauksen tärkeitä kumppaneita ovat Maanmittauslaitos, Mitta Oy sekä laitetoimittajat ja paikalliset pk-yritykset. Toiminta ei ole juurikaan kansainvälistä. Yhteistyötä tehdään myös muiden tiimien kanssa, erityisesti rakennustekniikan. Esimerkiksi metsätalouden sekä tieto- ja viestintätekniikan tiimeistä sekä niiden kehittämisympäristöistä – kuten Frostbitistä – kuitenkin löytyisi toistaiseksi myös hyödyntämättömiä yhteisiä kiinnostuksenaiheita, kuten 3D-mallinnus ja kaukokartoitus. Yhteydet paikalliseen ja alueelliseen

elinkeinoelämään ovat hyvät, erityisesti mittaus- ja kartoitustekniikan pk-yrityksiin. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmän TEQU-kehittämissympäristö/palvelukonsepti edustaa ekosysteemiajattelua Lapin AMK:ssa. TEQU:n tärkeimmät painopisteet ovat kestävä rakentaminen, IoT ja energia, nämä kaikki yhdistetään muotoiluun, ja toiminta on tarve- sekä elinkeinoelämälähtöistä. Maanmittauksen TKI-toimintaa suoritetaan TEQU-konseptin mukaisesti pyrkien liiketaloudellisesti perusteltaviin ja hyödynnettäviin tuloksiin. Tärkein asiakasryhmä ovat alueelliset pk-yritykset. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021; TEQU:n tarina 2022). Lapin AMK:n Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmän TKI-toiminnassa on havaittavissa Pitkärannan (Epälineaarinen arvoketju, Case - Ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystoiminnan organisointi osaksi epälineaarista arvoketjua 2009: 180–187) väitöskirjan mukaisia epälineaaristen arvoketjujen piirteitä.

Kilpailu on alueellisesti ja organisaation sisäisesti hyvin vähäistä, ja keskittyy lähinnä niille toiminta-aloille, jotka yleisesti risteävät maanmittausalan kanssa. Valtakunnallisesti kilpailu katsotaan kuitenkin kovaksi, ja matka alan huippuosaajiin on monilla aloilla pitkä. Organisaation ulkopuolella maanmittaustekniikan tunnettuus on huono, minkä vuoksi hyödynnetään TEQU:n kaltaisia ekosysteemejä. Koulutuksen vaikuttavuus on valtakunnallisesti suuri, mutta TKI-toiminnan ei toistaiseksi juuri minkäänlainen. Vaikuttavuutta haetaan tulevassa TKI-toiminnassa juurikin tarve- ja elinkeinoelämälähtöisillä tutkimuskysymyksillä ja tavoitteilla sekä pyritään liiketoiminnallisesti hyödynnettäviin tuloksiin. Elinkeinoelämän, erityisesti alueellisten pk-yritysten, tarpeita ja toiveita pyritään aktiivisesti hakemaan hankesuunnittelun pohjaksi. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Lapin ammattikorkeakoululla on strategia, joka polveutuu myös osaamisryhmien tavoitteisiin. Strategia nähdään tiimissä kuitenkin heikosti päivittäistä toimintaa ohjaavaksi, eikä se välttämättä ota maanmittauksen kompetensseja ja potentiaalia täysimääräisesti huomioon. Maanmittauksen TKI-toiminnan

käynnistämiseksi on vuoden 2022 alussa laadittu strategia, johon sisällytettiin myös trendi- ja toimiala-analyysit. Rahoituksen toimintalinjat ja muut vaatimukset ohjaavat TKI-toimintaa. Tärkeimpiä rahoittajia ovat Euroopan unionin rakennerahastot, osaamisryhmän tasolla myös palveluliiketoiminta. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021; Vatanen & Matilainen 2022.)

4.1.3 Metropolia Ammattikorkeakoulu

Metropolia Ammattikorkeakoulun TKI-toiminta on organisoitu viiteen innovaatiokeskittymään, joista maanmittaustekniikan toiminnot ja henkilöstö sisältyvät Tieto-ohjattu rakentaminen -innovaatiokeskittymään. Innovaatiokeskittymät edustavat ilmiöpohjaista ekosysteemiajattelua, joissa myös kumppanit ja opiskelijat toimivat yhdessä toimiala-, sektori- ja teknologiarajojen ylitse. Tieto-ohjattu rakentaminen on tarkasteluhetkellä innovaatiokeskittymistä pienin. Osa maanmittauksenkin alle luettavista toimialoista toimii muissa innovaatiokeskittymissä; esimerkiksi Toimiva ihmisten kaupunki -innovaatiokeskittymän ”kestävä kaupunkikehitys” -teemassa. Tieto-ohjattu rakentaminen -innovaatiokeskittymä ei harjoita juurikaan perustutkimusta. Suurin osa toiminnasta on kuvattavissa soveltavana tutkimuksena, kehitystyönä tai palvelututkimuksena, palveluliiketoimintana tai muuna sellaisena. (Tieto-ohjattu rakentaminen 2022; Tähkävuori 2022.)

Maanmittaus katsotaan oleelliseksi osaksi tieto-ohjattua rakentamista, ja on sen tärkeä osakokonaisuus koko rakennetun ympäristön elinkaareissa. Tieto-ohjatun rakentamisen kolme teemaa – älykkäät kiinteistöt, rakennusprosessin digitaaliset ratkaisut sekä tulevaisuuden rakentaja – hyötyvät kaikki maanmittauksen osaamisesta, mutta se on strategisessa ohjauksessa hieman varjossa, eikä sitä välttämättä huomioida innovaatiokeskittymien strategioissa. (Tähkävuori 2022.)

Tieto-ohjatun rakentamisen hankkeet painottuvat tällä hetkellä rakennusautomaatioon, ja maanmittauksen aiheissa hyödynnetään myös Aalto-yliopiston osaamista erityisesti 3D-mallintamisen ja -paikantamisen sekä laserkeilauksen aloilla. Metropolian maanmittaustekniikan osaaminen ja tekeminen painottuvat

tällä hetkellä tieto- ja 3D-mallinnukseen. Erityisesti tietomallinnuksen aiheista on paljon jaettavaa muille. Hankkeita on innovaatiokeskittymässä tarkasteluhetkellä käynnissä muutamia. Innovaatiokeskittymät tekevät keskenään huomattavasti yhteistyötä, mutta maanmittauksen alalla yhteistyötä Aalto-yliopiston Rakennetun ympäristön laitoksen kanssa on tiivistetty. Muita tärkeitä kumppaneita Metropolialle ovat kaikki pääkaupunkiseudun toimijat, erityisesti Helsingin kaupunki ja 3AMK-liittouma. Yhteistyö on hyvin laaja-alaista ja kommunikointi kaikkien potentiaalisten toimijoiden kanssa voi olla vaikeaa. (Tähkävuori 2022; Hyypä 2022.)

Metropolia Ammattikorkeakoulun tavoite on kasvattaa TKI-toimintaa, mutta henkilöresurssit eivät aina tue tätä tavoitetta. Vähäisellä henkilömäärällä organisointi ja johtaminen korostuvat – toiminnan tulee olla tehokasta ja resurssien käytön järkevää. Määräaikaiset työsuhteet vaikeuttavat toiminnan pitkäjänteisyyttä ja jatkuvuuden tavoittelua. Määräaikaisuudet eivät ole niin houkuttelevia, ja tehokkailla markkinoilla työntekijät ehtivät solmia jo uusia työsuhteita, mikäli nykyisen jatko ei ole vielä työsuhteen loppupuolella varmistunut. Ammattikorkeakoulujen TKI-kenttä on huonosti tunnettu, eikä siten kaikkein vetovoimaisin. (Tähkävuori 2022.)

Hankeideat ja tutkimuskysymykset syntyvät usein tutkijan tai muun asiantuntijan kiinnostuksesta ja aloitteesta. Rahoitus ja rahoittajan toimintalinjat ohjaavat myös hankkeiden sisältöjä ja toimintaa. Kaikki rahoitusmuodot ovat mahdollisia, mutta esimerkiksi Suomen Akatemian ja monien säätiöiden rahoitusta on vaikea saada, sillä ne rahoittavat usein tiedeyliopistoja tai perustutkimusta. Euroopan unionin rakennerahastot ovat äärimmäisen tärkeitä rahoittajia, kuten myös Helsingin kaupunki ja sen innovaatorahasto. Innovaatiokeskittymässä harjoitetaan myös palvelututkimusta tai muuta palveluliiketoimintaa yritysrahoituksella, jonka merkityksen ennakoitaan kasvavan. Ammattikorkeakoulujen TKI-toiminnan merkitys OKM:lle ja valtiolle on nosteessa ja sen arvioidaan vaikuttavan myös rahoitusmahdollisuuksiin. (Tähkävuori 2022.)

Monissa hankkeissa on jossain määrin kaupallinen lähtökohta, joten hankkeiden tulokset ovat usein vähintään välillisesti kaupallistettavissa. Hankkeissa syntyy myös yritysten kanssa erilaisia konsepteja, prototyyppejä, alustoja tai muita sellaisia, mutta myös suoraa kehitystyötä tehdään. Niin ikään Metropolian TKI-toiminnassa on havaittavissa Pitkärannan (2009: 180–187) kuvaamia epälineaaristen arvoketjujen sekä niiden johtamisen piirteitä. Opiskelijoiden mukanaolo hankkeissa edistää hankkeiden tulosten ja ajatusten viemistä yrityksiin kaupallistettaviksi. TKI:n ja opetuksen syvemmän integraation, TKIO:n, merkitys kasvaa tulevaisuudessa. Tämä kehityssuunta on ollut nähtävissä ja aluevaikutavuuden kannalta oleellisena pidetty myös Lyytisen (Finnish polytechnics in the regional innovation system : towards new ways of action 2011: 149–152) yli kymmenen vuoden takaisessa väitöskirjassa. Strategialähtöisenä tavoitteena on tarjota jokaiselle vuosikurssille jokin ”TKI-haaste”. Myös opinnäytetyöntekijöitä hyödynnetään hankkeissa. (Tähkävuori 2022.)

4.1.4 Yrkeshögskolan Novia

Yrkeshögskolan Novia on järjestäytynyt viideksi laitokseksi, joista maanmittaus-tekniikan opetus kuuluu tekniikan ja merenkulun laitokseen (swe. *Institutionen för teknik och sjöfart*). TKI-toiminta on organisoitu kuuteen painopistealueeseen, joista maanmittausta hyödynnetään eniten merenkulun simuloinnissa (swe. *Automation och fartygssimulation*) ja kestävässä energiateknologiassa (swe. *Hållbar energiteknik*). Tekniikan ja talouden kampus sijaitsee Vaasassa, ja muita toimipisteitä on myös Turussa, Raaseporissa ja Pietarsaaressa. Novian strategiassa mainitut vahvuusalueet ovat kestävä kehitys, yrittäjäyys ja pohjoismainen ulottuvuus. (Om Novia 2022; Timmerbacka 2022.)

Opetus on Novian päätehtävä, ja kysyntä alan AMK-insinööreille on suuri, joten maanmittausalan TKI-toiminta Noviaassa on hyvin vähäistä. Opetusala on pieni, ja henkilöresurssit opetuksen ulkopuolella käytettäväksi ovat tiukassa, sillä lähes kaikki työaika kuluu päivittäiseen opetukseen ja sen hallinto- ja tukitoimiin. Oma maanmittauslähtöistä alan TKI-toimintaa ei ole, mutta muiden hankkeisiin osallistutaan, mikäli se on resurssien puolesta mahdollista. Omia hankkeita ei

siis ole, mutta kumppaneiden hankkeissa tehdään pieniä osatoteutuksia. Novia-
assa on tarkasteluhetkellä vain yksi päätoiminen maanmittaustekniikan opettaja
– sivutoimisia tuntiopettajia käytetään paljon opetukseen, ja heitä voisi olla mah-
dollista hyödyntää myös TKI-toiminnassa. (Timmerbacka 2022.)

Suurin osa yhteistyöstä on organisaation sisäisten kumppaneiden, mutta myös
Vaasan yliopiston kanssa, jolle yleensä tuotetaan lähtö- tai referenssiaineistoa.
Novialla on Vaasassa yhteinen laboratorio Vaasan yliopiston ja Vaasan ammat-
tikorkeakoulun kanssa (About technobothnia 2022). Myös ruotsalaisten kollego-
jen kanssa tehdään yhteistyötä, mutta suurimmaksi osaksi koulutuksen saralla.
Tarkasteluhetkellä kaikki TKI-toiminta tapahtuu yhteistyössä pienenä osatoteut-
tajana tai asiantuntijana, joten hankeideat ja tutkimuskysymykset sekä rahoitus
hoituvat päätoteuttajien kautta. (Timmerbacka 2022.)

