



**KMTK**  
Kansallinen  
maastotietokanta

# Trendiselvitys

## KMTK - Tietopalvelut ja tuotteet -projekti

Joonas Jokela ja Teemu Saloriutta

27.3.2018



## Sisältö

1. Johdanto .....	1
1.1. Nykytila .....	1
1.2. Nykytilan kehittämistarpeita .....	1
1.3. KMTK:n peruseriaate .....	2
2. Toimintaympäristön muutokset .....	2
2.1. Kaupungistuminen.....	2
2.2. Älykkäät kaupungit (Smart Cities) .....	3
2.3. Paikkatiedon arkipäiväistyminen.....	3
2.4. Joukkoistaminen .....	4
2.5. Avoimet aineistot, ohjelmistot ja standardit.....	4
2.6. Alustatalous ja verkottuneet ekosysteemit.....	4
2.7. Liikkuminen palveluna (Mobility-as-a-Service, MaaS).....	5
2.8. Tietosuoja ja turvallisuus .....	5
3. Teknologiset muutokset .....	5
3.1. Uudet tiedonkeruumenetelmät .....	5
3.2. Reaaliaikaisuus ja aikaulottuvuus.....	6
3.3. Rakennuksen tietomallit.....	6
3.4. Massadata (Big Data).....	7
3.5. Esineiden Internet (Internet of Things) .....	7
3.6. Itseajavat autot/robotisoituminen .....	7
3.7. Paikannus ja sisätilanavigointi .....	8
3.8. Virtuaalinen/lisätty todellisuus (VR/AR).....	8
3.9. Pelillistäminen .....	8
3.10. Pilvipalvelut ja suurteholaskenta.....	9
3.11. Lohkoketjut.....	9
3.12. Linkitetty tieto (Linked Data).....	9
4. Johtopäätökset ja yhteenveto .....	9

# 1. Johdanto

Tämä selvitys on tehty osana Kansallinen maastotietokanta (KMTK) -ohjelman Tietopalvelut ja tuotteet -projektia. Selvityksen tavoitteena oli tunnistaa, mitkä tulevaisuuden trendit tulee ottaa huomioon, kun määritellään Kansallisesta maastotietokannasta tarjottavia tietopalveluita ja tuotteita.

Historiallisesti maastotietotuotanto on tähdännyt ensisijaisesti karttojen julkaisuun. Nykyään ja erityisesti tulevaisuudessa maastotietojen käyttötarpeet ovat paljon monipuolisemmat. Visuaalisesti tarkasteltava kartta ei välttämättä ole tärkein lopputuote.

Selvityksessä huomioidut trendit on jaettu kahteen ryhmään: toimintaympäristön muutoksiin ja teknologisiin muutoksiin. Trendit, joiden nähdään asettavan uusia vaatimuksia paikkatietoaineistojen tuotteille ja palveluille, käsitellään toimintaympäristön muutoksissa. Trendit, jotka mahdollistavat uuden aineistojen synnyn tai nykyisten prosessien kehittämisen, käsitellään teknologisissa muutoksissa.

Selvityksessä ei oteta kantaa siihen, mitä tuotteita ja palveluita KMTK:sta lopulta tarjotaan. Näitä kysymyksiä käsitellään erikseen Maanmittauslaitoksen ja sidosryhmien kesken.

## 1.1. Nykytila

Nykyinen Maanmittauslaitoksen maastotietokanta tarjoaa käyttäjille tuotteita tiedostopalvelun ja rajapintapalveluiden kautta. Maksuttoman tiedostopalvelun kautta on ladattavissa maastotietokannan kohteet 3x3 km karttalehdittäin. Palvelussa ei tällä hetkellä ole mahdollisuutta ladata suurempaa aluetta yhteen tiedostoon eikä vaikuttaa siihen, mitä kohdeluokkia ladattavaan aineistoon tulee. Poikkeuksena on Tiestö osoitteilla -aineisto, josta on karsittu pois muut kohdeluokat kuin tieverkko ja osoitteet. Formaateina on valittavissa Shapefile, MIF/MID ja GML. Tiedostolataus on mahdollista myös ATOM-syötteen kautta, jolloin on mahdollista valita tietyn ajanhetken jälkeen muuttuneet tiedostot.

Maastotietokannan lisäksi Maanmittauslaitos tarjoaa tiedostopalvelussa muun muassa kiinteistörekisterin ja nimistörekisterin aineistoja, ortoilmakuvia ja laserkeilausaineistoa. Palvelussa on myös tarjolla aineistosta johdettuja rasterituotteita, kuten maasto- ja taustakarttoja.

Maanmittauslaitoksen rajapintapalvelut ovat pääosin maksullisia. Palveluissa tarjotaan karttatuotteita WMS- ja WMTS-karttakuvapalveluina. Lisäksi osoitteille ja nimistölle on WFS-latauspalvelut. Karttatulosteita varten tarjotaan REST-rajapinta, jonka kautta on saatavilla tulostuskäyttöön soveltuvia PDF-tiedostoja. INSPIREn mukaiset katselu- ja latauspalvelut direktiivin liitteen I mukaisille aineistoille tarjotaan avoimina ja maksuttomina.

## 1.2. Nykytilan kehittämistarpeita

Seuraavassa on listattuna asioita, joita on nostettu esille Maanmittauslaitoksen nykyisten tuotteiden ja palveluiden kehittämistä suunniteltaessa. Tunnistetut kehittämistarpeet perustuvat pääosin asiakaspalautteisiin. Osa toivotuista parannuksista on päätetty toteuttaa jo nykyisen maastotietokannan tietopalveluihin.

