

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri AMK

Infratekniikka

2022

Ilkka Malkavaara

# PAIKKATIEDON HYÖDYNTÄMINEN KATUSUUNNITTELUSSA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Ohjaaja DI Pirjo Oksanen

Heinäkuu 2022 | 29 sivua

Ilkka Malkavaara

# PAIKKATIEDON HYÖDYNTÄMINEN KATUSUUNNITTELUSSA

Katujen suunnittelu yleisille alueille vaatii nykyisen ympäristön ja tekniikan hahmottamista paikkatietoaineistojen avulla. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa käsitys paikkatiedon hyödyntämisestä lähtötietona katusuunnittelussa.

Paikkatietoaineistot kuvaavat ympäristöämme, ja niiden tuottaminen ja hyödyntäminen ovat kokeneet suuria harppauksia paikkatiedon avoimuuteen tähtäävän EU:n INSPIRE-direktiivin julkaisun myötä vuonna 2007. Avoin paikkatieto on usein julkisten toimijoiden tuottamaa aineistoa, jota kuka tahansa voi hyödyntää.

Suomessa valtion virastot tuottavat merkittävän osan katusuunnittelussa käytettävästä lähtötiedosta, mutta mukana on myös yksityisiä toimijoita, kuten operaattoreita, verkkoyhtiöitä ja vesilaitoksia. Avoimen paikkatiedon tuottajat julkaisevat paikkatietoa ohjelmointirajapintojen kautta, joiden tarkasteluun ja lataukseen on kehitetty erilaisia selainpohjaisia latauspalveluita.

Saatavilla oleva paikkatieto on hajanaista ja sen käyttö katusuunnittelussa vaatii aikaa vieviä muokkaustoimenpiteitä. Ratkaisuna voisi olla kehittää aineistojen ja suunnitteluohjelmien yhteensopivuutta sekä datan keruun automatisointia.

ASIASANAT:

Paikkatieto, katusuunnittelu, lähtötietomalli

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

Instructor Pirjo Oksanen, M Sc. Eng

July 2022 | 29 pages

**Ilkka Malkavaara**

# UTILIZING GEOGRAPHIC INFORMATION IN STREET PLANNING

Designing streets in public areas requires perceiving the existing landscape and structures through the use of geographic information models. The goal of this thesis was to acquire an understanding on the process of using geographic information models in street planning.

Geographic information models represent our surroundings. In 2007 the EU published the INSPIRE-directive, which has advanced the production and utilization of the information models. Open geographic information models are data often produced by public sectors, and which is free for anyone to use.

Government agencies produce a significant portion of the initial data models using in street planning. There are also private companies involved, such as internet providers, electric utility companies and waterworks. Producers of open geographic information provide them through application programming interfaces, which can be viewed and downloaded through different web-based applications.

Efficient utilization of geographic information models in street planning requires making time consuming modifications in the initial data, and the data is scattered between different providers and applications. One solution to the challenge could be to improve the compatibility of designing programs and geographic information models, as well as making the process of acquiring the data more automated.

## KEYWORDS:

Geographic information, street planning, building information modeling

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 PAIKKATIETO</b>	<b>2</b>
2.1 Rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatieto	2
2.2 Rasteri- ja vektorimuotoisten aineistojen erot	3
2.3 Paikkatietojärjestelmä	4
2.4 Avoin data	4
2.5 Kansallinen ja eurooppalainen lainsäädäntö	5
2.6 Paikkatietoaineistot katusuunnittelun lähtötietona	6
<b>3 KATUSUUNNITTELUN LÄHTÖTIETOAINAISTO</b>	<b>8</b>
3.1 Yleistä	8
3.2 Muodostusprosessi	8
3.3 Lähtötietoluettelo	9
3.4 Aineistosisällön jaottelu ja kansiorakenne	9
3.5 Lähtöaineiston harmonisointi	11
3.6 Laadunvarmistus	12
<b>4 INFRAN PAIKKATIEDON TUOTTAJAT SUOMESSA</b>	<b>13</b>
4.1 Yleistä	13
4.2 Valtion virastot	13
4.2.1 Maanmittauslaitos	13
4.2.2 Väylävirasto	14
4.2.3 Suomen ympäristökeskus SYKE	14
4.2.4 Geologian tutkimuskeskus GTK	15
4.3 Kunnat ja kaupungit	16
4.4 Yksityiset ja julkiset verkostonhaltijat	16
4.4.1 Vesihuoltolaitokset	16
4.4.2 Sähköverkkoyhtiöt	16
4.4.3 Teleoperaattorit	17
<b>5 PAIKKATIETOJEN TARKASTELU JA HANKINTA</b>	<b>18</b>
5.1 Ohjelmointirajapinta (API)	18
5.2 Selainpohjaiset kartta- ja latauspalvelut	18

5.2.1 Paikkatietoikkuna	18
5.2.2 Kuntien ja kaupunkien karttapalvelut	19
5.2.3 Väyläviraston kartta- ja latauspalvelu, Digiroad ja Tievelho	20
5.2.4 Suomen Ympäristökeskuksen kartta- ja latauspalvelu LAPIO	21
5.2.5 Geologian tutkimuskeskuksen kartta- ja latauspalvelu HAKKU	22
5.3 Avoimen datan latauspalvelut	23
5.3.1 Avoindata.fi	23
5.3.2 Maanmittauslaitoksen latauspalvelu	24
5.4 Tiedostomuotoinen aineiston hankinta	25
<b>6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA</b>	<b>26</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>27</b>

# 1 JOHDANTO

Katusuunnitteluhankkeiden haastavuus ja monimutkaisuus vaihtelee voimakkaasti sen mukaan, kuinka tiheästi nykyinen ympäristö on rakennettu. Syrjään rakennettava pieni tonttikatu voidaan rakentaa yleispiirteisillä suunnitelmillä, kun taas suuren kaupungin keskusta-alueet ovat täynnä maanalaista ja -päällistä tekniikkaa, joka tulee ottaa huomioon kadun saneerauksessa. Tällaisessa ympäristössä nykyisen ympäristön tarkka hahmottaminen on oleellisen tärkeää onnistuneen hankkeen läpiviennille. Avainaseman roolin muodostavat laadukkaat paikkatietoaineistot, jolla rakennettua ympäristöä voidaan hahmottaa suunnitteluohjelmissa.

Paikkatietoaineiston hyötykäyttö ei kuitenkaan aina ole ongelmaton. Alan digitalisaatio on suhteellisen tuoretta, ja vaatii vielä aikaa, jotta saadaan hiottua yhteisiä pelisääntöjä ja jalkautettua uusi tieto kentälle. Julkisesti tuotetut paikkatietoaineistot eivät olleet julkisesti saatavilla ennen vuotta 2007, jolloin EU julkaisi paikkatiedon avoimuuteen ja yhteinäistämiseen tähtäävän INSPIRE-direktiivin.

Moni paikkatietoaineisto ei silti ole kokenut suuria muutoksia tähän päivään mennessä, joka on johtanut kirjajaan joukkoon paikkatietoformaatteja sekä puutteellisiin sisältöihin. Näiden paikkatietojen muokkaus katusuunnittelussa hyödynnettävään muotoon on koettu työlääksi, ja paikkatietojen tehokkaammalla hyödyntämisellä voitaisiin tehostaa alaa ja päästä kustannussäästöihin.

Suomessa julkinen hallinto tuottaa suurimman osan katusuunnittelun lähtötietoina käytettävästä paikkatietoaineistosta. Valtion virastot ovat olleet edelläkävijöinä yhteisten pelisääntöjen luomisessa, ja raivanneet tietä eri kokoisten kaupunkien, kuntien ja yksityisten toimijoiden paikkatieto-osaamisen kehittämiseksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on muodostaa käsitys mitä paikkatieto on, ketkä ovat sen tuottajia ja miten sitä voidaan hyödyntää lähtötietona katusuunnittelussa. Opinnäytetyö toteutetaan osana Turun ammattikorkeakoulun rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinööritutkintoa. Ohjaajana toimii Turun ammattikorkeakoulun puolelta lehtori Pirjo Oksanen.

## 2 PAIKKATIETO

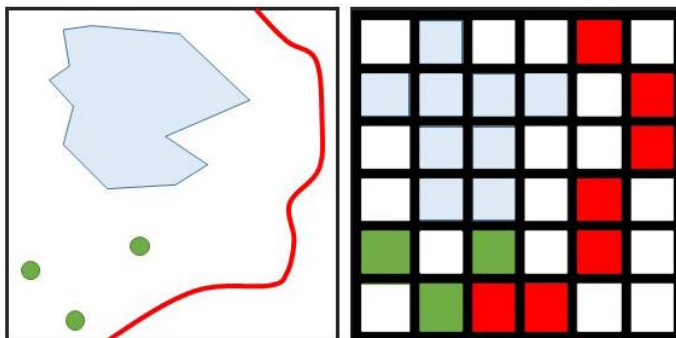
### 2.1 Rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatieto

Paikkatieto kuvaa jonkin kohteen maantieteellistä sijaintia ja ominaisuustietoa. Sijaintitieto ilmoitetaan yleensä koordinaatteina, ja ominaisuustieto voi olla mitä tahansa kohteen ominaisuutta kuvaavaa tietoa.

