

Selvitys paikkatietopoliittista selontekoa varten

Teknisen kehityksen vaikutukset Suomen paikkatietoinfrastrukturiin

Panu Muhli, Jarkko Koskinen

Paikkatietokeskus, Maanmittauslaitos

Sirkka Heinonen, Juho Ruotsalainen, Marjukka Parkkinen

Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto

12.6.2017



Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Johdanto.....	6
Paikkatietojen laajeneva paradigma	8
Tulevaisuustyöpajat ja ennakkokysely	20
Skenaariot	39
Visio paikkatietoinfrastruktuurin järjestämisestä vuonna 2027	51
Yhteenvetoa ja johtopäätöksiä.....	53
Lähteet.....	56
Liitteet.....	59
Liite 1 Analyysi keskeisistä paikkatietoteknologioista	
Liite 2 Paikkatietoteknologioiden 27.2.2017 tulevaisuustyöpajan ennakkokyselyn vastaukset	
Liite 3 Ensimmäisen tulevaisuustyöpajan 27.2.2017 tulokset	
Liite 4 Toisen tulevaisuustyöpajan 9.5.2017 tulokset	
Liite 5 Tulevaisuustyöpajojen osallistujat	

Tiivistelmä

Maa- ja metsätalousministeriö valmistelee paikkatietopoliittista selontekoa, jossa kuvataan ja arvioidaan kansallisen paikkatietoinfrastruktuurin laatua, tehokkuutta ja palvelukykyä sekä siihen kohdistuvia kehitysodotuksia ja -mahdollisuuksia. Arviointien, kuvausten ja saatujen kehitysehdotusten perusteella luodaan tavoitekuva julkishallinnon paikkatietotoiminnoista ja vastuista suomalaisessa paikkatietoinfrastruktuurissa.

Maa- ja metsätalousministeriö tilasi Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskukselta selontekoon liittyvän osaselvityksen teknisen kehityksen vaikutuksista paikkatietoinfrastruktuuriin. Tämä dokumentti on selvitystyön loppuraportti, jonka tuottamisesta ovat vastanneet Paikkatietokeskus sekä Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Tavoitteena on ollut luoda mahdollisimman realistinen visio siitä miten paikkatietoinfrastruktuuriin liittyvät yhteiskunnan toiminnot voitaisiin järjestää noin 10 vuoden aikajännteellä siten, että paikkatietoinfrastruktuuri vastaa käyttäjien muuttuviin paikkatietoihin liittyviin tarpeisiin ja käyttötapoihin.

Paikkatietojen ja paikkatietoteknologioiden kehitystä tarkasteltiin tulevaisuudentutkimuksen ja ennakkoinnin näkökulmasta. Osion materiaali kerättiin kirjallisuuskatsauksella (ks. [luku 2](#)), kyselyllä sekä kahdella tulevaisuustyöpajalla. Lähtökohtana tulevaisuustarkastelulle on, että paikkatiedot eivät kehity tyhjiössä, vaan ne kytkeytyvät muihin teknologisiin kehityskulkuihin sekä arvomuutosten kaltaisiin laajoihin yhteiskunnallisiin muutosprosesseihin.

Ennakkokyselyssä ja työpajoissa esiin nostetut keskeiset paikkatietoteknologiat ja niihin liittyvät toimintavat on analysoitu ja kuvattu [liitteessä 1](#). Analyyseissa kuvataan näiden teknologioiden merkitystä paikkatiedon infrastruktuurin kehitykseen ala tutkijoiden valistuneen näkemyksen pohjalta.

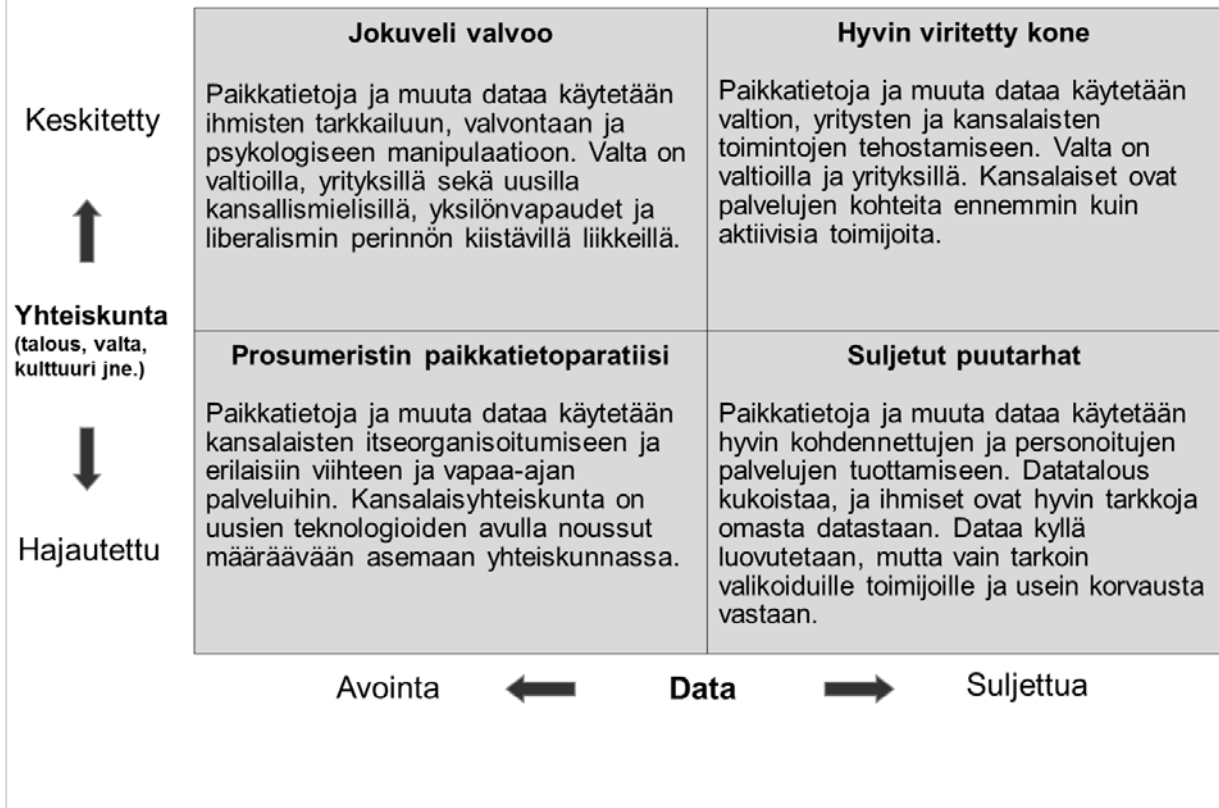
Tulevaisuusprosessi tukeekin YK:n paikkatietokomitean (UN-GGIM 2015) väitettä siitä, että paikkatiedon paradigma on laajenemassa. Perinteisten käyttökohteiden lisäksi paikkatietoja käytetään tulevaisuudessa kaikessa, missä hyödynnetään dataa. Jos ja kun tulevaisuuden yhteiskunta ja talous rakentuvat nykyistäkin vahvemmin datan ja erityisesti sen jalostamisen varaan, paikkatietojen käytön laajenemista voi pitää suhteellisen varmana trendinä.

Tulevaisuusprosessissa tunnistettiin neljä alla kuvattua yleistä tapaa, joilla paikkatietoja voidaan vuonna 2027 soveltaa perinteisten käyttötapojen lisäksi:

- 1) **Toimintojen tehostaminen.** Paikkatietoja käytetään muiden teknologioiden ja muun datan kanssa toimintojen automatisointiin ja tehostamiseen. Jos esimerkiksi liikenne ja teollisuustuotanto automatisoituvat, edellyttää tämä entistä tarkempaa ja monipuolisempaa paikkatietoa.
- 2) **Viihde, vapaa-aika ja kansalaisten itseorganisoituminen.** Tulevaisuudessa pelit ja muut sovellukset käyttävät yhä enemmän paikkatietoja vuonna 2016 suursuosioon nopeasti nousseen Pokémon Go –pelin tapaan. Viihteen ja pelien lisäksi paikkatietosovellukset voivat auttaa kansalaisia organisoitumaan uusiksi liikkeiksi, vapaa-ajan yhteisöiksi ja tapahtumiksi.
- 3) **Valvonta ja tietojenkeruu.** Mitä enemmän paikkatietoja ja muuta dataa kerätään, sitä helpomaksi niin yksilöiden kuin yritysten ja muiden organisaatioiden valvonta ja urkinta käyvät. Päätäjien tulee varautua sekä kasvavaan kyberrikollisuuteen että laillisen tiedonkeruun varjopuoliin. Samalla paikkatiedon ja muun ”big datan” kartuttaminen auttaa sovellusten kehittämisessä.
- 4) **Paikkatiedon ja muun datan hallinta ja myyminen.** Datasta on todella tulossa uusi öljy – yleisraaka-aine, josta jalostetaan mitä erilaisempia lopputuotteita. Tällaisessa maailmassa ihmiset eivät välttämättä luovuta tuottamaansa dataa yhtä avoimesti kuin nykyään, vaan maksua vastaan tai hyviksi katsomiinsa kohteisiin. Toisaalta paikkatiedon ja muun datan arvonnisa erityisesti jalostamisen seurauksena kasvaa, ja tämä avaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Näiden käyttötapojen pohjalta prosessissa muodostettiin neljä paikkatietoskenaariota: Hyvin viritetty kone, Prosumeristin paikkatietoparatiisi, Jokuveli valvoo ja Suljetut puutarhat. Skenaariot ennakoivat paikkatiedon ja laajemmin suomalaisen yhteiskunnan kehittymismahdollisuuksia vuoteen 2027 mennessä. Lainsäädännön ja julkishallinnon keskeisenä tehtävänä on tukea haluttuja kehityssuuntia. Niin paikkatiedon kuin muun datan vaihtoehtoisia tulevaisuuksia määrittää, miten ja mihin tarkoituksiin näitä kerätään, jalostetaan, sovelletaan ja hallitaan. Ennen muuta tähän kysymykseen tämän raportin skenaariot pureutuvat. Ne rakentuvat kahden ”akselin” varaan: 1) onko data avointa vai suljettua, ja 2) kehittykö yhteiskunta ja siten datan käyttö keskitettyyn vai hajautettuun suuntaan. Skenaariot ja akselit voidaan tiivistää seuraavaksi nelikentäksi:

Paikkatiedon neljä yhteiskunnallista skenaariota



[Luvussa 5](#) esitetään visio avoimesta kansallisesta paikkatietoinfrastruktuurista Suomeen. Visio pohjautuu nykytilan mukaiseen INSPIRE-direktiivin pohjalta toteutettuun infrastruktuuriin, mutta laajentaa ja täydentää kokonaisuutta sekä tietosisällön että palveluiden osalta.

1. Johdanto

Paikkatiedon keruuseen, ylläpitoon ja hyödyntämiseen kytkeytyvät teknologiat ja niiden soveltamiseen liittyvät toimintatavat ovat voimakkaassa muutostilassa Suomessa ja maailmalla. Digitalisaatiokehitys ja kustannustehokkuuden lisäämisen vaatimukset tuottavat muutospaineita viranomaistoimintaan myös paikkatietoalalla. Maakuntauudistuksen myötä merkittävä osa kuntien tehtävistä on siirtymässä maakunnille, mikä johtaa myös paikkatietotoimintoihin vaikuttavaan julkishallinnon uudelleenjärjestelyyn.

Maa- ja metsätalousministeriö käynnisti tammikuussa 2017 paikkatietopoliittisen selonteon valmistelun. Selonteon tavoitteena on kuvata ja arvioida kansallisen paikkatietoinfrastruktuurin laatua, tehokkuutta ja palvelukykyä (nykytilan kuvaus) sekä siihen kohdistuvia kehitysodotuksia ja -mahdollisuuksia (tavoitetilan kuvaus). Analyysien ja kehitysehdotusten perusteella luodaan tavoitekuva julkishallinnon paikkatietotoiminnoista ja vastuista kansallisessa paikkatietoinfrastruktuurissa. Tavoitekuvan muodostamisen keskeisenä ajurina on arvioida, miten paikkatiedoista ja niihin liittyvistä palveluista olisi mahdollisimman paljon hyötyä koko yhteiskunnalle.

Paikkatietoinfrastruktuurilla tarkoitetaan selontekotyössä laajaa kokonaisuutta, joka koostuu sekä paikkatietoaineistoista ja niiden keruuseen, hallinnointiin, jakeluun ja hyödyntämiseen liittyvistä palveluista ja muista teknisistä järjestelyistä, että näihin liittyvistä prosesseista, hallinnosta, lainsäädännöstä, koulutuksesta ja tutkimuksesta. Kattava kuvaus paikkatiedon infrastruktuurin elementeistä on esitetty mm. julkishallintoa koskevassa selonteon taustaselvityksessä (Rainio 2017).

Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskukselta tilattu teknisen kehityksen selvitys on osa paikkatietopoliittista selontekoa. Selvityksessä on pyritty hahmottamaan havaittavissa olevien teknisten muutostekijöiden vaikutuksia paikkatietotoimintoihin 5-10 vuoden aikajänteellä ja erityisesti ennakoimaan teknologioiden mukanaan tuomia mahdollisuuksia, muutospaineita ja -tarpeita sekä uhkia.

Osatavoitteina on pyritty vastaamaan mm. seuraaviin kysymyksiin:

- Miten tekniset kehitysnäkymät ja uudet teknologiat vaikuttavat paikkatietojen tuottamiseen, ylläpitoon, sisältöön ja laatuun
- Miten uudet teknologiat (kuten miehittämättömien liikennevälineiden kehitys) ja niiden käyttöönotto vaikuttavat paikkatietojen laatuvaatimuksiin ja sitä kautta tarjolla olevien paikkatietojen kehittymiseen (tarkkuus, ajantasaisuus, saatavuus)
- Mitä turvallisuus- ja juridisia uhkia syntyy sijaintitiedon laajentuvan käytön ja uusien käyttötapojen kehittymisestä

Selvityksessä on tarkasteltu lisäksi ns. disruptiivisten teknologioiden kykyä haastaa perinteiset paikkatiedon keräämiseen, prosessointiin, jakeluun ja hyödyntämiseen kytkeytyvät teknologiat ja niihin pohjautuvat arvoketjut.

Selvitystyön keskeisimmät työmenetelmät ovat Paikkatietokeskuksen työnä toteutettu tutkimuksellinen analyysi keskeisimmistä kehitystrendeistä ja niiden vaikutuksista teknologisesta näkökulmasta sekä Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen työnä sovelletut tulevaisuuksien ennakointimenetelmät. Syötteenä ennakoinnissa on käytetty selonteon sidosryhmille toteutettua kyselyä ja työpajatyökentelyä, joiden tuloksena on suodatettu keskeisimpinä koetut teknologiset trendit ja kehityskulut.

Tulosten pohjalta on laadittu vaihtoehtoisia paikkatiedon tuottamiseen, jakelemiseen ja soveltamiseen liittyviä yhteiskunnallisia kehitysskenaarioita, joiden kautta voidaan ennakoida teknologisen kehityksen synnyttämiä mahdollisuuksia paikkatietoinfrastruktuurin kehittämiseksi vastaamaan käyttötarpeita ja toisaalta välttää kehityskulkuja, jotka voivat johtaa ei-toivottujen skenaarioiden toteutumiseen.

Selvityksen näkökulma on objektiivinen ja mahdollisuuksia luotaava. Paikkatiedon infrastruktuurin käyttäjien todellisia tarpeita ja toiveita on selvitetty selonteon muissa taustaselvityksissä, eli julkishallinnon, tutkimuksen ja koulutuksen sekä yrityssektorin osaselvityksissä.

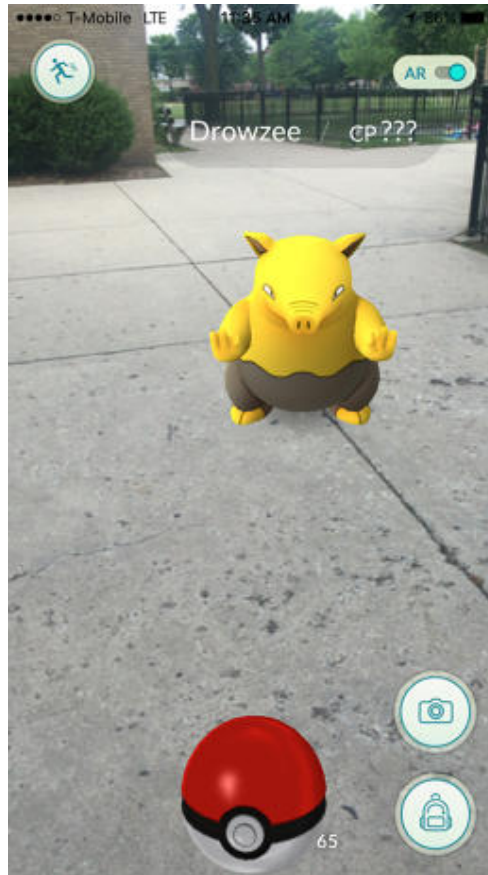
2. Paikkatietojen laajeneva paradigma

Heinäkuussa 2016 markkinoille tullutta Pokémon Go -älypuhelinpeliä ladattiin ensimmäisen kolmen kuukauden aikana yli 500 miljoonaa kertaa, ja se tuotti samassa ajassa yli 500 miljoonaa dollaria.¹ Keskeinen syy pelin suosioon oli, että ”pelialustana” toimi kaupunkiympäristö: peli yhdisti virtuaalisia elementtejä fyysiseen ympäristöön. Pelin myötä kaupunkia käytettiin aiempaa ”tehokkaammin” – ihmiset liikkuvat pelin ansiosta normaalia enemmän ja geolokaatioita seuraten paikoissa, joissa eivät ehkä muuten liikkuisi. Samalla peli lisäsi kaupunkitilan ruohonjuuritason sosiaalisuutta. Helsingin ensimmäiseen epäviralliseen Pokémon Go -tapahtumaan kokoontui vähintään yli tuhat osallistujaa², ja puistoihin sekä muihin julkisiin tiloihin kerääntyneet pelaajat tutustuivat toisiinsa ja muodostivat väliaikaisia ”uusyhteisöjä”. Näin peli muutti, ainakin hetkellisesti, julkista kaupunkitilaa, sen käyttöä ja merkityksellisyyden kokemusta.

Pokémon Go on hyvä esimerkki siitä, millaisilla uusilla tavoilla paikkatietoa voidaan käyttää yhdessä innovatiivisten, nousevien teknologioiden kanssa, ja miten paikkatietopalvelut voivat muuttaa arkista kokemusta ja sosiaalisia suhteita. YK:n paikkatietokomitean mukaan paikkatiedon paradigma onkin muuttumassa: paikkatietoa käytetään perinteisten käyttökohteiden lisäksi yhä enemmän data-analytiikassa, mallintamisessa, päätöksenteon tukena sekä yhdessä muiden data-aineistojen kanssa erilaisten sovellusten ja palveluiden tuottamisessa. Kansanedustaja ja tutkimus- ja kehittämisjohtaja Jyrki Kasvi (2017) pitääkin **viihdesovelluksia ja -palveluita paikkatietojen nousevana alana ja toivoo T&K&I-panostusten laajentamista teknologiasta liiketoimintaan, palvelumuotoiluun ja viihteeseen.**

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Pok%C3%A9mon_Go#Downloads_and_revenue

² <http://www.hs.fi/nyt/art-2000002912186.html>



Kuva 1. Pokémon Go –peli muutti kaupunkitilan kokemusta.

Paikkatiedon paradigman laajeneminen on kuitenkin viihdettä laajempi ilmiö. **Tieto ihmisten, esineiden ja muiden kohteiden sijainnista sekä näiden suhteesta toisiinsa on oleellista hyvin informoidulle päätöksenteolle** – niin organisaatioiden kuin yksilöiden. Reaaliaikaista paikkatietoa tuotetaan yhä enemmän ja sitä voidaan käyttää esimerkiksi päätösten suunnitteluun, niiden seurausten arviointiin ja strategisten prioriteettien asettamiseen. (UN-GGIM 2015.) **Päätöksenteon tukeminen ja paikkatiedon yhdistäminen erilaisiin palveluihin avointen rajapintojen avulla ovat myös kansallisen paikkatietostrategian tavoitteita ja toimenpiteitä** (MMM 2017).

Paikkatiedon paradigman laventuminen liittyy teknologiseen konvergenssiin eli eri teknologioiden sulautumiseen ja yhteiskäyttöön. Tulevaisuuden nousevia ja paikkatiedon kannalta tärkeitä teknologioita ja teknologisia kehityskulkuja ovat erityisesti keinoäly, robotisaatio ja automaatio, esineiden internet sekä big data (Linturi et al. 2013). Konvergenssikäsitteen mukaisesti nämä teknologiat limittyvät toisiinsa: internetiin kytketyt esineet tuottavat jatkuvasti dataa (esimerkiksi paikkatietoa), jota käytetään keinoälyjen ”treenaamiseen”, ja keinoälyt puolestaan ovat keskeisiä robotisaatiossa, automaatiassa ja big datan tulkinnessa.

Kaikki mainitut teknologiat tehostavat toimintoja ja sen myötä laskevat hintoja: informaation marginaalikustannukset ovat olleet lähellä nollaa jo pitkään, ja sama trendi alkaa näkyä myös energiantuotannossa

(Rifkin 2014; Child & Breyer 2016) ja materiaalisessa valmistuksessa (Mason 2015; Rifkin 2014). Tehokkaasti ja kattavasti tuotettu ja hyödynnetty **paikkatieto voi osaltaan tehostaa toimintoja ja laskea kustannuksia** (UN-GGIM 2013). Myös itse paikkatiedon tuottamisen kustannukset laskevat, minkä ansiosta paikkatietoa voidaan tuottaa enemmän ja se on yhä useamman tahon hyödynnettävissä.

Lyhyellä, 5-10 vuoden aikajänteellä paikkatiedon ja muiden kustannusten laskeminen auttaa kehittämään uusia paikkatietoon perustuvia palveluita – erityisesti, jos paikkatieto avataan vapaaseen käyttöön. Pidemmällä, yli 10 vuoden aikajänteellä mainituista teknologioista muodostuva kokonaisuus voi johtaa **automatoituun yhteiskuntaan**. Eritasoisin keinoälyin varustetut robotit ja sovellukset vastaisivat eri toiminnoista tavarantavalmistuksesta ja liikenteestä sairauksien diagnosointiin ja koulutukseen (Stone et al. 2016). Vaikka kaikilla näillä aloilla tarvittaisiin edelleen ihmisiä, **ihmistyövoiman tarve voi vähentyä ja vapaa-aika – tai toisin ilmaistuna muuhun kuin palkkatyöhön käytettävä tuottava aika – vastaavasti lisääntyä** (Jousilahti et al. 2017).

Edelläkävijämaat ovat jo varautuneet läpidualisoituneeseen yhteiskuntaan kansallisissa visioissaan. Japanissa puhutaan Society 5.0:sta, jonka lähtökohtina ovat Suomen Tokion suurlähetystön tiede-, teknologia- ja innovaationeuvos Teppo Turkin mukaan³: 1) verkottuminen kaikessa, 2) niin tiedon kuin innovaatioiden jatkuva syvenevä dialogisuus, 3) erilaisten todellisuuksien (oikeiden ja virtuaalisten) toisiinsa kietoutuminen, 4) ihmisten ja yritysten yhdessä luominen ja kehittäminen (co-creation) sekä 5) kokeilut ja pilotoinnit. Turkin mukaan Japanin tulevaisuus on ”*jatkuvaa tiedon ja datan siivittämää muutosta, jossa tärkeinä muutosagentteina toimivat sosiaaliset innovaatiot, erilaiset alustataloudet kuten jakamistalous*”. Samantapainen on Saksan visio *Industry 4.0*:sta tai neljännestä teollisesta vallankumouksesta, joka rakentuu esineiden internetin, teollisten alustojen tai platformien, datan hyödyntämisen ja jalostamisen sekä avoimien, verkottuneiden toimintamallien varaan (Schwab 2016).

Teknologiset trendit vaikuttavat paitsi yhteiskunnan käytännön toimintaan, myös arvoihin ja elämäntapoihin. Robotisoidussa yhteiskunnassa vapaa-aika lisääntyy, tai työn ja vapaa-ajan toimintojen raja häviää. Ihmisten tekemä työ keskittyy asioihin, joihin keinoälyt ja robotit soveltuvat huonosti – esimerkiksi sosiaalisiin suhteisiin ja kulttuurisiin merkityksiin. **Ihmisten kyky löytää toisensa ja kulloistakin tarvetta palvelevat paikat – ja samalla paikkatiedon merkitys – korostuu**. Erityisesti voi korostua **laadullinen paikkatieto**: on yhä tärkeämpää tietää, mitä esimerkiksi elämäntapoihin ja arvoihin liittyviä kulttuurisia merkityksiä paikkoihin liittyy.

³ <https://www.tekes.fi/nyt/blogit-2017/teppo-turkki-reboot-japan--society-5.0-on-japanin-uusi-kansallinen-visio/>

Kirjailija Olli Jalonen (2017) uskookin, että paikkatietoa käytetään yhä enemmän ihmisten yhteisöllisyyden tunteen vahvistamisessa. Niin talous kuin ihmisten arki rakentuvat yhä yksityiskohtaisempien ja rikkaampien yhteysverkostojen varaan. Myös yksityisomistuksen merkitys voi pienentyä niin tehokkaan tuotannon kuin jakamisen helpottumisen vuoksi. Yksilöiden sijaan korostuvat yhteisöt ja verkostot; yhä suurempi osa ihmisten elämästä on julkista tai puolijulkista. Niinpä **Facebook suunnittelee ”merkityksellisten ryhmien” toimintoa, joka laajentaa Facebook-yhteisöjä fyysisiksi yhteisöiksi.**⁴ Toiminnon avulla esimerkiksi lähialueen pienten lasten vanhemmat voisivat löytää aiempaa helpommin toisensa.

Näin **paikkatieto kytkeytyy syvällisiin talouden, elämäntapojen, arvojen ja identiteettien muutoksiin.** Paikkatietojen sovelluspotentiaali on valtava – tarvitaan vain uusia, kekseliäitä sovelluksia ja toimintatapoja sen hyödyntämiseksi.

2.1 Nousevat teknologiat ja paikkatieto

Tässä luvussa käydään läpi tulevaisuuden avainteknologioita ja niiden yhteyttä paikkatietoon. Teknologiat on valittu niiden merkittävyyden ja yleisluontoisuuden perusteella: kaikki kuvatut teknologiset kehityssuunnat muuttavat toteutuessaan yhteiskunnan kaikkia alueita – työtä, vapaa-aikaa, asuinympäristöjä, arvoja, sosiaalisia suhteita ja niin edelleen. Toisin sanoen ne auttavat hahmottamaan sitä sosio-tekniistä ja yhteiskunnallista kontekstia, jossa tulevaisuuden paikkatietoinfrastruktuuri toimii. Teknologioiden merkitystä paikkatietojen kannalta tukee sekin, että kaikki niistä tulivat esiin professori Toni Ahlqvistin ja tulevaisuudentutkija Risto Linturin alustuksissa sekä ensimmäisen tulevaisuustyöpajan ennakkokyselyn vastauksissa (ks. [luku 3](#)).

Paikkatietokeskuksen tutkijat ovat tehneet tutkimuslähtöistä analyysia näiden ja muiden teknologioiden kehityksestä ja suhteesta paikkatietoon. Seuraavissa alaluvuissa tähän selvitykseen, joka on kuvattu [liitteessä 1](#), viitataan ”[FGI 2017](#)”.

Nämä kuvatut teknologiat ovat pääosin disruptiivisia, joissa disruptio on jo käynnissä ja tulee tapahtumaan lähitulevaisuudessa 5-10 aikajänteellä. Esimerkiksi maanmittaustoimituksissa teodoliitit ja takymetrit ovat jo siirtymässä historiaan kun satelliittipaikannus on korvannut ne. Laserkeilaus on hyvää vauhtia luomassa itsessään *de facto* 3D-informaation tuottajaa. Älyliikenteen myötä Big Data -tyyppiset analysointimenetelmät voivat kokonaan syrjäyttää perinteiset kartoitusmenetelmät, koska jokainen liikkuva kulkuneuvo on potentiaalinen kartoittamisen väline.

⁴ <https://www.facebook.com/notes/mark-zuckerberg/building-global-community/10103508221158471/?pnref=story>

2.1.1. Big Data

Big datalla tarkoitetaan laajoja tietomassoja ja niiden yhdistelyä. Algoritmisella käsittelyllä big datasta voidaan hahmottaa monimutkaisten asioiden kehityssuuntia, kausaalisuhteita sekä poikkeamia. (Linturi et al. 2013.) Datamassoja ei kuitenkaan kyetä vielä kunnolla analysoimaan. Tämä muuttunee kuitenkin nopeasti. Jo nyt esimerkiksi Cambridge Analytica –niminen yritys muodostaa big datan avulla yksityiskohtaisia, yksilötasolle ulottuvia **psykologisia äänestäjäprofileja, joita se käyttää poliittisessa täsmävaikuttamisessa**⁵. **Henkilökohtainen paikkatieto on tässä oleellista**, sillä sen avulla saadaan tietoa ihmisen elämäntavoista ja persoonasta. (Grassegger & Krogerus 2017.)

Paikkatietoalan näkökulmasta big data ja sen prosessointi edustavat paradigman muutosta, jossa työasemapohjaisesta työskentelystä siirrytään kohti hajautettua tiedonhallintaa sekä tehokkaita, rinnakkaistettuja algoritmeja hyödyntäviä paikkatietoratkaisuja, joita käytetään skaalautuvissa hajautetuissa laskentaympäristöissä. Toisaalta paikkatietoalalla suuret aineistot ja spatiaalisuuden merkitys tietojen yhdistelemissä ovat aina olleet tärkeitä, joten tästä näkökulmasta paikkatiedoilla ja big datalla on paljon yhteistä. Kaukokartoitus- ja paikannussensoreilla, kuten laserkeilaimilla, multispektraalisilla kameeroilla ja erilaisilla GNSS-vastaanottimilla kerättyjen paikkatietojen voidaan myös katsoa olevan big datan muotoja. ([FGI 2017.](#))

Big datan ympärille on syntynyt valtava määrä teknologisia ratkaisuja ja kokonaisia palveluja datainfrastruktuurien perustamisesta ja ylläpitämisestä datan analysointiin ja visualisointiin lukemattomilla eri sovellusalueilla. Paikkatietoalalla ESRI:n ArcGIS 10.4 on ensimmäinen paikkatieto-ohjelmisto, josta löytyy suora tuki massatiedon analytiikalle. Avoimen lähdekoodin ratkaisuja on tarjolla runsaasti sovelluskehysistä (esim. Apache Hadoop, Apache Spark ja Apache Flink) tiedon hallintatyökaluihin (esim. Apache Hive, mongoDB, SciDB), analyysityökaluihin ja -kirjastoihin (esim. R, SciPy, mllib, TensorFlow, DeepLearning4j) sekä visualisointityökaluihin ja -kirjastoihin (esim. Beaker, D3, Rodeo). ([FGI 2017.](#)) Avoim data ja avoimet rajapinnat edesauttavatkin big datan keräämistä ja hyödyntämistä. Big Datan hyödyntämisessä erilaisten tietoaineistojen yhdisteleminen onkin keskeistä, ja **paikkatieto voi olla keskeinen näennäisesti irrallisen datan ”kokoaja” tai jäsentäjä** (UN-GGIM 2013). Ratti & Claudel (2016) pitävät paikkatietoa tärkeänä ”yhteisenä nimittäjänä” jonka avulla irrallista dataa voidaan yhdistää ja analysoida. Paikkatiedon avoimuuden, saatavuuden, käytettävyyden ja muihin tietoaineistoihin yhdistettävyyden parantaminen ovatkin kansallisen paikkatietostrategian keskeisiä tavoitteita ja toimenpiteitä (MMM 2017).

⁵ Cambridge Analytica oli mukana niin Donald Trumpin presidentinvaalikampanjassa kuin Britannian EU-eroa ajaneessa brexit-leirissä.

Big dataa hyödyntävät paikkatietoanalyysit voivat avata uusia oivalluksia esimerkiksi terveyden edistämiseen, liikenteen hallintaan, rikollisuuden torjuntaan, ympäristönsuojeluun ja paikkaan perustuviin palveluihin, sekä ylipäätään tilastolliseen analyysiin (nk. *spatial statistics*). Esimerkiksi niin kutsutulla **geolääketieteellä** voidaan parantaa diagnosointia ja tilastollista terveystutkimusta: sen avulla saadaan nykyistä tarkempaa tietoa potilaiden terveydentilan ja ympäristön suhteesta, kuten siitä missä he elävät, työskentelevät ja viettävät vapaa-aikaansa.⁶ Paikkatieto- ja tilastoaineistojen integroiminen vaatii kuitenkin vielä kehittämistä. (UN-GGIM 2015.)

2.1.2. Keinoäly

Paikkatiedon arvoketjussa keinoälymenetelmillä on tulevaisuudessa entistä enemmän soveltamismahdollisuuksia toisaalta paikkatiedon keruussa ja päivityksessä ja toisaalta paikkatietoja hyödyntävissä sovelluksissa. Paikkatiedon keruussa syväoppimisen ja muita keinoälymenetelmiä voidaan soveltaa nykyistä enemmän piirteiden irrotuksessa digitaalisilta kuva- ja laserkeilaus aineistoista, sekä esimerkiksi monilähteisessä paikkatietokantojen päivityksessä ja laadun varmistamisessa. Eri sovellusten ”älykkyysasteen” kasvaessa keinoälymenetelmien hyödyntäminen tulee asettamaan entistä suurempia vaatimuksia paikkatietojen mallintamiselle, saatavuudelle ja laadulle. (FGI 2017)

Niin paikkatiedon kuin kaiken big datan hyödyntämisessä ongelmana on sen analysointi. Nykyisellään dataa tuotetaan enemmän kuin sitä osataan analysoida ja hyödyntää. Keinoälyt voivat tarjota tähän yhden ratkaisun. **Kevin Kelly (2016) uskoo, että tulevaisuudessa kaikissa sähköllä toimivissa laitteissa on tarpeen mukaan enemmän tai vähemmän hienostunutta keinoälyä.** Tulevaisuuden keinoäly ei ehkä tarkoita niinkään yksittäisiä supertietokoneita kuin pilvipalveluiden avulla kaikkialle verkotunutta ja kaiken taustalla toimivaa prosessointia. Näin myös **paikkatietoa voitaisiin analysoida jatkuvasti ja helposti keinoälyjen avulla.**

⁶ <http://government-2020.dupress.com/driver/geospatial-technology/>



Kuva 2. Keinoäly liitetään usein ihmisen kaltaiseen tietoisuuteen. Suurin osa sen sovelluksista on kuitenkin luultavimmin rajattuun tehtävään keskittyviä ja käytännönläheisiä.⁷

Paikkatieto itsessään auttaa big datan jäsentämisessä, sillä se sitoo datan aikaan ja paikkaan ja siten rajattuun kontekstiin – big datan hyödyntämisessä on yhä tärkeämpää päästä käsiksi kulloinkin relevanttiin informaatioon, oikeassa paikassa ja oikeaan aikaan (UN-GGIM 2013). **Tässä voitaisiin hyödyntää keinoälyn kehittyntä muotoa, koneoppimista, joka ei ole sidottu ennalta tehtyyn ohjelmointiin ja määrätyn tehtävän suorittamiseen.** Oppivat keinoälyt ovat vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa, sopeutuvat muuttuviin tilanteisiin, ja toimivat enemmän tai vähemmän itsenäisesti (Stone et al. 2016).

Paikkatiedon analysoinnissa keinoälyä ja sen hahmontunnistusominaisuutta (*pattern recognition*) voidaan käyttää esimerkiksi satelliittikuvien tulkintaan ja yksityiskohtaiseen erittelyyn (UN-GGIM 2015). **Esimerkiksi Orbital Insight –niminen yritys selvittää keinoälyn ja miljoonien satelliittikuvien datamassan avulla muun muassa sato-odotuksia ja kaupunkien kasvunopeutta.**⁸ Google puolestaan pystyy tunnistamaan DeepMind-keinoälynsä avulla valokuvan kohteen sijainnin pelkästään kuvan pikseleistä.⁹

⁷ Kuva: <http://hexahexexen.tumblr.com/image/141301787067>

⁸ <https://www.geospatialworld.net/artificial-intelligence-deep-learning-geospatial-industry-transformation-2016/>

⁹ <https://www.technologyreview.com/s/600889/google-unveils-neural-network-with-superhuman-ability-to-determine-the-location-of-almost/>

Keinoälyt ovat keskeisessä roolissa työn muutoksessa. Esko Kilpi (2016) hahmottelee tulevaisuuden työelämää, jossa pysyvien organisaatioiden sijaan työtehtävät hajautetaan verkostoihin. **Eri verkostoista etsittäisiin kuhunkin työtehtävään parhaiten sopivat ja erikoistuneimmat tekijät.** Keinoälyt voisivat auttaa tämän tyyppisen työn organisoinnissa (Stone et al. 2016), ja **tämä puolestaan vaatisi paikkatietoja kustakin työntekijästä. Myös työn ulkopuolella keinoälyt voivat, yhdessä paikkatiedon kanssa, auttaa uusien yhteisöjen ja sosiaalisten suhteiden muodostumisessa.** Esimerkiksi IBM:n Watson-supertietokone kykenee analysoimaan ihmisen persoonaa tämän käyttämän kielen perusteella¹⁰, jolloin esimerkiksi toisiaan muistuttavia ja toisiaan täydentäviä ihmisiä voitaisiin saattaa yhteen. **Keinoälyn uusimpia sovelluksia ovatkin sosiaalisia suhteita edistävät ohjelmat** (Hotti 2016). Virtuaali- ja lisätyn todellisuuden¹¹ teknologioiden kehittyessä **virtuaalipaikoista voi tulla yhtä tärkeitä, ja joissain tapauksissa jopa tärkeämpiä, kuin fyysisistä paikoista. Virtuaalisista elementeistä voi tulla olennainen osa fyysisiä ympäristöjä,** kun lisätyn todellisuuden teknologioilla yhdistetään virtuaalisia elementtejä – kuten paikkatietoja – fyysiseen todellisuuteen. Virtuaali- ja lisätyn todellisuuden teknologioiden avulla voidaan tuottaa erityisesti **kokemuksellista paikkatietoa.**

Virtuaalipaikat voivat olla myös fyysisten paikkojen – kaupunkien, talouksien, biologisten järjestelmien jne. – kopioita, **jolloin niissä voidaan mallintaa mahdollisia tapahtumia ja eri systeemien toimintaa** keinoälyn avulla. **Google panostaakin tulevaisuudessa jo olemassa olevien fyysisten paikkojen virtuaaliseen mallintamiseen**¹². Virtuaalitodellisuuden mallit voivat toimia jopa lähes reaaliajassa, jolloin niiden soveltaminen fyysisen maailman ongelmien ratkaisuun paranee; tämä edellyttää paikkatietojen integroimista myös virtuaalimaailmoihin (UN-GGIM 2015).

2.1.3. Robotisaatio ja automaatio

Oxfordin yliopiston paljon julkisuudessa esillä olleen tutkimuksen mukaan automaatio uhkaa noin 50 % Yhdysvaltojen työpaikoista seuraavien 20 vuoden kuluessa (Frey & Osborne 2013); Suomessa vastaava arvio on noin 30 % työpaikoista (Pajarinen & Rouvinen 2014). **Jotta tuotantoa tehostava automaatio olisi toteutettavissa, robotit tarvitsevat monipuolista paikkatietoa. Samalla erilaisten robottien yleistyminen avaa aivan uusia paikkatiedon sovelluksia.**

¹⁰ <http://www.ibm.com/watson/developercloud/personality-insights.html>

¹¹ Virtuaalitodellisuudella viitataan pääasiassa päätelasien avulla luotuun immersiviseen, fyysisestä todellisuudesta irralliseen ja tietokonegrafiikalla luotuun maailmaan. Lisätyn todellisuuden teknologioilla fyysiseen todellisuuteen lisätään virtuaalisia elementtejä päätelasien tai esimerkiksi älypuhelimien näytön avulla.

¹² <https://www.wired.com/2016/12/googles-improbable-deal-recreate-real-world-vr/>

Itseajavat kulkuneuvot ovat luultavimmin automaation ja keinoälyn näkyvimpiä sovelluksia lähitulevaisuudessa. Niin henkilö- ja raskas liikenne kuin ilmailu voidaan automatisoida. Vuonna 2020 itseajavia autoja voi olla liikenteessä noin 10 miljoonaa (BI Intelligence 2016). **Dubaissa itseajavat, lentävät robotitaksit voivat liikennöidä jo vuonna 2017.** ¹³

Kaikki liikennemuodot ovatkin kehittymässä kohti automaattisia kulkuneuvoja tai aluksia. Autonomiset autot ovat näistä haastavimpia toteuttaa, mutta myös eniten tutkittu ja kehitetty suuntaus. Automaattisten autojen absoluuttisen paikannustarkkuuden tulee olla jatkuvasti desimetritasolla; myös kaupunkikanjoneissa ja metsäisillä ja lumisilla tieosuuksilla. Paikannuksen tulee olla myös erittäin luotettavaa. Näihin tavoiteisiin pääsemiseksi GNSS:n avulla on siirryttävä usean järjestelmän yksitaajuuslaitteista kaksitaajuuslaitteisiin. Tämä tulee synnyttämään uuden kaksitaajuusmassamarkkinan GNSS-laitteille. GNSS:ää on kuitenkin avitettava muilla sensoreilla, etenkin kun tehdään suhteellista paikannusta ympäristön ja ympäröivien kulkuneuvojen suhteen. ([FGI 2017](#))

Robottikulkuvälineet vaativat paikkatietoa, mutta myös tuottavat sitä. Paikkatiedon avulla tavarankuljetus ja verkkokauppa voidaan hoitaa automatisoidusti. Esimerkiksi **verkkokauppa Amazon suunnittelee drone-lennokkeihin ja leijuviin varastoihin perustuvaa tavarankuljetusjärjestelmää**¹⁴, ja **suomalainen startup-yritys Wolt kokeilee robottien hoitamaa ruuankuljetusta**¹⁵. Paikkatietoa taas tuottavat esimerkiksi miehittämättömät lennokit, joiden avulla voidaan saada paikkatietoa vaikeapääsystä tai vaarallisista kohteista.

¹³ <https://www.nytimes.com/2017/02/14/world/middleeast/dubai-passenger-drones.html>

¹⁴ <http://www.theverge.com/2016/12/29/14114190/amazon-patent-drone-airship-delivery>

¹⁵ <https://wolt.com/blog/hq/2016/11/28/yes-wolt-testing-food-deliveries-robots-happening-speak/>



Kuva 3. Amazon suunnittelee "ilmalaivavarastoa" lennökkikuljetuksia varten.¹⁶

2.1.4. Esineiden internet

Älylaitteet keräävät jo nyt jatkuvasti ja usein huomaamatta dataa ihmisten liikkumisesta, käyttäytymisestä ja kuluttamista. Kun sensorein ja tietoliikenneyhteyksin varustetut laitteet täyttävät ympäristön – niin kutsuttu "esineiden internet" – datan määrä kasvaa räjähdysmäisesti. Tulevaisuudessa yhä useammat esineet sekä hyödyntävät että tuottavat paikkatietoa. **Esineiden tuottaman paikkatiedon hyödyllisyyttä lisää erilaisen metadatan liittäminen paikkatietoon.** Esimerkiksi jakamistaloudelle on eduksi, jos julkisesti olisi saatavilla paitsi esineen sijainti, myös sitä kuvaava ja hakukoneiden ymmärtämä metadatan. **Esineiden internetin tuottamaa paikkatietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi onnettomuuksien hallinnassa, puhtaan veden paikantamisessa kehitysmaissa tai kontekstisidonnaisissa kulutusvalinnoissa** (kuten sopivan ravintolan löytämisessä). (UN-GGIM 2013.)

Tulevaisuuden ihmisten, esineiden, laitteiden ja palvelujen yhdistyminen vahvistaakin paikkatiedon tarvetta merkittävästi. Kaikki yhdistyneet laitteet, ihmiset ja esineet on paikannettava, jotta ne voivat kommunikoida keskenään ja havainnoida ympäristöään. Edellä mainittujen lisäksi esineiden internetin paikkatietosovelluksia on rajattomasti. Tärkeimpiä niistä ovat logistiikka, jossa ajoneuvot ovat yhteydessä, sähköverkot (esim. etäluettavat sähkömittarit), älykaupungit ja julkinen liikenne, vähittäiskauppa (erityi-

¹⁶ Kuva: <http://www.blimpinfo.com/airships/amazon-has-a-patent-for-floating-blimp-warehouses/>

sesti langaton maksuliikenne), teollisuus ja toimitusketjut, terveysala, maatalous ja älyrakennukset. Uudet ratkaisut vähentävät energian ja veden kulutusta, tehostavat liikkumista ja parantavat turvallisuutta ja elämänlaatua. Kaikkiin näihin sovellusaloihin liittyy valtavan suuria markkinaodotuksia. Toisaalta niihin liittyy myös yksityisyyden suojaan ja tietoturvaan liittyviä ongelmia ja uhkia. Myös satelliittipaikannukseen kohdistuvat uhat (kuten häirintä) ovat merkittäviä, sillä esineiden internet on täydellisesti paikkatietoriippuvaista. ([FGI 2017.](#))

Jos internet on nykyisellään ”ihmiskeskeinen”, esineiden internetin tulevaisuudessa laitteet toimivat ja kommunikoivat keskenään itsenäisesti. **Esineiden internetin myötä paikkatietoa eivät hyödynnä vain ihmiset, vaan yhä enemmän myös itsenäiset laitteet ja keinoälyt.** Internettiin kytketyt laitteet tarvitsevat monipuolista tietoa ympäristöstään – esineiden ja muiden kohteiden ominaisuuksista, sijainnista, suhteesta toisiinsa jne. – jotta ne voisivat suorittaa niille määrättyjä tehtäviä. Tässä ne voivat hyödyntää paikkatietotietokantoja mutta myös tuottaa paikkatietoa itse ja täydentää näin tietokantoja. Älykkäät esineet voivat tuottaa paikkatietoa esimerkiksi kartoittamalla sisätiloja ja tuottamalla reaaliaikaista dataa ympäristöstä. (UN-GGIM 2015.)

Paikkatietoa tuottavat myös Twitterin ja Facebookin kaltaisten somepalvelujen käyttäjät – usein arjessaan ja tiedostamattaan. Käytännössä kaikki ihmisten internetissä tekemät asiat voidaan liittää paikkatietoon, ja **näin tuotettua dataa voidaan hyödyntää esimerkiksi käyttäytymistapojen havaitsemisessa, sosiaalisten verkostojen dynamiikan tutkimisessa ja niin yksilöiden kuin ihmisryhmien käyttäytymisen ennustamisessa** (Ratti & Claudel 2016). Nykyisellään data on kuitenkin useimmiten lähtökohtaisesti sosiaalisen median yritysten hallussa.

2.1.5. Älykaupunki

Kaupungistuminen on yksi megatrendeistä. Samalla niin tulevaisuuden kehitysnäkymät kuin globaalit ongelmat keskittyvät kaupunkeihin. Jo tästä syystä älykaupunkien kehittäminen on keskeisiä tulevaisuuden haasteita ja mahdollisuuksia. Älykaupungilla viitataan kaupunkeihin, joiden infrastruktuuriin upotetaan erilaista älyteknologiaa, kuten prosessoreita, sensoreita ja tietoliikenneteknologiaa. Älykaupunki voidaan jakaa älykkääseen rakennettuun ympäristöön, liikkumiseen, hallintoon, kansalaisiin ja talouteen.

Suomessa esimerkiksi Tekesin Fiksu kaupunki -ohjelman tavoitteet liittyvät fiksun rakentamisen ja energian ratkaisuihin, joista paikkatiedon näkökulmasta relevantteja ovat muun muassa BIM (Building Integrated Modelling), AR/VR (Augmented/Virtual Reality) sekä IoT (Internet of Things) ja big data. Paikkatietokeskuksessa on useita tutkimusryhmiä, joiden osaaminen liittyy kiinteästi juuri näihin teemoihin. Älykkään liikkumisen kannalta Paikkatietokeskuksen osaaminen liittyy liikenteen palveluistumiseen (Mobility as a Service, MaaS, johon myös FGI osallistui), sähköiseen ja autonomiseen liikenteeseen,

kuten esim. robottiautot. Näiden kehityksessä ympäristön 3-ulotteinen seuranta (esim. laserkeilauksella), paikannusosaaminen ja paikkatietojen yhteiskäytön edistäminen ovat avaintekijöitä. ([FGI 2017.](#))

Tehokas paikkatieto osana älyinfrastruktuuria on keskeistä kasvavien kaupunkien organisoimisessa ja niiden ongelmien ratkaisemisessa. Älykaupunkien kehityksen onnistuminen riippuukin osaltaan siitä, kuinka hyvin paikkatieto integroidaan osaksi äly-ympäristöjä ja niihin liittyviä käytäntöjä – paikkatieto on oleellinen osa muodostuvaa verkottunutta kaupunkiekosysteemiä. **Älykaupungissa periaatteessa jokainen esine ja sensori tuottaa paikkatietoa, ja usein lokaatio on keskeinen osa informaatiota.** Erityisen tärkeää paikkatieto on liikkuvien kohteiden kohdalla. (UN-GGIM 2015.)

Sensoreiden avulla voidaan tuottaa myös yhä tarkempaa kolmiulotteista paikkatietoa. Kolmiulotteisia malleja voidaan hyödyntää kaupunkisuunnittelussa sekä kaupunkien hallinnoinnissa ja ylläpidossa. Kolmiulotteisuudesta voi tulla elimellinen osa paikkatietoa, sen sijaan että se on ”ylimääräinen” lisä kuten nykyisin usein on. Kolmiulotteisen mallintamisen asiantuntemus tulee usein paikkatietoalan ulkopuolelta, kuten peliteollisuudesta. Kun kolmiulotteisiin malleihin lisätään aikainformaatio, saadaan ”4D-paikkatietoa”. **Aikaulottuvuuden sisältävien datamassojen avulla voidaan tuottaa niin ennakoivaa analyysiä – tulevaisuuden mahdollisia vaihtoehtoja – kuin reaaliaikaista dataa ihmisten käyttäytymisestä.** (UN-GGIM 2015.)

Älykaupungit vaikuttavat myös sosiaalisiin suhteisiin. Äly- ja kommunikaatioteknologiat auttavat kansalaisia organisoitumaan ja luomaan kaupunkitilaa itse (Ruotsalainen ym. 2017). Esimerkiksi **Google lisäsi karttapalveluunsa vastikään toiminnon, jolla käyttäjät voivat tehdä tuttavilleen listoja lempipaikoistaan sekä lisätä paikkoihin laadullista informaatiota**, kuten tietoja täysistä parkkipaikoista.¹⁷ Teknologijulkaisu *The Verge* arveleekin, että **Google aikoo kehittää kartoistaan uuden sosiaalisen median palvelun.**¹⁸

Vastaavantyyppiset palvelut antavat kansalaisille mahdollisuuden tuottaa itselleen ja verkostolleen relevanttia paikkatietoa ja **avata kaupunkieihin henkilökohtaisen näkökulmansa. Tämä tarkoittaisi oman elämän jatkuvan dokumentoinnin (”life-logging”) sovelletamista kaupungin dokumentointiin (”city-logging”).** (Ratti & Claudel 2016.) Kaupunkilaisilla ja heidän verkostoillaan voikin tulevaisuudessa olla keskeinen rooli kaupunkidatan ja –informaation ”hajautuneen aistimisen ekosysteemissä”, ja samalla heidän oikeuttaan omaan dataansa joudutaan pohtimaan nykyistä tarkemmin. **Pitäisikö kansalaisten esimerkiksi saada korvaus tuottamastaan informaatiosta?** (mt.)

¹⁷ <https://blog.google/products/maps/keep-track-your-favorite-places-and-share-them-friends/>

¹⁸ <http://www.theverge.com/2017/2/13/14581028/google-maps-location-list-share-social-network>

3. Tulevaisuustyöpajat ja ennakkokysely

Ennakointiselvityksen empiirinen aineisto kerättiin kahdessa tulevaisuustyöpajassa sekä ennakkokyselyssä. Tulevaisuustyöpajat pidettiin Helsingissä Pasilan virastokeskuksessa. Ensimmäinen tulevaisuustyöpajoista järjestettiin 27.2.2017 ja jälkimmäinen 9.5.2017. Tässä luvussa esitetään yhteenvedot näiden tuloksista. Kaikki tulokset kokonaisuudessaan löytyvät liitteistä 2-4.

3.1 Toni Ahlqvist ja Risto Linturi kartoittivat paikkatiedon kehitystä

Ensimmäisessä tulevaisuustyöpajassa paikkatietojen tulevaisuusnäkymistä alusti Oulun yliopiston maantieteen professori **Toni Ahlqvist**, joka määritteli paikkatiedon mahdollisimman laajasti kaikenlaiseksi tiedoksi jonka sijainti pystytään määrittämään. Hän tarkasteli spekulatiivisesti paikkatiedon tulevaisuuksia yleisemmän teknologia- ja yhteiskuntakehityksen kontekstissa ja avasi näin näkymiä teknologiaympäristöön, jossa myös paikkatiedon ammattilaiset tulevaisuudessa toimivat. Ahlqvistin ajatukset perustuivat hänen mukaansa todennäköiseen olettamukseen, että paikkatietoa tullaan käyttämään lähes kaiken teknologian yhteydessä. Yleisen teknologiakehityksen keskeinen trendi puolestaan on Ahlqvistin mukaan teknologian jatkuva halpeneminen ja tehostuminen, mikä laajentaa teknologian käyttö- ja sovellusmahdollisuuksia.

