

Maanmittausalan TKI-toiminnan kehittäminen Lapin AMKissa

23.3.2022

Kirjoittajat:

Matti Vatanen

Janne Matilainen

Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys

TEQU / Lapin AMK

JOHDANTO	3
MAANMITTAUSALA	4
Maanmittaustoimialan määrittely	4
Maanmittausalan koulutustoiminta Suomessa	4
Maanmittausalan toiminta Lapissa	5
MAANMITTAUSALAN GLOBAALIT TRENDIT	7
Avoimet aineistot ja -lähdekoodi sekä joukkoistaminen	7
Spatial big data	8
Miehittämättömät ilma-alukset	8
Kaukokartoituksen kehitys	9
Aineiston käsittelyn automaatio	10
Liikenteen automaatio ja infran älykäs omaisuudenhallinta	10
Tietomallinnus	11
Paikannuksen kehitys ja ympäristön muutokset	11
Ilmastonmuutos	12
ESISELVITYKSEN MENETELMÄT JA TIEDONKERUU	13
MAANMITTAUKSEN TOIMIALA-ANALYYSI SUOMESSA	14
5 voimaa kertoo markkinoiden rakenteen	14
Maanmittausalan kilpailu	15
Isot insinööritoimistot	15
Mittaustoimijat	16
Datan jalostajat	16
Maankäyttö ja kiinteistötekniikka	17
Maanmittausalan ostajat	17
Maanmittausalan toimittajat	18
Maanmittausalalle vaihtoehtoiset tuotteet	19
Maanmittausalan uudet potentiaaliset tulijat	19

MAANMITTAUSALAN TKI-TOIMINNAN STRATEGIA LAPIN AMKISSA 2022	21
Kestävää kilpailuetua TKI-toiminnan strategialla	21
Maanmittausalan TKI-toiminnan uniikki arvolupaus	21
Uniikki arvoketju	24
Primääriarvoketju	25
Sekundääriarvoketju	27
Rajaukset ja poisvalinnat	29
Toimintojen yhteensopivuus	29
Toiminnan jatkuvuus	29
LÄHTEET	31

JOHDANTO

Maanmittauksen toimiala digitalisoituu kovaa vauhtia ja digitaalinen pelikenttä koskee paitsi alan toimijoiden teknologiapohjaisia tuotteita ja palvelutuotantoa, myös niiden arvoketjujen kaikkia muitakin toimia, esimerkiksi markkinointia ja myyntiä. Digitalisaatio luo alan toimijoille paineen kehittää toimintojaan kilpailukyvyyn ylläpitämiseksi ja uusien vahvuuksien luomiseksi. Lapin ammattikorkeakoulu on toinen maanmittausalan ammattikorkeatasoinen kouluttaja Suomessa. Lapin ammattikorkeakoulussa on tunnistettu tarve kehittää maanmittausalan TKI-toimintaa palvelemaan alan kehitystä Suomessa. Soveltavaa tutkimus- kehitys- ja innovaatiotoimintaa alalla tehdään verrattaen vähän, varsinkaan Lapissa, jossa sijaitsee väestöpohjaan suhteutettuna merkittävä alan osaamiskeskittymä.

Tämä julkaisu käsittelee Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -projektin toimenpiteet ja tulokset. Projektissa luodaan Lapin ammattikorkeakoulun maanmittausalan TKI-toiminnan strategia vastaamaan maanmittausalan kentältä nouseviin tarpeisiin. Lapin ammattikorkeakoululla ei ole ollut maanmittausalan systemaattista TKI-toimintaa vuoteen 2021 mennessä. Esiselvityshankkeen tavoitteena onkin luoda strategia, jonka avulla Lapin ammattikorkeakoulun maanmittausalan TKI-toiminta saa kilpailukykyiset lähtökohdat alkaa tuottamaan alueen elinkeinoelämää kehittävää tutkimus- kehitys- ja innovaatiotoimintaa pitkäjänteisesti.

Esiselvitys pohjautuu maanmittauksen toimialan määrittelyyn, alalta nousevien tarpeiden ja kehitysideoiden tunnistamiseen, alan globaalien trendien katsaukseen, toimialan kilpailuvoimien analysointiin ja kilpailukykyisen TKI-strategian luomiseen. Toimialan määrittely ja globaalien trendien katsaukset toteutetaan kirjallisiin lähteisiin perustuen. Alalta nousevien tarpeiden ja kehitysideoiden sekä toimialan kilpailuvoimien tunnistaminen toteutetaan yritysten, alan organisaatoiden ja koulutustoimijoiden haastattelujen avulla.

TKI-toiminnan strategian luonti perustuu tähän kirjallisten lähteiden ja haastatteluaineistojen dataan. Aineiston jäsentelyssä, strategisessa analysoinnissa sekä TKI-strategian luomisessa hyödynnetään viiden kilpailuvoiman mallia sekä arvoketjuteoriaa. Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hankkeen toteutuksen mahdollistaa Lapin Liiton myöntämä Euroopan

aluekehitysrahaston tuki. Hankkeen kokonaiskustannus on 81 144 €, josta EAKR- ja valtion rahoitusta on 64 914 €.

MAANMITTAUSALA

Maanmittaustoimialan määrittely

Maanmittaus on toimialana määriteltävissä usein eri tavoin, mutta liiketoiminnallisesti se käsitetään tavanomaisesti sisältävän TOL 2008 toimialaluokituksen ”71121 Yhdyskuntasuunnittelu” -mukaisia toimintoja. Tällaisia ovat esimerkiksi mittaus- ja kartoitustekniset palvelut, yhdyskunnan toiminnalliset ja tekniset suunnittelupalvelut sekä ennusteet, karttainformaatioon ja mallintamiseen liittyvät toiminnot ja sovellukset sekä kaavoitus-, maankäytön-, alueiden- ja tonttien suunnittelu. Maanmittaus toimialana palvelee useita muita toimialoja esimerkiksi maa- ja metsätaloudesta teollisuuteen, kaivostoimintaan ja rakentamiseen, sekä virkatehtävillään turvaa maanomistuksen ja luototusjärjestelmän ylläpitämällä kiinteistöjen ja osakehuoneistojen tietoja rekistereissään sekä huolehtimalla omistusoikeuksien rekisteröinnistä ja kiinnityksistä (MML 2021a). Julkishallinnossa maanmittausalan tehtäviin kuuluvat mm. kiinteistöjärjestelmään sekä maan omistukseen ja -käyttöön liittyvät tehtävät, sekä paikkatiedon tuottaminen ja käsitteleminen päätöksenteon ja elinkeinoelämän tueksi.

Maanmittausalan koulutustoiminta Suomessa

Maanmittaustekniikan perustutkintoja koulutetaan Suomen ammattiopistoissa ympäri maan. Ammattikorkeakouluopetusta tarjoavat pääsääntöisesti vain Lapin AMK Rovaniemellä sekä Metropolia AMK Helsingissä, mutta myös Novia on hiljattain aloittanut uudelleen maanmittausinsinöörien ruotsinkielisen AMK-insinöörien koulutuksen Vaasassa. Tiedeyliopistoista Aalto-yliopiston rakennetun ympäristön laitoksella on mm. kiinteistötalouden ja geoinformatiikan tutkimusta sekä opetusta. (MML 2021b.) YAMK-ohjelmia järjestetään satunnaisesti, nykyisin vain Metropoliaassa, ja niiden opetussuunnitelmat keskittyvät usein julkisen sektorin tarpeisiin, sillä erityisesti kunnilla on tarvetta ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneille maanmittaajille.

Perustutkinnon suorittaneet kartoittajat työskentelevät yleensä suorittavissa maastotehtävissä, joiden tavoitteena on usein kerätä dataa ympäristöstä tai merkitä suunnitelmia maastoon. AMK-insinöörin tehtäväkuva on hyvin laaja ja tehtävät voivat olla hyvinkin vaihtelevia. Julkiselle työllistyvät maanmittausinsinöörit ovat pääsääntöisesti Maanmittauslaitoksen tai kuntien palveluksissa, joiden asiantuntija- ja virkatehtävät keskittyvät usein kiinteistörekisterinpitoon, kiinteistötoimituksiin ja maankäyttöön. Yrityksissä työskentelevät insinöörit ovat yleensä asiantuntija-, suunnittelu- ja johtamistehtävissä. Kaupallisesti erityisesti infrarakentaminen työllistää maanmittaustekniikan insinöörejä. Laki asettaa kelpoisuusvaatimuksia muun muassa toimitusinsinööreille, joten esimerkiksi tietynlaisia kiinteistötoimituksia voi suorittaa tai kunnan kiinteistörekisterin pitäjänä voi toimia vain soveltuva diplomi-insinööri. Yleisesti ottaen diplomi-insinöörien tehtäväkenttä koostuu AMK-insinöörejä useammin vaativammista asiantuntijatehtävistä sekä kehitys- ja tutkimustyöstä.

Maanmittausalan toiminta Lapissa

Maanmittaustekniikan korkeakouluopetusta annetaan merkittävässä määrin vain Rovaniemellä ja pääkaupunkiseudulla, sekä lisäksi ruotsinkielistä opetusta jossain määrin Vaasassa (MML 2021b). Valtakunnallisesti merkittävä osa valmistuvista maanmittaustekniikan insinööreistä koulutetaan Rovaniemellä, joten ammattikorkeakoulujen alueellisista tehtävistä poiketen Lapin AMKilla on osittain myös valtakunnallinen koulutusvastuu maanmittaustekniikan opetuksessa. Tämä näkyy maanmittaustekniikan opiskelijoiden sekä ammattilaisten suurena määränä alueen väestöpohjan suhteen. Osaavan työvoiman tarjonnan sekä muun muassa kaivosteollisuuden ja Pohjois-Ruotsin läheisyyden luoman kysynnän vuoksi Lapissa onkin useita alan yrityksiä joiden liiketoiminta on vireää, kannattavaa ja kasvavaa. Rovaniemi on Lapin hallinnollinen keskus sekä opiskelukaupunki, joten näiden yritysten päätoimipisteet keskittyvät yleensä sinne - yrityksen toimivat kuitenkin ympäri Pohjoismaita, eikä lappilaisten alan yritysten toiminta keskity pelkästään Suomen Lapin alueelle.