- WFS-palvelun kautta tulisi tarjota aineistoa myös JSON-muodossa.
- REST-tyyppisen rajapintapalvelun tarjoaminen voi olla käyttäjille hyödyllistä WFS:n ohella.
- Eri tuotteissa jaettavan tiedon tulisi olla yhtenäisessä muodossa. Esimerkiksi tällä hetkellä osoitetietojen kyselypalvelussa tarjotaan kunnan nimi tekstinä, mutta nimistön kyselypalvelussa kuntakoodina.

- Rajapintapalveluiden tulisi olla versioituja, ja useampia versioita tulisi tukea yhtä aikaa.
- Osan tai kaikkien rajapintapalveluiden tulisi olla avoimia ja maksuttomia.
- Tiedostopalvelun tulisi tarjota mahdollisuus vapaaseen rajaukseen karttalehtijaon sijaan.
- Tiedostopalvelun tulisi tarjota mahdollisuus ladattavien aineistojen parempaan räätälöitävyyteen.
- WMS- ja WMTS-palveluiden kautta haetut karttakuvat tulisi olla haettavissa myös muissa kuin vain ETRS-TM35FIN-koordinaattijärjestelmässä. Erityisesti Web Mercator ja ETRS-GKn-kaistat voisivat olla käyttäjille hyödyllisiä.
- WMS-palveluiden tulisi olla paremmin räätälöitävissä eli tulisi tarjota mahdollisuus valita, mitkä aineistot ja kohdetyypit haettavassa karttakuvassa näytetään. Lisäksi olisi hyvä tarjota mahdollisuus esitystyöliien muokkaukseen.
- Rajapintapalveluiden kautta jaettavan aineiston päivityssyklin tulisi olla yksi vuorokausi.
- Aikasarjojen haku tulisi mahdollistaa erityisesti ortokuva- ja laserkeilausaineistopalveluihin.

### 1.3. KMTK:n peruseriaate

KMTK-ohjelma on laaja yhteistyöhanke, joka toteutetaan yhteistyössä kuntien, valtionhallinnon eri organisaatioiden sekä yksityisen sektorin kanssa. Kansallinen maastotietokanta kokoaa yhteen peruspaikkatiedot, joita ovat rakennus-, liikenneverkko-, hydrografia-, maanpeitto- ja korkeussuhdetiedot.

Tulevaisuudessa eri osapuolet keräävät ja ylläpitävät paikkatietoaineistoja sellaisessa muodossa, että ne ovat kansalliseen maastotietokantaan yhteensopivia ja siten myös keskenään yhteensopivia. Osapuolia ovat Maanmittauslaitos, kunnat sekä muut tiedontuottajat. KMTK vähentää päällekkäistä työtä osapuolten välillä ja säästää siten kustannuksia.

Yhteen kerätyille aineistoille tehdään laaduntarkastus. Kansallisen maastotietokannan palveluista loppukäyttäjät saavat yhdenmukaiset aineistot helposti käyttöönsä koko maan kattavasti.

## 2. Toimintaympäristön muutokset

Tässä luvussa käsitellään toimintaympäristön muutoksiin liittyviä trendejä, joilla voi olla vaikutusta paikkatietotuotteiden ja -palveluiden käyttöön tulevaisuudessa. Kunkin trendin osalta on pohdittu sen vaikutusta KMTK:hon. Mukaan valitut trendit perustuvat AGI:n julkaisussa Foresight Report 2020 ja Paikkatietopoliittisen selonteon teknologiaselvityksessä käsiteltyihin asioihin sekä yleisesti esillä olleisiin trendeihin.

### 2.1. Kaupungistuminen

Kaupungistuminen alkoi laajasti jo 1700-luvulla teollistumisen myötä. Kaupungeissa asuu tällä hetkellä yli puolet maailman väestöstä ja vuoteen 2050 mennessä osuus kohoaa ennusteiden mukaan yli 70 prosenttiin. Suomalaisista asui vuonna 2016 tiheästi asutuilla alueilla 36 prosenttia. Kaupungeissa asuvan väestön osuus kokonaisväestöstä kasvaa Suomessakin. Uusista asunnoista lähes 90 prosenttia rakennetaan suurimpiin kaupunkeihin ja niiden ympäristöön.

- Maanmittauslaitoksen nykyinen maastotietokanta on sisällöltään ja kartoitustarkkuudeltaan homogeeninen koko valtakunnan alueella. Sen kartoitustarkkuus ei riitä taajamissa tarvittaviin sovelluksiin. Taajama-alueiden tarkempi kartoitus on kuntien vastuulla. KMTK kokoaa kuntien tuottamia tarkkoja aineistoja helposti saataville yhtenäisessä muodossa. Tällöin esimerkiksi kuntarajat ylittävä yhteistyö helpottuu.

27.3.2018

- Erityisesti nopeasti kasvavissa kaupungeissa aineistojen ajantasaisuus on keskeistä; rakentaminen muuttaa ympäristöä nopeasti ja esimerkiksi tilapäiset liikennejärjestelyt olisi tarpeen saada mukaan paikkatietoaineistoihin. Myös kaupunkisuunnittelu tarvitsee tuekseen tarkkoja ja ajantasaisia aineistoja, eikä esimerkiksi liikenneverkkojen kuvaaminen keskilinjaperiaatteella riitä kaikkiin tarkoituksiin. KMTK:ssa voidaan tarjota taajamista yksityiskohtaisempia aineistoja kuin muualta kokoamalla yhteen kuntien tuottamia aineistoja. Esimerkiksi 3D-rakennukset voitaisiin tarjota jopa LoD3-tasolla taajamista, mutta vain LoD1-tasolla haja-asutusalueilta.