Novian maanmittaustekniikassa on aikaisemmin ollut laivanrakennus- ja metalli-
teollisuuden erikoisosaamista, mutta se on viime aikoina jäänyt vähemmälle
huomiolle. Yhteydet näihin alueen toimijoihin ovat kuitenkin hyvät, joten heitä
voidaan tarpeen vaatiessa auttaa ja hyödyntää myös TKI-toiminnassa. Yr-
keshögskolan Novialla sekä sen osastoilla on omat strategiansa, mutta maan-
mittaus on niissä jäänyt vähälle huomiolle. Strategia kuitenkin ohjaa päivittäistä
tekemistä sekä suunnittelua ja tavoitteita. TKI-toiminnan tuloksena syntyviä pi-
lotteja, prototyyppisiä ynnä muita tuloksia otetaan käyttöön yrityksissä, ja hank-
keista on syntynyt myös spin-off-yrityksiä. Novia on ollut varhaisessa vaiheessa
mukana miehittämättömien ilma-alusten kartoituskäyttöön otossa, ja näitä mene-
telmiä on otettu käyttöön yrityksissä. (Timmerbacka 2022.)

Yrkeshögskolan Novian maanmittaustekniikan opinnäytetöillä on vaikutusta asi-
anomaisten yritysten toimintaan. Opiskelijat vievät mukanaan uutta osaamista
ja ajatuksia yrityksiin. Noviaassa suoritetuista opinnäytetöistä valtaosa on ruot-
sinkielisiä, joten niillä on jonkin verran yleisöä myös Ruotsissa ja muissa Poh-
joismaissa, joissa maanmittauksen koulutus on Suomesta poikkeavaa.
(Timmerbacka 2022).

4.1.5 Muut korkeakoulut

Geoinformatiikkaa opetetaan (Geoinformatiikan opetus 2022) ja vähintään jossain määrin myös tutkitaan seuraavissa yliopistoyksiköissä:

- Helsingin yliopisto, Geotieteiden ja maantieteen laitos,
- Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos,
- Itä-Suomen yliopisto, Historia- ja maantieteiden laitos,
- Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto,
- Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos,
- Oulun yliopisto, Maantieteen laitos,
- Turun yliopisto, Maantieteen ja geologian laitos.

4.2 Tutkimuslaitokset

Seuraavissa alaluvuissa käsitellään maanmittausalaan liittyviä tutkimuslaitoksia. Ainoa varsinainen maanmittauksen tutkimuslaitos on Paikkatietokeskus, jonka lisäksi käsitellään innovaatioyhtiö Forum Viriumia sekä lyhyesti Suomen ympäristökeskusta, Luonnonvarakeskusta ja Geologian tutkimuskeskusta.

Lähteinä on Forum Viriumin tapauksessa käytetty luvussa 3.3.1 Haastatteluaineisto kuvattua haastatteluaineistoa. Paikkatietokeskuksen ja muiden tutkimuskeskusten kuvaus on luotu avoimen kirjallisen aineiston sekä muissa haastattelussa esiintyneiden huomioiden pohjalta.

4.2.1 Paikkatietokeskus

Paikkatietokeskus (eng. *Finnish Geospatial Research Institute*, FGI) on Maanmittauslaitoksen tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatio (Tutkimus 2022). Se syntyi vuonna 2015, kun vuonna 1918 perustettu Geodeettinen laitos yhdistettiin Maanmittauslaitokseen osana maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan tuki-, tutkimus- ja kehittämistehtävien organisaatiouudistuksia (Tella 2015). Paikkatietokeskuksen tehtäviksi on asetettu muun muassa tieteellinen tutkimus geodesian, paikannuksen, navigoinnin, geoinformatiikan, kartografian,

paikkatietotekniikan, fotogrammetrian, laserkeilauksen sekä kaukokartoituksen aloilla, valtakunnallisten geodeettisten perusmittausten suorittaminen ja erilaisten mittanormaalien ylläpitäminen sekä alansa menetelmien ja laitteiden kehittäminen, kokeileminen ja niiden käyttöönoton edistäminen (Laki Maanmittauslaitoksesta annetun lain muuttamisesta: 2 §).

Paikkatietokeskus sisältää neljä osastoa: geodesia ja geodynamiikka, geoinformatiikka ja kartografia, kaukokartoitus ja fotogrammetria sekä navigointi ja paikannus – varsinainen tutkimustoiminta näissä on jaettu lukuisiin tutkimusryhmiin, jotka esitetään kuvassa 2. Lisäksi Paikkatietokeskus toimii yhdessä Aalto-yliopiston Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti MeMossa (Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti MeMo 2022). Hankkeita rahoittavat muun muassa Suomen Akatemia, Euroopan unioni sekä Business Finland (Tutkimus 2022). Tutkimuslaji on muiden toimijoiden haastatteluissa ilmenneiden huomioiden perusteella usein perustutkimuksellinen, mutta soveltavan ja perustutkimuksen raja on Paikkatietokeskuksenkin tapauksessa häilyvä (Hyypä 2022; Virtanen 2022).



Kuva 2. Paikkatietokeskuksen organisaatio (Organisaatio 2022).

Paikkatietokeskuksen toimintaa ohjaavat sen strategia sekä Maanmittauslaitoksen tutkimuspolitiikka (Tutkimus 2022). Maanmittauslaitoksen tutkimuspolitiikka

osoittaa tahtotilan eikä ota kantaa operatiiviseen toimintaan (MML 5395/00 01 00/2022). Strategian tavoitteena on luoda sekä viestiä visiosta ja strategisista tavoitteista, jotka ohjaavat operatiivista toimintaa muun muassa määrittämällä osasto- ja tutkimusryhmäraajat ylittävät strategiset painopistealueet, jotka ovat esitettyinä kuvassa 3 (Paikkatietokeskuksen tutkimusstrategia 2018-2023).

8.5 Miten osastojen toiminta painottuu painopistealueisiin

	Paikkatietoratkaisut osana digitalisaatiota	Dynaaminen Maa	Älykkäät ympäristöt ja vuorovaikutus	Älyliikkuminen ja robotiikka
Kaukokartoitus ja fotogrammetria	**	**	***	***
Navigointi ja paikannus	**	**	***	***
Geodesia ja geodynamiikka	***	***	**	**
Geoinfotatiikka ja kartografia	***	**	***	**
Paikkatietoinfrastruktuuripalvelut	***	**	***	**

Kuva 3. Paikkatietolaitoksen strategiset painopistealueet suhteessa osastoihin (Paikkatietokeskuksen tutkimusstrategia 2018-2023).

Paikkatietokeskus pyrkii laajaan yhteiskunnalliseen vaikuttavuuteen ja huipputason osaamiseen. Paikkatietokeskuksella on seuraavia strategisia tavoitteita:

Tutkimus- ja kehittämishankkeet sekä tutkimus- ja asiantuntijapalvelut toteutetaan siten, että niissä voidaan hyödyntää monipuolisesti laitoksen koko osaamispääomaa ja niiden tuloksia voidaan hyödyntää laajasti koko yhteiskunnassa.

Paikkatietokeskuksella on runsaasti kansallisella ja kansainvälisellä tasolla yhteistyönä toteutettavia paikkatietoinfrastruktuurin ja siihen liittyvän metrologian tutkimus- ja asiantuntijahankkeita.

Paikkatietokeskuksen tieteellistä kilpailukykyä vahvistetaan jatkotutkimusten tukeman huipputason osaamisen, ajanmukaisen tutkimusinfrastruktuurin, ajankohtaisen korkeatasoisen tutkimuksen, toimivan yhteistyön ja kansainvälisesti arvostettujen julkaisujen avulla.

Paikkatietokeskus verkostoituu tiedeyhteisön, elinkeinoelämän ja julkishallinnon kanssa ja tiedottaa tutkimustuloksistaan aktiivisesti. (Paikkatietokeskuksen tutkimusstrategia 2018-2023.)

Paikkatietokeskuksen toiminta on kansainvälisesti tunnustettua ja sen vaikuttavuus muiden suomalaisten verrokkiansa suhteen on suuri (Mankinen & Leino 2021). Paikkatietokeskus on Suomen ja yksi maailman johtavista osaamiskeskuksista laserkeilauksen ja kaukokartoituksen aloilla sekä miehittämättömien ilma-alusten hyödyntämisessä niihin. Paikkatietokeskuksessa työskentelee useita kansainvälisesti tunnettuja huippututkijoita vahvoissa eri tutkimusalojen tutkimusryhmissä. Paikkatietokeskus on myös aktiivinen vaikuttaja erilaisissa verkostoissa ja ekosysteemeissä, kuten aiemminkin mainitussa MeMo-insitutiissa sekä perusteilla olevassa Paikkatietoinnovaatiohubi – The Location Innovation Hub LIH:ssä (Paikkatietokeskuksen uusien tutkimushankkeiden rahoituksella tuetaan vihreää ja digitaalista siirtymää 2022; Hyypä 2022; Paikkatietoinnovaatiohubi ehdokkaana suomalaisen ja eurooppalaisen paikkatiedon edistäjäksi 2022.)

4.2.2 Forum Virium

Forum Virium Helsinki Oy on Helsingin kaupungin omistama osakeyhtiömuotoinen innovaatioyhtiö. Kaupunkikonsernin osana sen tehtävänä on kehittää tulevaisuuden kaupunkiratkaisuja yhteistyössä yritysten, tiedeyhteisön ja kaupunkilaisten kanssa. Forum Virium ei ole varsinainen tutkimuslaitos, mutta sen toiminnan luonteen vuoksi sitä käsitellään tässä työssä sellaisena. Innovaatioyhtiö tukee kaupungin digitalisaation kehitystä sekä yrityksiä, kun ne käyttävät Helsinkiä alustanaan. Pääasiallinen asiakas on Helsingin kaupunki – kaikki toimet tähtäävät sen toiminnan kehittämiseen kaupunkilaisten hyödyksi. Tavoitteena ei ole tarjota pysyviä operatiivisia palveluita, vaan toiminnan tuloksille on tarkoituksena löytää omistaja kaupunkiorganisaatiosta osaksi kaupungin toimintaa tai osaksi jonkin yrityksen liiketoimintaa. (Esittely 2022; Virtanen 2022.)

Forum Viriumin toiminta sijoittuu soveltavan tutkimuksen sekä kehitys- ja innovaatiotoiminnan kentälle. Toiminta on hyvin hankepohjaista, ja toiminnassa

pyritään yksittäisistä hankkeista muodostuvaan laajempaan kehityskaareen. Valtaosa hankkeista toteutetaan yhteistyössä korkeakoulujen kanssa. Tiedeyliopistojen perustutkimuksellisista tuloksista ponnistetaan uusia hankeideoita ja tutkimuskysymyksiä, ja ammattikorkeakoulut ovat hyviä soveltavan tutkimuksen ja tuotekehityksen kumppaneita. Perustutkimusta seurataan tiiviisti, jotta voidaan tunnistaa trendejä ja kehityssuuntia. (Virtanen 2022.)

Toiminta on jaettu kolmeen substanssitiimiin: Data ja IoT, Älykaupunki ja Älyliikenne (Esittely 2022). Älykaupunki-tiimistä käytetään myös nimeä Fiksu kaupunki, samannimisen (2022) hankekokonaisuuden mukaan (Virtanen 2022). Paikkatieto on mukana kaikessa ja läpileikkaa koko organisaation, erityisesti digitaalisten kaksosten kontekstissa. Organisaatio on pieni, tiimien rajat häilyviä ja rakenne matala, ja paikkatiedon rooli on tiedostettu kaikessa toiminnassa. Viimeisen kahden vuoden aikana on panostettu paikkatietoon, erityisesti digitaalisissa kaksosissa. Henkilöstöprofiili on monipuolinen, ja tiimeissä on tutkijoita, jotka ovat olleet esimerkiksi älyliikenteen ja kaupunkikehityksen teemojen kanssa pitkään tekemisissä. Forum Viriumilla työskentelee noin neljäkymmentä henkilöä, joista suurin osa hankkeissa. Henkilöstöstä moni on määräaikaisessa ja hankekohtaisessa työsuhteessa, mikä synnyttää epävarmuutta ja vaihtelevuutta. Myös palkoissa on vaikea kilpailla esimerkiksi ohjelmistoteollisuuden kanssa. Erityisesti kolmiulotteisen paikkatiedon, kaupunkimallinnuksen ja pistepilvianalyysien erikoisosaajia on vaikea löytää, ja näissä aiheissa katsotaan olevan valtakunnallista koulutusvajetta. (Virtanen 2022; Esittely 2022.)