Kirjallisuuskatsauksen pohjalta Ahlqvist nosti esiin erityisesti seuraavat paikkatiedon kehitystrendit:

- **Ubiikkikartografia** (*ubiquitous cartography*) (Gartner 2007)
- **Vapaaehtoisesti tuotettu paikkatieto** (*volunteered geographic information*) (Elwood 2008)
- **Paikkatiedon joukkoistaminen** (*crowdsourcing geographic information*) (Goodchild & Glennon 2010)
- **Paikkatieto ja ”big data”**: korvaako automaattinen ”laskennallisuus” tutkimuskontekstin ymmärtämistä (Boyd & Crawford 2012; Kitchin 2013); ”big data hybrid” (Lazer et al 2014)
- **Datavetoinen maantiede** (*data-driven geography*) (Miller & Goodchild 2015)
- **Algoritminen maantiede** (*algorithmic geography*) (Kwan 2016)
- **Älykkäät kaupungit, urbaani ”big data”, urbaani älykkyys** (*urban intelligence*) (Roche 2016)

Näiden lisäksi Ahlqvist käsitteli yleisiä teknologisia kehitystrendejä ja niiden suhdetta paikkatietoon.

Esineiden internetin kohdalla Ahlqvist korosti, että olennaista ei ole esineiden kytkeminen verkkoon

sinänsä, vaan *erilaisista sensoreista koottavan tiedon yhdistäminen*. Sensoreita on tulevaisuudessa kaikkialla. Esimerkkeinä eri sensoreista Ahlqvist mainitsi ympäristösensorit, maalien joukkoon sekoitettavat sensorit, elintarvikkeiden tuotantoa valvovat sensorit, kotieläinsensorit, maaperäsensorit ja infrastruktuuriin upotettavat sensorit. Paikkatiedon osalta kehitys johtaa ”paikkatietoräjähdykseen”. Paikkatietoa kerätään kaikkialta, kuten jääkaapeista, lenkkikengistä ja älyvaatteista. Katuvalot syttyvät tarpeen mukaan ja infrastruktuureja voidaan hallita paikkatietojen avulla. Keskeisiksi kysymyksiksi paikkatietoräjähdystä koskien nousevat se, miten paikkatiedon ”isoa aaltoa” voidaan hallita sekä se, millaista yhteiskunnallista sääntelyä tullaan tarvitsemaan.

Ympäristöjen reaaliaikaisesta mallinnuksesta Ahlqvist nosti uudet 3D-kamerat ja laserkeilaimet, kehittyvät algoritmit ja kasvavan prosessointitehon – nämä ovat mahdollistaneet reaaliaikaisen mallinnuksen. Esimerkiksi Nokian uusi OZO-kamera tekee ammattitasaista 3D-videosisältöä lähes reaaliajassa, ja robottiautojen Lidar-järjestelmien kyky ympäristön reaaliaikaiseen mallinnukseen on kehittynyt nopeasti. Reaaliaikaisen mallinnuksen sovellusalueita ovat esimerkiksi robotiikka, liikenne, teollisuus, kauppa, palvelut, viihde, koulutus ja turvallisuus.

Virtuaali- ja lisätyn todellisuuden kohdalla Ahlqvist nosti esiin kehitysnäkymän **virtuaalisesta paikkatiedosta**. Tässä mahdollisuuksia ovat esimerkiksi yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistämisen (kuten organisaatioissa tavoitteiden tunnistaminen, yhteistyökyvyn tehostaminen, tarpeettomien hierarkioiden purkaminen), tehostetun todellisuuden (kuten digitaalisten komponenttien lisääminen arkiympäristöön), sekä virtuaaliset palvelut ja virtuaalitodellisuus (kuten Uber, Airbnb, Be My Eyes -palvelu, Googlen organisoima online-lääkäri, Wikihouse, Opendesk ja Flipboard). Tulevaisuudessa datalasioiden ja immersivien teknologioiden avulla voidaan olla pitkiäkin aikoja virtuaalimaailmoissa, jopa tehdä virtuaalisia matkoja. Ihmiset voivat vaihtaa ”paikkaa” reaali maailman, tehostetun todellisuuden ja virtuaalimaailmojen välillä. Keskeisiksi kysymyksiksi tällöin nousevat, pitääkö tulevaisuuden paikkatiedossa ottaa huomioon näiden todellisuuden kerrosten välisiä suhteita, sekä mitä on tulevaisuuden virtuaalinen paikkatieto.

Tekoälyn kehitysnäkymistä Ahlqvist mainitsi kuusi kehityksen haaraa:

- 1) **Suuren mittakaavan koneoppiminen** (*large-scale machine learning*): Siirrytään kohti algoritmien avulla tapahtuvaa suurten aineistojen käsittelyä
- 2) **Syväoppiminen** (*deep learning*): Pääasiassa neuroverkkoihin pohjautuvaa oppimista, jossa prosessi muistuttaa ihmisaivojen oppimista; keskeisiä sovellusaloja ovat esimerkiksi objektien ja toiminnan tunnistaminen sekä puheohjauksen kehittäminen.

- 3) **Vahvistava oppiminen** (*reinforcement learning*): Korostaa tekoälyn käyttöä päätöksenteon tukena. Esimerkiksi tietokoneohjelma AlphaGon voitto Go-pelissä perustui vahvistavaan oppimiseen, jossa ohjelma pelasi paljon pelejä itseään vastaan.
- 4) **Konenäkö** (*computer vision*): Tietokonenäkö on kehittynyt nopeasti erityisesti syväoppimisen, suurten aineistojen käsittelyn ja neuroverkkoalgoritmien yhdistyessä. Tutkimus keskittyy pitkälti automaattiseen kuvakaappaukseen.
- 5) **Luonnollinen kielenprosessointi** (*natural language processing*): Luonnollinen kielenprosessointi on, yhdistettynä puheentunnistukseen, nopeasti kaupallistumassa. Sovelluksia esimerkiksi reaaliaikainen kääntäminen sekä ihmisten kanssa kommunikoimaan pystyvät systeemit.
- 6) **Kollaboratiiviset järjestelmät** (*collaborative systems*): Kehitetään malleja ja algoritmeja, jotka pystyvät joustavaan yhteistyöhön ihmisten kanssa. Tutkimus suuntautuu esimerkiksi ihmisten ja koneiden komplementaaristen vahvuuksien ymmärtämiseen.

Teknologisina viltteinä kortteina, yllättävinä mutta mahdollisina kehityskulkuina, Ahlqvist mainitsi **geolääketieteen**¹⁹, joka avustaa kliinisiä diagnooseja tarjoamalla tarkempaa tietoa potilaan terveyden ja kontekstitekijöiden välillä (esimerkiksi asuminen, työ ja vapaa-aika). Kehitykseen liittyvät **biosirut**, jotka tunnistavat nopeasti organismien ominaisuuksia ja fysiologisia tiloja. Mitä tapahtuu jos ja kun näihin sovelluksiin lisätään paikkatietokomponentti? Mitä se tarkoittaisi yhteiskunnan ja yksityisyyden kannalta?

Toiseksi villiksi kortiksi Ahlqvist nosti eri **tunnistusteknologiat**. Näistä *hahmontunnistus* voi havaita esimerkiksi psykoosin oireita (puhe), syöpiä (optinen) sekä aivohalvauksia (kehon signaalit), *ihmisen tunnistus* voi esimerkiksi tuottaa kasvokuvan DNA-sekvenssin perusteella ja Facebook tunnistaa jo nyt ihmisen jopa eri kulmasta otetusta kasvokuvasta, *ja emootioiden projisointi ja automaattinen tunnistaminen* auttavat esimerkiksi kehitettäessä robotteja, kuvapuhelinpalveluita, tunteisiin reagoivia pelejä, käyttäjän tunteita mittaavia käyttöliittymiä sekä terapeutisia sovelluksia. Näiden suhteen tärkeiksi kysymyksiksi nousevat se, mahdollistavatko tunnistusteknologiat uudenlaisten elementtien liittämisen paikkatietoon, sekä se, miten voimme hallita sitä, kuka kerää paikkaan sidottuja tietoja tekemistämme näiden teknologioiden avulla.

¹⁹ <http://government-2020.dupress.com/driver/geospatial-technology/>

Lopuksi Ahlqvist käsitteli vielä paikkatietoon ja yleiseen teknologiseen kehitykseen liittyviä **etiikan ja sääntelyn kysymyksiä**:

- **Ovatko tulevaisuuden kansalaiset jatkuvasti ”kartalla”?**
 - Elämmekö ”akvaarioyhteiskunnassa” (Mannermaa 2008) myös sijainnin suhteen?
- **Läpinäkyvyys**
 - Missä määrin kansalaiset haluavat tai joutuvat olemaan jatkuvasti paikannettavissa?
 - Voidaanko tähän vielä vaikuttaa ja miten?
- **Tekoälyn eettiset rajat**
 - Minkälaisia rajoituksia tekoälylle pitää ja voi asettaa?
 - Mikäli tekoäly nousee ihmisälyn haastajaksi, voiko tekoälyä yleensä rajoittaa?
 - Useat julkiset intellektuellit ja teknologiakehittäjät esittäneet huolestuneita näkemyksiä (esim. Hawking, Musk)
- **Algoritmien etiikka**
 - Kuka säätelee algoritmien käyttöä?
 - Onko se lainsäätäjä, virkamies, poliitikko, ohjelmistofirman toimitusjohtaja, ohjelmistofirman pääsuunnittelija vai koodari?
 - Usein vaikeat eettiset kysymykset päätetään käytännössä tämä viimeinen toimija, koska keskustelua käydään melko niukasti

Toisessa tulevaisuustyöpajassa paikkatietojen tulevaisuudesta alusti tulevaisuudentutkija Risto Linturi Sovelto Oy:sta. Myös Linturi korosti sitä että paikkatietoa kertyy tulevaisuudessa yhä enemmän ja sitä tuotetaan entistä helpommin: kiinteillä sensoreilla, liikkuvilla sensoreilla (autot, kopterit, satelliitit, kännykät), keinoälyllä ja hahmontunnistuksella, tai vaikkapa ”wifitutkalla”. Drooneja eli nelikoptereita voidaan käyttää esimerkiksi kartoitus-, kuvaus-, etsintä- ja valvontatehtävissä, postinjakelussa, kokoonpanossa, rakentamisessa, mittaus- ja ohjaustehtävissä, sekä viihde- ja sotilaskäytössä. Kaikilla näillä alueilla nelikopterit voivat nopeuttaa prosesseja huomattavasti; esimerkiksi Amazon lupaa nelikopterikuljetuksissa paketin kotiin 30 minuuttia tilauksesta. Internet of Things ja yleensäkin digitalisaatio vauhdittuvat edelleen – jo nyt IoT-tietokone maksaa vain 5 dollaria. Älykkäiden, verkkoon kytkettyjen

laitteiden ennakoitu määrä vuonna 2020 on 36 miljardia. Mobiililaitteissa on yhä enemmän erilaisia antureita, mikä auttaa tiedon- ja datantuotannon joukkoistamisessa. Palvelurobotiikka kasvaa parhaillaan räjähdysmäisesti, ja laitteisiin kytketään yhä enemmän palveluita (esim. etädiagnostiikka ja -huolto). Kaikki tämä tuottaa valtavia määriä dataa, jonka siirtoon tarvitaan tehokkaita 5G-verkkoja.

Materiaalitutkat, lidar ja muut uudet mittalaitteet tuovat Linturin mukaan paikkatietoihin uusia tehokkaita analyysimenetelmiä. Raaka-aineen koostumus, tuotteen kalori-, ravinne- tai alkoholimäärä, puun kuivuusaste ja niin edelleen voidaan tunnistaa helposti. Lidar puolestaan ”kuulee” puheen äänieristetyin ikkunan läpi, tai ”näkee” laitevikaa ennakoivan tärinän meluisassakin ympäristössä.

Kaiken kaikkiaan paikkatiedon ”paikkaa” tulevaisuudessa voidaan kartoittaa seuraavien alueiden kautta:

- Todellinen kohtaa todellisen (kuten partnerihaku, tavarankuljetus, robottiliikenne, valvontatieto)
- Todellinen kohtaa virtuaalisen (lisätty todellisuus, voimme esimerkiksi nähdä ääniaallot, metallien väsymisen, ja laitteiden käyttötiedot)
- Virtuaalinen kohtaa todellisen (kauko-ohjatut robotit, pankkien paikkatietoblokkaus)
- Virtuaalinen kohtaa virtuaalisen (pelit, CAD-järjestelmät, simulaattorit, sosiaalinen toiminta virtuaalitodellisuudessa)
- Paikka, muoto ja liike (x,y,z,t) sekä tarkka vs. karkea sijaintitieto (dynaaminen paikkatieto, tieto kappaleen muodosta, tieto nanotasolla atomien paikoista, rakenteesta, vaikutuksista yms)
- Yksilö vs. tilasto (maanjäristysvaroitukset, terroriverkoston kartoitus, parkinsonin tunnistus kännykällä, ongelmien juurisyyn selvittäminen)
- Läsnäolo vs. kauko-ohjaus
- Nykyhetki, historia – ja yhä tarkempi ennakointi datan ja analyysimenetelmien avulla
- Objektiin käsittely vs. hallinnointi (jokaiselle tavaralle yksilöllinen identiteetti ja paikkatieto)

Paikkatietojen paradigman laajenemiseen ja paikkatietojen integrointiin ”kaikkeen” liittyen Linturi korosti lopuksi vielä seuraavia aloja:

- Pankki ja rahoitus
- Sotesektori
- Liikenne
- Energia-ala
- Kauppa
- Maatalous
- Maanpuolustus
- Opetustoimi
- Rakentaminen

- Kunnossapito
- Matkailu
- Urheilu
- Vakuutusala
- Viranomaiset ym.

3.2 Ennakkokysely

Ensimmäisen tulevaisuustyöpajan osallistujille lähetettiin ennakkoon paikkatietoteknologioiden ja niihin kytkeytyvien muiden teknologioiden kehitystä selvittänyt kysely. Kyselyn vastaukset jaettiin yhdeksään luokkaan, jotka kuvataan alla. Jokaisen yhteydessä esitetään 1-2 esimerkkivastausta kyselystä. Kyselyn kaikki vastaukset löytyvät [liitteestä 2](#). Jatkotutkimuksessa näiden, niin teknologisten kuin kulttuuristen ja sosiaalisten kehityskulkujen suhdetta paikkatietoon kannattaa selvittää lisää. Paikkatietokeskukseen tutkijoiden tekemä teknologiaalähtöinen analyysi aiheista on esitetty [liitteessä 1](#).

- **Big data**

”Datamäärä lisääntyy valtavasti (uusia datalähteitä kuten satelliitit, kansalaishavainnot, IoT, kännyillä automaattisesti kerätyt, ...) --> dataja käytetään/yhdistellään uudella tavalla (assimilaatio, aikasarjat, , big data, data cubet, ...)”

”Paikkatiedossa pyöritetään tyypillisesti suuria määriä dataa, joten big data ja sen analysointi tulee vaikuttamaan paikkatietotoimintoihin.”

- **Keinoäly**

”[K]oneoppiminen ja -näkö, joiden avulla pystytään tunnistamaan yksityiskohtaisesti ja älykkäästi maastoa ja rakennettua ympäristöä tulevaisuudessa.”

”Keinoälyn soveltamismahdollisuudet ovat vasta alkutaipaleella käsittääkseni verrattuina potentiaaliin.”

- **Mallinnuksen ja tiedonkeruun kehittyminen**

”[Paikkatietotoimintojen kiinnostava kehityskulku on] sisätilapaikannuksen globaali mahdollistaminen, sisätilakarttatiedon digitalisoiminen. Paikkatietoa hyödyntävien palveluiden tuottaminen sisätiloissa sekä IoT-laitteiden kytkeytyminen palveluketjuun.”

”[Paikkatietotoimintojen kiinnostava kehityskulku on] kaupunkien mallintaminen sekä erilaisten sensoreiden tuottaman tiedon kytkeminen näihin malleihin.”

- **Paikkatietojen integrointi muuhun teknologiaan ja dataan**

"Paikkatietoteknologia yhä enemmän integroitu eri välineisiin sekä käyttöön, että jatkuvaan aineiston keruuta varten."

"Mahdollisuus: Paikkatietoteknologia erillisenä sulaa tavallaan pois. Paikkatietojen käyttö tulee osaksi kaikenlaisia tietojärjestelmiä ja analyysejä. Tämä kehityskulku lisää paikkatietojen käyttöä ja hyödyntämistä."

- **Automatisoitu liikenne**

"[Varsinaisen paikkatietoalan ulkopuolinen kiinnostava kehityskulku on] autonomisesti liikkuvat ajoneuvot, robotit ja pienikokoiset lentävät laitteet. Paikkatiedolta edellytetään suurta luotettavuutta, tarkkuutta sekä saatavuutta kaikissa ympäristöissä."

"Automaattiset palvelut, mm. tavarankuljetusten automatisointi. Mahdollisuus on toimitusten täsmäyttäminen tarvitsijan mukaan oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Huomioon otettava uhka on paikkatiedon väärinkäyttö vahingollisessa tarkoituksessa, mm pyrkimällä estämään täsmällinen toimitus tai sen korvaaminen haitallisella toimituksella."

- **Logistiikka ja liikenne palveluna (MaaS)**

"On kiinnostavaa seurata, miten ihmisten liikkumista, kulkutapoja ja reittejä mittaavat sovellukset kehittyvät ja miten näiden keräämää tietoa voidaan jatkossa ottaa käyttöön. Sovellusten kehittymistä edistänee lähiaikoina MaaS-liikennepalveluiden yleistyminen. Ihmisten reitti- ja kulkutapatiedot tarjoisivat uusia mahdollisuuksia liikennesuunnittelun ja -tutkimuksen käyttöön, mutta asiaan liittyy kuitenkin keskeisesti kysymyksiä yksityisyyden suojasta ja tietoturvasta."

- **Lisätty ja virtuaalitodellisuus**

"Jos aiemmin etsittävä karttaan määritellyn reitin pää näkyi näytöllä lippuna, sitten kohta se näkyy auton tuulilasiin / kuljettajan aurinkolasin linssiin heijastettuna lippusymbolina siellä suunnassa, missä reitin pää on."

"Myös lisätyn todellisuuden (olla paikan päällä ja nähdään maisemassa paikkatietoaineistoja), virtuaalitodellisuuden (visualisoidaan paikkatietoaineisto uskottavasti ikään kuin oltaisiin paikan päällä) tekniikoissa ja droniparvien ja kansalaisten havaitseman aineiston yhdistämisen tekniikat ja käytännöt ovat kiinnostavia."

- **Pelit**

”Liiketoiminnan ja vientitulojen näkökulmasta julkisen hallinnon paikkatiedolla on vain marginaalinen merkitys (vrt. Pokemon Go) ja oleellista on synnyttääkö Suomen peliteollisuus paikannukseen perustuvia pelejä. Pelien yhteydessä voi syntyä valtavia paikkatietoaineistoja. Paikannukseen perustuvilla opetuspeleillä voisi olla mahdollisuuksia - Suomihan on vielä maineessa sekä opetuksessa että peleissä.”

- Näiden teknologisten trendien lisäksi kyselyn vastauksissa korostuivat **avoimet ja verkostomaiset toimintamallit:**

”[Kiinnostavin paikkatietoihin liittyvä uusi kehityskulku ovat] avoimen paikkatiedon ja paikkatieto-ohjelmistojen luomat uudet mahdollisuudet. Avoimuus avaa mahdollisuuksia paikkatiedon hyödyntämiseen organisaatioissa joissa se ei aikaisemmin kustannuksien tai muiden syiden takia ollut järkevää. Tällöin voi olla mahdollista lisätä paikkatiedon roolia esimerkiksi suunnittelussa ja päätöksenteossa.”

”Julkisen sektorin tulisi tarjota avointa ja keskenään yhteensopivaa paikkatietoaineistoa perusinfrastruktuurina, jonka avulla yksityinen sektori pystyisi kehittämään omaa liiketoimintaansa ja keskittymään siihen datan hankinnan ja muokkaamisen sijaan.”

3.3. Tulevaisuustyöpaja I

Paikkatietojen tulevaisuusprosessin ensimmäisessä, 27.2.2017 pidetyssä tulevaisuustyöpajassa osallistujat pohtivat noin kuuden hengen ryhmissä paikkatietoteknologioiden, -infrastruktuurin ja -toimintojen kehitystä, sekä uusia tapoja, joilla paikkatietoteknologioita voidaan Suomessa käyttää vuonna 2027. Työskentely tapahtui ryhmissä keskustellen, ja ryhmätyöskentely rakentui kahden kysymyksen ympärille: *Mitä pidätte tämän hetken paikkatiedon teknologisessa muutoksessa kaikkein kiinnostavimpana? ja Millaista paikkatietoteknologia toimintoineen ja infrastruktuureineen voisi olla vuonna 2027 Suomessa?* Tämän lisäksi ryhmät ennakoivat vuoden 2027 paikkatiedon sovellusmahdollisuuksia eri yhteiskunnan osa-alueilla (politiikka, talous, kulttuuri jne.), sekä näiden osa-alueiden mahdollisia vaikutuksia paikkatietoon.

Ensimmäisen tulevaisuustyöpajan jälkeen tulokset luokiteltiin ja luokkien pohjalta muodostettiin neljä vuoteen 2027 sijoittuvaa yhteiskunnallista paikkatietoskenaariota. Skenaariot kuvaavat siis paikkatietojen kehitys- ja sovellusmahdollisuuksia, myös laajempaa yhteiskunnallista kehitystä. Näin siksi, että paikkatietoteknologioiden, kuten kaiken teknologian, kehitykseen ja soveltamiseen vaikuttaa keskeisesti se, miten koko yhteiskunta muuttuu.

Seuraavassa skenaariot kuvataan lyhyesti. Varsinaiset skenaariotekstit löytyvät [luvusta 4](#).

Skenaario A – Hyvin viritetty kone

Paikkatietoja käytetään ennen muuta valtion, yritysten ja kansalaisten toimintojen tehostamiseen. Valta on valtioilla ja yrityksillä. Kansalaiset ovat palvelujen kohteita enemmän kuin aktiivisia toimijoita.

Skenaario B – Prosumeristin paikkatietoparatiisi

Paikkatietoja käytetään ennen muuta kansalaisten itseorganisoitumiseen ja erilaisiin viihteen ja vapaa-ajan palveluihin. Kansalaisyhteiskunta on uusien teknologioiden avulla noussut määräävään asemaan yhteiskunnassa.

Skenaario C – Jokuveli valvoo

Paikkatietoja ja muuta dataa käytetään ihmisten tarkkailuun, valvontaan ja psykologiseen manipulaatioon. Globaali (mielipide)valta on uusilla kansallismielisillä, yksilönvapaudet ja liberalismien perinnön kiistävillä liikkeillä.

Skenaario D – Suljetut puutarhat

Paikkatietoja käytetään osana vaurasta datataloutta. Ihmiset ovat hyvin tarkkoja omasta datastaan. Näin kansalaisten tuottaman paikkatietodatan, kuten kaiken muunkin datan, kerääminen on vaikeutunut ja kallistunut.

Seuraavassa kuvataan ja avataan ensimmäisen tulevaisuustyöpan keskeisiä, skenaarioita yhdistäviä tuloksia. Suorat lainaukset tuloksista esitetään lainausmerkeissä ja kursiivilla, ja tuloksista poimitut ei-suorat lainaukset pelkällä kursiivilla. Koska ennakkokysely oli osa ensimmäistä tulevaisuustyöpajaa, tekstiin on poimittu otteita myös ennakkokyselystä. Työpajan kaikki tulokset löytyvät [liitteestä 3](#).

Perinteisten käyttökohteiden lisäksi paikkatietoja käytetään vuonna 2027 kaikessa, missä ylipäätään hyödynnetään dataa. Kuten eräs tulevaisuustyöpajan osallistuja muotoili: *”Paikkatieto [on vuonna 2027] itsestään selvä ja automaattisesti edellytetty/odotettu tietoelementti kaikessa tiedonkeruussa / siirrossa”*. Kyse on siis paikkatietojen integroinnista. Ennakkokyselyyn vastannut kuvaili paikkatietojen integrointia näin: *”Paikkatietoteknologia erillisenä sulaa tavallaan pois. Paikkatietojen käyttö tulee osaksi kaikenlaisia tietojärjestelmiä ja analyysejä.”* Tulevaisuustyöpajan osallistuja puolestaan kirjoitti: *”Paikkatietotoiminta [on] yhdistettävä muuhun liiketoimintaan [ja rakennettava] yhteydet muuhun yritystoimintaan”*.

Paradigman laajeneminen ja paikkatiedon integroiminen vaativat monenlaisen ja eri tarkkuustasoisen paikkatiedon tuottamista: globaalilta tasolta solutasolle (esimerkiksi lääketieteen sovelluksia varten), fyysisestä virtuaaliseen todellisuuteen, staattisesta reaaliaikaiseen datantuottamiseen ja niin edelleen. Ensimmäisen tulevaisuustyöpajan tuloksissa korostuivat esimerkiksi **logistiikassa, päätöksenteossa**

ja älykaupungeissa tuotettu ja hyödynnetty paikka- ja muu tieto/data, mukaan lukien 4D eli aikaulottuvuuden sisältävä data. ”*Sisätilapaikannuksen ja –navigoinnin hyvälaatuiset sovellukset ovat arkipäivää*” kuvaa tulevaisuustyöpajan osallistuja vuotta 2027, toinen korostaa *suurtarkkuuspaikannuksen* merkitystä, kolmannen mielestä paikkatietoja pitäisi hyödyntää nykyistä enemmän *logistiikan optimoinnissa*. Paikkatietojen käyttö *virtuaali- ja lisätyn todellisuuden sovelluksissa* keräsi myös mainontoja.

Integrointiin liittyen myös paikkatiedon nykyistä kattavampi hyödyntäminen **ympäristökysymyksissä ja ympäristön tilan seuraamisessa** nousi esiin ensimmäisessä tulevaisuustyöpajassa. Eräs piti tärkeänä paikkatietojen uusien kehityssuuntien kannalta *maapallon luonnonvaroja & isoja kysymyksiä: arktisen meren tilaa ja ekologisen kestävyuden valtavirtaistumista*, toinen korosti ”*Energiajuttujen potentiaali[a] taloudellisessakin mielessä Suomelle*”. Toinen paikkatietojen kasvuala Suomessa voisi olla ”*Forest big data*” jota saadaan esimerkiksi ”*metsäkoneisiin asennettavista sensoreista*”.

Kaiken kaikkiaan sensoreiden avulla **ympäristön (niin ihmis- kuin luonnonympäristöjen) seurannasta tulisi tehdä jatkuvaa ja reaaliaikaista**. Tällöin esimerkiksi *kuljetuksia voitaisiin reitittää dynaamisesti ja reaaliaikaisesti* ja aluesuunnittelussa voitaisiin *hyödyntää reaaliaikaista ja jatkuvasti päivittyvää dataa*. Reaaliaikainen data on vuonna 2027 *älykaupungin* ja esimerkiksi sen *automatisoidun liikenteen* toimintaedellytys, minkä lisäksi hyvin toimiva älykaupunki itsessään tuottaa jatkuvasti päivittyvää reaaliaikaista dataa. Älykaupungissa ja sen ainakin osittain automatisoidussa tai palveluna (MaaS) järjestetyssä *liikennejärjestelmässä ihmisten liikkumista voidaan seurata reaaliajassa ja tätä voidaan käyttää liikennejärjestelmän kehittämisessä*.

Haasteeksi sijaintitiedon ja muun datan lisääntyvässä virrassa nousee sen analytiikka: **vasta fiksulla analytiikalla datasta saadaan käyttökelpoisia vastauksia**. Datan määrän kasvu ja monipuolistuminen tarkoittaakin, että datan välittämistä, löytämistä ja hyödynnettävyyttä ja analysoimista täytyy kehittää jotta, tulevaisuustyöpajaosallistujan sanoin, ”*paikkatietoräjähdyttä*” voidaan paremmin hallita ja hyödyntää. Kaksi muuta tulevaisuustyöpajaosallistujaa kirjoittikin, miten vuonna 2027 tärkeitä ovat ”*Datan välityksen tehokkuus, rajapinnat. Reaaliaikadata. Big data.*” sekä ”*Rajapinnat – ’kaikki data kaikkien käytössä’ – tiedon kulkeminen*”. Onneksi *keinoälyt* voivat jo vuonna 2027 olla keskeisessä roolissa data-analyyseissä. Keinoälyn avulla analysoidun datan avulla voidaan muun muassa tehdä nykyistä tarkempia ja syvällisempiä *ennusteita*.

Kun paikkatieto ”sulautuu kaikkialle”, **sovelluksiin ja palveluihin täytyy kiinnittää nykyistä enemmän huomiota**. Tulevaisuustyöpajaan osallistunut uskoi, että vuoteen 2027 mennessä ”*palveluita tulee paljon*”. Tämä voi olla haaste Suomelle, jossa on totuttu kehittämään hyvin toimivaa ja laadukasta teknologiaa mutta palvelut ja loppukäyttäjäpuoli jäävät usein syrjään. ”*Palvelut, ei vain teknologia*” painotti toinen työpajaosallistuja ja kolmas korosti, miten ”*Tämä [paikkatietotoimintojen kehittyminen] ei*

ole teknologiakysymys vaan miten kykenemme sitä soveltamaan, teknologia kyllä kehittyy”. Yksi Suomelle sopiva palveluiden ja sovellusten ala voisi olla peliteollisuus ja siihen kytkeytyvä viihde- ja hyötyosaaminen: ”*pelii- ja viihdemaailma voi oikeasti synnyttää liiketoimintaa*”. Joka tapauksessa ”*Datan ymmärtäminen ja jalostaminen*” korostuvat tulevaisuudessa. Niin ensimmäisessä kuin jälkimmäisessä tulevaisuustyöpajassa nousi usein esiin datan jalostusasteen kasvu. Tämä kertoo siitä, että tulevaisuudessa pelkkä raakadata harvoin riittää, vaan kehittyneet taloudet erikoistuvat datan lisäarvon kasvattamiseen.

Paikkatiedon käyttökohteiden laajeneminen liittyikin ennen muuta siihen, että **olemme siirtymässä askel askeleelta kohti dataan perustuvaa taloutta**. Mitä enemmän dataa on saatavilla, sitä paremmin ja innovatiivisemmin dataa voidaan soveltaa. Yksi tulevaisuustyöpajaan osallistuneista kirjoitti paikkatietojen soveltamisesta diagnostiikassa: ”*Geomedical: ympäristötekijät [ovat] suoraan hyödynnettävissä diagnostiikassa (kliininen käyttö)*”. Toinen työpajaosallistuja nosti esiin sen, että raakadatassa ja esimerkiksi kuvissa on paljon ”piilotettua” ja hyödyntämätöntä tietoa, ja miten keinoälyn kone näkö voisi auttaa tässä: ”*Kuvista poimitun tiedon hyödyntäminen: paljon piilotettua tietoa jo nyt + kone näkö.*”

Dataa kartuttaa ennen muuta se, että **datalähteet monipuolistuvat sen myötä, kun tietoliikenneyhteyksin varustettuja sensoreita kytketään ympäristöön**. Erityisen tärkeitä ovat ihmisten mukana kulkevat mobiililaitteet, sillä ne tuottavat reaaliaikaisesti hyvin monipuolista dataa – dataa, jonka avulla voidaan yhtä lailla saada reaaliaikaista tietoa liikenteestä kuin laatia yksilöllisiä psykologisia profiileja. Työpajaosallistuja näkikin vuonna 2027 potentiaalia paikkatietojen hyödyntämisessä ”*yhteiskunnallisten ilmiöiden*” analyysissä.

Yllättävä, musta joutsen –tyyppinen kehityskulku olisi se, jos **Googlen ja Facebookin kaltaiset informaatiojätit avaisivat dataansa julkiseen käyttöön**. Tulevaisuustyöpajaosallistuja arvelikin, että vuonna 2027 ”*Isojen toimijoiden (Facebook ym.) data [on julkisessa] käytössä*”. Toinen tulevaisuustyöpajaan osallistunut painotti, että *käyttäjätietoja tulisi saada helpommin käyttöön, käyttäjiä kiinnostaviin tarkoituksiin*. Kolmannen mielestä *kansalaisten sijaintitiedon kerääminen tulisi saada helpommaksi julkishallinnolle*. Tämä vaatisi *lainsäädännön ja tiedonkeruun lupien järjestelmien kehittämistä*. Joka tapauksessa sensoridataa käytetään vuonna 2027 yhä enemmän ”*käytöksen mallintami[sessa]*”. Tästä ei hyödy vain hallinto, vaan sitä voidaan käyttää myös sosiaalisten palveluiden kehittämisessä, kuten ”*uusien sosiaalisten verkostojen luomi[sessa]*” ja ”*yhteisöllisyyden vahvistamisessa*”.

Niin kyselyssä kuin tulevaisuustyöpajoissa toistui ajatus **avoimien ja verkostomaisten toimintamallien yleistymisestä**. Tähän tarvitaan uudenlaisia, yhteistyön mahdollistavia alustoja. Työpajaosallistuja piti tärkeinä *yhteisen tekemisen ja yhteistyön mahdollistavia ratkaisuja ja alustoja* ja mainitsi, että USA:ssa tällainen on käytössä – ”*Keskitetty järjestelmä jonka kautta jakavat mitä haluavat. Teknisesti*

ei haaste.” Julkinen sektori voisi ”brändätä” itsensä avoimen paikka- ja muun tiedon tarjoajana. Yrityksille *avoimesta tiedosta syntyy aiempaa parempia toimintaedellytyksiä, koska niiden ei tarvitse tuottaa kaikkea tietoa itse ja ne voivat näin keskittyä ydinliiketoimintaan.*

Erityisesti **avoimen lähdekoodin alustojen ja ohjelmistojen yleistymisen voi olla sellainen odottamaton kehityskulku, joka tekee vuodesta 2027 erilaisen kuin nykyhetkestä.** Tulevaisuusklinikkaan osallistunut kirjoitti, että vuonna 2027 yleistyvät ”*avoimen lähdekoodin alustat – suljetut systeemit avautuvat!*”. Kyselyvastaajan sanoin puolestaan ”*Paikkatietojen avaaminen kaikkien helposti saatavaksi on vienyt alaa viime vuosina harppauksin eteenpäin.*” Niin avoimen kuin muun datan lisääntyessä tarvitaan yhteisiä ja avoimia standardeja ja tietomallien standardisointia – yhtenevät standardit ovat datatalouden ja –yhteiskunnan välttämättömyys. ”*Yhteen toimivuuteen on panostettu – standardit!*” kuvaa tulevaisuustyöpajaosallistuja vuotta 2027.

Julkinen ja yksityisen sektorin välisessä yhteistyössä kannattaakin ottaa huomioon se, että **tulevaisuudessa julkisen tilaajan ja yksityisen toimittajan kahdenvälisestä suhteesta siirrytään yhä enemmän hajautuneisiin verkostoihin ja ekosysteemeihin, joissa toimijoita on lukuisia, ja myös kansalaisilla on kasvava rooli.** Joukkoistaminen eri muodoissaan yleistyy, ja myös passiivinen, automaattinen datankeruu. Tulevaisuustyöpajaan osallistunut toi esiin tähän liittyvän idean: ”*Julkishallinnon aineistot (osittain) ja käyttäjien tuottamat aineistot [tuodaan] samaan tietokantaan*”. Toinen osallistuja korosti kansalaisten tuottaman tiedon lisäarvoa: ”*Kansalaiset täydentävät paikkatietoja (kansalaishavainnot, lisäävät ominaisuustietoja paikkatietoihin)*”.

McKinseyn mukaan²⁰ **talouskasvu syntyykin yhä enemmän erilaisissa avoimelle datalle rakentuvissa ekosysteemeissä.** Puhutaan myös esineiden internetin, sensoreiden, datan, keinoälyjen ja uusien energialähteiden mukanaan tuomasta neljännessä teollisesta vallankumouksesta^{21 22}. Teollisen kehityksen uusi vaihe koskee sekä tuotantoprosessia että lopputuotetta. Esimerkiksi auton arvoa määrittävät ja autobisneksen kassavirtoja ohjaavat yhä enemmän eri yritysten autoon tuottamat digitaaliset palvelut, ei niinkään fyysinen auto sinänsä. Kun tuotantoketjut monipuolistuvat ja hajaantuvat, ja kun niin tuotannosta kuin lopputuotteista tulee yhä automatisoidumpia, tarvitaan entistä tarkempia ja erikoistuneempia paikkatietoja.

²⁰ <http://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/the-global-forces-inspiring-a-new-narrative-of-progress>

²¹ <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

²² <http://www.economist.com/news/business/21678774-europes-biggest-economy-rightly-worried-digitisation-threat-its-industrial>

Samalla täytyy pitää mielessä, että vaikka avoin data on usein kaikkien eduksi, datan avoimuus ei tulevaisuudessa ole itsestään selvyyttä. **Mitä arvokkaampaa datasta tulee, sitä enemmän sen omistajuuteen kiinnitetään huomiota.** Kyseessä voi olla yksi keskeisimmistä lähivuosien yhteiskunnallisista ja eettisistä keskusteluista. Tulevaisuustyöpajaosallistujan sanoin " *Oman datan luovuttamisen hallinta [tulisi olla] ihmisellä itsellä* ". On myös oletettavissa, että datan arvon kasvaessa myös kyberrikollisuus lisääntyy, kuten vuoden 2017 toukokuun noin 70 000 organisaatiota globaalisti koskenut kiristyshaittaohjelma osoitti. Tulevaisuustyöpajassa tuotiinkin esiin, miten vuonna 2027 erityisen tärkeitä ovat " *Vaurautuminen kyberuuhkuihin* " sekä " *Paikkatietoon liittyvä tietoturva / suojasovellukset / palvelut henkilöille ja organisaatioille* ".

3.4 Tulevaisuustyöpaja II

Toisessa, 9.5.2017 järjestetyssä tulevaisuustyöpajassa osallistujat (joista noin puolet osallistui myös ensimmäiseen tulevaisuustyöpajaan) tarkensivat skenaarioita ja paikkatiedon asemaa niissä. Osallistujat työskentelivät skenaarioiden mukaan jaetuissa pienryhmissä. Ensin ryhmät valitsivat mielestään kolme kiinnostavinta paikkatiedon käyttömahdollisuutta omasta skenaariostaan, minkä jälkeen ryhmät konkretisoivat että lavensivat näitä käyttömahdollisuuksia. Tämän jälkeen jokainen ryhmä kehitti yhden paikkatiedon innovaatioaihion työskentelynsä pohjalta. Lisäksi kukin ryhmä pohti lyhyesti julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuutta (*public-private partnership*) vuonna 2027.

Ryhmä A (Skenaario: Hyvin viritetty kone) valitsi ensimmäiseksi paikkatiedon keskeiseksi käyttömahdollisuudeksi skenaariossaan **Tiedonkeruun**. Tässä taustalla on ajatus, että paikka- ja muun tiedon avulla huippuunsa viritetty yhteiskunta tarvitsee tehokasta, kattavaa ja laadukasta tiedonkeruuta. Tämä puolestaan edellyttää kehittyneitä, monipuolista ja laajasti käytettyä sensoriteknologiaa. Käytännössä tämä voi tarkoittaa esimerkiksi esineiden internetiä (IoT) tai konenäköä. Jos tiedonkeruu on tehokasta ja pitkälle automatisoitua, paikkatiedoista saadaan nykyistä reaaliaikaisempia, mikä puolestaan helpottaa päätöksenteossa.

Tiedonkeruu syöttää materiaalia **Päätöksentekoon**, joka oli toinen Ryhmä A:n nostama paikkatiedon käyttömahdollisuus. Paikkatietoja (yhdessä muun datan kanssa) voitaisi nykyistä enemmän käyttää esimerkiksi saavutettavuusanalyseissä, palveluiden kohdistamisessa, aluesuunnittelussa kuin vaikka malminetsinnässä. Mitä kattavampaa ja runsaampaa kerätty data on, sitä paremmin eri ilmiöitä ja prosesseja pystytään mallintamaan. Erityisesti paikkatietoon perustuvilla ennakkointimalleilla voitaisiin tuoda tietoon perustuvaan päätöksentekoon nykyistä pidempi aikaulottuvuus, mikä estäisi lyhytnäköistä päätöksentekoa. Ennakointimallien lisäksi kehittämistä vaatisivat paikkatiedon visualisointi,

paikkatietoon perustuvien indikaattorien tunnistaminen ja kehittäminen, sijaintitiedon näkymätön integrointi kansalaisen jokapäiväiseen elämään ja sen ohjaamiseen, sekä yksilöivät tunnisteet (jotka auttaisivat esimerkiksi elinkaaren hallinnassa ja ennusteiden laatimisessa).

Kolmas ryhmä A:n korostama paikkatiedon käyttömahdollisuus oli **Koneohjaus**, jota käytettäisiin tietoon ja dataan perustuvan päätöksenteon tukena. Koneohjaus vaatisi paitsi paikkatietoja myös keinoälyä ja sen sovelluksia, kuten konenäköä ja koneoppimista. Käytännössä koneohjausta voitaisiin hyödyntää esimerkiksi automaattisessa rakentamisessa, liikenteessä ja kaivostoiminnassa, sekä liikenteen ohjauksessa ja reaaliaikaiseen tietoon perustuvissa reitityspalveluissa.

Julkisen ja yksityisen yhteistyössä ryhmä A korosti sitä, että yhteistyön pitäisi tähdätä kansainväliin vientituotteisiin. Tätä auttaisi se, että julkisin varoin tuotetut datat saataisiin avoimeen käyttöön; yritykset voisivat tämän pohjalta kehittää uusia palveluita ja tuotteita. Julkisen sektorin rooli olisi pääosin yritysten toimintaedellytysten parantamista ja pitkän aikavälin suunnittelua, kun taas yritykset keskittyisivät bisnekseen.

Ryhmän kehittämä **innovaatioaihio** oli *Kone*: sovellus, joka auttaa hyödyntämään paikkatietoa päätöksenteossa. Sensoriteknologian avulla kerätty data sekä mallinnettu, laadukas ja ajankohtainen paikkatieto mahdollistavat aiempaa paremman, ennakoivamman ja läpinäkyvämmän päätöksenteon. Päätöksenteossa hyödynnetty paikkatieto on skenaarion hyvin viritetyn koneen moottori ja tehokkaan yhteiskunnan ydin.

Konetta virittävät vuorovaikutteisesti kaikki osapuolet. Julkinen sektori on tilaaja ja vastaa yhteisen tiedon tuottamisesta. Yritykset vuorostaan toteuttavat palvelun, eli käytännössä rakentavat koneen. Käyttäjien osallistaminen toteuttamisvaiheessa takaa palveluiden toimivuuden. Palvelumalli ja sen osat ovat toteutettu niin laadukkaasti, että ne ovat Suomelle tärkeä vientituote.

Ryhmä B1 (Skenaario: Prosumeristin paikkatietoparatiisi) valitsi ensimmäiseksi paikkatietojen käyttömahdollisuudeksi skenaariossaan **Paikkaan perustuvat palvelut ja ubiikit lähipalvelut**. Esimerkkeinä tällaisista palveluista ryhmä kirjasi vanhuksille ja liikuntarajoitteisille tarkoitetut ”auta kadun yli” –tyyppiset ad hoc –palvelut, reaaliaikaiset paikkatiedot pelastus- ja sairaalapalvelujen apuna, lasten ja nuorten harrastusmahdollisuuksien helpomman löytämisen, ”stumble upon” –yllätykset, eli palvelut jotka tarjoavat käyttäjille yllättäviä paikkaan sidottuja tapahtumia, sekä paikkaan perustuvan personoinnin palveluntarjonnan taustalle.

Toiseksi paikkatietojen käyttömahdollisuudeksi ryhmä B1 valitsi **Jakamistalouden**. Henkilöautot voisivat olla kokonaan jakamistalouden piirissä. Kotikokit voisivat myydä valmistamaansa ruokaa. Eri palveluita, kuten rakennuspalveluita, voitaisiin tuottaa joukkoistamalla. Kyydit voitaisiin järjestää niin, että mukaan otetaan mahdollisimman monta matkustajaa reitin lähietäisyydeltä. Myös naapurustoapua, kuten ”kastele mun kukat” –tyylistä palvelua voitaisiin tuottaa paikkatietoa hyödyntävän alustan avulla.

Kolmanneksi käyttömahdollisuudeksi ryhmä B1 valitsi **Avoimen datan & joukkoistamisen**, joka nimessä mukaan toisi joukkoistettuihin toimintoihin avoimen datan. Tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi joukkoistettua ympäristön suunnittelua ja jopa joukkoistettua lainsäädäntöä tai lakien luonnostelua. Sensoridata voisi myös täydentää karttoja ja niiden paikkatietoja reaaliaikaisesti.

Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyöstä ryhmä B1 korosti sitä, että avoin data pitäisi saada laajasti käyttöön sekä säädösten että erilaisten tukien avulla. Viranomaisten pitäisi olla nykyistä sallivampia ja tarjota tukea valvomisen ja rajoittamisen sijaan. Myös datan ympärille voi kehittyä niin yksityisiä kuin julkisia palveluita, ja tämä edellyttää lainsäädäntöä. Julkisen sektorin roolina tulisi olla aineistojen hallinta – yksityinen sektori tarjoaisi datan ja tiedon keruusovelluksia.

Ryhmä B1:n kehittämä **innovaatioaihio** oli *Talouspiiri*. Palvelu olisi lähiympäristön ja -yhteisön (esimerkiksi taloyhtiön, kaupunginosan, naapuruston) kattava sovelluspohjainen alusta ja kauppapaikka, jossa yhteisellä potilla saadaan kustannustehokkaammin tuotteita koko yhteisölle. Esimerkiksi luomupiiri, rakennustarvikkeet tai vaikka pizzatilaus tulisi halvemmaksi, jos siihen osallistuisi useampi asukas. Kuluttajat saavat tuotteet halvemmalla hinnalla, ja paikallisyrietykset saavat kerralla isompia tilauksia. Näin myös hävikki vähenisi.

Sijaintitietoja käytetään tilauksen kohdentamiseen ja palveluita etsittäessä. Datapohjaisen ennakkoinnin avulla palveluntuottajat voivat valmistautua kulutuspiikkeihin, ja he voivat samalla helposti rekrytoida lisätyövoimaa sovelluksen avulla lähiympäristöstä. Alusta olisi verkostopohjaisesti, yritysten, julkisten toimijoiden ja kansalaisten yhteistyössä tuotettu.

Ryhmä B2 (Skenaario: Prosumeristin paikkatietoparatiisi) valitsi ensimmäiseksi paikkatiedon keskeiseksi käyttömahdollisuudeksi skenaariossaan idean ***Ihmiset löytävät toisensa kiinnostusten perusteella ja organisoituvat erilaisiksi liikkeiksi***. Tässä tarvittaisiin ”match-palvelua”, joka yhdistää ihmisiä näiden samankaltaisuuden ja maantieteellisen läheisyyden perusteella. Samankaltaisuus voidaan erottaa sisäiseen, joka tarkoittaa esimerkiksi maailmankuvaa ja poliittisia ambitiesiä, ja ulkoiseen, joka tarkoittaa esimerkiksi harrastuksia. Vuonna 2027 virtuaaliset yhteisöt ovat nykyistä huomattavasti realistisempia, jolloin virtuaalisesta sijainnista tulee tärkeää. Match-palvelu voisi auttaa niin yksilön kulloinkin tarvitseman tiedon haltijan kuin palvelun tarjoajan löytämisessä. Samalla paikka- ja

muihin personointitietoihin perustuva palvelu voisi auttaa ihmisiä löytämään itsestään poikkeavia ihmisiä – osoittamaan reitin ulos samanmielisten kuplasta.

Toinen skenaarionsa keskeiseksi paikkatiedon käyttömahdollisuudeksi ryhmä B2 nosti ajatuksen ***Paikkatieto tulee ”luokse”***. Käytännössä tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi palvelua, joka tuo personoidun ja kohdennetun tiedon eri tapahtumista käyttäjälle. Palvelu voisi antaa myös tapahtumien reaaliaikaista tilannekuvaa, kuten kuinka monta käyttäjän tuttua on paikalla.

Kolmantena keskeisenä paikkatiedon käyttömahdollisuutena ryhmä B2 piti ***Paikkatietoon perustuvia pelejä***. Tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi lisätyn todellisuuden avulla tuotettua digitaalista luontopolkua, paikkatietoa hyödyntäviä oppimispelejä ja sensoreiden avulla toimivaa keinovalmentajaa. Todellisessa ympäristössä tapahtuvat virtuaali- ja lisätyn todellisuuden pelit voivat vuonna 2027 olla iso juttu. Kiinnostavia pelejä ja kokemuksia voisi syntyä siitä, jos fyysiseen tilaan luotaisiin ”vaihtoehtoinen todellisuus”, kuten sotatila. Sama voisi päteä toisinpäin: peleihin voitaisiin viedä tarkkoja kopioita fyysisistä ympäristöistä.

Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyössä ryhmä B2 toi esiin sen, että julkisen sektorin keskeisenä roolina voi tulevaisuudessa olla erilaisen tiedon oikeellisuuden varmistaminen. Lisäksi niin julkisten kuin yksityisten toimijoiden pitää yhä enemmän miettiä sitä, millaiset alustat mahdollistavat erilaiset palvelut.

Ryhmä B2:n **innovaatiainio** oli *Paikkatietoinen mikropalveluiden ekosysteemi*. Kyseessä on palvelu, joka kokoaa eri mikropalvelut yhteen hyödyntäen paikkatietoja. Palvelu auttaa sekä löytämään että tarjoamaan erilaisia mikropalveluita ja –tuotteita. Käytännössä palvelu on digitaalinen alusta, jonka avulla palvelut ja tuotteet löytävät kuluttajalta kuluttajalle, tuottajalta kuluttajalle sekä myös kuluttajalta tuottajalle. Paikkatietojen avulla palveluista saadaan paikallisempia, helppokäyttöisempiä, saavutettavampia ja helpommin löydettäviä.

Palvelun toteuttaisi verkosto: palveluiden tarjoajat, kuluttajat sekä erilaiset tietoa ja datapalveluita tuottavat yritykset yhteistyössä. Mukana voi olla jokin Googlen kaltainen jättiyritys. Tässä tapauksessa riskinä on, että datan omistajuus ja samalla keskittyvät. Julkishallinnolle voi jäädä ”sivustakatsojan” rooli, mutta se voi toimia myös tiennäyttäjänä ja ohjaajana.

Ryhmä C (Skenaario: Jokuveli valvoo) valitsi ensimmäiseksi paikkatiedon käyttömahdollisuudeksi skenaariossaan **Vaihtoehtoisen, vale-, tai harhaanjohtavan paikkatiedon**. Tässä ryhmä korosti sitä, että mitä enemmän dataa, informaatiota ja tietoa tuotetaan, sitä helpompi sitä on vääristellä tai esittää harhaanjohtavasti. Tekaistua tietoa voidaan ujuttaa oikean tiedon joukkoon. Tilastollisen esittämisen

yleistyessä myös tilastollinen harhauttaminen helpottuu, kun harva kansalainen tuntee tilastollista ajattelua. Myös suoranaiset huijaukset lisääntyvät. Kvanttitietokoneilla voidaan murtaa nykyiset salaukset, ja niin ääntä, videokuvaa kuin sijaintitietoa voidaan väärentää. Kiinteistöarvoja voidaan manipuloida väärällä paikkatiedolla, ja yleensäkin virallista ja oikeaa paikkatietoa voidaan vääristellä. Joukkoistamalla voidaan kerätä lähtökohtaisesti valheellista tietoa.

Toiseksi paikkatiedon käyttömahdollisuudeksi ryhmä C valitsi **Valvonnan ja datamassojen keräämisen 'itsestään'** sensoreiden avulla. Tähän liittyy se dramaattinen kehityskulku, että teknologian kehittymisen myötä voi käydä niin, että yksityisyys murenee ikään kuin väistämättä: dataa yhä tehokkaammin keräävää teknologiaa on niin paljon, että siltä on mahdoton suojautua. Toisaalta tämä avaa valtavia mahdollisuuksia innovatiivisille suojapalveluille. Kerättyä dataa yhdistelemällä voidaan muodostaa kattavia tilannekuvia, ja tässä vaaditaan yhä enemmän keinoälyjen käyttöä. Automaattinen datan ja tiedon keruu lisää tehokkuutta. On esimerkiksi tehokkaampaa mitata ihmisten liikkumista suoraan kännyköistä kuin kyselyillä, tai talouden suuntaa voidaan ennustaa reaaliajassa kun nähdään mitkä tuotteet ja palvelut menevät kaupaksi, kuinka paljon ja missä. Tehostaminen kytkee Jokuveli valvoo –skenaariion Hyvin viritetty kone –skenaarioon: tehokkuus-argumentilla voidaan myydä yhä kattavampi valvonta ja datankeruu kansalaisille.