## 2.2. Älykkäät kaupungit (Smart Cities)

Älykäs kaupunki tarkoittaa informaatio- ja kommunikaatioteknologian hyödyntämistä kaupungin innovatiivisessa kehityksessä. Älykkäissä kaupungeissa pyritään ekotehokkuuteen ja elämänlaadun parantamiseen. Keskeisiä käsitteitä ovat esimerkiksi resurssiviisaus, automaatio ja älykkäät sähköverkot.

- Paikkatiedon hyödyntäminen älykkäiden kaupunkien suunnittelussa on keskeistä. Erityisesti KMTK:n 3D-rakennukset mahdollistavat analyysseja, joiden tuloksia voidaan käyttää useissa kaupungeja koskevissa sovelluksissa. Esimerkiksi aurinkoenergian hyödyntämispotentialiaa voidaan laskea 3D-rakennusten perusteella. KMTK:n tuotteiden tarjoaminen analyysikäyttöön sopivassa muodossa on älykkäiden kaupunkien kannalta tärkeää. Analyysseissa KMTK:n aineistoja voidaan yhdistää esimerkiksi sensorien keräämään dataan, jolla on merkittävä rooli älykkäissä kaupungeissa.

## 2.3. Paikkatiedon arkipäiväistyminen

Nykyään lähes jokainen kantaa mukanaan älypuhelinta, jonka GPS-paikannus mahdollistaa paikkatietoon perustuvien sovellusten käytön. Älypuhelimella katsotaan lähimmät ravintolat, tarkastetaan joukkoliikenneyhteydet tai navigoidaan tuntemattomaan paikkaan. Pokemon Go'n kaltaiset pelit tuovat paikkatiedon osaksi pelikokemusta. Aiemmin paikkatiedon käsittelyyn liittyvät taidot olivat alan ammattilaisten yksinoikeus. Nykyään myös monet harrastajat, kuten geokätköilijät tai tietokonepelaajat kykenevät käyttämään ja muokkaamaan paikkatietoa.

Ihmiset ovat tottuneet helposti saataviin ja käytettäviin paikkatietopalveluihin, jotka hyödyntävät esimerkiksi Google Mapsia tai Open Street Mapia. Peruskansalainen ei välttämättä edes tiedä tai ajattele käyttävänsä paikkatietopalveluja, sillä paikkatieto integroituu luontevaksi osaksi lukuisia sovelluksia.

Paikkatieto on keskeisessä osassa myös monissa yhteisöllisissä sovelluksissa, jotka toimivat jakamistalouden periaatteilla. Jakamistaloudella viitataan yhteiseen tai yhteisölliseen talouteen, kuluttamiseen, käyttöön tai tuotantoon. Esimerkkejä jakamistaloudesta ovat esimerkiksi AirBnB ja yhteiskäyttöautot.

- Jos KMTK:n laadukkaita, viranomaisten tuottamia paikkatietoja halutaan laajasti käyttöön, tulisi niistä tehtyjen tuotteiden olla helposti käytettävissä erilaisiin arkipäivän sovelluksiin. Käytännössä tavoitetta voisi edistää tuotteiden tarjoaminen myös muiden kuin OGC:n paikkatietostandardien mukaisten rajapintapalveluiden kautta. Esimerkiksi REST-tyyppiset rajapintapalvelut ovat laajasti käytössä paikkatietoalan ulkopuolella. Lisäksi ladattavien aineistojen tulisi olla nykyistä helpommin hyödynnettävissä ilman vaativaa jatkokäsittelyä.

## 2.4. Joukkoistaminen

Joukkoistaminen tarkoittaa hajautettua tuotantomallia, jossa yhteisön resursseja hyödynnetään jotain tehtävää varten. Maastotiedon tuotannossa joukkoistamista voidaan hyödyntää osana tiedonkeruuta. Oleellista on tunnistaa, millaisia kohteita voidaan kerätä joukkoistamalla. Joukkoistettu tiedonkeruu eli kansalaisten esimerkiksi älypuhelimella keräämä data voi toimia aineistojen lähteenä. Älykkäät automaattiset suodatusmenetelmät ovat keskeisiä, jotta kansalaisten keräämän tiedon laatua voidaan validoida.

Toimiva joukkoistaminen vaatii riittävästi tallennettuja havaintoja, joten niiden keräämisen helppous ja kansalaisten aktivointi on tärkeää. Kansalaishavaintojen laatu voi vaihdella merkittävästi, joten laadunhallintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota.

- Joukkoistamalla kerätyn tiedon hyödyntämistä on pilotoitu KMTK-KANSA-projektissa. Joukkoistamalla kerättyjä aineistoja voivat olla esimerkiksi sellaiset, joita Maanmittauslaitos tai muut viranomaiset eivät pysty muulla tavoin keräämään. Tiedot voidaan tarjota joko osana muita KMTK:n tuotteita tai erikseen. Viestintä ja metatiedot ovat tärkeitä viranomaisten takaamien laadukkaiden aineistojen erottamiseksi joukkoistamalla kerätyistä aineistoista.