Hankevalmistelu on hyvin systematisoitunutta, ja sitä johtaa koko organisaation läpileikkaava hankevalmistelutiimi. Keskusteluyhteydet koko innovaatioyhtiössä ovat hyvin välittömiä, ja organisaation sisällä käydäänkin säännöllistä keskustelua hankeideoista ja tutkimuskysymyksistä. Ensiarvoisen tärkeää on keskustelu Helsingin kaupungin kanssa sen tarpeiden ymmärtämiseksi. Tiimeihin kuuluu hyvin kokeneita asiantuntijoita, joilla on paljon kontakteja, ja ajoittain signaaleja hankevalmisteluun nostettaviksi asioiksi tulee myös suoraan yrityksiltä. (Virtanen 2022.)

Tulosten tulisi olla liiketaloudellisesti tai muutoin kaupunkilaisten hyödynnettävissä. Digitaalisen kaksosen yhteydessä on hieman kokeellisesti ryhdytty soveltamaan ohjelmistoteollisuudesta tuttua tuoteomistajuusmallia (eng. *Product Ownership*). Helsingin kaupunkikonserni on valtava, ja Forum Virium toimii usein hankkeissa myös konsernin sisäisten osien välisenä yhteistyön edistäjänä. Yhteistyötä tehdään Helsingin kaupungin, korkeakoulujen ja yritysten lisäksi myös muiden kaupunkien kanssa. Toiminnassa pyritään hyödyntämään avoimia ja hyväksi todettuja ratkaisuja sekä standardeja modulaarisesti, eikä keksimään tarvittavia palasia uudestaan. Näkymä paikkatietoalan standardien kehitykseen pyritään myös säilyttämään. (Virtanen 2022.)

Toiminnan ohjaukseen vaikuttaa oleellisesti Helsingin kaupunki omistajana, ja kaiken toiminnan tulisi tukea kaupungin strategiaa, mikä vaikuttaa organisaation omaan profiiliin ja tavoitteisiin. Forum Viriumin strategiaa on esitetty kuvassa 5. Helsingin kaupungin kanslia on tiiviisti mukana strategisessa suunnittelussa ja toiminnassa. Myös rahoituksen toimintalinjat ja järjestelmät ohjaavat toimintaa. Forum Virium hyödyntää laajasti ja aktiivisesti erilaisia rahoitusinstrumentteja, kuten Horisontti Eurooppa -puiteohjelman rahoitusta, sekä jonkin verran Euroopan Unionin rakennerahastoja. Soveltavan tekniikan rahoituksen määrän Suomessa katsotaan yleisesti laskeneen viime vuosina. Sisäistä kilpailua ei juuri-kaan ole, organisaation rakenne on matala ja tavoitteet ovat yhteisiä. Tärkein ulkoisen kilpailun areena ovat rahoitushaut. Myös elinkeinoelämän keskinäinen kilpailu näkyy omassa toiminnassa. (Virtanen 2022.)



Kuva 4. Forum Virium Helsinki Oy:n strategiakuva (Esittely 2022).

Eri kaupungeissa innovaatio-/kehitysyksiköitä on järjestelty eri tavoin – joissain ne ovat yhtiötettyjä, kun taas joissain ne voivat olla yhteistyöelimiä tai jopa erillisiä yksiköitä paikallisissa korkeakouluissa. Globaalia vaikuttavuutta haetaan vastaamalla kaupunkien erilaisiin tulevaisuuden haasteisiin, kuten ilmastollisiin riskeihin. Esimerkiksi paikkatiedon avulla opitaan tunnistamaan riskejä ja löytämään interventioalueita toimien kohdentamiseksi. (Virtanen 2022.)

4.2.3 Muut tutkimuslaitokset

Suomessa muita merkittäviä tutkimuslaitoksia, joiden toimintaan sisältyy maanmittausalaan tässä työssä luettavia toimintoja ovat Suomen ympäristökeskus (SYKE), Luonnonvarakeskus (Luke) ja Geologian tutkimuskeskus (GTK). Näiden tutkimuslaitosten päätehtävät eivät liity maanmittaukseen, mutta ne hyödyntävät maanmittausalan osaamista, tekniikoita ja menetelmiä.

Laki Suomen ympäristökeskuksesta (1069/2009: 1 §) määrittelee SYKEN toiminta-ajatuksiksi olla ympäristöministeriön alainen ympäristöalan tutkimus- ja

kehittämiskeskus, joka tukee kestävän kehityksen tavoitteiden ja keinojen arviointia ja valintaa sekä ympäristöpolitiikan toimeenpanoa. Tehtävänsä täyttääkseen SYKE tutkii ja arvioi ympäristössä, alueiden käytössä ja vesivaroissa tapahtuvia muutoksia ja niiden syitä sekä kehittää keinoja haitallisten ympäristömuutosten ehkäisemiseksi ja korjaamiseksi yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa sekä tuottaa asiantuntijapalveluja asianomaisille ministeriöille, keskuksille ja virastoille, sekä ylläpitää ja kehittää toimialan tietojärjestelmiä, -varantoja ja -palveluja (Tutkittua ympäristötietoa kestävyysmurroksen edistämiseksi 2022).

Luonnonvarakeskuksesta säädetyn lain (27.6.2014/561: 1–2 §) mukaisesti Luke on maa- ja metsätalousministeriön toimialaan kuuluva keskus, joka edistää uusiutuvien luonnonvarojen kestävään käyttöön perustuvan kilpailukykyisen elinkeinotoiminnan sekä hyvinvointia ja maaseudun elinvoimaisuutta. Luken tehtäväksi on säädetty harjoittaa tieteellistä t&k-toimintaa sekä tuottaa tietoa ja asiantuntijapalveluita yhteiskunnallisen päätöksenteon sekä viranomaistoiminnan tueksi.

Geologian tutkimuskeskuksen tavoite on luoda ja ylläpitää kansainvälisesti korkeatasoista tieteellistä geologian alan tietoa ja osaamista sekä tuottaa innovaatioita yhteiskunnan ja elinkeinoelämän tarpeisiin, ja edistää elinkeinoelämän ja alueiden kilpailukykyä ja tukea yhteiskuntapolitiikan suunnittelua ja toimeenpanoa (Laki Geologian tutkimuskeskuksesta: 2–3 §). GTK:sta annetun asetuksen (168/2011: 1 §) mukaisesti se tekee elinkeinoelämän ja muun yhteiskunnan kannalta tarpeellista geologian alan tutkimus- ja kehitystyötä sekä huolehtii toimialan tiedonkeruusta ja tietohuollosta.

Näille tutkimuskeskuksille asetetuissa tehtävissä korostuvat ympäristöön liittyvän tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan harjoittaminen siten, että ne hyödyttävät koko yhteiskuntaa ja edistävät elinkeinoelämän ja alueiden kilpailukykyä. Niiden toimintaa ohjaavat toimialavastuulliset ministeriöt. Luvussa 2.2 käsitellyistä maanmittausalan toiminta-aloista SYKE:n, Luken ja GTK:n maanmittauksellinen toiminta keskittyy geoinformatiikkaan. Erityisesti erilaisten

tiedonkeruu- ja huoltotoimintojen sekä tietovaranto- ja muiden asiantuntijapalvelujen tueksi vaaditaan geoinformatiikan osaamista muun muassa paikkatietojärjestelmien ja -analyysien muodossa. Lisäksi maankäytön ja kiinteistöjärjestelmän kompetensseja vaaditaan erityisesti yhteiskunnallisen päätöksenteon sekä viranomaistoiminnan tueksi suoritettavissa tehtävissä.

Edellä käsiteltyjen lisäksi muun muassa seuraavat valtionhallinnon organisaatiot – jotka eivät ole varsinaisia tutkimuslaitoksia – hyödyntävät eritoten geoinformatiikan alan osaamista tehtävissään, ja täten niiden toimintaan voi sisältyä myös alan TKI-toimintoja:

- Metsähallitus (Paikkatieto 2022),
- Metsäkeskus (Paikkatietoaineistot 2022),
- Ruokavirasto (Avoin tieto - Inspire 2022),
- Väylävirasto (Väyläviraston avoin data 2022).

4.3 Yritykset

Seuraavissa alaluvuissa käsitellään yritysten maanmittausalaan liittyvää toimintaa. Kategorisointina käytetään luvussa 2.3 käsiteltyä tapaa jäsentää alan yrityksiä.

Lähteinä on käytetty luvussa 3.3.1 Haastatteluaineisto kuvattua haastatteluaineistoa sekä avoimia kirjallisia lähteitä. Insinööritoimistojen haastatteluaineisto perustuu täysin Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hankkeen (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021) haastatteluihin ja muut kuvaukset sen sekä tämän työn ohessa suoritettuihin yksittäisten eri yrityksiä edustavien asiantuntijoiden haastatteluihin.

4.3.1 Insinööritoimistot

Suurten insinööritoimistojen tärkeimpiä asiakkaita ovat kunnat sekä muu julkinen sektori. Toiminta suurissa pohjoismaisissa yhtiöissä on usein kansainvälistä. Niiden kilpailuetuja ovat suuresta henkilöstömäärästä nouseva laaja-

alainen asiantuntijuus sekä tunnettuus. Ne pyrkivät aktiivisesti ja systemaattisesti kehittämään toimintaa: useilla yrityksillä on oma kehitysyksikkönsä ja TKI-yhteistyötä tehdään paljon yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen kanssa. Henkilöstön osaamiseen panostetaan ja kannustetaan, ja henkilöstölle on saatavilla sekä sisäisiä että ulkoisia koulutuksia. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Insinööritoimistojen sisäinen TKI-toiminta on usein luettavissa (tuote)kehitys- tai innovaatiotoiminnaksi, ja soveltavaa tutkimusta tehdään yleensä yhteistyössä korkeakoulujen ja muun tiedeyhteisön kanssa. Tavoitteena on oman liiketoiminnan kehittäminen sekä globaaleihin ja valtakunnallisiin trendeihin vastaaminen. Tärkeitä TKI-aiheita tällä hetkellä ovat tietomallinnus, suunnittelun automaatio ja tekoäly sekä kestävä kehityksen periaatteiden implementointi. Suurilla insinööritoimistoilla voi olla myös omaa ohjelmistokehitystä, jolla pyritään vastaamaan yhtiöiden strategiaan painotuksiin ja saavuttamaan kilpailuetua. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Suuret insinööritoimistot kilpailevat lähinnä keskenään, eivätkä välttämättä katso muita tämän työn luokittelua noudattavista yrityksistä kilpailijoikseen – niitä käytetään usein alihankkijoina tai toimittajina. Insinööritoimistot suurina tiilajina voivat vaikuttaa myös toimittajien TKI-painotuksiin, sekä korkeakoulujen opetussisältöihin. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

4.3.2 Mittaustoimijat

Suomessa toimivat mittaustoimijat ovat usein kotimaisia pk-yrityksiä, jotka toimivat jossain määrin myös Ruotsissa ja muissa Pohjoismaissa. Niiden koko vaihtelee liikevaihtoluokaltaan sadoista tuhansista kymmeneen miljooniin euroihin, sekä henkilöstön määrä muutamasta työntekijästä muutamaan sataan henkilöön. Tärkeimpiä asiakkaita ovat rakennus- ja kaivannaisteollisuus, kunnat sekä valtion virastot ja liikelaitokset. Merkittävimpiä kohteita ovat infrarakentaminen ja kaivokset. (Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021; Yritystiedot 2022.)

Henkilöstöllä katsotaan olevan ratkaisevin rooli yrityksen menestymiseen ja sen toiminnan kehittämisessä – osaaminen löytyy yksilöistä. Menetelmien ja tekniikoiden kehityksellä on myös merkitystä työhyvinvoinnille. Työvoimasta on ajoittain pulaa ja osaavimpien henkilöiden resurssia voi nopeatahtisessa ympäristössä olla vaikea irrottaa tuottavasta operatiivisesta työstä kehitystoimiin. Mittaustoimijoiden erikoisosaamista ovat mittaus- ja kartoitustekniikan tehtävien lisäksi erilaiset mallinnukset, kuten tieto- ja koneohjausmallinnukset.

(Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Mittaustoimijoiden TKI-toiminnan voidaan kuvata keskittyvän kehitystoimintaan; tutkimusta tai innovaatioita ei juurikaan harjoiteta, vaan se keskittyy olemassa olevien menetelmien, tekniikoiden ja palveluiden parantamiseen. Kehittäminen koostuu yleensä varsin pienistä asteittaisista parannuksista, ja ne kaupallistuvat jo olemassa olevan liiketoiminnan yhteydessä samoin tein. Alan yritykset ovat hyvin kehitysmuotoisia, ja katsovatkin yhdeksi tuottamukseen lisäarvoksi uusien ja tehokkaampien menetelmien tuomisen osaksi asiakkaan toimintaa. Kehitysyhteistyötä harjoitetaan lähinnä korkeakoulujen sekä laite- ja ohjelmistotoimittajien kanssa, mutta yleisesti ottaen vähäisissä määrin. Keskenään kilpailevien yritysten välillä on ajoittain myös operatiivista yhteistyötä.

(Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Tärkeiksi kehitystyötä vaativiksi trendeiksi mittaustoimijat katsovat tietomallintamisen (eng. *Building Information Modeling*, BIM) ja erilaisten sekä suunnittelu- että tuotantoprosessien automaation, jonka kannalta oleellisia teemoja ovat digitalisaatio, tiedon integraatiot ja laajennettu todellisuus (eng. *Extended Reality*, XR). Myös monitorointimittausten odotetaan vähentävän manuaalista mittaus-työtä ja tehostavan toimintoja. Moneen kehityskohteeseen on olemassa jo valmiita työkaluja, mutta niitä ei ole vielä viety parhaalla tavalla käytäntöön. Lähes kaiken toiminnan katsotaan rakentuvan tiedonhallinnan ympärille, ja se täytyy ottaa huomioon kaikessa – mittaustoiminnan haasteissa ei monesti ole enää kyse tiedon keräämisestä, vaan sen hallinnasta. Mittaustoimijat katsovat itsensä

palveluidentarjoajiksi, joten tärkeimmät kehityskohteet lyhyellä aikavälillä keskittyvät palveluiden kehittämiseen ja palvelumuotoiluun. Teollisuuden tuotekehitykseen verrattavaa tuotekehitystä ei ole, mutta valmiina toimitettuja ohjelmistoja käytetään useasti erikoisillakin tavoilla. Olemassa olevia ohjelmistoratkaisuja yhdistelemällä ja muokkaamalla voi syntyä täysin omiakin ohjelmistopohjaisia prosesseja, joilla saavutetaan kilpailuetua. Varsinaista ohjelmistokehitystä ei kuitenkaan usein ole, eikä mittaustoimijoiden palkkalistoilta tavanomaisesti löydy ohjelmoijia. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

TKI-ideat syntyvät usein yritysten omasta henkilöstöstä, joka tunnistaa jonkin työtehtävän yhteydessä tehokkaampia tai muutoin parempia tapoja sen suorittamiseksi. Jonkin verran myös asiakkaat kysyvät erikoisempia palveluita, synnyttäen kehitystarpeita. Asiakkaat arvostavat ensisijaisesti luotettavuutta, toimitusvarmuutta sekä joustavaa ja yksilöllistä palvelua. Tilaajilla on omia vaatimuksiaan, ja esimerkiksi Väyläviraston ohjeistukset katsotaan alaa positiiviseen suuntaan ohjaaviksi, sillä ne kehittävät koko alan toimintoja ja nostavat vaatimustasoja erityisesti tiedonhallinnassa ja digitalisaatiossa. Varsinkin isoimmissa yrityksissä voi olla omia organisaatorakenteen läpileikkaavia kehitysryhmiään, jotka sovittavat kehitystarpeita ja jakavat tietoa maantieteellisesti laajalla alueella toimiviin yksiköihin. TKI-toimet rahoitetaan yleensä itse tulorahoituksena, poikkeuksena harvalukuisemmat kumppanuudet ulkoisesti rahoitetuissa, usein korkeakouluvetoisissa hankkeissa. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Alan kehitystason katsotaan Suomessa olevan esimerkiksi muita Pohjoismaita ja Eurooppaa pidemmällä. Mittaustoimijoiden vaikuttavuus ilmenee erityisesti rakennusteollisuuden prosesseissa. Alan opinnäytteiden vaikuttavuudessa mittaustoimijoille on suuria eroja – parhaimmillaan ne kehittävät yrityksen toimintaa, tavanomaisimmin työhöjeiden tai muiden ohjeistuksien muodossa. Mittaustoimijat toivovat ammattikorkeakouluilta yhteistyötä osaamisen kehittämisen sekä erilaisten kehitysympäristöjen muodossa. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

4.3.3 Datan jalostajat

Datan jalostajat ovat tavanomaisesti muutaman kymmenen henkilön pk-yrityksiä, joiden tehtävänä on rakennetun ympäristön toimintojen tuottavuuden ja laadun parantaminen. Niiden tarjoamat palvelut ja tuotteet liittyvät usein rakennetun ympäristön, erityisesti rakentamisen prosessien digitalisaatioon, ja ne voivat jossain määrin olla jopa disruptiivisia. Tärkeimpiä asiakkaita ovat julkista fyysisistä omaisuutta hallinnoivat tahot sekä isot insinööritoimistot ja muut konsultit. Yritysten toiminta perustuu vahvasti niiden myymien tuotteiden ja palveluiden kilpailukyvyille, joten ne panostavat paljon TKI-toimintoihin. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Datan jalostajien TKI-toimintaa voidaan kuvata painottuvan (tuote)kehitykseen ja innovaatioihin sekä soveltavaan tutkimukseen. TKI-toiminnasta valtaosa tapahtuu yrityksen sisällä, mutta nämä yritykset ovat esimerkiksi mittaustoimijoita useammin yhteistyössä korkeakouluvetoisissa soveltavan ja perustutkimuksen hankkeissa. Myös innovaatio- ja tuotekehityshankkeita harjoitetaan yhteistyössä muun muassa muiden yritysten sekä tutkimuslaitosten ja valtion virastojen tai liikelaitosten kanssa. Tiedeyliopistojen perustutkimuksen tulosten katsotaan yleensä olevan todella kaukana liiketoiminnallisesti hyödynnettävästä, mutta silti ensiarvoisen tärkeäksi innovaatiokykyisyyden säilyttämisessä. Kilpailevienkin yritysten yhteistyö kansainvälisen menestyksen eteen katsotaan tärkeäksi. TKI-toimet rahoitetaan tavanomaisesti tulorahoituksena, mutta myös esimerkiksi Business Finlandin rahoituksia pyritään hyödyntämään. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Kaiken TKI-toiminnan tavoitteena on tulosten kaupallistaminen. Usein valtaosa TKI-henkilöstöstä on suorassa tuotekehityksessä, mutta osalla on myös erillisiä tutkimusryhmiä, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiin ja -ongelmiin. Näitä tuloksia mietitään tuotehallinnan ja markkinoinnin kannalta – ovatko markkinat valmiit ja voiko tulokset siirtää tuotekehitykseen? Monet datan jalostajat ovat toiminnaltaan ohjelmistopainotteisia ja toimivaa palvelumuotoilua pidetään menestyksen edellytyksenä. TKI-ideat syntyvät yleensä tunnistetuista asiakastarpeista

sekä omasta toimialaymmärryksestä. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Monet yritykset pyrkivät kehittämään toimialaa, jolle ne tarjoavat tuotteitaan ja palveluitaan. Olennaisiksi trendeiksi katsotaan muun muassa mallipohjainen rakennustuotanto, kaupunkimallit, digitaaliset kaksoiset ja älykäs omaisuudenhallinta. Monet toiminnoista perustuvat erilaisten tietovirtojen tehokkaalle ja tarkoituksenmukaiselle hallinnalle ja niihin pyritään kytkemään myös tekoälyä. Liiketoimintamalli voi perustua erilaisten toimialojen, kuten rakennusteollisuuden rakennemuutoksiin, jonka katsotaan antavan myös pienemmille yrityksille uusia menestymisen mahdollisuuksia innovaatioiden kautta. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Toimivan TKI-toiminnan pohjalla on yleensä taitavia matemaatikkoja, fyysikkoja ynnä muita sellaisia teoreetikkoja. Ohjelmistotekniikan osaaminen on myös olennaista. Tällaisia henkilöitä on vaikea löytää töihin; osa heistä ”tarttuu matkaan” yhteisistä tutkimushankkeista korkeakouluista tai hankepohjaisista ohjelmistoprojektitaloista. Moni yritys katsoo voivansa tarjota tutkijalle vakaamman työsuhteen, pitkäjänteisemmän yhteisen vision sekä paremman rahallisen korvauksen. Datan jalostajien strategiat rakentuvat usein TKI:n ja sen kaupallistamisen ympärille ja perustuvat tunnistettuihin asiakastarpeisiin. Toimintaa ohjaavat myös muun muassa valtion virastojen ja liikelaitosten ohjeistukset, jotka katsotaan vievän erityisesti infrarakentamisen toimintoja parempaan suuntaan. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Suomalaisen maanmittausalan toiminnan katsotaan olevan edelläkävijä monesakin suhteessa. Datan jalostajien tuottamat tuotteet ja palvelut parhaimmillaan muokkaavat kokonaisten toimialojen prosesseja, tuottaen kilpailuetua ja merkittäviä säästöjä myös veronmaksajalle. Alan opinnäytetyöt katsotaan hyödyllisiksi niin kehitykselliseltä kuin myynnilliseltä kannalta – kehitysluontoiset opinnäytteet pystyvät tarkastelemaan kiinnostuksenkohteita yritystä neutraalimmin ja löytämään uusia näkökulmia aiheisiin, ja työhöjeenomaiset opinnäytetyöt lisäävät

tuotteiden ja palveluiden tunnettuutta ja saavutettavuutta. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

4.3.4 Maankäyttö ja kiinteistötekniikka

Maankäytön ja kiinteistötekniikan yritykset ovat usein kiinteistötekniikan, -talouden ja -oikeuden sekä maankäytön konsultointipalveluita tarjoavia mikroyrityksiä. Ne suorittavat muun muassa edunvalvontaa ja konsultointia esimerkiksi maanmittaustoimituksiin tai reittisuunnitteluun liittyen. Tärkein asiakaskunta ovat maanomistajina kunnat, yhteisetuudet sekä yksityiset. Palveluita tarjotaan myös alihankintana esimerkiksi isommille insinööritoimistoille tai eri alan konsulteille ja lakitoimistoille, jotka voidaan katsoa myös kilpailijoiksi. Edellä mainittujen kanssa tehdään myös yhteistyötä, joten suhde niihin on hyvin tilannesidonnainen. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke, 2021; Yritystiedot 2022.)

Alan yritykset voivat olla mukana luonteeltaan innovatiivisissa tai soveltavan tutkimuksen yhteistyöhankkeissa, mutta niiden oma TKI-toiminta keskittyy palveluiden kehittämiseen. Palvelu on niiden toiminnan ydintä, ja TKI-ideat lähtevätkin asiakastarpeista – erityisesti yksityishenkilöille kohdistetut palvelut koskevat asioita, joita maallikon voi olla vaikea lähestyä. Myös lainsäädännön muuttuminen vaikuttaa palveluihin, vaatien nopeaa ja asianmukaista reagointia sekä jo tarjottavissa että uusissa palveluissa. TKI-toiminta rahoitetaan yleensä tulorahoituksena, mutta jonkin verran käytetään esimerkiksi Euroopan Unionin rakennerahastoja. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

Maankäytön ja kiinteistötekniikan yritysten tärkeimpinä pitämät trendit ovat digitalisaatio ja siihen liittyen avoin data, erilaisten tietovirtojen yhteensovittaminen, sähköiset palvelut, joukkoistaminen, kaupunki- ja tietomallit, sekä maanomistajien ikärakenteen muutokset ja sukupolvenvaihdokset. Pienille yrityksille avoimet aineistot ja järjestelmät sekä muut open-source-ratkaisut ovat tärkeitä, erityisesti maankäytön suunnittelun palveluissa. Tällä hetkellä valtion ja kuntien

suorittamien maankäytön ja kiinteistötekniikan tehtävien mahdollinen yksityistäminen toisi uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja vaatisi uudenlaista kehitystä, mutta esimerkiksi kiinteistönmuodostuksen tehtävien yksityistämistä ei katsota kovin todennäköiseksi lähitulevaisuudessa. Lähes kaikissa palveluissa korostuvat sopimustekniikan osaaminen sekä palvelumuotoilu. Monet yritykset pitävät myös ongelmana tarkkojen mittaus- ja kartoitustekniikan toimintojen suorittamista, sillä niille on toistuvasti tarvetta, muttei niin useasti, että ammattilaitteistoon investoiminen olisi kannattavaa. (Yrityshaastattelut 2022; Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke 2021.)

5 Määrällinen tarkastelu

Seuraavissa alaluvuissa käsitellään tarkastelunalaisten korkeakoulujen, tutkimuslaitosten sekä yritysten määrällisiä suhteita. Määrällisen tarkastelun tavoitteena on auttaa muodostamaan karkeaa kuvaa toimijoiden keskinäisistä määrällisistä suhteista. Maanmittausalaa on vaikea sijoittaa esimerkiksi Tilastokeskuksen Tieteen ala 2010 -luokitukseseen, eivätkä tilastotietopalvelut tunnusta esimerkiksi julkaisevien organisaatioiden sisäisiä rakenteita. Näiden seikkojen vuoksi analyysitaso vaihtelee, eikä tarkastelua ole aina rajattu tiukasti maanmittausalaan, vaan on haettu siihen liittyviä tieteenalaluokituksia tai asiasanoja. Tällaisen määrällisen tarkastelun edustavuuttakin on siis pidettävä karkeana ja ymmärrettävä tarkastelutason poikkeavan pelkästä maanmittausalan toiminnasta.