Kolmanneksi paikkatiedon käyttömahdollisuudeksi ryhmä C valitsi **Kansalaisten harjoittaman valvonnan ja laittomuudet**. Tällä ryhmä korosti sitä, että Jokuveli-yhteiskunnassa kaikki valvovat kaikkia – myös kansalaiset valtaapitäviä. Vakoilu ja kiristys helpottuvat, kun dataa kertyy yhä enemmän jokaisesta kansalaisesta ja esimerkiksi tietomurtojen avulla siihen voidaan päästä käsiksi. Varkaat voivat selvittää sosiaalisesta mediasta, ketkä ovat kulloinkin kotona. Jatkuvan kiristyksen ja muiden uhkien vuoksi paranoiasta voi tulla vallitseva mieliala. Ihmiset voisivat alkaa tarkkailla ja normalisoida omaa käytöstään, etteivät vain ”jää kiinni” mistään sopimattomasta. Toisaalta jatkuvalla valvonnalla on myös positiivisia piirteitä. Homerakennukset voitaisiin selvittää helposti henkilön mukaan ottaman homeentunnistimen avulla. Kadonneiden etsintä helpottuisi, jos jokainen tuottaisi jatkuvasti reaaliaikaista paikkatietoa. Turvallisuus voisi lisääntyä – ja esimerkiksi edellä vihjatut asuntomurrot jäädä tekemättä – kun kaikki valvoisivat kaikkia. Jos kaikki olisi läpinäkyvää, jopa yleinen moraalitilanne voisi parantua. Kuten tehokkuuden kohdalla, myös tässä valvontaa voidaan kuitenkin myydä juuri turvallisuus-argumentilla, tyyliin ”laita tämä siru ihosi alle niin et koskaan huku”.

Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyössä ryhmä C korosti sitä, että datankeruun laajetessa laitteita ja laitetoimittajia tarvitaan nykyisestä huomattavasti lisää, kuin myös uutta osaamista ja uusia palveluita. Datankeruun yleistyminen ja laajeneminen voi vaatia myös nykyisen yksityisyyden suojan muuttamista, tai ainakin lainsäädännön kehittämistä ja tarkentamista tämän osalta. Kun datan lisääntymisessä myös sen väärentämisyritykset lisääntyvät, viranomaisten tehtäväksi voi tulla valheellisen tiedon torjunta – ratkaistavaksi nousevat ne uudet keinot, joilla luottamustaan menettäneet viranomaiset

tämän tekevät. Yksityisen ja julkisen roolin uudelleenmäärittelyyn liittyy sekin näkökohta, että kansalaiset valvovat yhä useammin ja tehokkaammin valtaapitäviä.

Ryhmä C:n kehittämä **innovaatioaihi** oli Paikkojen ”Facebook”. Kyseessä on palvelu, joka kokoaa paikkatietoja ja niihin kytkettyä muuta dataa yhteen some-alustaan. Palvelu kerää dataa eri lähteistä, kuten älykaupungin infraan upotetuista sensoreista ja ihmisten eri paikkoja kuvaavista some-kommenteista. Keinoäly analysoi dataa ja jalostaa sitä kullekin käyttäjälle relevanteiksi sisällöiksi. Käyttäjät voivat luoda omia sovelluksiaan alustalle. Palvelu toimii myös paikkatietojen hakukoneena. Heikkona signaalina tästä palvelusta on Google, jonka arvellaan kehittävän karttapalveluistaan uutta sosiaalisen median alustaa²³.

Palvelun voi toteuttaa usea eri taho, tai eri toimijat yhteistyössä. Toteuttajana voi olla Facebook tai muu suuri nykyinen toimija, jokin uusi startup-yritys, tai Wikipedia-tyyppinen avoin verkosto. Palvelu olisi joka tapauksessa verkostomainen siinä mielessä, että palvelu koostaisi dataa eri lähteistä ja näin datan tuottajia tarvittaisiin lukuisia.

Ryhmä D (Skenaario: Suljetut puutarhat) valitsi paikkatiedon ensimmäiseksi käyttömahdollisuudeksi skenaariossaan idean **Data = valuutta – My Datan myynti**. Ajatuksena on, että datataloudessa data kasvattaa arvoaan nykyisestä ja siitä tulee näin vaihdon väline. Tällöin yksilöiden kannattaa tuottaa oma datansa ja kasvattaa datavarallisuuttaan. Keskeiseksi kysymykseksi tässä nousee datan luotettavuuden varmistaminen (vrt. aito ja väärennetty raha). Tiedon ja datan jakamisesta tulee strategista siinä mielessä, että ihmiset tekevät sitä voiton maksimointi mielessään. Palveluiden käyttöoikeudet joudutaan miettimään uusiksi. Jossain vaiheessa voi tulla datamassojen ”pörssiromahdus”, esimerkiksi siitä syystä että datasta tulee ylitarjontaa eikä suurinta osaa siitä pystytä hyödyntämään. Voi syntyä myös datakolonialismia, kun esimerkiksi infrastruktuuria rakentanut suuryritys pystyy muita helpommin pääsemään käsiksi ihmisten dataan.

Toiseksi paikkatiedon käyttömahdollisuudeksi skenaariossaan ryhmä D valitsi **Yksityisyyden suoja-palvelut**. Dataperustaisessa taloudessa tarvitaan myös tiukkaa yksityisyyden suojaa. Tällaisessa yhteiskunnassa datatukkurit voivat olla ihmisten ”dataomaisuuden vartijoita”, pitää huolta datasta, ja ennen kaikkea jalostaa sitä korkeamman asteen informaatioksi ja tiedoksi, ja myydä tätä eteenpäin. Eriyisesti lisäarvoa syntyy eri datojen yhdistelystä. Toisaalta osa ihmisistä voi irtautua datataloudesta kokonaan ”datayhteiskunnan totaalikieltäytyjiksi”. Datayhteiskuntaan voi muutenkin syntyä uudenlaisia marginaaliryhmiä, jotka eivät sopeudu esimerkiksi datapohjaiseen työelämään.

²³ <http://www.theverge.com/2017/2/13/14581028/google-maps-location-list-share-social-network>

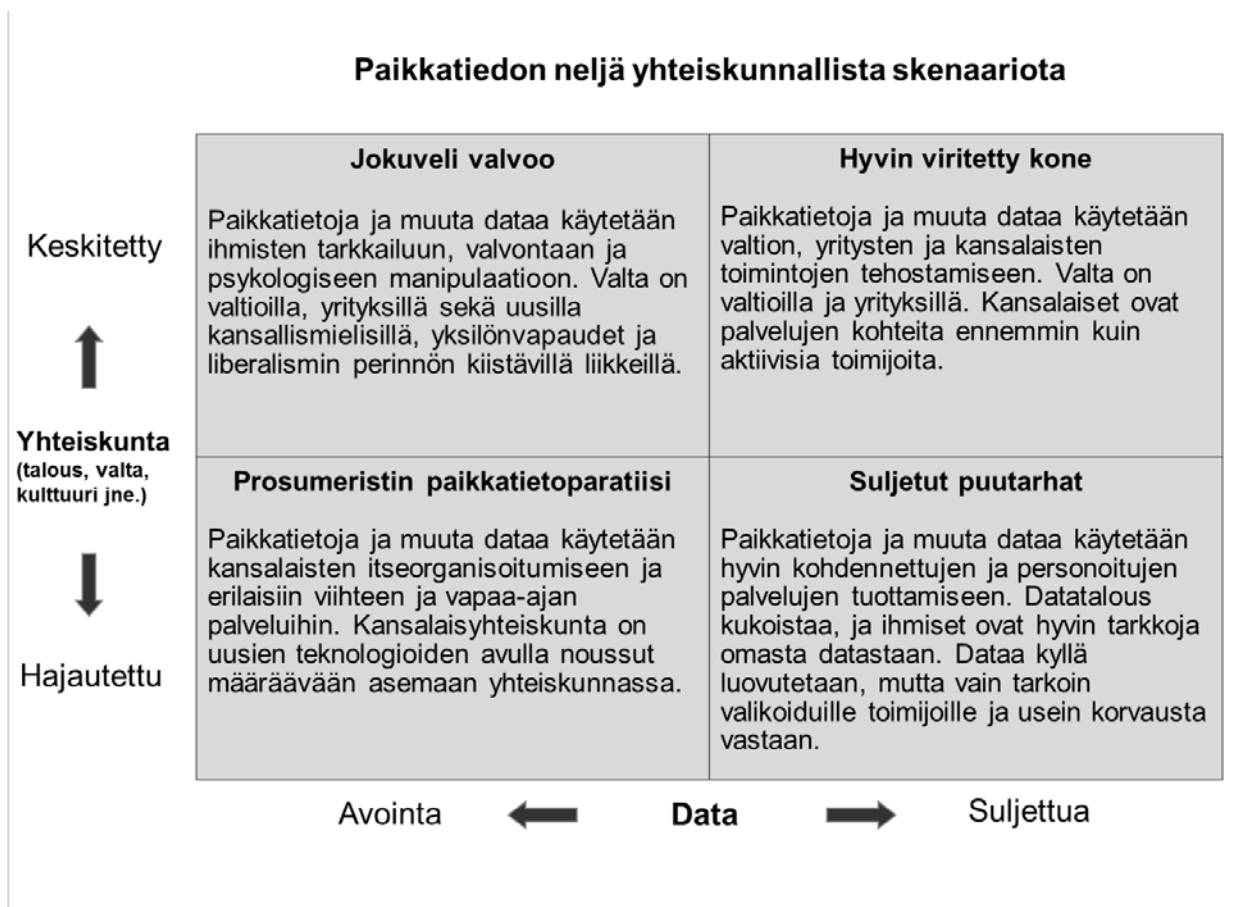
Kolmanneksi käyttömahdollisuudeksi ryhmä D valitsi **Velvoitteet ja kannusteet datan jakamiseen**. Tämä on oleellinen kysymys maailmassa, jossa dataa ei jaeta nykyiseen tapaan avoimesti. Yleishyödyllisiin tarkoituksiin dataa kuitenkin edelleen usein jaetaan, ja vaihtotalous laajeneekin myös dataan ja tietoon. Muuten dataa voidaan jakaa esimerkiksi suoritteiden korvauksena. Olennaista kannusteiden rakentamisessa on sen huomioiminen, että kaikki data ei ole samanarvoista. Tulevaisuudessa joudutaankin miettimään tapoja kunkin datakokonaisuuden arvon määrittämiseen.

Julkisen ja yksityisen roolista ryhmä D korosti ensinnäkin yhteisiä, lainsäädännöllä luotuja normeja. Toisaalta globalisaation edetessä eri maiden välisten normien erot tulevat esiin ja vaativat ratkaisua. Kansalaisyhteiskunta voi muuttua siten, että ihmiset kuuluvat tiettyyn yhteisöön, jonka piirissä dataa jaetaan enemmän tai vähemmän avoimesti. Datayhteiskunnassa täytyy löytää uudenlaisia sanktiokeinoja (esimerkiksi yritykset joutuvat ”sakkoina” luovuttamaan dataa julkiseen käyttöön), ja jopa veroja voidaan maksaa datana. Julkisen ja yksityisen roolin määrittämiseen liittyy sekin, mitä valtio haluaa tietää kansalaisistaan, ja miten se onnistuu haluamaansa tieto hankkimaan kun kansalaiset varjelevat dataansa.

Ryhmä D:n kehittämä **innovaatioaihio** oli *Data=valuutta: datasta tulee vaihdon väline ja vaurauden lähde*. Dataperusteinen valuutta mullistaisi aikaisemman talousjärjestelmän synnyttämällä uudenlaista varallisuutta ja tiedonjakamisen strategioita. Lisäarvo syntyisi datan jalostamisesta, ja periaatteessa jokainen voisi olla dataa jalostava ’datatukkuri’: ihminen, yritys, tai robotti. Koska niin yksilön kuin kansantalouden vauraus syntyisi datasta ja tiedosta, osaamisen merkitys kasvaisi entisestään. Valtion roolina olisi toimia normi-integraattorina: luoda lainsäädäntöä, kerätä veroja ja koostaa tietoja kansalaisista. Data olisi vallankäytön väline niin hyvässä kuin pahassa. Ratkaisevaa olisi, kuka hallitsee tuotannontekijöitä ja tietoliikennettä. Dataan perustuva järjestelmä olisi kuitenkin haavoittuvainen, jossa väärinkäytökset ja hakkerointi yleistyvät uhaten romuttua open data-ajattelua.

4. Skenaariot

Tässä luvussa kuvattavat neljä skenaariota on muodostettu 27.2.2017 järjestetyn tulevaisuustyöpajan tulosten pohjalta. Skenaariot ennakoivat niin paikkatiedon kuin laajemmin suomalaisen yhteiskunnan kehitysmahdollisuuksia vuoteen 2027 mennessä. Skenaariot voidaan tiivistää taulukoksi, jossa tulevaisuuden kehitys riippuu siitä, onko 1) data avointa vai suljettua ja 2) kehittykö yhteiskunta kokonaisuudessaan keskitettyyn vai hajautettuun suuntaan.



Skenaarioista on syytä huomata, että ne ovat kärjistettyjä "ideaalityyppejä", eivätkä todellisuudessa toisiaan poissulkevia. Ne eivät myöskään ole ennusteita, vaan mahdollisten tulevaisuuksien kartoitusta. Luultavimmin yhteiskunnallinen ja paikkatietojen kehitys on näiden skenaarioiden – ja lukuisten muiden, vielä tuntemattomien kehityssuuntien – yhdistelmä. Ideaalityyppien ja kärjistysten avulla eri kehitysvaihtoehdot saadaan kuitenkin selkeämmin näkyviin. Samalla skenaariot eivät ole ennusteita, vaan ne kuvaavat vaihtoehtoisia *mahdollisia* tulevaisuuksia. Tästä syystä skenaariot sisältävät paljon myös nykyisyyden näkökulmasta epätodennäköiseltä vaikuttavia piirteitä. Näin siksi, että usein juuri yllättävät ja aiemmin epätodennäköiseltä vaikuttaneet kehityskulut muuttavat maailmaa eniten.

Skenaariot kuitenkin perustuvat nykyhetken empiriaan: ne ovat tässä ajassa havaittavien trendien ja heikkojen signaalien projisointia tulevaisuuteen. Toiseksi kannattaakin kiinnittää huomiota siihen, että vaikka skenaariot kuvaavat vuotta 2027, niistä on jo merkkejä nykyajassa. Tehokkuus ja tuottavuus

ovat nykyajassa hallitsevia arvoja (skenaario A). Kansalaiset organisoituvat uusien teknologioiden yhä enemmän itse – esimerkkinä vaikkapa kaupunkilaisten itsensä järjestämät Ravintolapäivät, tai Donald Trumpin ja Emmanuel Macronin kaltaisten poliitikkojen taakseen keräämät kansanliikkeet – ja arvostavat elämyksellisyyttä ja merkityksellisyyttä paitsi vapaa-ajalla myös työssä²⁴ (skenaario B). Niin erilaiset hakkeriryhmät, erilaista dataa jatkuvasti ja itsestään keräävät mobiililaitteet, Yhdysvaltojen Kansallisen turvallisuusviraston NSA:n harjoittama massatiedonkeruu, kuin Suomen suojelupoliisille kaavailut uudet tiedusteluvaltuudet ovat heikkoja signaaleja yhteiskunnasta jossa eri toimijoiden harjoittama valvonta ja vakoilu on nykyistä huomattavasti yleisempää ja kattavampaa (skenaario C). Datasta on puolestaan todella tulossa ”uusi öljy” Googlen, Teslan ja vaikkapa S-ryhmän kaltaisten datayritysten myötä, mikä yhdessä kasvavan yksityisyyden kaipuun kanssa voi johtaa avoimen datan aikakauden loppuun (skenaario D).

Myös skenaarioakselit perustuvat nykyhetkeen. Yhteiskunta – sen talous, kulttuuri, arvot jne. – *hajaantuu*, kun niin pienet kuin suuret verkostot vahvistuvat. Toisaalta yhteiskunta *keskittyy*, mikä näkyy esimerkiksi siinä, että moni Facebookin ja Googlen kaltainen datayritys kehittyy kohti monopoliasemaa. Data on huomattavasti *avoimempaa* kuin vielä jokunen vuosi sitten, mutta samalla data kasaantuu muutamille toimijoille, sillä käydään yhä enemmän kauppaa, ja ihmiset ovat tulleet entistä tietoisemmiksi ”dataelämänsä” haavoittuvuudesta esimerkiksi kyberrikollisuuden myötä – data *sulkeutuu*. Kolmas skenaarioita avaava huomio on, että A- ja B-skenaariot ovat niin kutsuttuja *jatkuvuusskenaarioita*. Niissä siis oletetaan, että nykyiset vahvat trendit (tehostaminen, kansalaisten aktivoituminen, avoimuus, elämyksellisyys) jatkuvat myös tulevaisuudessa. C- ja D-skenaariot puolestaan ovat *epäjatkuvuusskenaarioita*. Toisin sanoen näissä skenaarioissa on tapahtunut jotain yllättävää, joka on ohjannut kehityksen pois oletetuilta reiteiltä. C-skenaariossa on etäännytty avoimuudesta kohti ubiikin²⁵ valvonnan yhteiskunta. D-skenaariossa puolestaan datatalous on kasvanut niin merkittävästi, että avoimesta datasta on siirrytty datan omistamiseen.

4.1 Skenaario A: Hyvin viritetty kone

Tässä skenaariossa paikkatietoja käytetään ennen muuta valtion, yritysten ja kansalaisten toimintojen tehostamiseen. Valta on valtioilla ja yrityksillä. Kansalaiset ovat palvelujen kohteita enemmän kuin aktiivisia toimijoita.

²⁴ <http://www.hs.fi/ura/art-2000005193874.html>

²⁵ Ubiikki tarkoittaa ”kaikkialla läsnä olevaa”. Voidaan puhua esimerkiksi ubiikkiteknologiasta. Tässä skenaariossa ubiikki viittaa sekä teknologiaan, että siihen, että ubiikin teknologian avulla kaikki valvovat kaikkia.

2020-luvulla uusien teknologisten kehityskulkujen – kuten keinoälyn, esineiden internetin ja big datan – potentiaalit ovat alkaneet toteutua. Dataa tuotetaan jatkuvasti valtavia määriä, ja sitä kyetään myös tehokkaasti analysoimaan. Paikkatiedot ovat olennainen osa tuotettua dataa. Paikkatieto on integroitu niin erottamattomasti kaikkeen tietoon ja kaikkiin toimintoihin, että sitä ei juuri enää ymmärretä erillisenä tiedon ja palveluiden osa-alueena. Osin data-analyysin vaativuuden, osin mukavuudenhaluisen ja tehokkuutta korostavan kulttuurin vuoksi uutta teknologiaa hyödyntävät kansalaisten sijaan ensisijaisesti yritysten ja valtioiden kaltaiset isot toimijat.

Massamittaista tiedonkeruuta ja tietojen analyysiä käytetään erityisesti faktapohjaiseen päätöksentekoon niin valtio-, organisaatio-, kuin yksilötasolla. Näin halutaan ennen muuta maksimoida tehokkuus ja tuottavuus. Paikkatiedot ovat keskeisellä sijalla datapohjaisessa päätöksenteossa. Palveluverkko on järjestetty saavutettavuusanalyysien avulla. Aluesuunnittelussa hyödynnetään paikkaan sidottujen muuttujien reaaliaikaista seuranta ja kolmiulotteisia malleja. Konenäön avulla satelliitti- ja muita kuvia voidaan analysoida tehokkaasti. Keinoälyjä ja big dataa käytetään myös yhteiskunnallisten ilmiöiden analyysissä, kuten ihmisten käyttäytymisen mallintamisessa ja ennustamisessa erilaisissa tilanteissa. Keinoälyn, paikkatiedon ja 3D-mallien avulla voidaan havainnollistaa poliittisten päätösten seurauksia sekä esittää paikkasidonnaisia tilannekuvia ja aikaan sidottuja muutoksia.

Paikkatiedon ja muun datan hyödyntämistä ja jalostamista edesauttavat kapeaan alueeseen erikoistuneiden ja siksi hyvin tehokkaiden pienten ja keskisuurten yritysten ekosysteemit. Suomalainen yhteiskunta on entistä markkinavetoisempi, ja useita paikkatietotoimintoja on ulkoistettu. Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyö (Public-Private Partnership) on normi, ei poikkeus. Julkinen sektori on paikkatietopalvelujen mahdollistaja, joka muun muassa rahoittaa tutkimusta ja tuotekehitystä. Valtio on muuttanut lainsäädäntöä aiempaa sallivammaksi, mutta toisaalta asettaa yritysten toiminnan rajat ja suunnan. Julkishallinnon paikkatietoaineistot on kerätty yrityksille avoimeen tietokantaan. Yhteisiin standardeihin on panostettu. Näin eri toimijoiden on helppo liittyä paikkatietojen ekosysteemiin ja eri paikkatietoja voidaan soveltaa mahdollisimman laajasti.

Vaikka kasvanut tehokkuus ja tuottavuus ovat pitkälti seurausta teknologian nopeasta kehityksestä, ne ovat nousseet uuteen arvoon ennen kaikkea kulttuurisista ja sosiaalisista syistä. Suomessa on aina arvostettu pragmaattista tehokkuusajattelua. 2020-luvulla tehokkuus ja tuottavuus ovat tarjonneet vastauksen kehittyneitä talouksia vaivanneeseen eriarvoistumiseen, kansalaisten taloudellisten näkymien synkkenemiseen sekä osin näistä johtuneeseen nationalistiseen, populistiseen ja protektionistiseen mielipideilmaston muutokseen.

Uuden teknologian ja pragmaattisen suunnittelun avulla Suomen talous on saatu nousuun ja työpaikkoja luotua myös taantuvilla alueilla. Koko Suomi on saatu pidettyä elinvoimaisena. Kehittyneiden paikkatietopalvelujen ja itseajavien kulkuneuvojen ansiosta suomalaiset pystyvät asumaan aiempaa

useammin kasvukeskusten ulkopuolella. Suomi on ”älykkään maaseudun” edelläkävijä, ja myös kaupungit ovat järjestään älykaupunkeja. Paikkatietoja käytetään esimerkiksi täsmäviljelyyn ja maatalouden automatisoituun valvontaan – niin maalla kuin urbaaneissa teollisen mittakaavan vertikaaliviljelyksissä.

Paikkatiedon ja muun datan keräämistä ja hyödyntämistä on edesauttanut yksityisyyssääntöjen höllentäminen – erityisesti Euroopan unionissa, jossa lait ovat aiemmin olleet Yhdysvaltoja kireämmät. Kansalaiset luottavat pääsääntöisesti siihen, ettei heistä kerättyjä tietoja käytetä väärin. Yleisesti ajatellaan, että datan kerääminen on pieni hinta siitä, että asiat toimivat mutkattomasti ja tehokkaasti, ja että autolla ajamisen kaltaiset ”epämukavat” asiat tehdään yksilöiden puolesta. Käyttäjätietoja käytetään personoitujen palveluiden tuottamiseen, mistä syystä asiakastyytyväisyys on korkeaa.

Kansalaiset ovat enemmän paikkatietojen ja muun datan passiivisia kerääjiä ja palveluiden hyödyntäjiä kuin niiden aktiivisia tuottajia. He kuitenkin täydentävät sensoreiden tuottamaa dataa, muun muassa lisäämällä niihin ominaisuus- ja muita laadullisia tietoja helppokäyttöisten osallistamisovellusten avulla. Kansalaisten passivoituminen on tehokkuutta ja toimivuutta korostavan yhteiskunnan varjopuolia, mikä usein myös estää optimaalisia ratkaisuja sillä paljon inhimillistä potentiaalia jää hyödyntämättä.

Myös kansalaisten ja kuluttajien elämässä korostuvat tehokkuus ja käytännön toimivuus, ja paikkatietopalvelut ovat usein arjen helpottajia. Yksilöt saavat tiedot tarvitsemistaan ja lähialueillaan sijaitsevista palveluista kätevästi paikkatietojen avulla. Lisättyä todellisuutta käytetään arkipäivän hyötysovelluksiin, ei niinkään viihteeseen. Koteihin on esineiden internetin ja palvelurobottien avulla tuotu arkea helpottavaa automaatiota. Autoilua ja liikkumista helpottavat palvelut, jotka näyttävät lähistön vapaat parkkipaikat. Sosiaalista paikkatietoa ei käytetä niinkään uusien yhteisöjen muodostamiseen kuin esimerkiksi mieluisan ja rauhallisen asuinalueen valintaan. ”Jakamistalous” ja muut uudenlaiset yhteisöllisyyden muodot eivät ole kovin yleisiä, ja kansalaiset arvostavat yksinoloa ja omaa rauhaa. Koska paikkatieto on oleellinen osa kaikkea informaatiota, paikkatiedon perusosaaminen on otettu osaksi opetussuunnitelmaa.

Toiminnoista on tehty avoimia ja verkottuneita sikäli kuin nämä edistävät tehokkuutta ja tuottavuutta. Avoimuus ja verkostomaisuus ovat siis ennen muuta taloudellisia, eivät kulttuurisia, sosiaalisia tai poliittisia arvoja. Suomessa on hyvin toimivan informaatiotalouden ansiosta siirrytty pitkälti korkean jalostusasteen tuotantoon – pienten katteiden bulkkituotannosta on päästy eroon. Yritykset suuntautuvat lähtökohtaisesti kansainvälisille markkinoille. Tuotteet ja palvelut kuitenkin testataan ja hiotaan ensin kotimarkkinoilla. Toisaalta kansainväliset toimijat tuovat paljon hyötyä Suomelle, ja esimerkiksi Suomispesifejä palveluita rakennetaan Googlen tarjoamille alustoille.

Toimijat tekevät verkostomaista yhteistyötä, usein kansainvälistä, ja eri toimijoiden prosessit linkittyvät toisiinsa. Näin päällekkäisyyksiä on saatu karsittua. Avoimen paikka- ja muun julkisen tiedon ansiosta yritysten ei tarvitse tuottaa kaikkea tietoa itse, vaan ne voivat keskittyä ydinliiketoimintaansa. Pääsääntöisesti julkinen sektori tuottaa peruspalvelut, yksityinen sektori erikoistuu ja soveltaa julkisia palveluita omiin palveluihinsa.

Verkottuneita toimintamalleja tukevat hyvin toimivat liikennejärjestelyt ja logistiikka. Toimitusketjut on pitkälti automatisoitu. Automaatioliikenne on optimoitu niin, että pääsääntöisesti ihmiset liikkuvat päivällä, tavarat yöllä. Niin henkilö- kuin tavaraliikenne reititetään dynaamisesti reaaliajassa. Varastot täydentyvät ”itsestään” automaattisen inventoinnin ja kuljetusten avulla. Logistiikka, liikenne, varastointi sekä myymälöiden ja palveluiden sijainti optimoidaan asiakkaiden liikkumistietojen perusteella. Tehokkaasti ja toimivasti järjestetty liikenne yhdessä helppokäyttöisten paikkatietopalveluiden kanssa tukevat luontomatkailua ja auttavat turisteja, jotka tuntevat Suomea ja sen paikkoja huonosti.

Tehokkuusajattelua sovelletaan myös ympäristönsuojeluun. Sensoreiden avulla eri luonnonympäristöjen tilaa voidaan seurata reaaliaikaisesti ja hyvin tarkasti, ja ympäristödata on oma big datan muotonsa. Luonnossa liikkuminen on yleistynyt paikkatieto- ja liikennepalveluiden ansiosta, ja kansalaiset täydentävät tarvittaessa sensoreiden tuottamaa dataa luonnossa liikkuessaan. Luonnonvaroja hyödynnetään kestävästi, sillä ympäristönsuojelussa auttavat erilaiset tietovarannot. Ilmastonmuutoksen seurauksista saadaan hyvin tarkkaa ja jatkuvasti päivittyvää dataa. Syrjäisistä paikoista saadaan ilmastodataa esimerkiksi laivoihin ja metsäkoneisiin kytkettyjen sensoreiden avulla (*”forest big data”*). Energiankäyttöä optimoidaan ja sähköverkon kuormitusta säädellään reaaliajassa. Jätteiden lajittelu on automatisoitu. Logistiikan, niin ihmisten kuin tavaroiden, tehostuminen on pienentänyt Suomen hiilijalanjälkeä. Kulutuksen ja ympäristölle haitallisten valintojen ohjauskeinot ovat palkitsevia. Ympäristöystävällisistä valinnoista voi saada verohelpotuksia tai muita ”palkitsevia käyttömaksuja”. Ihmiset seuraavatkin omaa ympäristökuormitustaan aktiivisesti ja sopeuttavat valintojaan sen mukaan. Tämä on vaivatonta, sillä yksilön ympäristökuormituksen seuranta on pitkälti automaattista.

Koska tehokkuus ja toimivuus ovat yhteiskunnassa vallitsevia arvoja, terveyteen panostetaan. Kansanterveyttä pidetään aiempaakin tärkeämpänä yhteiskunnan hyvinvoinnille. Yksilöille omasta terveydestä huolehtiminen on keino hallita omaa elämää ja osoitus ”hyvästä kansalaisesta”. Geolääketiede yhdistää paikkatietoja terveystietoihin, mikä auttaa ympäristökelijöiden vaikutuksen arvioinnissa ja diagnostiikassa. Vanhusten hoidossa reaaliaikaiset paikkatiedot auttavat seurannassa ja hoidon nopeassa järjestämisessä onnettomuuksien tai sairaskohtauksien sattuessa. Myös muut sairaanhoitotoimet voidaan kohdentaa sensoridatan avulla automaattisesti – esimerkiksi kolarin sattuessa tieto tapaturmasta ja arvio vammoista siirtyy välittömästi sairaalaan. Kehon sisäiset sensorit – esimerkiksi veren-

kiertoon ruiskutettavat nanorobotit – auttavat elintoimintojen monitoroinnissa ja ongelmien paikantamisessa. Kaiken kaikkiaan terveydenhoitoparadigma on siirtynyt sairauksien hoidosta niiden ehkäisemiseen reaaliaikaisen yksilökohtaisen terveysdatan keräämisen ja analysoinnin avulla.

Tulevaisuustyöpajan tuloksista poimittuja liiketoimintamahdollisuuksia:

- Tulva-analyytit, myrskyvaurioiden kartoitus, metsien seuranta -> liiketoimintaa vakuutusyhtiöille
- Ympäristön seurantaan. Täydentää/korvaa viranomaisseurantaa (pakoll.). Liiketoiminta: luontomatkailu, uusia "GIS"-sovelluksia, vientiä. Kansalaisille lisää tietoa.
- Tarkempien/kohdennettumpien maakohtaisten palvelujen rakentaminen Googlen alustoille
- Energijajuttujen potentiaali taloudellisessakin mielessä Suomelle
- Kevätkylvö palveluna
- Esim. nettikauppa lisää [kuljetusten yhdistelyä ja optimointia], yhdistely mahdollistaa muutakin palvelutuotantoa

4.2 Skenaario B: Prosumeristin paikkatietoparatiisi

Tässä skenaariossa paikkatietoja käytetään ennen muuta kansalaisten itseorganisoitumiseen ja erilaisiin viihteeseen ja vapaa-ajan palveluihin. Kansalaisyhteiskunta on uusien teknologioiden avulla noussut määräävään asemaan yhteiskunnassa.

Uudet tieto- ja kommunikaatioteknologiat, teknologian kehityksestä seurannut elinkustannusten lasku sekä kansalaisten kasvanut halu oman elämänsä hallintaan ja yhteiskunnalliseen osallistumiseen ovat johtaneet uudenlaiseen, entistä verkottuneempaan, avoimempaan ja kansalaisvetoisempaan yhteiskuntaan. Jos kansalaiset ja kuluttajat olivat aiemmin valtion ja yritysten tarjoamien tuotteiden ja palveluiden passiivisia kohteita, nyt he ovat niiden aktiivisia tuottajia – tuottaja-kuluttajia eli prosumeristeja. Samalla yritysten ja valtioiden toimintaa perinteisesti ohjannut tehokkuuden, tuottavuuden ja rationaalisuuden eetos on tehnyt tilaa kansalaisten itseilmaisun ja vapaa-ajan arvoille. Prosumeristiset kansalaiset esimerkiksi luovat julkista kaupunkitilaa aiempaa viihtyisämmäksi ja enemmän "itsensä näköiseksi".

Paikkatiedot ovat uuden, kansalaislähtöisen yhteiskunnan erottamaton osa. Ihmiset löytävät itsensä kaltaiset ja samoista asioista kiinnostuneet erilaisten sosiaalisen median paikkatietopalvelujen avulla. Yhteisöjen muodostuminen on tässä mielessä "automaattista", eikä kansalaisten organisoituminen juuri vaadi vaivannäköä. Paikkatietopalvelujen avittama sosiaalinen kanssakäyminen ei useinkaan tähtää tuottavuuden kaltaiseen "hyötyyn", vaan esimerkiksi paikkatietoon pohjautuvien pelien ja muiden palveluiden luomaan yhteisöllisyyteen – kuten uusien kavereiden tai harrastusyhteisöjen löytämi-

seen. Yksinäisyys on yhä harvinaisempi ongelma, esimerkiksi uuteen kaupunkiin muuttaneilla, kun itsen kaltaisten ihmisten löytäminen on vaivatonta. Usein uusien palveluiden hyödyt tulevatkin esiin vasta viiveellä, yhteisöjen muodostumisen jälkeen: vapaa-ajan yhteisöistä voi syntyä esimerkiksi uutta liiketoimintaa, kun toisensa yhteisöjen ansiosta hyvin tuntevat alkavat työskennellä ja kehittää liikeideoita yhdessä.

Toisilleen tuntemattomien välistä luottamusta vahvistetaan julkisilla ”mainemittareilla”, jotka kertovat muille yksilön valinnoista, käyttäytymisestä, verkostoista ja erilaisista ansioista. Ne kertovat myös yksilön ekologisesta jalanjäljestä, jonka avulla ohjataan markkinaehtoisesti yksilön kulutusvalintoja. Mainemittareita myös vastustetaan ja useat kokevat ne dystooppisina sovelluksina. Mainemittarit ovat kuitenkin osoittautuneet niin tärkeiksi itseorganisoituvan yhteiskunnan toiminnalle, että useimmat hyväksyvät niiden käytön. Mainemittareita tarvitaan siksikin, että ihmisten elämä on aiempaa liikkuvampaa. Automaattiliikenteen tuoman helpon liikkumisen ja runsaiden paikkatietopalvelujen avulla moni on niin kutsuttu uusnomadi, joka vaihtaa jatkuvasti asuinpaikkaa, niin Suomen sisällä kuin ympäri maapallon. Jatkuvasti uusiin ihmisiin tutustuessa helpottaa, jos tietää näistä edes jotain.

Joukkoistamalla tuotetaan valtavia määriä paikkatietopalveluja ja –tietokantoja. Reaaliaikaiset, jatkuvasti päivittyvät ja täydentyvät paikkatiedot ovat kiinteä osa ihmisten arkea. Paikkatiedot tulevat ihmisten luokse: mitä kiintoisaa lähellä tapahtuu, mistä yksilön tulisi olla tietoinen, mitä palveluja lähistöllä sijaitsee. Henkilökohtaisen terveydenhoidon sovellukset räätälöivät kullekin yksilöllisesti sopivan ruokavalion, ja paikkatiedot kertovat, mistä sopivia ruoka-aineita voi hankkia. Muutenkin terveydenhoitoa optimoidaan yksilökohtaisesti, ja paikkatietosovellukset ehdottavat esimerkiksi yksilölle sopivia lenkkeilyreittejä. Kaupungeista on saatavilla lukuisia interaktiivisia karttoja, joista käyttäjät löytävät paikkatietoja eri teemojen – kuten elokuvien kuvaus- tai romaanien tapahtumapaikkojen – ympäriltä. Paikkatietopalvelut toimivat myös toisinpäin: ihmiset voivat ilmoittaa tapahtumista helposti, ja ehdottaa esimerkiksi tiettyyn paikkaan uusia käyttöjä.

Avoimuuden ja verkostojen eetos on levinnyt ympäri maailman Piilaaksosta ja sen teknologiayrityksistä. Avoimen lähdekoodin ohjelmistot ovat olleet toimintavarmuutensa ansiosta internetin ja tietojenkäsittelyn ytimessä²⁶ jo ainakin 1990-luvulta, mutta avoimen lähdekoodin toimintatavat alkoivat levitä ohjelmistoalan ulkopuolelle 2010-luvulla. Esimerkiksi Tesla avasi sähköautojensa patentit²⁷ ja Facebook keinoälylaitteistonsa piirustukset²⁸ julkisiksi. Näin tuotteista saatiin laajan kehittäjäjoukon avulla

²⁶ <https://www.wired.com/2015/03/github-conquered-google-microsoft-everyone-else/>

²⁷ <https://www.tesla.com/blog/all-our-patent-are-belong-you>

²⁸ <https://www.wired.com/2015/12/facebook-open-source-ai-big-sur/>

entistä toimivampia, laadukkaampia ja käyttäjien tarpeita paremmin vastaavia. Avoimen lähdekoodin periaatteiden mukaisesti suurin osa maailman tiedosta on vapaasti saatavissa, ja iso osa Googlen ja Facebookin kaltaisten informaatiojättiläisten datasta on avointa ja kenen tahansa hyödynnettävissä. Suomi on Linus Torvaldsin Linux-käyttöjärjestelmän ja Michael Wideniuksen MySQL-tietokantaohjelmiston myötä ollut avoimen lähdekoodin globaali pikkujättiläinen, mutta tästä huolimatta Suomessa avoin lähdekoodi ja sen mukaiset toimintaperiaatteet ovat aiemmin jääneet vähäiselle huomiolle. Nyt, 2020-luvulla, Suomi on kuitenkin lunastanut piilevät potentiaalinsa ja noussut avointen ohjelmistojen ja toimintatapojen aallonharjalle. 2020-luvun Suomessa julkiset alustat on lähtökohtaisesti tuotettu avoimen lähdekoodin ohjelmistoilla – perinteisesti suljetut systeemit avautuvat. Kaikki julkinen tieto, ja luonnollisesti myös paikkatieto, on avointa, helposti löydettävissä ja avointen rajapintojen ansiosta helposti kaikkien hyödynnettävissä. Tietoja kerätään aktiivisesti joukkoistamalla. Jopa poliittisia päätöksiä voidaan joukkoistaa – poliitikko toimii näissä tapauksissa suoran demokratian mukaisesti ”kuten äänestäjät haluavat”. Ihmisillä on jopa ”henkilökohtaisia kansanedustajia”, jotka he valitsevat työn, kiinnostuksen kohteiden, alueellisen sijainnin ja muiden ominaisuuksien perusteella. Kansanedustajien ympärille muodostuu poliittisia yhteisöjä, joiden jäsenet ovat keskenään tiiviissä vuorovaikutuksessa. Kansalaisten tuottava toiminta tapahtuu usein pienten startup-yritysten verkostoissa tai erilaisissa kansalaisjärjestöissä. Monet kuitenkin vieroksuvat liian muodollisina ja kankeina pidettyjä järjestöjä, ja usein ”järjestöt” ovatkin ennemmin kansalaisyhteisöjä tai –verkostoja. Esimerkiksi vapaa-ajan harrastuksiin liittyvät tiedot, kuten vinkit hyvistä kalastus- ja vaelluskohteista, leviävät tehokkaasti kansalaisverkostoissa ja toisinaan näiden ympärille rakentuu verkostoja tiiviimpiä yhteisöjä. Näiden organisointiin on tarjolla erilaisia yhteisen tekemisen ja yhteistyön mahdollistavia alustoja ja muita palveluja. Samaan tapaan startup-yritykset ovat ”matalan kynnyksen” työpaikkoja, joihin on helppo tulla ja lähteä oman elämäntilanteen ja intressien mukaan. Työelämä on muuttunut niin, että usein yhden vakituisen työpaikan sijaan ihmisillä on useita osa-aikaisia töitä tai palkattomia vapaaehtoisprojekteja. Teknologisten ratkaisujen avulla työn tarjonta ja kysyntä kohtaavat tehokkaasti, ja ihmiset voivat säädellä joustavasti palkkatyönsä määrää.

Työn ja vapaa-ajan raja on liudentunut, ja muutosta on auttanut kansalaispalkan laajentaminen koko väestöä koskevaksi. Kansalaispalkka rahoitetaan osaksi nopeasti yleistyneellä robotisaatiolla, joka on kasvattanut yritysten tuottavuutta merkittävästi. Toimeentuloon tuo joustoa myös tehokkaasti toimiva jakamistalous: omistamista tärkeämpänä pidetään tavaran tai paikan (kuten asunnon) saavutettavuutta. Lähes jokaisessa tavarassa on sensori, jolla yksilöt hallinnoivat tavaroitaan ja jonka avulla tavara voidaan paikantaa jakamistalouden verkostoissa. Jakamistalouden ohella elinkustannuksia laskee esimerkiksi teollisen mittakaavan kaupunkiviljely, joka on pienentänyt merkittävästi suomalaisen ruuan kustannuksia.

Suomessa uutta, kansainvälistä liiketoimintaa on syntynyt erityisesti peliteollisuuteen. Lisätyn todellisuuden pelit ovat vuonna 2016 tulleesta Pokémon Go –mobiilipelistä lähtien olleet valtavan suosittuja.

Suosio perustuu pitkälti siihen, että pelit sijoittuvat pelimaailman sijaan fyysisiin ympäristöihin ja niiden ympärille muodostuu sosiaalisia verkostoja, jotka tuovat peleihin aivan uuden ulottuvuuden. Myös hyötyä ja viihdettä yhdistävät, esimerkiksi liikunnassa ja työelämässä paikkatietoja soveltavat pelit pelit (nk. *serious gaming*) ovat suosittuja. Lisätyn todellisuuden ohella fyysisestä todellisuudesta ja fyysisistä paikoista irralliset virtuaalitodellisuudet ovat yleistyneet, ja esimerkiksi virtuaalimatkailu on suosittu lomamatkailun muoto.

Ensimmäisestä tulevaisuustyöpajasta poimittuja liiketoimintamahdollisuuksia:

- Peli- ja viihdemaailma voi oikeasti synnyttää liiketoimintaa
- Potentiaalisimpia peli- ja viihdeteollisuus: Supercell, Sharper Shape
- Ratkaisut, jotka tuovat paikkatiedon osaksi arkea/nykyhetkeä
- Omien tavaroiden hallinnointi: sisäpaikannus ja sensorit joka tavarassa
- Henkilökohtaisen terveydenhoidon optimointi & ennakoiva, yksilöllinen terveysteknologia (tietolähteiden yhdistely)
- Virtuaalimatkailu

4.3 Skenaario C: Jokuveli valvoo

Tässä skenaariossa paikkatietoja ja muuta dataa käytetään ihmisten tarkkailuun, valvontaan ja psykologiseen manipulaatioon. Globaali (mielipide)valta on uusilla kansallismielisillä, yksilönvapaudet ja liberalismien perinnön kiistäville liikkeillä.

Kansallismielis-konservatiivisten puolueiden ja liikkeiden nousu on johtanut liberalismien hiipumiseen niin Euroopassa kuin Yhdysvalloissa. Poliittisen historian mannerlaattoja on liikuttanut osaltaan Venäjä, joka on korvannut taloudellista heikkouttaan nousemalla globaalisti konservatismiin, populismiin ja vahvan valtion arvojohtajaksi. Venäjä on kasvattanut vaikutusvaltaansa erityisesti itäisessä Euroopassa ja näin myös Suomessa. Suomessa nationalistiset voimat ovat vahvistuneet erityisesti siitä syystä, että maa on 2020-luvullakin jäänyt jälkeen verrokkimaidensa taloudellisesta kehityksestä. Taloudellinen niukkuus ja eriarvoistuminen on pönkittänyt äärikansallismielistä ajattelua.

Yleinen turvattomuuden tunne on luonut otollisen tilanteen kansalaisten valvonnalle. Valvontaa harjoittavat valtion instituutiot, kuten tiedusteluvoimien kasvattanut²⁹ Supo, mutta myös yksityiset yritykset ja yksittäiset kansalaiset. Facebookin ja Googlen kaltaiset informaatiojätit ovat vahvistuneet entistään, ja niistä on tullut vallaltaan valtioihin verrattavia toimijoita. Ne vastaavat usein muun muassa

²⁹ <http://www.hs.fi/kotimaa/art-2000002924908.html>

älykaupunkien rakentamisesta, mistä syystä niillä on valtavat määrät paikka- ja muuta fyysiseen ympäristöön sidottua dataa. Valvonta ja suurten datamassojen kerääminen tapahtuu kuin itsestään kaikialle ympäristöön upotettujen sensoreiden ja älylaitteiden avulla. Paikkatiedot ovat usein halutuinta informaatiota, sillä ne sitovat muun datan paikkaan ja aikaan, auttavat sen analysoinnissa, ja luonnollisesti helpottavat ihmisten valvontaa.

Tietojen massakeruuta käytetään niin rikosten torjuntaan kuin poliittiseen vaikuttamiseen. Vaikka suuret teknologiayritykset käyttävät big dataansa ensi sijassa omiin tarkoituksiinsa, valtiot ovat lainsäädännöllä pakottaneet yrityksiä luovuttamaan tietojaan aiempaa runsaammin. Lisäksi suuryritykset myyvät dataansa ja tarjoavat data-analyysin palveluita – usein valtioiden ja muiden yritysten lisäksi erilaisille kansalaisverkostoille. Yhden ”isoveljen” sijaan valvonta onkin hajautunut – isoveljen on korvannut ”jokuveli”.

Vaikka dataa kerätään valtavasti, myös sen manipulointi on entistä helpompaa. Muutenkin maailma on siirtynyt vuosina 2016 – 2017 kohistuun ”totuuden jälkeiseen aikaan”: liberalismien taantumisen myötä on menetetty myös asia-argumentteihin perustuva ja totuuteen pyrkivä julkinen keskustelu. Tilannetta pahentaa, että ihmiset hakevat turvaa sekasortoisessa ja arvaamattomassa maailmassa samanmielisten kuplista, ja erilaiset paikkatietopalvelut auttavat yksilöitä löytämään itsensä kaltaiset.

Kehittyneissä talouksissa erityisesti 1980-luvulta jatkunut eriarvoistumiskehitys on heikentänyt yhteiskuntarauhaa ja lisännyt valvonnan hyväksyttävyyttä. Köyhillä on heikoin yksityisyyden suoja, sillä ilmaiset tai edulliset tuotteet ja palvelut maksetaan usein luovuttamalla henkilökohtaisia tietoja. Varakkaat puolestaan nauttivat jopa aiempaa paremmasta yksityisyydensuojasta, sillä he voivat ostaa erilaisia yksityisyyspalveluita. Tietoturvapalveluista onkin noussut yhä kaoottisemmassa ja esineiden internetin myötä kyberhyökkäyksille aiempaa haavoittuvammassa maailmassa tärkeä talouden ala, ja Suomi on alalla kansainvälisesti kokoonsa nähden merkittävä toimija.

Ensimmäisestä tulevaisuustyöpajasta poimittuja liiketoimintamahdollisuuksia:

- Yksityisyyden suojapalvelut
- Tietoturvapalvelut
- Kyberturva

4.4 Skenaario D: Suljetut puutarhat

Tässä skenaariossa ihmiset ovat hyvin tarkkoja omasta datastaan. Näin kansalaisten tuottaman paikkatietodatan, kuten kaiken muunkin datan, kerääminen on vaikeutunut huomattavasti. Ihmiset kyllä luovuttavat dataansa, mutta vain tarkoin valikoiduille toimijoille ja usein korvausta vastaan.

Datasta uutena öljynä puhuttiin ensimmäisen kerran jo vuonna 2006³⁰, ja vuonna 2017 maailman suurimmat yritykset Applesta ja Microsoftista Googleen ja Facebookiin olivatkin datayrityksiä. Enää käyttäjiltä kerättyä dataa ei käytetty lähinnä mainonnan kohdentamiseen, vaan sille löydettiin yhä uusia sovelluksia kasvojentunnistuksista kielenkäännökseen ja sairauksien diagnosointiin.³¹

Vuonna 2027 datatalous on edennyt pidemmälle kuin vielä kymmenen vuotta sitten kuviteltiin. Koska datasta on tullut niin arvokasta, ihmiset ovat tarkkoja siitä, mitä henkilökohtaista dataa he luovuttavat ja mihin tarkoitukseen. Datamassojen avulla tuotetaan hyvin personoituja ja kohdennettuja palveluita. Tästä syystä solutasolta globaaliin mittakaavaan ulottuvasta paikkaan sidotusta datasta on tullut erityisen arvokasta. Lainsäädännöllä ihmisille on taattu omistusoikeus kaikkeen tuottamaansa dataan – myös sellaiseen, joka on nimellisesti esimerkiksi sosiaalisen median yritysten hallussa. Myös automaattisesti sensorein kerätyn paikkatiedon yksityisyyden ja julkisuuden aste on ihmisten itsensä päättävissä.

Usein ihmisten hallitsema datamassa on sinällään arvotonta. Mitä jalostetumpaa, sitä arvokkaampaa data on. Ihmiset ansaitsevat osan tai koko elantonsa sekä myymällä ”omadataa” erilaisiin tarkoituksiin että jalostamalla sitä itse. Koska yksilöt ovat itsensä, lähiyhteisönsä ja elämäntyyliinsä parhaita asiantuntijoita, moni on perustanut dataa jalostavan ja soveltavan mikroyrityksensä. Omatatan ympärille on näin syntynyt paljon erilaista liiketoimintaa. Myös isot yritykset toimivat datan jalostajina ja välittäjinä. Toinen iso liiketoiminta-ala on erilaiset yksityisyyttä suojaavat ja tietoturvapalvelut.

Oman datan hallinta on osaltaan luonut arvomaailman, jossa itsenäisyyttä ja yksilöllisyyttä arvostetaan. Tästä syystä sosiaalisen median palveluista suosituiksi ovat nousseet Facebookin kaltaisten massapalveluiden sijaan sellaiset, joissa käyttäjät vuorovaikuttavat eri pienryhmien kanssa suljetuissa ryhmissä – näitä kutsutaan yleisesti ”suljetuiksi puutarhoiksi”. Itsenäisyyden ja yksilöllisyyden korostu-

³⁰ <https://www.theguardian.com/technology/2013/aug/23/tech-giants-data>

³¹ <http://www.economist.com/news/briefing/21721634-how-it-shaping-up-data-giving-rise-new-economy>

minen näkyy siinäkin, että ihmiset ovat entistä tarkempia omasta terveydestään. Yksilöllisestä ja ennaltaehkäisevästä terveydenhoidosta on tullut valtavirtaa, ja moni yritys erikoistuu tähän – usein hyödyntäen erilaista paikkatietoa.

Vaikka datan avoin kerääminen on vaikeutunut, julkisen sektorin toimijat ja yritykset saavat ihmisiltä käyttöönsä paljon dataa myös ilmaiseksi, jos ne vain osaavat perustella datatarpeensa riittävän hyvin. Usein ihmiset ovat valmiita luovuttamaan paikka- ja muuta dataa erityisesti yleishyödyllisiin tarkoituksiin.