Teknisesti paikkatieto on joko rasteri- tai vektorimuotoista (kuva 1). Rasterimuotoinen aineisto on kuvamuotoista paikkatietoa, joka koostuu neliön muotoisista pikseleistä. Pikselin koko määrittää aineiston tarkkuuden, esimerkiksi pikselin kuvaama alue voi olla laajuudeltaan 10 x 10 metriä, jolloin aineiston resoluutio eli erottelukyky on 10 metriä. Tällaisen aineiston tarjoama informaatio koostuu yksittäisten pikselien sisältämästä ominaisuustiedosta, esimerkiksi pikselin väristä. Ilmakuvat ovat tyypillinen rasterimuotoinen paikkatietoaineisto. (PaikkaOppi)

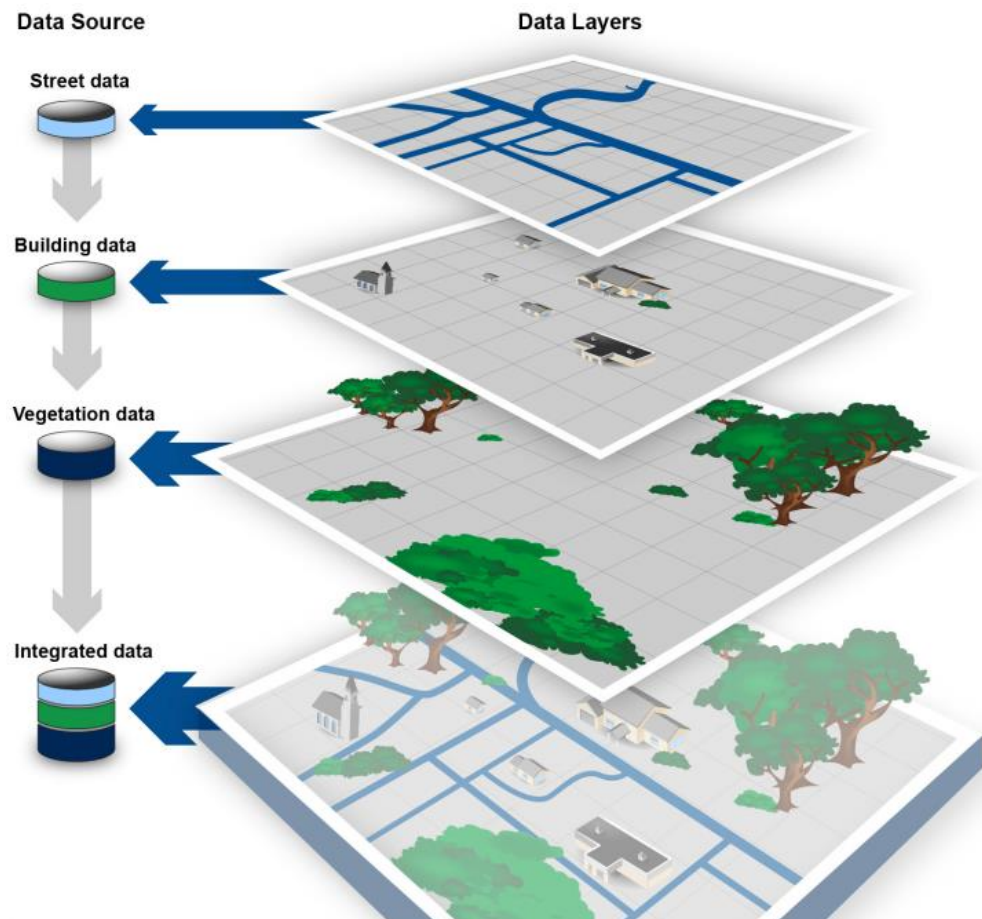
Suurin osa paikkatiedosta on vektorimuotoista, joka koostuu elementeistä. Elementit ovat pisteitä, pisteitä yhdistäviä viivoja, sekä viivojen rajaamia alueita. Jokaiselle pisteelle on määritetty sijaintitieto, ja eri elementeille voidaan antaa useita erilaisia ominaisuustietoja. Näin esimerkiksi viivamaiselle elementille voidaan antaa ominaisuustieto, joka kertoo viivan olevan kadun keskiviiva. Samalla tavalla alueelle voidaan antaa ominaisuustieto, joka kertoo alueen kuvaavan esimerkiksi kiinteistön reunoja. (PaikkaOppi)

Vektorimuotoista aineistoa tarkastellessa voidaan huomata, että tieto on olemassa taulukkomuodossa, johon on listattu aineiston sisältämät elementit sekä niiden koordinaattisekä ominaisuustiedot. Näitä tietoja voidaan visualisoida kartalle paikkatieto-ohjelman avulla. (PaikkaOppi)



Kuva 1. Sama paikkatietoaineisto esitettynä vektori- ja rasterimuodossa. (ite wiki Oy)

Useista elementeistä koostuvaa paikkatietoa kutsutaan paikkatietoaineistoksi. Paikkatietoaineistoja voidaan yhdistellä ja vertailla päällekkäin muiden paikkatietoaineistojen kanssa (kuva 2). Näin voidaan tarkastella maailmaa erilaisten ”linssien” läpi, sekä hahmottaa suhteita ja riippuvuuksia. (ite wiki Oy)



Kuva 2. Paikkatietoaineistoja yhdistelemällä voidaan hahmottaa kokonaisuuksia. (Yhdysvaltojen hallituksen tiloimisto GAO 2015)

## 2.2 Rasteri- ja vektorimuotoisten aineistojen erot

Molemmilla aineistotyypeillä on omat käyttökohteensa ja rajoitteensa. Rasterimuotoisen aineiston tiedostokoon määrittää aineiston resoluutio sekä aineiston laajuus. Laajat ja tarkat rasterikuvat ovat tiedostokooltaan isoja, jonka takia niitä on raskasta käyttää. Vektorimuotoisen aineiston tiedostokoon määrittää sen sisältämän tiedon määrä, mutta yleisesti ottaen aineistot ovat huomattavasti pienempiä ja sitä kautta myös nopeammin käsiteltävissä. (PaikkaOppi)



Vektorimuotoisessa aineistossa yksittäisiin elementteihin voidaan tehdä muutoksia, sekä niihin tallennettuja ominaisuustietoja voidaan etsiä paikkatietokannasta. Lisäksi vektori-  
muotoisessa aineistossa voidaan kuvata paremmin kohteiden muotoja niiden luonnollisten muotojen perusteella, kun taas rasterimuotoisessa aineistossa kohde kuvautuu väistämättä neliönmuotoisten pikselielementtien kautta. (PaikkaOppi)

Rasteriaineiston tarkkuus määräytyy yksittäisen pikselin koon mukaan, kun taas vektoriaineiston tarkkuuteen vaikuttaa pisteelle annetun koordinaatin tarkkuus, sekä annettujen pisteiden tiheys. Vektoriaineisto on muuten vapaasti skaalattavaa, eli luettavuus ei kärsi suurentamisesta. Rasterimuotoinen aineisto puolestaan luodaan aina tiettyyn mittakaavaan, ja sen luettavuus puolestaan kärsii, mikäli sitä tarkastellaan muissa mittakavoissa. (PaikkaOppi)

### 2.3 Paikkatietojärjestelmä

Paikkatietojärjestelmä on järjestelmä, jonka avulla voidaan tallentaa, hallita, analysoida tai esittää paikkatietoa. (Geoinformatiikan sanasto 2018) Se koostuu paikkatieto-ohjelmasta, paikkatietoaineistosta, laitteistosta, käyttäjästä ja toiminnasta.