## 2.5. Avoimet aineistot, ohjelmistot ja standardit

Avoimien aineistojen ja ohjelmistojen määrä tulee lisääntymään ja myös avoimia standardeja käytetään tulevaisuudessa aiempaa enemmän. Paikkatietoalan standardisointielimet ovat hyvin vahvasti mukana avoimuusajattelussa. Esimerkiksi Open Geospatial Consortium (OGC) tuottaa avoimia, laajasti käytettyjä paikkatietoalan standardeja. Teknisissä järjestelmissä avoimen lähdekoodin ohjelmistot ovat toimivia vaihtoehtoja, mutta niiden kohdalla tulee varmistua teknologian jatkuvuudesta. Avoimen lähdekoodin toteutukset vähentävät toimittajaloukun riskiä.

- Maanmittauslaitoksen maastotietokanta on tällä hetkellä kokonaisuudessaan avointa aineistoa. Myös useat muut Maanmittauslaitoksen tuotteet jaetaan avoimesti. Avoimuudesta saadut kokemukset ovat hyviä, ja myös KMTK:n tavoitteena on tarjota aineistot avoimesti. Rajoitteita voi kuitenkin syntyä esimerkiksi tietosuojalainsäädännöstä. Lisäksi mahdollisesti kerättävät uudet, aiempaa tarkemmat tiedot, voidaan joutua rajaamaan vain viranomaiskäyttöön.
- KMTK:n tietopalveluissa ja tuotteissa olisi hyvä ottaa huomioon formaattivalikoiman laajennettavuus mahdollisesti syntyvien uusien standardien mukaisiin formaatteihin.
- KMTK:n tietopalveluiden ja tuotteiden tarjoamisessa kannattaa mahdollisuuksien mukaan käyttää avoimen lähdekoodin ohjelmistoja. Aineistojen prosessointiin valmiiksi tuotteiksi tarvittavat koodit olisi käyttäjien kannalta hyödyllistä tarjota avoimena lähdekoodina. Vastaavasti esimerkiksi laserkeilausaineistoista tuotettavien 3D-kohteiden muodostamisparametrit tulisi olla näkyvillä aineistojen metatiedoissa.

## 2.6. Alustatalous ja verkottuneet ekosysteemit

Alustatalous perustuu useiden toimijoiden väliseen vuorovaikutukseen. Digitaalisille alustoille on tyypillistä monisuuntaisuus. Alustatalous voidaan määritellä jaetuiksi sosiaalisiksi tai teknologisisiksi rakenteiksi, jotka yhdistävät monia palvelujen, tuotteiden tai sosiaalisen arvon tuottajia ja käyttäjiä yhdeksi monen suuntaiseksi arvontuontijärjestelmäksi. Sen keskeisenä mahdollistajana on nopeasti etenevä digitalisaatio, jonka ansiosta tietoa voidaan kerätä, analysoida ja jakaa globaalisti eri toimijoiden kesken.

- KMTK:n aineistot tarjotaan tulevaisuudessa Paikkatietoalustan kautta, mikä poistaa käyttäjän näkökulmasta tiedontuottajaorganisaatioiden välisiä rajoja. KMTK:n tarjoaa laadukkaat perusmaastotiedot, joita voi käyttää pohjakarttana ja yhdistää muihin aineistoihin. KMTK:n aineistot tarjoavat yrityksille lähtökohdan uusien palveluiden kehittämiseksi.
- Alustatalous on keskeinen tekijä KMTK:n kehityksen taustalla. KMTK osana Paikkatietoalustaa luo pohjan toimivalle paikkatietoyhteiskunnalle. Alustatalous helpottaa tietojen saatavuutta ja kasvattaa siten tarvetta eri aineistojen rakenteen ja sisällön yhteentoimivuudelle. Yhteentoimivuuden myötä aineistoja voidaan hyödyntää tehokkaasti analyyseissa ja prosesseissa.

## 2.7. Liikkuminen palveluna (Mobility-as-a-Service, MaaS)

Liikenne muuttuu suuntaan, jossa erilliset liikennemuodot toimivat paremmin yhdessä, ja käyttäjä voi oman kulkuneuvon omistamisen sijaan ostaa käyttöoikeutta erilaisiin liikkumispalveluihin.

- Jotta liikkuminen palveluna voi toimia, vaaditaan myös paikkatietoaineistoilta entistä enemmän. Erityisesti ajantasaisuus on tärkeää, jotta käyttäjä voi optimoida reitin todelliseen tilanteeseen perustuen. KMTK:ssa tämä koskee lähinnä liikenneväyläaineistojen ajantasaisuutta. Esimerkiksi tietöistä johtuvat muutokset kulkureiteissä voivat kestää muutamista tunneista vuosiin. Jatkossa voi olla tarpeen linjata, kuinka lyhytkestoiset muutokset tulisi olla KMTK:n aineistoissa mukana.

## 2.8. Tietosuoja ja turvallisuus

Henkilötietojen käsittelyä koskevan EU:n tietosuoja-asetuksen soveltaminen alkaa 25.5.2018. Sen vaikutus on merkittävä myös paikkatietoalalla. Paikkatietojen yhdistäminen henkilötietoja sisältäviin rekistereihin voi aiheuttaa tietosuojaongelmia.

Tietosuoja liittyy myös yhteiskunnan kokonaisturvallisuuteen. Laadukkaat ja ajantasaiset paikkatietoaineistot ja tietojen yhdistely parantavat yhteiskunnan turvallisuutta auttamalla esimerkiksi pelastustoimen työtä. Tällöin on huomioitava, että arkaluonteisten tietojen on syytä pysyä vain viranomaiskäytössä.