Kuntien palveluksessa on viranhaltijoina sekä toimissa useita maanmittaustekniikan osaajia; heidän tehtävänsä keskittyvät usein maankäytön suunnitteluun, maanhankintaan, ympäristöviranomaisen tehtäviin, kiinteistötoimituksiin, kiinteistörekisterinpitoon sekä muihin kunnille asetettuihin tehtäviin. Erityisesti Rovaniemen kaupungin laajat tehtävät myös ympäruskunnissa vaativat huomattavasti maanmittaustekniikan ammattilaisia, mutta myös esimerkiksi Tornion ja Kemin kaupungit suorittavat asemakaava-alueillaan

kiinteistönmuodostamislain mukaiset kiinteistötoimitukset. (MML 2021c.) Maanmittauslaitoksella on Lapissa useita toimipisteitä valtakunnallisten tehtäviensä suorittamiseksi alueella. Tehtävänkuva on laaja, ja siihen kuuluvat mm. huolehtiminen kiinteistönmuodostamisesta, paikantamisen perustasta ja peruspaikkatietojen tuottamisesta sekä tarvittavien rekisterien ylläpitämisestä (Laki Maanmittauslaitoksesta 2018). Karkeasti voidaan jaotella kunnilla usein olevan enemmän kiinteistötieteisiä tehtäviä asemakaava-alueilla, Maanmittauslaitoksen huolehtiessa Lapin runsaista asemakaava-alueiden ulkopuolisista alueista. Myös muut valtion organisaatiot suorittavat maanmittauksen alaan kuuluvia tehtäviä, yleensä omien tehtäviensä tueksi. Tällaisista organisaatioista merkittävimpänä Lapissa Metsähallitus ja Geologian tutkimuskeskus.

Maanmittausalan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta on Lapissa vähälukuista, vaikka ala onkin alueeseensa nähden suuri. Maanmittauslaitoksen tutkimus-, kehitys- ja valtakunnallisten mittausperustojen ylläpitotehtäviä hoitavan (Valtioneuvoston asetus Maanmittauslaitoksesta 2018) tutkimus- ja asiantuntijalaitos Paikkatietokeskuksen (ent. *Geodeettinen laitos*) tutkimustoiminta painottuu Etelä-Suomeen, vaikka tutkimuksia suoritetaan ympäri valtakuntaa. Organisatorisesti itsenäistä alan TKI-toimintaa suoritetaan Lapissa hyvin vähän; myöskään Lapin ammattikorkeakoulun Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmällä ei ole maanmittaustekniikan alan tutkimusryhmää tai määrämuotoista ja säännöllistä TKI-toimintaa.

MAANMITTAUSALAN GLOBAALIT TRENDIT

Osiossa käsitellään maanmittausalan globaaleja trendejä lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. Käsiteltävät aiheet risteävät monilta osin ja niillä on useita yhteisiä teemoja, eivätkä ne kaikki ole toisistaan riippumattomia. Käsiteltävät trendit ovat kaikki jo käynnissä, mutta tulevaisuus näyttää niiden lopulliset kehityssuunnat ja merkitykset. Tässä tekstissä käsiteltävät aiheet ovat teknisluontoisia; lisäksi alalla on useita liiketoimintaan sekä lainsäädäntöihin liittyviä muutoksia, jotka kuitenkin ovat usein varsin paikallisia, joten niitä ei tässä osiossa käsitellä. Useita aiheita peilataan myös kansallisella tasolla Maa- ja metsätalousministeriön paikkatietopoliittisessa selonteossa (MMM 2018) asetettuihin kehittämistoimenpiteisiin ja visioon. Käsiteltävät trendit eivät ole tärkeys- tai arvostusjärjestyksessä, eikä niille ole sellaista luotu.

Avoimet aineistot ja -lähdekoodi sekä joukkoistaminen

Avointen (*open source*), eli maksuttomasti ja vapaasti saatavien paikkatietoaineistojen saatavuus on viime vuosina parantunut sekä kansainvälisesti että kansallisesti. Suomessa tilanne on ollut jo entuudestaan hyvä ja useita julkishallinnon tuottamia aineistoja on pitkään ollut avoimesti saatavilla. Kotimaisten julkisten aineistojen jakelusta huolehtivat niistä vastaavat viranomaiset, mutta näitä on koottu esimerkiksi Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamaan Paituli-verkkopalveluun (2021) ja CSC:n verkkosivuille (2021). Avoimet paikkatietoaineistot voivat olla esim. perinteisiä kartta-aineistoja, tilastokeskusten paikkatietoja sekä satelliitti- ja ilmakuvia. Avoimet aineistot luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja muuttavat vanhoja; konsulttiyhtiö McKinseyn mukaan julkisen sektorin aineistojen avaamisella on selkeät taloudellisesti positiiviset kokonaisvaikutukset (Chui, Farrell & Jackson 2014), samoin kuin vapaassa jakelussa olevilla avoimen lähdekoodin ohjelmistoilla, kuten esimerkiksi QGIS-paikkatieto-ohjelmistolla (QGIS 2021). Avoimen lähdekoodin ohjelmistoja on perinteisesti kehitetty yhteisöissä tai yhteisöllisesti, mutta myös paikkatiedon keräämistä ja käsittelyä on joukkoistettu, tunnettuna esimerkkinä OpenStreetMap (2021). Trendin teemat risteävät mm. spatial big datan sekä liikenteen automatisoitumisen ja infrastruktuurin reaaliaikaisen seurannan kanssa. Paikkatietopoliittisessa selonteossa (MMM 2018) ehdotettuun kehittämiskohteeseen “kehitetään yhteistä paikkatiedon ekosysteemiä” kuuluu myös julkishallinnon avoimien paikkatietopalveluiden kehittäminen.

Spatial big data

Niin kutsutusta big datasta jopa valtaosa on spatiaalista, eli paikkaan sidottua (Huang & Wang 2018). Paikkatiedon kontekstissa puhutaan usein spatiaalisesta big datasta, joka tarkoittaa erikoisen laajoja aineistoja jotka usein mainitaan eroavan tavanomaisesta datasta kolmen V:n kautta - *volume*, *variety* & *velocity*, eli määrän, moninaisuuden ja nopeuden vuoksi (Niemi 2016; Yaragal 2018). Lähes jokaisella ongelmalla on sijainnillinen aspekti jota voidaan hyödyntää niiden ratkaisemisessa; esimerkiksi The Millenium Projectin määrittelemistä 15:sta globaalista haasteesta (2020) spatiaalista big dataa voidaan hyödyntää lähes jokaiseen, mutta erityisesti kestävään kehitykseen, puhtaan veden saatavuuteen, väestöllisiin ongelmiin sekä konfliktien ratkaisuun (Niemi 2016). McKinseyn raportin mukaan (Grant, Razdan & Shang 2014) paikkatiedolla ja spatiaalisella big datalla voidaan julkishallinnon yhteydessä edistää mm. tiedonjakelua, suunnittelua ja analyysia sekä palveluiden tuottamista ja niiden jakelua.

Paikkatiedon ja spatial big datan hyödyntäminen auttaa päätöksenteossa ja yleisessä tehokkuuden parantamisessa kaikilla julkishallinnon toimialoilla. Raportissa mainitaan kolme pääaluetta geospaatialisen analyysin potentiaalin hyödyntämiseen kaupunkien tuottamissa palveluissa: *information dissemination, urban planning & service delivery*. Kaikki “tavanomaisen big datan” suhteen tehty kehitys edistää myös paikkatiedon käsittelyä (Yaragal 2018). Tietoturva ja -suoja ovat paikkatiedon ja spatiaalisen big datan suhteen tärkeitä aiheita, ja paikkatietopoliittisessa selonteossa erääksi kehittämistavoitteeksi onkin asetettu täsmentää erityisesti paikkatietoihin liittyviä turvallisuusnäkökulmia ml. tietoturva ja yhteiskunnan kokonaisturvallisuuden vaarantumattomuus (MMM 2018). Trendin teemat risteävät mm. avoimien aineistojen, liikenteen automatisoitumisen ja infran reaaliaikaisen seurannan sekä kaukokartoituksen ja tietomallinnuksen kehityksen kanssa.

Miehittämättömät ilma-alukset

Miehittämättömät ilma-alukset (*UAV, RPAS, drone* jne.) ovat tulleet maanmittauksen kenttään vuosia sitten ja ne ovat alalla jo hyvin yleisiä työkaluja. Aluksi niiden mahdollisuuksiin ja sovellutuksiin liittyi paljon epätietoisuutta, mutta nykyisellään miehittämättömät ilma-alukset ovat löytäneet jo omat tavanomaisimmat sovelluksensa ja uusia kehitetään ja ideoidaan koko ajan. Miehittämättömiä ilma-aluksia käytetään maanmittausalalla pääasiallisesti aineiston keräämiseen laajoilta tai luoksepääsemättömiltä/vaarallisilta alueilta. (Honkavaara, Hakala & Nevalainen 2018). Lisäksi teknologinen kehitys luo alati uusia mahdollisuuksia; odotetuimpana laserkeilauksen yleistyminen yhdistettynä sen tuottaman aineiston käsittelyn kehittyvään automatisaatioon. Pääasiallinen tiedonkeruumenetelmä tällä hetkellä on fotogrammetrinen, jonka lisäksi laserkeilauksen ja hyper-/multispektraalikuvauksen saatavuus sekä soveltuus miehittämättömään ilma-ilmailuun paranevat alati. Uusien tiedonkeruumenetelmien lisäksi suurta odotusarvoa on myös automatisaatioissa, useiden alusten sensorifuusiassa, joukkoistamisessa sekä eri seuranta- ja valvontasovellutuksissa. (Guo & Su 2020; Guo & Su 2021). Trendin teemat risteävät mm. kaukokartoituksen yleisen kehityksen, aineiston käsittelyn automaation, tietomallien ja mittaustekniikan yleisen kehityksen kanssa.