Ensimmäisestä tulevaisuustyöpajasta poimittuja liiketoimintamahdollisuuksia:

- MyDatasta palveluita yrityksille
- Tietoturvasovellusten parantaminen (Suomen lippulaiva?)
- Paikkatietoon liittyvä tietoturva / suojasovellukset / palvelut henkilöille ja organisaatioille -> tässä olisi Suomelle erikoistumismahdollisuus
- Löydät/näet sinulle sopivat ruoka-aineet
- Millä eri keinoin saada kansalaiset ja kuluttajat luovuttamaan dataansa?
- Yksityisyyden suojapalvelut
- Tietoturvapalvelut
- Henkilökohtaisen terveydenhoidon optimointi & ennakoiva, yksilöllinen terveysteknologia (tietolähteiden yhdistely)

5. Visio paikkatietoinfrastruktuurin järjestämisestä vuonna 2027

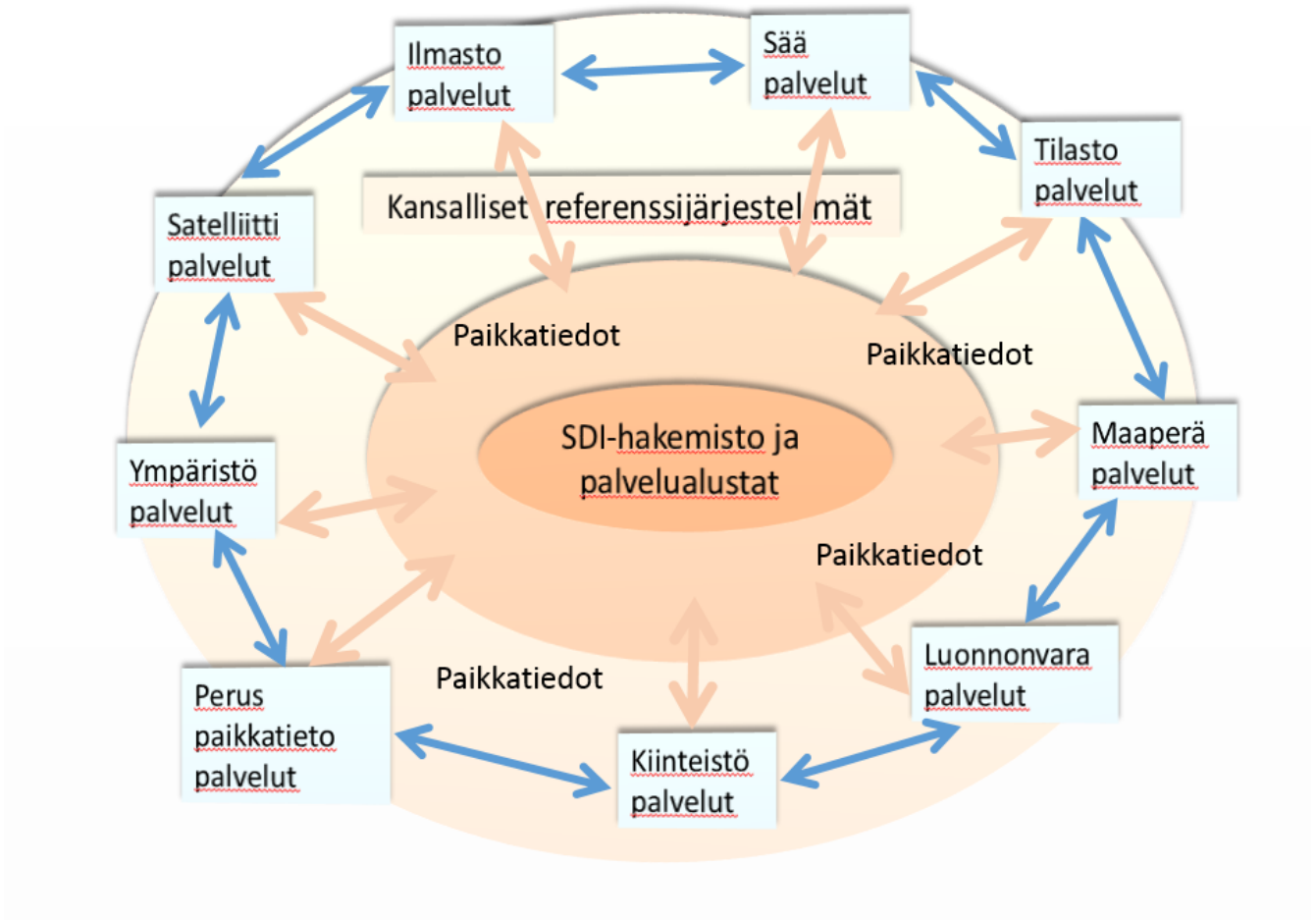
Paikkatiedot muodostavat noin 80% kaikesta yhteiskuntamme keräämästä tiedosta. Niiden saumaton yhteentoimivuus on ratkaisevassa asemassa kun aletaan luomaan äly-yhteiskuntaa. Paikkatiedot ja reaaliaikainen paikannus luovat reaaliaikaisen tilannekuvan, joka on esimerkiksi vaatimus älyliikenteessä. Jos yhteiskuntamme paikkatietojen yhteentoimivuus olisi avointa ja saumatonta, johtaisi se merkittäviin säästöihin ja loisi valtavan liiketoimintapotentialin. Tämä edellyttäisi, että Suomessa otettaisiin käyttöön nykyistä selkeästi kehittyneempi ja laajempi kansallinen paikkatietoinfrastruktuuri.

Googlen esiteltyä paikkatietoinfrastruktuurinsa ”Google Earth & Maps” 2001 johti se välittömästi osakkeen monikertaistumiseen. Googlen esimerkki on suljetusta paikkatietoinfrastruktuurista, jolloin yrityksellä itsellään on oikeudet kaikkiin jatkotuotteisiin ja paikkatietoinfrastruktuurin tuottamat hyödyt näkyvät yhtiön tuloksessa. Kansallinen avoin ja kokonaisvaltaisempi paikkatietoinfrastruktuuri taas hyödyttäisi laajasti niin julkista sektoria kuin yrityksiä.

Suomeen on toteutettu INSPIRE-direktiivin toimeenpanon myötä kansallisen paikkatietoinfrastruktuurin ensimmäinen vaihe, jossa direktiivin soveltamisalaan liittyvät paikkatietoaineistot ovat löydettävissä metatietojen avulla ja hyödynnettävissä katselu- ja latausrajapintapalveluiden kautta. Nykyistä paikkatietoinfrastruktuuria käytetään laajasti, esimerkiksi vuonna 2016 infrastruktuuriin kohdistui jo 2.4 miljardia palvelupyyntöä. INSPIRE:n mukainen paikkatietoinfrastruktuuri on kuitenkin paikkatietoaineistojen ja niiden hyödyntämistä tukevien palveluiden osalta vielä tarjonnaltaan varsin suppea ja passiivinen siinä mielessä, että aineistojen etsiminen, käyttöönotto ja hyödyntämisen tavat edellyttävät käyttäjältä syvällistä perehtyneisyyttä ja ammattitaitoa.

Perustana kansallisena paikkatietoinfrastruktuurille ovat laadukkaat referenssijärjestelmät, jotka sitovat kansallisen paikkatietoinfrastruktuurin globaaliin referenssijärjestelmään. Tämä mahdollistaa vuorovaikutuksen eri maiden välillä.

Tavoitetilassa osa tiedoista voisi olla keskitetyssä tietovarastossa ja osa hajautetuissa. Tärkeintä olisi, että sekä hajautetusti ylläpidettyjen että keskitettyjen tietovarantojen paikkatietojen kuvaukset päivittyisivät aina ajantasaisina kansalliseen paikkatietohakemistoon ja saatavilla olisivat paikkatietojen laatua kuvaavat täydelliset metatiedot. Näin käyttäjän ei tarvitsisi tietää mistä tieto on peräisin vaan hän voisi saumattomasti rakentaa palvelunsa käyttämään tietoa. Samoin kaikki paikkatietoinfrastruktuurin osana käytetyt palvelut tulee kuvata kattavasti ja täysimittaisesti metatietoina. Paikkatiedon hyödyntämistä helpottavat ja nopeuttavat erilaiset paikkatiedon palvelualustaratkaisut.



Kuva 4. Kansallisen paikkatietoinfrastruktuurin tavoitetila.

6. Yhteenvetoa ja johtopäätöksiä

Teknologiaselvityksessä luodattiin paikkatietojen ja paikkatietoteknologioiden kehitystä tulevaisuudentutkimuksen näkökulmasta. Aineistoa kerättiin kirjallisuuskatsauksella, ennakkokyselyllä, kahdella tulevaisuustyöpajalla ja asiantuntija-alustuksilla. Tulevaisuudentutkimuksen periaatteiden mukaan tutkittavaa kohdetta tarkasteltiin osana laajempaa yhteiskunnallista kehitystä, mukaan lukien arvojen ja elämäntapojen muutokset. Tulevaisuustyöpajoissa sovellettiin käytännönläheisiä ennakointimetoja kuten tulevaisuuspyörää ja –taulukkoa ideoiden luotaamiseksi.

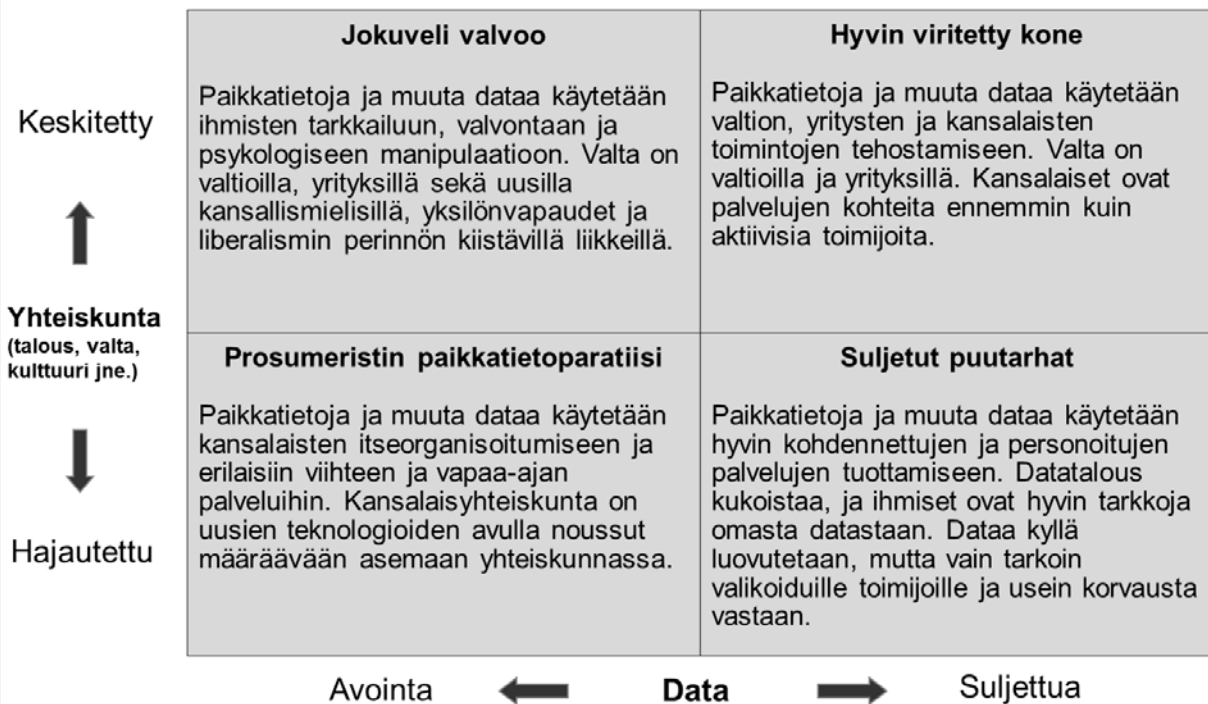
Vuorovaikutteisen tulevaisuusprosessin ytimessä ja lopputuotoksena on neljä skenaariota: *Hyvin viritetty kone*, *Prosumeristin paikkatietoparatiisi*, *Jokuveli valvoo*, ja *Suljetut puutarhat*. Skenaariot ovat nykyhetken empiriaan perustuvia tulevaisuuden käsikirjoituksia *mahdollisista* ja keskenään *vaihtoehtoisista* tulevaisuuksista, joissa paikkatieto ja paikkatietoteknologiat ovat kehittyneet erilaisina luonteensa, asemansa, hyödyntämistapojensa sekä uhkiensa osalta. Se, mikä skenaarioista toteutuu vahvimmin, riippuu lukuisista seikoista: poliittisista päätöksistä, teknologian kehityksestä, globaalista taloudesta, arvomuutoksista ja niin edelleen. Todennäköisesti toteutuva tulevaisuus on kaikkien neljän skenaarion – sekä vielä tuntemattomien, yllättävien kehityssuuntien – yhdistelmä, jossa kuitenkin jokin tai jotkin skenaarioista korostuvat muita vahvemmin.

Skenaarioita yhdistää datan kasvava rooli taloudessa ja koko yhteiskunnassa. Muutama vuosi sitten Big Data oli paljon lupaava mutta lupauksiaan vielä lunastamaton iskusana – huipussaan Gartnerin hypekäyrällä³². Nyt Big Datan potentiaalit ovat alkaneet toteutua. Maailman suurimmat yritykset ovat datayrityksiä, ja datamassoja sovelletaan keinoälyjen treenaamisesta ja ”kaiken” automatisoinnista poliittiseen mikrovaikuttamiseen ja vaikkapa journalismin kehittämiseen. Paikkatiedolla ja paikannuksella on keskeinen rooli big data -yhteiskunnassa: paikkatiedon paradigma laajenee perinteisistä käyttökohteista periaatteessa kaikkeen, ja paikkatietoja integroidaan eri teknologioihin ja sovelluksiin. On vaikea kuvitella teknologiaa, sovellusta tai dataa, joissa paikkatieto ei olisi tärkeää.

Niin paikkatiedon kuin datan vaihtoehtoisia tulevaisuuksia määrittää, miten ja mihin tarkoituksiin dataa kerätään, jalostetaan, sovelletaan ja hallitaan. Juuri tähän kysymykseen tämän raportin skenaariot pureutuvat. Ne rakentuvat kahden ”akselin” varaan: onko data avointa vai suljettua, ja kehittykö yhteiskunta ja siten datan käyttö keskitettyyn vai hajautettuun suuntaan. Skenaariot ja akselit voidaan tiivistää nelikentäksi:

³² <https://whatitallboilsdownto.files.wordpress.com/2016/08/gartner-hype-2013-to-2016.jpg>

Paikkatiedon neljä yhteiskunnallista skenaariota



Kaikissa skenaarioissa on sekä myönteisen että kielteisen kehityskulun askelkuvioita. Dystooppisin on Jokuveli valvoo –skenaario, mutta siinäkin on myönteistä kansalaisten kasvanut mahdollisuus valvoa valtaapitäviä. Skenaario myös kiinnittää huomiota siihen, että mitä enemmän dataa kerätään ja hyödynnetään, sitä helpompi sitä on väärinkäyttää tai vääristellä. Paradoksaalisesti tietoyhteiskunnan tulevaisuus voi olla tiedon jälkeinen (*post-truth*) tulevaisuus, jossa totuus pohjainen tieto menettää asemansa julkisessa keskustelussa ja tietoa vääristellään yhä enemmän. Tähän mahdollisuuteen kannattaa varautua jo nyt. Muut skenaarioista ovat luonteeltaan pääosin myönteisiä tai neutraaleja. Silti Hyvin viritetty kone –skenaariossa uhkana on kansalaisyhteiskunnan näivettyminen ja tehokkuuden korostuminen muiden arvojen ja päämäärien kustannuksella. Prosumeristin paikkatietoparatiisi –skenaariossa puolestaan perinteiset valtakeskukset voivat rapautua ja yhteiskunnasta tulla nykyistä kaotillisempi. Suljetut puutarhat –skenaariossa muodostuu intiimejä lähi- tai elämäntapayhteisöjä, mutta vaarana on ”kuplaantuminen”, yhteisen julkisen alueen näivettyminen.

Julkishallinnon rooli vaihtelee skenaarioissa, mutta kaikissa niistä yrityksillä on keskeinen asema datan soveltamisessa ja jalostamisessa. Julkishallinnon perinteiset tehtävät vähenevät, ja julkisista toiminnoista tulee enemmän fasilitaattoreita, yritysten kumppaneita, datan tuottajia ja tarjoajia, sekä laadun ja pelisääntöjen varmistajia. Kun niin erilaiset teknologiat kuin data lisääntyvät ja monipuolistuvat, tarvitaan näiden nykyistä parempaa yhteentoimivuutta. Kehityksen vieminen tähän suuntaan on lainsäädännön ja julkishallinnon keskeisiä tehtäviä. Lisäksi jos julkishallinto on tulevaisuudessakin merkittävä datan kerääjä, analysoija jalostaja, sen merkitys voi nousta yllättävänkin suureksi.

Joka tapauksessa poliittinen päätöksenteko ja hallinto ohjaavat keskeisesti sitä, minkä skenaarion tai skenaarioiden suuntaan kehitys etenee. Tässä se tarvitsee vahvaa ennakointia. Ennakoinnin tavoite on tukea päätöksentekoa ja antaa mahdollisimman laaja-alaisesti perspektiiviä tulevaisuuden mahdollisuuksista ja uhkista. Pääpaino ei ole todennäköisissä kehityskuluissa, vaan mukaan otetaan myös sellaisia elementtejä, joita ei vielä vahvasti ole tällä hetkellä esillä päätöksentekijöiden käytettävissä. Skenaariot on tarkoitettu päätöksentekoa tukevan keskustelun vauhdittajiksi – tulevaisuuden visioinnin ja ohjaamisen välineiksi. Mitä elementtejä tai mitä skenaarioita halutaan toteutuvaksi – mikä on toivottu tulevaisuus julkishallinnon, yritysten ja koko yhteiskunnan kannalta? Tällaisen tulevaisuuspuhinnan jälkeen on päätöksentekijöiden pureuduttava niihin toimenpiteisiin, joita haluttujen kehityskulkujen toteuttamiseksi tarvitaan. Vastaavasti tarvitaan tarkastelua siitä, mitä elementtejä tai kehityskulkuja skenaarioista puolestaan ei haluta tapahtuvan – mitkä ovat ei-toivottuja tulevaisuuksia. Näiden ehkäisemiseen voidaan sitten puuttua ennakoivilla toimenpiteillä.

Suomi tavoittelee edelläkävijyyttä paikkatiedon, paikkatietoteknologioiden ja infrastruktuurin kehittämisessä. Tulevaisuus tehdään nyt – päätöksentekijöiden valinnoilla niistä paikkatiedon ja paikkatietoteknologioiden kehittämisen suunnista, toteutumista, tarjoamasta ja puitteista, joita tavoitellaan. Viitekehystenä on koko yhteiskunta, julkishallinnon, yritysten ja kansalaisten muodostama ekosysteemi, jossa toimivuuden ja tehokkuuden rinnalla kiinnitetään huomiota myös hyvinvointi-, tasa-arvo- ja ympäristötekijöihin.

Lähteet

Antikainen, J., Eskelinen, J., Koski, H., Niemi, T., Pajarinen, M., Pyykkönen, S., de Vries, M. (2016). Massadatasta liiketoimintaa ja tehokkaita julkisia palveluja. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 16/2016, 64 s.

BI Intelligence (2016). 10 million self-driving cars will be on the road by 2020. *Business Insider Intelligence*, <http://www.businessinsider.com/report-10-million-self-driving-cars-will-be-on-the-road-by-2020-2015-5-6?r=US&IR=T&IR=T>

Child, Michael & Breyer, Christian (2016). Vision and initial feasibility analysis of a recarbonised Finnish energy system for 2050. https://www.researchgate.net/publication/306493507_Vision_and_initial_feasibility_analysis_of_a_recarbonised_Finnish_energy_system_for_2050

FGI (2017). Teknologioiden analyysi – tilanne nyt ja 10 vuoden tähtäimellä. Tulossa.

Frey, Carl B. & Osborne, Michael (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

Grassegger, Hannes & Krogerus, Mikael (2017). The Data That Turned the World Upside Down. *Motherboard*, https://motherboard.vice.com/en_us/article/how-our-likes-helped-trump-win

Hotti, Virpi (2016). Sisällön tulkinta haastaa Big Datan louhijat. *Futura* 2/2016, 70—79, <http://elektra.helsinki.fi/se/f/0785-5494/35/2/sisallon.pdf>.

Jalonen, Olli (2017). Oletko jo huomannut mainosten muutoksen? Olemme siirtyneet seurantakapitalismin aikaan. *Helsingin Sanomat*, <http://www.hs.fi/kulttuuri/art-2000005075068.html>

Jousilahti, J., Koponen, J., Koskinen, M., Leppänen, J., Lätti, R., Mokka, R., Neuvonen, A., Nuutinen, J. & Suikkanen, H. (2017). *Työ 2040. Skenaarioita työn tulevaisuudesta*. <http://www.demoshelsinki.fi/julkaisut/tyo-2040-skenaarioita-tyon-tulevaisuudesta/>

Kasvi, Jyrki (2017). Key note –puheenvuoro Paikkatietopoliittinen selonteko –hankkeen kick off –tilaisuudessa 13.2.2017, Säätytalo, Helsinki.

Kelly, Kevin (2016). *The Inevitable: Understanding the 12 Technological Forces That Will Shape Our Future*. New York: Viking.

Kilpi, Esko (2016). Thinking differently about work. In Kilpi, E. (ed.) (2016). *Perspectives on new work. Exploring emerging conceptualizations*. Sitra Studies 114, <http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksia114.pdf>. Retrieved 23rd September 2016.

Linturi, R., Kuusi, O. & Ahlqvist, T. (2013). *Suomen sata uutta mahdollisuutta: radikaalit teknologiset ratkaisut*. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 6/2013.

Mannermaa, Mika (2008). *Jokuveli. Elämä ja vaikuttaminen ubiikkiyhteiskunnassa*. WSOYpro, Helsinki.

Mason, P. (2015). *Postcapitalism. A Guide to Our Future*. Farrar, Straus and Giroux, New York.

MMM (2017). *Päätöksen paikka – kansallinen paikkatietostrategia 2018*. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 1/2017.

Pajarinen, M. ja Rouvinen, P. (2014). Computerization Threatens One Third of Finnish Employment. ETLA Briefs, 22.

Peter Stone, Rodney Brooks, Erik Brynjolfsson, Ryan Calo, Oren Etzioni, Greg Hager, Julia Hirschberg, Shivaram Kalyanakrishnan, Ece Kamar, Sarit Kraus, Kevin Leyton-Brown, David Parkes, William Press, AnnaLee Saxenian, Julie Shah, Milind Tambe, and Astro Teller (2016). *Artificial Intelligence and Life in 2030. One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel*. Stanford University, Stanford, CA. Doc: <http://ai100.stanford.edu/2016-report>.

Rainio Antti (2017) Julkishallintoa koskeva taustaselvitys paikkatietopoliittiseen selontekoon. <http://mmm.fi/paikkatietoselonteko/osaselvitykset/julkishallinto>

Ratti, Carlo & Claudel, Matthew (2016). *The City of Tomorrow: Sensors, Networks, Hackers, and the Future of Urban Life*. Yale University Press, New Haven & London.

Rifkin, J. (2014). *The zero marginal cost society. The internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism*. Palgrave MacMillan, New York.

Ruotsalainen, J., Heinonen, S., Karjalainen, J. & Parkkinen, M. (2017). Tulevaisuuden kaupungit rakentuvat vertaisvoimin ja ennakoiden – hybridihallinto kansalaisten apuna. *Futura*, tulossa.

UN-GGIM (2015). Future trends in geospatial information management: the five to ten year vision. 2nd edition.

UN-GGIM (2013). Future trends in geospatial information management: the five to ten year vision. 1st edition.

LIITE 1 Analyysi keskeisistä paikkatietoteknologioista

Tässä liitteessä on esitetty Paikkatietokeskuksen tutkijoiden analyysit selvitystä varten keskeisiksi nähdystä paikkatiedon tutkimukseen ja soveltamiseen liittyvistä teknologioista. Teknologian käsite on määritelty laajasti siten, että se voi tarkoittaa teknistä menettelyä, menetelmää, toimintatapaa tai muuta yleisempää käsitettä, jonka kehittämisellä ja soveltamisella voi olla vaikutusta paikkatietoinfrastruktuurin nykyiseen ja tulevaan merkitykseen ja rooliin Suomessa.

Tämän selvityksen osana kuvatut teknologiat ovat seuraavat:

- Virtuaali- ja lisätty todellisuus (VR / Virtual Reality, AR / Augmented Reality)
- Tekoäly (AI, Artificial Intelligence)
- Massatieto (Big Data)
- Automatisoitu liikenne ja MaaS (Mobility as a Service)
- Joukkoistaminen (Crowdsourcing)
- Avoin tieto (Open data)
- Avoin lähdekoodi (Open source)
- Alustatalous ja verkottuneet ekosysteemit
- Yksityisyyden suoja ja MyData
- Lohkoketjut (Blockchains)
- Esineiden internet (IoT, Internet of Things)
- Robotit (itseohjautuvat laitteet)
- Paikannus
- Älykaupungit
- 4D-mallit
- Linkitetty tieto (Linked Data)
- Normit ja standardit
- Laserkeilaus
- Tietotekniikan yleinen kehitys - pilvipalvelut ja suurteholaskenta
- Ihminen-kone vuorovaikutuksen kehittyminen
- Terveysteknologia ja paikkatiedot

Teknologioiden kuvaukset on laadittu seuraavan kysymyspatterin ohjaaman sabluunan mukaisesti.

Otsikko ja lyhyt määritelmä siitä, mitä käsitteellä tarkoitetaan tässä yhteydessä

Nykytila ja suhde paikkatietoon

- Mitä teknologia merkitsee paikkatiedolle?
- Mitä paikkatieto merkitsee teknologialle?
- Mitä lupaavia tutkimuskohteita ja sovelluksia liittyy teknologiaan?
- Mitä mahdollisia kehityksen esteitä on tiedossa tai voidaan ennakoida syntyvän?

Visio vuoden 2027 tilanteesta

- Millaisia sovelluksia teknologialla voi olla paikkatiedon näkökulmasta vuonna 2027?
- Mikä rooli teknologialla voi olla vuonna 2027 päätöksenteossa (organisaatiot ja yksilöt) paikkatiedon näkökulmasta?
- Mitä uhkia, riskejä, esteitä tai eettisiä kysymyksiä teknologian kehittämiseen ja soveltamiseen voi liittyä vuonna 2027?

Suomen rooli teknologian tutkimuksessa ja kehittämisessä

- Onko Suomi edelläkävijä, muiden mukana valtavirrassa vai selvästi jäljessä ja miksi?
- Onko tarvetta ryhtyä toimenpiteisiin mahdollisen muun maailman etumatkan kuromiseksi kiinni tai oman etumatkan säilyttämiseksi?

Referenssejä tutkimukseen ja soveltamiseen

Virtuaali- ja lisätty todellisuus (VR / Virtual Reality, AR / Augmented Reality)

Lingli Zhu (FGI, MML)

VR is a three-dimensional computer technology that provides sensory information (sight, sound, and/or others) to simulate a user's physical presence in a virtual or imaginary environment. Specialized hardware include a 3D graphics card, a 3D sound card, a head-mounted display, and a 6D tracker. Putting a VR headset (e.g. Oculus Rift, HCT Vive, or Samsung Gear VR) over your eyes will leave you blind to the current world, but will expand your senses with experiences within a virtual environment. VR blocks out the room and puts our presence elsewhere.

AR however, does not move us elsewhere. It simply "augments" our current state of presence, often with clear visors. AR is a technology that combines elements of the real world captured by a camera with multimedia elements such as text, video, images or 3D animations and models. With the help of advanced AR technology (e.g. adding computer vision and object recognition) the information about the surrounding real world of the user becomes interactive and digitally manipulable. Typical glasses for AR are, for example, Microsoft HoloLens demoed in 2015 and the coming Samsung's Monitorless AR glasses. Samsung's Monitorless AR glasses connect to phones or PCs via WIFI and replace the screen on those devices. The first major example of AR finding mass market acceptance was the game Pokemon Go in 2016.

The common ability of VR and AR is to alter our perception of the world. The immersive VR environment can be similar to the real world in order to create a lifelike experience grounded in reality or sci-fi. Augmented reality systems may also be considered a form of VR that layers virtual information over a live camera feed into a headset, or through a smartphone or tablet device.

In 2016, Google, Sony, HTC, Microsoft, Facebook and other international giants have entered the VR field. After the acquisition of Oculus, Facebook began to strive to build application platform, in the formation of hardware (Oculus Rift) + content (major content providers, Oculus Store) + social (Facebook). Other giant companies were also through a similar way to the VR ecosystem construction and layout.

The United States as the birthplace of VR technology, its research level is basically on behalf of the level of international VR development. For example, NASA's Ames laboratory, media laboratory of Massachusetts Institute of Technology (MIT), and Human Interface Technology Laboratory (1iIT lab) of The University of Washington. At present, the basic research of the United States in VR field mainly focuses on four aspects: perception, user interface, background software and hardware. In Europe, the UK is leading in some aspects of VR development, especially in the distribution of parallel processing, auxiliary equipment (including tactile feedback) design and applied research. There are four main centers for VR technology research in the UK: Windustries, the Brough points of British Aerospace (British Airways BAe), Dimension International, and Divison LTD.

At present, VR market is experiencing the transition from hardware to application. Although the research towards VR applications has been highlighted for years, the contents were rather simple. It has been one of obstacles for a boom in VR market. Therefore, it has urgent needs in the study of VR applications. Since AR is about the enhancement of our physical world, it is tightly related to our research field: Geospatial data and spatial data infrastructure. Some previous studies in related field are noted as below. One is that Portales et al. (2010) introduced a low-cost outdoor mobile AR application to integrate buildings of different urban spaces. The authors addressed a synergy to visualize physical and virtual city environments by integrating AR with photogrammetry. High-accuracy 3D photo-models derived from close-range photogrammetry are integrated in real (physical) urban worlds. AR technology applied for Virtual training of parts assembly, which has been introduced by Horejsi (2015). It uses a conventional web camera to shoot a referential workplace with a worker. The proposed software solution processes the web camera image data and adds virtual 3D model instructions to the real image. The final image is presented on a monitor placed in front of the worker. Recently, Maques et al (2017)

presented 'Cultural Heritage 3D Modelling and visualisation within an Augmented Reality Environment, based on Geographic Information Technologies and mobile platforms'. Santana et. al (2017) presents a mobile service that allows exploring urban models at different Level of Details (LoDs) using well-known standards such as CityGML. Ultimately, the project enables researchers, city planners and technicians to explore urban energy datasets in an interactive and immersive manner as Virtual Globes, Virtual Reality and Augmented Reality. Zlatanova, S., & Verbree, E. (2017) introduced to use a 3D topological model for augmented reality. The authors utilized 3D topological structure to determine the pose and to render virtual objects for AR applications.

It can be seen that geospatial related AR & VR applications have been paid high attention recently. In Finland, FGI and Aalto University have joint research in this field. In 2015, we published a book chapter about 'Regional Information Modeling and Virtual Reality Tools' in book: Orchestrating Regional Innovation Ecosystems – Espoo Innovation Garden. Recently our paper 'AR and remote sensing--using multi-spectrum to exhibit our physical environment' will be presented in FIG working week 2017 conference. We propose an AR technology in which our surroundings can be visually enhanced by superposing common video with information from multispectral bands such as red and infrared channels. Besides the publications, we have contributed a downloadable application about 3D Tapiola VR model in Google Play in 2011. In 3D NAVI-EXPO international project, a joint paper 'Going 3D' has been selected as GPS World cover story in 2010. In addition, our VR 3D Demos have been applied for Real Estate (e.g. Sundsberg 3D-EKE, 2014) and have been showed in local magazine (MAANKÄYTTÖ, 3, 2016).

Potential obstacles in general:

- i) Hardware equipment standards are not unified;
- ii) Interactive way is not perfect;
- iii) Action capture, eye tracking and other technologies need to be improved;
- iv) VR development tools are restricted to professional developers;

Threats in general:

- i) Insufficient funding for further development;
- ii) Hardware development is still no breakthrough;
- iii) Content is too simple so users are lack of motivation

As a vision for year 2027...

- i) VR and AR will become the next big computing platform

According to the prediction of Goldman Sachs Research in 2016, it will become true in the coming years .

- ii) A series of international VR industry standard are setup

For instance, at the beginning of 2016, international VR standards started to be developed. The standards include hardware, software, application (including contents), and services. For the industry standard, in January of 2017, Khronos launched a VR program called OpenXR, committed to the development of equipment interface and application interface standards, and has been supported by Google, Intel, Facebook's Oculus, Valve, Samsung, NVIDIA and AMD and other technology giants.

- iii) Hardware technology has breakthrough

The performance of key components such as sensors, microprocessors, and memory, such as Google, Microsoft, Sony, etc., is also increasing the number of R & D investments, and the future VR Technology to enhance the trend is beyond doubt.

- iv) VR applications/contents become diversity;

In the future, VR will not only meet the needs of entertainment consumption. The explosive nature of its social attributes will make VR become the future of scientific and technological innovation of the basic technology, and also bring essential changes to the medical, educational, entertainment, tourism and other industries.

In general, VR has very wide applications, including video games, video entertainment, education, training, travel, engineering, military, retail, real estate, emergency management, healthcare and so on. Specialized in geospatial data or SDR applications, we can emphasize on the following applications: virtual agriculture, virtual urban plan, video games, education and training, virtual travel, monument restoration, and real estate.

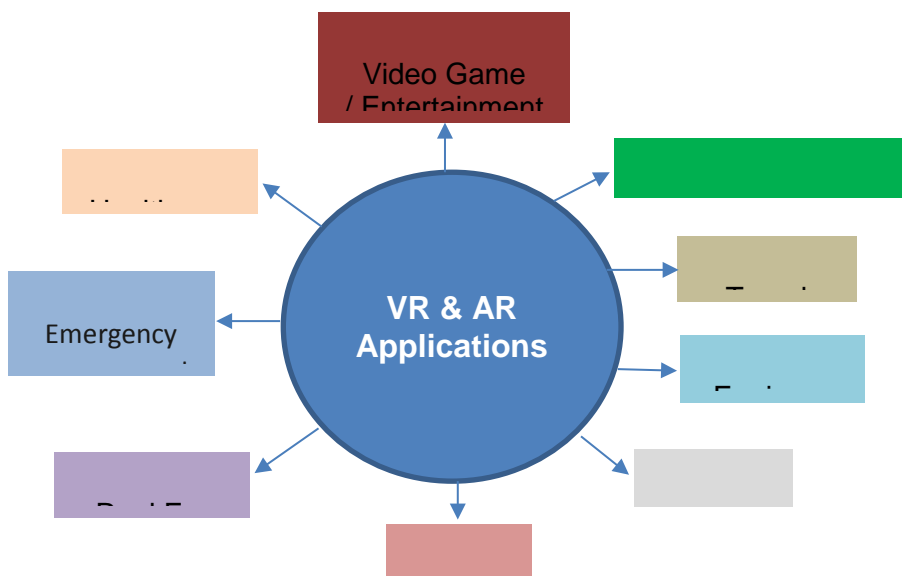


Figure. VR &AR Applications.

In Finland, parts of the applications have been paid attention. There are still big space left for further study. However, our research work greatly relies on the research funding. The policy of funding and decision making on funding support will have great impact on the research directions.

References:

1. Carbonell Carrera, C., & Bermejo Asensio, L. A. (2017). Augmented reality as a digital teaching environment to develop spatial thinking. *Cartography and geographic information science*, 44(3), 259-270.
2. Chen, R., Kuusniemi, H., Hyypä, J., Zhang, J., Takala, J., Kuittinen, R., .Zhu, L... & Wang, J. (2010). Going 3D, personal Nav and LBS. *GPS World*.
3. FIG working week 2017. <https://www.fig.net/fig2017/> Last access on 19th of May, 2017.
4. Going 3D, GPS World. <http://gpsworld.com/wirelesspersonal-navigatingoing-3d-9431/> Last access on 19th of May, 2017.
5. Hyypä,H., Virtanen, J., Ahlavuo, M., Hollström,T., Hyypä, J., Zhu, L.. (2015). Regional Information Modeling and Virtual Reality Tools. In book: *Orchestrating Regional Innovation Ecosystems – Espoo Innovation Garden*, Chapter: 26, Publisher: Aalto University, Laurea University of Applied Science and Built Environment RYM Oy, Editors: Lappalainen Pia, Markku Markkula, Hank Kune, pp.349-363
6. Hořejší, P. (2015). Augmented reality system for virtual training of parts assembly. *Procedia Engineering*, 100, 699-706.
7. Lapinlahden sairaala 3D VR. http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk316/mk316_1930_ahlavuo_et_al.pdf. Last access on 19th of May, 2017.
8. Marques, L. F., Tenedório, J. A., Burns, M., Romão, T., Birra, F., Marques, J., & Pires, A. (2017). Cultural Heritage 3D Modelling and visualisation within an Augmented Reality Environment, based on Geographic Information Technologies and mobile platforms.

9. Portalés, C., Lerma, J. L., & Navarro, S. (2010). Augmented reality and photogrammetry: A synergy to visualize physical and virtual city environments. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 134-142.
10. Rosenberg, L.B. (1992). "The Use of Virtual Fixtures As Perceptual Overlays to Enhance Operator Performance in Remote Environments.". Technical Report AL-TR-0089, USAF Armstrong Laboratory, Wright-Patterson AFB OH, 1992
11. Santana, J. M., Wendel, J., Trujillo, A., Suárez, J. P., Simons, A., & Koch, A. (2017). Multimodal Location Based Services—Semantic 3D City Data as Virtual and Augmented Reality. In *Progress in Location-Based Services 2016* (pp. 329-353). Springer International Publishing.
12. Zlatanova, S., & Verbree, E. (2017). A 3D topological model for augmented reality. *Proceedings of Mobile Multimedia Systems and Applications, MMSA 2000, Delft, 2000*.
13. 3D Tapiola. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.FGI.Tapiola3D&hl=en>. Last access on 19th of May, 2017.

Keinoäly (AI, Artificial Intelligence)

Tapani Sarjakoski (FGI, MML)

Tekoäly eli keinoäly on tietokoneohjelma, joka kykenee älykkäiksi laskettaviin toimintoihin. Tekoälyn tarkempi määrittely on avoin, koska älykkyyttä itsessään on vaikea määritellä. Tekoäly viittaa myös aihetta tutkivaan tieteen alaan. Eräässä merkityksessä tekoälynä pidetään tietokoneohjelmaa, joka suorittaa yleisesti ihmismäistä ajattelua (laskennallinen lähestymistapa). Tämän niin kutsutun yleisen tekoälyn kehittämisen ajankohdasta ei voida antaa juurikaan luotettavia ennusteita. Suppeammassa merkityksessä tekoäly on mikä tahansa johonkin älykkääseen toimintoon kykenevä. Tällaisia tekoälyjä on jo käytössä. Käytössä olevia tekoälyn sovelluksia ovat esimerkiksi luonnollisen kielen tuottamiseen ja tunnistamiseen erikoistuneet järjestelmät, asiantuntijajärjestelmät, robottitekniikka ja viihdesovellukset.

Tekoälytiede voidaan karkeasti jakaa perinteiseen symbolipainotteiseen tekoälytieteeseen sekä uudempaan, hahmopohjaiseen, laskennallisen älykkyyden suuntaukseen. Perinteisen tekoälytieteen työkaluja ovat muun muassa asiantuntijajärjestelmät, ontologiat ja sääntöpohjainen päättely. Uudemman konnektionistisen suuntauksen tunnetuimpia menetelmiä ovat neuroverkot, sumeat järjestelmät ja evolutionäärinen laskenta.

Viime aikoina tekoälytutkimuksen saavutuksista ovat nousseet esille erityisesti ns. syväoppimiseen perustuvat menetelmät. Syväoppiminen (engl. Deep learning) on koneoppimisen osa-alue. Syväoppimisessa tavoitteena on luoda algoritmin avulla neuroverkko, joka pystyy ratkaisemaan sille annetut ongelmat. Sitä käytetään erityisesti sellaisten ongelmien ratkaisemiseen, joissa perinteisillä menetelmillä tehdyt ratkaisut vaatisivat erittäin monimutkaisia sääntöjä. Syväoppimista käytetään esimerkiksi, puheen, kuvien, ja tekstien tunnistamiseen, tai käsittelyyn. Syväoppimiseen perustuvia menetelmiä käytetään menestyksekkäästi eri tyyppisissä hahmontunnistustehtävissä, esimerkkinä itsestään ajavat autojen sensorijärjestelmät. Niissä tarvittava tosiaikainen ”ympäristön ymmärtäminen” usein toteutettu syväoppimisen algoritmeilla, jotka hyödyntävät GPU (Graphics Processing Unit) –prosessorien massiivista rinnakkaislaskentaa.

Paikkatiedon arvoketjussa tekoälymenetelmillä voidaan nähdä olevan tulevaisuudessa entistä enemmän soveltamismahdollisuuksia toisaalta paikkatiedon keruussa ja päivityksessä ja toisaalta paikkatietoja hyödyntävissä sovelluksissa. Paikkatiedon keruussa syväoppimisen ja muita tekoäly-menetelmiä voitaisiin soveltaa nykyistä enemmän piirteiden irrotuksessa digitaalisilta kuva- ja laserkeilaus aineistoista sekä esim. monilähteisessä paikkatietokantojen päivityksessä ja laadun varmistamisessa. Paikkatietojen hyödyntämisessä puolestaan on parhaillaan meneillään murroskausi, jonka tuloksena paikkatiedon integroituvat moninaisesti tietotekniikan valtavirran (main stream) sovelluksiin. Niiden ”älykkyyksasteen” kasvaessa tekoälymenetelmien hyödyntämällä tulee asettamaan entistä suurempia vaatimuksia paikkatietojen mallintamiselle, saatavuudelle ja laadulle.

Tekoälyn hyödyntämistä kohtaan on parhaillaan erittäin suuri sekä kansainvälinen että kansallinen kiinnostus. Elinkeinoministeri Mika Lintilä on 18.5.2017 asettanut ohjausryhmän valmistelemaan ehdotusta Suomen tekoälyohjelmaksi. Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta - Matine järjesti 4.5.2017 kansallisen Tekoälysymposiumin. On olennaista ja luontevaa, että paikkatietoihin liittyvä tekoälyn tutkimus- ja hyödyntäminen kytketään näihin ja muihin vastaaviin aloitteisiin.

Loppuhuomautus terminologiasta: suomen kielessä on pitkään käytetty termiä tekoäly, mutta viime vuosina termiä keinoälyä käytetään yhä useammin. Keinoäly ehkä vastaa paremmin englannin kielistä termiä artificial intelligence.

Lisätietoja:

<http://wikipedia.fi>.

http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/ministeri-lintila-suomesta-tekoalyn-soveltamisen-karkimaa?_101_INSTANCE_3wysLo1Z0ni_groupId=1410877

http://www.defmin.fi/tehtavat_ja_toiminta/puolustuspolitiikka/matine_-_maanpuolustuksen_tieteellinen_neuvottelukunta/seminaarit?v_8333=14325#editbar8333

Massatieto (Big Data)

Juha Oksanen, Harri Kaartinen (FGI, MML)

Big Data (suomeksi massatieto) on monikäsitteinen termi, jolla luonnehditaan digitalisoituneessa yhteiskunnassa kertyviä tai kerättäviä valtavia rakenteettomia tietomassoja. Massatiedolle tyypillistä on, ettei sen käsitteleminen ole mahdollista "perinteisten" tiedonhallintatyökalujen avulla, vaan siihen tarvitaan esimerkiksi hajautettuja ja usein ei-relaationaalisia tietokantaratkaisuja. Tyypillisesti massatietoa luonnehditaan kolmella v-kirjaimella: 1) volyyymi (volume), 2) variaatio/vaihtelu (variety) ja 3) vauhti (velocity). Volyymi viittaa massatiedon suureen määrään ja sen jatkuvaan kertymiseen. Massatiedon määrälle ei pystytä kuitenkaan antamaan mitään yksikäsitteistä raja-arvoa, sillä tänä päivänä valtavaksi koettu aineisto voidaan tulevaisuudessa kokea normaaliksi. Vaihtelu kuvaa massatiedon monimuotoisuutta sekä sen mahdollista rakenteettomuutta. Se voi sisältää esimerkiksi GNSS-paikannukseen perustuvia liikeratatietoja, laserkeilaus- ja muita kaukokartoitusaineistoja, joukkoliikennetietoja ja säätietoja, joista yhdessä louhimalla voidaan löytää arkiliikkumisen käyttäytymismalleja. Vauhti kuvaa massatiedon kertymistä reaaliajassa. Tällaisia ovat esimerkiksi kaupunkien joukkoliikenteen matkakorttitiedot, maksukorttitiedot, sekä satelliittien ja erilaisten maanpäällisten sensoreiden keräämät tiedot. Lisäksi massatiedon hyödyntämiselle tyypillistä on se, että lisäarvo syntyy vasta jalostamalla raakadata merkitykselliseksi informaatioksi ja että jalostusketju ei välttämättä perustu pitkäaikaiseen suunnitteluun, vaan se syntyy datan mahdollistamana käyttötarkoitukseen ja -hetkeen sidottuna.

Paikkatietoalan näkökulmasta massadatan ja sen prosessoinnin voidaan katsoa edustavan paradigman muutosta, jossa työasemapohjaisesta työskentelystä siirrytään kohti hajautettua tiedonhallintaa sekä tehokkaita rinnakkaistettuja algoritmeja hyödyntäviä paikkatietoratkaisuja, joita käytetään skaalautuvissa hajautetuissa laskentaympäristöissä. Toisaalta paikkatietoalaa ovat aina luonnehtineet suuret aineistot ja spatiaalisuuden merkitys tietojen yhdistelemisessä, joten tästä näkökulmasta paikkatiedoilla ja massadatala on paljon yhteistä. Kaukokartoitus- ja paikannussensoreilla, kuten laserkeilaimilla, multispektraalisilla kameroilla ja erilaisilla GNSS-vastaanottimilla kerättyjen paikkatietojen voidaan myös katsoa olevan massatiedon muotoja.

Massatiedon ympärille on syntynyt valtava määrä teknologisia ratkaisuja ja kokonaisia palveluja datainfrastruktuurien perustamisesta ja ylläpitämisestä datan analysointiin ja visualisointiin lukemattomilla eri sovellusalueilla. Paikkatietoalalla ESRI:n ArcGIS 10.4 on ensimmäinen paikkatieto-ohjelmisto, josta löytyy suora tuki massatiedon analytiikalle. Avoimen lähdekoodin ratkaisuja on tarjolla runsaasti sovelluskehyksistä (esim. Apache Hadoop, Apache Spark ja Apache Flink) tiedon hallintatyökaluihin (esim. Apache Hive, mongoDB, SciDB), analyysityökaluihin ja -kirjastoihin (esim. R, SciPy, mllib, TensorFlow, DeepLearning4j) sekä visualisointityökaluihin ja -kirjastoihin (esim. Beaker, D3, Rodeo).

Massatietoon liittyviä tutkimuskohteita voidaan tunnistaa koko massatiedon tuottamisen ja hyödyntämisen ketjusta. Arvoketjun alkupäähän sijoittuvat massatiedon keruuseen ja tiedon hallintaan liittyvä tutkimus. Arvoketjun keskelle sijoittuvat esimerkiksi massatiedon jalostamiseen tarvittavien tehokkaiden rinnakkaistettujen ja hajautettujen algoritmien tutkimus, sekä implementointiin liittyvä laskentainfrastruktuurin optimaalinen hyödyntäminen. Arvoketjun loppuun sijoittuvat esimerkiksi massatiedon käytettävyyteen (ml. visualisointi), hyödyntämiseen, edustavuuteen ja yksityisyyteen liittyvät kysymykset. Paikannustietoa sisältävällä massatiedolla on myös laajat liityntäpinnat omadataan (MyData) liittyvissä tutkimuskysymyksissä.

Massadatan käyttöön on tunnistettu kohdistuvan henkilötietoriskejä, tietoturvariskejä, turvallisuusriskejä, teknologiariskejä sekä toimittajariskejä (Antikainen et al. 2016). Henkilötietoriskillä tarkoitetaan sitä, että massadata voi sisältää henkilötietoja, joiden poistaminen tai anonymisointi ei ole ongelmallista. Tietoturva- ja turvallisuusriskeillä tarkoitetaan keskitettyjen tietovarastojen houkuttelevuutta hyökkääjille sekä erityisesti valtiolliseen tietoon kohdistuvaa urkintaa, joka voi johtaa turvallisuuspoikkeamaan. Keskitettyihin tietovarastoihin liittyy myös palvelutarjoajan luotettavuuden ja vaihdettavuuden riskejä. Teknologia- ja toimittajariskit liittyvät alan nopeaan kehitykseen ja yhteensopimattomien standardien käyttöön, jolloin riski esimerkiksi teknologia- tai toimittajaloukkuaan jäämiseen on suuri.

Edelläkävijyys massadataan liittyvissä kysymyksissä vaatii jatkuvasti huomattavia resursseja, joihin panostamisen täytyy olla strategisen harkinnan tulos. Monilla massadataan liittyvillä aihealueilla (esim. sovelluskehykset, tiedonhallintatyökalut, ja substanssialueena satelliittikaukokartoitus) on jo pitkään mukana olleita globaaleja toimijoita, joiden haastaminen ei ole realistista, vaan joilta kannattaa opetella parhaat käytännöt sekä siirtää ja soveltaa niitä Suomen oloihin. Aidosti uusissa tutkimusaiheissa, kuten esimerkiksi massadatan edustavuuteen, hyödynnettävyyteen sekä omadata periaatteisiin liittyvissä kysymyksissä, edelläkävijyys on mahdollista saavuttaa suhteellisen pienelläkin alkupanoksella.

Lähteet:

Antikainen, J., Eskelinen, J., Koski, H., Niemi, T., Pajarinen, M., Pyykkönen, S., de Vries, M. (2016). Massadatasta liiketoimintaa ja tehokkaita julkisia palveluja. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 16/2016, 64 s.

Automatisoitu liikenne ja MaaS (Mobility as a Service)

Robert Guinness, Juha Hyyppä (FGI, MML)

Autonomous driving is a growing technology trend both globally and nationally in Finland. The concept of Mobility as a Service (MaaS) is a related but distinct development, where service providers try to make the integration of various transportation modes more seamless and offered as a single point of purchase service. Due to the importance of the transportation sector, these developments have the potential, in fact, likelihood to impact society in profound ways. Particularly in the case of autonomous driving, rapid consumer uptake would have profound impacts on various sectors, ranging from urban planning, to environmental management, to heavy goods transport to commercial real estate. It is not

an exaggeration to state that a transition to autonomous driving would likely represent one of the most important shifts in society since the introduction of the automobile.

The relevance of geospatial research and technology development to autonomous driving and MaaS is strong and indeed multiplicative. By this we mean that developments in geospatial research and technology boost the feasibility of autonomous driving and MaaS, and *vice versa*. Critical to the success of autonomous driving are high-quality 3D mapping, spatial data infrastructure, accurate and reliable real-time positioning, various navigation-related technologies, such as computer vision and context awareness, and the privacy and security of location-based services.

In a similar vein, trends interlinked with autonomous driving and MaaS are sensor-equipped connected vehicles, intelligent transportation system (ITS) infrastructure, intelligent fleet management, and a host of other investments in the transportation sector. These trends and investments represent an enormous opportunity to leverage new technologies for cross-sectoral purposes, wherever widespread coverage and timely updates of geospatial data are needed. For example, connected fleets of vehicles could be used for environmental mapping and weather monitoring purposes, especially in remote areas.

Autonomous driving is expected to be the most societally significant reform coming to modern society during the next 20 years. It is estimated that in early 2030, 15-30% of new cars will be totally autonomous. In Finland today, 10% of the Gross National Product (about 20 B€) is used for personal car traffic, and taxes collected from private car owners exceed 8 B€ annually. Due to automation, Finnish society is expecting to achieve 8-16 B€ annual savings by shared car services (part of Mobility as a Service, MaaS), and the corresponding number of cars utilizing streets is expected to drop by 70%. This would, among many effects, play an important role in reaching the emission reduction targets to which Finland has committed.

Autonomous driving is expected to have high positive impact in our society. Based on mainly US studies, the impacts lead to environmental benefits, such as the improvement of fuel economy, optimization of highways, the reduction of required cars to only 15% of the current amount needed, and platoon driving that would save 20-30% fuel consumption. In addition, autonomous driving is anticipated to bring societal benefits, such as immense productivity gains while commuting, decline on the accident and death tolls, stress reduction, and decline of required parking spaces to up to 25% of the current capacity. One study predicted that autonomous driving will lead to an average 38 hours reduction of commuting time per individual per year, as well as saving the US economy \$1.3 trillion per year.

Obstacles to reform, especially in Finland, are coming from: a) lack of understanding of the technology and its limitations and possibilities, especially in Arctic/snowy conditions, b) lack of understanding of the possibilities of future sensors (by leading companies), and c) lack of understanding of human behavior, including psychology and personal choices in future robot traffic. Other often overlooked challenges with regards to autonomous driving are the privacy and security risks that autonomous driving poses. There is a danger that unwanted actors can monitor and even control the operation of individuals' vehicles, or that terrorist organizations can mount denial of service attacks to disrupt the economy. Major governmental organisations, companies and policy makers do not have enough understanding of the coming technology disruption. Today, decisions, plans and visions are made daily in the Finnish administration without adequate research evidence.

FGI aims to be in a leading role of the development of autonomous driving technologies. FGI has initiated its own autonomous driving car research, and several research groups at FGI are focused on this topic.

Joukkoistaminen (Crowdsourcing)

Mari Laakso (FGI, MML)

Joukkoistetulla tiedonkeräyksellä (eng. crowdsourcing) voidaan tarkoittaa aktiivista tai passiivista tiedon keräystä. Passiivisella tiedonkeräyksellä tarkoitetaan esimerkiksi käyttäjien mobiililaitteista kerättyä tietoa, jonka tuottamiseen käyttäjät eivät aktiivisesti osallistu eivätkä välttämättä edes ole tietoisia kerättävästä tiedosta. Tässä yhteydessä joukkoistetulla tiedonkeräyksellä tarkoitetaan kansalaisten aktiivisesti ja vapaaehtoisesti keräämää ja jakamaa paikkatietoa (eng. VGI, Volunteered Geographic Information).

Erilaisilla kansalaishavainnoilla ja joukkoistetulla tiedonkeräyksellä on pitkät perinteet monilla ympäristön seurantaan keskittyvillä aloilla. Teknisen kehityksen myötä yhä useammalla on käytössään paikannuksen mahdollistava, tiedonkeräykseen soveltuva mobiililaitte. Tutkimuksissa on osoitettu, että kansalaiset ovat halukkaita osallistumaan erilaisiin julkiseen, yhteiseen hyvään tähtääviin tiedonkeräyshankkeisiin. Motiiviksi monessa tilanteessa riittää auttamisen halu, tehtävän hyödylliseksi ja tarpeelliseksi kokeminen sekä mahdollisuus osallistua itselle tärkeäksi koettuihin hankkeisiin. Paikkatiedon joukkoistetun tiedonkeräyksen tunnetuin ja laajimmalle levinnyt hanke lienee Open Street Map (OSM), globaali täysin vapaaehtoisvoimin kerätty kartta-aineisto.