Paikkatietoikkuna.fi on esimerkki paikkatietojärjestelmästä. Karttaikkunasta löytyy erilaisia työkaluja karttojen tarkasteluun ja siellä voi myös luoda helposti teemakarttoja valmiista datasta. (Paikkatietopalveluja ja -ohjelmistoja 2014)

### 2.4 Avoin data

Parhaimmat yhteiskunnalliset hyödyt saadaan paikkatiedosta, kun se on avointa. Avoin data on digitaalista, koneluettavaa tietoa, joka on vapaasti ja maksutta kaikkien hyödynnettävissä, kunhan sen alkuperäinen lähde mainitaan. Avoimen datan tarjoaminen kansalaisten ja yritysten käyttöön säästää kustannuksissa ja sen avulla luodaan tehokkaampia ja laadukkaampia palveluita. (Digi- ja väestötietovirasto 2022)

Huomattava osa julkishallinnon tuottamasta paikkatiedosta on julkista, ja valtaosa siitä on saatavilla CC BY 4.0 -lisenssillä (CC, Creative Commons), jonka käyttöön ohjataan julkisen hallinnon suosituksessa JHS 189 Avoimen tietoa-aineiston käyttöluupa. (Rainio 2017)

Kaikki julkishallinnon data ei kuitenkaan ole julkista. Aineiston julkaisemista voi rajoittaa esimerkiksi henkilötietojen suojaaminen, liikesalaisuuksien paljastumisen ehkäisy, aineistoon kohdistuvat tekijänoikeudet ja kansallinen turvallisuus. Esimerkiksi vesilaitosten ylläpitämät vesihuoltokartat eivät turvallisuussyistä ole julkisia. (Digi- ja väestötietovirasto 2022)

Avoim data voidaan määritellä Open Knowledgen määritelmää mukaillen seuraavasti:

1. Avoin data on löydettävissä ja saatavilla internetistä kokonaisena ja maksutta käyttökelpoisessa ja muokattavassa (siis koneluettavassa) muodossa.
2. Avoin data on kaikkien vapaasti katseltavissa, ladattavissa, kopioitavissa, muokattavissa, jaettavissa ja käytettävissä missä tahansa lainmukaisessa toiminnassa ilman taloudellisia, juridisia, teknisiä, sosiaalisia tai käytännöllisiä rajoitteita.
3. Avoin datan käyttöehdot ja lisenssit takaavat datan tuottajalle tämän halutessa oikeuden tulla asianmukaisesti nimetyksi ja käyttäjälle varmuuden datan alkuperästä. Muunlaisia käyttöä rajoittavia ehtoja ei ole. (Open Knowledge Foundation)

## 2.5 Kansallinen ja eurooppalainen lainsäädäntö

Paikkatietoon ja sen avoimuuteen liittyy paljon sekä kansallista-, että eurooppalaista lainsäädäntöä. Euroopan Unionin vuonna 2007 säätämän INSPIRE-direktiivin tarkoitus on ollut parantaa viranomaisten hallussa olevien paikkatietoaineistojen saatavuutta ja käyttöä luomalla EU-maille yhteinen paikkatietoinfrastruktuuri, sekä saattamalla sen palvelut yleisesti käytettäväksi. (Euroopan Unioni 2007)

Suomessa säädettiin vuonna 2009 laki paikkatietoinfrastruktuurista (421/2009), sekä valtioneuvoston asetus paikkatietoinfrastruktuurista (725/2009), joiden tarkoitus oli sisällyttää INSPIRE-direktiivi osaksi kansallista lainsäädäntöä. Vuonna 2011 Suomen hallitus julkisti periaatepäätöksen julkishallinnon digitaalisten tietoaineistojen saatavuudesta. Ensimmäiset merkittävät tietoaineistot avattiin vuonna 2012, kun Maanmittauslaitos avasi maastotietojaan. (Autio, M. 2021)

Avoin paikkatieto sekä sen uudelleenkäyttö myös kaupallisiin tarkoituksiin perustuu vuonna 2003 säädettyyn eurooppalaiseen SPI-direktiiviin. Suomen kansallinen lainsäädäntö myös tukee datan avaamista, erityisesti uudistettu perustuslaki (731/1999),

julkisuuslaki (621/1999), hallintolaki (434/2003) ja kuntalaki (410/2015). (Digi- ja väestötietovirasto 2022)

Paikkatietoa koskeva lainsäädäntö on suhteellisen tuoretta ja päivittyy ripeään tahtiin. Maanmittauslaitos ylläpitää listaa keskeisimmistä paikkatietoinfrastruktuuria koskevasta lainsäädännöstä internet-sivuillaan. (Lainsäädäntö ja ohjeet)

## 2.6 Paikkatietoaineistot katusuunnittelun lähtötietona

Seuraavaksi on koottu paikkatietoaineistoja, jotka ovat olennaisia katusuunnittelussa. Aineistot on jaoteltu YIV-ohjeen aineistosisällön jaottelun mukaan.

Maastomalli:

- maanmittauslaitoksen korkeusmalli
- maanmittauslaitoksen valtakunnallinen laserkeilausaineisto
- kuntien ja kaupunkien omat laserkeilausaineistot.

Maa- ja kallioperä:

- GTK:n maaperäkartta.

Rakenteet ja järjestelmät:

- vesilaitosten vesihuoltokartat
- sähköverkkoyhtiöiden kaapelikartat (pien-, keski-, suurjännitekaapelit ja kaukolämpö/kylmä).

Temaattiset aineistot:

- kuntien ja kaupunkien asemakaavakartta
- kuntien ja kaupunkien kantakartta
- kuntien ja kaupunkien kiinteistörajakartta
- maanmittauslaitoksen maastotietokanta
- maanmittauslaitoksen ilma- ja ortokuvat

- kuntien ja kaupunkien ilma- ja ortokuvat
- kuntien ja kaupunkien 3D-kaupunkimallit. (Building SMART Finland 2019)

## 3 KATUSUUNNITTELUN LÄHTÖTIETOAINIESTO

### 3.1 Yleistä

Lähtötietoaineisto on kokoelma erilaisia lähtöaineistoja, ja sen lisäksi tietynlainen tapa koota, muokata ja hallita hankkeen lähtöaineistoa. Eri yhteistyötahoilta saatua muokkaa- matonta lähtötietoa kutsutaan raaka-aineeksi, ja sen jalostamista suunnittelua tukevaan muotoon kutsutaan harmonisoinniksi. (Building SMART Finland 2019)

Lähtötietoaineiston keräämiselle ja harmonisoinnille tulee varata riittävästi aikaa ennen suunnittelutyön aloittamista, ettei hankkeen eteneminen viivästy puutteellisten lähtötie- tojen vuoksi. Infrahankkeissa esim. maanpintamallia ja kantakarttaa tarvitaan hyvin ai- kaisessa vaiheessa luonnosten tekoon.

Esimerkki harmonisointitoimenpiteestä voisi olla kantakartan karttalehtien yhdistäminen suunnitelman pohjakartaksi.

### 3.2 Muodostusprosessi

Lähtöaineiston muodostusprosessi alkaa toimeksiannosta. Ennen suunnittelun aloitta- mista tulee kerätä hankkeen kannalta olennainen raaka-aine ja suorittaa sille laadunvar- mistustoimenpiteet. Saatu raaka-aine harmonisoidaan suunnittelua tukevaan muotoon. Lähtötietoaineistoa voi täydentää suunnittelun aikana tarpeen mukaan. Lopuksi lähtötie- dot sulautuvat osaksi suunnitelmaa ja ne toimitaan muun aineiston mukana tilaajalle hy- väksyttäväksi.

Aineisto ja sille tehtävät toimenpiteet tulee huolellisesti dokumentoida lähtötietoluette- loon sekä tietomalliselostukseen. Dokumentaatio tulee ylläpitää ja täydentää hankkeen koko keston ajalta, jotta aineistoa voidaan pitää laadukkaana ja luotettavana.

Lähtöaineiston muodostusprosessi on kuvattu yksinkertaistettuna seuraavasti (kuva 3):



Kuva 3. Lähtöaineiston muodostusprosessi. (Building SMART Finland 2019)

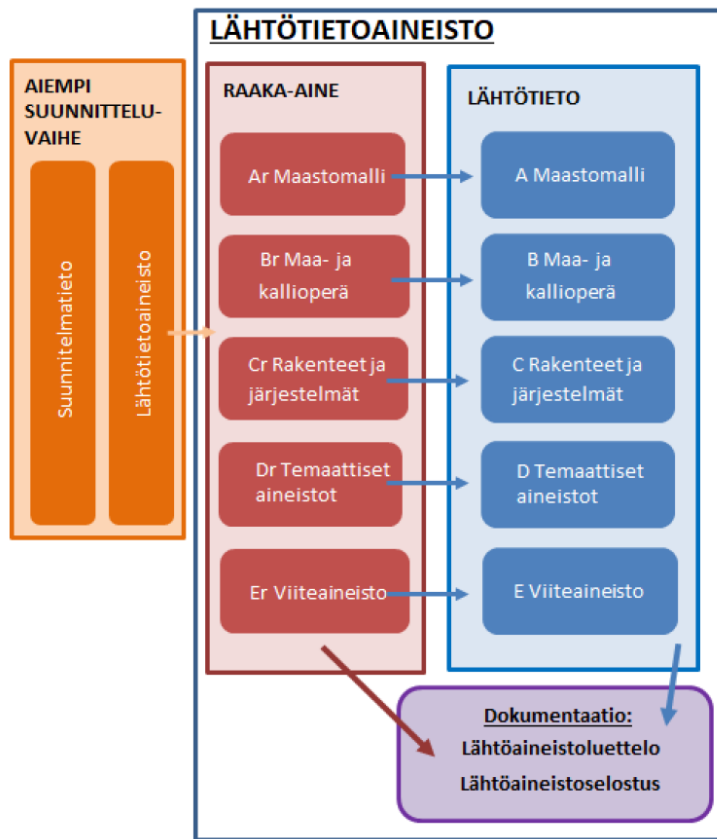
### 3.3 Lähtötietoluettelo

Kerätystä lähtötiedosta, sen käsittelijöistä ja muokkaustoimenpiteistä pidetään kirjaa lähtötietoluettelossa. Ajantasaisen luettelon avulla pystytään varmistumaan, että osapuolilla on kokonais käsitys hankkeen lähtötiedoista, ja luettelo on myös oiva apuväline kesken hankkeen mukaan liittyville osapuolille. Luettelo toimii myös dokumentaationa, ja siihen voidaan myöhemmin palata epäselvien tilanteiden ratkaisemiseksi. Lähtötietoluetteloa pidetään yllä koko hankkeen ajan. Hankekohtaisesti voidaan sopia täydentävätkö osallistujat luetteloa itse, vai keskitetäänkö sen täyttö tietyille henkilöille. (Building SMART Finland 2019)