Kaukokartoituksen kehitys

Kaukokartoituksen (*remote sensing*) näkyvimmat kehityssuunnat viime aikoina ovat olleet laserkeilauksen koon, painon ja hintojen pieneneminen, sekä mobiililaserkeilauksen yleinen

kehitys. Nämä kehityssuunnat ovat tähdänneet laserkeilauksen läpimurtoon miehittämättömissä ilma-aluksissa, sillä suurimmat ongelmat sen soveltamisessa miehittämättömään ilmailuun ovat toistaiseksi olleet juurikin laitteiden suuri paino ja kalliit kustannukset. (Torres 2021). Laserkeilauksella on tiettyjä etuja kameralla suoritettavaan fotogrammetriseen kaukokartoitukseen nähden, mutta toistaiseksi laserkeilauksen kustannukset ja painon aiheuttamat lyhyet käyttöajat ovat luoneet haasteita sen laajemmalle hyödyntämiselle. Maa-ajoneuvoista kuten henkilöautoista suoritettavat mobiilimittaukset ovat teknisesti jo hyvin kehittyneellä tasolla ja tiedonkeruu on erittäin tehokasta ja tarkkaa, mutta niiden mahdollisuuksia ja potentiaalia ei hyödynnetä vielä täydellä laajuudella (Haapa-aho 2021). Myös kuluttajatasoisiin mobiililaitteisiin kuten puhelimiin ja tabletteihin on alettu sisällyttämään kaukokartoitussensoreita, kuten laserkeilaimia ja infrapunaprojektoreita (Apple 2021). Kuluttajalaitteiden sensoreiden tarkkuus, luotettavuus ja laatu ovat luonnollisesti ammattilaitteita heikompia, mutta niiden ollessa suhteellisen edullisia ja saavutettavia, on enää vain ohjelmointi- ja menetelmäkysymys hyödyntää näitä laajemmassa mittakaavassa. Painon, koon ja hinnan pieneneminen on vaikuttanut myös perinteiseen avaruudesta käsin satelliitein suoritettavaan kaukokartoitukseen. Pienoissatelliitit, kuten suomalaisen Iceye Oy:n (2021) SAR-tutkaa hyödyntävät mikrosatelliitit ovat luoneet mahdollisuuksia uudenkaltaisille kaukokartoitusta hyödyntäville liikeideoille ja -toimintamalleille. Trendin teemat risteävät mm. aineiston käsittelyn automaation ja miehittämättömien ilma-alusten kanssa.

Aineiston käsittelyn automaatio

Kuten aiemmissa kohdissa on todettu, tulee tiedonkeruu tehostumaan ja sen tarkkuus sekä laatu paranevat. Tämä luo ongelmia aineiston käsittelylle, sillä kerättävän tiedon määrä on jo nykyisin valtava ja sitä tulee pystyä käsittelemään tehokkaasti; monia jo nykyisiä tiedonkeruumenetelmiä käyttäen voidaan kerätä suuria määriä laadukasta aineistoa vaikka ympäri vuorokauden, mutta pullonkaulaksi muodostuu niiden käsittely (Haapa-aho 2021). Erilaisten ajantasaisten tietomallien yleistyessä tulee suorituskykyjä niiden käsittelemiseksi myös tehostaa ja ratkaisuja tähän on jo nyt kehityksessä käsittelyn automatisoimiseksi. Monia pistepilviaineiston käsittelyprosesseja on jo automatisoitu laadukkaasti, mutta erityisesti aiemmin työläs pistepilvien luokittelu on ottanut viime vuosina pitkiä harppauksia (Pix4D 2017). Varsinkin mobiililaserkeilausaineiston käsittely esim. henkilöautosta mitattuna sisältää työläitä vaiheita. Tekoälyn kehittyminen tulee vaikuttamaan tulevaisuudessa aineiston käsittelyyn

dramaattisesti, mutta nämä muutokset ovat toistaiseksi tarkemmilta vaikutuksiltaan kovin vaikeasti ennustettavissa.

Liikenteen automaatio ja infran älykäs omaisuudenhallinta

Liikenteen automaatio on valtava ja merkittävä maailmanlaajuinen trendi, jolla on yhtymäkohtia myös liikenneinfrastruktuurin reaaliaikaiseen seurantaan ja sen älykkäämpään omaisuudenhallintaan. Automaattisten ajoneuvojen uskotaan vähitellen täyttävän maantiet tulevien vuosikymmenien aikana ja myös liikenneinfrastruktuurista tulee älykästä. Lapissa toteutetussa Aurora-älytiekhankkeessa tehdyt kokeilut ja testit sekä Muonion testialue toimivat esimerkkeinä mahdollisesta tulevaisuuden liikenteestä. (Väylä 2019.) Liikenteen automaatio ei koske ainoastaan tieliikennettä, vaan erityisesti myös meriliikenne on ottamassa paraikaa pitkiä kehitysaskelaita (Cassauwers 2020). Näissä kaikissa hyödynnetään useita maanmittaustekniikan eri osa-alueita, kuten paikannusta ja eri kaukokartoitusmenetelmiä. IoT:n valtavirtaistuminen tulee vaikuttamaan tämän teeman kehityskulkuun, mutta myös edistyneen tekoälyn kehityksellä tulee olemaan käänteentekeviä vaikutuksia.

Tietomallinnus

Erilaisia tietomalleja on ollut olemassa jo pitkän aikaa, mutta viimeaikaiset kehityssuunnat ovat liittyneet niiden käyttötapojen ja tuottamisen muutoksiin. Tällaisia tietomalleja ovat mm. 3D-kaupunkimallit, BIM-mallit (*building information model*) sekä digitaaliset kaksoiset (*digital twins*). Rakennusalan prosesseissa on tunnistettu merkittäviä systeemisiä ongelmia yhteistyöhön ja tietohallintoon liittyen, ja sen tuottavuus vaikuttaa seisovan paikallaan - alan tuottavuusaste on 20 edellisen vuoden aikana kasvanut vain yhden prosentin. Koko Euroopan rakennusalan tuotos on noin 9 % osa alueen BKT:stä ja taloudellisesti näiden ongelmien ratkaiseminen voi Euroopan Unionin laajuisesti merkitä jopa 130 miljardin euron säästöjä julkiselle taloudelle. (EUBIM 2018.) Kolmiulotteisten kaupunkimallien tuottaminen ja ylläpitäminen ovat teknisesti jo suhteellisen tehokkaita prosesseja, mutta niiden hyödyntäminen on ollut pitkään vajaata. Toistaiseksi kaupunkimalleja on käytetty tavanomaisesti lähinnä kaupunkisuunnittelun visualisointiin, mutta tulevaisuudessa niitä tullaan hyödyntämään hyvin yleisesti tarkempaan rakennus- ja aluesuunnitteluun sekä erilaisiin simulointeihin, mutta myös päätöksentekoon, osallistumiseen ja suunnitelmien yhteensovittamiseen. (Tampere 2018.) Maanmittausalan roolit näissä aiheissa liittyvät vahvimmin pohja- ja ylläpitoaineiston

tuottamiseen ja tietohallintoon, mutta myös itse mallien käsittelyyn. Myös tähän aiheeseen tekoälyn kehitymisellä on merkittävä vaikutus, joka pidemmällä aikatahtimella voi muuttaa kaikkia tietomalleihin liittyviä konsepteja ja ajattelumallejamme (Allen 2017).

Paikannuksen kehitys ja ympäristön muutokset

Satelliittipaikannusjärjestelmät kehittyvät alati; lähivuosina yhteiseurooppalainen Galileo saavuttaa täyden toiminnallisen laajuutensa (*FOC - Final Operational Capability*) ja kiinalainen BeiDou globaalin laajuuden (Choudary 2019). Lisäksi olemassa olevat GPS- ja GLONASS-satelliittipaikannusjärjestelmät sekä korjaus-, käsittely- ja laskentamenetelmät kuten myös laskentateho ja yleinen vastaanotinteknologia kehittyvät. Satelliittipaikannuksen kehitys sekä tarkkuuden ja luotettavuuden paraneminen erityisesti edullisilla vastaanottimilla luovat useita uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Myös jo älypuhelimissa nähty avustetun satelliittipaikannuksen kaltainen holistisempi lähestymistapa paikannukseen tulee yleistymään. Tällaiset menetelmät yhdistelevät satelliittipaikannuksen lisäksi esimerkiksi tietoliikenneverkkojen signaaleja, muita elektromagneettisia lähteitä sekä kiihtyvyyden ym. antureita saavuttaakseen tarkemman ja luotettavamman paikanmäärityksen erityisesti rakennetuilla tai muutoin peitteisillä alueilla. Tällä hetkellä normaalin älypuhelimien satelliittipaikannustarkkuus on kaupunkialueella noin 10 m, mutta em. avusteiden ja muun kehityksen avulla voidaan lähitulevaisuudessa odottaa jopa metriluokan luotettavia paikannustarkkuuksia. (GSA 2021; Matilainen 2020.) Riippuvuus satelliittipaikannuksesta korostuu geopolitiittisten jännitteiden kehittyessä, josta osoituksena esimerkiksi Venäjän vuonna 2018 suorittama laaja Suomen Lappiinkin ulottunut satelliittipaikannusjärjestelmien häirintä Jäämerellä ja hyökkäys Ukrainaan 2022. Satelliittipaikannusta on mahdollista myös yksityishenkilöidenkin, esimerkiksi rikollisten häiritä paikallisesti. (Savolainen 2018.) Tämän vuoksi riippuvuutta satelliittipaikannuksesta sekä sen häiriö- ja vikasietoisuutta pyritään vähentämään eritoten valtiollisissa ja yhteiskunnan toiminnan kannalta elintärkeissä sovellutuksissa. Kiinnostus muihin kuin satelliitteihin perustuviin laajojen alueiden paikannusjärjestelmiin on pienessä nousussa.

Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutosta vastaan toimiessa nousevat maanmittausalaan liittyen kaksi pääaihetta esille; maankäyttö ja tiedon tuottaminen päätöksenteon tueksi. Maankäytöllä voidaan merkittävästi

vaikuttaa asumisen ja tuotannon päästöihin sekä niiden muihin ympäristöllisiin vaikutuksiin niin kaupunki-, haja-asutus- kuin metsätalousalueillakin. Maanmittausalalla on suuri rooli tuottaa paikkaan sidottua tietoa ilmasto- ja ympäristövaikutusten hallitsemiseksi, esimerkiksi maankäytön hiilikuorman minimoimiseksi tai tulvilta tai muilta ympäristöllisiltä ilmiöiltä suojautumiseksi. Ajoittain on kansainvälisesti keskusteltu myös kiinteistöverotuksen muuntamisesta hiilipohjaiseksi. Tällaisessa mallissa molemmat aiheet tukevat toisiaan vahvasti; sekä suunniteltaessa vähähiilistä maankäyttöä, että maankäytön hiilikuorman laskennassa. (van der Molen & Mitchell 2016; RICS 2020.) Aiheen teemat risteävät kaikkien edellä esiteltyjen kanssa, mutta eritoten ne liittyvät spatial big dataan, aineiston käsittelyn automaatioon sekä liikenteen automaatioon ja infran älykkääseen omaisuudenhallintaan.