- KMTK:n aineistot eivät sellaisenaan sisällä tietosuoja-asetuksen tarkoittamia henkilötietoja, mutta niiden yhdistämisessä muihin tietoihin on otettava huomioon asetuksessa määritellyt rajoitteet.
- KMTK:n tuotteiden ja palveluiden toteutuksessa huomioidaan viranomaiskäytön tarpeet, tietosuoja-asetuksen vaatimukset sekä mahdolliset muut rajoitukset.

# 3. Teknologiset muutokset

Teknologinen kehitys luo uusia mahdollisuuksia ja asettaa uudenlaisia vaatimuksia paikkatietoalalle. Tässä osiossa esitellään teknologisia trendejä, jotka vaikuttavat tulevaisuudessa paikkatiedon keruuseen tai hyödyntämiseen. Käsiteltävät trendit on valittu pääosin Paikkatietopoliittisen selonteon teknologiaselvityksen pohjalta.

## 3.1. Uudet tiedonkeruumenetelmät

Jatkuvasti kehittyvät tiedonkeruumenetelmät mahdollistavat tarkempien aineistojen tuottamisen. Kehityksen seurauksena myös kustannukset pienenevät, mikä johtaa aineistojen ajantasaisuuden

parantumiseen. Uusia ja kehittyviä tiedonkeruumenetelmiä ovat muun muassa satelliittipohjainen kaukokartoitus, viistoilmakuvaus, laserkeilaus ja muut aktiiviset kartoitusmenetelmät, mobiilikartoitus sekä UAV.

- Aineiston laadun parantuessa KMTK:ssa syntyy aiempaa suurempi tarve eri tarkoituksia varten tehdyille erilaisten tarkkuustasojen tuotteille. Tekniikoiden halvetessa myös pienempien kuntien kynnys tuottaa uutta aineistoa pienenee, mikä johtaa KMTK:n aineiston parempaan ajantasaisuuteen. Samassa ajassa on mahdollista kartoittaa alueita paremmalla tarkkuudella ja yksityiskohtaisuudella. Eri tiedonkeruumenetelmillä tuotettujen aineistojen väliset erot vähentävät aineiston homogeenisuutta nykyiseen maastotietokannan aineistoon verrattuna.
- Laser2020-projektin määrittelyjen perusteella vuonna 2020 käynnistettävä kansallinen laserkeilausohjelma tulee tuottamaan pistetiheydeltään tasokkaampaa aineistoa. Tämä aineisto osaltaan mahdollistaa laadultaan parempien tuotteiden tuottamisen ja täysin uusien tuotteiden syntymisen. Esimerkkinä tiheämmästä pistepilvestä johdetuista mahdollisista uusista tuotteista voidaan nostaa esille 3D-rakennusmallit.
- Erilaiset uudet tiedonkeruumenetelmät mahdollistavat uudentyyppisten tuotteiden kehittämisen. Mikäli osaksi KMTK:ta tulee mobiilikartoituksen avulla kerättyä aineistoa, poikkeaa se merkittävästi esimerkiksi ilmalaserkeilauksella tuotetusta aineistosta. Aineistojen saatavuus vaihtelee huomattavasti alueellisesti, mikä huomioidaan metatiedoissa.

### 3.2. Reaaliaikaisuus ja aikaulottuvuus

Reaaliaikaisuudella tarkoitetaan tässä sitä, että käytettävissä oleva aineisto on ajantasaisuudeltaan mahdollisimman tuoretta. Aikaulottuvuus taas lisää kohteiden ulottuvuusajatteluun uuden tarkasteluakselin. Aikaulotteista aineistoa voidaan hakea ja tarkastella tietyn ajanhetken (menneen, nykyisen tai jopa tulevan) perusteella.

- KMTK:n tuotteissa tulee varautua siihen, että käyttäjät voivat haluta ladata aineistoa tietyn ajanhetken tilanteesta, tietyltä aikaväliltä tai jopa suorittaa aikaulottuvuustietoon liittyviä kyselyitä ja ladata pelkästään kyselyn tuloksen. KMTK:n pysyvä tunnus mahdollistaa kohteiden versiohistorian tallennuksen, jolloin kohteen koko elinkaari on saatavilla.
- Ajantasaisuus tulee KMTK:ssa vaihtelevaan alueellisesti enemmän kuin nykyisessä maastotietokannassa, sillä aineistoa tullaan keräämään useista eri lähteistä.

### 3.3. Rakennuksen tietomallit

Rakennuksen tietomalli on digitaalinen tietokokonaisuus rakennuksesta. Tietomalli voi sisältää tiedon rakennuksesta ja rakennusprosessista koko sen elinkaaren ajalta.

BIM eli Building Information Model sisältää usein hyvin yksityiskohtaista tietoa kohteesta. BIM on käytössä erityisesti rakentamisen ja suunnittelun aloilla. On oletettavaa, että tulevaisuudessa BIM:n mukaisia kohteita on saatavilla huomattavasti nykyistä enemmän varsinkin uusien, julkisten kohteiden osalta.

CityGML on viime vuosina kasvattanut rooliaan paikkatietojen kolmiulotteisen rakennetun ympäristön esittämiseen käytettynä standardina. Monet kaupungit Suomessa sekä muualla maailmassa ovat tuottaneet CityGML:n mukaisia semanttisia kaupunkimalleja.