Suunnitteluhankkeissa yleinen ongelma onkin yksittäisten henkilöiden sähköpostikansioon jääneet lähtötiedot. Vaikka lähtötietoluettelon täyttöön kuluu aikaa, sen merkitys korostuu pitkissä ja monimutkaisissa hankkeissa suunnittelutyön tehostumisena ja tiedonkulun parantumisena.

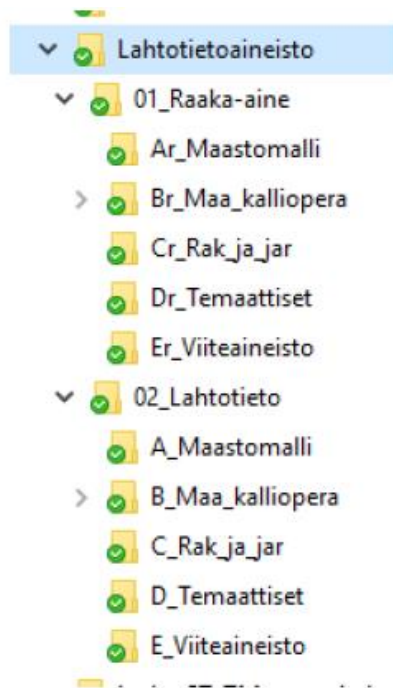
### 3.4 Aineistosisällön jaottelu ja kansiorakenne

Hankkeen lähtötietoaineisto jaotellaan viiden aineistotunnuksen alle niiden sisällön perusteella kuvan 4 mukaisesti.



Kuva 4. Lähtötietoaineiston aineistosisällön jaottelu. (Building SMART Finland 2019)

Tätä jaottelua käytetään selkeyttämään lähtötiedon luonnetta lähtötietoluettelossa, sekä sen perusteella nimetään projektin kansiorakenne. Raaka-aine ja siitä jalostettu lähtötieto erotellaan eri kansioihin niin, että raaka-ainetta sisältäviin kansioihin lisätään etuliite r (kuva 5).



Kuva 5. Lähtötietoaineiston kansiorakenne. (Building SMART Finland 2019)

Aiempien suunnitteluvaiheiden lähtötietoaineisto talletetaan yhteen kansioon, jonka sijainti on vapaa.

### 3.5 Lähtöaineiston harmonisointi

Suunnittelussa käytettävä lähtöaineisto muodostuu harmonisoidusta raaka-aineesta. Harmonisointia voidaan kutsua myös jalostukseksi tai muokkaukseksi. Tavoitteena on yhdenmukaistaa raaka-aine suunnittelua tukevaan muotoon.

Harmonisointitoimenpiteitä voivat olla hankekohtaisesti esimerkiksi:

- tiedostojen uudelleen nimeäminen
- tiedostoformaattien yhdenmukaistaminen
- koordinaatti- ja korkeusjärjestelmien yhdenmukaistaminen
- mittayksiköiden yhdenmukaistaminen
- useampien aineistojen tai tiedostojen yhdistäminen yhdeksi tiedostoksi
- aineistojen leikkaaminen tietyllä, aineistokohtaisella aluerajauksella



- verkostokarttojen muuntaminen viivamaisista kartoista 3D-verkostomalliksi
- ympäristöaiheisten rajausten laatiminen ympäristöraporteista
- rakenteiden mallintaminen.

### 3.6 Laadunvarmistus

Saadulle raaka-aineelle suoritetaan vastaanottotarkistus, jossa silmämääräisesti tarkistetaan, että aineisto on ajantasaista, tarpeeksi kattavaa ja täyttää hankkeen tarkkuusvaatimukset. Mahdolliset puutteet tai poikkeamat dokumentoidaan ja lähtötietojen luotettavuus arvioidaan. (Building SMART Finland 2019)

Raaka-aineen harmonisoinnin jälkeen suoritetaan lähtötiedon itselleluovutus, jolla varmistetaan lähtötiedon luotettavuus ja soveltuvuus hankkeelle. Erityisesti formaatti- ja koordinaatistomuutokset, tehdyt rajaukset sekä tiedostojen sijoittelu oikeisiin kansioihin tulee tarkistaa. YIV2019 ohjeessa on annettu lisäohjeita eri aineistosisältöjen teknisiin tarkastustoimenpiteisiin. (Building SMART Finland 2019)

Yleisimpiä tarkastustoimenpiteitä ovat silmämääräinen tarkastelu suunnitteluohjelmalla referenssiaineistoon verraten, järjestelmien törmäystarkastelut, nimikkeiden ja koodien tarkistus sekä pistokokeina muutaman leikkauskuvan tarkastelu.

## 4 INFRAN PAIKKATIEDON TUOTTAJAT SUOMESSA

### 4.1 Yleistä

Yleisillä alueilla voi sijaita monen eri toimijan hallinnoimia näkymättömiä aluerajauksia, ja fyysisiä asioita kuten istutuksia, verkostoja ja rakennelmia, jotka tulee ottaa huomioon suunnitteluhankkeen aikana. Toimivan suunnitelman luomiseksi tulee selvittää monesta eri lähteestä muun muassa alueen maankäyttö, pintamateriaalit, nykyisten rakenteiden ja maanpinnan korkeustasot, hallinnolliset rajat sekä maanalaiset ja maanpäälliset verkostot. Tyypillisesti katualueella maan päällä sijaitsee istutuksia, taitorakenteita, rakennuksia, liikenteenohjaukseen ja valaistukseen liittyviä varusteita sekä sähkökaapeleita. Maan alla tyypillisesti sijaitsee maanalaisia rakennelmia, vesihuoltoverkostoa, sähkö- ja telekaapeleita, kaukolämpö- ja kaukokylmäverkostoa, maakaasuputkia sekä edellä mainittujen varusteita. Tämän lisäksi tulee ottaa huomioon muun muassa alueen ympäristöarvot, uhanalaiset lajit sekä kulttuurilliset arvot.

Lähtötietojen keruun haasteellisuus syntyy tiedon sijainnin hajautuneisuudesta, tiedon laadun heterogeenisyydestä sekä vaihtelevasta avoimuudesta.

Rakenteiden ja järjestelmien tietoja, kuten vesihuoltokarttoja, sähkön siirtoverkkojen sijaintikarttoja ja telekaapeleiden sijaintikarttoja ylläpitävät julkiset ja yksityiset toimijat.

Virastojen ja kuntien tuottaman paikkatiedon avoin saatavuus perustuu lakeihin, kun taas yksityisomistuksessa olevien verkkoyhtiöiden osalta paikkatiedon jakaminen on osa liiketoimintaa.

### 4.2 Valtion virastot

#### 4.2.1 Maanmittauslaitos

Maa- ja metsätalousministeriön alaisuudessa toimiva Maanmittauslaitos tekee erilaisia maanmittaustoimituksia, sekä tuottaa koko Suomen kattavia kartta-aineistoja ja edistää niiden käyttöä. Maanmittauslaitoksen tuottamiin paikkatietoaineistoihin kuuluu muun muassa laserkeilausaineisto, kiinteistörekisterikartta kiinteistötunnuksineen, maastotietokanta ja ilmakuva-aineisto. Laserkeilausaineistosta on myös vuodesta 2020 alkaen ollut

saatavilla tarkempi aineisto, joka toistaiseksi kattaa vain osan maasta, ja jonka käyttö vaatii erillisen käyttöluvan. Maanmittauslaitos kehittää myös uutta valtakunnallista osoitetietojärjestelmää, jonka tarkoituksena on keskittää osoitetiedot ajantasaisina yhteen palveluun.