Julkisten organisaatioiden vähenevät tiedonkeräyksen resurssit ja samaan aikaan teknisen kehityksen lisäämät kansalaisten mahdollisuudet osallistua tiedonkeräykseen luovat selkeää painetta houkutellessa kansalaisia yhä enenevässä määrin erilaiseen paikkatiedon keruuseen. Tätä ennakoitiin vuonna 2017 valmistuvassa Julkisen hallinnon suositus (JHS) kansalaishavaintojen keräyksen periaatteista ja parhaista käytänteistä. Kansalaishavaintojen käsittelyyn tarvitaan toimivat toimintamallit niin tiedon keräyksen, mallintamisen, metatietojen kuin käyttöehtojenkin osalta.

Parhaimmillaan joukkoistamalla voidaan kerätä sellaista paikkatietoa, mitä ei millään muulla tavalla pystyttäisi keräämään, kuten paikallistuntemusta vaativaa, maantieteellisesti vaikeasti saavutettavaa tai kaukohavainnoinnin ulottumattomissa olevaa tietoa. Toisaalta yksityisyyden suoja ja tiedon käyttöehdot sekä lisenssit voivat rajoittaa joukkoistamalla kerätyn tiedon käyttöä, erityisesti jatkokäyttöä ja tietojen yhdisteltävyyttä muissa kuin alkuperäisessä tarkoituksessa. Usein keskusteltaessa kansalaishavainnoista sekä joukkoistetusta tiedonkeruusta nostetaan esille huoli tiedon laadusta. Tutkimukset eivät kuitenkaan ole osoittaneet, että joukkoistamalla kerätty tieto olisi lähtökohtaisesti huonompilaatuista. Joukkoistetun tiedonkeräyksen suurin ongelma on usein alueellinen kattavuus. Tieto kertyy sieltä, missä on aktiivisia kansalaisia. Tämä ei aina välttämättä jakaudu tasaisesti kaikkiin osiin maata. Varsinkin harvaan asutut alueet voivat jäädä ilman havaintoja. Tietoa keräävän organisaation pitää luonnollisesti panostaa laadunvarmistusmenetelmiin niin tiedonkeräyshetkellä kuin sen jälkikäsittelemiseksi. Käytettäessä joukkoistamalla kerättyä paikkatietoa päätöksentekoon on varmistuttava sen laadun ohella myös alueellisesta kattavuudesta. Tärkeää on tunnistaa sellaiset kohteet, joihin joukkoistettu tiedonkeräys sopii niin laadullisesti kuin teemallisestikin.

Tällä hetkellä Suomi on yksi edelläkävijämaa joukkoistetussa paikkatiedon keräyksessä. Maanmittauslaitoksen keväällä 2017 lanseeraama yhteisöllinen karttapalvelupilotti (karttakerttu.fi) on askel kohti vahvaa kansalaisten mukaanottoa maastotiedon keruussa. Tämä on yksi edistyksellisimmistä kansalaisille tarjotuista palveluista eurooppalaisten kansallisten karttalaitosten joukossa. Tulevaisuudessa joukkoistettu tiedonkeräys tulee olemaan yhä laajempaa ja sen rooli kasvaa monilla ympäristön seurannan aloilla. Valtion virastoista Suomen Ympäristökeskus, Luonnonvarakeskus ja Luonnontieteellinen keskusmuseo (laji.fi) keräävät jo tällä hetkellä merkittäviä määriä tietoa kansalaishavainnoinnin avulla. Trendi on edelleen kasvava. Tämä lisää tarvetta yhtenäisille käytännöille eri hallinnonalojen tiedonkeräyksessä. Kansalliset infrastruktuurit voivat tukea kansalaishavainnointia ja toimia mahdollista-

jana yhä saavutettavampien palvelujen tuottamiseksi niin tiedon kerääjien kuin hyödyntäjienkin kannalta. Yhtenäiset palvelunäkymät, tunnistautumispalvelut, avoimet tietovarannot ja niiden rajapinnat sekä asiointi- ja viestintäkanavat mahdollistavat yhä helpomman ja tehokkaamman joukkoistetun tiedonkeräyksen.

Avoim tieto (Open data)

Panu Muhli, Markku Poutanen (FGI, MML)

Julkisen tiedon avaaminen käynnistyi Suomessa laajemmin, kun valtioneuvosto antoi asiassa periaatepäätöksensä 3.3.2011. Valtiovarainministeriön ohjaamana eri ministeriöt valmistelivat suunnitelman tiedon avaamisesta ja VM käynnisti Avoimen tiedon ohjelman vuosille 2013-2015. Julkisen hallinnon suositus JHS 189 Avoimen tietoaineiston käyttölupa (11.12.2014) ohjaa käyttämään avaamisessa CC 4.0 BY -lisenssiä. Väestörekisterikeskuksen Avoindata.fi -palveluun on kuvattu merkittävä osa julkishallinnon avoimista tietoaineistoista.

Vuonna 2015 YK:n yleiskokous hyväksyi päätöslauselman kestävään kehitykseen perustuvasta globaalista koordinaattijärjestelmästä. Päätöslauselman mukaan jäsenvaltioiden tulisi sitoutua geodeettisten infrastruktuurien ylläpitoon ja edistää aineistojen vapaata saatavuutta. Suomi oli yhdessä 50 muun jäsenvaltion kanssa viemässä päätöslauselmaa yleiskokouksen hyväksyttäväksi. YK:n geoinfomaatiikkaa käsittelevän komission GGIM:n alakomissio GGRF (Global Geodetic Reference Frame) on laatimassaan tiekartassa asettanut avoimen datan yhdeksi keskeisistä tavoitteista. Suomessa julkishallinnon paikkatietoon liittyvät aineistot on suurelta osin avattu viimeisten vuosien aikana, ja tässä suhteessa kehitys on ollut YK:n päätöslauselman suuntaista

Tietopolitiikan painopiste on siirtymässä julkisen tiedon avaamisesta sen laajan hyödyntämisen edistämiseen. Avoimen tiedon (open data) rinnalla kulkevat nykyisin massatiedon (big data) ja omatiedon (my data) teemat. Valtiovarainministeriön johdolla on käynnissä Yhteinen tiedon hallinta (YTI) -hanke sekä tiedonhallintalain valmistelu tavoitteena yhtenäistää tiedon hallinnasta, julkisuudesta ja käytöstä sekä arkistoinnista annetut yleissäädökset.

Paikkatietopoliittisen selonteon yhteydessä laaditun julkishallintoa koskevan taustaselvityksen mukaan valtionhallinnon runsaasta 350 paikkatietoaineistosta noin 230 on avoimia tietoaineistoja (raportin liite 2). Lisäksi on tarjolla monia kuntien ja kuntayhtymien (ml. maakuntien liittojen) avoimia paikkatietoaineistoja. Paikkatietohakemisto.fi -hakupalvelussa on 338 avoimeksi merkityn tietoaineiston kuvailua (avainsana: avoindata.fi). Tiedon avaaminen on parantanut merkittävästi julkisen tiedon saatavuutta ja yksinkertaistanut tietoaineistojen hyödyntämistä ja lisännyt niiden käyttöä sekä julkishallinnon sisällä että laajemmin yhteiskunnassa.

Avoimen paikkatiedon vaikuttavuutta on tutkittu useissa selvityksissä myös Suomessa. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA on julkaissut useita selvityksiä avoimen datan hyödyntämisestä ja vaikuttavuudesta (Heli Koski ym.). Aalto yliopisto on selvittänyt vuonna 2014 erityisesti avoimen maastotiedon vaikuttavuutta. Tutkimukset osoittavat, että avointa dataa hyödyntävät yritykset kasvavat keskimääräistä nopeammin ja tekevät tuoteinnovaatioita useammin kuin muut yritykset. Mekanismin syvempi ymmärtäminen edellyttäisi avoimen tiedon käytön tilastointia. Selvitysten mukaan tiedon avaamisen ja jakelun käytännöt ovat varsin epäyhtenäisiä ja tiedon löydettävyyys vaihtelee.

Julkisen hallinnon tietoaineistot ovat joko avoimia tai käyttörajoitettuja. Tiedon avaaminen laajenee edelleen ja uusia tietoaineistoja tulee tarjolle avoimina aineistoina. Käyttörajoitus perustuu tyypillisesti henkilöiden yksityisyyden suojaan, yritysten liikesalaisuuksiin, kansalliseen turvallisuuteen taikka uhanalaisten eliölajien suojeluun. Käyttörajoitetun tiedon osalta selvitetään mm. tiedon anonymisoinnin mahdollisuuksia.

Monet kunnat haluavat edelleen korvauksen tuottamistaan tiedoista; kunnat päättävät itsenäisesti omien tietoaisteistojensa avaamisesta. Jossain määrin myös julkishallinnon tietoaisteistojen laatupuutteet rajoittavat avaamista eikä virheiden korjaamiseen tyypillisesti ole resursseja.

Avoimen tiedon laaja hyödyntäminen edellyttää monesti avoimen rajapinnan tarjoamista. Näin on eritoten, kun tieto on jatkuvasti muuttuvaa tai päivittyvää, jolloin tiedon kopiointi ei ole tarkoituksenmukaista. Käytännöt avoimen tiedon tarjoamiseksi rajapintapalveluissa vaihtelevat. Osa rajapintapalveluista vaatii tunnistautumista ja osa ei; osa palveluista on maksuttomia ja osa maksullisia. Aihe nousee esille mahdollisesti em. YTI-hankkeessa.

Noin kymmenen vuoden aikajänteellä avoimen tiedon infrastruktuuri on laajentunut ja vakiinnuttanut asemansa. Tietoaisteistojen laatu on parantunut lisääntyneen käytön ja käyttäjien palautteen pohjalta. Erilaisiin sensoreihin perustuva automaattinen tiedonkeruu on lisännyt merkittävästi tosiaikaisen tiedon tarjontaa kansallisesti ja globaalisti.

Tulevaisuudessa julkisen hallinnon päätöksenteko perustuu laajalti avoimeen tietoon ja hallinnon läpinäkyvyys on selvästi parantunut. Monipuoliset tilannekuvajärjestelmät ja -palvelut ovat yleistyneet. Avoin tieto on kansalaisten ja yritysten käytössä. Eritoten laadukkaan ja jatkuvasti ajantasaisena pidettävän sekä tosiaikaisen tiedon varaan on syntynyt erilaisia palveluja, sovelluksia ja muita tuotteita. Avoimen tiedon mahdollisuuksiin erikoistuneet yritykset kilpailevat palvelumuotoilun innovaatioillaan.

Avoimen tiedon rinnalle kehittyi omatiedon (mydata) käytön toimintamallit. Kansalainen voi antaa kansallisen palveluväylän kautta eri osapuolille pääsyn itseään koskeviin tietoihin. Yritykset ovat kehittäneet monia palveluja kansalaisille julkisen hallinnon keräämän tiedon pohjalta..

Avoin lähdekoodi (Open source)

Jaakko Kähkönen (FGI, MML), Jani Kylmäaho (MML)

Jo nykyisin on nähtävissä niin yleisessä it-teknologiassa kuin paikkatieto-ohjelmistojen ja -aineistojen osalta, että suljetun, kaupallisen ekosysteemin haastaa avoimen lähdekoodin vaihtoehto. Monissa tapauksissa avoimen lähdekoodin vaihtoehto on selkeästi suositumpi kuin suljettu ratkaisu (esimerkiksi Linux-käyttäjärjestelmä).

Myös tietokantojen osalta avoin lähdekoodi valtaa alaa, ks. [Gartnerin selvitys](#)

Paikkatietojen käsittelyssä seurataan samaa trendiä: avoimen lähdekoodin sovellusten ekosysteemi PostgreSQL/PostGIS yhdessä avoimen lähdekoodin sovellusten (GeoServer, Mapserver, GDAL, QGIS yms.) haastaa esimerkiksi ESRI-ekosysteemin ja muut kaupalliset ratkaisut.

Yritysten liiketoimintamalleissa yleistyy tapa tarjota maksutta käyttöön ohjelmisto, alusta tai palvelu, johon on mahdollista ostaa lisäosia tai lisätoimintoja. Entistä useammin palvelun toteuttava ohjelmisto on avointa lähdekoodia (esim. Carto), jolloin yrityksen on tuotettava lisäarvoa palvelun tarjoamisen, lisä- ja tukipalveluiden sekä kokonaisratkaisujen kautta. Toimintatapa haastaa yritykset kehittämään palveluitaan entistä aktiivisemmin, mikä hyödyttää niiden käyttäjiä ja koko avoimen lähdekoodin ekosysteemiä.

Avoin lähdekoodi ja avoin data demokratisoivat paikkatietoa: kuka tahansa voi maksutta hyödyntää sovelluksia ja avointa paikkatietoa. Kasvava hyödyntäminen lisää kysyntää, ja paikallistasolla edistyneet tiedonjakajat luovat painetta entistäkin laajemmalle tietojen avaamiselle.

Paikkatietojen sekä paikkatiedon ja muun tiedon yhdistely- ja visualisointimahdollisuudet parantuvat ratkaisevasti. Tiedon visualisointi havainnollisessa muodossa karttoina tai diagrammeina ei ole enää maantieteilijöiden tai tilastotieteilijöiden yksinoikeus, vaan helppokäyttöiset välineet tuovat entistä useammalle mahdollisuuden kyseenalaistaa "viralliset" analyysit ja tuottaa julkiseen keskusteluun erilaisia näkökulmia.

Avoimen lähdekoodin määritelmä on tiivistetty [JHS 169 Avoimen lähdekoodin ohjelmien käyttö julkisessa hallinnossa](#) -suosituksessa viiteen oikeuteen. Avoimen lähdekoodin käyttäjä saa automaattisesti 1) käyttää ohjelmaa mihin tarkoitukseen tahansa 2) kopioida ja levittää ohjelmaa 3) luoda ohjelmaan muunnelmia ja levittää niitä 4) ohjelman lähdekoodin, jota hän voi hyödyntää 5) yhdistää ja levittää ohjelmaa toisten ohjelmien kanssa. Nykyisin paikkatietosektorilla käytetään avointa lähdekoodia paljon yhdessä avointen standardien kanssa, ja avointa dataa tarjotaan paljon avoimien rajapintojen kautta standardoidussa koneluettavassa muodossa. Kaikkea aineistoa ei voida kuitenkaan julkaista avoimena datana sellaisenaan, vaan yksilön suojaan ja tietoturvaan liittyvä lainsäädäntö täytyy huomioida. Avoin lähdekoodi ja avoimet standardit suojaavat toimittajaloukuilta. Kun standardia ylläpitää voittotavoittelematon organisaatio ja standardi on ilmaiseksi saatavilla, ilman että siihen liittyy tekijänoikeudellisia korvauksia, on yksityisen tai minkä tahansa yrityksen periaatteessa mahdollista osallistua samalta lähtöviivalta ohjelmistokokonaisuuksien ja komponenttien toteutukseen.

Tekijänoikeudelliset korvaukset ja patenttikiistat ovat avoimen lähdekoodin ja avoimen tieteen kannalta ongelmallisia. Osa yrityksistä kattaa kehityskuluja patenti- ja julkaisutuloilla samalla luoden rajoitteita ja esteitä avoimen tieteen harjoittamiselle.

Avoimet toimintaperiaatteet voidaan nähdä jatkossa kustannustehokkaina rakennuskomponentteina etenkin kehittyviin maihin suunnattavan (koulutus)viennin yhteydessä. Erilaiset graafiset käyttöliittymätoiminnallisuudet ja ohjelmistopaketoinnit käytettäviin sovelluksiin ja toteutettaviin palveluihin helpottavat avoimen lähdekoodin hyväksyttävyyttä päättäjien ja loppukäyttäjien keskuudessa samalla säilyttäen mahdollisuuden nopeasti tehtäviin paikallisiin muutoksiin aina kooditasoa myöten. Avoimet toimintatavat ja joukkoistaminen luovat mahdollisuuksia, joita ei ole vielä täysinmättä löydetty.

Avoimen lähdekoodin periaatteet leviävät myös laitevalmistukseen. Kybertiedustelun lisääntyessä ja internetin avoimuuden supistuessa ymmärretään, että suljettuihin laitteisiin ja komponentteihin ei enää erilaisten itsekkäiden kansallisten intressien vuoksi voida luottaa. Suljetut amerikkalais-, kiinalais-, venäläis- ja eurooppalaisvalmisteiset (yms.) komponentit joutuvat kieltolistoilta ja ainoastaan avoimiin laitteistoihin luotetaan. Tulevaisuudessa kaikki kansainvälisille markkinoille pyrkivät paikantavat mobiililaitteet ja sensorit valmistetaan avoimina laitteistoina avoimen lähdekoodin varaan, jolloin laitteen valmistamiseen tarvittavat suunnitelmat ja sen käyttämiseen tarvittavat laiteajurit ovat vapaasti saatavilla ja muunneltavissa ja kenen tahansa verifioitavissa. Osaamisen, koulutuksen ja tietotaidon merkitys korostuu, koska on kyettävä omaksumaan ja hyödyntämään valtava määrä uusia avoimia innovaatioita.

Sama periaate leviää esineiden internetiin (Internet of Things, IoT), josta syntyy valtavasti liiketoimintaa raakadatan keräyksen (erityisesti sijaintidata eri muodoissa) ja analytiikan ympärille. Ainoastaan avoimiin toteutuksiin voidaan luottaa. Suomalaisilla on hyvät lähtöasetelmat erinomaisen mobiili- ja paikkatieto-osaamisensa myötä.

Alustatalous ja verkottuneet ekosysteemit

Esa Tiainen (FGI, MML)

Alustatalous voidaan määritellä jaetuiksi sosiaalisiksi tai teknologisisiksi rakenteiksi, jotka yhdistävät monia palvelujen, tuotteiden tai sosiaalisen arvon tuottajia ja käyttäjiä yhdeksi monensuuntaiseksi arvonluontijärjestelmäksi. Sen keskeisenä

mahdollistajana on nopeasti etenevä digitalisaatio, jonka ansiosta tietoa voidaan kerätä, analysoida ja jakaa globaalisti eri toimijoiden kesken. (Suomen Akatemian määritelmä)

Digitaalisilla alustoilla tarkoitetaan tietoteknisiä järjestelmiä ja niihin liittyviä yhteisiä toimintaperiaatteita, joilla eri toimijat – käyttäjät, tarjoajat ja muut sidosryhmät yli organisaatorajojen – yhdessä toteuttavat lisäarvoa tuottavaa toimintaa. Alustoille on tyypillistä, että eri toimijat luovat, tarjoavat ja ylläpitävät toisiaan täydentäviä tuotteita ja palveluita eri jakelukanaviin ja markkinoille yhteisten pelisääntöjen ja käyttäjäkokemusten puitteissa. Alustojen tyypillisenä ominaisuutena on sitouttaa ja houkutella eri toimijoita verkostovaikutusten tuottamalla taloudellisilla hyödyillä. (Onko Suomi jäämässä alustatalouden junasta?, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 19/2016, 20.4.2016)

Mahdollisuudet tuottaa ja jakaa lisäarvoa käyttäjille ja eri toimijoille ovat tulleet monipuolisemmiksi kuin koskaan aikaisemmin. Mielenkiinto ja kyvykkyys suunnitella liiketoimintarakenteita, -malleja ja ansaintalogiikkoja on lisääntynyt valtavasti viime vuosikymmenien aikana. Avoimen datan tarjonta ja tietovarannot, yhteiskehittäminen, joukkoistaminen ja joukkorahoitus tarjoavat pienille ja keskisuurille yrityksille mahdollisuudet patenttien hankkimiseen ja kilpailuun liiketoimintamalleilla. Seurauksena nykyisten globaalien markkinoiden valtiaina toimivien ekosysteemien rinnalla ympäristöä havainnoivat ja rekisteröivät seurantalaitteet, yhteistuottamisen projektit ja palkitsevat kannustimet muovaavat maisemaa kohti kapasiteetiltaan ylivertaista verkottuneiden ekosysteemien mosaiikkia. Ekosysteemiverkoissa joukoittain globaalisti asemoituneita toimijoita työskentelevät yhdessä tuottaen lisäarvoa, välillä raivosasti keskenään kilpaillen, mutta aidossa prosessissa innovointikykyä yhteiskehittämisen keinoin vahvistaen.

Yksityisyyden suoja ja MyData

Robert Guinness (FGI, MML)

Personal data protection is a topic that has grown in importance in recent years globally and especially in Europe. In 2016, the European Commission enacted a new comprehensive legislation dealing with this topic, the General Data Protection Regulation (GDPR). According to GDPR, personal data is “any information relating to an identified or identifiable natural person... an identifiable natural person is one who can be identified, directly or indirectly, in particular by reference to an identifier such as a name, an identification number, location data...” (emphasis added). At present a wide range of actors are collecting location data, also known as geospatial data, from individuals, such as mobile device software providers. These data potentially reveal intimate details about a person’s life, and therefore they are deeply entangled with the right to privacy, which is a fundamental right in the European Union.

At the same time, location data concerning individuals hold incredible economic value. Therefore, it is not surprising that a wide range of companies are actively collecting or seeking such data. Through the careful application of geospatial research and technology, it is possible in some cases to disentangle location data from privacy restrictions, effectively turning location data into anonymous data (as defined by GDPR). However, the thresholds at which location (or geospatial) data can be considered anonymous data are not universally agreed upon.

“MyData” is a concept originating within the research community in Finland and promoted by the Ministry of Transport and Communications (MINTC). It is essentially an approach by which individuals can assert their fundamental rights to privacy vis a vis personal data. The National Land Survey has played an active role in the MyData Alliance, an informal group of organizations convened by MINTC.

In addition, the National Land Survey has spearheaded the Tekes-funded project called MyGeoTrust (<http://mygeotrust.org>), which has aimed to tackle head-on the challenges regarding privacy and location data collected via mobile phones (Guinness et al., 2015). The project is carried out in partnership

with the University of Helsinki. Although this project remains at the R&D level, it has uncovered a number of important technical and legal questions arising in the domain of mobile location data, the project has developed a mobile platform aimed at addressing many of these questions.

The topics of location data, mobile devices, and privacy has especially come to the fore as a result of the increasing localization capabilities of mobile devices, which are now capable of pinpointing users' location to a high level of accuracy in nearly all environments (including indoors). This capability has rapidly developed over the course of the last twenty years, and Finnish organizations, including the Finnish Geospatial Research Institute (formerly Finnish Geodetic Institute) have played an active role in these developments and continue to do so at present, both within industry and academia.

In the next 5-10 years, technology related to personal data protection will increase in maturity dramatically. This will be driven in large part by GDPR, which will take application from 25 May 2018, but also due to the general increase in consumer demand for greater privacy controls vis á vis digital services.

At present, there are many ongoing developments related to personal data protection both at the research and commercial level. However, the main challenges are fragmentation and lack of interoperability. Our vision is that there should be an open and interoperable software architecture for personal data protection that is widely used by companies and other organizations processing personal data. This will benefit both end-users from a data portability perspective and companies a compliance perspective. We envision such a system could transform industry in the same way that Linux has transformed the tech industry. Together with industry partners, FGI is currently planning to spearhead an initiative, known as MAGPIE, which will develop an interoperable personal data protection software architecture. The MAGPIE Initiative will be submitted to the European Commission later this year as a Horizon2020 proposal.

The outcomes of personal data protection initiatives will have a huge impact on decision-making, both at the national and EU level. Although GDPR has already been enacted, nearly all companies that process personal data are struggling to find cost-effective technical solutions to fulfill the requirements of GDPR. GDPR will especially affect Finland, where the economy is dominated by small and medium-sized enterprises (SMEs). SMEs are particularly vulnerable with respect to GDPR both due to the high cost of compliance and the risk of fines for noncompliance, which are capped at €20 million or 4% of global annual turnover, whichever is higher.

References:

Bu-Pasha, S., Alen-Savikko, A., Mäkinen, J., Korpisaari, P. H. & R. Guinness, 2016. EU Law Perspectives on Location Data Privacy in Smartphones and Informed Consent for Transparency. *European Data Protection Law Review*, 2, 3/2016, 312-323.

Guinness, R.E., Kuusniemi, H., Vallet, J., Sarjakoski, T., Oksanen, J., Islam, M., Syeed, M., Halkosaari, H-M., Kettunen, P., Laakso, M., Rönneberg, M., "MyGeoTrust: A Platform for Trusted Crowdsourced Geospatial Data," *Proceedings of the 28th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+ 2015)*, Tampa, Florida, September 2015, pp. 2455-2469.

Guinness, R. E., 2016, "Sijainti + mobiililaite = yksityisyyden puute?" Positio, Helsinki: Maanmittauslaitos.

Poikola, Antti, Kai Kuikkaniemi, and Ossi Kuittinen. 2014. "My Data - Johdatus Ihmiskeskeiseen Henkilötiedon Hyödyntämiseen." Ministry of Transport and Communications. Available at (PDF):<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-418-0>.

Lohkoketjut (Blockchains)

Jani Hokkanen (MML)

Lohkoketjuteknologialla (engl. blockchain) 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 kolmatta osapuolta.

Lohkoketjussa kaikki tapahtumat tallennetaan yhteiseen hajautettuun lohkoketjuun, eikä niitä ole jälkeenpäin mahdollista muuttaa. Jokainen uusi sopimus tai transaktio luo aina uuden lenkin pitkään digitaaliseen ketjuun ja käsiteltävien tiedostojen koko kasvaa. Uuden sopimuksen lisääjä osallistuu siten koko lohkoketjun varmentamiseen ja uusien vapaiden lohkojen louhimiseen. Lohkoon voi tallettaa mitä tahansa digitaalista sisältöä, esim. ohjelmakoodia. Ohjelmakoodi voi toteuttaa ns. 'älykkään sopimuksen', jossa osapuolten sopimusvaikutukset toisilleen on koodattu itse ohjelmakoodiin. Älykkäät sopimukset voivat olla myös vuorovaikutuksessa toisiinsa älykkäisiin sopimuksiin.

Lohkoketjun etuja ovat, että lohkoketjussa on vain yksi jaettu totuus kaikkien osallistujien kesken, eikä se ole yhtä haavoittuvainen hyökkäyksille kuin nykyiset keskitetyt järjestelmät. Lohkoketju toimii myös vuorokauden ympäri eikä sitä ole tarkoitus sammuttaa missään välissä. Lohkoketjuteknologiaa tarpeeksi pitkälle sovellettaessa esim. arvopaperikaupassa pankit voisivat jopa itse hoitaa arvopaperikauppaan liittyvän selvitysprosessin, jolloin erillistä osapuolta (esim. arvopaperikeskukset) arvopapereiden selvittämiseen ei tarvittaisi.

Lohkoketjuteknologian haittapuolia on, että siinä ei ole sisäänrakennettua kommunikointimekanismia muiden järjestelmien kanssa, eikä ketjussa tapahtuvia transaktioita voi peruuttaa tai muuttaa niiden tapahtumisen jälkeen. Tiedon etsiminen ja hakeminen lohkoketjusta on myös hitaampaa kuin nykyisillä järjestelmillä datan analysoimista varten. Mitä yleisemmäksi lohkoketjuteknologian käyttö tulee, sitä enemmän kuluu myös lukemattomien netissä olevien tietokoneiden laskentavoimasta lohkoketjujen prosessointiin.

Lohkoketjuteknologiaa hyödynnetään jo useammassa kohteessa eri valtioissa. Esimerkiksi Georgiassa kiinteistörekisteri ja maanomistusjaotus perustuu lohkoketjujen hyödyntämiseen. Ruotsissa lohkoketjutekniikkaa pilotoitiin lainhuuto- ja kiinnitysrekisteriin eli vaihdantaan ja kiinnityksiin (raportti: http://ica-it.org/pdf/Blockchain_Landregistry_Report.pdf). Suomessa on alkamassa tai tehty useampia selvityksiä koskien lohkoketjutekniikan hyödyntämistä. Esimerkiksi Sähköinen asunto-osakeregisterit hankkeen yhteydessä on tarkastelussa lohkoketjutekniikan hyödyntäminen ja Valtionkonttorin toimesta on perustettu ryhmä tarkastelemaan hyödynnettävyyttä laajemmin erilaisissa käyttötarkoituksissa. Lohkoketjutekniikassa korostuu sen hyödynnettävyys erilaisissa sopimusteknisissä käyttötarkoituksissa. Lohkoketjun voidaan katsoa automatisoivan luottamuksen. Sen avulla kaksi ennestään tuntematonta tahoja voivat tehdä esim. kauppaa täydellä luottamukselle tilanteessa, jossa ennen tarvittiin kolmastoista varmistamaan luomuksen syntyminen. Paikkatiedon viitekehäyksessä lohkoketjutekniikan käyttöä on selvitetty vähemmän. Potentiaalisia käyttömahdollisuuksia näyttäisi olevan kuitenkin lukuisia. Paikkatiedon ja lohkoketjutekniikan yhdistäminen muun muassa erilaisten viranomaispäätösten ja sopimusten kohdalla mahdollistaisi automaattisen varmennuksen transaktion lisäksi myös kohteen yhteneväisyyteen. Tekniikkaa näyttäisi mahdollistavan yksinkertaisen tavan luoda pysyviä tunnisteita erilaisten kohteille, jolloin varmistettaisiin erilaisten mm. paikkatietoon liittyvien kohteiden yhteneväisyys ja säilyvyys muutostilanteissa sekä ymmärrettävyys globaalisti.

Lohkoketjutekniikka tulee olemaan olennainen osa myös erilaisia ekosysteemejä, joissa on mukana paikkatietoa, muuta uutta teknologiaa tai ketjuja, joissa on useita eri toimijoita. Se on erittäin kustannustehokas korvata ja parantaa ekosysteemejä, joissa toimintaa ja tiedon oikeellisuutta varmistaa edellä mainittuja kolmansia osapuolia. Tekniikka näyttäisi mahdollistavan mittavan tehostaminen erityisesti prosesseissa, joissa nykyään käytetään suljettuja verkkoja turvallisuusriskin pienentämiseksi.

Elinkaarensa osalta lohkoketjuteknologia on vielä toistaiseksi kehitysasteella ja eri teknologiatoimittajien arvioiden mukaan se on valmis laaja-alaiseen sovelluskehitykseen noin kahden ja puolen vuoden kuluttua (lähde: <http://www.aaltopro.fi/blog/new-york-lontoo-ja-berliini-lohkoketjuosaamisen-keskittymat>). On arvioitu, että lohkoketjuteknologia tulee mullistamaan yhteiskuntien toiminnan internetin tavoin. Sijainnillisuuden ollessa olennainen osa monessa transaktiossa voidaan paikkatiedon ja lohkoketjutekniikan kombinaation omaavan hyvinkin suuria käyttömahdollisuuksia.

Esineiden internet (IoT, Internet of things)

Sanna Kaasalainen, Heidi Kuusniemi (FGI, MML)

Tulevaisuuden ihmisten, esineiden, laitteiden ja palvelujen yhdistyminen luo entistä vahvemman tarpeen paikkatiedoille. Kaikki yhdistyneet laitteet, ihmiset ja esineet on paikannettava, jotta ne voivat kommunikoida keskenään ja havainnoida ympäristöään.

Internetin laajentuminen laitteisiin ja koneisiin tarkoittaa, että ne ovat yhteydessä toisiinsa ja niillä on omat IP-osoitteet. Näin mahdollistuu laitteiden, ajoneuvojen, rakennusten ja muiden kohteiden etäkontrollointi ja -käyttö sekä näiden välinen kommunikaatio. Esineiden internetin on sanottu mullistavan maailmaa yhtä paljon kuin sähkön ja tietokoneiden tulo teollisuuteen ja kotitalouksiin (<http://yle.fi/uutiset/3-8302027>). IoT:n markkinapotentiaalin arvioiminen on hankalaa, mutta joka tapauksessa arviot vaihtelevat välillä 1-7 triljoonaa euroa vuoteen 2020 mennessä. IoT:n kannalta oleellisia ovat erilaiset sensorit ja teknologiat, erityisesti GNSS, joka on välttämätön reaaliaikaisen paikka- ja aikatiedon saamiseksi (<https://www.gsa.europa.eu/2017-gnss-market-report>). Näiden sensorien energiatehokkuuden parantamiseen tarvitaan uusia keinoja. Myös sensorikehitys on erittäin tärkeä tutkimus- ja kehitysala.

IoT hyödyntää myös muita paikkatiedon kannalta oleellisia megatrendejä, kuten Big Dataa. Sovelluksia on rajattomasti, tärkeimpiä niistä ovat esim. logistiikka, jossa ajoneuvot ovat yhteydessä, sähköverkot (esim. etäluettavat sähkömittarit), älykaupungit ja julkinen liikenne, vähittäiskauppa (erityisesti langaton maksuliikenne), teollisuus ja toimitusketjut, terveysala, maatalous ja älyrakennukset. Uudet ratkaisut vähentävät energian ja veden kulutusta, tehostavat liikkumista ja parantavat turvallisuutta ja elämänlaatua. Kaikkiin näihin sovellusaloihin liittyy valtavan suuria markkinaodotuksia. Toisaalta niihin liittyy myös yksityisyyden suojaan ja tietoturvaan liittyviä ongelmia ja uhkia. Myös satelliittipaikannukseen kohdistuvat uhat (kuten häirintä) ovat merkittäviä, sillä IoT on täydellisesti paikkatietoriippuvaista. FGI:llä on tähän liittyen Suomen Akatemian Insure-hanke (<https://insure-project.org/>).

FGI:ssä on tehty paljon esineiden internetiin liittyvää tutkimusta, mm. etäsensorikehitystä (kuten kamerat ja lidarit), liikkuvaa kartoitusta, satelliitti- ja sensoripaikannusta (ml. häirintä) sekä näihin liittyvää ajan mittausta, älyliikenteen tutkimusta ja mobiilitiedon joukkoistamista.

EU tukee innovatiivista ja yritysveltoista IoT ekosysteemiä ja rahoittaa IoT:hen liittyvää tutkimusta (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/fundings/76003>) sekä H2020:n että muiden ohjelmien kautta. Vuonna 2015 käynnistettiin The Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI) (<https://www.aioti.eu/>), joka kokoaa yhteen IoT:hen liittyviä yrityksiä ja tutkimusta.

Lisätietoja:

<https://doi.org/10.21552/EDPL/2016/3/7>

<http://dx.doi.org/10.1109/EURONAV.2016.7530570>

<http://dx.doi.org/10.12716/1001.09.02.04>

<https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>

Ks. myös <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=6488907>

Robotit (itseohjautuvat laitteet)

Hannu Koivula, Harri Kaartinen, Eija Honkavaara, Heidi Kuusniemi (FGI, MML)

Kaikki liikennemuodot ovat kehittymässä kohti automaattisia kulkuneuvoja tai aluksia. Autonomiset autot ovat näistä haastavimpia toteuttaa, mutta myös eniten tutkittu ja kehitetty suuntaus tänä päivänä. Ennen kuin näemme täysin automaattisia autoja tulee niiden absoluuttisen paikannustarkkuuden olla jatkuvasti desimetritasolla; myös kaupunkikanjoneissa ja metsäisillä ja lumisilla tieosuuksilla. Paikannuksen tulee olla myös erittäin luotettavaa. Näihin tavoitteisiin voidaan päästä GNSS:n avulla (Global Satellite Navigation System) siirtymällä usean järjestelmän yksitaajuuslaitteista kaksitaajuuslaitteisiin. Tämä tulee synnyttämään uuden kaksitaajuusmassamarkkinan GNSS-laitteille. GNSS:ää on kuitenkin täydennettävä muilla sensoreilla, etenkin kun tehdään suhteellista paikannusta ympäristön ja ympäröivien kulkuneuvojen suhteen. Autonomisten autojen ja työkonien ohjaus perustuu aina toisiaan tukeviin useiden sensoreiden järjestelmiin, jotka voivat myös olla yhteydessä toisten ajoneuvojen järjestelmiin ja datan kertyessä opettaa sekä itseään että toisia. Tässä onkin suora yhteys myös Big dataan ja syväoppimiseen.

Jo nyt yli 70% maanviljelyyn ja -mittaukseen liittyvistä Droneista on varustettu kaksitaajuisilla GNSS-vastaanottimilla. Vaatimus tarkkuudesta, luotettavuudesta ja häirintäsietoisuudesta tulee edelleen ohjaamaan ammattikäytössä olevia tuotteita kohti kaksitaajuusvastaanottimia.

Meriliikenteen puolella tulemme näkemään miehittämättömiä aluksia. Kehityssuuntana on miehittämättömät alukset ja satamat. Alusten koko suurenee ja logistiikan rooli vahvistuu entisestään. Oleellisia työkaluja ovat mm. PPP (Portable Pilot Unit), joka on liikuteltava navigointityökalu, jonka avulla luotsi voi tuoda suurempia aluksia satamaan sekä satamien logistiikan ja tavarantoiminnan automaatioita.

Autonomisten ajoneuvojen johdosta tarkkojen karttojen ja ympäristöparametrien tarve lisääntyy merkittävästi. Digitaaliset kartat kertovat autolle informaatiota korkeudesta, kaarteiden jyrkkyydestä, kaistojen lukumäärästä, tunneleista, liikennemerkeistä, liittymistä jne. Useimmissa tapauksissa tarkkuusvaatimus on desimetritasolla.

3D-kaupunkimallit tulevat mullistamaan paikannuksen urbaaneilla alueilla. GNSS-paikannusta voidaan helpottaa antamalla korkeus mallilta tunnettuna tietona. 3D-kaupunkimalleja voidaan hyödyntää myös paikannukseen parhaiten soveltuvien signaalien valinnassa tai jopa Shadow Matching -tekniikkaan, jossa paikka ratkaistaan sen perusteella mitä signaaleja ei näy.

On kuitenkin harvinaista, että georeferoidut tietokannat olisivat riittävän tarkkoja tai ajantasalla. SLAM-tekniikalla tietokantaa voidaan päivittää jatkuvasti. Kun tämä liitetään ajoneuvoihin jotka jatkuvasti havaitsevat ympäristöään voidakseen navigoida ilman kuljettajaa voimme hyödyntää tiedon pilvipalveluiden avulla joukkoistamalla saaden jatkuvasti päivittyvän georeferoidun tietokannan.

Miehittämättömät ilma-alukset ovat nopeimmin kehittyviä robottiteknologioita. Miehittämättömistä ilma-aluksista käytetään monia eri nimityksiä, kuten UAV (Unmanned Aerial Vehicle), UAS (Unmanned Aerial System), RPAS (Remotely Piloted Aircraft System), lentorobotti tai drooni. Tässä esityksessä laitteita kutsutaan kansanomaisesti drooneiksi, ja ne voivat olla käyttötarkoituksesta riippuen mm. multi-koptereita tai kiinteäsiipisiä lennokkeja. Droonien käyttöä tarkastellaan kartoitusnäkökulmasta.

Pienten alueiden kartoitukseen soveltuvien droonien ja mittalaitteiden hinnat mahdollistavat jo nyt kustannustehokasta toimintaa. Drooniaineistojen käsittelyyn tarvittavien ohjelmistojen tarjonta on myös kehittynyt nopeasti, joten ilmakehän suunnittelu, sekä lopputuotteiden, kuten ortokuvien ja pintamallien, valmistaminen onnistuu hyvinkin automaattisesti. Drooneja hyödyntävät kartoitussovellukset ovatkin yleistyneet nopeasti. Drooneja hyödynnetään monenlaisissa sovelluksissa, kuten maanmittaus

ja kartoitus, rakennettu ympäristö, täsmämaatalous ja -metsätalous, vesistöjen monitorointi, ympäristövaikutusten arviointi, energiatalous, väylä- ja infrasovellukset, lainvalvonta, turvallisuus sekä tiede ja koulutus.

Drooniteknologia jatkaa räjähdysmäisen nopeaa kehittymistä. Keskeisiä kehittyviä teknologia-alueita ovat mm. lentolaitteet, akut, autopilotit, tiedonsiirto, pilvilaskenta, sensorijärjestelmät sekä data-analysointimenetelmät.

Droonit ovat erinomainen työväline paikkatietoteknologiassa. Drooniin voidaan asentaa mm. laserkeilain, multispektrikamera ja lämpökamera, jolloin se voi käydä hoitamassa jopa autonomisesti kartoitusmittauksia. Drooni voi käsitellä itse tekemiään mittauksia ja/tai lähettää niitä pilvipalveluun, josta ne ovat parhaimmillaan hyödynnettävissä lähes reaaliaikaisesti. Paikannustarkkuudessa tarkkuusmittalaitteita ja -teknologioita käyttäen droonifotogrammetrialla voidaan päästä esim. 5 mm erotuskykyyn ja tarkkuuteen, VRS-mittauksissa tarkkuudet ovat cm-dm tasolla. Pienten liikkeellelähtökustannusten ansiosta droonit ovat erittäin tehokkaita esim. pienialaisissa karttojen ajantasaistustehtävissä tai erilaisissa monitorointitehtävissä, kuten tiestön, tietyömaan tai kaivoksen monitoroinnissa. Droonit mahdollistavat nopean tilannekuvan luomisen, josta on suurta hyötyä mm. erilaisissa poikkeustilanteissa kuten tulipalot, liikennevahingot, joukkotapahtumien monitorointi tai kriisitilanteet. Tulevaisuuden droonit voivat itse hoitaa erilaisia tehtäviä, tai ne voivat lähettää mittaus- ja kartoitustulokset muihin laitteisiin, kuten maataloustraktoreihin tai itseajaviin autoihin, joissa tietoa voidaan hyödyntää erilaisissa toimenpiteissä. Tulevaisuuden automaattisen ja autonomisen droonin toiminnan perusedellytys on tilannetietoisuus, jonka se muodostaa käyttäen SLAM-tekniikoita.

Paikkatietokeskuksen droonikaukokartoituksen tutkimus on koottu DroneFinland tutkimustiimin yhteyteen (www.dronefinland.fi; @dronefinland). Ryhmän erityisosaamista ovat erilaiset sensoriteknikat, erityisesti fotogrammetria, laserkeilaus, hyperspektrikuvaus ja tutkateknikka. Ryhmän visio kuvastaa sen tutkimustoiminnan suuntaviivoja: "Droonit luovat hyvinvointia ja turvallisuutta. Ne näkevät paremmin ja aikaisemmin. Ne voivat myös korvata ihmisen tekemää työtä esim. turvallisuus- tai kustannussyistä. Droonikaukokartoitus rakentaa tulevaisuuden digitalisaation, automaation ja robotiikan perustaa." Ryhmän tutkimuksen kohteena ovat tällä hetkellä mm. fotogrammetrian, laserkeilauksen ja spektrometrian nopeat ja automaattiset sekä autonomiset sovellukset. Droonikaukokartoitusta yhdistetään aktiivisesti erilaisiin paikkatietoratkaisuihin, kuten kuntien kartoitustehtävät, täsmämaatalous, täsmämetsätalous, vedenlaadun mittaus, turvallisuus sekä autonomiset autot. Tärkeä käynnissä oleva tutkimushanke on Tekes Challenge Finland hanke DroneKnowledge, joka on Paikkatietokeskuksen vetämä neljän tutkimuslaitoksen sekä lähes kahdenkymmen yrityksen yhteishanke.

Nykyään droneja hyödynnetään useimmiten suorassa näköyhteydessä (visual line-of-sight; VLOS), jossa kauko-ohjaaja tai kauko-ohjaustähystäjä pitää ilman apuvälineitä yllä suoraa näköyhteyttä kauko-ohjattuun ilma-alukseen. Tällöin tyypillisesti suurin käyttöetäisyys on n. 500 m ja lentotoiminta tapahtuu valvomattomassa ilmatilassa, alle 150 m korkeudella. On kuitenkin odotettavissa että tulevaisuudessa tilanne muuttuu ja ammattilaissovelluksissa toiminta tulee laajamittaisesti mahdolliseksi myös valvotussa ilmatilassa ja näköyhteyden ulkopuolella (beyond visual line-of-sight: BVLOS), mikä mahdollistaa entistä kannattavamman liiketoiminnan.

Keskeiset droonien hyödyntämiseen liittyvät uhkat liittyvät turvallisuusmääräyksiin ja lainsäädäntöön. Drooniteknologiat kehittyvät räjähdysmäisen nopeasti mutta lainsäädäntö tulee hidastamaan niiden täyttä hyödyntämistä vielä pitkään.

Lähteet

https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/gnss_user_technology_report_webb.pdf
<http://www.dronefinland.fi>

Paikannus

Hannu Koivula, Heidi Kuusniemi, Markku Poutanen, Pasi Häkli, Mirjam Bilker-Koivula, Laura Ruotsalainen, Heidi Kuusniemi (FGI, MML)

Satelliittipaikannusjärjestelmien kehittyminen

Globaaleista satelliittinavigointijärjestelmistä (GNSS, Global Satellite Navigation System) täysin toiminnassa ja jatkuvan modernisoinnin alla tällä hetkellä ovat Yhdysvaltojen GPS ja venäläinen GLONASS. Euroopan unionin Galileo ja Kiinan BeiDou ovat käyttöönottoaiheessa, jolloin osa toiminnallisuuksista on käytössä. Galileon on odotettu olevan täysin toimintavalmis vuonna 2020 ja Beidou on parhaillaan laajentumassa paikallisesta järjestelmästä globaaliksi satelliittinavigointijärjestelmäksi vuodeksi 2020. Euroopan oma Galileo tulee tarjoamaan uudentyyppisiä paikannuspalveluja käyttäjilleen: avoin palvelu, julkisesti säännelty palvelu, kaupallinen palvelu sekä pelastuspalvelu. Galileon avoin palvelu tarjoaa maksutonta paikantamis-, navigointi- ja ajanmäärityspalvelua eritoten kuluttajasegmentille ja massamarkkinoille. Galileon avoimen palvelun tarjoama hyvin tarkka ajanmääritys on erittäin tärkeää kriittisissä infrastruktuureissa, kuten sähköverkoissa, sekä tietoliikenteessä ja pankkipalveluissa. Galileon julkisesti säännelty palvelu on varattu valtiolliseen käyttöön. Tässä palvelussa signaali on suojattu ja järjestelmä erityisen vikasietoinen. Säännellyn palvelun toimivuus kyetään turvaamaan myös kriisi- ja poikkeusolosuhteissa. Galileon kaupallinen palvelu, joka on suunniteltu valmistuvan muiden palvelujen käyttöönoton jälkeen, tukee tarkempaa paikanmääritystä maksullisesti palvelutakuulla. Galileon pelastuspalvelu tulee tarjoamaan hätätilanteen paluusignaalin eli järjestelmä kykenee lähettämään hätäsignaalin lähettäneeseen laitteeseen tiedon, että signaali on vastaanotettu ja laite on paikannettu.

Uudet GNSS-järjestelmät (Galileo ja BeiDou) ja jo olemassa olevien modernisointi (GPS ja Glonass) tulevat lisäämään käytettävissä olevien satelliittien ja taajuuksien määrää niin paljon, että paikan määrittäminen haastavammisakin olosuhteissa, kuten katukuiluissa ja metsissä, tulee olemaan tuottavampaa kuin tänä päivänä, kun käytettävissä on vain GPS tai GPS ja Glonass-satelliitit. Kaikki nykyiset tukiasemiin ja tukiasemaverkkoihin sitoutuvat mittausmenetelmät ovat käytettävissä, mutta tuloksia saadaan nopeammin ja luotettavammin.

Precise Point Positioning (PPP) on paikannusmenetelmä, jossa vastaanottimen paikka määritetään yhden GNSS-vastaanottimen avulla. Tekniikassa ei määritetä sijaintia olemassa olevien tukiasemien suhteen vaan se antaa tulokset absoluuttisina koordinaatteina satelliittien ratojen määrittämässä globaalissa koordinaattijärjestelmässä. Tänä päivänä PPP-mittaustekniikka on haastava ja vaatii pitkän alustusajan toimiakseen. Lähitulevaisuudessa on odotettavissa, että PPP-tekniikan alustusajat lyhenevät satelliittien määrän ja taajuuksien kasvaessa. PPP-tekniikkaa voidaan avustaa harvalla tukiasemien verkolla, joka tekee jatkuvasti satelliittipaikannukseen liittyvien virhelähteiden mallinnusta. Jo tänä päivänä on lukuisia kaupallisia yrityksiä, jotka tarjoavat maailmanlaajuisia PPP-korjauspalvelua. Näiden palveluiden korjaukset perustuvat harvaan globaaliin tukiasemaverkkoon ja ne voivat tarjota senttimetrin tason paikannustarkkuutta globaalissa mittakaavassa. PPP-mittausmenetelmän haasteena tulevat olemaan sen tarjoamat aikariippuvat koordinaatit, jotka poikkeavat kansallisista EUREF-FIN -koordinaateista ja siten kansallisesta infrastruktuurista. On erittäin todennäköistä, että Galileon kaupallisen palvelun (CS - commercial service) E6b-signaalin mukana tullaan lähettämään PPP-korjauksia. Tämän johdosta on ensiarvoisen tärkeää ylläpitää FinnRef-verkkoa, jotta pystymme määrittämään aikariippuvat muunnosparametrit globaalista koordinaattijärjestelmästä EUREF-FIN:iin.

PPP-tekniikan käyttöönotto ja lisääntyvät paikannuksen tarkkuusvaatimukset lisäävät paineita dynaamiseen globaaliin koordinaattijärjestelmään siirtymiseksi, missä luovutaan kokonaan kansallisista tai eurooppalaisista koordinaattijärjestelmistä ja käytetään yksinomaan satelliittien määrittämää järjestelmää. Samalla dynaaminen koordinaattijärjestelmä luo aivan uudentyyppisiä kysymyksiä lainsäädännön tasolla, joihin on löydettävä ratkaisu ennen tällaiseen järjestelmään siirtymistä. Toteutuessaan tämä

mullistaisi kaikki paikkatietoon liittyvät nykyiset menetelmät ja käytännöt ja vaatii teknisen ja käytännön toteutusten ohella myös hyvin laajaa koulutusta ja opastusta.

Paikannuksen sovelluskenttä kasvaa kiihtyvää vauhtia vaatien vastaanottimilta lisää ominaisuuksia. Tärkeitä teknologiaa ohjaavia vaatimuksia ovat jatkuvuus eli jatkuva paikannus ympäristöolosuhteista riippumatta, automaation kuten itseohjautuvien autojen ja robotiikan kehitys sekä luotettavat häirintää kestävät yksityisyyden takaavat ratkaisut. Näiden vaatimusten ohjaamana GNSS-vastaanotinteknologian kehitys etenee laajemmalla rintamalla kuin koskaan satelliittipaikannuksen historiassa. GSA:n analyysin mukaan tänä päivänä 65% vastaanottimista tukee useampaa kuin yhtä GNSS-järjestelmää. 2020 mennessä kaikkien uusien vastaanottimien odotetaan käyttävän useampaa GNSS-järjestelmää. Tätä kehitystä johtavat tarkkuus- ja massatuotantovastaanottimet, joista jo 30% kykenee vastaanottamaan signaaleja neljästä GNSS-järjestelmästä. Uusien vastaanottimien käyttöönottoa turvallisuuskriittisissä sovellutuksissa kuten ilmailussa hidastaa kuitenkin tarve ensin validoida uudet menetelmät ja standardointi. Useampien GNSS-taajuuksien hyväksikäyttö on jo harvinaisempaa. GSA:n mukaan 30% vastaanottimista, pääasiassa tarkkuusvastaanottimia, käyttää useampaa taajuutta. Useamman taajuuden käyttöönotto on hitaampaa kuin useamman GNSS-järjestelmän hyväksikäyttö. Pääasiallisina syinä on lisääntyvä prosessointitehovaatimus, virrankulutus ja hinta. On kuitenkin näköpiirissä, että automaation johdolla tullaan vaatimaan parempaa tarkkuutta, luotettavuutta ja jatkuvuutta ja tämä johtaa väijäämättä 2-taajuusvastaanottimien lisääntymiseen markkinoilla. Teollisuus ja tutkimussektori ovat avainasemassa tässä kehitystyössä. Useamman taajuuden ja järjestelmän yhteiskäytöllä on mahdollisuuksia päästä vähitellen kohti monelle tulevaisuuden sovellukselle kriittistä suurtarkkuuspai- kannusta, jossa kuitenkin edelleenkin tullaan tarvitsemaan tukea virhekorjauksiin tukiasemaverkosta.

GNSS-vastaanotinteknologian ja sovellusten kehitys voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

1. Kuluttajille suunnatut massamarkkinaratkaisut pitävät sisällään korkean volyymin ratkaisuja mm. puhelimiin, tabletteihin, esineiden internettiin, ajoneuvojen navigaattoreihin jne. Tyypillisiä vaatimuksia on nopea paikkaratkaisu ja saavutettavuus. Tarkkuus ei ole kriittinen komponentti.
2. Liikenteen turvallisuus- ja vastuukriittiset ratkaisut. Tyypillisinä ratkaisuinä mm. tietullit, onnettomuushälytykset (eCall), meriliikenteen navigointi ja hallinta, törmäyksienestojärjestelmät, ammattimainen UAV-toiminta, siviili-ilmailu jne. Tyypillisiä vaatimuksia ovat luotettava paikka- ja navigointiratkaisu, ratkaisun eheys (integrity) ja autentikointi. Näitä ratkaisuja ohjaavat turvallisuusvaatimukset ja standardit.
3. Tarkkuus-, aika- ja omaisuus-kriittiset sovellukset. Laaja skaala sovelluksia maanmittauksen ja geodesian alalta. Omaisuuden seuranta kuten konttien seuranta ja laivueiden hallinta. Aika- ja synkronointiriippuvia sovelluksia on mm. puhelin- ja dataoperaattoreilla, pankkisektorilla ja energiayhtiöillä. Tyypillisiä vaatimuksia ovat korkeat tarkkuusvaatimukset sekä paikan, että ajan suhteen.