ESISELVITYKSEN MENETELMÄT JA TIEDONKERUU

Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys -hankkeen tarvekartoitus ja kentältä nousevat ideat kerättiin toteuttamalla puolistrukturoituja teemahaastatteluja alan yrityksille ja organisaatioille. Lisäksi haastateltiin Lapin AMKin maanmittauskoulutuksen henkilöstö. Haastattelut toteutettiin vastaajien osalta anonymisti siten, että yksilötason vastauksia ei tuoda julkiseksi. Haastatteluihin osallistuivat seuraavat yritykset ja organisaatiot:

1. Marjetas Academy Oy
2. Ramboll Finland Oy
3. Maavoimien tutkimuskeskus
4. Maanmittauslaitos
5. Routamap Oy
6. Terrasolid Oy
7. Mitta Oy
8. Koillis Mittaus Oy (nyk. osa MittausGroup Oy:tä)
9. Rovaniemen kaupunki, paikkatieto- ja tonttipalvelut
10. Mittamiehet Finland Oy (nyk. Nord Survey Oy)

Alan yritysten ja organisaatioiden haastatteluiden lisäksi haastateltiin viittä Lapin AMKin maanmittausalan henkilöstön edustajaa osana hankkeen tarvekartoitusta. Henkilöstön edustajien osaamisprofiilit jakautuivat mittaustoiminnan, toimitustuotannon ja maankäytön sektoreihin. Kaikkien haastattelujen teemat käsittelivät seuraavia asioita:

- Yrityksen/organisaation kuvaus
- Kilpailussa erottautuminen ja menestyminen
- Toiminnassa tarvittavat resurssit (henkilöstö, tilat, koneet, laitteet)
- Kehitystarpeet toiminnassa (osaaminen, koneet, tilat, laitteet, markkinointi, huolto, myynti, tuotteiden valmistus)
- Trendit ja muutokset alalla
- Reagointi alan tuleviin muutoksiin
- Toimialan markkinavoimat (kilpailu, ostajat, toimittajat, vaihtoehtoiset tuotteet, uudet tulijat)
- Tuleva yhteistyö Lapin AMKin kanssa

Tiedon tallentaminen toteutettiin kirjoittamalla muistiota jokaisen haastattelun kulusta ja sisällöstä. Litteroinnin tasona käytettiin puheen sisältöä. Eleitä, ilmeitä, taukoja, puherytimiä yms. ei tallennettu. Aineiston analysoinnissa hyödynnettiin Porterin viiden markkinavoiman mallia, jota avataan tarkemmin seuraavassa luvussa.

MAANMITTAUKSEN TOIMIALA-ANALYYSI SUOMESSA

5 voimaa kertoo markkinoiden rakenteen

Maanmittausalan markkinavoimien ymmärtämiseksi toteutettiin viiden voiman analyysi, jonka ideana on luoda kokonaisvaltainen ymmärrys siitä, mitkä tekijät vaikuttavat maanmittausalalla toimivan yrityksen toiminnan keskimääräiseen kannattavuuteen. Näitä voimavaikutuksia yritys pyrkii välttämään positioimalla itsensä markkinoille siten, että se saavuttaisi maksimaalisen tuoton itselleen. (Porter 1980.) Voimavaikutuksia välitetään uniikin arvolupauksen ja arvoketjun, rajausten ja poisvalintojen, toimintojen yhteensovittamisen sekä jatkuvuuden avulla (Porter 2012).

Jokaisella toimialalla yritysten keskimääräiseen kannattavuuteen vaikuttavat:

1. Kilpailijat,
2. Ostajat,
3. Toimittajat,
4. Vaihtoehtoiset tuotteet ja
5. Uusien tulijoiden uhka (Porter 1980).

Kilpailijat ja kilpailun kovuus vaikuttavat suoraan alan toimijan kulurakenteseen ja hintoihin, joita toimija voi tuotteistaan pyytää. Erileistuminen kilpailijoihin nähden tuotteilla tai arvonluonnissa mahdollistaa paremman menestyksen kilpailijoihin nähden. (Porter 1980.)

Myös ostajat määrittävät alan toimijan toiminnan kannattavuutta. Alan tuotteiden merkittävyys, hinta ja erilaisuus yms. ostajalle tärkeät tekijät vaikuttavat siihen, paljonko ostaja on valmis tuotteista maksamaan. Samalla ostajan tulotason suhde alan tuotteiden hintaan vaikuttaa ostohalukkuuteen. Jos ostajia tai ostajaryhmiä alan tuotteille on vähän, pyrkivät ostajat hilaamaan tuotteiden hintoja alas, ja täten pienentämään alan toimijan keskimääräistä kannattavuutta. (Porter 1980.)

Vastaavasti toimittajat pyrkivät saamaan alan toimijalle myymistään tuotteista maksimihinnan minimiominaisuuksilla. Jos toimittajia on vähän, pystyvät ne pitämään hintoja korkealla, ja tällöin alan toimijan kannattavuus heikkenee. Strategisesti alan toimijan kannattaa yrittää vaikuttaa toimittajapuoleen standardoimalla hankintojaan, kilpailuttamalla useampia toimittajia, etsimällä vaihtoehtoisia toimintatapoja tai tekemällä vaikkapa itse toimittajan tehtävät. (Porter 1980.)

Alan toimijan kannattavuuteen vaikuttavat myös toisen toimialan vaihtoehtoiset tuotteet, joilla voidaan toteuttaa sama toiminnallisuus kuin alan toimijan tuotteilla. Jos vaihtoehtoiset tuotteet ovat ominaisuuksiltaan kilpailevia alan tuotteille, vaikuttaa se hintatasoon, jota alan toimija voi tuotteistaan pyytää. (Porter 1980.)

Viimeisenä kannattavuuteen vaikuttavana tekijänä on alalle pyrkivien uusien tulijoiden uhka. Jos alalle on helppo päästä mukaan, koventaa se kilpailua alan yrityksissä ja täten kulut nousevat ja hinnat laskevat. Uusien tulijoiden uhalta "suojautuminen" aiheuttaa kuluja alan yritykselle.

Esimerkiksi alalla toimijan tekemät toimittajapuolen sopimukset, suuruuden ekonomia ja verkostot vaikeuttavat uusien tulijoiden pääsyä kilpailuun mukaan. Samoin ostajapuolen verkostot, jakelukanavat ja sopimukset turvaavat alan toimijoiden asemia uusia tulijoita vastaan. (Porter 1980.)

Maanmittausalan kilpailu

Maanmittausala karkeasti jakautuu isoihin insinööritoimistoihin, perinteisempää mittaustoimintaa tarjoaviin tahoihin, paikkatiedon ja muun datan jalostusta tarjoaviin tahoihin sekä maankäytön ja kiinteistötekniikan toimijoihin.

Isot insinööritoimistot

Ramboll, Sitowise, Afry, Sweco ja Destia ovat perinteisiä isoja insinööritoimistoja, jotka ovat myös keskeisiä isoja maanmittausalan konsulttitoimijoita. Niiden liikevaihdot ovat jopa > 100 M€. Alan toimijat tarjoavat kokonaisvaltaista konsultointia mm. infrarakentamisen eri osa-alueilla ja niiden suunnitelu- ja projektinhallintaosaaminen on korkealuokkaista. Toiminnassa on tapahtumassa muutoksia mm. tietomallivaatimusten ja asiantuntijasukupolven vaihdoksen myötä. Toiminnan ja kiinteiden kulujen näkökulmasta yritysten rakenne koostuu pitkälti henkilöstöstä ja toimistokuluista. Isot toimijat toteuttavat myös omia ohjelmistokehitysprojekteja, sekä tiedon käsittelyä ja visualisointien toteuttamista automatisoidaan osana alan palveluiden kehitystä ja työnkulun tehostamista.

Mittaustoimijat

Mittaussektorilla toimii useita yrityksiä suurista yrityksistä pieniin mikroyrityksiin. Alan toimijoita ovat mm. Mitta Oy, MittausGroup Oy ja Nord Survey Oy. Toimiala risteää osittain paikkatiedon ja muun datan jalostuksen kanssa, kuten esimerkiksi Roadscanners Oy ja Maanmittauslaitos osoittavat. Myös ulkomaisia mittaustoimijoita operoi Suomessa. Mittaustoiminnan markkinoiden kasvu ei ole hidastumassa. Rakentamisen tahti on kova ja nykyiset laatuvaatimukset edellyttävät entistä enemmän tiedon tuottamista ja viemistä projekteissa. Perinteisten menetelmien lisäksi erilaiset kaukokartoitusmenetelmät, kuten laserkeilaus ja fotogrammetria ovat menetelmiä joiden merkitys kasvaa. Kaukokartoitusta tekevät myös ulkomaiset isot toimijat Suomessa. Mobiilikaukokartoituksen hyödyt on huomattu markkinoilla, mutta pullonkaulana toistaiseksi on sen tuottaman datan käsittelyn osaaminen.

Alan toimijat tarjoavat monenlaisia mittauspalveluita, joita ovat mm.: kartoitus, merkintämittaukset, maastomallit, johtokartoitus, rajannäytöt, koneohjausmallit, rakennusmittaukset, massa- ja määrälaskennat, mittausperustat ja maaperätutkimukset. Tarkkuus ja luotettavuus ovat ensiarvoisen tärkeitä. Mittausektorille syntyy myös jatkuvasti uusia pienyrittäjiä.