Paikkatietoja voidaan tarkastella internet-selaimella Karttapaikka-palvelussa, tai aineistot voidaan ladata digitaalisessa muodossa Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen latauspalvelusta.

Maanmittauslaitoksen toiminta perustuu lakiin Maanmittauslaitoksesta (1025/2018), jossa on erikseen mainittu peruspaikkatietojen tuottaminen yhdeksi Maanmittauslaitoksen tehtäväksi.

#### 4.2.2 Väylävirasto

Liikenne- ja viestintäministeriön alaisuudessa toimiva Väylävirasto keskittyy tie-, rata-, ja meriliikenteen väyläverkon suunnitteluun, kehittämiseen ja kunnossapitoon sekä liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen. Tämän lisäksi virasto vastaa liikenteenohjauksesta, huolehtii liikenteen palvelutasosta, tuottaa erilaisia teemakarttaesityksiä väylistä ja julkaisee tilastollisia tunnuslukuja rautatie- ja tieliikenteestä.

Väylävirasto ylläpitää Digiroad-tietopalvelua, sekä Tievelho-tietojärjestelmää. Digiroad-tietopalveluun on koottu Suomen tie- ja katuverkon keskilinjageometriat sekä tärkeimmät ominaisuustiedot. Tievelho koostuu kahdesta osasta; tiestötietojen perusrekisteristä ja suunnitelma-, sekä toteumatietovarastosta. Tievelho korvasi Tierekisterin vuonna 2022. (Tierekisteri siirtyy historiaan – tervetuloa Tievelho 2022)

Väyläviraston toiminta perustuu lakiin Väylävirastosta (936/2018). Digiroadin toiminta puolestaan perustuu lakiin tie- ja katuverkon tietojärjestelmästä (991/2003), ja valtioneuvoston asetukseen tie- ja katuverkon järjestelmään tallennettavista ominaisuustiedoista (997/2003).

#### 4.2.3 Suomen ympäristökeskus SYKE

Ympäristöministeriön alaisuudessa toimiva Suomen ympäristökeskus toimii tutkimus- ja kehittämiskeskuksena, joka tukee kestävän kehityksen tavoitteiden ja keinojen arviointia,

niiden valintaa, sekä myös ympäristöpolitiikan toimeenpanoa. Suomen ympäristökeskuksella on käytössä selainpohjainen ympäristön tiedonhallintajärjestelmä Hertta, josta löytyy tietoa muun muassa vesivaroista, pintavesien tilasta, pohjavesistä ja eliölajeista. Paikkatietoaineistoa löytyy muun muassa suojelualueista, valuma-alueista, tulvariskialueista, pohjavesialueista ja pintavesistä. Tietoja ovat tuottaneet ja keränneet pääasiassa valtion ympäristöhallinnon virastot, erityisesti Suomen ympäristökeskus ja Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2022)

Karttamuotoisia paikkatietoaineistoja voi tarkastella rakennetun elinympäristön tietopalvelusta Liiteristä, ja ladata latauspalvelu Lapiosta. Selainpohjaisessa tiedonhallintajärjestelmä Hertassa tiedot on pääsääntöisesti esitetty taulukkomuodossa. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2022)

Suomen ympäristökeskuksen toiminta perustuu lakiin Suomen ympäristökeskuksesta (1069/2009).

#### 4.2.4 Geologian tutkimuskeskus GTK

Työ- ja elinkeinoministeriön alaisuudessa toimiva Geologian tutkimuskeskus tuottaa koko Suomen kattavaa kallio- ja maanperään liittyvää tutkimusta, sekä tuottaa geologian asiantuntijapalveluita yhteiskunnan ja elinkeinoelämän tarpeita varten. Geologian tutkimuskeskus tuottaa muun muassa Suomen kallio- ja maaperäkartoja, sekä ylläpitää pohjatutkimusrekisteriä. Pohjatutkimusrekisteri sisältää pääasiassa ELY-keskusten ja kuntien teettämiä pohjatutkimuksia. (Geologian tutkimuskeskus GTK)

Geologian tutkimuskeskuksen paikkatietoaineistoja voi tarkastella sekä ladata selainpohjaisessa Hakku-palvelussa. Tämän lisäksi tarjolla on useita karttapalveluita, jotka sisältävät erilaisia havainto- ja mittaustietoja. (Geologian tutkimuskeskus GTK)

Geologian tutkimuskeskuksen toiminta perustuu lakiin Geologian tutkimuskeskuksesta (167/2011) ja valtioneuvoston asetukseen Geologian tutkimuskeskuksesta (168/2011).

### 4.3 Kunnat ja kaupungit

Kuntien ja kaupunkien tulee lain mukaan laatia ja ylläpitää rajojensa sisäpuolisista alueista kartta- ja kaava-aineistoja asemakaavoitusta ja yhdyskuntarakentamista varten (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 pykälät §51 ja §54).

Tämän lisäksi jotkut kunnat tarjoavat myös laserkeilausaineistoa. Aineistojen saatavuus vaihtelee kuitenkin kunnasta toiseen, sillä isommilla kunnilla on enemmän resursseja panostaa aineiston ja latauspalveluiden luomiseen. Suomen kuusi suurinta kaupunkia, eli Helsinki, Espoo, Vantaa, Tampere, Turku ja Oulu, kehittivät avoimen data tietopalveluitaan 2017 päättyneessä Avoin data ja rajapinnat -hankkeessa. Kyseisillä kaupungeilla on nykyään käytössään tietoportaalit, mutta tarjottavien aineistojen määrä ja formaatti vaihtelee. (6Aika 2015)

Mikäli kunnalla ei ole käytössä avoimen datan tietoportaalit, tulee tarvittavaa lähtötietoa tiedustella kunnan asiakaspalvelusta.

### 4.4 Yksityiset ja julkiset verkostonhaltijat

#### 4.4.1 Vesihuoltolaitokset

Kunta on vastuussa vesihuollon järjestämisestä ja vesihuoltolaitokset järjestävät varsinaiset palvelut kunnan määrittämällä alueella. Vesihuoltolaitoksen ylläpitämät vesihuollon verkostokartat sisältävät tiedot vesijohdoista, jäte- ja hulevesiviemäreistä sekä niiden varusteista. Verkostokartat eivät kuitenkaan ole julkisia turvallisuussyiden takia, ja niitä tulee erikseen pyytää vesihuoltolaitokselta. Verkostokarttojen toimituksesta peritään käsittelymaksu. Haja-asutusalueilla vastuu vesihuollosta voi olla myös vesiosuuskunnan organisoimaa.

#### 4.4.2 Sähköverkkoyhtiöt

Suomen sähkönsiirron kantaverkkoa ylläpitää valtioenemmistöinen yhtiö Fingrid. Kantaverkko on sähkönsiirron valtakunnallinen suurjänniteverkko, joka koostuu sekä maanalaisista kaapeleista, että koko maan läpi kulkevista suurjännitelinjoista. Fingridillä on

käytössä selainpohjainen karttapalvelu, josta selviää maanpäällisten suurjännitelinjoiden ja pylväiden sijainti. (Fingrid Oy)

Keski- ja pienjänniteverkkoja hallinnoivat lukuisat eri verkkoyhtiöt, joista suurin osa on kunnan tai kuntaenemmistöisen osakeyhtiön omistuksessa, ja osa on yksityisiä yhtiötä. Näistä osa ylläpitää myös kaukolämpö- ja kaukokylmäverkostoja sekä maakaasuverkostoja. (Energiateollisuus ry)

Sähkökaapelien sijaintitiedot on erikseen pyydettävä verkkoyhtiöltä tai johtotietopalveluista.

#### 4.4.3 Teleoperaattorit

Suomessa on runsaslukuinen määrä paikallisia tietoliikenneoperaattoreita, sekä muutamia isompia valtakunnallisia toimijoita. Kustannustehokkuuden ja rakentamisen laadun parantamiseksi Suomessa on perustettu keskitettyjä johtotietopalveluita, johon on koottu useiden eri verkostonhaltijoiden johtotietoa. Operaattorit toimittavat kaapelitietonsa yhdelle keskitetylle toimijalle, joka jakaa sitä eteenpäin ja järjestää kaapelinäytöt rakentajille. Tällaisia palveluita on ainakin Traficom in ylläpitämä Johtotietopankki ja kaupallinen palvelu Kaivulupa, jota ylläpitää Keypro. (Johtotieto Oy)

Kunnat voivat myös ylläpitää johtotietopalveluita. Esimerkiksi Helsingin, Espoon, Vantaan, Kauniaisten ja Joensuun kaapelitiedot on keskitetty kaupunkien maanmittausosastoille.