Suurelle osalle sovelluksista, joille riittää heikompi tarkkuus, riittää yhden signaalin hyväksikäyttö. Tänä päivänä tämä signaali kulkee taajuudella L1/E1, mutta tulevaisuudessa myös L5/E5 tulee olemaan varteenotettava vaihtoehto. Korkeamman tarkkuuden sovelluksissa vaaditaan vähintään kaksitaajuusvastaanottimia, jotta ionosfäärin vaikutus voidaan minimoida ja ratkaista alkutuntemattomat tehokkaasti. Tänä päivänä käytetään yleensä L1 ja L2 taajuuksia (poislukien massamarkkinavastaanottimet, jotka hyödyntävät pelkästään L1), mutta tulevaisuudessa L5:n merkitys tulee kasvamaan koska se on saatavissa useammista satelliiteista kuin L2 (Galileo ja BeiDou eivät tue L2:ta). L5 on myös 3 dB voimakkaampi ja toimii paremmin peitteisessäkin maastossa. Tarkimmat sovellukset voivat hyötyä kolmen taajuuden käytöstä alkutuntemattomien ratkaisussa käyttäen uusia algoritmeja kuten TCAR tai Extra-wide laning. Turvallisuuskriittisille sovelluksille, jotka vaativat ylimääritystä ja vastustuskykyä häirintää vastaan kaksitaajuusratkaisut (L1/E1+L5/E5) tulevat olemaan paras ratkaisu, lisätynä jollakin autentikointimekanismilla. Tulevaisuuden paikannuksen tulee kyetä älykkäästi valitsemaan sensorit ja signaalit, joiden avulla saavutetaan luotettavasti vaadittu tarkkuus ja luotettavuustaso riippumatta paikannusympäristöstä.

Trendit ajavat siis kohti (L1/E1 ja L5/E5) kaksitaajuusvastaanottimia (vrt. autot). Näiden hinnat laskevat ja niitä voi käyttää myös muussa ammattikäytössä kuten maanmittauksessa, maanviljelyssä ja ra-

kennustöissä. Tarkimmissa sovelluksissa ulkotiloissa tullaan tulevaisuudessakin GNSS:n lisäksi käyttämään alueellisia tukipalveluja kuten RTK, NRTK. Samanaikaisesti PPP-tekniikka kehittyy ja haastaa DGNSS tekniikan tarjoten desimetritasoa parempaa paikannusta tosiajassa. PPPn merkitys tulee erityisesti kasvamaan alueilla joissa RTK-palvelua ei ole saatavissa. Tulevaisuudessa cm-tarkkuuteen RTK tulee säilyttämään asemansa tarjoten välittömän tarkan ratkaisun, mutta PPP nousee rinnalle tarjoten minimisijoituksen laitteisiin ja maailmanlaajuisen kattavuuden. SBAS:n lisäksi on lukuisia maailmalaajuisia korjauspalveluja jotka tarjoavat korjausdataa geostationäärisiltä satelliiteilta ja tukevat PPP- ja DGNSS ratkaisuja mahdollistaen paikannusta senttimetritasosta metritasoon globaalissa järjestelmässä. Tällaisia palveluja on mm. OmniStar, TerraStar, RTX, Starfix, Atlas, jne.

Yksikään paikannusjärjestelmä ei yksinään pysty täyttämään kaikkia tarpeita. Nähtävyyksiä etsivälle turistille suunnattu teknologia ei välttämättä ole oikea teknologinen ratkaisu lentokoneiden laskeutumisen automatisointiin. Tulevaisuudessa kaikkein edistyneimmät systeemit pystyvät arvioimaan käyttötärpeen ja tarjoamaan tarpeeseen optimoidun paikannusratkaisun. GNSS on tällä hetkellä nykytekniikoista kustannustehokkain ulkona käytettävä paikannusmenetelmä ja tulee sellaisena säilymään lähitulevaisuudessakin.

Tulevaisuuden merkittävänä haasteena on varmistaa, että globaalien ja alueellisten palveluiden tuotama aineisto ja rekistereihin ja tietokantoihin kerätty paikkatieto on keskenään yhteensopivaa ja eri järjestelmien sisäinen hyvä tarkkuus saadaan realisoitua kansallisessa mittakaavassa. Tämän johdosta geodeettiset referenssiasiemat, jotka kykenevät useiden GNSS-järjestelmien käyttöön tulevat yhä tärkeämmiksi. Näiden asemien avulla tuotetaan lisäpalveluja, jotka tarkentavat paikannusta alueellisesti ja varmistavat eri järjestelmien yhteensopivuuden alueellisesti.

Satelliittipaikannuksessa vastaanotetut signaalit ovat erittäin heikkoja ja haavoittuvaisia häirinnälle. Häirintä voi olla luonnollista kuten ionosfäärin aktiivisuus, tietoliikennelähetysten aiheuttamat häiriöt tai tahallista häirintää. Tulevaisuuden haasteena on löytää ratkaisuja häirinnän havaitsemiseen ja siitä toipumiseen. Tahallisen GNSS-häirinnän ongelma havainnollistui jo vuonna 2009, kun navigointijärjestelmät kaatuivat Newarkin lentokentällä Yhdysvalloissa. Kaatumisen aiheutti halpa ja vähävirtainen häirintälaitte (jammer), joka oli kentän ohi ajaneessa kuorma-autossa. Internetistä saatavilla olevat häirintälaitteet ovat kuitenkin useimmissa maissa laittomia. Rikolliset ovat kuitenkin omaksuneet uuden häirintäteknologian - varkaat ovat anastaneet autoja ja häirinneet niiden GNSS-sijaintitietoja. Häiriötä mahdollisesti suurempi riski on harhautus (spoofing), väärän GNSS-signaalin luominen havaintolaitteiden sijainti- tai aikatietojen muuttamiseksi. Harhautusta voisi käyttää ketkä tahansa, jotka hyötyisivät rahallisesti GNSS:n huijaamisesta, kuten kielletyillä vesillä kalastavat, tiemaksuja välttelevät autoilijat ja finanssikaupassa huijaavat tahot. GNSS-häirintää ja -harhautusta voidaan tunnistaa vastaanottimessa analysoimalla sisään tulevia signaaleja (algoritmein ja moniantenniratkaisuin) sekä avustamalla GNSS-vastaanotinta muilla sensoreilla. Euroopan Galileon viranomaissignaali (PRS) on varta vasten suunniteltu häiriönkestävämmäksi häirinnälle ja etenkin harhautukselle.

Galileon PRS-signaali on laajakaistainen, avoimia navigointisignaaleita suurempitehoinen ja salattu, jolloin se on suojattu tahalliselta häirinnältä ja harhautustarkoitukseen lähetetyiltä väärennetyiltä signaaleilta. Paikkatietokeskuksessa tehdään aktiivisesti tutkimusta häirinnän ja harhautuksen vaikutuksista, tunnistamisesta ja niistä toipumisesta - myös PRS-signaalin saralla.

Lähteet:

https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/gnss_user_technology_report_webb.pdf
<https://www.viestintavirasto.fi/kyberturvallisuus/viestintavirastontietoturvapalvelut/prs-toiminto.html>
<http://www.tivi.fi/Arkisto/2012-02-22/Gps-hy%C3%B6kk%C3%A4ys-voi-aiheuttaa-laivaonnettomuusia-ja-p%C3%B6rssikaoksen---h%C3%A4irint%C3%A4laitteita-on-liikkeell%C3%A4-3190199.html>

Kriittiset geodesian infrastruktuurit

Koordinaattijärjestelmä on yksi geodesian ja yleisemmin kaiken paikkatiedon kriittisistä infrastruktuureista. Koordinaattijärjestelmä tarjoaa perustan kaikelle paikkatiedolle (koordinaateille) ja ilman tarkkaa

ja homogeenista koordinaattijärjestelmää tarkatkin koordinaatit ja modernit paikkatietosovellukset menettävät merkityksensä. Kansainvälisesti yhtenäiset koordinaattijärjestelmät ja kaikkialla käytettävissä oleva satelliittipaikannus ovat luoneet edellytykset sekä paikkatietojen globaalille käytölle että niiden yhä keskeisemmälle asemalle ja palveluille jokapäiväisessä elämässämme. YK:n vuoden 2015 päätöslauselmassa kestäväan kehitykseen perustuvasta globaalista geodeettisesta koordinaattijärjestelmästä todetaan, että yksikään maa ei kykene yksin luomaan ja ylläpitämään globaalia koordinaattijärjestelmää. Tarvitaan laajaa kansainvälistä yhteistyötä, johon päätöslauselma jäsenvaltioita kehottaa. Ainoastaan osana kansainvälistä verkkoa voidaan taata järjestelmien tarkkuus ja yhteensopivuus.

Suomen koordinaatti-, korkeus- ja painovoimajärjestelmät pohjautuvat eurooppalaisiin verkkoihin ja määrittelyihin. Samalla ne ovat osana maailmanlaajuisista geodeettisista verkkoja. Näin Suomi osaltaan ja YK:n päätöslauselman mukaisesti tukee globaaleja koordinaattijärjestelmiä ja paikannuspalveluita, mutta toisaalta hyötyy siitä että kansallinen infrastruktuuri on joko suoraan globaalissa järjestelmässä tai yhteys siihen tunnetaan tarkasti. Tämän edellytyksenä on, että kansalliset geodeettiset infrastruktuurit pidetään ajantasaisina ja niitä kehitetään kansallisen ja kansainvälisen tutkimuksen ja yhteistyön avulla. Näin toimien luodaan edellytykset sille, että pysymme paikkatiedon osalta kehityksen kärjessä ja että voimme käyttää moderneja paikkatiedon sovelluksia. Älyliikenne, valtakunnalliset infrastruktuurit kunnallistekniikat, rakennusteollisuus, nykyaikainen maatalous, ilmastomuutosten vaikutusten arviointi mm. tulvasuojelussa, kaivosalan sovellukset, Puolustusvoimien tarpeet ja ylipäätään kaikki tarkkaa GNSS-paikannusta hyödyntävät paikkatietosovellukset ovat esimerkkejä sovelluksista, jotka vaativat tarkkaa ja homogeenista koordinaattijärjestelmää ja usein siihen liittyvää tarkkaa paikannuspalvelua.

Geodeettisten perusjärjestelmien suurimpina haasteina ovat maankuoren liikkeet ja osin globaaleista ilmiöistä (mannerlaattojen liike, jäätiköiden sulaminen, merenpinnan nousu, maan asennon muutokset) ja osittain alueellisista ja paikallisista ilmiöistä johtuen (maannousu, maanjäristykset, vulkaaninen toiminta, jne). Eri osissa Eurooppaa ne ovat hyvinkin erilaisia ja eri suuruisia aiheuttaen merkittävän ongelman käsitellä ilmiöiden vaikutuksia yhtenäisesti Euroopan alueella. Samalla tämä tarkoittaa sitä, että kansallisella tasolla ilmiöiden jatkuva määrittäminen ja seuraaminen on oleellista, koska muutoksia ei voida johtaa muiden maiden tai alueiden havainnoista. Pohjoismailla on omana erityispiirteensä ja samalla geodeettisena haasteena edellisen jääkauden jälkeinen maankohoaminen, joka vaatii erityisosaamista. Tätä geodeettista tietämystä ja Suomeen räätälöityjä järjestelmiä ei voida hankkia tuontivarana tai lyhytjänteisenä projektitutkimuksena, vaan niiden on oltava osa yhteiskunnan perustoimintoja. Tämän lisäksi tarvitaan pitkäjänteistä monitorointia ja tutkimustietoa siitä kuinka järjestelmät muuttuvat ajan myötä. Geodesian merkitystä ovat lisäksi korostaneet ilmastonmuutoksen syiden ja seurausten lisääntyvä tutkimus sekä luonnonkatastrofeista suoranaisesti tai välillisesti aiheutuneiden tuhojen mittaaminen ja mahdollinen ennakointi. Osa näistä koskee myös Suomea. Uudet haasteet, kuten dynaaminen koordinaattijärjestelmä, tulevat lähivuosina muuttamaan tapaamme käsitellä paikkatietoa.

Tulevaisuuden koordinaattijärjestelmät

Tarve nykyisten koordinaattijärjestelmien täydelliseen muutokseen on toisaalta seurausta geodesian teknologian kehityksestä, toisaalta ulkoisista vaatimuksista. Uusien sovellusten, kuten älyliikenteen, myötä vaatimukset tarkkuudesta, luotettavuudesta ja ajantasaisuudesta ovat siirtyneet tasolle, joka on haasteellinen jopa modernille geodesialle.

Paikkatiedon tarkkuusvaatimukset ovat mittausteknologian kehittyessä kasvaneet ja useissa georeferointiin liittyvissä töissä on alettu vaatia parempaa tarkkuutta kuin mitä olemassa olevat staattiset järjestelmät pystyvät tarjoamaan. Staattinen koordinaattijärjestelmä perustuu kiintopisteisiin, joiden koordinaatit eivät muutu ajan myötä. Mannerlaattojen liikkeet heikentävät tällaisen järjestelmän absoluuttista tarkkuutta globaaliin koordinaattijärjestelmään nähden ja Pohjoismaissa tapahtuva maannousu aiheuttaa deformaatioita eli järjestelmän sisäinen tarkkuus huonontuu ajan myötä. Perinteisesti tämä on johtanut koordinaattijärjestelmien ajoittaiseen uudistamiseen. Järjestelmää uudistettaessa (muuttaman kymmenen vuoden välein) kaikki muunnetaan uuteen järjestelmään. Työ on valtava, eikä sitä voida tehdä kovin usein.

Yhtenä vaihtoehtona on tarkka paikannus havaintohetken globaalissa koordinaattijärjestelmässä (esim. satelliittipaikannuksella), mutta paikkatieto tallennetaan kansallisessa staattisessa koordinaattijärjestelmässä. Tämä vaatii muunnoksen joka huomioi näiden kahden järjestelmän väliset muutokset kuten mannerlaatan liikkeet ja maankohoamisen vaikutuksen havaintohetken ja kansallisen järjestelmän referenssijankohdan välillä. Tällaista järjestelmää kutsutaan semi-dynaamiseksi koordinaattijärjestelmäksi. Pohjoismaisessa Geodeettisessa Komissiossa on määritetty yksi tällainen muunnos, mutta työ on vasta alussa ja vaatii vielä lisätutkimusta mm. maannousumallien parantamiseksi. Semi-dynaamisen koordinaattijärjestelmän käyttöönoton mahdollistaminen tulee olemaan lähivuosien suurimpia haasteita paikkatiedon käsittelyssä.

Vielä suurempi harppaus on täysin dynaamiseen koordinaattijärjestelmään siirtyminen kaikessa paikkatiedon keruussa, tallennuksessa ja analysoinnissa. Tällöin kaikki koordinaatit ja myös korkeus muuttuvat jatkuvasti ajan myötä ja paikkatieto on suoraan yhtenevä GNSS-järjestelmien globaalin koordinaattijärjestelmän kanssa ilman muunnoksia. Tämä asettaa valtavat haasteet sekä tiedon tallettamiselle, että lainsäädäntöön. Australia on päättänyt siirtyä tällaisen järjestelmään, ja pohjoismaisena yhteistyönä tutkitaan mahdollisuutta luoda Islantiin vastaava dynaaminen järjestelmä.

Satelliittipaikannuksen tarkkuuden paraneminen johtaa siis siihen, että on paineita siirtyä vanhasta passiivisesta koordinaattijärjestelmän määrittelystä aktiiviseen määrittelmään. Tämä on minimiedellytys sille, että voimme hyödyntää semi-dynaamista tai dynaamista järjestelmää. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että passiivisten maastossa olevien kiintopisteiden sijaan kansallinen EUREF-FIN -järjestelmä määritetään aktiivisten kiintopisteiden (FinnRef-asetat) avulla. Tällöin semi-dynaamisella mittauksella saadut hieman aiemmasta poikkeavat koordinaatit korvaavat tarkempina rekistereissä olevat pisteiden staattiset koordinaatit. Siirtymällä aktiiviseen määrittelmään voidaan minimoida kymmenien tuhansien kiintopisteiden ylläpito ja keskittyä vain valitun pistejoukon säännölliseen seurantaan.

Kymmenen vuoden kuluessa on suurella todennäköisyydellä käytössä joko dynaaminen tai semidynaaminen järjestelmä. Dynaamisen tapauksessa se tarkoittaa myös massiivista koulutusta ja käyttäjien opastusta, lainsäädännössä tapahtuvia muutoksia ja rekisterien ja vastaavien täydellistä uudistamista. Jos siirrytään semidynaamiseen järjestelmään, ovat käyttäjän näkökulmasta muutokset paljon pienemmät, mutta järjestelmän käyttämiseksi on luotava asiantuntijoiden avulla menetelmä jolla järjestelmää ja sen tarkkuutta ylläpidetään. Asiantuntijatasolla työmäärässä ja tarvittavissa toimenpiteissä ei ole juurikaan eroa dynaamiseen järjestelmään nähden. Sen sijaan paikkatiedon tuottajille, käyttäjille ja analyysejä tekeville dynaaminen koordinaattijärjestelmä tuo lisähaasteita.

Metsähovin tutkimusasema paikkatiedon perustana

Maa- ja metsätalousministeriön sekä Maanmittauslaitoksen investoinneilla on uudistettu kaikki suuret geodeettiset havaintolaitteet Metsähovin geodeettisella perusasemalla vuosina 2014-2018. Asema on osa globaalia ja eurooppalaista geodeettisten perusasemien verkkoa ja on siten Suomen tärkein linkki globaaleihin koordinaattijärjestelmiin ja palveluihin. Se on myös kansallinen kontribuutio YK:n päätöslauselmaan globaaleista koordinaattijärjestelmistä.

Metsähovin havainnot käytetään mm. globaalien koordinaattijärjestelmien määrittämisessä ja ylläpidossa sekä paikannussatelliittien tarkkojen ratojen laskennassa. Ilman Metsähovin kaltaisia perusasemia ei esimerkiksi nykyisen kaltainen tarkka paikannus ja paikannussatelliittien toiminta ylipäätään olisi mahdollista. Vastaavia asemia on maailmassa vain tusinan verran. Metsähovia kehitetään jatkosakin sekä menetelmien, että mittalaiteteknologian osalta, jotta tutkimusaseman paikka maailman johtavien geodeettisten perusasemien joukossa säilyy.

Kymmenen vuoden kuluessa ensimmäisten uusien laitteistojen perushuolto lähestyy, mutta ne ovat edelleen ajan tasaisia ja Metsähovin laitekanta täyttää maailman perusasemille asetetut vaatimukset.

Kansallinen satelliittipaikannusinfrastruktuuri (FinnRef)

Kansallisen paikkatiedon perusta ja linkki globaaliin järjestelmään on Suomen pysyvä GNSS-verkko

FinnRef. FinnRef-verkko takaa tarkat ja luotettavat koordinaatit kaikkeen käyttöön. Ilman FinnRef-verkkoa ei vastaavaa kansallista järjestelmää olisi mahdollista luoda, ja samalla se on osa eurooppalaista geodeettista perusverkkoa, johon nykyinen eurooppalainen koordinaattijärjestelmä perustuu. Tulevaisuudessa verkon merkitys korostuu entisestään, sillä sen kehittämisen ja tihentämisen myötä se on myös kansallisen korkeus- ja painovoimajärjestelmän perusverkko. Dynaamisen tai semidynaamisen koordinaatiston käyttöönotto tulevaisuudessa vaatii aktiivisen seurantajärjestelmän, joka tulee pohjautumaan FinnRef-verkkoon. Se on myös pohja GNSS-signaalien laadunvalvontapalvelulle, joka varoittaa käyttäjiä kun GNSS-järjestelmässä on vikaa tai se on käyttökelvoton.

Maanmittauslaitos on tällä hetkellä kehittämässä FinnRef-verkkoon perustuvaa paikannuspalvelua vastaamaan ensivaiheessa oman tuotannon tarpeita. Kehitystyötä tehdään koko valtionhallinnon ja yhteiskunnan tarpeet huomioiden. Kehitysprojekti valmistuu vuonna 2019. Samanaikaisesti Sipilän hallituksen loppukauden toimintasuunnitelman kärkihankkeen 2 (Rakennetaan digitaalisen liiketoiminnan kasvuympäristö) eräänä päätoimena on: "Valmistellaan Satelliittinavigoinnin tehokas hyödyntäminen Suomessa -toimenpideohjelma".

http://vnk.fi/documents/10616/4610410/Toimintasuunnitelma+H_5_2017+280417.pdf

Perustoimintansa lisäksi FinnRef-verkko tarjoaa palveluja valtion- ja julkishallinnolle, sekä avointa dataa ja paikannuspalvelua, jonka päälle yksityiset yritykset voivat rakentaa omia palveluita ja tuottaa lisäarvoa. Lisäksi se tarjoaa suojattua paikannuspalvelua valtion kriittisille toimintoille (puolustusvoimat, turvallisuussektori, verotus jne). Dataa voidaan käyttää myös tutkimukseen joko kansallisissa tai kansainvälisissä projekteissa.

Vastaanottimien uudistaminen tulee ajankohtaiseksi noin kymmenen vuoden kuluessa, jotta ne täyttävät uusimmat vaatimukset. Samalla on kuitenkin huolehdittava olemassa olevan infrastruktuurin säilymisestä muuttumattomana, koska dynaamisen tai semidynaamisen järjestelmän tarkkuus ja luotettavuus perustuu siihen.

Painovoimajärjestelmän ja -laitteiden kehitys

Painovoimajärjestelmät perustetaan tällä hetkellä niin, että absoluuttigravimetreilla mitataan harva runkoverkko ja sitä tihennetään relatiivimittauksilla. Suomen ensimmäisen luokan painovoimaverkko koostuu 50 absoluuttigravimetrilla ulkona mitatusta pisteestä. Noin 35000 alemman luokan pistettä on mitattu relatiivigravimetrilla. Painovoimamuutosta seurataan absoluuttigravimetrilla kymmenellä sisäpisteellä GNSS-aseilla. Painovoimamittauksia käytetään mm. malminetsinnässä, geofysiikan tutkimuksessa ja erityisesti paikannuksessa tärkeässä asemassa olevan geoidimallin laskennassa.

Geoidimalli tarvitaan, kun GNSS-korkeuden määrittämisessä halutaan korkeuksia kansallisessa korkeusjärjestelmässä. Kun GNSS-mittaukset tarkentuvat, kasvavat paineet parantaa geoidimallien tarkkuutta. Lisäksi moni maa harkitsee siirtymistä korkeusjärjestelmään, joka perustuu GNSS-menetelmiin. Esimerkiksi Kanada ja Uusi-Seelanti ovat jo siirtyneet GNSS:ään pohjautuvaan korkeusjärjestelmään. On mahdollista, että myös Suomi siirtyy tulevaisuudessa korkeusjärjestelmään, joka perustuu GNSS-menetelmiin. Sellaisessa korkeusjärjestelmässä geoidimalli on välttämättömässä asemassa ja tarkkuusvaatimukset geoidimallille tiukentuvat. On epätodennäköistä, että nykyisellä painovoima-aineistolla ja geoidilaskentamenetelmillä on mahdollista laskea geoidimalli, joka täyttää kymmenen vuoden päästä GNSS-korkeuden määrittämismenetelmien tarpeet. Tulevien kymmenen vuoden aikana sekä painovoima-aineistot että geoidilaskentamenetelmät tarvitsevat kehitystä, jotta kymmenen vuoden päästä geoidimallit olisivat riittävän tarkkoja GNSS-mittausvaatimuksiin nähden. Jos tätä kehitystä ei tapahdu tai se on liian hidasta, uhkana on, että geoidimalli on tulevaisuudessa GNSS-mittauksien heikoin lenkki.

Maailmassa ollaan perustamassa uusi globaali absoluuttipainovoimareferenssijärjestelmä. Toisin kuin vanhat globaali painovoimajärjestelmät, jotka perustuvat painovoimapisteesiin, järjestelmä tulee perustumaan absoluuttigravimetreihin, absoluuttigravimerivertailuihin ja painovoimareferenssiasemiin, joissa on jatkuva painovoimamonitoointi. Järjestelmä suunnitellaan niin, että se on linkittyä SI-yksiköihin. Metsähovin asema, jossa on gravimetrien vertailumahdollisuus ja jatkuva painovoimamonitoointi sekä

Paikkatietokeskuksen absoluuttigravimetri, joka on kansallinen mittanormaali ja jolla on todettu jäljitettävyys SI-yksiköihin, tulee olemaan osana uutta globaalia järjestelmää. Uuden järjestelmän realisointi on vielä alkuvaiheessa ja tulee tapahtumaan seuraava kymmenen vuoden aikana.

Uhkana on, että uuden globaalipainovoimajärjestelmän jäljitettävyys SI-yksiköihin jää heikoksi vähäisen mittanormaali-laboratorioihin kuuluvien absoluuttigravimetrien määrän takia. Mittanormaali-laboratorioihin kuuluvien absoluuttigravimetrien määrä on maailmassa hitaasti kasvamassa, mutta absoluuttigravimetrien määrä on kokonaisuudessaan kasvamassa erittäin nopeasti. On olemassa riski, että Suomessa päätetään lopettaa putoamiskiihtyvyyden mittanormaali-toiminta (jossa absoluuttigravimetri on mittanormaali), jolloin ei vain Suomen, mutta myös koko Pohjoismaiden ja Baltian maiden asema globaalissa järjestelmässä heikentyy.

Nykyiset absoluuttigravimetrit perustuvat vapaapudotuksen menetelmään. Nämä gravimetrit ovat siirrettävissä paikasta toiseen, mutta se on vaivalloista. Tarkemmat mittaukset kestävät pari päivää ja mittaukset voidaan tehdä vain sisällä. On olemassa absoluuttigravimetreja, joilla mittaukset voi tehdä ulkona ja nopeammin, mutta niiden tarkkuus ja luotettavuus on heikompi. Relatiivipainovoimamittaukset ovat nopeita ja helppoja tehdä.

Muutamassa paikassa maailmassa kehitetään atomigravimetreja. Tällä hetkellä laitteet ovat vielä kehitysvaiheessa. Ne ovat vielä paljon isompia ja hankalampia siirtää kun nykyiset vapaapudotuksen laitteet ja mittaustarkkuus on samalla tasolla tai huonompi kun nykylaitteilla. On kuitenkin odotettavissa, että atomi-laitteiden kehitys jatkuu ja 2027 mennessä on olemassa toimiva, helposti siirrettävä atomigravimetri, jonka mittatarkkuus ja -luotettavuus ovat yhtä hyviä tai parempia kun nykyisten laitteiden. Silloin atomigravimetrit voivat korvata relatiivigravimetrit alemman luokan painovoimamittauksissa ja jopa nykyiset absoluuttigravimetrit ylemmän luokan painovoimamittauksissa.

Maanpäällisiin absoluutti- ja relatiivipainovoimamittauksiin vaikuttavat lähiympäristön massat ja mas-savaihtelut. Painovoimasatelliitit havaitsevat isommat painovoimakuviot ja isomman skaalan massa-muutokset. Painovoimasatelliitit CHAMP, GRACE ja GOCE ovat parantaneet tietojamme Maan painovoimakentästä huomattavasti. GRACE-satelliittipari on mahdollistanut painovoimavaihtelujen seurannan globaalisti ja niiden mittauksien avulla on pystytty määrittämään mm. kuinka paljon jäätä on lähtenyt jäätiköistä. GRACE-missio on lähestymässä loppuaan. Uutta GRACE-missiota valmistellaan ja GRACE-FO lähtee avaruuteen vuonna 2018. Näin varmistetaan globaalien painovoima-aikasarjojen jatkuvuus. Geodesian yhteisö pyrkii siihen että, kaukokartoitussatelliittien tapaan, GRACE-tyyppisiä painovoimasatelliitteja tulee olemaan jatkossakin aina avaruudessa, jotta tulevaisuudessakin voidaan käyttää globaaleja painovoima-aikasarjoja globaalimuutosten seurantaan.

Lähteet:

IAG Resolution (No. 2) for the establishment of a global absolute gravity reference system, Prague, Czech Republic 2015. https://iaq.dgfi.tum.de/fileadmin/IAG-docs/IAG_Resolutions_2015.pdf
CCM – IAG Strategy for Metrology in Absolute Gravimetry, Role of CCM and IAG. In Report of the IAG – Travaux de l’AIG 2011-2015. Commission 2 – Gravity Field, Annex 1, pp 230-238
https://iaq.dgfi.tum.de/fileadmin/IAG-docs/Travaux2015/02_Commission_2_Report_2011-2015.pdf

Jokapaikan paikannus

Satelliittipaikannuksen tarjoamien mahdollisuuksien myötä yhteiskunnan uudet infrastruktuurit on rakennettu riippuvaisiksi tarkan sijainti- ja aikaratkaisun varaan. Tarkka sijaintitieto on myös lisännyt turvallisuutta, sillä esimerkiksi pelastushenkilökunta löytää apua tarvitsevan helposti ja nopeasti, pian ajoneuvot osaavat jopa itse hälyttää apua lähettäen sijaintitietonsa onnettomuuden sattuessa. Arkielämässä sijaintitieto on myös jatkuvasti läsnä. Paperikarttojen käyttö on loppunut lähes kokonaan, kun ihmiset ovat siirtyneet käyttämään kattavaa ja helppoa navigointia erilaisilla kannettavilla laitteilla. Iso osa elämää helpottavista sovelluksista käyttää sijaintitietoa, kuten esimerkiksi joukkoliikenteen palvelut, esimerkiksi TripAdvisor ravintoloiden ja nähtävyyksien etsimiseen sekä lentokenttien opastusohjelmat.

Ihmiset viettävät suurimman osan ajastaan ympäristöissä, joihin satelliittipaikannus ei tarjoa riittävää sijaintitarkkuutta tai -kattavuutta. Erityisen haastavaa on sijaintitiedon muodostaminen sisätiloissa, joissa vietetään nykyään jopa 90% ajasta. (<https://indoor.lbl.gov/sites/all/files/lbni-47713.pdf>). Yhteiskunnassa on siis valtava tarve kaikkialla saumattomasti ja vaivattomasti toimivaan jokapaikan paikannukseen.

Satelliittipaikannus tarjoaa ulkotiloissa paikanmäärittystä globaalissa koordinaattijärjestelmässä. Tarkkuus vaihtelee ympäristötekijöistä sekä käytössä olevasta vastaanotinteknologioista ja mahdollisista avustejärjestelmistä tai referenssiverkoista riippuen. Sisätiloihin mentäessä satelliittien signaalit ovat usein aivan liian heikkoja vastaanotettavaksi, joten tarvitaan täydentäviä teknologioita muun muassa sisätiloissa ja tunneleissa tapahtuvaan paikanmäärittelyyn. Myös kaupunkialueilla korkeat rakennukset häiritsevät satelliittisignaalien etenemistä.

Satelliittipaikannuksen tueksi sisätiloissa ja muissa satelliittipaikannukselle haastavissa ympäristöissä tarvitaan muita paikannustekniikoita, jotta esimerkiksi jalankulkijan navigoinnista ulkoa sisätiloihin saadaan saumatonta, tarkkaa ja vaivatonta, kuten useimmissa paikkaperustaisissa palveluissa on tarpeen. Avustavia navigointiteknologioita ovat sensoritekniikat ja näistä erityisesti inertianavigointitekniikka sekä langattomat paikannusmenetelmät. Langattomiin paikannustekniikoihin kuuluvat muun muassa matkapuhelintukiasemasignaaliin perustuva paikannus (esimerkiksi 4G), langattoman lähiverkon signaalivoimakkuuksien mittaamiseen perustuvat menetelmät (esimerkiksi WLAN), Bluetooth-tekniikkaan perustuva paikannus, RFID-siruihin pohjautuva etätunnistinpaikantaminen, ultraääni- ja infrapunapaikannus sekä UWB-signaaleihin (ultra wideband) perustuva aikaviiveperusteinen paikannus.

Jokapaikan paikannus on tällä hetkellä teknisesti ja kaupallisesti vielä iso haaste, kun kaikenkattavia kustannustehokkaita teknologiaratkaisuja ei ole löytynyt, mutta eri sovellusalueilla vallitsee yhä suureneva tarve esineiden ja ihmisten sijainninmäärittelykselle. Yllä mainittujen tekniikoiden avulla saadaan ratkottua sijainninmäärittelyksen haasteita paikallisesti, mutta jokapaikassa toimivaa ratkaisua ei ole vielä olemassa. Yllä mainituista menetelmistä matkapuhelinpaikannus on saatavilla kattavasti, mutta sen tarkkuus ei riitä useimpiin paikannustarpeisiin. Muut langattomia radiosignaaleja käyttävät menetelmät tarvitsevat alueen etukäteisvalmistelua ja ovat täten hyvin paikallisia. Sensorit tuottavat käyttäjän liiketietoa, jota voidaan edelleen hyödyntää sijainninmäärittelyyn, mutta saadun ratkaisun tarkkuus kärsii laitteiden tuottamista mittausvirheistä. Jokapaikan sijainninmäärittelyksen tuleekin tukeutua mainittujen tekniikoiden älykkääseen yhdistämiseen, jotta ratkaisu on skaalautuva. Oleellista olisi, että tulevaisuudessa käyttäjällä olisi yksi laite, joka osaisi automaattisesti valita parhaan käytettävissä olevan tekniikan ympäristön ja käyttötarpeen mukaan ja vaihtaa saumattomasti käyttämään sitä, ilman että käyttäjän pitäisi edes huomata vaihdosta. Toimivan saumattoman ratkaisun saavuttamiseksi tarvitaankin ensin usean tekniikoita kehittävän toimijan saumatonta yhteistyötä. Yritysten välinen tiedon avoimen jakamisen puute onkin tällä hetkellä kehityksen suurin haaste, mutta hyvin ymmärrettävää liiketoiminnan turvaamisen kannalta.

Suomi on ollut edelläkävijä myös sisätilapaikannuksen tekniikoiden kehittämisessä. Yksi sisätilapaikannuksen merkittävimmistä avauksista oli WLAN-signaalien käyttäminen paikannukseen ja siltä osin yritys nimeltä Ekahau oli yksi alan pioneereista. Myöhemmin myös joukko entisen Nokian yksiköistä ja spin-off yrityksistä, kuten mm. HERE ja Quuppa, ovat tehneet alalle merkittäviä ratkaisuja. FGI:llä on aktiivista tutkimustoimintaa sisätilapaikannuksen aihepiiristä, erityisesti jokapaikan paikannuksen ja sensoritekniikoiden osalta (<https://maanmittauslaitos.fi/en/node/9925>).

Älykaupungit

Sanna Kaasalainen, Harri Kaartinen (FGI, MML)

Älykkäästä kaupungista on tullut aktiivinen tutkimus- ja kehityskohde sekä Suomessa että koko Euroopassa, mm. Tekesin Fiksu kaupunki ja EU:n (Horisontti 2020:n) Smart and Sustainable Cities -ohjelmien myötä (ks. <https://www.tekes.fi/ohjelmat-ja-palvelut/ohjelmat-ja-verkostot/fiksu-kaupunki/> ja

http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-focus_en.pdf.

Teemoja ovat mm. rakennettu ympäristö, energiajärjestelmät, liikenne ja palvelut ja niihin investoidaan satoja miljardeja euroja vuosittain. Kestävä ja resurssitehokas kaupunki on myös tärkeä teema erityisesti EU-tasolla, jossa 72% väestöstä asuu kaupungeissa. Tähän teemaan liittyvät myös luontopohjaiset ratkaisut (Nature Based Solutions, NbS) ja kiertotalous, joita mm. Lynet on pitänyt esillä. Yksi älykaupunkiin kiinteästi liittyvä teema on myös avoin tieto, jota edistetään myös valtionhallinnossa. Paikkatietokeskuksen johtamassa COMBAT/Pointcloud-hankeessa (www.pointcloud.fi) tutkitaan myös pistepilviteknologioiden hyödyntämistä älykkäiden 3D-kaupunkimallien luomiseen ja ylläpitoon.

Smart Cities and Communities-teema on mukana myös EU:n Eurooppalaisissa innovaatiokumppanuuksissa (EIP): European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities (EIP-SCC, <http://ec.europa.eu/eip/smartcities/>). EIP-SCC:ssä on mukana 10 suomalaista kaupunkia. Näistä esim. Helsingin Smart City -aloitteiksi on listattu mm. Fiksu Kalasatama ja Helsinki Region Infoshare (<http://www.hri.fi/>), joka edistää päkaupunkiseudulla avointa dataa. Paikkatiedon avoimia aineistoja löytyy 142, mm. laserkeilausaineistoja, 3D kaupunkimalleja, opaskarttoja jne. Tällaisten palvelujen kehittämisessä paikkatiedon tutkimus ja sitä kautta tuotettu uusi osaaminen tarjoaa paljon mahdollisuuksia uusien tutkimustulosten, innovaatioiden ja ratkaisujen kehittämiseksi ja näiden viemiseksi markkinoille.

Suomessa Liikenne- ja Viestintäministeriön Liikennelabra (<https://www.trafi.fi/liikennelabra/>) pyrkii tekemään Suomesta digitaalisen ja innovatiivisen liikenteen ja logistiikan palveluiden koekentän ja tarjoaa mahdollisuuden markkinoida liikkumisen digitaalisiin ratkaisuihin liittyvien palveluiden mainostamiseen. Tekesin Fiksu kaupunki ohjelman tavoitteet liittyvät fiksun rakentamiseen ja energian ratkaisuihin, joista paikkatiedon näkökulmasta relevantteja ovat esim. BIM (Building Integrated Modeling), AR/VR (Augmented/Virtual Reality) sekä IoT (Internet of Things) ja Big data. Paikkatietokeskuksessa on useita tutkimusryhmiä, joiden osaaminen liittyy kiinteästi juuri näihin teemoihin. Älykkään liikumisen kannalta FGI:n osaaminen liittyy liikenteen palveluistumiseen (Mobility as a Service, MaaS, johon myös FGI osallistui), sähköiseen ja autonomiseen liikenteeseen, kuten esim. robottiautot. Näiden kehityksessä ympäristön 3-ulotteinen seuranta (esim. laserkeilauksella), paikannusosaaminen ja paikkatietojen yhteiskäytön edistäminen ovat avaintekijöitä.

Älykaupunkien maailmanlaajuinen edelläkävijä on tällä hetkellä Singapore, joka on tuottanut digitaalisen 3D-kartan alustaksi älykaupunkiin liittyvälle kehitykselle, kuten kaupunkisuunnittelu, tulvien torjunta, tai siviili-ilmailu. (<https://www.qim-international.com/content/article/singapore-towards-a-smart-nation?output=pdf>)

Lähtulevaisuuden suuri haaste älykaupungeissa on saavuttaa energia- ja ilmastotavoitteet (http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/sip_final_en.pdf). Tämä tarkoittaa siirtymistä kestäväan liikenteeseen, energiantuotantoon ja -käyttämiseen sekä kestäviin infrastruktuureihin, mikä tulee vaikuttamaan myös päätöksentekoon. Kaupungistumistrendi jatkuu, ja suuret kaupungit ovat vastuussa maapallon lämpenemisestä. Vuoteen 2030 mennessä 750 suurimman kaupungin osuus maailmantaloudesta on 61% (<http://www.oxfordeconomics.com/cities/report>): markkinat kasvavat erityisesti Intiassa, Brasiliassa ja Kiinassa. Tämä luo kysyntää kestäväan kehitystä tukeville teknologioille.

Lisätietoja:

<https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.09.011>

<http://doi.org/10.3390/s150509962>

http://virtual.vtt.fi/virtual/proj2/multimedia/media/publications/ECPPM2012_User%20Evaluation%20of%20Mobile%20AR%20in%20Architectural%20Planning-final.pdf

Lisää älykaupunkeihin liittyvää tutkimusta löytyy esim. Elsevierin Transportation Research Part C: Emerging Technologies -lehdestä: <https://www.journals.elsevier.com/transportation-research-part-c-emerging-technologies>

4D-mallit

Joonas Jokela, Risto Ilves (MML), Harri Kaartinen (FGI, MML)

4D-mallit ovat kolmiulotteisia malleja, joiden neljänneksi ulottuvuudeksi on otettu aika. Ajan ottaminen neljänneksi ulottuvuudeksi mahdollistaa kohteen muutosten tarkastelun kohteen koko elinkaaren ajalta.

4D-mallit ovat tällä hetkellä lähinnä käytössä BIM-rakennusprojekteissa, joissa sitä voidaan käyttää hyväksi rakennusprojektin eri vaiheiden etenemisten seuraamisessa. Niitä voidaan käyttää toiminnan visuaaliseen suunnitteluun paikan ja ajan kontekstissa. 4D-mallit sallivat rakennusprojektien nopeutumisen ja vähentävät tehtyjen virheiden määrää (Musa et al. 2016)

4D-mallin toiminnan voidaan katsoa koostuvan kolmesta osasta:

- Geometrisesti oikea 3D-malli, jossa on määriteltynä mallin eri komponentit
- Aikataulu, josta käy ilmi eri komponenttien väliset yhteydet ja suunnitellut tai toteutuneet valmistumisajankohdat
- Visualisointityökalu, jonka avulla on mahdollista linkittää 3D-mallin komponentit aikataulusta löytyville vastaaville komponenteille. (Gledson & Greenwood, 2016)

Paikkatiedon kannalta elinkaaritiedon tallentaminen 3D-malleille mahdollistaa ajanhetkeen sidottujen alueellisten kyselyiden suorittamisen aineistolle. Nämä kyselyt 3D-kaupunkimallien yhteydessä sallivat kaupungin kehittymisen seuraamisen annetun ajanjakson aikana sekä tulevaisuuden trendien hahmottamisen. Jotta tällaiset kyselyt olisivat mahdollisia, tulisi 3D-malleille tallentaa kohteen muutoksista tietoa aina, kun reaali maailman kohteessa tapahtuu merkittävä muutos. Tällaisia muutoshetkiä voivat olla esimerkiksi suunnitelmatason mallit, rakennusprosessin aikana tuotetut mallit, valmistuneen rakennuksen as-built mallit sekä valmiiseen rakennukseen tehtävien muutosten dokumentointi. Näitä älykkäitä 3D-mallien luomiseen ja ylläpitoon käytettäviä tekniikoita tutkitaan Paikkatietokeskuksen johtamassa COMBAT/Pointcloud-hankkeessa (www.pointcloud.fi).

4D-mallit ovat hyödyksi kaupunkisuunnittelun näkökulmasta, sillä niiden avulla voidaan havainnollistaa tulevaisuuden kaupunkikuvaa lisäämällä eri vaiheiden rakennusmalleja nykyisen kaupunkimallin jatkoksi. Tämä mahdollistaa esimerkiksi isoissa rakennushankkeissa sen, että tiedetään jo suunnittelu- vaiheessa se, milloin vaikkapa joku kadunpätkä joudutaan sulkemaan muulta liikenteeltä.

Yksi tulevaisuuden mahdollisuus elinkaaritiedon lisäämiseksi kaupunkimalleihin on rakennuslupaprosesseihin tuotettujen yksityiskohtaisten rakennusmallien hyödyntäminen. Kuntien ja kaupunkien on mahdollista hyödyntää sähköisiä lupahakemuspalveluita, jossa rakennuttaja olisi velvollinen toimittamaan rakennuksen suunnitelmanmallin rakennuslupaa haettaessa ja as-built mallin rakennuksen valmistuttua. Nämä mallit voidaan tuoda yksinkertaistetussa muodossa kansalliseen maastotietokantaan, jolloin tulevaisuuden kaupunkimalleissa lähes jokainen uusi rakennus olisi 4D-malli.

Kohteiden elinkaaritiedot sallivat myös aivan uuden tyyppisen tavan paikantaa muussa aineistossa esiintyviä virhelähteitä. Tästä esimerkkinä voidaan ottaa esille rakennuksen virheellinen osoitetieto. Virhe on voinut syntyä kun reaali maailman kohde on purettu, mutta tästä ei tieto ole siirtynyt osoitetietojärjestelmään. Tällaisessa tilanteessa elinkaaritiedon avulla voidaan virhelähteen syyn varmistaa olevan ollut kohteen elinkaaren päätyminen ja täten osoitteen vanheneminen tai muuttuminen. Kansalliseen maastotietokantaan tullaan toteuttamaan pysyvään tunnuksen perustuva kohteiden elinkaaren hallinta. Lisäksi CityGML sallii kohteista tallennettavaksi niiden rakentamis- ja purkupäivämäärät. Näiden avulla on mahdollista toteuttaa 4D-ajattelua kansallisella tasolla. Kansainvälisesti on myös lisääntyvässä määrin alettu toteuttamaan 3D-malleja kaupunkialueilta tai koko maista. Näistä maista vain ne, joiden 3D-mallit ovat semanttisia malleja, pystyvät toteuttamaan elinkaaritiedon tarjoamiseen kykenevän järjestelmän. Saksassa on noteerattu 4D-mallien hyödyllisyys, ja Saksassa ollaan perustamassa 4D-maarekisteriä, joka perustuu pysyvään tunnuksen, rakentamis- sekä purkupäivämäärän antamiseen 3D-kohteille (Seifert et al. 2017).

Lähteet:

- Gledson, B., & Greenwood, D. 2016. Surveying the extent and use of 4D BIM in the UK. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21, pp. 57-71. ISSN: 1874-4753.
- Musa, A.M., Abanda, F.H., Oti, A.H., Tah, J.H.M. & Boton, C. 2016. "The Potential of 4D Modelling Software Systems for Risk Management in Construction Projects." *Proceedings of the CIB World Building Congress 2016: Volume V. Advancing products and services (Nebil Achour, ed.)* Published by Tampere University of Technology.
- Seifert, M., Gruber, U., & Riecken, J. 2017. "Germany on the Way to 4D-Cadastre". In *Cadastre: Geo-Information Innovations in Land Administration*. pp. 147-158. Springer International Publishing.

Linkitetty tieto (Linked Data)

Lassi Lehto, Eero Hietanen, Esa Tiainen (FGI, MML)

Linkitetty tieto (Linked Data) on kokoelma teknologioita, jotka mahdollistavat uuden sukupolven webin toteuttamisen. Tulevaisuuden semanttisessa webissä (Semantic Web) linkittyvät dokumenttien sijasta asiat ja tieto. Keskeisiä teknologioita ovat mm. Hypertext Transfer Protocol (HTTP), Resource Description Framework (RDF), Uniform Resource Identifier (URI), SPARQL Protocol And RDF Query Language (SPARQL) ja Web Ontology Language (OWL).

Linkitetyn tiedon teknologiat avaavat mahdollisuuden tarjota paikkatietoa webissä laajemmin perinteisten paikkatietoinfrastruktuurien ulkopuolelle. Se mahdollistaa aineiston hajautetun ylläpidon ja tiedon saavutettavuuden sekä ajantasaisuuden yksilöivien HTTP URI-tunnusten avulla.

Paikkatieto on olennainen osa semanttista webiä. Paikkatietoa voidaan liittää muuhun tietoon, mikä mahdollistaa tiedon sijaintipohjaisen hakemisen, jäsentämisen ja tuottamisen. Paikkatieto ei ole ainoastaan sijaintitietoa, vaan myös kohteiden geometrioita ja muotoja, joita tarvitaan mm. navigoinnissa, suunnittelussa, mallintamisessa ja visualisoinnissa. Linkitetynä tietona tuotetun paikkatiedon päälle rakennetut palvelut voivat perustua eri lähteissä tuotettuihin tarkkoihin sijainti- ja geometriatietoihin.

Tällä hetkellä paikkatiedon ja linkitetyn tiedon tutkimusta tehdään etenkin OGC:n ja W3C:n yhteisessä Spatial Data on the Web (SDW) Working Group -työryhmässä (<https://www.w3.org/2015/spatial/>). Paikkatiedon jakaminen webissä luo aivan uudenlaiset vaatimukset tiedon yhteentoimivuudelle ja skaalautuvuudelle. Tätä varten täytyy luoda uusia parhaita käytäntöjä ja standardeja, jotka tulee perustua aiemmin W3C:ssä ja OGC:ssä tehtyyn työhön. Tämänhetkiset standardit eivät vielä riitä linkitetyn tiedon teknologioiden täysimittaiseen hyödyntämiseen. Eri standardit eivät ole välttämättä yhteensopivia ja esimerkiksi eri koordinaattijärjestelmien ja yleistysasteiden määrittämistä ja käyttöä ohjaavat standardit puuttuvat vielä suurelta osin. Jatkossa tulisi löytää yhteensopivat käytännöt tarjota paikkatietoaineistot, niihin liittyvät metatiedot ja spatiaaliset relaatiot webissä. Tämä mahdollistaa paikkatiedon monipuolisen linkittämisen muihin (paikka)tietoaineistoihin sekä paikkatiedon etsimisen ja löytämisen webistä. Paikkatiedon osalta työ painottuu etenkin sanastojen ja ontologioiden kehittämiseen. Lisäksi RDF-tietokantaratkaisujen spatiaaliset hakuominaisuudet ovat paikkatiedon näkökulmasta keskeisiä kehityskohteita. Tutkimus- ja kehitystyötä on tehty paikkatiedon näkökulmasta mm. GeoKnow-projektissa (<http://geoknow.eu/Project.html>).

Paikkatieto on aina moniulotteista ja sen mallintaminen monimutkaisuuksien on haaste aineistojen yhteentoimivuudelle ja hidastaa paikkatiedon käyttöönottoa sekä paikkatietoaineistoja hyödyntävien palveluiden tuottamista. Haasteena on luoda riittävän yksinkertaiset käytännöt laajan suosion saavuttamiseksi. Toisaalta käytäntöjen tulee olla tarpeeksi monipuoliset, jotta ne eivät rajoita liikaa tarjottavien paikkatietojen monimuotoisuutta. Webin tietolähteiden luotettavuus ja tiedon siirron turvallisuus ovat merkittäviä huolenaiheita. Linkitettyä tietoa voidaan suojata samoilla teknologioilla ja menetelmillä kuin tavallisia verkkosivuja. Palveluiden toteutukseen liittyvien tekniikoiden tulee

vastata palveluille asetettuja turvallisuusvaatimuksia. Tietoaineistoja koskevat tietosuoja- ja lisenssi-vaatimukset ovat voimassa myös linkitetyn tiedon keinoin julkaistulle tiedolle.

Vuonna 2027 paikkatiedon referenssiaineistoja tuottavat organisaatiot julkaisevat omat paikkatietoaineistonsa linkitettyinä tietona. Tieto on saatavilla tarvittavissa formaateissa paikkatietokohteiden yksilöivien tunnusten perusteella. Palvelujen tarjoajat, muita tietoaineistoja tuottavat viranomaiset ja muut kolmannet osapuolet ovat linkittäneet tuottamiaan tietosisältöjä paikkatietoon. Palvelut perustuvat eri tietolähteistä saatavaan luotettavaan tietoon. Palvelut mahdollistavat monipuolisen tiedon yhdistämisen ja tiedon jäsentämisen sijaintipohjaisesti sekä uuden tiedon koneellisen tuottamisen ajantasaiseen ja luotettavaan tietoon perustuen.

Linkitetyn tiedon tärkeitä sovellusalueita ovat uuden tiedon tuottaminen koneellisen päättelyn avulla. Eri tietoaineistojen yhdistäminen, tiedon visualisointi ja analysointi ovat keskeisiä tiedon tehokkaassa hyödyntämisessä ja tutkimustulosten tai pitkäkestoisten prosessien kuvaamisessa sekä todentamisessa. Visualisoinnin kehittäminen voi tuottaa olennaista uutta tietoa tuomalla paikallisten ja alueellisten ilmiöiden takana olevat syyt näkyville koneanalytiikan ja monialaisen sijaintiin kytketyn tiedon linkittämisen avulla.

Linkitetyn tiedon menetelmät mahdollistavat myös haitallisen tiedon levittämisen ja tiedon väärentämisen vahingollisiin tarkoituksiin (engl. Linked Data Spam). Tällaisia uhkia voidaan torjua mm. salauksen, pääsynhallinnan ja haitallisen tiedon suodatuksen avulla ja huomioimalla uhat teknologioiden ja palveluiden kehitystyössä. Myös tietosuojan varmistamiseen tulee kiinnittää huomiota, koska arkaluontoisia ja yksityishenkilöihin liittyviä tietoja voidaan myös käsitellä ja tarjota samoilla teknologioilla.

Suomessa ei juuri tehdä paikkatietoon liittyvää linkitetyn tiedon tutkimusta. Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksessa on pilotoitu paikkatietoaineistojen tarjoamista linkitettyinä tietona ja osallistuttu OGC/W3C:n SDW-työryhmän toimintaan. Muuta linkitetyn tiedon tutkimusta tehdään Suomessa mm. Aalto-yliopiston Semanttisen laskennan tutkimusryhmässä (SeCo, <https://seco.cs.aalto.fi/>), jossa on jäseniä myös Helsingin yliopistosta. On tärkeää, että Suomi on mukana eurooppalaisessa yhteistyössä Linkitetyn tiedon paikkatietostandardien ja -teknologioiden kehittämisessä. Kehitystyöllä voi olla tulevaisuudessa isoja vaikutuksia paikkatietoinfrastruktuurien rakenteisiin ja toimintamalleihin.