Datan jalostajat

Keskeisiä paikkatiedon ja muun datan jalostuksen toimijoita Suomessa ovat muun muassa TerraSolid Oy, Marjetas Academy Oy, Roadscanners Oy ja Maanmittauslaitos. Tämäkin sektori on kasvussa ja useiden toimijoiden voidaan kuvailla yleisesti jalostavan paikkaan sidottua dataa. Useat alan yrityksistä ovat ohjelmistopainotteisia. Painopiste monessa yrityksessä on siirtymässä mittauksesta datan jalostamiseen ja hyödyntämiseen. Datan keruu tai sen määrä ei useassa tapauksessa ole enää suurin rajoite, vaan datasta tulisi pystyä tuottamaan uusia ja arvokkaampia jalosteita entistä tehokkaammin. Alalla hyödynnetään paljon myös avoimia aineistoja ja avoimen lähdekoodin ohjelmistoja. Avoimen kehittämisen hyödyt ovat huomattu uudelleen myös maanmittausalalla. Tilauksena tuotetun mobiilikaukokartoitusdatan käsittely ja jalostaminen vaativat tietynlaista erikoisosaamista, jonka puute on tunnistettu. Ohjelmistokehittämiseenkin panostetaan useassa yrityksessä ja koodareita palkataan alalle enenevässä määrin. Tarve datan jalostamisen ja käsittelyn visuaalisuudelle sekä dynaamisuudelle kasvavat. Keskeisiä alan teemoja ja teknologioita ovat maastotietokannat, erilaiset tietomallit, 3D-rakennukset ja -kaupungit sekä yleisesti erilaisten aineistojen yhteensovittaminen. Kerätyistä havainnoista pitäisi pystyä tekemään tarkasti georeferoitua dataa. Jossain paikkatietosovellutuksissa riittää myös metriluokan tarkkuus, mutta yhä useammin vaatimuksena on huomattavasti tarkempi millimetriluokan 3D-tarkkuus.

Maankäyttö ja kiinteistötekniikka

Maankäytön ja kiinteistöjen sektori on siirtymässä digitaalisempaan tiedonhallintaan ja palveluun. Sektorin toimijoita ovat mm. kunnat, kaupungit, Maanmittauslaitos, Routamap Oy, Suomen Maastotieto Oy ja vastaavat konsulttirytykset, lakimiestoimistot sekä kiinteistövälittäjät. Sektorin toiminnot ja palvelut ovat isoilta osin laissa tarkoitettuja, ja niillä pyritään tehokkaaseen sekä oikeudenmukaiseen maankäyttöön ja maaomaisuuden hallintaan. Alan kilpailu on digitalisoitumassa ja myös laissa tarkoitetuissa palveluissa on otettu käyttöön digitaalisia palveluita sekä toimintoja. Esimerkiksi osakehuoneistojen tiedot ovat siirtymässä

digiaikaan. Sähköiseen huoneistotietojärjestelmään kerätään kattavat tiedot osakehuoneistojen, kuten asuntojen ja autopaikkojen, omistuksista, panttauksista ja rajoituksista. Alalla toimijan kannalta on oleellista tuntea kiinteistösektorin lainsäädäntö. Samoin sopimustekniikan hallinta on keskeistä. Asiakkaat ovat usein maallikoita joiden tietämys kiinteistöasioista on varsin vähäistä, ja esimerkiksi kuolinpesien hoidossa voi sen johdosta esiintyä vakaviakin ongelmia. Maankäyttöön vaikuttaa laajasti myös tuleva maankäyttö- ja rakennuslain uudistus, joka tulee muuttamaan useita maankäytön järjestelmiä.

Maanmittausalan ostajat

Julkinen sektori isoine infrahankkeineen on isojen konsulttitalojen pääasiallinen asiakas. Tilausten koot ovat muutamista tuhansista euroista satoihin miljooniin euroihin. Tilaaja tietää usein mitä haluaa, ja ohjaa alan kehitystä ohjeistuksillaan ja vaatimuksillaan. Esimerkkeinä tästä Väyläviraston mittausohjeet sekä ent. julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan JHS-suositukset. Mittaussektorilla infrarakentajat ja teollisuus ovat pääasiallisina asiakasryhminä. Maanmittausalan toimijat ovat mukana rakennetun ympäristön hankkeissa aina suunnittelusta toteutukseen ja ylläpitoon. Esimerkiksi tuulivoimahankkeisiin sisältyy suunnitteluvaiheessa paljon kartoitusta, mallintamista ja maaperätutkimuksia, toteutusvaiheessa merkintää ja mittaamista, sekä ylläpidon aikana seurantamittauksia. Hintakilpailu mittauspuolella voi olla kovaa, sillä tuotteet ovat hyvin samankaltaisia. Usein hankinnat ovat julkisia.

Maankäytön sektorin asiakkaina ovat yksityiset, yritykset ja kunnat. Julkisten palveluiden lisäksi nämä kaikki ostavat muutamien satojen eurojen edustamis- ja neuvontapalveluista useiden tuhansien tai miljoonien suunnitteluhankkeisiin. Ostajien tieto on usein heikohkoa ja heitä tulee opastaa myös tilauksen määrittelyssä. Paikkatiedon ja datan jalostamisen ohjelmistoja sekä palveluita ostavat yritykset, kunnat, kaupungit, insinööritoimistot sekä pienet mittausyritykset. Tavallisimpia palveluita ovat mallintaminen ja erilaiset analyysit. Ohjelmistotuotteita tarjotaan usein lisenseinä. Ongelmana on usein asiakkaiden osaamistaso ohjelmistoista tai ymmärrys tilatuista tuotteista. Tuotteiden hinnat ovat muutamien tuhansien eurojen mallinuksista miljoonien eurojen kuntoanalyysiin.

Maanmittausalan toimittajat

Isot insinööritoimistot käyttävät vähän alihankkijoita, yleensä mittausyrityksiä lähtötietojen hankintaan. Monesti myös tilaaja tarjoaa lähtöaineistoa. Hyvistä toimittajista pidetään kiinni ja samat ohjelmistot ovat käytössä pitkään. Mittaustoiminnassa keskeisiä toimittajia ovat mittalaitetoimittajat. Mittalaitteet ovat suhteellisen kalliita ja omien laitteiden hankinta voi olla suuri kynnyks yrityksen perustamisessa. Mittalaitteille saa hyvän tuen laitevalmistajilta. Mittalaitteiden hintaan ei voi pieni toimija juuri vaikuttaa. Mittaustoiminnassa käytetään jonkin verran alihankkijoita maantieteellisen tarpeen mukaan. Datan jalostuksessa hankitaan usein lähtöaineistoa itse tai alihankkijoilta. Sektorilla hyödynnetään paljon myös avointa dataa, jota kunnat tarjoavat ja joka hankitaan julkisin varoin. Datan jalostajat hyödyntävät pilvipalvelukehitysympäristöjä kuten Amazonia, Microsoft Azurea tai IBM Cloudia.

Maanmittausalalle vaihtoehtoiset tuotteet

Insinööritoimistojen tuotteet ja tilaukset ovat hyvin vakioituneita. Suurimmat muutokset ja kehitysaskeleet liittyvät tietomallinnuksen kehittymiseen ja sen aiheuttamiin vaatimuksiin. Mittaustoiminnassa ja datan jalostamisessa miehittämättömät ilma-alukset sekä avoimen datan saatavuus mahdollistavat monien toimintojen suorittamisen myös ilman erityistä maanmittausalan osaamista. Tietomallinnus on merkittävä muutos, jossa maanmittauksenkin on oltava mukana. ICT-osaajien määrä alalla kasvaa ja se voi korvata perinteisiä maanmittausalan tehtäviä. Monet paikkatiedolliset ja datan jalostamiseen liittyvät tehtävät ovat jo selvemmin tietojä viestintätekniikkaa kuin maanmittaustekniikkaa. Myös pilvilaskenta tulee muuttamaan liiketoimintaa ja kilpailua jatkossa datan jalostuksen osa-alueella. Maanmittaajien sijasta voidaan yksityisten tarjoamissa maankäytön palveluissa usein käyttää myös lakipalveluita.

Maanmittausalan uudet potentiaaliset tulijat

Investointien näkökulmasta konsultointialalle on helppohko tulla. Tarvitaan vain tekijä ja tietokone, sekä muutamia maksullisia lisenssejä tai tietopalveluita. Työ vaatii kuitenkin kokemusta ja hyvät referenssit, jotta kauppa käy. Isoilla toimijoilla ei huoleta uudet tulijat. Mittaustoiminnan osalta markkinoilla riittää tilaa uusille tulijoille. Ammattitaito ja luottamuksen rakentaminen ratkaisevat kaupat. Hintataso on samaa luokkaa kaikilla alan toimijoilla. Paikkatiedon ja datan jalostuksen sektorilla on tilaa uusille tai laadukkaammille avoimien aineistojen hyödyntämistavoille. Tästä on

esimerkkinä mm. rovaniemeläinen Mapitare Oy. Maankäytön sektorilla legitimiteetti ja luottamus ovat avainasemassa, mikä osaltaan suojaa alan toimijoita uusilta tulijoilta.

Strategiset nostot viiden voiman analyysin pohjalta

- Harjoitusprojektitoiminta (ketterät kokeilut) kiinnostaa yrityksiä.
- Uudet menetelmät kiinnostavat yrityksiä.
- Opinnäytetyöt kiinnostavat yrityksiä.
- Ohjelmointiosaaminen AMKilta voisi olla tarpeen datan jalostamisen ja hallinnan suhteen.
- Sensorit ja älylaitteet kenttäkohteissa ovat tulevaisuudessa tärkeitä.
- Inertia-paikannuksen hyödyntäminen on kiinnostava aihe.
- Prototyypit kiinnostavat yrityksiä.
- TKI-toiminnassa pitäisi lisätä aineistojen hyödyntämistä erilaisissa sovelluksissa
- Automaatiota yritetään lisätä datan käsittelyssä ja jalostuksessa.
- Webinaarit kiinnostavat yrityksiä.
- Digitaaliset verkossa tarjottavat palvelut lisääntyvät maankäytön suhteen.
- Miten saadaan halvemmalla tarkempaa paikannusta aikaiseksi.
- Hajautettu ja pilvipohjainen laskenta on tulossa jossain vaiheessa alalle.
- Georeferoitu pistepilvi on tulevaisuudessa tärkeää.
- Metsäteiden routiminen on kiinnostava mallintamisen ja ennustamisen aihe.
- Protoidea: Teiden jyrsinän optimointi, skannaus ja georeferointi 1 cm tarkkuudella
- Työturvallisuus on tärkeää, kun tehdään yksin mittauksia kentällä.
- Kaikenlainen mallinnus hyödyttäisi yrityksiä.
- Koneohjausdatan hallinta on tärkeää
- Pistepilviaineiston luokittelu on kiinnostava aihe.
- Virtuaalimatkailu voisi olla tulevaisuudessa alueen vetovoimatekijä.
- VR ja AR tulossa alalle.
- Työmaatiedon vientiä pitäisi tutkia.
- Hyperspektrikameran hyödyntäminen kuntoarvioinnissa olisi tarpeen.
- Infran tietomallintaminen kiinnostaa yrityksiä uutena mahdollisuutena.
- Aineiston keruun joukkoistaminen voisi olla potentiaalinen mahdollisuus

MAANMITTAUSALAN TKI-TOIMINNAN STRATEGIA LAPIN AMKISSA 2022

Kestävää kilpailuetua TKI-toiminnan strategialla

Kestävä kilpailuetu syntyy siitä, että luodaan konkreettinen ja markkinavoimiin suhteutettu strategia organisaation (liiketoiminta)yksikön toiminnalle. Strategian täytyy olla relevantti käytettävissä olevien resurssien suhteen ja sen toteuttamista täytyy johtaa ja viestiä aktiivisesti toimijoille. Tavoitteena on, että jokainen strategian piiriin kuuluva osaa itse tehdä strategiaan pohjautuvia arkisia päätöksiä. Lapin AMKin maanmittausalan TKI-toiminnan strategia rakentuu ja jäsenellään viiden strategisen pääkohdan alle. Näitä ovat:

1. Uniikki arvolupaus,
2. Uniikki arvoketju,
3. Rajaukset ja poisvalinnat,
4. Toimintojen yhteensopivuus ja
5. Toiminnan jatkuvuus. (Porter 2012.)