## 5 PAIKKATIETOJEN TARKASTELO JA HANKINTA

### 5.1 Ohjelmointirajapinta (API)

Ohjelmointirajapinnan avulla on mahdollista hakea paikkatietoa, esimerkiksi ilmakuvia, ulkoisesta tietokannasta ja siirtää haettu data näkyville ohjelmiston tai selainpohjaisen palvelun sisällä. Toisin kuin perinteisessä tiedostomuotoisessa tiedonsiirrossa, rajapintaa käyttäessä haetaan jatkuvasti tietokannasta uusin saatavilla oleva tieto näkyville. Rajapinnan avulla aineisto saadaan näkyviin vain halutulta alueelta, jolloin vältetään suurien yksittäisten tiedostojen lataamiselta, rajaamiselta ja yhdistämiseltä. (Digi- ja väestötietovirasto 2022)

Rajapintojen käyttöä varten tarvitaan soveltuva paikkatieto-ohjelma tai -palvelu, sekä rajapinnan internet-osoite, joka usein löytyy avoimen data latauspalveluiden tuotekuvauksista. Mikäli rajapinta ei ole täysin julkinen, sen käyttö voi vaatia avaimen, eli ns. käyttäjätunnukset.

### 5.2 Selainpohjaiset kartta- ja latauspalvelut

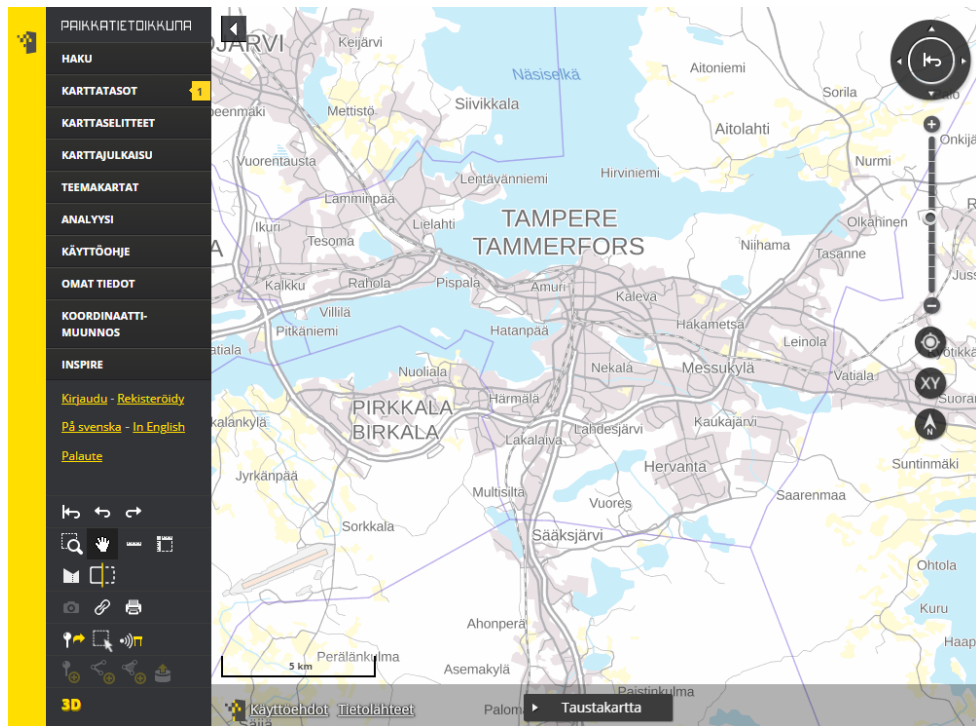
Selainpohjaiset karttapalvelut toimivat käyttöliittymänä paikkatiedon tarkasteluun. Osa palveluista toimii samalla myös tiedostomuotoisena latauspalveluna, jolloin käyttäjä voi tarkastella paikkatietoaineiston rajausta suoraan karttanäkymästä.

Käyttöliittymän avulla voidaan tarkastella useita paikkatietoaineistoja päällekkäin ja tehdä yksinkertaisia paikkatietoanalyseja. Aineistot haetaan toimijoiden julkaisemien rajapintapalvelujen kautta, jolloin haettava tieto edustaa aina viimeisintä julkaistua versiota. (Paikkatietoikkuna)

#### 5.2.1 Paikkatietoikkuna

Maanmittauslaitos ylläpitää yhdessä muiden paikkatiedon tuottajien kanssa Paikkatietoikkunaa (kuva 6), joka toimii kansallisena paikkatietoportaalina. Palvelu on kattava ja sisältää yhteensä 2500 karttatasoa noin 60:ltä eri organisaatiolta. Paikkatietoikkuna

käyttää koodipohjanaan Suomessa kehitettyä avoimen lähdekoodin Oskari-alustaa. (Paikkatietoikkuna)

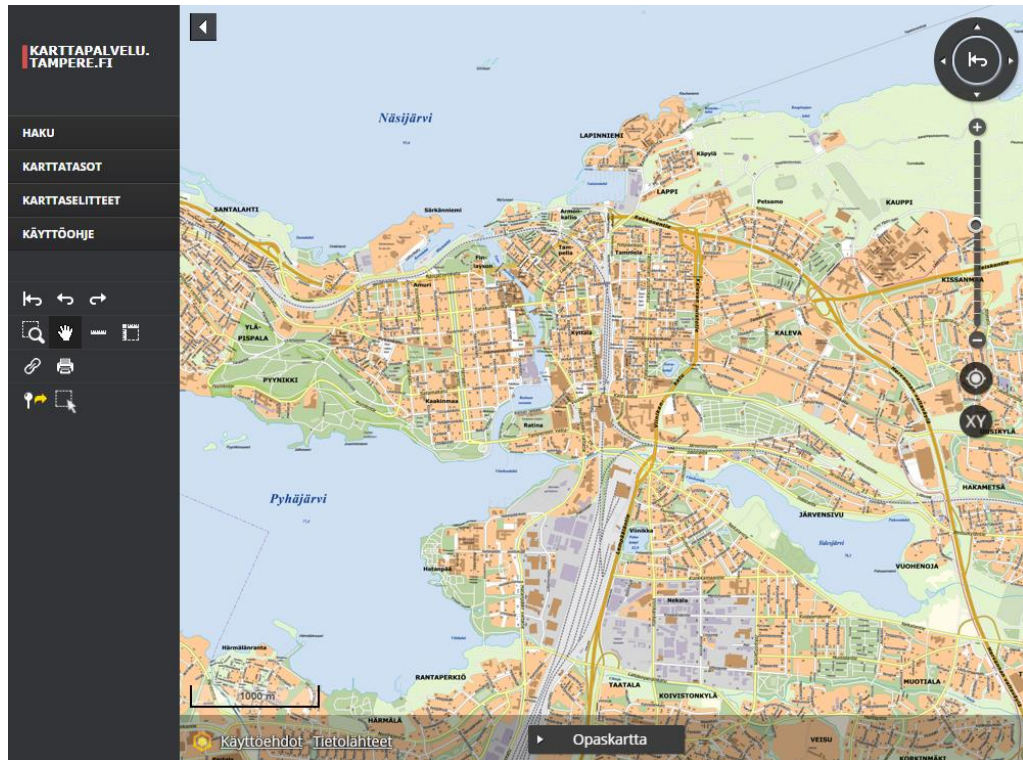


Kuva 6. Kuvakaappaus Paikkatietoikkunan karttanäkymästä. (Paikkatietoikkuna.fi)

### 5.2.2 Kuntien ja kaupunkien karttapalvelut

Monet suuret suomalaiset kaupungit ylläpitävät paikallista karttapalvelua verkkosivullaan, jonka sisältö on räätälöity palvelemaan alueellisia tarpeita. Tarjolla olevien aineistojen laajuus ja käyttöliittymä vaihtelevat kaupungin koon ja tietoteknisen valmiuden mukaan (kuva 7).