- BIM-muotoista aineistoa voidaan käyttää lähtötietona KMTK:n rakennus- ja rakennekohteille. Varsinaisia BIM-kohteita ei tuoda KMTK:n tietokantaan, mutta niitä vastaavista KMTK-kohteista voi olla viittaukset alkuperäisiin BIM-kohteisiin. On syytä varautua tilanteeseen, jossa kunnat vaativat rakennuslupaprosessissa uusista rakennuskohteista aina yksityiskohtaisen BIM-muotoisen mallin.
- KMTK:n 3D-aineistojen on hyvä olla saatavilla standardimuotoisena aineistona. CityGML on vakiinnuttamassa asemansa paikkatietoalalla. Tästä syystä 3D-aineiston jakeleminen CityGML muodossa voi lisätä aineiston käytettävyyttä.

### 3.4. Massadata (Big Data)

Massadata on erittäin suurten, järjestelemättömien, jatkuvasti lisääntyvien tietomassojen keräämistä, säilyttämistä, jakamista, etsimistä, analysointia sekä esittämistä tilastotiedettä ja tietotekniikkaa hyödyntäen. Mobiililaitteiden jatkuvan tiedonkeruun ja erilaisten, alati yleistyvien sensorien tuottaman aineiston vuoksi hyödynnettävä tiedon määrä lisääntyy jatkuvasti. Käyttäjien passiivisesti tai aktiivisesti keräämässä datassa on yhä useammin mukana sijainti, joka mahdollistaa massadatan spatiotilastollisen analysoinnin.

- KMTK:hon massadata vaikuttaa enemmän tiedonkeruun kuin tuotteiden puolella. KMTK:ssa on oltava valmius kehittää prosesseja, joilla mahdollisesti tiedonkeruussa syntyvää massadataa pystytään jalostamaan tuotteiksi, joissa on käyttäjän kannalta vain olennainen sisältö. Myös KMTK:n muita tuotteita ja aineistoja tulisi ulkopuolisen toimijan pystyä käyttämään massadatan taustalla.

### 3.5. Esineiden Internet (Internet of Things)

Esineiden Internetillä tarkoitetaan tilannetta, jossa yhä useampi moderni laite on tavalla tai toisella yhteydessä Internetiin ja samalla toisiinsa. Tällainen tulevaisuuden ihmisten, esineiden, laitteiden ja palveluiden yhdistyminen luo entistä vahvemman tarpeen paikkatiedoille.

- KMTK:n kohteiden pysyvät tunnisteet helpottavat tietojen yhdisteltävyyttä. KMTK:n tuotteiden ja aineistojen yhdisteltävyys avaa oven myös esineiden Internetin mahdollisuuksiin. Esineiden Internet tulee tuottamaan massadataa, jota on mahdollista hyödyntää KMTK:n tuotteissa. On myös oletettavissa, että KMTK:n tarjoamaa dataa voidaan hyödyntää esineiden Internetin mahdollistamien innovaatioiden taustalla. On kuitenkin mahdollista, että nämä innovaatiot tarvitsevat taustalleen paljon yksityiskohtaisempaa tai tarkempaa dataa kuin se, mitä KMTK tulee tarjoamaan.

### 3.6. Itseajavat autot/robotisoituminen

Itseajavilla autoilla tarkoitetaan kokonaan tietokoneen ohjaamia autoja. Tietokone käsittelee antureista tulevaa tietoa ja tekee sen perusteella kaikki ohjaamisen vaatimat päätökset, mukaan luettuna reitin valinnan, ohitukset, risteysalueelle ryhtymisen ja äkilliset jarrutukset yllättävien esteiden eteen tullessa. Anturit ovat muun muassa kameroita, kiihtyvyyssantureita, mikrofoneja ja lidar-sensoreita. Kehitys on osa yleistä robotisaatiota, jossa yhä useammat aiemmin ihmisen suorittavat tehtävät tulevat älykkäiden koneiden hoidettavaksi.

27.3.2018

- Itseajavat autot asettavat liikenneverkkoa kuvaaville paikkatietoaineistolle kovia vaatimuksia. Liikenneviraston Aurora-hankkeessa pilotoidaan itseajavia autoja ja niiden tarvitsemia aineistoja. Vaatimuksia ovat ainakin tarkasti mallinnetut kaistojen reunaviivat. KMTK:ssa ei tässä vaiheessa oteta huomioon itseajavien autojen vaatimuksia, mutta tulevaisuudessa yksityiskohtaiset liikenneverkkoaineistot voisivat tulla osaksi KMTK:ta.
- Itseajavien autojen paikannus ainakin tällä hetkellä pohjautuu vahvasti satelliittipaikannukseen. Satelliittipaikannuksen tarkkuuteen voidaan vaikuttaa esimerkiksi 3D-rakennusmalleilla shadow matching -tekniikan tukena.

### 3.7. Paikannus ja sisätilanavigointi

Sijaintitiedon määrittäminen on keskeistä monissa tilanteissa. Reaaliaikaiset paikannusmenetelmät parantuvat jatkuvasti mahdollistaen esimerkiksi pienemmät mittausvirheet ilmalaserkeilauksessa.

Globaalien satelliittipaikannusjärjestelmien signaali ei kanna sisätiloihin, mutta paikannuksen tarve on suuri esimerkiksi kauppakeskuksissa ja lentoasemilla. Sisätilanavigointiin kehitetään parhaillaan useita sovelluksia ja standardeja.