Maanmittausalan TKI-toiminnan uniikki arvolupaus

Arvolupaus erottaa liiketoimintayksikön tuottaman palvelun tai tuotteet muista vastaavan alan toimijoista. Arvolupauksen tulee olla uniikki verrattuna muihin alan toimijoihin. Tällöin vältetään hintakilpailulta ja tarjotaan erilaista arvoa kuin muut tarjoavat. Parhaimmillaan tästä hyötyvät kaikki alan toimijat ja markkina kasvaa, eivätkä toimijat syö niin sanotusti samaa kakkua.

Arvolupaus koostuu kolmesta päätekijästä, joita ovat:

1. Tuotteen/palvelun sisältö, ominaisuudet ja hyöty asiakkaalle,
2. Tuotteen/palvelun asiakkaat eli kenelle tuote/palvelu on suunnattu ja
3. Hintataso suhteessa alan muihin tuotteisiin/palveluihin. (Porter 2012.)

Arvolupauksen asiakasviestintään on hyvä kiteyttää ”törkeä lupaus”, joka herättää jopa epäuskoa tuotteen/palvelun hyödyistä ja ominaisuuksista. Tämä auttaa erottautumaan kilpailussa.

Maanmittausalan TKI-toiminnan arvolupaus perustuu seuraaviin tekijöihin.

1. Tuotteita ovat TKI-hankkeet ja suoraan myytävät TKI-palvelut, jotka perustuvat ketterään toimintatapaan.
 - a. Ketterä toimintatapa tarkoittaa hankkeiden valmistelua siten, että hankkeet koostuvat useista 2-3 kk mittaisista teknologiademonstraatioista ja -kokeiluista, joiden avulla ratkaistaan alan yritysten ja toimijoiden ongelmia sekä jalostetaan kehitysideoita. Nämä ongelmat ja ideat voivat koskea teknologioita, työkaluja, menetelmiä tai uusia toimintatapoja.
 - b. Palvelun keskiössä on jatkuva vuoropuhelu alan asiakkaiden (maanmittausalan toimijat) kanssa. Nopeahko palveluvaste mahdollistuu, kun hankkeet valmistellaan siten, että niissä on "vapaita slotteja" dynaamisesti kentältä nouseviin tarpeisiin.
 - c. Ketterä 2-3 kk demonstraatioiden ja kokeilujen toimintatapa hankkeissa tukee myös suorana palveluna myytävien toteutusten onnistumista. TKI-ryhmän toimintatapa ja resurssit ovat yhtenäisiä rahoitustavasta huolimatta ja asiakkaille syntyvä kuva palvelusta on yhtenäinen, oli rahoitustapana sitten mikä tahansa.
 - d. Teknologisesti palvelu, eli hankkeet ja suora palvelumyynti seuraavat alan kehitystä ja AMKina hyödynnämmekin uusinta tietoa, teknologioita ja menetelmiä. Tällä hetkellä teknologiaosa-alueilta palveluun kuuluvat:
 - i. Mittaustoiminta
 - ii. Datan jalostus
 - e. Kun ketterän innovaatiotoiminnan toimintamalli vakinaistuu, on mahdollista hakea myös ns. hitaampia hankkeita, joiden avulla syvennetään TKI-ryhmän teknologista osaamista. Ensi vaiheessa TKI-ryhmän resurssien ollessa pienet, on erityisen tärkeää keskittyä ketterään ja nopeasti asiakaskentälle hyötyjä tuovaan toteutustapaan. Tällä tavalla todistetaan sidosryhmille toiminnan hyödyt ja varmistetaan jatkorahoitukset.
 - f. TUOTOKSET:
 - i. Menestysreseptit teknologian, työkalujen ja menetelmien hyödyntämisestä yritysten toiminnassa.
 1. Tekniset raportit ja julkaisut hyödynnetyistä teknologioista, työkaluista ja menetelmistä.

2. Liiketoiminnalliset tarkastelut: Mitä muutosta saadaan aikaan edellä kuvatuilla toimilla? Paljonko liikevaihto kasvaa, tai paljonko toiminta tehostuu?

ii. Muut tuotokset: Julkaistu web- ja somesisältö

2. Asiakkaita ovat alan pk-yritykset, alan suomalaiset tutkimuslaitokset ja kunnat. Pääpainona Lapin alue.
3. Hintataso on julkisissa hankkeissa asiakkaiden näkökulmasta edullinen. Osallistuminen julkiseen hankkeeseen voi olla asiakkaalle jopa ilmaista. Yrityskohtaisesti kertyy korkeintaan de minimis -tukea. Suorassa palvelumyynnissä hintataso pidetään keskihintaisena eikä missään olosuhteissa poljeta yritysten hintoja. Suorat maksulliset palvelumyyntitapaukset on myös sisällöllisesti tarkoituksenmukaista räätälöidä erilaisiksi, kuin mitä alan yritykset tarjoavat. Niin sanottua bulkki-palvelua ei myydä, vaan keskitytään innovatiiviseen näkökulmaan.

Edellä kuvattua arvolupauksen muodostumista voisi kiteyttää toiminnan markkinointia varten seuraavasti:

- Mittaustoimijoille suunnattu lupaus
 - Kiteytämme yrityksellesi menestysreseptin, joka kuvaa, miten luot uutta liikevaihtoa tai pienennät kulurakennettasi hyödyntämällä uusia maanmittausalan mittausteknologioita, -menetelmiä tai toimintatapoja.
 - Kerro siis meille se arkinen ongelmasi tai ideasi - Me hommaamme resurssit ja luomme menestysreseptin ketterien kokeilujen ja demonstraatioiden avulla muutamassa kuukaudessa. Julkisissa hankkeissa tämä on sinulle täysin ilmaista.
- Datan jalostajille suunnattu lupaus
 - Miten kehität paikkatieto- ja datanjalostuspalveluasi ketterästi ja edullisesti arjen kiireistä huolimatta? Lapin AMKin toteuttamat ketterät kokeilut kiteyttävät sinulle menestysreseptin paikkatiedon ja datan jalostuksen osa-alueilla aikaasi säästäten, jopa ilmaiseksi ja muutamassa kuukaudessa.

Esimerkki palvelukuvauksesta:

MITTAAMISEN MENESTYSRESEPTIT YRITYKSELLESI NOPEASTI

- STEP1: Sovitaan alkupalaveri!
- STEP2: Kiteytetään ongelma tai idea casesta!

- STEP3: Teemme suunnitelman toteutuksesta.
- STEP4: Toteutamme demonstraation aikaasi säästään.
- STEP5: Analysoimme tulokset ja laadimme raportin, joka kuvaa hyödynnetyt menetelmät ja teknologian sekä kiteyttää liiketoiminnalliset hyödyt casesta.
- STEP6: Luovutamme tulokset käyttöösi ja avustamme jatkon suhteen.

Uniikki arvoketju

Tuotteiden valmistamiseen tai palvelun toteuttamiseen arvolupauksen mukaisesti täytyy tehdä monenlaista työtä. Kaikesta työstä syntyy tottakai kuluja, mutta myös arvoa, josta asiakas maksaa ja hyötyy. Jokainen organisaatio ja liiketoiminta koostuukin arvoketjusta eli ketjusta toimintoja ja toimintaa, joilla tuote/palvelu synnytetään. Arvoketjun osat ja sen tehokkuus määrittävät, miten tuote valmistetaan, paljonko kuluja syntyy ja paljonko katetta jää viivan alle myynnin jälkeen.

Organisaation arvoketju sisältää toimintoja kuten:

- Ostot
- Logistiikka
- Markkinointi
- Myynti
- Tuotteen valmistus
- Huolto
- Tuotekehitys
- Toimitilat
- Henkilöstö

Arvoketju jaetaan tyypillisesti primääriseen arvoketjuun ja sekundääriseen arvoketjuun. Primäärinen arvoketju kuvaa suoraan tuotteen valmistamiseen tai palvelun toteuttamiseen vaadittavat toimet. Hanketoiminnassa näitä ovat esimerkiksi hankevalmistelu, yrityskontaktointit, hankkeen toteutus, raportointi ja tulosten viestintä. Jokainen toiminto voidaan purkaa pienempiin tehtäviin, joita voidaan myös erilaistaa suhteessa kilpailijoihin ja usein kestävä kilpailuetu syntyykin usean toiminnon yhdistelmänä. Silloin niitä on myös vaikea kopioida kilpailijoiden toimesta.