Kuva 7. Kuvakaappaus Tampereen kaupungin karttapalvelusta. (Tampereen karttapalvelu)

### 5.2.3 Väyläviraston kartta- ja latauspalvelu, Digiroad ja Tievalho

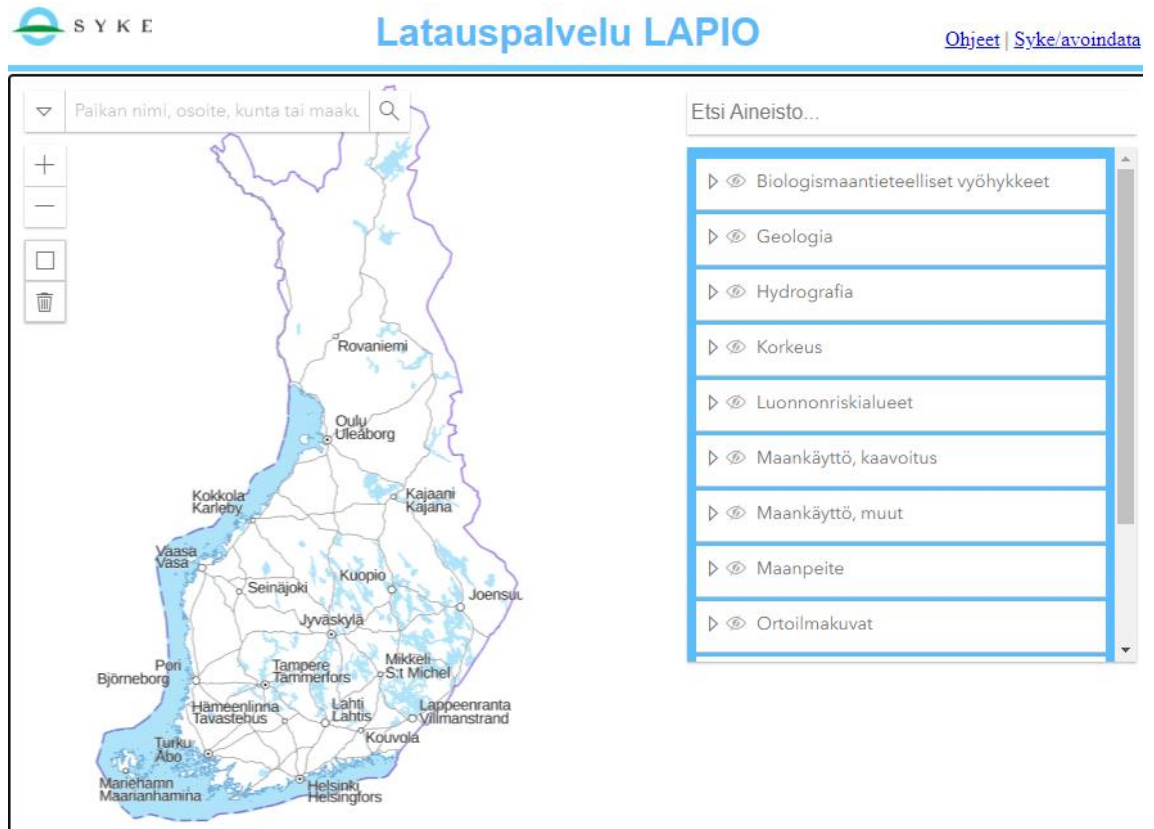
Digiroadin ja Tievalhon aineistoa voi tarkastella Väyläviraston karttapalvelussa (kuva 8). Aineisto kattaa koko maan ja sisältää tieverkon keskilinjageometriat, sekä liikenteeseen liittyviä ominaisuustietoja.



Kuva 8. Kuvakaappaus Väyläviraston karttapalvelusta. (Väyläviraston karttapalvelu)

#### 5.2.4 Suomen Ympäristökeskuksen kartta- ja latauspalvelu LAPIO

Suomen Ympäristökeskuksen paikkatietoaineistoa voi tarkastella kartta- ja latauspalvelu LAPIO:ssa (kuva 9). Aineisto kattaa koko maan ja sisältää tietoa muun muassa suojelu-alueista, valuma-alueista, tulvariskialueista, pohjavesialueista ja pintavesistä.



Kuva 9. Kuvakaappaus Suomen Ympäristökeskuksen karttamuotoisesta latauspalvelusta LAPIO:sta. (Latauspalvelu LAPIO)

### 5.2.5 Geologian tutkimuskeskuksen kartta- ja latauspalvelu HAKKU

Geologian tutkimuskeskuksen paikkatietoainestoa voi tarkastella kartta- ja latauspalvelu HAKKU:ssa (kuva 10). Aineisto kattaa koko maan ja sisältää kallio- ja maaperäkartoja ja pohjatutkimusrekisterin.

## Paikkatietotuotteet

Paikkatietotuotteet

Hae tuotteita hakusanalla

Maksuton  
GTK:n avoin lisenssi

Tulosjoukossa yhteensä 103 paikkatietotuotetta

- + Alueellinen moreenigeokemia
- + Alueellinen puresedimenttigeokemia
- + Alueellisen matalalentogeofysiikan lentolinjat ja -alueet
- + Alueelliset painovoimamittaukset
- + Alueellisten painovoimamittausten kattavuus
- + Arkistoidut hieet
- + Bouguer-anomaliakartta 2.5 km x 2.5 km
- + Fennoskandian kilven kallioperäkartta, Suomen alue
- + Fennoskandian kilven metallogeeniset vyöhykkeet
- + Fennoskandian kilven mineraaliesiintymät
- + Geofysiikan opetusmateriaali
- + Geofysikaaliset matalalentokartat 1:20 000
- + Geokemialliset provinssit

Karttanäkymä Tilauspyyntö (0)

Map showing Finland with various cities and regions labeled: Rovaniemi, Oulu, Uleåborg, Kokkola, Karleby, Vaasa, Vasa, Seinäjoki, Kuopio, Joensuu, Jyväskylä, Tampere, Tammerfors, Mikkel, St. Michel, Lappeenranta, Yllänstrand, Helsinki, Helsingfors, Turku, Åbo, Maastricht, Maastricht, Maastricht.

Kuva 10. Kuvakaappaus Geologian tutkimuskeskuksen karttamuotoisesta latauspalvelusta. (Karttapalvelu HAKKU)

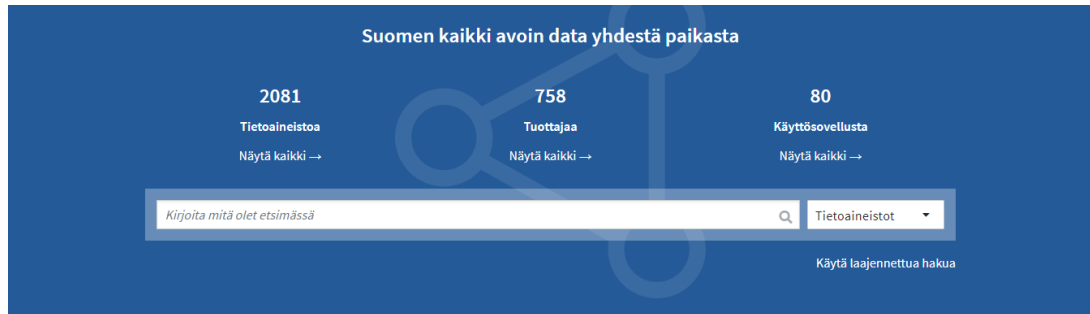
### 5.3 Avoimen datan latauspalvelut

Avoimen datan latauspalvelut ovat julkisten toimijoiden ylläpitämiä palveluita, joista voi ladata maksuttomasti vapaaseen käyttöön julkishallinnon tuottamia tietoaineistoja. Latauspalvelut voivat toimia joko selainpohjaisen karttapalvelun yhteydessä tai ne voivat olla taulukkomuodossa hakuominaisuudella.

Latauspalveluissa on tarjolla runsaslukuisesti monialaisia aineistoja. Seuraavissa kappaleissa on esitelty lyhyesti merkittäviä Suomalaisia avoimen datan latauspalveluita, jotka sisältävät infrarakentamiseen liittyvää aineistoa.

#### 5.3.1 Avoindata.fi

Avoindata.fi on kansallinen ja monialainen avoimen datan portaali, joka muodostaa ensisijaisesti hakemiston julkisen hallinnon avoimen dataan (kuva 11). Palvelun tuottaa Digi- ja väestötietovirasto.



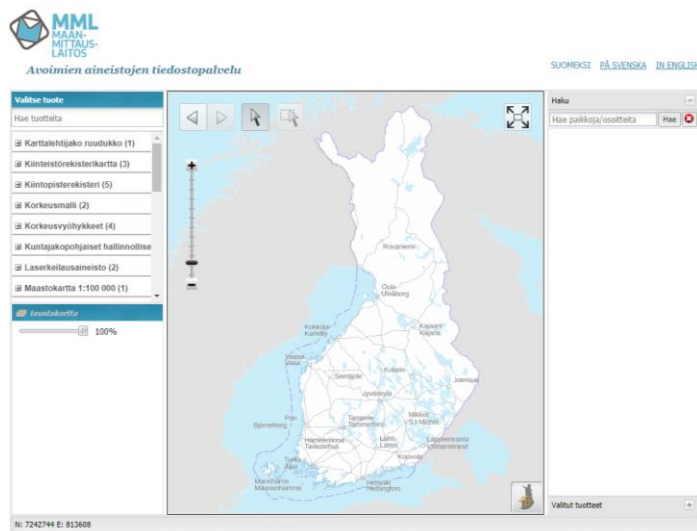
### Avoimen datan kategoriat



Kuva 11. Kuvakaappaus Avoindata.fi palvelun etusivulta, jossa esitellään hakemiston laajuutta ja löydettävien aineistojen määriä. (Avoindata.fi)

### 5.3.2 Maanmittauslaitoksen latauspalvelu

Maanmittauslaitoksen paikkatietoaineisto on ladattavissa avoimien aineistojen tiedostopalvelusta (kuva 12). Aineisto kattaa koko maan ja sisältää mm. kansallisen laserkeilausaineiston, ortokuvia, maastotietokannan, karttarastereita ja kiinteistörekisterikartan.