Ainoastaan korkeakouluja tarkastellaan samassa tasolla ja laajuudella kuin laadullisesti – tutkimuslaitoksista keskitytään Paikkatietokeskukseen sekä yrityksiä tarkastellaan toimialalaaajuisesti. Lähteinä on käytetty luvussa 3.3.3 Määrällinen aineisto kuvattuja avoimesti saatavia verkkoaineistoja.

5.1 Korkeakoulut

Korkeakoulujen määrällisessä tarkastelussa keskitytään aluksi tarkastelunalaisten korkeakoulujen maanmittausalaan sekä laajemmin rakennettuun ympäristöön liittyvään toimintaan, jolloin aineistona on käytetty OKM:n (2022) Tiedeja-tutkimus.fi-tilastotietopalvelua sekä korkeakoulujen tutkimusportaaleja tai hankeluetteloita. Myöhemmin tarkastelutasoksi vaihdetaan koko korkeakoulu, jolloin aineistona käytetään Suomen Akatemian (2022) Tieteen tila -katsausta.

Tiedeja-tutkimus.fi-aineistoista (Tiedeja-tutkimus.fi 2022) haettiin kaikki julkaisut hakusanalla ”maanmittaus”. Käytetty hakusana on hyvin eksklusiivinen ja jättää pois paljon aiheeseen liittyviä julkaisuja, mutta toisaalta palauttaa vain haluttuja tuloksia. Tieteenaloittain hakeminen tuottaisi myös liikaa aihepiiriin kuulumattomia tuloksia, eikä palvelusta voi hakea laitoksittain tai yksiköittäin. Tuloksena

saatiin yhteensä 501 julkaisua vuosilta 2009–2022; tähän ei hakutavan rajallisuudesta johtuen sisälly kaikkia alan julkaisuja mainitulla aikavälillä, mutta sen katsottiin olevan tarpeeksi edustava otanta määrällisten mittasuhteiden hahmottamiseksi. Lisäksi kokonaisjulkaisumäärät eroteltiin julkaisutyypeittäin OKM:n julkaisutiedonkeruun tyypittelyn mukaisesti. Tulokset esitellään alla taulukossa 1.

Taulukko 1. Korkeakoulujen julkaisumäärät 2009–2022 hakusanalla ”maanmittaus” (Tiedejatutkimus.fi 2022).

Korkeakoulu	Hakusana ”maanmittaus”	A Vertaisarvioidut	B Vertaisarvioimattomat	C Monografiat	D Ammatitieteisölle	E Suurelle yleisölle
Aalto-yliopisto	394 kpl	41 %	2 %	2 %	55 %	<1 %
Lapin ammattikorkeakoulu	8 kpl	0 %	0 %	0 %	88 %	12 %
Metropolia Ammattikorkeakoulu	11 kpl	0 %	18 %	0 %	82 %	0 %
Novia Yrkeshögskolan	0 kpl	-	-	-	-	-

Hankemäärien ja rahoituksen tarkastelussa valittiin tarkastelutasoksi korkeakoulujen rakennetun ympäristön ja tekniikan TKI-toiminnasta vastaavat organisaatiot tai viitekehykset; Aalto-yliopiston tapauksessa Insinööritieteiden korkeakoulu, Metropolia Ammattikorkeakoulun tapauksessa tekniikaksi luokitellut hankkeet, Lapin ammattikorkeakoulun tapauksessa Älykäs rakennettu ympäristö ja Digitaaliset ratkaisut -osaamisryhmät sekä Yrkeshögskolan Novian tapauksessa Merenkulun simulointi (swe. *Automation och fartygssimulation*) ja Kestävä energiateknologia (swe. *Hållbar energiteknik*) -painopisteet. Valittu taso ei kuvaa suoraan maanmittausalan toimintaa, mutta se on katsottu karkeasti edustavaksi otannaksi kuvaamaan toimijoiden välisiä määrällisiä mittasuhteita.

Taulukossa 2 esitetyt tulokset on kerätty edellä mainittujen korkeakoulujen tutkimusportaaleista ja hankeluetteloista vuosina 2009–2022 aloitetuista hankkeista.

Taulukko 2. Korkeakoulujen valitut hankemäärät ja rahoittajat 2016–2022 (Projektit 2022; Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiohankkeet 2022; Lapin AMK:n hankkeet 2022; Automation och fartygssimulation 2022; Hållbar energiteknik 2022).

Korkeakoulu	2016–2022	2009–2022				
	Hankkeita	EU	Suomen Akate- mia	BF / Te- kes	Muu rahoi- tus	Tun- tema- ton
Aalto-yliopisto	531 kpl	31 %	21 %	20 %	28 %	-
Lapin ammatti- korkeakoulu	86 kpl	73 %	-	5 %	22 %	-
Metropolia Am- mattikorkeakoulu	40 kpl	38 %	1 %	17 %	22 %	22 %
Novia Yr- keshögskolan	55 kpl	70 %	1 %	5 %	21 %	3 %

Maanmittausalaa käsittelevän aineiston vähyyden vuoksi korkeakoulujen t&k-toiminnan kokonaisrahoituksen ja työvuosien suhteen tarkastelutasoksi valittiin koko korkeakoulu. Valittu taso ei jälleen kuvaa suoraan maanmittausalan toimintaa, mutta se on katsottu karkeasti kuvaavan toimijoiden välisiä määrällisiä mittasuhteita. Tiedeyliopistoiden työvuodet tilastoidaan suoraan henkilötyövuosina, mutta ammattikorkeakouluista erikseen myös tutkimustyövuosina, joten ne eivät ole täysin vertailukelpoisia. Taulukossa 3 on esitelty tarkasteltavien korkeakoulujen t&k-toiminnan rahoitus, perus- ja omarahoituksen osuus siitä sekä henkilö- tai tutkimustyövuodet.

Taulukko 3. Korkeakoulujen t&k-toiminnan rahoitus ja työvuodet (Tieteen tila 2022).

Korkeakoulu	T&k-toiminnan rahoitus	Perus- ja omarahoi- tus	Henkilö- työvuodet	Tutkimus- työvuodet
Aalto-yliopisto	200 milj. €	48 %	2336	-
Lapin ammattikor- keakoulu	15,7 milj. €	49 %	-	156
Metropolia Ammatti- korkeakoulu	19,4 milj. €	65 %	-	132
Novia Yrkeshögsko- lan	4,8 milj. €	19 %	-	63

5.2 Tutkimuslaitokset

Tutkimuslaitosten määrällisessä tarkastelussa keskitytään valtion tutkimuslaitoksien vertailuun sekä erityisesti Maamittauslaitoksen Paikkatietokeskukseen, joka on tarkasteltavista tutkimuslaitoksista ainoa maanmittausalaan ja sen kulttuuripiiriin selkeästi keskittyvä. Lähestymistapana on vertailla Paikkatietokeskuksen (taulukoissa Maanmittauslaitos) määrällisiä suhteita muihin valtion tutkimuslaitoksiin tekniikan ja luonnontieteiden alalla. Lähteenä on käytetty Suomen Akatemian (2022) Tieteen tila -katsausta.

Taulukossa 4 esitetään valittujen valtion tutkimuslaitosten julkaisumäärät vuosina 2015–2018 sekä niiden tieteellinen vaikuttavuus Top 10 -indeksin avulla. Top 10 -indeksi tarkastelee eniten viitattuun 10 prosenttiin kuuluvien julkaisujen suhteellista osuutta, maailman keskitaso tieteenalalla on 1. Top 10 -indeksi, joka on suurempi kuin 1, tarkoittaa, että maan/organisaation julkaisuista yli 10 % kuuluu aloillaan eniten viitattuun 10 prosenttiin (Bibliometriikka 2022).

Taulukko 4. Tutkimuslaitosten julkaisumäärät ja tieteellinen vaikuttavuus (Tieteen tila 2022).

Tutkimuslaitos	Julkaisumäärä 2015–2018	Top 10 -indeksi
Geologian tutkimuslaitos	148	0,68
Ilmatieteen laitos	434	1,14
Luonnonvarakeskus	768	1,13
Maanmittauslaitos	152	1,52
Suomen ympäristökeskus	306	1,52
Teknologian tutkimuskeskus VTT	1371	0,98

Taulukossa 5 esitetään valittujen valtion tutkimuslaitosten toteutuneet tutkimustyövuodet vuodelta 2020 sekä tutkimustyövuosissa tapahtunut muutos vuodesta 2018 vuoteen 2020. Paikkatietokeskuksen tutkimustyövuosien muutokseen on voinut vaikuttaa Ruokaviraston toiminnan aloittaminen vuonna 2019, kun Elin-
tarviketurvallisuusvirasto, Maaseutuvirasto sekä osa Maanmittauslaitoksen tietotekniikan palvelukeskusta yhdistettiin uudeksi virastoksi (Tieteen tila 2022).

Taulukko 5. Tutkimuslaitosten tutkimustyövuodet ja muutos 2008–2020 (Tieteen tila 2022).

Tutkimuslaitos	Tutkimustyö- vuodet 2020	Muutos 2018–2020
Geologian tutkimuslaitos	93	-21
Ilmatieteen laitos	339	93
Luonnonvarakeskus	753	111
Maanmittauslaitos	111	-12
Suomen ympäristökeskus	294	75
Teknologian tutkimuskeskus VTT	1620	-18

Taulukossa 6 esitetään valittujen valtion tutkimuslaitosten t&k-toiminnan kokonaisrahoitus sekä perus- ja omarahoituksen ja ulkoisten rahoituslähteiden osuudet siitä. Kotimainen muu rahoitus sisältää kotimaiset yksityiset rahastot ja säätiöt, kunnat, ministeriöt (muu kuin valtion perusrahoitus sekä Suomen Akatemian ja Business Finlandin kautta jaettu rahoitus), muun julkisen rahoituksen sekä kotimaiset korkeakoulut. Yritysrahoitus sisältää kotimaiset ja ulkomaiset yritykset. Muu ulkomainen rahoitus sisältää ulkomaiset rahastot ja säätiöt, kansainväliset järjestöt sekä muun ulkomaisen rahoituksen. (Tieteen tila 2022.)

Taulukko 6. Tutkimuslaitosten t&k-toiminnan rahoitus (Tieteen tila 2022).

Tutkimuslaitos	T&k-toiminnan rahoitus	Perus- ja omarahoitus	Suomen Akatemia	Business Finland	Muu kotimainen	Yritysrahoitus	EU-rahoitus	Muu ulkomainen
Geologian tutkimuslaitos	14,8 milj. €	76 %	2 %	3 %	5 %	2 %	12 %	
Ilmatieteen laitos	27,0 milj. €	34 %	25 %	3 %	5 %	1 %	21 %	12 %
Luonnonvarakeskus	87,1 milj. €	61 %	8 %	1 %	21 %	2 %	6 %	1 %
Maanmittauslaitos	9,1 milj. €	51 %	22 %	2 %	10 %	6 %	4 %	5 %
Suomen ympäristökeskus	35,7 milj. €	35 %	13 %	<0,5 %	35 %	1 %	15 %	1 %
Teknologian tutkimuskeskus VTT	192,8 milj. €	37 %	4 %	10 %	6 %	25 %	16 %	2 %

5.3 Yritykset

Yritysten määrällinen tarkastelu suoritetaan aluksi valituille kotimaisille maanmittausalan yrityksille. Myöhemmin tarkastelutasoksi vaihdetaan TOL 2008:n mukainen ”71 Arkkitehti- yms. palvelut” -toimiala. Lähteinä käytetään Fonecta Oy:n (2022) Finder-yritystietopalvelua sekä Tilastokeskuksen (2022) StatFin-palvelun Tutkimus- ja kehittämistoiminta -tilastoja.

Taulukossa 7 on esitetty valittujen kotimaisten maanmittausalan yritysten Fonec-tan luokittelun mukaiset päätoimialat, TOL 2008:n mukaiset toimialat sekä liikevaihtoluokat ja henkilöstöluokat vuonna 2021. TKI-menoja ei ole eritelty, joten taulukko ei suoraan edusta niiden TKI-toiminnan määrällisiä suhteita.

Taulukko 7. Yritysten päätoimialat, toimialaluokitukset sekä liikevaihto- ja henkilöstöluokat vuonna 2021 (Yritystiedot 2022).