- KMTK:n kohdemallissa voi olla syytä varautua rakennusten sisätilojen mallintamisen kasvuun tulevaisuudessa. Sisätilamallintaminen tulee olemaan todennäköisesti oleellinen osa tulevaisuuden arkipäivää varsinkin julkisten tilojen osalta.
- Paikannusteknologioiden parantuessa myös mittausteknologiat tulevat tarkemmiksi. Esimerkiksi KMTK:n rakennusmallien yhteydessä olisi hyvä viestiä käyttäjille, mikä on rakennuksen sijaintitarkkuus. Mittaustavan kertomista ei pidetä riittävänä tapana esittää tarkkuutta, sillä sama mittaustapa voi tuottaa hyvin erilaista tarkkuutta nyt ja 10 vuoden päästä.

### 3.8. Virtuaalinen/lisätty todellisuus (VR/AR)

Virtuaalinen todellisuus on tekniikka, jossa tietokonesimulaation tuottamien aistimusten avulla luodaan keinotekoinen ympäristö. Virtuaalinen todellisuus voi joko pyrkiä simuloimaan jotakin todellista ympäristöä tai se voi luoda täysin kuvitteellisen ympäristön. Lisätyssä todellisuudessa taas keinotekoista tietoa lisätään näkymään todellisesta ympäristöstä. Esimerkiksi Google Glass -tyyppiset älylasit voivat yleistyä tulevaisuudessa.

- Mikäli KMTK:n aineistojen halutaan olevan hyödynnettävissä virtuaalisen ja lisätyn todellisuuden sovelluksissa, on varauduttava laajentamaan formaattivalikoimaa vastaamaan tähän tarpeeseen.

### 3.9. Pelillistäminen

Pelillistäminen on pelien mekaniikan ja dynamiikan soveltamista eri ympäristöihin. Esimerkiksi yritysmaailmassa pelillisyyttä ja peleistä tuttuja elementtejä lisätään työhön. Tarkoitus on tehdä työstä innostavampaa, tavoitteellisempaa, tekijäänsä sisäisesti motivoivaa ja sitä kautta työnantajalle tuloksellisempaa. Esimerkiksi Vantaan kaupunki on tuottanut kuntansa alueelta kattavan Minecraft-pelimaailman, joka mahdollistaa pelillistävien toimintojen kehittämisen.

- Pelillistämisen avulla voidaan pyrkiä edistämään palveluiden käyttäjien osallistumista ja sitoutumista peleistä tuttujen ominaisuuksien avulla. Pelillistämisen avulla KMTK voisi aktivoida kansalaisia esimerkiksi etsimään aineistosta virheitä ja nuoria kiinnostumaan paikkatiedosta.

### 3.10. Pilvipalvelut ja suurteholaskenta

Pilvipalveluilla tarkoitetaan ulkoisilla palvelimilla tapahtuvaa toimintaa, joka ei ole riippuvainen käyttäjän koneen tehokkuudesta. Suurteholaskennalla tarkoitetaan suuriin tietomääriin kohdistuvaa monipuolista laskentaa tehokkaissa laskentaympäristöissä.

- KMTK:n tuotteiden kannalta pilvipalvelut ja suurteholaskenta avaavat uusia mahdollisuuksia. Tuotteisiin tehtävät mahdolliset operaatiot on tulevaisuudessa mahdollista tuottaa palvelinpuolella (server-side) käyttäjän päätelaitteen tehosta riippumatta. Tämä mahdollistaa reaaliajassa laskettujen tuotteiden tarjoamisen käyttäjille.

### 3.11. Lohkoketjut

Lohkoketjuteknologialla tarkoitetaan tapaa, jolla toisilleen vieraat toimijat yhdessä tuottavat ja ylläpitävät keskinäisten sopimustietojen tietovarantoja hajautetusti ilman, että osapuolten tarvitsee tuntea tai luottaa toisiinsa ja ilman, että tehtyjen sopimustapahtumien varmentamiseen tarvitaan virallista kolmatta osapuolta.

- KMTK:n kannalta lohkoketjuajattelu on enemmän arkkitehtuurin ja teknisen toteutuksen puolta eikä se varsinaisesti vaikuta KMTK:n tuotteisiin. Tuotteiden ja palveluiden näkökulmasta lohkoketjut voivat vaikuttaa esimerkiksi siihen, että jotkin palvelut olisivat jatkuvasti saatavilla (häiriöajan poisto).

### 3.12. Linkitetty tieto (Linked Data)

Linkitetty tieto on kokoelma teknologioita, jotka mahdollistavat uuden sukupolven tietoverkon toteuttamisen. Tulevaisuuden semanttisessa webissä linkittyvät dokumenttien sijasta asiat ja tieto. Linkitetyn tiedon teknologiat avaavat mahdollisuuden tarjota paikkatietoa webissä laajemmin perinteisten paikkatietoinfrastruktuurien ulkopuolelle. Se mahdollistaa aineiston hajautetun ylläpidon ja tiedon saavutettavuuden sekä ajantasaisuuden.

- KMTK:n aineistoissa linkitettyyn tietoon on varauduttu pysyvän tunnisteiden avulla. Linkitetyn tiedon avulla voidaan KMTK:ssa ylläpidettäviin kohteisiin liittää muita tietoja, esimerkiksi rakennuksen piirustuksia tai suunnittelumalleja. Linkitetyn tiedon hyödyntämisen keskeinen periaate on koneluettavuus: linkitysten tulee toimia ilman manuaalista tiedon yhdistelyä.