Kuva 12. Kuvakaappaus Maanmittauslaitoksen karttamuotoisesta latauspalvelusta. (Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelu)

#### 5.4 Tiedostomuotoinen aineiston hankinta

Kaikkea julkishallinnon tuottamaa aineistoa ei löydy avoimesti saatavilla internetistä, esimerkiksi käyttöoikeuden rajoitteiden tai kansallisen turvallisuuden vuoksi. Pienillä kunnilta ei välttämättä ole resursseja tai osaamista ylläpitää latauspalveluita. Yksityisten yritysten tuottama data on myös harvoin julkista. Tällöin aineistoa voidaan pyytää erikseen aineiston haltijalta, esimerkiksi sähköpostilla tai selainpohjaisen käyttöliittymän kautta.

On hyvä huomata, että siinä missä avoimen datan latauspalveluiden käyttö on maksutonta, niin saman aineiston manuaalisesta toimituksesta sähköpostilla voidaan periä käsittelymaksu.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Katujen suunnitteleminen yleisille alueille vaatii nykyisen ympäristön ja tekniikan hahmottamista paikkatietoaineistojen avulla. Rakennetulla alueella katualue voi sisältää huomattavan määrän nykyisiä rakenteita, joiden sijainti ja luonne tulee olla tarkasti suunnittelijalla tiedossa. Paikkatietoaineistot mahdollistavat tarkemman suunnittelun toteuttamista, jolloin monimutkaisessa ympäristössä urakoidessa päästään sujuvampaan työn toteutukseen vähemmällä työmaasuunnittelulla.

Paikkatiedon avoimuus on melko tuore käsite, joka sai alkunsa EU:n säätämästä INSPIRE-direktiivistä vuonna 2007. Suomessa poliitikot ja virkamiehet ovat määrätietoisesti edistäneet direktiivin tavoitteita uuden lainsäädännön ja virkamiestyöskentelyn tuloksena. Uusia palveluita on muodostunut ripeään tahtiin, ja aineistojen määrässä sekä niiden saavutettavuudessa on tapahtunut selkeää kasvua. Valtion virastot ovat olleet edelläkävijän roolissa.

Paikkatietopalveluiden saatavuus ja käytettävyys vaikuttavat suunnittelijan kustannustehokkuuteen. Tavoitteena olisi saada mahdollisimman tarkkaa ja täydellistä informaatiota sellaisessa muodossa, ettei sen työstämiseen kulu ylimääräistä työaikaa. Nykytilanteesta löytyy vielä parannettavaa, erityisesti tiedostoformaattien ja sisältöjen suhteen. Käymällä dialogia julkisten toimijoiden, aineistojen tuottajien, suunnittelijoiden ja rakentajien välillä voitaisiin päästä tuottavuusharppauksiin. Tämä vaatii aktiivisuutta erityisesti hankkeiden rahoittajalta, eli julkisilta toimijoilta.

Suunnittelutyön tuottavuutta voisi parantaa kehittämällä suunnitteluohjelmistoja niin, että ohjelma hakisi ja päivittäisi automaattisesti paikkatietoaineistoja rajapintojen kautta. Nykyisellään tieto on hajautettu monen eri latauspalvelun taakse, ja sen käsin muokkaamiseen kuluu huomattava määrä työtunteja.

## LÄHTEET

PaikkaOppi. Rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatietoaineisto. Viitattu 10.4.2022.

<https://www.paikkaoppi.fi/fi/rasteri-ja-vektorimuotoinen-paikkatietoaineisto/>

Puro, J. ite wiki Oy. Paikkatieto, GIS ja karttapalvelut. Viitattu 5.4.2022.

<https://www.itewiki.fi/opas/paikkatieto-gis-ja-karttapalvelut/>

Building SMART Finland. 2019. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2019/1. Viitattu 9.4.2022. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019\\_1.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf)

Geoinformatiikan sanasto. Maanmittauslaitos 2018. Pdf-dokumentti. Viitattu 25.4.2022.

<http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/GeoinformatiikanSanasto.pdf>

Lainsäädäntö ja ohjeet. Maanmittauslaitos. Viitattu 25.4.2022. <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/paikkatietojen-yhteentoimivuus/inspire/lainsaadanto-ja-ohjeet>

[ohjeet](https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/paikkatietojen-yhteentoimivuus/inspire/lainsaadanto-ja-ohjeet)

Yhdysvaltojen hallituksen tilitoimisto GAO (Government Accountability Office) 2015. Progress Needed on Identifying Expenditures, Building and Utilizing a Data Infrastructure, and Reducing Duplicative Efforts. PDF-dokumentti. Viitattu 6.4.2022.

<https://www.gao.gov/assets/gao-15-193.pdf>

Digi- ja väestötietovirasto. Päivitetty 2022. Avoimen datan opas. Viitattu 12.4.2022.

<https://www.avoindata.fi/fi/tietoa-avoimesta-datasta>

Rainio, A. 2017. Julkishallintoa koskeva taustaselvitys. Pdf-dokumentti. Viitattu 24.4.2022.

[http://mmm.fi/documents/1410837/4108574/PTP\\_J\\_Selvitysrapportti\\_20170423\\_Lopullinen/45faaf16-e85d-49a1-be82-03e0a0bcbe0c](http://mmm.fi/documents/1410837/4108574/PTP_J_Selvitysrapportti_20170423_Lopullinen/45faaf16-e85d-49a1-be82-03e0a0bcbe0c)

Open Knowledge Foundation. Open Definition 2.1. Viitattu 27.4.2022. <https://opendefinition.org/od/2.1/en/>

<https://opendefinition.org/od/2.1/en/>

Euroopan Unioni. 2007. INSPIRE-direktiivi. Viitattu 27.4.2022. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02007L0002-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02007L0002-20190626&qid=1622812048718&from=EN)

[20190626&qid=1622812048718&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02007L0002-20190626&qid=1622812048718&from=EN)

Euroopan Unioni. 2007. PSI-direktiivi. Viitattu 27.4.2022. [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L1024&from=EN)

[content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L1024&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L1024&from=EN)



Autio, M. 2021. Eduskunta. Avoimen datan direktiivin kansallinen täytäntöönpano. Viitattu 20.4.2022. [https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/kirjasto/aineistot/kotimainen\\_oikeus/LATI/Sivut/avoimen-datan-direktiivin-kansallinen-taytantonpano.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/kirjasto/aineistot/kotimainen_oikeus/LATI/Sivut/avoimen-datan-direktiivin-kansallinen-taytantonpano.aspx)

Tierekisteri siirtyy historiaan – tervetuloa Tievelho. 2022. Väylävirasto. Viitattu 15.4.2022. <https://vayla.fi/-/tierekisteri-siirtyy-historiaan-tervetuloa-tievelho>

Suomen ympäristökeskus SYKE. 2022. Tietojärjestelmät ja aineistot. Viitattu 17.4.2022 [https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Ymparistotietojarjestelmat](https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat)

Geologian tutkimuskeskus GTK. Tämä on GTK. Viitattu 17.4.2022. <https://www.gtk.fi/gtk/tama-on-gtk/>

6 Aika. 2015. Tuloksia: Avoin data ja rajapinnat. Viitattu 16.4.2022. <https://6aika.fi/avoin-data-ja-rajapinnat-karkihanke/>

Fingrid Oy. Viitattu 21.4.2022. <https://www.fingrid.fi/>

Energiateollisuus ry. Sähköverkkoyhtiöt. Viitattu 21.4.2022 <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/sahkovertkot/sahkovertkkoyhtiot>

Johtotieto Oy. Yritys. Viitattu 21.4.2022. <https://johtotietopankki.fi/yritys>

Paikkatietoikkuna. Maanmittauslaitos. Viitattu 25.4.2022. <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/paikkatietoikkuna>

Paikkatietoikkuna.fi. Maanmittauslaitos. Viitattu 25.4.2022. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>

Tampereen karttapalvelu. Tampereen kaupunki. Viitattu 25.4.2022 <https://kartat.tampere.fi/oskari/>

Väyläviraston karttapalvelu. Väylävirasto. Viitattu 25.4.2022 <https://julkinen.vayla.fi/oskari/>

Latauspalvelu LAPIO. Suomen Ympäristökeskus SYKE. Viitattu 25.4.2022. <https://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/latauspalvelu.html>

Karttapalvelu HAKKU. Geologian tutkimuskeskus GTK. Viitattu 26.4.2022. <https://hakku.gtk.fi/fi/locations/search>

Avoindata.fi. Viitattu 26.4.2022. <https://www.avoindata.fi/fi>

Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelu. Maanmittauslaitos. Viitattu 26.4.2022. <https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>