Yritys	Päätoimiala	TOL 2008	Liikevaihtoluokka	Henkilöstöluokka
Geotrim Oy	Mittalaitteet, tutkimuslaitteet	46699	10–20 milj. €	20–49 henkilöä
Marjetas Academy Oy	Kaavoitus ja maankäytön-suunnittelu	71121	0,4–1 milj. €	10–19 henkilöä
Mitta Oy	Mittauspalvelut	71121	20–100 milj. €	250–499 henkilöä
MittausGroup Oy	Mittauspalvelut	71126	2–10 milj. €	20–49 henkilöä
Nord Survey Oy	Kaavoitus ja maankäytön-suunnittelu	71121	1–2 milj. €	10–19 henkilöä
Novatron Oy	Maanrakennuskoneiden varaosat	71127	20–100 milj. €	100–249 henkilöä
Prismarit Oy	Mittauspalvelut	71126	1–2 milj. €	10–19 henkilöä

Roadscanners Oy	Suunnittelu- toimisto	71122	2–10 milj. €	20–49 hen- kilöä
Routamap Oy	Ympäristö- suunnittelu	71121	0–0,2 milj. €	1–4 henki- löä
Suomen GPS-Mittaus Oy	Mittauspalve- lut	71121	2–10 milj. €	20–49 hen- kilöä
Suomen Maastotieto Oy	Kaavoitus ja maankäytön- suunnittelu	71121	0–0,2 milj. €	1–4 henki- löä
Terrasolid Oy	Sovellukset ja ohjelmistot	71126	20–100 milj. €	5–9 henki- löä

Seuraavissa taulukoissa 8, 9 ja 10 esitetään TOL 2008 -luokituksen mukaisten ”71 Arkkitehti- yms. palvelut” -toimialan yritysten t&k-menot tutkimustyypeittäin, t&k-työvuodet koulutuksen mukaan ja t&k-toiminnan menot rahoituslähteen mukaan vuosina 2018–2020. On huomioitava, että vaikka suurin osa maanmittausalan yrityksiksi katsottavista yrityksistä lukeutuu valittuun tilastolliseen toimialaan, se sisältää huomattavan paljon myös muita yrityksiä eikä täten suoraan edusta maanmittausalaa.

Taulukko 8. Yritysten t&k-menot tutkimustyypeittäin 2018–2020 (Yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot t&k:n tyyppin mukaan toimialoittain 2022).

71 Arkkitehti- yms. palvelut	2018	2019	2020
Perustutkimus	5 %	11 %	4 %
Soveltava tutkimus	26 %	22 %	17 %
Kehitystyö	69 %	67 %	79 %
Yhteensä (milj. €)	155,7	128,8	114,8

Taulukko 9. Yritysten t&k-työvuodet koulutuksen mukaan 2018–2020 (Yritysten t&k-henkilöstö ja t&k-työvuodet koulutuksen mukaan toimialoittain 2022).

71 Arkkitehti- yms. palvelut	2018	2019	2020
Tohtorit	7 %	7 %	6 %
Lisensiaatit	1 %	2 %	<1 %
Yliopistotutkinto	54 %	52 %	53 %
Ammattikorkeakoulu	30 %	28 %	35 %
Muu koulutus	7 %	10 %	<6 %
Yhteensä (htv)	1360,9	1040,3	909,2

Taulukko 10. Yritysten t&k-toiminnan menot rahoituslähteen mukaan 2018-2020 (Yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot rahoituslähteen mukaan toimialoittain 2022).

71 Arkkitehti- yms. palvelut	2018	2019	2020
Oma rahoitus	76 %	70 %	73 %
Ulkopuolinen rahoitus yhteensä	24 %	30 %	27 %
Business Finlandin avustukset ja lainat	10 %	10 %	15 %
Oman yrityskonsernin ulkomaisten yksiköiden rahoittama	9 %	13 %	4 %
EU-rahoitus	2 %	3 %	4 %
Yhteensä (milj. €)	155,7	128,8	114,8

6 Yhteenveto

Seuraavassa käsitellään tarkastelunalaisten toimijoiden toimintaa yhteenvetomaisesti. Käsittely keskittyy työn tavoitteiden mukaisesti ammattikorkeakouluihin. Lisäksi kuvauksista tehdään johtopäätöksiä sekä jossain määrin myös kirjoittajan omaan tulkintoihin ja näkemyksiin perustuvia ehdotuksia. Lopussa pohditaan myös työn ja sen tavoitteiden toteutumista sekä jatkotutkimuskysymyksiä.

Korkeakoulujen TKI-toiminnan maanmittausalan kenttää hallitsee sekä laadullisesti että määrällisesti tarkasteltuna Aalto-yliopisto. Sen TKI-toiminta on AMK:ihin verraten hyvin monilaatuista, sen volyymit ovat huomattavan paljon niitä suuremmat sekä joillain aloilla se edustaa kansainvälistä huippua. Aalto-yliopiston toiminta painottuu tutkimuslajeiltaan perustutkimukseen, kun taas AMK:jen laissa tarkoitettu TKI-tehtävä on nimenomaan aluetta palveleva soveltava tutkimus. Aalto-yliopiston ja AMK:jen välisestä valtavasta määrällisestä kuiltusta johtuen Aalto-yliopiston voidaan kuitenkin katsoa olevan myös selvästi merkittävämpi ja vaikuttavampi soveltavan tutkimuksen toimija. AMK:jen väliset määrälliset erot ovat pienet; Lapin AMK:n ja Metropolia Ammattikorkeakoulun välillä erot ovat tarkasteluhetkellä vaikeasti hahmotettavissa, eikä Yrkeshögskolan Novian TKI-toiminta vähyydessäänkään paljoa jää jälkeen edellä mainituista, vaikei maanmittauslähtöistä toimintaa juuri ole.

Tutkimuslaitoksista Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksella on hallitseva asema ainoana varsinaisena alaa edustavana valtiollisena tutkimuslaitoksena. Sen toiminta on kansainvälisesti tunnustettua, ja se on joillain aloilla myös kansainvälisesti johtava osaamiskeskus. Muut suomalaiset tutkimuslaitokset eivät ole varsinaisesti maanmittausalan kulttuuripiiriin luettavia, mutta esimerkiksi SYKE, Luke ja GTK harjoittavat eritoten geoinformatiikkaan liittyvää tutkimusta omien tehtäviensä tueksi. Paikkatietokeskuksen toiminta on määrällisen tarkastelun perusteella vaikuttavuudeltaan erinomaista, ja se pääsee näihin tuloksiin suhteellisen pienellä tutkimustyövuosimäärällä. Kokonaisrahoitukseltaan Paikkatietokeskus on myös muita tarkastelunalaisia tutkimuslaitoksia pienempi.

Soveltavien TKI-kysymysten ja -ideoiden lähteissä on ammattikorkeakoulujen välillä havaittavissa pieniä sävyeroja, mutta kaikki pyrkivät tarve- ja ratkaisulähtöiseen tapaan, jossa tutkimuskysymykset pyritään asettelemaan tunnistettujen elinkeinoelämälähtöisten tarpeiden ja ongelmien mukaan. Kaikki korkeakoulu-toimijat pitävät ekosysteemejä ja innovaatiokeskittymiä tarkoituksenmukaisina, tehokkaina ja aikaansa palvelevina tapoina; esimerkkeinä ovat Aalto-yliopiston ja Paikkatietokeskuksen yhteinen rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti MeMo, Lapin AMK:n palvelukonsepti TEQU ja Metropolian Tieto-ohjattu rakentaminen -innovaatiokeskittymä. Noviankin maanmittausalan TKI:ta pyritään rakentamaan yhdessä paikallisten korkeakoulujen ja elinkeinoelämän kanssa. Myös Paikkatietokeskus pitää erilaisia verkostoja ja ekosysteemejä elintärkeinä kehityksen ja disseminaation kanavina; esimerkkeinä tästä ovat Aalto-yliopiston kanssa yhteinen MeMo-instituutti sekä Paikkatietoinnovaatiohubi – The Location Innovation Hub LIH.

Yritysten TKI-lähdöt syntyvät luonnollisesti tarpeesta kehittää yritysten liiketoimintaa kilpailuedun saavuttamiseksi markkinoilla. Suurin osa tarpeista tunnisteetaan asiakaspalautteesta, mutta myös oman strategisen kehitystoiminnan kautta. Joukossa on myös hyvinkin innovaatiokykyisiä yrityksiä, esimerkiksi Novatron Oy ja Terrasolid Oy. Tässä työssä määrällisesti tarkastellut maanmittausalan yritykset ovat liikevaihto- ja henkilöstöluokiltaan hyvin heterogeeninen joukko. TOL 2008 -luokituksen mukaisten ”71 Arkkitehti- yms. palvelut” -toimialan yritysten määrällisten tarkasteluiden pohjalta voidaan yleistää, että alan yritysten TKI-toiminnan tutkimuslaji on yleensä kehitystyö sekä vähäisemmissä määrin soveltava tutkimus. Eräässä haastattelussa yrityksessä toimii erillinen tutkimusyksikkö, joka keskittyy perus- ja soveltavan tutkimuksen kysymyksiin, sekä tuotekehitysyksikkö, joka toimii kehitystyön ja soveltavan tutkimuksen rajoilla. Valtaosan yritysten t&k-työvuosista muodostavat yliopistotutkinnon tai ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneet henkilöt – tohtorit ja lisensiaatit muodostivat vuonna 2020 vain noin 7 % yritysten t&k-työvuosista.

Tärkeimpiä sidosryhmiä tarkastelluille AMK:ille ovat niiden omien alueidensa pk-yritykset sekä muut korkeakoulut. Aalto-yliopiston kumppanuus- ja

asiakkuuspohja on huomattavasti laajempi, leikaten läpi lähes koko yhteiskunnan. Kaikki haastateltavat pitävät tarkoituksenmukaisen ja tehokkaan toiminnan esteenä sisäiset organisaatorajat ylittävän yhteistyön kankeutta ja siiloutumista, joita vastaan aiemmin mainittua ekosysteemiajattelua pidetään hyvänä tapana järjestäytyä. Monialaisissa ja -tieteellisissä tutkimusryhmissä sekä vastaavissa katsotaan syntyvän uudenlaisia ja tarvelähtöisempiä ratkaisuita sekä tapoja harjoittaa tutkimusta, kehitystä ja innovointia. Ekosysteemien brändäys sekä viestintä niiden katsotaan toimiviksi, ja niillä on myös siten positiivisia vaikutuksia TKI-työn vaikuttavuuteen.

Tarkastellut korkeakoulut eivät TKI-toiminnoissaan juuri kilpaile keskenään. Ammattikorkeakoulut sijaitsevat eri alueilla, ja niiden laissa tarkoitettu TKI-tehtävä on palvella ensisijaisesti aluettaan. AMK:jen paljon hyödyntämän Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittavina viranomaisina toimivat alueelliset maakuntaliitot tai ELY-keskukset, jolloin AMK:jen välille ei muodostu suoraa kilpailuasetelmaa rahoituksesta. EAKR myös nimensä mukaisesti painottaa alueellista vaikuttavuutta, joka ohjaa tuensaajia toimimaan nimenomaan alueellisesti. Aalto-yliopisto ja Metropolia sijaitsevat samalla alueella, mutta niiden toimintaperiaatteet ja asiakkuudet eroavat toisistaan siten, ettei selkeää kilpailuasetelmaa ole havaittavissa. Kaikki korkeakoulut pitävät yhteistyötä toisten korkeakoulujen kanssa tärkeänä, mutta maanmittausalan TKI-toiminnan saralla sitä on ollut toistaiseksi vähän eikä se ei ole jatkuvaluonteista.

Aalto-yliopiston TKI-toiminnan rahoituspohja poikkeaa AMK:jen rahoituksesta. Aalto-yliopiston soveltavaa tutkimusta rahoittavat EU:n lisäksi runsaasti myös muun muassa Business Finland, ministeriöt sekä kunnat. Ammattikorkeakoulut tukeutuvat selkeästi EU:n rahoitusohjelmiin, kuten Euroopan aluekehitysrahaston ja Euroopan sosiaalirahaston rahoituksiin. Metropolialle on muita AMK:ja enemmän myönnetty myös Business Finlandin rahoitusta. Paitsi ammattikorkeakoululaki, myös erityisesti EAKR-rahoitus ohjaavat ammattikorkeakouluja yhteistyöhön alueidensa pk-yritysten kanssa. Yritysten TKI-toimintaa rahoitetaan valtaosin omalla tulorahoituksella – merkittävin ulkopuolinen rahoituslähde

on viime vuosina ollut Business Finland. Paikkatietokeskuksen suurin yksittäinen ulkopuolinen rahoittaja on Suomen Akatemia.

Määrällisesti tarkasteltuna Aalto-yliopiston toiminta on ammattikorkeakouluihin verrattuna moninkertaista: sen julkaisu-, hanke- ja rahoitusmäärät ovat parhaimmillaan kymmenkertaisia yksittäisiin AMK:ihin verrattuna. Vaikka tiedeyliopistoista tilastoitavat henkilötyövuodet eivät ole suoraan vertailukelpoisia AMK:ista tilastoitaviin tutkimustyövuosiin, on niissä silti huomattava määrällinen ero. Aiemmin käsitellyn rahoituspohjan lisäksi Aalto-yliopiston toiminta eroaa AMK:ista myös julkaisutoiminnan laadun suhteen, sillä ammattikorkeakoulut tuottavat vain hyvin vähän vertaisarvioituja julkaisuja.