Sekundaarinen arvoketju kuvaa toimintoja, jotka tukevat primääriarvoketjun toteuttamista. Näitä ovat esimerkiksi toimistotilat, laboratoriotilat tai vaikka hanketaloushallinto. Myös sekundääriarvoketjun toimintoja optimoimalla ja erilaistamalla voidaan saavuttaa strategista kilpailuetua. Lapin AMKin maanmittausalan TKI-toiminnan arvoketju kuvataan seuraavasti:

Primääriarvoketju

Valmistelu & Myynti

- Rahoituskanavat:
 - Lapin Liiton (EAKR) ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (ESR)
 - EAKR mahdollistaa kehityshankkeet sekä investointihankkeet, joiden avulla parannetaan Lapin AMKin innovaatiokykyä palvella alueen yrityksiä.
 - Haut toteutuvat yleensä 2 kertaa vuodessa
 - ESR mahdollistaa sidosryhmien osaamisen kehittämisen hankkeet
 - Haut toteutuvat yleensä 2 kertaa vuodessa
 - Business Finland (BF)
 - BF:n kautta haettavissa hankkeissa yritysten sitoutuminen projekteihin jo etukäteen tulee olla vahvaa.
 - BF mahdollistaa tutkimus- ja kehityshankkeet, mutta myös kaupallistamiseen tähtäävät hankkeet
- Hankeideat skannataan ja käydään läpi koulutuksen tiimipalaverissa kuukausittain.
 - Hankeideoiden läpikäymiselle tulisi nimetä vastuuhenkilö TKI-ryhmästä.
 - Hankeideat kirjataan Business Case -pohjan mukaisesti
 - Ensinnäkin kuvataan Syyt/Ongelmat, jotka pitäisi ratkaista
 - Sitten kuvataan mahdolliset lähestymistavat, eli varsinainen hankeidea ongelman ratkaisemiseksi
 - Seuraavaksi kuvataan ongelman ratkaisusta saavutettavat hyödyt
 - Lopuksi kuvataan suurimmat riskit, jotka ongelman ratkaisemattomuuteen liittyvät ja riskit jotka voivat estää projektia onnistumasta.
 - Business Case -kuvausten pohjalta hankeideoista tulee yhteismitallisia ja niitä voidaan verrata keskenään objektiivisesti. Tämä auttaa valitsemaan sopivimmat hankeideat jatkoon.
- Hankevalmistelu:

- Rahoittajan kanssa käydään tunnustelun hankeidean soveltuvuudesta rahoitushakuihin ennen hankkeiden jättämistä varsinaisiin hakuihin.
- Hankevalmisteluissa täytyy varmistaa hanketoteutuksen arvolupauksen mukaisuus.
- Hankkeiden laadullinen rakenne mukailee projektihallintastandardia PMBOK:ia.
 - Ensinnä määrätellään hyötytavoite,
 - sitten määrätellään tulostavoite, jonka jälkeen määrätellään tuotokset ja
 - lopuksi työpaketit ja vaadittava työ.
- Palvelumyynti:
 - Palvelut myydään yrityksille ketterän toiminnan arvolupauksen mukaisesti.
 - TEQU-konsepti auttaa suoran palvelumyynnin tarjouslaskennassa ja jättää tarjoukset.

Teknologiatoteutus hankkeissa ja palvelucaseissa

- Hankkeiden henkilötyöhön osallistuu TKI-ryhmän asiantuntijoita ja lehtoreita.
- ICT-osaamista kiinnitetään hankkeisiin FrostBitiltä ohjelmoinnin, webkehittämisen ja XR-tekniologioiden suhteen ja TEQU:lta älykkäiden järjestelmien suhteen.
- Myös kaikkea muuta talon osaamista hyödynnetään hankkeissa tarpeenmukaisesti ja resurssien puitteissa.
- Teknologiademonstraatioita tehdään sekä kentällä, yritysten kohteissa, labrassa että ohjelmistollisesti.
- Hankkeet tuottavat julkaisuina artikkeleita ja blogeja sekä sosiaalisen median sisältöä.

Hallinnointi

- Projektipäällikkö toimii lähtökohtaisesti myös sisällön asiantuntijana maanmittausalan TKI-hankkeissa.
- Ryhmä voi tehdä yhteistoteutuksia muiden ryhmien kanssa, joissa se keskittyy maanmittausalan teknologiseen toteuttamiseen.
- Hankkeiden projektipäälliköt osallistuvat perjantaisiin TEQU Weekly -projektipäällikköpalaveriin, joissa jaetaan tietoa hankkeiden etenemisestä, optimoidaan resurssien käyttöä, vaihdetaan tietoa hankevalmistelusta, palvelucaseista ja ajankohtaisista asioista sekä tuodaan esille sisällöt ja toiveet somemarkkinointia varten.

Uuden tiedon hankinta

- Henkilöstö osallistuu aktiivisesti alan tapahtumiin hankkeiden rahoituksen sallimissa puitteissa
- Uutta tietoa skannataan jatkuvasti osana hankkeiden työpaketteja.
 - Kirjallisuuskatsaukset (trendianalyysit, alan julkaisut)
 - Yrityshaastattelut
 - Teknologiatapahtumat ja -seminaarit

Markkinointi, tiedottaminen ja viestintä

- Projektipäällikkö tai hankkeen viestintävastaava vastaa projektikohtaisesti hankkeen viestinnästä.
- Apua viestintään saadaan myös TEQU-tiimistä.
- TKI-toimintaan kytketään maanmittauslaboratorioon luomalla sille sivut koulun oppimis- ja kehittämissympäristöt -sivuille
- Hankkeita ja muuta toimintaa esitellään myös tequ.fi -sivustolla.
 - Websivujen sisältö tuotetaan siten, että se mahdollisimman konkreettisesti tukee asiakkaiden inspiroitumista kehittämään innovaatiotoimintaansa.
 - Sisältöä ei luoda ns. hanke edellä, vaan keskitytään nostamaan esiin sellaisia tuotoksia ja näkökulmia, jotka alan yrityksiä kiinnostavat.
 - Sisältö täytyy myös tarjoilla, siten että se on helposti pureksittavissa asiakkaiden ajankäyttö ja teknologiamaturiteetti huomioiden.
- TKI-ryhmän toimintaa ja ajankohtaista sisältöä markkinoidaan TEQU:n somekanavien kautta Instagramissa, Facebookissa sekä YouTubessa.
- Jatkossa voidaan harkita myös erillistä maanmittaustekniikan alabrändiä TKI-toiminnan markkinoimiseksi

Sekundääriarvoketju

Toimitilat

- Maanmittausalan TKI-ryhmä toimii yhteistiloissa koulutuksen henkilöstön kanssa, jotta tieto vaihtuu tehokkaasti tekijältä toiselle. Tämä on tärkeää, kun TKI-ryhmässä on vielä pieni määrä täysipäiväisiä TKI-henkilöitä.

Rekrytointi & Henkilöstö

- Henkilöstönä hyödynnetään ryhmän omia TKI-asiantuntijoita, opettajistoa, Frostbitin tietotekniikan henkilöstöä, TEQU:n ICT- ja business-henkilöstöä sekä teollisia muotoilijoita.
- Pääpaino TKI-tekemisessä on maanmittausalan henkilöstön teknologisessa osaamisessa.
- TKI-ammattilaisten osaamisprofiili
 - 1 henkilö, mittaustoiminta
- Opettajiston osaamisprofiili:
 - 2 henkilöä, mittaustoiminta
 - 1 henkilö, datan jalostaminen
- Rekryissä hyödynnetään somekanavia Lapin AMKin HR-osaston tekemän rekrykampanjan lisäksi.

Hankinnat

- Hankinnat noudattelevat julkisten hankintojen sääntöjä. Hankinnoissa avustaa Lapin AMKin hankintakoordinaattori.
- Hankinnat suunnitellaan osaksi julkisten hankkeiden toimenpiteitä.
- Palvelutoiminnan osalta hankintoihin hyödynnetään liiketoiminnan rahoitusta.

Laitteet ja lisenssit

- Toiminnassa tarvittavat erikoislaitteet ja lisenssit hankitaan osana kehityshankkeiden toimenpiteitä.
- Erikoislaitteet ja -lisenssit voivat olla yksi oiva resurssi yritysten toiminnan kehittämisessä, siten että niitä demonstroimalla todistetaan yrityksille, miten asioita voi kehittää eri lailla paremmin. Demonstraatioiden jälkeen yrityksillä on helpompi päättää investoivatko itse kyseisiin teknologioihin, menetelmiin ja laitteisiin.

Rajaukset ja poisvalinnat

Kilpailuedun luomisessa olennaisena osana on tehdä valintoja ja poisvalintoja, jotka ohjaavat toiminnan keskittymistä niille osa-alueille, joissa kilpailuetu on kestävä. Fokusoimalla toimintaa ja resursseja saavutetaan pitkässä juoksussa kilpailuetua hajallaan olevaan toimintaan nähden.

Ryhmän TKI-toiminta ei käsittele maankäytön suunnittelua tässä vaiheessa pääasiallisina kehittämiskohteina, koska henkilöresurssitilanne ei tue kyseistä osa-aluetta tällä hetkellä. Tiimin maankäytön ja kiinteistötekniikan osaamista pyritään hyödyntämään vapautettavien resurssien puitteissa.

Toimintojen yhteensopivuus

Arvoketjun toimintojen yhteensovittamisella ja turhien työvaiheiden eliminoinnilla saavutetaan tehokkuutta ja pienennetään kulurakennetta. Toimintojen yhteensovittaminen koskee myös niiden toimintojen eliminoinnista, jotka eivät tue määriteltyä arvolupausta ja strategista tapaa toimia.

Tiedonkulku TKI-asiantuntijoiden ja koulutuksen henkilökunnan välillä taataan yhteisellä toimistotilalla ja yhteisillä tilannekatsauksilla kuukausittain. Markkinoinnin osalta ryhmän projektipäälliköiden osallistuminen TEQU:n viikottaisiin projektipäällikkökokouksiin mahdollistaa ryhmän hankkeiden ja niiden sisällön viestinnän tehokkaasti somekanavissa TEQU:n Business-tiimin kautta. Ryhmän käyttämät lisenssit, laitteet ja työvälineet on syytä tarkastella vuosittain, jotta taataan tehokas ja asiakaslähtöinen toiminta. Olennaisena tulevan kasvun resurssina nähdään AMK-koulutuksen opiskelijat, joille tullaan tarjoamaan harjoittelupaikkoja ja opinnäytetöitä. Harjoittelijan/projektityöntekijän tehtävät tulee huomioida tulevissa hankevalmisteluissa.

Toiminnan jatkuvuus

Kestävä kilpailuetu vaatii, että toiminta on jatkuvaa ja valittua strategiaa toteutetaan pitkäjänteisesti. Pitkäjänteisyys auttaa omaa henkilöstöä toimimaan tehokkaasti strategian mukaan, kumppanit oppivat mitä ja miten organisaatio toimii ja myös asiakkaat oppivat tunnistamaan, mitä palvelua organisaatiolta saa.