OGC&W3C Spatial Data on the Web BP- <http://www.w3.org/TR/sdw-bp/#dfn-spatial-thing>

Normit ja standardit

Lassi Lehto, Jari Reini (FGI, MML)

Paikkatiedon yhteentoimivuuden ja yhteiskäyttöisyyden parantamiseen tähtää standardointityö, jota tehdään lähinnä ohjelmistotoimittajien yhteistyönä Open Geospatial Consortium (OGC) [1] -teollisuuskonsortiossa sekä valtioiden välisen virallisen standardointielimen International Organization for Standardization (ISO) komiteassa TC211 'Geographic information' [2]. Lisäksi paikkatietoalan kehitykseen vaikuttavat monet yleiseen tietotekniikkaan liittyvät standardit. Em. standardien lisäksi kansallisella tasolla toimii SFS:n (Suomen Standardisoimisliitto) alaisuudessa Paikkatiedon seurantaryhmä (SR304) [3], joka osallistuu, seuraa ja raportoi standardisoinnista tiedon tuottajille ja hyödyntäjille. Kansainvälisiä standardeja on käytetty laajalti pohjana kansallisille JHS-suosituksille [4], joissa kuvataan mm. Paikkatiedon metadata ja Paikkatiedon sisältöpalvelut.

OGC:n piirissä keskeisiä kehityskohteita tällä hetkellä ovat uusien web-teknologioiden parempi tukeminen (REST, JSON) ja sovelluslakohtaiset standardit (ilmailu, vesi, kaukokartoitus, yhdyskuntatekniikka, kiinteistötieto yms.). Lisäksi standardointia tehdään erityisesti seuraavilla aihealueilla: paikkatietojen paketointi (GeoPackage, COMC), tiilitys (Vector Tiling, 3D Tiles), liikkuvat kohteet (Moving Features) ja peittomuotoisen paikkatiedon käsittely (Coverages).

OGC tekee aktiivisesti yhteentoimivuuden testausta ns. TestBed:ssä [5], joissa jäsenorganisaatiot tekevät käytännön yhteentoimivuustestejä käyttäen OGC:n standardeja ja luovat mahdollisesti uusia kehittämistarpeita. Viimeisimmässä projektissa testattiin mm. offline-paikkatiedon pakkausta, paikkatiedon ja ei-paikkatiedon yhdistämistä, Big Datan tietomallia luomista, Linked Datan generoimista sekä dynaamisten tietolähteiden käyttöä palveluissa.

ISO TC211:n soveltamisala on hyvin laaja, mutta pääasiallinen kehitystoiminta keskittyy tiedon mallintamiseen, paikkatietoinfrastruktuurien kehittämiseen palveluiden avulla ja paikkatiedon sisällyttämiseen jokapäiväisessä elämässä. Tästä esimerkkinä ovat kuluttajille tarkoitetut sovellukset esim. Googlelta ja Microsoftilta niin tiedon keräämiseen kuin käyttöön. ISO TC211:n pääajatuksena on se, että paikkatieto on mahdollistaja ja toimii horisontaalisesti infrastruktuurina vastaavalla tavalla kuin ICT-teknologia.

ISO TC211:n piirissä viimeisimpiä kehityskohteita ovat olleet ontologiat, laatu ja tiedon säilyttäminen. Temaattisia standardeja TC211 kehittää mm. osoitteiden ja rakennusmallien (BIM - Building Information Model) osalta.

Tietoverkossa tapahtuva paikkatiedon käsittely tulee laajentumaan erilaisiin analyysi- ja päättelysovelluksiin. Näiden osalta palvelujen ketjuttamisen ja kerrostamisen merkitys tulee edelleen korostumaan. Tämä edellyttää hyvää semanttista yhteensopivuutta sekä tietosisältöjen että palvelurajapintojen osalta. Ketjutus pohjautuu luottamukseen, joka mahdollistuu vain palvelujen laadun yksikäsitteisen määrittelyn ja raportoinnin myötä. Rakennetun ympäristön osalta tietomallinnuksen standardien tulisi tukea kohteiden koko elinkaaren kattavaa tiedonkäsittelyn ketjua.

Erityisesti web-ympäristöön sovitettujen paikkatiedon ratkaisujen osalta keskeisenä standardoinnin toimijana on World Wide Web Consortium, W3C. Tältä osin korostuu paikkatiedon linkittämisen merkitys. Keskeisenä kehityskohteena tässä suhteessa näyttääytyy paikkatietokohteiden yksikäsitteinen identifiointi URI-pohjaisesti. Muita keskeisiä tutkimuksellisia tavoitteita ovat paikkatietoresurssien löytäminen yleisten hakukoneiden avulla, suoran pääsyn tarjoaminen sisältöihin hakukonetuloksien pohjalta ja paikkatiedon koodaminen web-sovellusten kannalta helppokäyttöiseen muotoon. Tätä työtä tehdään W3C:n ja OGC:n yhteistyönä "Spatial Data on the Web" [6] -projektissa.

YK:n UN-GGIM (United Nations Global Geospatial Information Management) kuvaa mm. seuraavia trendejä raportissaan [7]:

- Linked Data
- Internet of Things (IoT)
- Cloud computing

Näihin teknologioihin liittyvää standardisointia tehdään OGC:ssa, ISO:ssa ja muissa standardisointiorganisaatioissa, ei välttämättä pelkästään paikkatiedon alueella vaan myös yleisessä IT-standardisoinnissa.

Suomi on osallistuva jäsen ISO:n TC211 -komiteassa, mutta haasteena on uusien innokkaiden osallistujien löytäminen, ja se onkin jäänyt lähinnä julkisen sektorin edustuksen varaan. OGC:n standardisointiin osallistuminen Suomesta on hieman aktiivisempaa ja myös yksityinen sektori on mukana. Pienen maan resurssit ovat rajalliset, mutta yhteisten standardien luomisessa on syytä olla mukana, jotta järjestelmät pysyvät avoimina ja tarjoavat yhteentoimivat ratkaisut järjestelmätoimittajien välillä.

Lähteet:

- [1] OGC, <http://www.opengeospatial.org>
 [2] ISO TC/211, <https://www.iso.org/committee/54904.html>
 [3] SFS Seurantaryhmä 304, https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/sfs_n_tekniset_komiteat_ja_seurantaryhmat/it-standardisointi/it_-_aihealueet/paikkatieto
 [4] JHS-suositukset, <http://www.jhs-suositukset.fi/web/guest>
 [5] OGC TestBed, <http://www.opengeospatial.org/projects/initiatives/testbed12>, <http://www.opengeospatial.org/projects/initiatives/testbed13>

[6] Spatial Data on the Web, <http://www.w3.org/TR/sdw-bp/>

[7] Future trends in geospatial information management: the five to ten year vision, <http://ggim.un.org/docs/Future-trends.pdf>

Laserkeilaus

Harri Kaartinen, Anttoni Jaakkola, Antero Kukko (FGI, MML)

Perinteisesti ympäristön kohteita on kartoitettu mittaamalla yksittäisiä kohteen sijaintia kuvaavia pisteitä, esim. rakennuksen kulman sijainti, tien keskilinjan paikka tai puun sijainti metsäkoelalla. Uudet mittaustekniikat, kuten laserkeilaus, tuottavat yksittäisten valittujen pisteiden sijaan nopeasti suuren joukon 3D-pisteitä ympäristöstä, eli pistepilven, josta kohteet voidaan tunnistaa ja mallintaa, esimerkiksi rakennuksen seinät ikkunoineen ja ovineen, tien pinnan muoto ja katumaalaukset tai puun rungon muoto ja oksiston rakenne.

Laserkeilaus on ilmakuvauksen ohella tärkein laajojen alueiden tiedonkeruumenetelmä kartoitukseen. Lentokoneesta tai helikopterista tehty ilmalaserkeilaus (airborne laser scanning ALS) on vakiinnuttanut paikkansa esimerkiksi kansallisen korkeusmallin tuotannossa ja metsäinventoinnissa. ALS:n myötä näiden tarkkuus ja tehokkuus on kasvanut merkittävästi, mutta myös menetelmän kustannukset ovat perinteisiä menetelmiä edullisemmat.

Ajoneuvosta (auto, juna, vene jne.) tehtävä liikkuva laserkeilaus (mobile laser scanning MLS) on menetelmänä juuri kypsymässä rutiinutuotantoon. Ilmalaserkeilauksessa kohteita mitataan ylhäältä päin, jolloin talojen julkisivut jäävät yleensä katveeseen. Autoon asennetulla MLS-laitteistolla voidaan kerätä erittäin tiheitä ja tarkkoja pistepilviä tieympäristöstä, josta rakennusten julkisivut, tienpinta ja muu tieinfra sekä muut reitin varrella olevat kohteet ovat mitattavissa ja mallinnettavissa yksityiskohtaisesti.

MML:n Paikkatietokeskuksessa laserkeilaustutkimusta on tehty jo noin 15 vuotta. Tutkimusta on tehty laajassa kansallisessa ja kansainvälisessä yhteistyössä yliopistojen ja yritysten kesken. Paitsi tutkimuksessa, myös kaupallisella puolella Suomi on maailman johtavia maita laserkeilauksessa. Laserkeilattujen pistepilvien prosessointiohjelmistojen markkinajohtaja tulee Suomesta. Kehitys alalla on erittäin nopeaa, sekä kaupallisesti että tutkimuksellisesti. Laserkeilaus- ja pistepilviteknologiat ovat murroksessa, uusia menetelmiä, laitteita ja sovelluksia syntyy nopeaan tahtiin. Laserkeilaustutkimuksen parissa Suomessa toimii muutamia kymmeniä ihmisiä ja alan yliopistokoulutus on ollut vaatimatonta viime vuosiin asti. Koulutusta on lisättävä jotta Suomi säilyy alan kärkimaana, ja onneksi tähän on korkeakouluissa jo herättykin.

Edellä mainitusta laserkeilauksen teknologiamurroksesta esimerkkejä ovat lähivuosina todennäköisesti yleistyvät uudet tekniikat kuten single-photon ja solid-state -laserkeilaimet. Menemättä tarkemmin yksityiskohtiin, uudet tekniikat mahdollistavat entistä tehokkaammat ja pienemmät laserkeilaimet. Näillä voi olla merkittäviä vaikutuksia laserkeilauksen hyödyntämiseen vaikkapa kansallisen laserkeilauksen toteutukseen (entistä yksityiskohtaisempi pistetiheys entistä nopeammin) ja paikkatietoaineistojen joukkoistamiseen (ajoneuvoihin asennettavat laserkeilaimet). Kun saavutettava pistetiheys kohteessa ei ole enää tärkein aineiston hankintakustannuksiin vaikuttava tekijä, myös datan yhteiskäytöstä eri viranomaisten ja ministeriöiden välillä on helpompi sopia.

Laserkeilaus tulee olemaan osa ihmisten arkielämässä käyttämää teknologiaa seuraavan vuosikymmenen aikana, samassa määrin kuin nyt esimerkiksi matkapuhelin on lähes jokaisella. Laserkeilaimia käytetään entistä enemmän autoissa, työkonereissa, solid-state keilaimien kehittyessä niitä tullaan asentamaan puhelimiin ja niin edelleen.

Tietotekniikan yleinen kehitys - pilvipalvelut ja suurteholaskenta

Tapani Sarjakoski (FGI, MML)

Tässä osassa tarkastellaan erityisesti sitä, minkälaisia vaikutuksia erityisesti pilvipalveluilla ja tehokkailla laskentaklustereilla on paikkatietojen käsittelyssä. (Sanomattakin on myös selvää, että teknologiaselvityksessä esitetyt kaikki muutkin kehitystrendit ovat ratkaisevasti riippuvaisia tietotekniikasta ja elektroniikasta.)

Tietotekniikan kehitys on ollut huimaa viimeisen neljänkymmen vuoden aikana. Voi perustellusti sanoa, että henkilökohtaisen tietokoneen, PC:n käyttöönoton myötä noin neljäkymmentä vuotta sitten myös paikkatietojen käsittelyssä alkoi hajautuksen aika: PC tai työasematietokone on pitkään ollut se alusta, jolla pääosa paikkatietojen käsittelystä on tehty. Toki paikkatiedon hallinta on hoidettu keskitetyillä palvelinratkaisuilla. Tietotekniikassa on käytännössä kolme osa-aluetta, jotka vaikuttavat järjestelmän suorituskykyyn: tiedon tallennus, tiedon prosessointi, ja tiedonsiirto (lisäksi liitännät ympäristöön kuten käyttöliittymiin ja sensoreihin yms.). Tietotekniikan kehitys on ollut huimaa kaikilla näillä osa-alueilla viimeisen neljänkymmen vuoden aikana. Nyt olemme sellaisessa kehitysvaiheessa niiden suhteen, että keskitettyjen ratkaisujen ja pilvipalveluiden hyödyntäminen muodostavat lupaavimpia kehityspolkuja monen ongelman ratkaisuun. Pilvipalvelut tarjoavat käytön helppoutta ja skaalautuvuutta. Niistä voidaan hankkia joustavasti tiedon tallennus- ja prosessointikapasiteettia tarvittava määrä tarvittavaksi ajaksi, omia konesaleja ei tarvita.

Paikkatiedon teholaskennalla tarkoitamme suuriin tietomäärien kohdistuvaa monipuolista laskentaa tehokkaissa laskentaympäristöissä. Erittäin suuria datamääriä ei voida siirtää riittävän nopeasti nykyisissä tietoverkoissa. Tästä seuraa, että usein käytetty data pitää sijoittaa laskentaympäristön sisälle. Jos tieto syntyy jossain muussa ympäristössä, on datan replikointi tällöin välttämätöntä. Hyvien replikointimenetelmien ja –käytänteiden kehittäminen on selvästi paikkatietoalaakin koskeva tutkimus- ja kehityshaaste.

Tehokkaissa laskentaympäristöissä rinnakkaislaskentaa sovelletaan monella tasolla. Tehokkaat klusterit (supertietokoneet) sisältävät jopa kymmeniätuhansia laskentamolmuja. Tehokas laskentamolmu voi puolestaan sisältää kymmeniä ytimiä, jotka jakavat yhteisen muistin. Toisaalta laskentamolmu voi koostua melko vaatimattomasta keskusyksiköstä ja siihen liitetystä GPU (graphics processing units) -yksilöistä, joilla voidaan tehdä erittäin tehokasta laskentaa hyödyntäen massiivista rinnakkaistamista; nykyisissä GPU-yksiköissä on tyypillisesti tuhansia laskentayksiköitä.

Rinnakkaislaskennan soveltaminen paikkatietotehtäviin muodostaa oman haasteensa, sillä vanhat rinnakkaistetut ohjelmat eivät toimi tehokkaasti rinnakkaislaskentaympäristöissä. Moniin tehtäviin on löydettävissä suoraviivaisia ratkaisuja rinnakkaistamiseen, mutta on myös tapauksia, jossa tarvitaan algoritmien uudelleen kehittämistä perusteistaan alkaen. Näiden kehittämisessä on oma haasteensa paikkatietosektorille. Tiivis yhteistyö tietojenkäsittelytieteen edustajien kanssa on välttämätöntä.

Suomessa oGIIR (www.oGIIR.fi) on ensimmäinen laaja-alainen hanke, jossa kehitetään teholaskentaympäristöä hyödyntäviä paikkatietopalveluita ja laskentamenetelmiä tutkijayhteisön käyttöön. oGIIR, *Avoim paikkatiedon tutkimusinfrastruktuuri* saa rahoituksen Suomen Akatemian Tutkimusinfrastruktuurit-ohjelmasta vuosille 2017-2019. Hanketta johtaa Paikkatietokeskus, muita hankkeeseen ovat osallistujia Geologian tutkimuskeskus, Luonnonvarakeskus, Suomen ympäristökeskus, Aalto yliopisto, Turun yliopisto ja Itä-Suomen yliopisto sekä CSC-tieteen tietotekniikan keskus. CSC:n mukanaolo on keskeistä siten, että teholaskentapalvelut toteutetaan hyödyntäen sen laskentaresursseja. oGIIR-hankkeen tietynlaisena kansainvälisenä esikuvana voi nähdä Yhdysvalloissa NSF:n (National Science Foundation) rahoittaman CyberGIS-hankkeen (cybergis.illinois.edu).

Viimeaikoina Yhdysvalloissa CyberGIS-lähestymistapa on lisäksi liitetty datatieteeseen (data science) käsitteen *spatial data science*, joka korostaa erittäin suurien datamäärien osalta niiden spatiaalisuuden oikeaa käsittelyä (Wang, 2016). Onkin nähtävissä, että tulevaisuuden paikkatietotiede on menetelmäkokonaisuus, joka soveltaa paikkatietoihin samankaltaisia menetelmiä kuin datatiede (data science) osana tietojenkäsittelytiedettä, kuitenkin niin, että tiedon spatiaalisella komponentilla on erityisasemansa.

Lähteet:

Wang, Shaowen, 2016. CyberGIS and spatial data science. *GeoJournal* (2016) 81:965–968 DOI 10.1007/s10708-016-9740-0

Ihminen-kone vuorovaikutuksen kehittyminen

Pyry Kettunen (FGI, MML)

Tekniikan kehitys on johtanut ihmisen elämän keskittymiseen tekniikan käytön ympärille. Nykyihminen käyttää mitä moninaisimpia teknologioita valtaosan valveillaoloajastaan ja erityisesti tietotekniikka ohjaa ihmiselämää hetkestä hetkeen. Teknologinen kehitys on ollut historiassa paljolti luonnontieteellis-mekaanista, missä tekniikkaa rakennetaan suoraviivaisesti fysiikan lakien mukaan ja ihminen sopeutuu sitä käyttämään. Viime vuosikymmeninä ennen kaikkea tietotekniikan kehitys on kuitenkin johtanut lisääntyvään ihmisen ja koneen vuorovaikutuksen tutkimukseen ja kehitykseen (human-computer interaction, HCI), kun on nähty että tekniikan kehityksen rajattoman oloisia mahdollisuuksia tulee ohjata ihmisille helppoon käyttöön perustuen. Samaan aikaan tekniikan käyttöliittymät ovat tulleet jatkuvasti lähemmäs ihmiskehoa ja tätä nykyä älytekniikkaa on jo laajalti saatavilla vaikkapa puettavassa muodossa. Tulevana vuosikymmenenä ihmisen ja koneen vuorovaikutukseen kiinnitetään entistä enemmän huomiota, jotta ihmiset kykenevät käyttämään entisestään monipuolistuvia ja monimutkaistuvia uusia teknologioita. Toisaalta ihmisen ja koneen vuorovaikutuksen kehittäminen tulee mahdollistamaan inhimillisen kyvykkyyden laajentamisen ihmiseen jatkuvasti saumattomammin kytkeytyvän tekniikan myötä.

Paikkatietoalalla erityisesti paikkatiedon esitystekniikat ja käyttöliittymät tulevat kehittymään ihmiselle entistä luontaisempaan suuntaan, kun kognitio- ja käytettävyytieteet löytävät ihmisaivoille ja -kehoille paremmin soveltuvia käyttötapoja. Paikkatiedon visualisointi kehittyi niin paperilla, ruudulla kuin virtuaaliodellisuudessakin ja käyttöliittymät edistyvät esimerkiksi kosketusnäyttöjen haptisen palautteen ja eri laitteisiin liittyvän katseenseurannan myötä. Graafiset kartat kehittyvät ihmiselle ymmärrettävämpään ja helpommin tulkittavaan suuntaan. Mobiiliteknologioissa nähdään koneiden integroitumista ihmisen aistijärjestelmiin siten, että ruudun katselun tarve liikuttaessa vähenee oleellisesti ja esimerkiksi reitinopastus kehittyi eri kulkemismuodoissa lähes huomaamattomaksi osaksi ihmisten arkista liikkumista. Paikkatiedon viestintään kehittyi uusia ratkaisuja eri sosiaalisen median kanaville samoin kuin monimutkaisiin spatiaalista hahmottamista vaativiin monikäyttäjäisiin käyttötilanteisiin.

Terveysteknologia ja paikkatiedot

Jarkko Koskinen (FGI, MML)

Puettavan teknologian markkinoiden koon odotetaan kasvavan 15,74 miljardista dollarista vuonna 2015 51,60 miljardiin Yhdysvaltain dollariin vuoteen 2022 mennessä, CAGR: n ollessa 15,51% vuosina 2016-2022. Käytettävissä olevien teknologiamarkkinoiden odotetaan kasvavan erityisesti kuluttajien mieltymyksistä erilaisiin laitteisiin, seuraavan sukupolven näyttöjen myötä sekä esineiden Internetin ja liitettävien teknologian avulla.

Ihmisten kasvava kiinnostus hyvinvoinnistaan ja terveydestä ja sen reaaliaikaisesta seuraamisesta esim. kuntourheilussa ovat yksi tämän ajan ja lähitulevaisuuden trendeistä. Puettavassa teknologiassa

johtavat toimittajat ovat ottaneet käyttöön kehittyneitä tuotteita asiakkaiden kunto- ja terveydenhuollon tarpeisiin. Rannekellot mittaavat kunto- ja terveydenhuollon parametreja, kuten sydämenlyöntiä, kaloreita, matkaa ja askeleita. Kaikki tällaiset parametrit voidaan synkronoida matkapuhelimen kanssa. Lisäksi ihmiset voivat käyttää matkapuhelinta puettavan teknologian avulla. Terveystietoja voidaan säilöä ja käsitellä tietokoneella ja sitä taas käyttää seuraavien suoritteiden optimointiin.

LIITE 2 Paikkatietoteknologioiden 27.2.2017 tulevaisuustyöpajan ennakkokyselyn vastaukset

Ensimmäiseen tulevaisuustyöpajaan ilmoittautuneille lähetettiin neljän kysymyksen ennakkokysely. Seuraavassa kyselyn vastaukset esitetään kysymyksittäin.

Kysymys 1. Mikä on mielestäsi kiinnostavin paikkatietotoimintoihin liittyvä uusi kehityskulku (teknologinen tai toimintatapaan liittyvä) ja miksi?

Vastaja 1

Maailmassa on 2 miljardia paikantavaa puhelinta - Suomessakin noin yli 3 miljoonaa. Paikkatiedosta on tulossa valtava big data ja my data. "Seurantakapitalismi" ja joukkoistaminen tuottavat ennennäkemättömät paikkatietovarannot. Valtava haaste on, miten Suomi yhteiskuntana voisi hyötyä tästä kehityksestä.

Vastaja 2

Sensoridata räjähdysmäinen kasvu sekä määrässä, että laadussa ja tästä seuraava analytiikka ja tekoälysovellukset.

Vastaja 3

Itseohjautuva liikenne. Monia juridisia, eettisiä ja teknologisia haasteita.

Vastaja 4

Sisätilapaikannuksen globaali mahdollistaminen, sisätilakarttatiedon digitalisoiminen. Paikkatietoa hyödyntävien palveluiden tuottaminen sisätiloissa sekä IoT-laitteiden kytkeytyminen palveluketjuun.

Vastaja 5

Semanttiset tietomallit ja niiden hyötykäyttö

Vastaja 6

Verkostomainen toimintamalli

Vastaja 7

Eri aineistojen yhdistäminen sekä näiden yhdistelmien hyödyntäminen suuren ihmismäärän käytössä. Mitä tietoja yhdistämällä voidaan saada aikaan, kuinka ne voidaan tarjota potentiaalisesti kiinnostu-neille ihmisille ja mitkä sovellukset/palvelut/toimintatavat vakiintuvat jatkuvaan käyttöön? Mikä mahtaa olla erilaisten palveluiden tuottamiseen liittyvä ansaintalogiikka?

Vastaja 8

Paikkatietojen avaaminen kaikkien helposti saatavaksi on vienyt alaa viime vuosina harppauksin eteenpäin. Tästä hyötyvät niin julkiset organisaatiot, yritykset kuin korkeakoulut ja opiskelijatkin, joiden käsissä tieto jalostuu eteenpäin. Tietojen käytön helpottamisessa riittää työsarkaa jatkossakin.

Vastaja 9

Yksilöivät tunnisteet

Vastaja 10

Ihmisten ja viranomaisresurssien paikantaminen ajatellen hätäkeskustoimintaa, mahdollisesti perinteinen osoitteen kysely voisi jopa jäädä pois hätäpuhelun käsittelystä, jos saatavilla olisi luotettavaa ja varmistettua paikkatietoa. Samoin viranomaisten resurssien paikantaminen suhteessa hätäilmoituksen tekijään -> varmistetaan lähin ja tarkoituksen mukainen apu hätäilmoituksen tekijälle.

Vastaja 11

Internet of things

Vastaja 12

Crowdsourcing - joukkouttaminen tiedonkeruussa. Tiedonkeruun uudet mahdollisuudet ja parantuva tarkkuus tekee kaikista tiedon kerääjiä joko tietoisesti tai tiedostamattaan.

Vastaja 13

Galileon mukanaan tuomien ominaisuuksien hyödyntäminen - suojattu signaali, hätäkutsu.

Vastaja 14

Kaupunkien mallintaminen sekä erilaisten sensoreiden tuottaman tiedon kytkeminen näihin malleihin

Vastaja 15

Dynaamiset koordinaatitot = kussaa ollaan (tiedä sitten, onko se mielenkiintoista?)

Vastaaaja 16

Miten teknologiset ratkaisut mahdollistavat tasavertaiset mahdollisuudet kansalaisille ja eri toimijoille selvittää itsenäisesti tai tuettuina soveltuviin laitteisiin perustuen elämästään ja toiminnoistaan riippumatta sijainnista, missä liikkuvat, työskentelevät tai asuvat? Etsin vastausta tähän kysymykseen ja siksi minua kiinnostavat kehityskulkuun liittyvät ongelmat ja ratkaisut.

Vastaaaja 18

Teknologiasta luultavasti laserkeilaus. Laserkeilaus on mullistanut maaston, rakennetun ympäristön ja sisätilojen havaitsemista ja mittaamista. Tämä tulee kehittymään yhä pidemmälle, kun keilauksen tarkkuutta ja mittaustulosten tunnistamista kehitetään pidemmälle.

Toimintatapamuutoksiin liittyen odotan innolla sitä aikaa, kun jokainen rakennettua ympäristöä ja maastoa koskeva elementti (ml. hallinnollinen) on tarkasti sidottu paikkatietoon. Rakennusluvut ja maankäyttöpäätökset, kuten myös asunto- ja liiketilainformaatio sekä yritysten tarjonta (esim. mistä läheltäni saa ostettua ovenkahvoja) tulee sitoa älykkääseen paikkatietoon. Tulevaisuuden luonnon- ja rakennettu ympäristö tulee rakentaa uudelleen tarkkaan paikkatietoon sidotulle tunnusjärjestelmälle, jossa rakennustunnukset, kiinteistötunnukset ja tulevat asuntotunnukset ovat sidottu johonkin tarkkaan paikkatietoon (piste, alue, 3D-elementti).

Toimintatapamuutoksia kehittäessä täytyy keskittyä käyttäjä- ja kansalaisnäkökulmaan.

Vastaaaja 19

Tietomallinnus ja pistepilvet, satelliitti- ja sisätilapaikannus

Vastaaaja 20

Avointen rajapintojen, pilvipalveluiden ja selainsovellusten avulla rakennettavat, jatkuvasti päivittyvät tai jopa reaaliaikaiset paikkatietoa käyttävät ja luovat alustat.

Vastaaaja 21

Avoimen paikkatiedon ja paikkatieto-ohjelmistojen luomat uudet mahdollisuudet. Avoimuus avaa mahdollisuuksia paikkatiedon hyödyntämiseen organisaatioissa joissa se ei aikaisemmin kustannuksien tai muiden syiden takia ollut järkevää. Tällöin voi olla mahdollista lisätä paikkatiedon roolia esimerkiksi suunnittelussa ja päätöksenteossa.

Vastaaaja 22

Analyysimahdollisuudet ja keino toteuttaa automaattisia toimintoja.

Vastaaaja 23

AR ja VR yhdistettynä avoimeen dataan. mahdollistaa ihan uudella tavalla suunnitelmien visualisoinnin ja hahmottamisen.

Vastaaaja 24

paikkatiedon viitearkkitehtuuri osana JulkHallKA ta --> yhteen toimivuus ja tuottavuus

Vastaaaja 25

Erilaisten reaaliaikaisten sensoreiden kerryttämän tiedon hyödyntäminen

Vastaaaja 26

Datamäärä lisääntyy valtavasti (uusien datalähteitä kuten satelliitit, kansalaishavainnot, IoT, kännyillä automaattisesti kerätyt, ...) --> dataa käytetään/yhdistellään uudella tavalla (assimilaatio, aikasarjat, big data, data cubet, ...)

- Standardit rajapinnat, paikkatietoaineistojen ja paikkatietopalveluiden hyödyntäminen rajapintojen kautta suoraan organisaatioiden tuotantoprosesseissa
- Yhteiset paikkatietoaineistot ja -palvelut eri toimijoiden kesken
- Toimintatapana muutos omistamisesta jakamiseen
- Paikkatietoteknologia on osa muuta teknologiaa. Hyödyntämiseen ei tarvita perinteistä erillistä paikkatietosoftaa

Vastaaaja 27

Tietopalvelujen järjestäminen prosessien verkostossa julkaistavasta ajantasaisesta paikkatiedosta korvaa keskitetyt rekisterit

Vastaaaja 28

Galileon uudet palvelut: Commercial Service ja PRS (julkisesti säännelty palvelu). Toinen tarjoaa tarkkuutta siviilikäyttäjille ja toinen luotettavuutta viranomaiskäyttäjille.

Vastaaaja 29

Paikkatiedon automaattinen kiinnittäminen palveluun tai palvelua tarjoavaan olioon mahdollistaa palvelun kohdentamisen tarpeeseen.

Vastaaaja 30

"Yhteisöllisten menetelmien hyödyntäminen paikkatietoaineistojen keräämiseen ja siihen liittyviä teknologioita. Kiinnostaa aktiivisen tiedon keruun lisäksi, sovellusten avulla tiedon keruu helpottaminen tai passivoituminen.

Tavallisten aineistojen saattavuutta ja ajantasaisuutta parantuu ja paikkatietojen tuottajat voivat keskittyä aineistojen täydentämiseen ja laatuun tarkistamiseen. Myös erilaisia aiemmin ei kerättyjä aineistoja tulee kerätty ja paljastavat uudet mahdollisuudet."

Vastaaaja 31

Augmented Reality. Augmented Reality tuo uuden ulottuvuuden navigointiin ja paikkatietoon.

Vastaaaja 32

Joukkoistamalla toteutettu paikkatiedon havaintojen keräys eri teknisin apulaittein: Kännykkä, oma drooni yms. Tyypillisesti keskeisenä elementtinä kuva ja sen tulkinta, jopa mittalaitteen lukemien / havainnon tulkitseminen kuvasta. Hyviä muita kandidaatteja ovat esimerkiksi ubiikisti toimivat muihin järjestelmiin saumattomasti sulautuvat yhteen toimivat paikkatietojen rekisterit pilvipalveluina (tyyliin jossa on rajapinta jolta voi pyytää tietoja, ja sieltä esim. mobiiliapplikaatio niitä sitten saa ilman, että kehittäjän tarvitsee syvällisesti tietää mitä rajapinnan takana tapahtuu)

Kysymys 2: Mikä on mielestäsi kiinnostavin uusi teknologia tai teknologinen kehityskulku joka ei vielä vaikuta paikkatietotoimintoihin mutta voi olla niiden kannalta tulevaisuudessa merkittävä (5-10 vuoden aikajänteellä)? Mitkä voisivat olla sen mahdollisuudet (tai uhat) paikkatietotoimintojen kannalta?

Vastaaaja 1

Autonomiset kulkuneuvot. Itsestään ja etäohjatusti liikkuvat kulkuneuvot saattavat edellyttää nykyistä tarkempia kartta-aineistoja ja reaaliaikatietao ainakin liikenneväylistä.

Vastaaaja 2

Vaikea löytää olemassa olevaa kehityskulkua, joka ei jo vaikuttaisi paikkatietotoimintoihin. Ehkä bioinformaatiotekniikassa voi olla tällaisia alueita.

Vastaaaja 3

Sensoridatan hyödyntäminen. On jo käytössä, mutta mahdollisuuksiin nähden minimaalisesti. Kustannustehokas (oletuksena) tapa saada tarkkaa dataa ympäristöstä, Esim. metsäkoneista puusto- ja maastodataa. Yksityisyyden suoja nousee esille tässäkin.

Vastaaaja 4

Autonomisesti liikkuvat ajoneuvot, robotit ja pienikokoiset lentävät laitteet. Paikkatiedolta edellytetään suurta luotettavuutta, tarkkuutta sekä saatavuutta kaikissa ympäristöissä. Paikkatiedon tuottaminen ja sen ylläpitäminen näihin käyttötapauksiin on vaativaa ja kallista. Mahdollisesti vaatii myös ohjausta ja sääntelyä lainsäädännön kautta.

Vastaaaja 5

Reaaliaikainen sensoridata

Vastaaaja 6

Blockchain

Vastaaaja 7

On kiinnostavaa seurata, miten ihmisten liikkumista, kulkutapoja ja reittejä mittaavat sovellukset kehittyvät ja miten näiden keräämää tietoa voidaan jatkossa ottaa käyttöön. Sovellusten kehittymistä edistää lähiaikoina MaaS-liikennepalveluiden yleistyminen. Ihmisten reitti- ja kulkutapatiedot tarjoisivat uusia mahdollisuuksia liikennesuunnittelun ja -tutkimuksen käyttöön, mutta asiaan liittyy kuitenkin keskeisesti kysymyksiä yksityisyyden suojasta ja tietoturvasta.

Vastaaaja 8

Mahdollisuus: Paikkatietoteknologia erillisenä sulaa tavallaan pois. Paikkatietojen käyttö tulee osaksi kaikenlaisia tietojärjestelmiä ja analyysyjä. Tämä kehityskulku lisää paikkatietojen käyttöä ja hyödyntämistä.

Vastaaaja 9

Kaupunkien ja toivottavasti myös maaseudun 3D-mallinnukset ja niiden tuominen jokapäiväiseen käyttöön puhuttaessa osoitteen paikantamisesta.

Vastaaaja 10

Uudet tiedonkeruumenetelmät - Drone, single photon LiDAR, henkilökohtaiset/yksityisajoneuvokohtaiset laitteet.

Vastaaja 11

Mobiililaitteiden huima kehittyminen

Vastaaja 12

Tulevaisuuden uusia hyödyntämismahdollisuuksia

- Minisatelliitit ja niiden tuottama lähes ajantasaisen kuvaustiedon hyödyntäminen. -
- Matkapuhelimien avulla kansalaisten keräämän data hyödyntäminen.

Vastaaja 13

GNSS PPP ja ks. myös kohta 2; hyötynä että tarve todellisille asiantuntijoille ja tutkimukselle kasvaa räjähdysmäisesti jos tähän mennään (mutta voi viedä aikaa ennen kuin päättäjät sen tajuaa)

Vastaaja 14

Keinoälyn soveltamismahdollisuudet ovat vasta alkutaipaleella käsittääkseni verrattuina potentiaaliin. Sellaiset uhat, joita ei suunnittelussa olla osattu riittävästi ottaa huomioon ja joihin joudutaan reagoimaan jälkikäteen tai myöhässä. Tällaisia voi syntyä myös em. keinoälyn sovellusten kautta esim. henkilö- ja pientoimijatasoilla, joilla ei ole kykyä ja mahdollisuuksia ennakoivaan toimintaan vaikutusten osalta vaan ovat prosesseissa ensisijaisesti objekteja eivätkä subjekteja."

Vastaaja 15

Paikkatiedossa pyöritetään tyypillisesti suuria määriä dataa, joten big data ja sen analysointi tulee vaikuttamaan paikkatietotoimintoihin. Toinen asia on koneoppiminen ja -näkö, joiden avulla pystytään tunnistamaan yksityiskohtaisesti ja älykkäästi maastoa ja rakennettua ympäristöä tulevaisuudessa.

Vastaaja 16

Kännykkä / joukkoistaminen yhdistettynä paikkatietojen luettavuuteen ja ajantasaisuuteen; pilvipalvelut ja prosessoinnin nopeutuminen avaavat uusia mahdollisuuksia kuluttajille

Vastaaja 17

Älypuhelinien ja tavallisten kameroiden avulla luotavat kaupunki- ja/tai 3D-mallit.

Vastaaja 18

Pilvissä tarjotut prosessointipalvelut eivät tunnut olevan vielä erityisen yleisiä, mutta ne voisivat mahdollistaa suurien aineiston analysoinnin tehokkaasti myös paikoissa joissa prosessointitehoa ei ole omasta takaa. Myös aineiston tallennus ja hallinta pilvipalveluissa, ja miksei myös toisaalta rajapintojen kautta, voisi mahdollistaa tehokkaan aineiston jakamisen ja mahdollisesti myös tukea aineiston harmonisointi käytäntöjä. Uhkana voi nähdä sen, että pilvipalvelut eivät ole tarpeeksi joustavia käyttäjäntarpeisiin, jolloin resurssit menevät hukkaan.

Vastaaja 19

Keinoäly ja automaatio

Vastaaja 20

Lisääntyvä ilmakekuus ja high-resolution satelliitit. Mahdollistaa ympäristömonitoroinnin ihan uudella tavalla.

Vastaaja 21

4D <---> automaatio / kyberturvallisuus-TT ja TS

Vastaaja 22

Dronet ja niiden mahdollinen yleistymisen sekä toiminnallisuuksien monipuolistuminen. Uhka yksityisyydelle/turvallisuudelle, mahdollisuus esim. kaupunkioppaina (henkilökohtaisina avustajina?!)/kuljetuksissa

Vastaaja 23

Tekoäly, "koneoppiminen"

Vastaaja 24

- Uudet tietolähteet perinteisten rinnalle
- Huolena totuuden säilyminen - tietoa on moneen lähtöön, kuinka varmistetaan tiedon luotettavuus

Vastaaja 25

Siinä missä pienitehoisten sähkölaitteiden toivotaan poimivan käyttöenergiansa radiosignaaleista (energy harvesting), esim. sisätalapaikannuksessa voitaisiin käyttää IoT- tai mobiilipäätelaitteiden sijaintitietoja kollektiivisesti sijaintitiedon parantamiseen (position harvesting -- en tiedä, onko tällaista ajateltu -- käsite putkahti päähäni tässä ja nyt).

Vastaaja 26

Automaattiset palvelut, mm tavarankuljetusten automatisointi. Mahdollisuus on toimitusten täsmäyttäminen tarvitsijan mukaan oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Huomioon otettava uhka on paikkatiedon väärinkäyttö vahingollisessa tarkoituksessa, mm pyrkimällä estämään täsmällinen toimitus tai sen korvaaminen haitallisella toimituksella.

Vastaja 27

Paikkatieto teknologia yhä enemmän integroitu eri välineisiin sekä käyttöön, että jatkuvaan aineiston keruuta varten

Toiminnan (yksityisen, yrityksen tai julkisen) yhteydessä erilaisten paikkatietoa kertyisi juuri siinä jossa tärkeintä

Vastaja 28

Sisätilan paikannus ja paras teknologia siihen, joka ei vielä ole selvillä

Vastaja 29

Lisätty todellisuus: Reaaliaikaisesti liikkeessä kuvatun videokuvan tai läpinäkyvän näytön avulla paikka ja suunta tunnettaessa lisätään kuvaan paikkatietokohteiden symboleita tai 2D/3D lennosta mallinnettua kuvaa/karttadataa. Tyyliin: Jos aiemmin etsittävä karttaan määritellyn reitin pää näkyi näytöllä lippuna, sitten kohta se näkyy auton tuulilasiin / kuljettajan aurinkolasin linssiin heijastettuna lippusymbolina siellä suunnassa, missä reitin pää on. Tai tod näk 5 v kuluessa: On tavallista osoittaa kännykän kameralla erilaisia symboleita, koska ne automaattisesti tunnistettuna ja sijaintitiedon avulla tulkittuna saa hyödyllisiä lisätietoja tai juuri silloin tarvittavia sovelluksia / palveluita, tyyliin mitä busseja tästä pysäkiltä menee, kun haluan päästä Suomenlinnaan.

Kysymys 3: Millä tavalla yksityiset yritykset voisivat hyödyntää julkista paikkatietoa ja siihen liittyvää palveluinfrastruktuuria vuonna 2027?

Vastaja 1

Liiketoiminnan ja vientitulojen näkökulmasta julkisen hallinnon paikkatiedolla on vain marginaalinen merkitys (vrt. Pokemon Go) ja oleellista on synnyttääkö Suomen peliteollisuus paikannukseen perustuvia pelejä. Peliin yhteydessä voi syntyä valtavia paikkatietoaineistoja. Paikannukseen perustuvilla opetuspeleillä voisi olla mahdollisuuksia - Suomihan on vielä maineessa sekä opetuksessa että peleissä.

Vastaja 2

Väärä kysymysasettelu. On huomattavasti relevantimpaa lähteä ajatuksesta, että yritysten palveluinfrastruktuurit korvaavat 2027 julkisia palvelurakenteita. Esimerkiksi globaalit ekosysteemit tarjoavat jo nyt kartta- ja paikkatietopalveluita, jotka ovat syrjäyttäneet aikaisemmin julkisiin palveluihin perustuvia palveluita.

Vastaja 3

Riippuu siitä mitä julkista dataa ja siihen liittyviä palveluita on tarjolla ;-)

- liikkumiseen ja logistiikkaan liittyvät palvelut ja teknologiat
- (myös) paikkatietoja hyödyntävät analyysipalvelut
 - sensoridatan hyödyntäminen
- paikkatietojärjestelmät eivät ole erillisjärjestelmiä vaan nykyistä selvemmin sulautuneet mitä tahansa toimintoja palveleviin järjestelmiin

Vastaja 4

Paikkatiedon ja liittyvän infrastruktuurin pitää olla yhteiskäytöllinen ja suurilta osin pohjautua joko standardiin tai yleisesti hyväksytyyn de facto -toteutukseen. Laajuus vähintään EU-valtioiden alueella. Julkisten rakennusten osalta, valtio tai kunta tai näiden omistama taho vastaa paikkatiedon lähdeaineiston tai digitaalisen mallin ajantasaisuudesta sekä tarvittavan infrastruktuurin toimivuudesta ja palvelutasoista.

Vastaja 5

Avoimesti

Vastaja 6

Paikkatietoa ei tuolloin nähdä erillisenä asiana vaan se on luonteva osa kaikkea informaatiota

Vastaja 7

Julkisen sektorin tulisi tarjota avointa ja keskenään yhteensopivaa paikkatietoaineistoa perusinfrastruktuurina, jonka avulla yksityinen sektori pystyisi kehittämään omaa liiketoimintaansa ja keskittymään siihen datan hankinnan ja muokkaamisen sijaan.

Vastaaja 8

Kaikki julkiset tiedot ovat ajantasaisesti käytettävissä rajapintapalveluiden kautta.

Vastaaja 9

Paikkatiedot voisivat korvata keinotodellisuuden esim. peleissä. Pelejä voisi pelata ja vuorovaikutteisia elokuvia katsella niin että sijoittuvat reaali maailmaan.

Vastaaja 10

Kaiken paikkatiedon, julkisuudesta riippumatta, pitää pystyä palvelemaan suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa. Hyvän palveluinfrastruktuurin avulla voidaan kustannuksista karsia huomattava määrä turhaa tiedon prosessointia ja näin tuottaa palvelut nykyistä edullisemmin ja tehokkaammin. Rajaa ei tule vetää julkishallinnon ja yksityisen sektorin välille vaan hyödyntämisen tulee tapahtua tasavertaisesti kaikkien toimijoiden osalta.

Vastaaja 11

automaattiset autot ym. eivät toimi ilman julkista luotettavaa ja ajantasaista infraa (joka ei synny itsensä)

Vastaaja 12

Huomattavasti kokonaisvaltaisemmin, monipuolisemmin ja vapaammin kuin tällä hetkellä.

Vastaaja 13

Monin tavoin. Kunhan julkinen paikkatieto saadaan helposti saataville ja perusinfrastruktuuri saadaan sen ympärille rakennettua, voivat yksityiset yritykset kehittää palveluita ja jalostaa julkista paikkatietoa pidemmälle. Mielestäni kannattaa panostaa merkittävästi perustekniikan kehittämiseen (mittauslaitteiden parantelu, uudet mittaustekniikat), jolla voidaan vaikuttaa juurikin datan laatuun, mikä mahdollistaa monipuolisempia hyödyntämistapoja firmoille.

Toivon, että automaattiset autot ovat jo liikenteessä vuonna 2027, joten tarkalla tiestöpaikkatiedolla pystytään pitämään huolta siitä, että autot kulkevat oikeita reittejä oikeisiin päämääriin. Toivon myös, että paikannus voidaan tehdä metritarkkuudella myös sisätiloissa kymmenen vuoden päästä. Näiden luomiseen tarvitaan laadukasta julkista paikkatietoa."

Vastaaja 14

Avoin data tukee jo nyt yritystoimintaa ja trendi tulee jatkumaan. Tarjolle tulee uusia palveluinnovaatioita, joissa paikkatietoa hyödynnetään visualisoinnissa, analysoinnissa ja päätöksenteossa.

Vastaaja 15

Yritysten sisäiseen tietoon (esim. asiakasrekisterit) lisättyinä julkinen paikkatieto tuo reilusti tervetullutta lisäarvoa ja kontekstittietoa.

Vastaaja 16

Yritykset voisivat pelkästään aineistoista hyötymisen lisäksi liittyä vahvemmin osaksi paikkatieto infrastruktuuria jakamalla osan omista aineistoistaan ja tekemällä voimakkaammin yhteistyötä yliopistojen ja valtion tutkimuslaitosten kanssa. Yleisesti vuonna 2027 mielestäni avoin paikkatieto tulisi olla pysyvä osa hyvin erilaisten yritysten suunnittelua, niin palvelujen sijoittumisen optimoinnista erilaisten suoraan paikkatietoon perustuvien sovellusten kehitykseen. Joskin en usko, että avoimesta paikkatiedosta saadaan loputtomasti keksittyä uusia ja innovatiivisia sovelluksia vaan keskisempänä on paikkatiedon tuleminen osaksi suunnittelua ja peruspalveluiden tarjontaa.

Vastaaja 17

kaikki rakentamiseen ja suunnitteluun liittyvä toiminta tehostuu. Samoin kaikki palvelut jotka edistävät helppoa ja edullista liikkumista.

Vastaaja 18

- hyödyntäminen on alkanut ja julkinen paikkatieto on osa kaikkea tietoa 2027

Vastaaja 19

Entistä tehokkaampaa ja reaali ajassa tapahtuvaa analytiikkaa esim. reitinsuunnitteluun. Parempia ja räätälöidympiä palveluja eri kohderyhmille.

Vastaaja 20

Uudenlaisia pp-yhteistyöhankkeita --> yksityisellekin puolelle (Suomen PK sektori) "paikkatiedon taju" ja sitä kautta uudella tavalla ja uusilla alueilla paikkatiedon hyödyntäminen (esim SOTE)

Vastaaja 21

Toivottavasti samoin kuin toiset viranomaiset: yhteiskunnan viralliset tiedot ovat laajalti hyödynnettyjä ja avoimia (tietosuoja huomioiden)

Vastaaja 22

yrietykset saavat käyttöönsä ajantasaisen tiedon tietopalveluna suoraan alkuperäisestä tietoa tuottavasta ja ylläpitävästä prosessista, tämä mahdollistaen laajan palvelutarjonnan yksityisen sektorin järjestämänä

Vastaja 23

Riippuu tietysti siitä, mitä kaikkea on julkisesti saatavana, mutta kaikki logistiikan, rakentamisen ja asiakasvirtojen optimointi voisi tulla kyseeseen.

Vastaja 24

Kuten edellä jo todettu, mm. logistiikan täsämättämiseen, myös asiakaskunnan saavutettavuuden parantamiseen, uusien toimitustapojen käyttöönottoon (automaattinen tavarantoimitus myös pienessä mittakaavassa), erilaisten palveluiden tai ostotoiminnan verkottamiseen energiatehokkaalla tavalla ja varastoinnin minimoimiseen, aineettomien palveluiden sijoittaminen verkkoon siten, että tiedonsiirto-kustannukset minimoituvat.

Vastaja 25

Laajempia paikkatietoaineistojen avaamisia (kunnat, tutkimuskeskukset) ja selkeämpiä kanavia josta aineistoja saa käyttöön. Aineistoihin liittyviä metadatoja oltava selkeitä ja sisältävä tärkeitä aineistoon liittyvät tiedot.

Avoimesti kehittynyt työkalut ja prosessit aineistojen hyödyntämiseen.

Vastaja 26

Yksityiset ja yritykset voivat perustaa omat toimintansa ja palvelunsa julkisen vallan varmistamalle ja osin itse tarjoamalle yhteistyössä toteutetulle paikkatiedon infrastruktuurille. Julkisen vallan tehtävänä on varmistaa että tarvittavia tietoja kartoista rekisteritietoihin on ainakin yhteisin tavoin käytettävissä, ja että toimijat huolehtivat tarjoamien tietojensa laadusta. Tietoja on saatavilla, helposti ja kansalaisen perustoimintoja varten ilmaiseksi käyttäjälle, ja maksullisten palveluiden toimintaympäristön markkinoiden toiminta taataan esimerkiksi siten, että monopoleja tai julkisen vallan toiminnan vendor-lock-inejä ei tapahdu. Teknisten järjestelyiden mahdolliset luonnolliset monopolit kontrolloidaan edullisiksi yhteiskunnalle ja kansalaisille / yrityksille jotka niitä joutuvat hyödyntämään.

Kysymys 4: Mitä odotat paikkatietoon liittyvältä tutkimukselta vuoteen 2027 mennessä? Mihin tutkimuksen pitäisi keskittyä?

Vastaja 1

Tutkimuksen pitäisi paneutua siihen, miten 100 paikannussatelliittia ja Copernicus-tyyppiset kaukokartoitusaineistot ja miljardit mobiililaitteet voidaan hyödyntää maailman ongelmien ratkaisemisessa.

Vastaja 2

Suomen osalta täytyy tosiaan tehdä valintoja, koska teknologia-ala on liian laaja Suomen t&k resurseille. Melko mahdotonta kuitenkin sanoa mihin keskittyminen olisi oikea valinta. Suomessa toimivan alan vientiteollisuuden tulee ohjata tätä. Nyhän tutkimuksessa on liikaa painopistettä kansainvälisten yritysten tarpeiden palvelussa. Tässä tarvittaisiin itsekkyyttä.

Vastaja 3

- on line -paikkatietojen keruu, käsittely ja hyödyntäminen
- 4D-data ja sen hyödyntäminen
- sisätilapaikannus

Vastaja 4

1. Paikkatiedon keräämiseen, käyttöön ja jakamiseen liittyvien lakitekniisten esteiden ja käytäntöjen selvitykseen vähintään EU-tasolla mukaan lukien selvät ohjeistukset yksityisyyden turvaamiseksi. 2. Digitaalisen paikkatiedon (kartta-aineiston) kustannustehokas luominen sisätiloissa senttimetriluokan tarkkuudella ja resoluutiolla.

Vastaja 5

Koordinoitua tutkimusta, myös kansainvälisellä tasolla välttämällä päällekkäisyyksiä.

Vastaja 6

Palvelumuotoiluun ja käytettävyyteen

Vastaja 7

Aineistomäärien kasvaessa pitäisi kehittää ainakin suuren aineistojen käsittelyä ja visualisointia. Lisäksi tutkimus on kärjessä uusien tekniikoiden kehittämisessä ja käyttöönotossa.

Vastaja 8

Tiedonkeruumenetelmät ja niihin liittyvä automaatio saisi kehittyä. Parempaa laserkeilausta (esim. single photon kaupalliseksi), aaltomuodon hyväksikäyttöä, ...

Vastaja 9

Tutkimuksen pitäisi toimia kiinteämmin yhteistyössä yritysmaailman kanssa, jotta mahdollisimman paljon tuloksista olisi ulosmitattavissa myös taloudellisesti Suomen hyväksi. Tutkimukseen pitäisi aina liittyä myös kaupallistamisnäkökulma vaikka yrityksiä ei olisi mukana tutkimuksessa - myös startuppeja tarvitaan. Mihin keskittyä on vaikea sanoa. Ehkä tutkimuksen itsensä pitäisi myös selvittää yhdessä koko paikkatietoalan kanssa niitä alueita, joihin kannattaa panostaa.

Vastaja 10

Vastaukset edellä; liiplalaapaa on turha lähteä rakentamaan, jos perusasiat eivät ole siihen mennessä hallussa, maankuoren liikkeistä ja luotettavasta katkottomasta paikannuksesta lähtien. Jos tähän halutaan panostaa, niin kymmenessä vuodessa asiat saadaan Suomessa hallintaan.

Vastaja 11

Odotan, että se on riittävän näkemyksellistä, ennakoivaa ja erilaista turvallisuutta käsittelevää..

Vastaja 12

Big data, Machine Learning, Computer Vision. Myös laitteistokehitykseen ja uusiin mittaustekniikoihin liittyvää tutkimusta, jotta saadaan mittalaitteet tarkemmiksi ja tehokkaammiksi.

Tarvitaan myös pehmeämpää tutkimusta, erityisesti siihen liittyen mitä paikkatiedolla ja paikantamisella pystytään mahdollistamaan tulevaisuudessa. Vanhat kaksiulotteiset maasto- ja kaupunkikartat ovat jäämässä menneisyyteen, mikä tulee olemaan tulevaisuuden kartta? Kartoittamisen lisäksi on tärkeää paikkatiedon tarkkuus ja laajuus, myös semanttisesti.

Vastaja 13

Big datan hyödyntäminen ja analysointi. Erilaisen sensoriteknikan kehittäminen ja datan yhdistämisen/hyödyntäminen. Uusia innovaatioita yritystoiminnalle etenkin vienti mielessä.