Kaikkien tarkasteltujen korkeakoulujen toimintaa ohjaavat erilaiset strategiat. Usein korkeakoulun yhteinen strategia ohjaa maanmittausalan alaorganisaation strategiaa tai muita tavoitteita – myös tutkimusryhmillä on omiaan. Strategiat katsotaan tärkeiksi työkaluiksi toiminnan pitkäjänteiseksi kehittämiseksi, mutta niiden vaikutus päivittäiseen työhön ei aina toteudu. Parhaimman hyödyn strategiatyöstään vaikuttaa saavan Aalto-yliopisto tutkimusryhmineen sekä MeMo osana sitä. Rahoittajat ja niiden toimintalinjat katsotaan TKI-toimintaa vahvasti ohjaaviksi toimijoiksi. Erityisesti EU:n rahoitusinstrumenttien ohjelmakausien toimintalinjoilla on suuri vaikutus AMK:jen TKI-toimintaan.

TKI-toiminnan henkilöresurssit maanmittausalalla ovat ammattikorkeakoulujen kesken samankaltaiset ja viesti jokaisesta on sama – henkilöstöä ei ole tarpeeksi tai henkilöstöllä ei ole tarpeeksi TKI-resurssia käytettävissään. AMK:t katsovat suurimmaksi TKI-toimintaa rajoittavaksi tekijäksi puutteelliset henkilöresurssit. Valtaosa henkilöresursseista kuluu opetustehtävien suorittamiseen, eikä aikaa jää TKI-toiminnalle tai sen kehittämiseksi. Aalto-yliopiston henkilöresurssit ovat tarpeenmukaisella tasolla, mutta osaamispääoman siirtyminen ulkomaille herättää jonkinlaista huolta.

Aalto-yliopiston maanmittausalan TKI-toiminta on hyvin monialaista ja käsittää hyvin useita maanmittausalaan luettavia alueita. Aalto-yliopiston

tutkimusryhmien osaaminen on hyvin korkeata ja on esimerkiksi laserkeilauksen ja kolmiulotteisen mallinnuksen aloilla maailman kärkeä. Ammattikorkeakoulut eivät ole selkeästi profiloituneet mihinkään tiettyihin substansseihin. Metropolian toiminnasta on havaittavissa jonkinlaista keskittymistä tietomallintamisen aiheisiin, kuten Tieto-ohjattu rakentaminen -innovaatiokeskittymän nimikin kertoo. Lapin AMK on tehnyt strategisen valinnan lähes palvelututkimuksenomaisesta lähestymistavasta TKI-toimintaan, mutta tavoiteltavia substanssikärkeä ei ole.

TKI-tulokset kaupallistuvat Aalto-yliopistossa usein patenttien kautta, mutta toiminnan laajuus verrattuna AMK:ihin luo mahdollisuuksia useisiin muihinkin keinoihin. Perustutkimuksen tulokset kaupallistuvat usein vasta välillisesti – soveltavaa tutkimusta suoritetaan yleensä yhteistyössä yritysten kanssa, jolloin kaupallistaminen voi olla jopa välitöntä. AMK:jen TKI-toiminta usein tähtää lisäarvon luomiseen juuri alueelliselle elinkeinoelämälle, mutta toiminnan vähyydestä johdettujen tulosten kaupallistaminen on myös määrällisesti vähäistä. Samoin kuin tulosten kaupallistumisessa, on Aalto-yliopiston ja AMK:jen välillä selkeä ero muussa vaikuttavuudessa. Aalto-yliopiston maanmittausalan tutkimus on monilla aloilla maailman kärkeä ja monen sen tutkijan h-indeksit ovat maailman huippuja – ammattikorkeakoulujen TKI-toiminta tähtää pääasiallisesti alueelliseen vaikuttavuuteen, ja toiminnan vähäisen volyymin vuoksi niiden vaikuttavuuttakin voidaan pitää varsin maltillisena.

Aineistosta tehtyjen havaintojen perusteella ammattikorkeakoulujen maanmittausalan TKI-toiminta vaatisi AMK-kohtaisten maanmittausalan osaamiskärkien määrittämistä sekä muihin strategisiin valintoihin tarttumista. Mitä AMK:t tavoittelevat toiminnallaan ja kuinka sitä suoritetaan? AMK:t voisivat hyötyä myös yhteisestä TKI-strategiatyöstä tai muista kumppanuuden muodoista, joissa nämä yksittäisten korkeakoulujen valinnat yhteensovitettaisiin palvelemaan alaa valtakunnallisesti ja joiden avulla voitaisiin lähteä tavoitteellisesti kasvattamaan AMK:jen TKI-osaamispääomaa. Hyviä esimerkkejä toimivasta monitahtoisesta hankeyhteistyöstä ovat suurten projektisalkkujen niin kutsutut orkestroinnit.

Erityisesti erilaisten alueellisten arvoketjujen ja klustereiden sekä niissä tapahtuvien muutosten tunnistaminen olisi olennaista AMK:jen TKI-toiminnan kehittämisen kannalta. Näkemykseni mukaan itsearvoisen hanketoiminnan sijasta alan AMK:jen TKI-toiminnan pitkäjänteiseksi kehittämiseksi niiden olisi hyödyllistä analysoida toimintaympäristöään tarkemmin ja toimia suunnitelmallisesti kilpailuedun luomiseksi sekä asiakkailleen että itselleen. Kaiken tämän perustaksi vaaditaan tarvittavia henkilöstöresursseja; aineistosta ei selvinnyt johtuvatko AMK:jen puutteelliset TKI-resurssit organisaatioiden valinnoista mitoitaa henkilöstö opetustehtävän mukaan vai eikö henkilöstöä ole saatavilla.

Ammattikorkeakoulujen TKI-tehtävät ovat niiden pedagogisille tehtäville alisteisia, joten TKI-toimintojen tulisi jollain tapaa palvella myös opetusta. Niin kutsuttu TKIO tai TKI:n ja opetuksen integraatio on useimmissa ammattikorkeakouluissa strategiatasolla huomioitu aihe, kuten Metropolian tavoite tarjota ”TKI-haaste” jokaiselle vuosikurssille osoittaa. Maanmittausalan AMK-opetuksessa TKI:n integraatio opetukseen on havaintojeni mukaan toistaiseksi ollut kuitenkin varsin vähäistä, mikä on helposti selitettävissä itse TKI-toiminnan vähyydellä. Myös maanmittausalan ongelmalliseksi koettu tunnettuus voisi hyötyä erityisesti AMK:jen suorittaman soveltavan TKI-toiminnan tehokkaasta ja avoimesta viestinnästä.

Työlle asettamani tavoitteet saavutettiin. Työstä on onnistuttu luomaan selvityksenomainen yleiskatsaus maanmittausalan soveltavaan TKI-toimintaan Suomessa. Teemahaastattelupohjainen lähestymistapa osoittautui toimivaksi, mutta saturaation saavuttamiseksi tulisi haastatteluita jokaisesta tarkasteltavasta toimijasta suorittaa huomattavasti enemmän. Sisällöllisesti ainoat harmittamaan jääneet seikat ovat Paikkatietokeskuksen ja MeMon hyvin pintapuoliset laadulliset tarkastelut – edellä mainitut ovat aiheen kannalta merkittäviä toimijoita niin valtakunnallisesti kuin kansainvälisestikin, joten niiden mukaan saaminen haastatteluihin olisi tullut varmistaa jo työn varhaisessa vaiheessa. Tämä olisi myös auttanut MeMon sisällöllistä erottamista Aalto-yliopiston ja Paikkatietokeskuksen toiminnankuvauksista, mikä olisi johtanut selkeämpään lopputulokseen. Myös alan elinkeinoelämää ja korkeakoulujen sekä tutkimuslaitosten vaikutusta

siihen olisi voitu kytkeä vahvemmin tehtyihin johtopäätöksiin, mikäli se olisi huomioitu paremmin haastatteluasetelmissa.

Kunnat ovat Suomessa perinteisesti olleet merkittäviä maanmittausalan toimijoita – niille asetettujen lakisääteisten tehtävien vuoksi niiden toimintaan sisältyy paljon tässä työssä käytetyn luokittelun mukaisia maankäytön ja kiinteistöjärjestelmän sekä geoinformatiikan tehtäviä. Täten myös kuntien asema tässä kokonaisuudessa olisi ollut kiintoisa aihe tarkasteltavaksi, vaikka se päätettiin jo valmisteluvaiheessa rajata pois.

Jatkotutkimusaiheita näen erityisesti ammattikorkeakoulujen TKI-toiminnan eri ilmenemismuotojen vaikuttavuudessa. Ammattikorkeakoulut ovat järjestäytyneet usein eri tavoin ja suorittavat TKI-tehtäviään mitä moninaisimmin keinoin. Jokainen ammattikorkeakoulu myös toimii erilaisessa ympäristössä ja tekee strategisia valintojaan sen suhteen. Niin kutsutusti perinteinen hankemaailma ja jokaisen toimijan itse omalla tontillaan puurtaminen eivät enää vastaa tulevaisuuden haasteisiin, vaan resursseja voitaisiin käyttää tehokkaammin ja alueellista vaikuttavuutta, lisäarvoa ja kilpailuetua luoda tarkoituksenmukaisemminkin.

Lähteet

About technobothnia. 2022. Verkkoaineisto. Technobothnia.
<<https://www.technobothnia.fi/technical-collaboration/about-technobothnia/>>
Luettu 7.10.2022.

Ahlavuo, Maria & Hyyppä, Hannu. 2010. Vetovoimaa maanmittausalan ja erityisesti geomatiikan näkyvyyteen A?!” . Verkkoaineisto. Maankäyttö, 1/2010, s. 34–37. <http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk110/mk110_1349_ahlavuo.pdf>
Luettu 15.7.2022.

Ammattikorkeakoululaki. 2014. 14.11.2014/932. 4 §.

Automation och fartygssimulation. 2022. Verkkoaineisto. Yrkeshögskolan Novia.
<<https://www.novia.fi/forskning/alla-projekt-pa-novia/automation-och-fartygssimulation/>> Luettu 18.9.2022.

Avoin tiede:tutkimus. 2022. Verkkoaineisto. Helsingin yliopisto.
<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Avoin_tiede:tutkimus> Luettu 14.7.2022.

Avoin tieto - Inspire. 2022. Verkkoaineisto. Seinäjoki: Ruokavirasto.
<<https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/avointieto/inspire/>> Luettu 14.10.2022.

Bibliometriikka. 2022. Verkkoaineisto. Opetushallinnon tilastopalvelu.
<<https://vipunen.fi/fi-fi/kkyhteiset/Sivut/Bibliometriikka.aspx>> Luettu 17.10.2022.

Definition of the Functions of the Surveyor. 2004. Verkkoaineisto.
Kööpenhamina: FIG. <<https://fig.net/about/general/definition/index.asp>> Luettu 15.7.2022.

Esittely. 2022. Verkkoaineisto. Helsinki: Forum Virium.
<<https://forumvirium.fi/esittely/>> Luettu 8.10.2022.

Fiksukaupunki.fi. 2022. Verkkoaineisto. Forum Virium Helsinki Oy: Fiksu kaupunki -hankekokonaisuus. <<https://fiksukaupunki.fi/>> Luettu 10.10.2022.

Filosofia:perustutkimus. 2022. Verkkoaineisto. Helsingin yliopisto.
<<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Filosofia:perustutkimus>> Luettu 14.7.2022.

Filosofia:soveltava tutkimus. 2022. Verkkoaineisto. Helsingin yliopisto. <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Filosofia:soveltava_tutkimus> Luettu 14.7.2022.

Geoinformatiikan opetus. 2022. Verkkoaineisto. FIUGINET: Geoinformatiikan yliopistoverkosto. <<https://fiuginet.fi/opetus/>> Luettu 20.7.2022.

Haggrén, Henrik. 1998. Maanmittauksen tieteenalan tulevaisuus. Maankäyttö, 1(98), s. 13–16.

Hyyppä, Hannu. 2022. Haastattelu 31.5.2022: Research Director, Aalto-yliopisto. (Haastattelija: Matilainen, J.W.).

Hyyppä, Hannu; Ahlavuo, Marika. & Ylikoski, Elina. 2017. Kestävä ja avoin TKI-toiminta ja uudenlaiset prosessit. AMK-lehti // UAS journal, 2017(3). Verkkoaineisto. <<https://uasjournal.fi/3-2017/kestava-ja-avoin-tki-toiminta/>> Luettu 6.2.2022.

Hållbar energiteknik. 2022. Verkkoaineisto. Yrkeshögskolan Novia. <<https://www.novia.fi/forskning/alla-projekt-pa-novia/hallbar-energiteknik>> Luettu 18.9.2022.