Maanmittausalan TKI-toiminnan jatkuvuus turvataan ennakoivalla hankevalmistelulla, johdon tiedottamisella sekä systemaattisella ja strategian mukaisella toimintatavalla. Vuositasolla haetaan vähintään yhtä uutta TKI-projektia ja henkilöstömäärää varsinaisissa TKI-asiantuntijoissa pyritään kasvattamaan, jotta syntyisi kriittinen massa TKI-toiminnan jatkumon helpottamiselle ja kapasiteetin nostamiselle.

Toiminnan arvoketjua tulee myös jatkuvasti räätälöidä ja tuunata, jotta saavutetaan tehokkaammat tulokset, varmistetaan henkilöstön jaksaminen ja pysytään motivoituneina. Yhtä lailla teknologinen uudistuminen ja markkinoiden seuraaminen ovat elinehto ketteränkin strategian toteuttamisessa. Ajankohtaiset teknologiat ja menetelmät tulee kyetä ottamaan haltuun ja hyödyntämään hankkeissa. Hankkeet itsessään ovat oiva keino uudistaa ryhmän teknologista kyvykkyyttä.

Toiminnan jatkuvuutta tuetaan myös TEQU-brändin kautta ja asiakkuuksien hankinnassa hyödynnetään TEQU:n verkostoja ja TEQU:n käymää vuoropuhelua yritysten kanssa.

LÄHTEET

Allen, B. 2017. *The Future of BIM Will Not Be BIM and It's Coming Faster Than You Think*.

Artikkeli sivustolla *Autodesk University*. Mill Valley: Autodesk Inc. Viitattu 9.4.2021

<https://www.autodesk.com/autodesk-university/article/Future-BIM-Will-Not-Be-BIM-and-Its-Coming-Faster-You-Think-2017>

Apple 2021. Apple Inc.:n kotisivut. iPad - *iPad Pro*. Viitattu 29.3.2021

<https://www.apple.com/fi/ipad-pro/>

Cassauwers, T. 2020. *Automated shipping coming to Europe's waters*. Teoksessa *Horizon - The EU Research & Innovation Magazine*. Bryssel: Euroopan komissio. Viitattu 9.4.2021

<https://horizon-magazine.eu/article/automated-shipping-coming-europe-s-waters.html>

Choudhary, M. 2019. *What are various GNSS systems?* Sivustolla *Geospatial World*. Viitattu

12.4.2021 <https://www.geospatialworld.net/blogs/what-are-the-various-gnss-systems/>

Chui, M., Farrell, D. & Jackson, K. 2014. *How government can promote open data and help unleash over \$3 trillion in economic value*. Teoksessa *Innovation in local government - Open data and information technology* s.4-23. New York: McKinsey & Company. Viitattu 11.2.2021

https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/public%20sector/gdnt/gdnt_innovation%20in%20local%20gov_open%20data_it_full_book.ashx.

CSC 2021. CSC – Tieteen tietotekniikan keskus Oy:n verkkosivut. Sciences&Methods -

Geosciences - *Open GIS data*. Viitattu 9.2.2021 <https://research.csc.fi/open-gis-data>.

EUBIM 2018. *Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla*.

EUBIM Taskgroup. Viitattu 11.11.2021

<http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/10/GROW-2017-01356-00-00-FI-TRA-00.pdf>.

GSA 2021. *The future of GNSS user technology*. Sivustolla *GSA - European Global Navigation Satellite Systems Agency*. Viitattu 12.4.2021

<https://www.gsc-europa.eu/news/the-future-of-gnss-user-technology-3>

Grant, A., Razdan, R. & Shang, T. 2014. *Coordinates for change: How GIS technology and geospatial analytics can improve city services*. Teoksessa *Innovation in local government - Open data and information technology* s.32-44. New York: McKinsey & Company.

https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/public%20sector/gdnt/gdnt_innovation%20in%20local%20gov_open%20data_it_full_book.ashx

Guo, Q. & Su, Y. 2020. Toim. *Trends in UAV Remote Sensing Applications* teoksessa *Remote Sensing*. Basel: MDPI. Viitattu 11.2.2021

https://www.mdpi.com/journal/remotesensing/special_issues/UAV_trends.

Guo, Q. & Su, Y. 2021. Toim. *Trends in UAV Remote Sensing Applications: Part II* teoksessa *Remote Sensing*. Basel: MDPI. Viitattu 11.2.2021

https://www.mdpi.com/journal/remotesensing/special_issues/UAV_trends2.

Haapa-aho, E. 2021. Terrasolid Oy:n toimitusjohtajan haastattelu Lapin AMK:n hankkeeseen "Maanmittausalan TKI-toiminnan esiselvitys".

Honkavaara, E., Hakala, T. & Nevalainen, O. 2018. *Ilma-alus kohteen mukaan*. Teoksessa *Positio 1/2018* s. 8-12. Helsinki: Maanmittauslaitos. Viitattu 11.2.2021

https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2018/03/Positio_1-2018_korjattu.pdf.

Huang, B. & Wang, J. 2020. *Big spatial data for urban and environmental sustainability*.

Teoksessa *Geo-spatial Information Science*, Vol 23, No 4, s.125-140. Lontoo: Taylor & Francis on behalf of Wuhan University. Viitattu 10.2.2021

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10095020.2020.1754138>.

Laki Maanmittauslaitoksesta 1025/2018. Helsinki: Eduskunta 23.11.2018. Viitattu 30.4.2021

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181025>

Iceye 2021. Iceye Oy:n kotisivut. Viitattu 29.3.2021 <https://www.iceye.com/>

Maa- ja metsätalousministeriö 2018. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu 4a/2018:
Paikkatietopoliittinen selonteko. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 8.2.2021
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160909>.

Matilainen, J.W. 2020. *Satelliittipaikannus kuluttajalaitteilla*. Teema-artikkeli teoksessa *Lumen - Lapin ammattikorkeakoulun verkkolehti 2/2020*. Viitattu 12.4.2021
<https://www.theseus.fi/handle/10024/335235>

MML 2021a. Maanmittauslaitoksen verkkosivut: Tietoa Maanmittauslaitoksesta - Organisaatio.
Viitattu 30.4.2021 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181068>

MML 2021b. Maanmittauslaitoksen verkkosivut: Tietoa Maanmittauslaitoksesta - Opiskele
maanmittausalaa. Viitattu 26.4.2021
<https://www.maanmittauslaitos.fi/tietoa-maanmittauslaitoksesta/maanmittausalalle>

MML 2021c. Maanmittauslaitoksen verkkosivut: Huoneistot ja kiinteistöt -
Kiinteistörekisterinpitäjät. Viitattu 30.4.2021
<https://www.maanmittauslaitos.fi/huoneistot-ja-kiinteistot/asiantuntevalle-kayttajalle/kiinteistorekisterinpitajat-0>

Niemi, J. 2016. Diasarja: *Spatial Big Data*. Viitattu 8.2.2021
<https://www.cs.helsinki.fi/u/jilu/paper/SpatialBigData.pdf>.

OpenStreetMap 2021. OpenStreetMapin verkkosivut. *Tietoja*. Viitattu 10.2.2021
<https://www.openstreetmap.org/about>.

Paituli 2021. CSC:n ylläpitämä ja Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittama paikkatietojen
latauspalvelu. Viitattu 9.2.2021 <https://paituli.csc.fi/>.

Pix4D 2021. Pix4D SA:n kotisivut. Blog - *Automatic point cloud classification for construction*.
Viitattu 29.3.2021 <https://www.pix4d.com/blog/construction-surveys-point-cloud-classification>

Porter, M. 1980. *Competitive Strategy. Techniques For Analyzing Industries And Competitors*.
Originally published: New York: Free Press. E-kirja

Porter, M. 2012. What is Strategy?. Introduction to Entrepreneurship. University of North Carolina at Chapel Hill. Video. Viitattu 8.10.2021. <https://www.youtube.com/watch?v=Zq9-JT8moU4>

QGIS 2021. QGIS - Vapaa avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelmisto. Viitattu 10.2.2021
<https://www.qgis.org/fi/site/>

RICS 2020. *The Futures Report 2020*. Lontoo: Royal Institute of Chartered Surveyors. Viitattu 16.4.2021
<https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/news/news--opinion/rics-future-report-2.pdf>

Savolainen, P. 2018. *Asiantuntija: GPS-häirintä on harmittavan helppoa, signaalin voi peittää roskalla – "Netistä voi tilata laitteen muutamalla kympillä"*. Artikkelit MTV Uutisten verkkosivulla. Helsinki: MTV Oy. Viitattu 12.4.2021
<https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/asiantuntija-gps-hairinta-on-harmittavan-helppoa-signaalin-voi-peittaa-roskalla-netista-voi-tilata-laitteen-muutamalla-kympilla/7174292#gs.y0selp>

Tampere 2018. *Seminaarissa pohdittiin kaupunkimallin hyötyjä nyt ja tulevaisuudessa*. Smart Tampere - Tampereen kaupungin Smart Tampere -hankkeen verkkosivut. Viitattu 9.4.2021
<https://smart tampere.fi/seminaarissa-pohdittiin-kaupunkimallin-hyotyja-nyt-ja-tulevaisuudessa/>

The Millenium Project 2020. 15 Global Challenges - Overview. Viitattu 11.2.2021
<http://www.millennium-project.org/projects/challenges/>.

Torres, G. 2021. *Drone photogrammetry vs. LIDAR: what sensor to choose for a given application*. Viitattu 29.3.2021 <https://wingtra.com/drone-photogrammetry-vs-lidar/>

Yaragal, S. 2018. *Big data in GIS environment*. Blogikirjoitus *Geospatial World* -lehden sivuilla. Viitattu 10.2.2021. <https://www.geospatialworld.net/blogs/big-data-in-gis-environment/>.

van der Molen, P. & Mitchell, D. 2016. *Climate change, land use and land surveyors*. Teoksessa *Survey Review*, vsk. 43, nro. 347, s. 148-155. Viitattu 16.4.2021
<https://doi.org/10.1179/1752270615Y.0000000029>

Valtioneuvoston asetus Maanmittauslaitoksesta 1068/2018. Helsinki: Valtioneuvosto 5.12.2019.

Viitattu 30.4.2021 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181068>

Väylä 2019. Väyläviraston julkaisuja 22/2019: *Aurora-älytie ja avoin kokeiluekosysteemi - Hankkeen loppuraportti*. Helsinki: Väylävirasto. Viitattu 9.4.2021

https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2019-22_aurora-alytie_web.pdf