## 4. Johtopäätökset ja yhteenveto

Tämän selvityksen tavoitteena oli tunnistaa trendejä, jotka muuttavat paikkatietomaailmaa ja tätä kautta vaikuttavat Kansallisesta maastotietokannasta tarjottaviin tietopalveluihin ja -tuotteisiin. Tulevaisuuden tarpeita on hyvin vaikeaa ennustaa. Kuitenkin tutkimalla nykyisiä trendejä ja niiden suuntauksia voidaan arvioida, millaiset teknologiat todennäköisesti yleistyvät tulevaisuudessa. Selvityksessä läpikäyty trendit jaettiin kahteen kategoriaan: toimintaympäristön ja teknologisten muutosten trendeihin.

Tulevaisuudessa yhä suurempi osa yhteiskunnan toiminnoista tapahtuu kaupungeissa. Tiheästi asutuilla alueilla tarkkojen ja ajantasaisten paikkatietoaineistojen merkitys kasvaa. Ilman niitä älykkäiden kaupunkien kehittyminen on mahdotonta. KMTK vastaa tarpeeseen kokoamalla yhteen eri tiedontuottajien tarkkoja maastotietoja, kuten 3D-rakennusmalleja.

Teknologiset muutokset tapahtuvat joskus paljon ennustettua nopeammin. Tästä hyvänä esimerkkinä on erilaisten älylaitteiden nopea yleistyminen. Älypuhelin yleistyminen aiheutti suuren mullistuksen myös erilaisten karttasovellusten käyttömahdollisuuksiin ja muutti ihmisten tapaa käyttää ja ymmärtää karttoja. Ihmisten kyky omaksua uutta teknologiaa on parantunut, mikä on johtanut uusien innovaatioiden nopeaan ja laajaan yleistymiseen eri sovellusalueilla. Näistä syistä voidaan pitää hyvin todennäköisenä sitä, että tulevaisuudessa syntyy samankaltaisia digitaalisia murroksia, jotka muuttavat tarpeitamme ja käyttäytymistämme. Keskeinen tapa varautua tulevaisuuden muutoksiin on rakentaa tietojärjestelmistä joustavia ja laajennettavia.

Jo nykypäivän yhteiskunnassa paikkatieto on sulautunut olennaiseksi osaksi kaikkien käyttämiä palveluita. Tulevaisuudessa entistä useampaan palveluun liittyy paikkatietoa, eikä tavallinen käyttäjä ajattele käyttävänsä erillistä paikkatietopalvelua. Jatkossa paikkatietojen tarjonta muuttuu palvelukeskeisemmäksi. Osa käyttäjistä tarvitsee edelleen raakadataa, mutta varsinkin muut kuin paikkatietoalan ammattilaiset kaipaavat valmiita, helposti käytettäviä tuotteita. KMTK:n kautta ei kuitenkaan tarjota jokaiselle käyttäjälle räätälöityjä tuotteita ja palveluita, vaan osa niistä jää yritysten ratkaisujen vastuulle.

KMTK on osa suurempaa digitalisaatiokehitystä ja pyrkii luomaan Suomeen digitaalisen, yhtenäisen ja nykypäivän tarpeita vastaavan paikkatietovarannon. Digitaalisen yhteiskunnan perusta on tietovarantojen yhdisteltävyys. Sen vuoksi on tärkeää, että KMTK:n tietopalveluissa ja tuotteissa huomioidaan standardien kehittyminen. Esimerkiksi WFS 3.0 -standardi helpottaa tulevaisuudessa paikkatietoaineistojen yhdistämistä muihin aineistoihin. Toisaalta myös tietomallien yhtenäisyys on oleellista. Kun KMTK:n eri tiedontuottajat noudattavat samoja tietomalleja ja muodostamisohjeita, ovat KMTK:n tuotteet eri alueilla sisällöltään yhtenäisiä. Tällöin esimerkiksi kuntarajat ylittävä tiedon hyödyntäminen helpottuu.

Tulevaisuudessa KMTK:n kohteiden älykäs yhdistäminen muihin kohteisiin sekä koneluetavuus ovat aiempaa tärkeämmässä osassa. KMTK:n pysyvät ID:t mahdollistavat tämän kaltaisen kehityksen. Esimerkiksi linkitetyn tiedon palvelut hyödyntävät kohdekohtaisia pysyviä tunnisteita, joita tarvitaan myös muille kuin KMTK:n kohteille.

KMTK:n aineistot ovat heterogeenisempia kuin nykyisessä maastotietokannassa, sillä taajamista tarjotaan yksityiskohtaisia kuntien tuottamia aineistoja. Yksityiskohtaisuustasojen vaihtelu korostaa aineistojen metatietojen merkitystä. Teknologisen kehityksen siivittämänä KMTK:n tarjoaman aineiston tarkkuus, ajantasaisuus ja yksityiskohtaisuus paranevat. Kehitys voi lisätä heterogeenisuutta entisestään, mikäli uusien tiedonkeruumenetelmien avulla tuotettuja aineistoja on saatavilla vain rajatuilta alueilta.

Historiallisesti kartta on ollut paikkatietoaineistojen tärkein lopputuote. Nykyinen maastotietokanta periytyy siltä ajalta, mutta sisältää myös jonkin verran kohteiden ominaisuustietoja. KMTK on harppaus eteenpäin: tietosisältö monipuolistuu, mikä yhdessä asiakaslähtöisten jakelutapojen kanssa helpottaa maastotietojen jatkojalostamista ja analyysikäyttöä. KMTK:n tuotteiden ja palveluiden lähtökohtana on tuoda maastotiedot entistä useamman käyttäjän ulottuville ja mahdollistaa yrityksille uudenlaista liiketoimintaa.