ISO/TR 19122:2004. 2004. Verkkoaineisto. Geographic Information/Geomatics. Vernier: ISO. <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:19122:ed-1:v1:en>> Luettu 15.7.2022.

Kangastie, Helena (toim.) 2016. Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan integrointi opetukseen Lapin ammattikorkeakoulussa. Verkkoaineisto. Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja: Sarja B. Raportit ja selviykset 20/2016. <<https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=5941fe82-a237-4335-a05d-68d022aa93a9>> Luettu 9.4.2022.

Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. 2022. Verkkoaineisto. Tampereen yliopisto. <<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/>> Luettu 16.7.2022.

Laki Geologian tutkimuskeskuksesta. 2011. 11.2.2011/167.

Laki Luonnonvarakeskuksesta. 2014. 27.6.2014/561.

Laki Maanmittauslaitoksesta annetun lain muuttamisesta. 2014. 580/2014.

Laki Suomen ympäristökeskuksesta. 2009. 1069/2009.

Lapin AMKin hankkeet. 2022. Verkkoaineisto. Rovaniemi: Lapin AMK.
<<https://www.lapinamk.fi/fi/Yrityksille-ja-yhteisoille/Lapin-AMKin-hankkeet>>
Luettu 18.9.2022.

Laurila, Pasi. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet (4. p.).
Verkkoaineisto. Rovaniemi: Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja D
nro 3. <<http://www.ramk.fi/fi/Palvelut-tyoelamalle/Julkaisutoiminta/Tekniikka-ja-liikenne/Mittaus-ja-kartoitustekniikan-perusteet>> Luettu 14.7.2022.

Lincoln, Yvonna & Guba, Egon. 1985. Naturalistic Inquiry. Newbury Park: SAGE Publications Inc.

Lyytinen, Anu. 2011. Finnish polytechnics in the regional innovation system :
towards new ways of action. Verkkoaineisto. University of Tampere, School of
Management. Tampere: Tampere University Press. <<https://urn.fi/urn:isbn:978-951-44-8408-7>> Luettu 7.7.2022.

Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hanke. 2021. Lapin AMK.
Rovaniemi: EAKR/Lapin liitto.
<<https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projektikoodi=A76565>> Luettu
14.11.2022.

Mankinen, Katja & Leino, Yrjö. 2021. Identifying research topics and
collaboration networks in Finland: topic modelling of scientific publications in
2008–2019. Verkkoaineisto. Suomen Akatemia.
<<https://www.aka.fi/globalassets/2-suomen-akatemian-toiminta/4-julkaisut/julkaisut/identifying-research-topics-and-collaboration-networks-in-finland.pdf>> Luettu 7.10.2022.

MML 5395/00 01 00/2022. 2022. Maanmittauslaitoksen tutkimuspolitiikka.
Verkkoaineisto. Helsinki: Maanmittauslaitos.
<https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2022/03/MML_Tutkimuspolitiikka_27_01_2022.pdf> Luettu 14.8.2022.

Om Novia. 2022. Verkkoaineisto. Yrkeshögskolan Novia.
<<https://www.novia.fi/om-oss/om-novia>> Luettu 18.9.2022.

Organisaatio. 2022. Verkkoaineisto. Maanmittauslaitos.
<<https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/tietoa-meista/organisaatio>> Luettu
14.10.2022.

Paikkatieto. 2022. Verkkoaineisto. Vantaa: Metsähallitus.
<<https://www.metsa.fi/maat-ja-vedet/paikkatieto/>> Luettu 14.10.2022.

Paikkatietoaineistot. 2022. Verkkoaineisto. Lahti: Metsäkeskus.
<<https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/aineistot-paikkatieto-ohjelmille/paikkatietoaineistot>> Luettu 14.10.2022.

Paikkatietoinnovaatiohubi ehdokkaana suomalaisen ja eurooppalaisen paikkatiedon edistäjäksi. 2022. Verkkoaineisto. Helsinki: Maanmittauslaitos.
<<https://www.maanmittauslaitos.fi/ajankohtaista/paikkatietoinnovaatiohubi-ehdokkaana-suomalaisen-ja-eurooppalaisen-paikkatiedon>> Luettu 7.10.2022.

Paikkatietokeskuksen tutkimusstrategia 2018-2023. 2018. Verkkoaineisto. Helsinki: Maanmittauslaitos.
<<https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2018/06/FGI-tutkimusstrategia-2018-2023.pdf>> Luettu 14.8.2022.

Paikkatietokeskuksen uusien tutkimushankkeiden rahoituksella tuetaan vihreää ja digitaalista siirtymää. 2022. Verkkoaineisto. Helsinki: Maanmittauslaitos.
<<https://www.maanmittauslaitos.fi/ajankohtaista/paikkatietokeskuksen-uusien-tutkimushankkeiden-rahoituksella-tuetaan-vihreaa-ja>> Luettu 7.10.2022.

Pitkäranta, Ari. 2009. Verkkoaineisto. Epälineaarinen arvoketju, Case - Ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystoiminnan organisointi osaksi epälineaarista arvoketjua. Tampereen yliopisto, Johtamistieteiden laitos. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy. Acta Universitatis Tamperensis 1381.
<<https://urn.fi/urn:isbn:978-951-44-7589-4>> Luettu 7.7.2022.

Porter, Michael. (1980). Competitive Strategy. New York: The Free Press. Projektit. 2022. Verkkoaineisto. Aalto-yliopisto.
<<https://research.aalto.fi/fi/projects/>> Luettu 18.9.2022.

Rakennetun ympäristön laitos. 2022. Verkkoaineisto. Aalto-yliopisto.
<<https://www.aalto.fi/fi/rakennetun-ympariston-laitos>> Luettu 15.7.2022.

Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti MeMo. 2022. Verkkoaineisto. Aalto-yliopisto. <<https://www.aalto.fi/fi/rakennetun-ympariston-laitos/rakennetun-ympariston-mittauksen-ja-mallinnuksen-instituutti-memo>> Luettu 18.10.2022.

Tella, Ari. 2015. Maanmittauslaitos muuttuu ja mukautuu. Verkkoaineisto. Maankäyttö, 1(2015), 15–17.

<http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk115/mk115_1801_tella.pdf> Luettu 18.10.2022.

TEQU:n tarina. 2022. Verkkoaineisto. TEQU. <<https://www.tequ.fi/fi/about-tequ/>> Luettu 18.10.2022.

Tiedejatutkimus.fi. 2022. Verkkoaineisto. Opetus- ja kulttuuriministeriö. <<https://tiedejatutkimus.fi/fi/>> Luettu 28.8.2022.

Tieteen tila. 2022. Verkkoaineisto. Helsinki: Suomen Akatemia. <<https://www.aka.fi/suomen-akatemian-toiminta/tietoaineistot/tieteen-tila/>> Luettu 28.8.2022.

Tieteenala 2010. 2010. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <<https://www2.stat.fi/fi/luokitukset/tieteenala/>> Luettu 17.8.2022.

Tieto-ohjattu rakentaminen. 2022. Verkkoaineisto. Metropolia. <<https://www.metropolia.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/innovaatiokeskittymat/tieto-ohjattu-rakentaminen>> Luettu 17.8.2022.

Timmerbacka, Sem. 2022. Haastattelu 25.4.2022: Utbildningsledare, Yrkeshögskolan Novia. (Haastattelija: Matilainen, J.W.)

Toimialaluokitus 2008. 2008. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/fi/luokitukset/toimiala/toimiala_1_20080101/> Luettu 20.9.2022.

Tutkijan ääni Hannu Hyypä: Tiedettä koko yhteiskunnalle. 2020. Verkkoaineisto. Tieteellisten seurain valtuuskunta. <<https://avointiede.fi/fi/ajankohtaista/tutkijan-aani-hannu-hyypa-tiedetta-koko-yhteiskunnalle>> Luettu 7.10.2022.

Tutkimus. 2022. Verkkoaineisto. Maanmittauslaitos. <<https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus>> Luettu 14.8.2022.

Tutkimus- ja kehittämistoiminta. 2022. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/meta/kas/t_ktoiminta.html> Luettu 14.7.2022.

Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiohankkeet. 2022. Verkkoaineisto. Metropolia. <[https://www.metropolia.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/hankkeet?field_of_study\[34\]=34](https://www.metropolia.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/hankkeet?field_of_study[34]=34)> Luettu 18.9.2022.

Tutkittua ympäristötietoa kestävyysmurroksen edistämiseksi. 2022. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus. <https://www.syke.fi/fi-FI/SYKE_Info> Luettu 12.10.2022.

Tähkävuori, Anna-Stina. 2022. Haastattelu 19.5.2022: Innovaatiojohtaja, Metropolia Ammattikorkeakoulu. (Haastattelija: Matilainen, J.W.)

Valtioneuvoston asetus Geologian tutkimuskeskuksesta. 2011. 168/2011.

Vatanen, Matti & Matilainen, Janne W. (2022). Maanmittausalan TKI-toiminnan kehittäminen Lapin AMKissa. Verkkoaineisto. Rovaniemi: Lapin ammattikorkeakoulu. Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset 7/2022. <<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-316-436-9>> Luettu 16.7.2022.

Vermeer, Martin. 2019. Geodesia: Kaiken perusta. Verkkoaineisto. Helsinki: Aalto-yliopiston julkaisusarja TIEDE + TEKNOLOGIA, 3/2019. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-8873-0>> Luettu 17.10.2022.

Virranniemi, M. 2015. Tutkimus- ja innovaatiojohtaminen suomalaisissa yliopistoissa. Verkkoaineisto. Lapin yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. Rovaniemi: Lapin yliopistopaino. Acta Electronica Universitatis Lapponiensis 160. <<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-484-782-7>> Luettu 16.2.2022.

Virtanen, Juho-Pekka. 2022. Haastattelu 6.6.2022: Tekninen asiantuntija, Forum Virium Helsinki Oy. (Haastattelija: Matilainen, J.W.)

Väyläviraston avoin data. 2022. Verkkoaineisto. Väylävirasto. <<https://vayla.fi/vaylista/aineistot/avoindata>> Luettu 14.10.2022.

Yrityshaastattelut. 2022. Yritysten edustajien haastattelut insinööriyötä varten 08.04.–06.06.2022. (Haastattelija: Matilainen, J.W.)

Yritysten t&k-henkilöstö ja t&k-työvuodet koulutuksen mukaan toimialoittain. 2022. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://pxweb2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__tkke/?tablelist=true> Luettu 20.9.2022.

Yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot rahoituslähteen mukaan toimialoittain. 2022. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://pxweb2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__tkke/?tablelist=true> Luettu 20.9.2022.

Yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot t&k:n tyypin mukaan toimialoittain. 2022. Verkkoaineisto. Tilastokeskus.
<https://pxweb2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__tkke/?tablelist=true>
Luettu 20.9.2022.

Yritystiedot. 2022. Verkkoaineisto. Fonecta. <<https://www.finder.fi/>> Luettu 20.9.2022.

Älykäs rakennettu ympäristö. 2022. Verkkoaineisto. Rovaniemi: Lapin AMK.
<<https://www.lapinamk.fi/fi/Esittely/Osaamisryhmat/Alykas-rakennettu-ymparisto>> Luettu 14.9.2022.

Teemahaastattelurunko

- Maanmittausalan määrittely
- Maanmittausalan jakaminen toiminta-aloihin

- Organisaation tehtävä tai missio
- Organisaation asema tai rooli toimintaympäristössä

- Maanmittauksen merkitys organisaatiolle ja sen toiminnalle
- Painotus maanmittausalan eri toiminta-aloilla

- Maanmittausalan TKI-toiminnan painotus organisaatiossa
 - o Perustutkimus
 - o Soveltavaa tutkimus
 - o Muu TKI-toiminta
- TKI-tarpeiden, -kysymysten ja -ideoiden lähteet
- TKI-toiminnan rahoitus
- TKI-yhteistoiminta/-työ ulkoisesti
 - o Elinkeinoelämä
 - o Korkeakoulut
 - o Tutkimuslaitokset
- Yhteistoiminta/-työ sisäisesti
- Sisäisen ja ulkoisen yhteistoiminnan/-työn merkitys
- Kilpailu sisäisesti ja ulkoisesti

- TKI-toiminnan strateginen ja muu ohjaus
- Strategian merkitys ja hyöty
- TKI-toiminnan henkilöresurssit
 - o Osaaminen
 - o Henkilömäärä
 - o Työaika
- Vahvimmat osaamisalat ja painopisteet/osaamisprofiili
- Tulosten ja innovaatioiden kaupallistaminen

- Maanmittausalan TKI-toiminnan merkitys suomalaiselle yhteiskunnalle
- Suomalainen maanmittausalan TKI-toiminta suhteessa muuhun maailmaan
- Maanmittaustekniikan opinnäytteiden merkitys toiminnalle/elinkeinoelämälle