Vastaja 14

Paikkatiedon valtavirtaistamiseen; yhä helpommin lähestyttävien työkalujen ja alustojen kehittämiseen.

Vastaja 15

Erityisellä mielenkiinnolla odotan paikkatiedon hyödyntämisen kehitystä kehittyvissä maissa, jossa tällä hetkellä niin aineisto kuin teknologia mahdollisuudet ovat vielä rajalliset, mutta tarve paikkatiedolle esimerkiksi suunnittelussa on olettavasti suuri. Tässä suomalaisella osaamisellakin voisi olla hyvä mahdollisuus auttaa ja/tai tehdä liiketoimintaa. Suomessa erityisen mielenkiintoista olisi tutkia tapoja paikkatiedon jatkuvaan hyödyntämiseen eri julkisissa ja yksityisissä suunnittelu toimissa. Tämän lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia avoimen paikkatiedon vaikutusta ja käyttö ja tunnistaa mahdollisia haasteita. Olisi myös mielenkiintoista nähdä paikkatietoa hyödyntäviä tutkimuksia aloilla, joissa sitä ei ole ennen hyödynnetty erityisen paljon (esimerkiksi arkeologia ja historia).

Vastaja 16

Analyysialgoritmiikan kehittämistä ja muiden tietolähteiden kytkemistä paikkatietoanalyysiin entistä helpommin.

Vastaja 17

keinot saada helposti käyttöön luotettavaa tietoa mutta silti yksityisyyttä säilyttävällä tavalla.

Vastaja 18

sovelluksien kehittämiseen

Vastaja 19

Toivon paikkatietotutkimuksen olevan todella monitieteistä vuoteen 2027, mieluummin paljon aikaisemmin jo! Odotan, että koulutukseen ja tutkimukseen satsataan yleisesti, jolloin myös paikkatiedosta tietämättömät alat voivat hyötyä paikkatietoalan tutkimuksesta.

Vastaja 20

Tutkimuksen ja kehityksen kannattaisi nyt keskittyä paikkatietojen yhteen toimivuuteen ja helppoon yhteiskäyttöön ja käyttöön yhdessä mm. erilaisten mallien kanssa (ympäristömallit, tulevaisuusmallit, ...)

Vastaja 20

"Teknistä otetta, viranomaisten kanssa yhteistyössä yhteen toimivuuteen panostamista ja sen mahdollisuuksien osoittamista"

Vastaja 21

Sisätila- ja metsäpaikannuksen paranemista. Julkinen paikkatietoaineisto on "big dataa" -- sen jalostamistekniikoita lienee hyvä tutkia?

Vastaja 22

Automaation räjähdysmäinen kasvu lähivuosina on erittäin merkittävää. Toinen, ehkä vielä hiukan perusvaiheessa oleva seikka on virtuaalimaailman paikkatiedon ominaisuudet - se, miten verkkoartefakti ja sen oliot asemoidaan ja asemoituvat virtuaalisessa paikkatietomaailmassa. Uusi juttu, pitää selvittää mitä se on.

Vastaja 23

Enemmän tutkimusta paikkatiedosta menetelmänä (uusien tai vanhojen menetelmien kehittämistä, ohjelmistojen kehitystä)

Vastaja 24

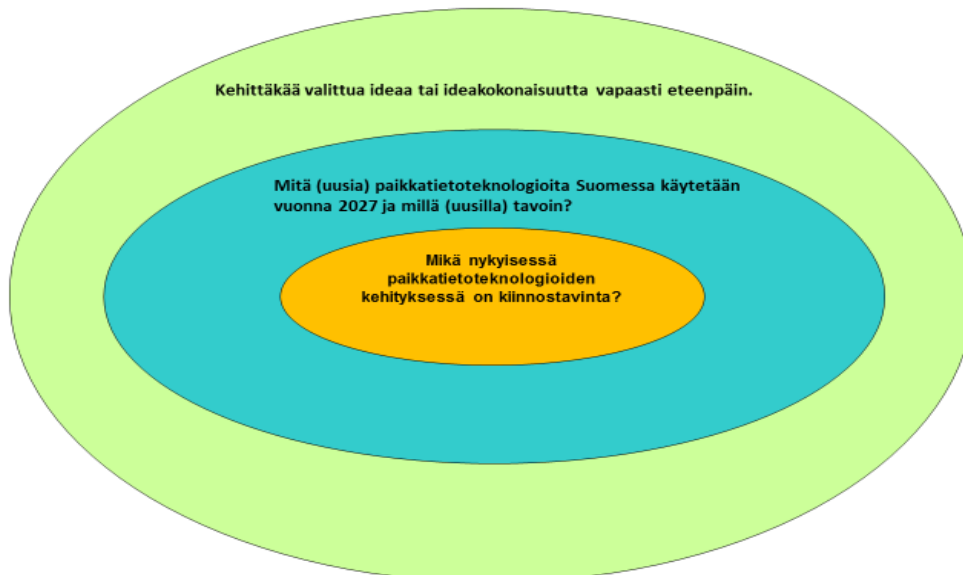
Yhteen toimivuudessa on tekniikan ja järjestelmientoiminnan standardien/menettelytapojen lisäksi paljon tutkittavaa ja kehitettävää, erityisesti semanttisen yhteen toimivuuden osalta, varsinkin kun kielten konekääntämistekniikat lienevät jo varsin kehittyneitä. Myös lisätyn todellisuuden (ollaan paikan päällä ja nähdään maisemassa paikkatietoaineistoja), virtuaalitodellisuuden (visualisoidaan paikkatietoaineisto uskottavasti ikään kuin oltaisiin paikan päällä) tekniikoissa ja drooniparvien ja kansalaisten havaitseman aineiston yhdistämisen tekniikat ja käytännöt ovat kiinnostavia. On erityisen kiinnostavaa tutkia motivaatiojärjestelmiä vapaaehtoisesti tai oman toiminnan ohella kerrytettävissä tietovarannoissa: "Miksi haluaisin tai viitsisin tuottaa yhteiseen käyttöön tietoja, millä ehdoilla niitä luovutan, millaisille tietoa kerääville toimijoille ja mitä keräämilläni tiedoilla saa tehdä"

LIITE 3 Ensimmäisen tulevaisuustyöpajan 27.2.2017 tulokset

Tulevaisuuspyörät ja PESTECit

Tulevaisuustyöpajassa kuusi ryhmää työskenteli kahdessa sessiossa. Ensimmäisessä sessiossa käytettiin menetelmänä tulevaisuuspyörää. Työskentely aloitettiin pyörän keskeltä (alla kohta ”keskiö”), johon jokainen ryhmästä mielti yhden tai muutaman asian, joka hänen mielestään on paikkatietoteknologioiden nykyisessä kehityksessä kiinnostavinta.

Tämän jälkeen ryhmä alkoi keskustella kysymyksestä ”Mitä (uusia) paikkatietoteknologioita Suomessa käytetään vuonna 2027 ja millä (uusilla) tavoin?” Tämän vaiheen ideat kerättiin tulevaisuuspyörän ensimmäiselle kehälle. Näistä ideoista valittiin ryhmän mielestä kiinnostavin (dokumentoinnissa valitut ideat on lihavoitu), ja tätä syvennettiin ja kehitettiin eteenpäin tulevaisuuspyörän toisella kehällä.



Tulevaisuuspyörä

Tulevaisuuspyörän jälkeen sessio II:ssa ryhmät ennakoivat niin kutsuttuun PESTEC-taulukkoon vuoden 2027 paikkatiedon sovellusmahdollisuuksia eri yhteiskunnan osa-alueilla, sekä näiden osa-alueiden mahdollisia vaikutuksia paikkatietoon. PESTEC-taulukon mukaisesti näitä alueita olivat:

Politiikka: Millaisia voivat olla paikkatietoteknologioiden poliittiset sovellukset? Millä tavoin politiikka voi vaikuttaa paikkatietoihin?

Talous: Millaista uutta liiketoimintaa paikkatiedosta voi syntyä?

Sosiaalinen: Millaisia uusia sosiaalisia suhteita paikkatietoteknologiat voivat mahdollistaa?

Teknologia: Miten paikkatietoa voidaan yhdistää muihin teknologioihin, kuten keinoälyyn?

Ympäristö ja energia: Miten paikkatietoa voidaan hyödyntää ympäristö- ja ilmastokysymysten ratkaisussa?

Kulttuuri, kuluttajat ja kansalaiset: Miten kansalaiset ja kuluttajat soveltavat paikkatietoa? Miten paikkatieto kytkeytyy arvoihin ja kulttuuriin?

Seuraavassa esitetään kunkin työpajaryhmän tulostodokumentoinnit tekstimuodossa.

Ryhmä 1 (Moderaattori: Joni Karjalainen)

Moderaattorin kommentteja työskentelystä:

"Tiedolla johtaminen: Kuka hallinnoi? Mikä on totuus? Annetaan vain Googlen prosessoida? Moninaisen sensoridatan käyttö, kuka pystyy jauhamaan johtopäätöksiä, ja tekemään *niistä* johtopäätöksiä?"

Tulevaisuuspyörä

Keskiö

- Open data, mutta privacy preserving
- Tietomallien harmonisointi: IFC/BIM (Building Information Modelling), infra, city. Avoimet standardit!
- Paikkatiedon integroituminen kaikkeen (tietosektoriin) -> paikkatiedon identiteetin häviäminen?! Spatial is special

Ensimmäinen kehä

- Ratkaisut, jotka tuovat paikkatiedon osaksi arkea/nykyhetkeä
- Monet tiedontuotantomenetelmät (laserkeilaus, anturit, sensorit, sisätilapaikannuksen välineet)
- Maapallon luonnonvarat & isot kysymykset: arktisen meren tila, sustainability tulee uudelleen (kasvanut tietoisuus kestävyuden merkityksestä, uudet menetelmät kestävyuden lisäämiseksi). Smart City, kaupunkien standardisoitu tiedonmallinnus.
- Circle of Blue vesiresurssien osalta käsitteellistää veden käytön, joet jne. ts. abstraktit ympäristöasiat, ks. esim. www.circleofblue.org/
- Erittäin kattava ympäristön seuranta ja ilmastonmuutos: Oma ympäristö- ja ilmastokuormitus tulee näkyväksi.
- Globaali -> fin -> city -> rakennukset -> sisätila. Olennaista on, mikä on millä tarkkuudella tieto tuotetaan: tärkeää on määritellä "pienin" datayksikkö, josta siirrytään ylöspäin. Miten paikkatieto kerätään ja tuotetaan, jotta siirtyy lokaalista globaaliksi?
- Tiedon reaaliaikaisuus, ei voi olla staattista
- Paikannuksen tarkentuminen sisälle ja ylös/alas
- Suunnittelumallien kehittäminen paikkatietojen osalta (eri aineistojen integrointi)
- Sisätilapaikannuksen ja -navigoinnin hyvälaatuiset sovellukset ovat arkipäivää. Sisätilapaikannus on hypekäyrällä tapissa.
- Meriliikenteessä helpompaa, mutta alusta asti tehty eri tavalla. Laivojen lähettämä tieto lähtökohtaisesti erilaista kuin moni muu tieto.
- Liikennevirasto, joka vastaa rata- ja tieverkosta, siellä paikkatiedon hyödyntäminen on vähemmän mahdollista, sillä "meidän tieto on vanhan mallista". Keilausta väyläverkoilta, mutta se tulee melkein 2-ulotteisena.
- **Yhteisen tekemisen ja yhteistyön mahdollistavat ratkaisut/alustat**
- Tämä ei ole teknologiakysymys vaan miten kykenemme sitä soveltamaan, teknologia kyllä kehittyy. Teknologia menee eteenpäin junan vauhdilla, mutta me ollaan onnettomia soveltamaan.
- KV-yhteistyö, ei jäädä Suomeen "makaamaan"
- Peli- ja viihdemaailma voi oikeasti synnyttää liiketoimintaa

Toinen kehä

- Prosessi!
- Hyödyt näkyviin ja data sopivaksi, tiedon laatu sopivaksi
- Ajattelu- ja toimintatapojen muutos. Halu muuttaa nykyistä tapaa toimia!
- Originaali tosi tarkka, esim. IFC BIM -malli on hyvä esimerkki, ei tarvitse jälkimittausta & ylläpitoa
- USA:ssa tällainen on käytössä. Keskitetty järjestelmä jonka kautta jakavat mitä haluavat. Teknisesti ei haaste.
- Olennaista pelkistys: mittakaava, tasalaatu + ylläpito!
- Roolitukset ja vastuu – kuka tuottaa tarkimman tiedon joka siirtyy yleiseen käyttöön – tiedon omistajuus

PESTEC

Political

- Faktapohjainen päätöksenteko

- **Unelma: paikkatietoselonteon tuloksena syntyy yli eduskuntakausien ulottuva ohjelma**
- Poliittiset tavoitteet muuttavat hallintoa -> kokonaisuus pirstaloituu, maakuntahallintouudistus voi luoda myös mahdollisuuksia

Economic

- Potentiaalisimpia peli- ja viihdeteollisuus: Supercell, Sharper Shape
- Koulutusputki kuntoon, vrt. Saksa & Hollanti, pienen kansantalouden logiikalla
- Energiajuttujen potentiaali taloudellisessakin mielessä Suomelle

Social

- Kimpassa!! Mallia Hollannin Geonoum-konsortioista, estää sirpaloitumisen
- KV-yhteistyö ja noodipohjainen verkosto!
- **Paikkatietotoiminta yhdistettävä muuhun liiketoimintaan → yhteydet muuhun yritystoimintaan**
- Verkottumista on... mutta miten hyödynnetään?

Technological

- Avoin data reaaliaikaisena

Environmental / Energy

- Hiilineutraalin kaupungin toteutus. Helsingin ilmasto-atlas, energiamallit
- Liikenteen optimointi, reittien valinta

Cultural / Customer / Citizen

- Hackathonit

Ryhmä 2 (Moderaattori: Laura Pouru)

Moderaattorin kommentit työskentelystä:

”Kaksi keskeistä asiaa jotka ryhmän keskusteluissa nousi vahvasti esiin:

- Paikkatiedon tulevaisuus ei riipu teknologian kehityksestä vaan lainsäädännön kehityksestä, koska jo nyt paikkatiedon hyödyntäminen paljon laajemmin olisi mahdollista jos vaan lainsäädäntö tämän sallisi. Eli jotta paikkatiedosta saadaan kaikki irti, täytyy lainsäädäntöä (erityisesti yksityisyys) muuttaa.
- Paikkatieto on asia joka integroituu kaikkialle teknologiaan (vähän kuten älykkyys), joten ei ole järkevää puhua paikkatietoteknologiasta erillisenä osa-alueena, vaan tulee ymmärtää se osana kaikkea muuta teknologiaa.”

Tulevaisuuspyörä

Keskiö

- Pientoimitukset yritysverkostoissa: optimointi kuljetuksissa, koko ketju -> tehdas -> kuluttaja. → paikkatiedon vahvempi hyödyntäminen logistiikkaketjuissa, esim. kokonaan automatisoitu logistiikkaketju vrt. automatisoidut laivat
- Paikkatietoon liittyvä tietoturva / suojasovellukset / palvelut henkilöille ja organisaatioille → tässä olisi Suomelle erikoistumismahdollisuus
- Joukkoistaminen, tiedon keruu aktiivisesti
- Globaalit liiketoimintamahdollisuudet
- Analytiikka → paikkatieto-ohjelmat ovat yksi harvoista jo olemassaolevista konkreettisista välineistä big datan hyödyntämiseen
- Kaukokartoituksen ja -aineistojen hyödyntäminen ja nopea analysointi, myös yhteiskunnallisissa ilmiöissä
- Ihmisten liikkumista seuraavat ja tunnistavat sovellukset Maas:iin liittyen ja niiden mahdollisuudet mm. liikennejärjestelmän kehittämisessä
- Sensoridata ja käytöksen mallintaminen
- Yksityisyyslainsäädäntö

Ensimmäinen kehä

- Kaupunkialuemuallintaminen (ei vain kaupungit vaan laajemmatkin alueet, voisiko Suomessa olla potentiaalia kehittää maaseutumallinnusta tms.)
- 4D-teknologia
- Metsäteollisuus/-talousovellukset (3D): maatalouskartoitus (EU-tuet yms.)

- Oppivat algoritmit
- Lennokit ja kuvausteknologia
- Käyttäjätiedot helpommin käyttöön, käyttäjiä kiinnostaviin tarkoituksiin. Esim. passiivisesti kerätyt tiedot henkilöiltä/laitteista -> lainsäädäntö ja tiedonkeruun lupien järjestelmät
- **Sensoriteknologia: paikkatietosuoja**

PESTEC

Ryhmä valitsi yhden ideakokonaisuuden PESTEC-aulukossa edelleen työstettäväksi: Sensoriteknologia – paikka, tietoturva, tietosuoja = kaikkialla olevat sensorit, jotka mittaavat eri asioita

Political

- Ympäristön seuranta: jatkuva ja ajantasainen
- Aluesuunnittelu: reaaliaikainen seuranta
- Isoveli valvoo ja vahvistuu
- Lainsäädännön tulevaisuus vaikuttaa paikkatiedon tulevaisuuteen
- Oman datan luovuttamisen hallinta ihmisellä itsellä

Economic

- **Datan ymmärtäminen ja jalostaminen → paikkatieto on big datan visualisointia**
- **Analytiikka: datasta vastauksiin, fiksuun dataan**
- Paikkatietopohjaiset jalostus/logistiikkaketjut
- Paikkatieto integroituu kaikkialle, on valittava joitain keihäänkärkiä Paikkatieto on elementti, joka tulee läpileikkaavasti mukaan lähes kaikkeen teknologiaan, ja tämän takia ei ole järkevää mieltä paikkotietoteknologiaa erillisenä osa-alueena vaan ymmärtää se osana kaikkea teknologiaa. Sen takia Suomen tulisi valita joitain keihäänkärkiä, jos se haluaa erikoistua huipulle: esim. yksityisyydensuoja paikkatiedossa
- Energia- ym. jakeluverkot (viemärit jne.)
- Huoltotöiden ennakointi: sensorit ilmoittavat milloin laite/kohde hajoamassa

Social

- Ihmisten käytöksen mallintaminen, kun voidaan seurata päivittäisi liikkeitä
- Uusien sosiaalisten verkostojen luominen paikkatietoon perustuen, kun helpompi löytää sellaisia ihmisiä ja paikkoja, joita tarvitsee, esim. kaveri-tinderistä voi löytää kavereita jos haluaa mennä museoon, ulkoilemaan, juhlimaan jne.
- Ryhmien eriytyminen vai sekoittuminen?

Technological

- Tiedon standardointi

Environmental/Energy

- Passiivinen ilmastodatan keruu, kun sensoreita kaikkialla, esim. ilmastonmuutoksesta, saadaan paljon eksaktimpaa tietoa jos älytään asentaa seurantasensoreita vaikka laivoihin, metsäkoneisiin, jotka liikkuvat syrjäisillä alueilla.
- **Oman ympäristökuormituksen havainnollistaminen paikkatiedon avulla, esim. paljonko automatkani saastuttaa → tämä ohjaa kuluttajia toivottavasti ympäristöystävällisiin valintoihin**
- Ennakoiva tietopalvelu mistä kannattaa ajaa tai kulkea

Cultural/Customer/Citizen

- Tiedon määrä lisääntyy, kun paikkatiedon avulla mahdollista seurata kuluttajan liikkeitä
- **Koulutuksessa ja sivistyksessä hyödyntäminen:** oppilaille voidaan opettaa sivistystä ja suvaitsevaisuutta esim. viemällä heidät vieraisiin kulttuuripiireihin virtuaalitodellisuuden avulla
- Virtuaalimatkailu

Ryhmä 3 (Moderaattori: Panu Muhli)

Tulevaisuuspyörä

Keskiö

- Lainsäädäntö hidastaa teknologian kehittämistä / käyttöönottoa
- Aikasarjat (esim. ilma- ja satelliittikuvat)
- Hahmontunnistus mm. kaukokartoituskuviista
- **Sisätilapaikannus**
- **Suurtarkkuuspaikannus**
- **Poliittinen tuki**

Ensimmäinen kehä

- Mahdolliset vastavirtaan kulkijat?? ("Luddiitit")
- Elanto helposti teknologialla/palvelulla -> enemmän vapaa-aikaa
- Open data, julkiset rakennukset avoimena paikkatietona (3D-geometriat, sisätilat)
- Collaborative harvesting
- Kevätkylvö palveluna
- Eriarvoistuminen uuden teknologian käytössä riski
- Turvaa lisäävät palvelut keskiössä
- Suurtarkkuusaineisto
- Normien purku
- Keinoöly mukana lainsäädännön kehittämisessä -> parempilaatuista lainsäädäntöä myös paikkatietopuolelle
- Sijaintitieto hätätapauksissa jaetaan myös vapaaehtoisille
- Kansallinen palveluinfra arkielämässä tarvittaviin palveluihin, huomioiden Suomen olosuhteet
- Turismi: liikennemuotojen ketjuttaminen paikkatiedon avulla

Toinen kehä

- Palvelut, ei vain teknologia
- Helppokäyttöiset palvelut
- Osoitteen rooli: osoitteiden käsitettä laajennetaan, ei vain katuosoite ja postiosoite, vaan osoitteina myös esim. kaikki rakennusten sisäänkäynnit, tavarantoimituslaituri, kiinteistön sisäänajo-väylä jne.
- Open data
- Alueellinen kattavuus keskeistä

PESTEC

Political

- Maanpuolustuksen asettamat laaturajoitteet?
- Kehen luotamme yksilön paikkatiedon vastaanottajana (valtio vs. yritys)?
- Kansalaisten sijaintitiedon kerääminen helpommaksi julkishallinnolle
- Paikkatiedon käyttö (poliittisen) valvonnan välineenä

Economic

- Capacity building - paikkatietoon liittyvä osaaminen erittäin arvokasta pääomaa taloudelle
- Paikkatiedon avaaminen
- Mahdollistaa nykyisten palveluiden kehittämisen

Social

- Helpompi osallistuminen tapahtumiin
- Sairaanhoidotoimet sensoridatalla automaattisesti
- Oikeus yksinoloon eli kansalaisella oltava oikeus olla paikantumatta
- Yksinjäämisen ehkäiseminen
- Yhteisöllisyyden vahvistaminen (Pokemon Go)

Technological

- Maatalouden automatisoitu valvonta
- Sijaintitiedon hallitsematon virta - esim. sensori- ja kamerateknologian nopea kehittyminen tuottaa massiivisen määrän paikkatietoa, jonka hyödyntämisen hallinta ei kehity datantuotannon tahdissa
- Robottiasiakaspalvelija

Environmental / Energy

- Sähköntuotannon ja kulutuksen optimointi
- Reaaliaikaisen sensoridatan hyödyntäminen

- Logistiikan optimointi
 - Reititys dynaamisesti = reaaliaikaisesti
- Cultural/Customer/Citizen
- Virtuaalisen maailman kehitys
 - Virtuaalinen koti
 - **Uusnomadisuus=monipaikkainen asuminen**
 - **Nomadi-viranomainen = viranomainen tuo palvelunsa sähköisesti JA fyysisesti asiakkaan luo, ei toisinpäin**

Ryhmä 4 (Moderaattori: Nina Nygren)

Moderaattorin kommentit työskentelystä:

“Julkisen sektorin roolin selkeyttämistarpeesta puhuttiin paljon. Koettiin tarve, että valtio-kunta-maa-kunta toimii yhteistyössä ja tukee yritysten mahdollisuuksia paikkatietojen hyväksikäyttöön liiketoiminnassa. Toinen tärkeä pointti oli alueellinen ja muukin tasa-arvo paikkatiedon ja paikkatietoa hyödyntävien sovellusten käytössä, että kaikilla olisi mahdollisuus niiden käyttöön ja käytön tukeen.”

Tulevaisuuspyörä

Keskiö

- Laserkeilaus
- Mallinnus -> ja mallien pohjalta tehdyt analyysit eri asioista
- Mallinnus
- Datalähteiden monipuolistuminen
- GNSS-satelliittipaikannus ja sen mahdollisuudet (esim GPS on GNSS järjestelmä)
- Tarkka paikannus
- Paikannusteknologioiden kehittyminen
- Paikkatietojen integrointi
- AR. Reaali- ja virtuaaliympäristön/todellisuuden yhdistäminen
- AR/VR
- AR/VR
- Keinoälyn käyttö
- AI
- Keinoäly yhdistettynä paikkatietoon
- Big datan mahdollisuudet
- Paikantavat älypuhelimet
- Joukkoistaminen

Ensimmäinen kehä

- Markkinalähtöisyys
- Palveluita tulee paljon, mutta elämään jäävät vain ne, joista käyttäjille todellista hyötyä
- **Paikkatiedot integroitu jokapäiväisiin järjestelmiin**
- Laserkeilauksessa monikanava, single photon
- Turvallisuusteknologian nopea kehitys
- Pilvipalvelut: prosessointi, datan jakoon
- Joukkoistaminen: robottiautot, ylläpito
- Isot kuvapankit: konenäkö, analyysit
- Tietojen analyysikäyttö uudella tasolla (mm. linked data, ID), erilaisten paikkatietojen yhdisteleminen toisiinsa ja henkilöitä koskevaan tietoon mahdollistaa uudet monipuoliset analyysit
- Reaaliaikainen tilannetieto
- Joukkoliikenne yhä älykkäämpi
- Tarkkaa paikannusta hyödynnetään autonomisessa joukkoliikenteessä
- Smart country side
- Älykäs kaupunki
- Paikkatiedon analyysit hyödynnetään laajasti päätöksenteossa
- Linkitetty tietovarannot

- Julkishallinnon aineistot (osittain) ja käyttäjien tuottamat aineistot samaan tietokantaan

Toinen kehä

- Junat kartalla, auton parkkeeraus, reittiopas
- Julkishallinnolla paljon puutteita, esim. maapohjan verotusarvot, dokumenttipohjana käsin piirretyt ja skannatut kartat
- Tiedon/tietomallien standardoinnin tarve kasvaa
- Kun paikkatietoa hyväksikäytetään, se on taustalla, ei tietoista käyttöä
- Jos ihminen itse on "päivittäinen järjestelmä", niin miten paikkatieto/muu tieto integroituu minuun paremmin tai uudella tavalla? Tietojen linkittyminen ja reaaliaikaisuus. Kehon mittaukset.
- Paikasta riippumaton kansalaislähtöisyys ja teknologian käyttö, eli mahdollisuus käyttää uusia teknologioita ja sovelluksia tasa-arvoisesti riippumatta missä sijaitsee vrt. kaupunki-maaseutu
- Mahdollisuus tarjota kansalaisille esim saasteisiin liittyvää tietoa reaaliaikaisesti
- Valtion ja muun julkisen hallinnan roolit kehittämisen mahdollistajana, ristiriidatta
- Julkisen sektorin rooli palvelujen tarjoamisessa PPP?
- Edistynyt paikkatieto mahdollistaa ihmisten ryhmäyttämisen mielenkiinnon ja sijainnin perusteella -> tätä voisi hyödyntää myös julkishallinnon palveluissa samalla periaatteella, yhdistämällä tarve + sijainti

PESTEC

Political

- Paikkatietotekniikka ja lainsäädäntö
- Julkisen sektorin roolin määrittely paikkatiedon tuottajana ja paikkatietoon perustuvien palvelujen tarjoajana
- "Alt-paikkatieto"- paikkatiedolla voi manipuloida päätöksentekoa negatiivisesti
- Paikkatieto mahdollistaa NIMBY-ilmiön hyväksikäytön tehokkaasti -> siitä voi seurata haittaa esim. rakennus-, hoitolaitos- tms. projektien toteuttamiselle
- Kansalainen saa alueensa palveluista kattavan, tarpeisiinsa vastaavan, kuvan ja yhteydet

Economic

- Yrityksille toimintaedellytyksiä avoimesta tiedosta (ei tarvitse hankkia itse, voi keskittyä ydinliiketoimintaan)
- Avoimien globaalien satelliittiaineistojen hyödyntämisen sovelluksia
- Julkishallinnon uudet paikkatietojärjestelmät -> uutta liiketoimintaa yrityksille -> ulkoistaminen
- Seurantatalous -> suunnattu mainonta

Social

- Riippuvuus palvelujen tarjoajista kasvaa... monopolit ovat uhka
- Samoja asioita harrastavien löytäminen
- **Paikkatietojen käytön tuki kansalaisille? Tasa-arvo**
- Palveluverkko perustuu saavutettavuusanalyysiin

Technological

- Ubiikki datasiruteknologia (mahdollisuus käyttää esim. ihon alle asetettavia datasiruja tiedon keräämiseen ja yhdistelyyn, esim maksut, turvallisuus jne)
- Tehokas täsmäviljely, eri teknologioiden hyödyntäminen, esim. dronet

Environmental/Energy

- Tulva-analyysit, myrskyvaurioiden kartoitus, metsien seuranta -> liiketoimintaa vakuutusyhtiöille
- **Jakamistalous -> sen seurauksena uudet liiketoimintamallit**
- **Resurssien käytön väheneminen / voi haitata kotimaista teollisuutta**
- Kuljetusten yhdistely ja optimointi
- Esim. nettikauppa lisää kuljetuksia ja liikennettä, toisaalta kuljetusten yhdistely ja keskittäminen voi auttaa ja mahdollistaa muutakin palvelutuotantoa
- Aurinkoenergian potentiaalin optimointi

Cultural/Customer/Citizen

- (Paikka)tiedon "tuleminen" minun luokseni: mitä kiintoisaa lähelläni tapahtuu, mistä minun tulisi olla tietoinen
- Paikkatietopohjaisia oppimispelejä, paikannus voi olla mukana

Ryhmä 5 (Moderaattori Hazel Salminen)

Tulevaisuuspyörä

Keskiö:

- Augmented reality
- Big data: uutta dataa tulee erittäin paljon (kansalaiset, IoT...) -> näiden keskitetty analysointi, palvelut
- 3D-paikannus ja "uudet attribuutit"
- AR&VR-laajennus avoimeen dataan
- Kuluttajan arkipäivän lisätty todellisuus
- Henkilökohtaisen sijanti/paikkatiedon haltuunotto
- Tietojen parempi saatavuus ja mahdollisuus yhdistää niitä, ennustavassa data-analytiikassa
- Liikenteen ohjaus big datan avulla
- Big data, analysointi
- Autojen autonominen ajelu
- Asumisen automaatio, automaation ratkaisut

Ensimmäinen kehä

- **Kansalaiset täydentävät paikkatietoja (kansalaishavainnot, lisäävät ominaisuustietoja paikkatietoihin)**
- **Vapaa-ajan harrastukset kalastus, metsästys, bongaus, vaellus... informaation joukkoisuus**
- **Säätilojen ja maaston reaaliaikainen monitorointi ympäri maata tarkentuu huomattavasti, jolloin metsäkoneiden reitin suunnittelu ym. helpottuu**
- **AR:n lisätyn tiedon hyödyntäminen avoimena omadatana**
- (Big) datojen yhdistely eri lähteistä eri tekniikoin (assimilaatio, mallit, ...)
- Aikaulottuvuudesta tulee nykyistä paljon tärkeämpi (muutos, historiatiedot,...)
- Dataa kerätään samalla moneen tarkoitukseen kun ollaan esim. maastossa töissä
- Aivot tuntevat paikkatiedon. Uusi aisti.
- Ohjaaminen ei tarvitse välinettä
- Geomedical: ympäristötekijät tms. suoraan hyödynnettävissä diagnostiikassa (kliininen käyttö)
- Reaaliaikainen data
- Big data optimoinnin taustalle (liikenne, luvitus)
- Public + Private -yhteistyö lisääntyy
- Sisäiset sensorit rakennuksen "hyvinvointiin"
- Älykäs liikkuminen välineestä riippumatta, sekä henkilöt että tavarat
- Robotisaatio/automaatio kaupan logistiikan kuljetuksissa (liikennemuotojen yhdistely)
- Vanhusten hoito: seuranta, liike/elintoiminnot
- Sisäpaikannus (standardi wlan:lle)
- 3D-kartta

Toinen kehä

- Joukkoistamisen sietämätön keveys! "Taustalla". "Luvan kanssa automaattisesti".
- Marjojen ja sienten keruun potentiaali kaikkien saataville
- Googlen "ruuhkatieto" avoin ja useammassa käytössä
- Kuvista poimitun tiedon hyödyntäminen: paljon piilotettua tietoa jo nyt. + Konenäkö, "luvan kanssa".
- Omien tavaroiden hallinnointi: sisäpaikannus ja sensorit joka tavarassa
- Ympäristön seurantaan. Täydentää/korvaa viranomaisseurantaa (pakoll.). Liiketoiminta: luontomatkailu, uusia "GIS"-sovelluksia, vientiä. Kansalaisille lisää tietoa.
- Kansalaishavaintojen rikastama, käynnistämä automatisoitu ympäristönvalvonta
- Ennakoiva terveysteknologia (tietolähteiden yhdistely)
- Henkilökohtaisen terveydenhoidon optimointi
- Forest big data, jota saadaan esim. metsäkoneisiin asennettavista sensoreista
- Kauppaketjujen varastoinnin ja logistiikan ja myyntikampanjoiden optimointi

PESTEC

Political

- Äänestyskäyttäytymisen ohjaaminen sijaintiin perustuvan kohdennetun viestinnän avulla = mediatoimistojen tulevaisuus
- Yhtä aikaa sallivan että rajoittavan sääntelyn kautta innovaatioiden kiihdytys (yksityisten yritysten oikeudet kerätä, minikopterit)
- Henkilökohtainen kansanedustaja (profilointi: some, työ, perhe, sijainti, viimeisin kiinnostus)
- Paikkatietopalveluilla (=karttapalvelut ym.) voidaan esittää mm. päättäjille tilannekuvia, muutoksia, jne.
- Trumpin virtuaaliset "aidot" tapahtumat

Economic

- Logistiikan, varastoinnin, myymälöiden ja palveluiden sijainnin optimointi asiakkaiden liikkuvuustietojen perusteella
- Mm. asuinaluehinnat (millaiset naapurit, palvelut jne. lähistöllä)
- Luonnonvarojen seuranta, inventointi
- Löydät/näet sinulle sopivat ruoka-aineet
- Investoinnit (ja niiden tukeminen) paikkatietoinfraan

Social

- Kaveripalvelut
- Samanmielisten aluetietoon/sijaintitietoon perustuva "Tinder" (taide, tiede, harrastukset jne.)
- Harrastukset: hae ja haasta "paikalliselle ystäväringille"

Technological

- Marjojen ja sienten sadon tulkkaus (kuva)
- Geokoodauspalvelu, joka antaa sijainnin mille hyvänsä tiedolle ja yhdistää sen valittuun tietoon
- "Big data" –keskuksia tulee lisää, yhteiskunta tukee
- Riippumaton, ei-kaupallinen keinoäly -> puolueetonta big dataa. Julkisen rahan investointeja.
- Paikkatieto itsestään selvä ja automaattisesti edellytetty/odotettu tietoelementti kaikessa tiedonkeruussa / siirrossa
- Aivot tuntee missä olet, mitä vieressä on (auton väistö vaistonvaraisesti)

Environmental/energy

- Ihmisen ja esineiden logistiikka tehostuu -> pienempi hiilijalanjälki
- Ympäristömuutokset alueellisesti ja globaalisti. Ilmastonmuutoksen vaikutukset. -> Aikasarjat (myös "back to history"). Esim. lumirajan muutokset, jääpeitteen pituus, sulaminen, kasviston muutokset.
- Luonnonvarojen tehokkaan hyödyntämisen ja ympäristönsuojelun tehostaminen tietovarantojen yhdistämisellä.
- Kierrätysrobotti olemassa olevaan "kaatikseen"

Cultural/Customer/Citizen

- Interaktiivinen kartta kaupungista, teemakartat
- Tunne on tärkeämpi kuin fakta
- Tappara ei tee haamumaalia
- Dis-paikkatieto ja valveutuneet käyttäjät
- Väärän tiedon levittäminen, "valeuutiset", "vaihtoehtoiset faktat", murskaavat arvostelut kilpailijoista jne... trollaus
- Automaatioliikenteen optimointi paikan ja vuorokaudenajan mukaan: esim. ihmiset päivällä, tavarat yöllä.
- Yksilönsuoja kevenee
- Paikkatiedon perusosaaminen kaikille/kaikilla (paikkalukutaito)

Ryhmä 6 (Moderaattori: Juho Ruotsalainen)

Tulevaisuuspyörä

Keskiö:

- Paikkatiedon julkisuus ominaisuutena
- IoT
- Augmented reality (HoloLens)
- Paikkatiedon integroiminen kaikkeen
- Big Data. Uudet datalähteet myös viralliseen tiedontuotantoon
- Rajapinnat – ”kaikki data kaikkien käytössä” – tiedon kulkeminen
- Lisääntyvät tarkkuusvaatimukset ja reaaliaikaisuus -> Teknologinen ja mentaalinen haaste
- Datan välityksen tehokkuus, rajapinnat ym. Reaaliaikadata. Big data.
- Paikkatiedon moninaistuminen ja monisuuntaistuminen – ”paikkatietoräjähdyks”
- Älykäs kaupunki: kotiautomaatio, älyliikenne ja –logistiikka, 4D-suunnittelu ja –rakentaminen. Ym.

Ensimmäinen kehä:

- Paikkatiedon saaminen vs. paikkatiedon jakaminen
- Paikkatiedon omistajuus ja oikeus hallita
- Suomi jäljessä avoimuudessa (vrt. Linux)? Tämä kurottu kiinni.
- Globaalit (paikka)tieto-oligopolit vs. kansalliset ja paikalliset järjestelmät
- Avoin sote
- Automatisoidut toimitusketjut
- Korkeamman jalostusasteen generointi
- Hallinnon hukka pois
- Kodin IoT
- 4D-kaupunkisuunnittelu
- Kansallinen palveluväylä –konsepti
- Ihmispäästökauppa. Rajattu kulutusvalintoja markkinaehtoisesti
- MaaS
- Suomessa suunnataan kv-markkinoille – globaalit standardit
- Isojen toimijoiden (Facebook ym.) data käytössä
- Yhteentoimivuuteen on panostettu – standardit!
- Ollaan mukana kehittämässä standardeja
- Avoimen lähdekoodin alustat – suljetut systeemit avautuvat

Toinen kehä

Valittu ideakokonaisuus: Avoimet rajapinnat, avoin data, kansalaiset mukana, globaalit markkinat, innovaattorit ja pioneerit, tiedon keruun pelillistäminen ja muu joukkoistaminen

- Kansalaisten julkinen profiili valinnoista, käyttäytymisestä, jne. ”Mainemittari”. Osaksi dystoop-pinen ajatus.
- Säädöstöä kevennetty
- Kokoava Suomi-karttapalvelu Googlen rinnalle
- Asukas kaupunkiekosysteemin tuottaja-kuluttajana
- Prosessien linkittyminen, toimijoiden yhteistyö
- Tarkempien/kohdennettumpien maakohtaisten palvelujen rakentaminen Googlen alustoille
- Osallistamis-API
- Crowdsourcing-vaikutusanalyysit
- Privacy-palvelut ostettavissa yleisesti
- Painopiste julkiselta sektorilta yrityksiin: julkinen sektori tuottaa peruspalvelut, yksityinen sovel-taa. Julkinen laatutason asettavana tilaajana
- Rajapintojen yhteensovittamistuote
- Järjestelmissä pitää olla mahdollisuus yksityisyyden tason määrittämiseen
- Lääketieteen koealue
- Avoimen rajapinnan itseohjautuvat autot

PESTEC

Political

- Paikkatiedolla (esim. 3D-mallit) poliittisten ym. päätösten ja niiden mahd. seurausten havain-nollistaminen
- Tietoturvan tason määrittäminen

- Riittävät joustavat standardit & suositukset
- Opetussisältöjen säätö
- Varautuminen kyber- ym. uhkiin, Plan B

Economic

- Kohdennettu markkinointi (yhä tarkemman datan avulla)

Social

- Poliittisten päätösten joukkoistaminen (poliitikko toimii kuten "äänestäjät haluaa")
- Yhteisöjen muodostamisen "automatisointi"

Technological

- Tietoturvasovellusten parantaminen (Suomen lippulaiva?)
- Mitä jos navigointisatelliitit kaatuvat?
- IoT:n haavaoittuvuus kyberhyökkäyksille. Konvergenssi ja tekn. keskinäisriippuvuus pahentaa. Liiketoimintapotentialiaali.

Environmental/Energy

- Ympäristön tilaa voidaan seurata tarkemmin
- Ympäristödatan kasvu
- Palkitsevat käyttömaksut
- Energiankäytön optimointi, kuormituksen sääntely

Cultural/Customer/Citizen

- My datan myynti
- Manipulaatio / kuplaantuminen

LIITE 4 Toisen tulevaisuustyöpajan 9.5.2017 tulokset

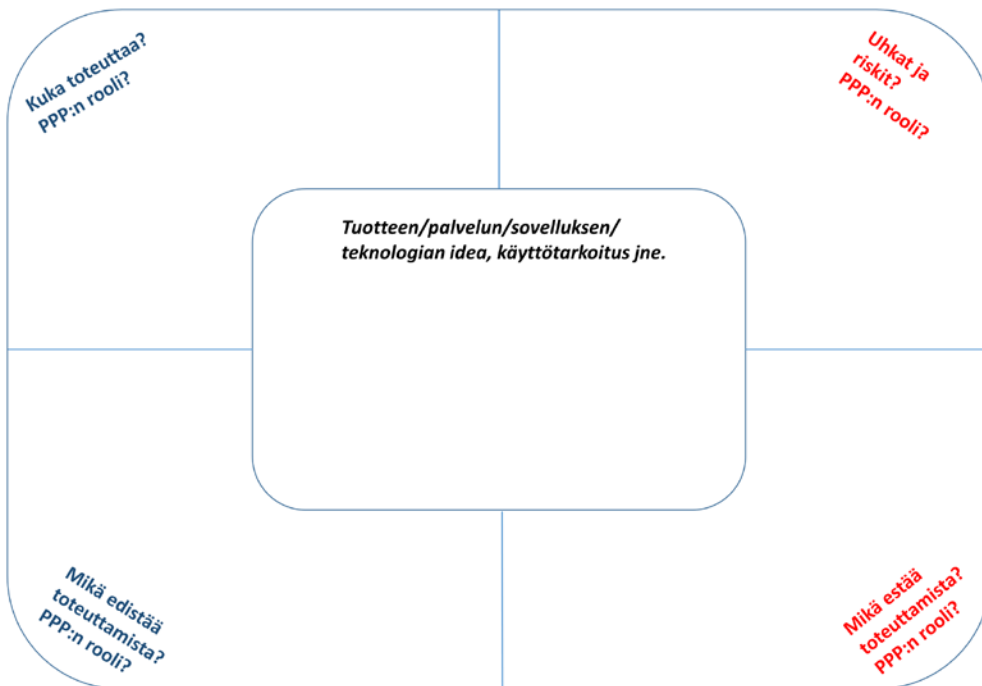
Tulevaisuustaulukot ja innovaationelikentät

Tässä tulevaisuustyöpajassa jatkettiin ensimmäisen työpajan tulosten pohjalta muodostettujen skenaarioiden työstämistä. Osallistujat jaettiin viiteen ryhmään, joista kukin keskittyi yhteen skenaarioon. Jokaiselle ryhmälle jaettiin lista paikkatiedon käyttömahdollisuuksista ryhmän skenaariossa. Ryhmä sai myös lisätä käyttömahdollisuuksia listaan. Näistä äänestettiin, ja kolme eniten ääniä saanutta työstettiin niin kutsutussa tulevaisuustaulukossa. Ryhmä ideoi tulevaisuustaulukkoon kunkin käyttömahdollisuuden kohdalle, millä tavoilla paikkatietoja voisi näissä käyttömahdollisuuksissa soveltaa skenaarion maailmassa vuonna 2027. Millaisia sovelluksia, palveluita, tuotteita ja teknologioita käyttömahdollisuuksista voi nousta?

Tulevaisuustaulukon ideoista tai ideakokonaisuuksista ryhmä valitsi yhden, jota se kehitti innovaatioaihioksi ”innovaationelikentän” avulla.

Tulevaisuus- taulukko	Paikkatiedon käyttömahdollisuudet vuoden 2027 skenaariossa
Käyttömahdollisuus 1	
Käyttömahdollisuus 1	
Käyttömahdollisuus 1	
Public-Private-yhteistyön rooli	

Tulevaisuustaulukko.



Innovaationelikkettä

Seuraavassa esitetään kunkin ryhmän tulokset tekstimuodossa.

Ryhmä A: Hyvin viritetty kone (Moderaattori: Marjukka Parkkinen)

Tulevaisuustaulukko

Käyttömahdollisuus 1: Tiedonkeruu

- Yhteisen (käsite)mallin laatiminen ja ylläpito
- **Mallinnus**
- Joukkoistaminen
- Verkostomaiset (yhteiset) prosessit
- Sensoritekniiikan käyttöönotto – tiedonkeruun automaatio
- Kaikenlaiset sensorit: lidarit, kuvantavat, paikantavat (GNSS, IMU, Kaiku,...)
- **Ajantasaisemmat paikkatiedot - > helpompi päätöksenteko**
- **Sensoriteknologia**
- Konenäkö
- IoT

Käyttömahdollisuus 2: Päätöksenteko

- **Mallintaminen**
- **Paikkatietoon perustuvien ennakoimallien kehittäminen ja käyttö (estää lyhytnäköistä päätöksentekoa)**
- Saavutettavuusanalyysit
- Yksilöivät tunnistet: elinkaaren hallinta, ajoitus, suunnitelmat, ennusteet
- Päätösten parempi ymmärtäminen (hyväksyminen?) -> päätösten toimeenpanon tehostuminen
- Käyttöliittymä visualisoidun paikkatiedon hyödyntämiseen
- Palveluiden kohdistaminen
- Paikkatietoon perustuvien indikaattorien tunnistaminen ja kehittäminen
- Paikkatietoanalyysien työkalut ja käyttöliittymä
- Sijaintitiedon näkymätön integrointi kansalaisen jokapäiväiseen elämään ja sen ohjaamiseen
- Malminetsintä
- Aluesuunnittelu

Käyttömahdollisuus 3: Koneohjaus

- Konenäkö

- Mallintaminen, tiedonlouhinta, neuroverkot, AI, koneoppiminen
- **Automaattinen rakentaminen**
- Reaaliaikaiseen tietoon perustuvat reitityspalvelut
- **Liikenteen ohjaus**
- **Automaattinen, autonominen liikenne**
- **Automaattinen, autonominen kaivos**

Public-private-yhteistyön rooli

- Avoin data
- Julkisin varoin tuotetut datat avoimena käyttöön. Yritykset innovoivat uusia palveluita.
- Yrityksiltä tietotarpeet julkishallinnolle - > mallinnus, datajakelu
- Public: edellytysten parantamista, pitkän aikavälin suunnittelua
- Private: bisnes, rahan teko, palvelutuotanto (maksulliset)
- **Vientituote. Julkinen sektori tilaa, yritykset toimittavat. Kehittämistä tehdään vuorovai-
kutuksessa. Yritykset tuotteistavat ja tarjoavat alustoja ja ratkaisuja, ja vievät niitä myös
ulkomaille.**

Innovaatioaihi

Paikkatieto päätöksenteossa ("Kone")

Päätöksenteossa hyödynnetty paikkatieto on skenaarion hyvin viritetyn koneen moottori ja tehokkaan yhteiskunnan ydin. Sensoriteknologia ja oikeaan tarkoitukseen mallinnettu laadukas ja ajankohtainen paikkatieto mahdollistavat paremman, tarkasti ennakoivan ja läpinäkyvän päätöksenteon. Koneita viritävät vuorovaikutteisesti kaikki osapuolet ja roolit ovat selkeät. Julkinen sektori on tilaaja ja vastaa yhteisen tiedon tuottamisesta. Yritykset vuorostaan toteuttavat palvelun, eli käytännössä rakentavat koneen. Käyttäjien osallistaminen toteuttamisvaiheessa takaa palveluiden toimivuuden. Palvelumalli ja sen osat ovat toteutettu niin laadukkaasti, että ne ovat Suomelle tärkeä vientituote.

Kuka toteuttaa? PPP:n rooli?

- Julkinen sektori vastaa yhteisen tiedon tuottamisesta
- Yritykset rakentavat koneen
- Kone viritetään PPP-yhteistyössä
- Käyttäjät mukana toteuttamisessa

Mikä edistää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Teknologian kehitys ja integroituminen
- Suomi on pieni maa
- Taloudelliset realiteetit
- Koneen läpinäkyvyys: päätösten perusteet, kaikki parametrit avoimesti
- Avoin data

Mikä estää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Pelko antaa valta koneelle / algoritmeille
- Lyhyen tähtäyksen eduntavoittelu
- Paikkatiedon heikko laatu
- Paikkatieto mallinnettu muuhun käyttöön
- Populismi

Uhkat ja riskit? PPP:n rooli?

- Riippuvuus
- Väärät päätökset
- Ei löydy konsensusta toteutuksen veturista

Ryhmä B1: Prosumeristin paikkatietoparatiisi (Moderaattori: Noora Vähäkari)

Tulevaisuustaulukko

Käyttömahdollisuus 1: Location-based services, ubiikit "lähipalvelut"

- **Valesijaintipalvelut: osta avatar**
- Vanhuksille & liikuntarajoitteisille ad hoc –palvelut, "auta kadun yli"
- Pelastus- ja sairaalapaalvelut jatkuvasti tietoisia, missä kriittisimmät kohdat (esim. vaeltajat, vanhusten sijainti)
- Lasten ja nuorten harrastusmahdollisuudet
- Stumble upon ad hoc –yllärit / tempausket
- Joukko-ostopalvelu asuinalueelle tai työpaikalle
- Automatisoitu personointi palveluntarjonnan taustalle

Käyttömahdollisuus 2: Jakamistalous

- Henkilöautot täysin jakamistaloudessa
- **Kotikokkien Foodora/Trybe**
- **Service delivery crowdsourcing, esim. rakennuspalvelu**
- Kyytien järjestelmät, joissa otetaan mukaan mahd. monta ihmistä reitin lähietäältä
- Omakotialueen jätehuolto: sensorit kertovat, kenen jäteastiassa on tilaa
- Pidä mun Facebook-tili asuttuna paikallisesti
- Kastele mun kukat

Käyttömahdollisuus 3: Avoin data & joukkoistaminen

- Joukkoistettu ympäristön suunnittelu
- **Joukkoistettu lainsäätämisen/luonnostelu**
- Sensoridata täydentää karttaa ja sen paikkatietoja reaaliaikaisesti
- Poliittinen päätöksenteko: "äänestä yhteisen rahan käytöstä"

Public-private-yhteistyö

- Avoin data laajasti käytäntöön säädöksillä & tuilla
- Viranomaiset sallivat & tukevat valvomisen sijasta
- My data, lainsäädäntö & palvelut
- Julkinen sektori voisi hallita aineistoja – yksityinen sektori tarjoaa keruusovelluksia

Innovaatioaihio

Talouspiiri

Palvelu on lähiympäristön ja -yhteisön (esim. taloyhtiön, kaupunginosan, naapuruston) kattava sovelluspohjainen alusta tai kauppapaikka, jossa yhteisellä potilla saadaan kustannustehokkaammin tuotteita koko yhteisölle. Esimerkiksi luomupiiri, rakennustarvikkeet tai vaikka pizzatilaus tulisi halvemmaksi, jos siihen osallistuisi useampi asukas. Kuluttajat saavat tuotteet halvemmalla hinnalla, ja paikallisyrietykset saavat kerralla isompia tilauksia. Näin myös hävikki vähenee.

Sijaintitietoja käytetään tilauksen kohdentamiseen ja palveluita etsittäessä. Datapohjaisen ennakkoinnin avulla palveluntuottajat voivat valmistautua kulutuspiikkeihin, ja he voivat samalla helposti rekrytoida lisätyövoimaa sovelluksen avulla lähiympäristöstä.

Palvelun yleistä ideointia:

- Resurssien parempi käyttö
- Palveluista alempi hinta
- Smart crowdsourced prosumerist ecosystem
- Tribalismi, heimoutuminen
- Neighborhood ecosystem services
- Neighborhood watch
- Ennakointi

Kuka toteuttaa? PPP:n rooli?

- Yksityiset ja yhteisöt
- Pohja-alustan kehittävät yritykset, julkiset toimijat tai kansalaiset

Mikä edistää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Palvelun alusta valmiina. Helppo ottaa käyttöön.
- Kriittinen massa
- Sosiaalinen paine & kontrolli, joukkoarviointi

- Vakuutus riskeihin
- Lainsäädäntö tukee
- Julkiset palvelualueet / yksityiset tuottajat, vrt. Turun kaupunki

Mikä estää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Palvelu liian osallistavaa (jos automatisointia ei helppo toteuttaa)
- Yritykset eivät ole valmiita
- Valtiovarainministeriö, verottaja
- Kuluttajien varovaisuus

Uhkat ja riskit? PPP:n rooli?

- Suljetut markkinat
- Harmaa talous
- Joukkoistetun palvelun laadunvarmistus
- Palveluiden saavutettavuus eri käyttäjäryhmille
- "Valelääkärit / -juristit"
- Fragmentaatio
- Riskien jako & varautuminen
- Vapaamatkustus

Ryhmä B2: Prosumeristin paikkatietoparatiisi (Moderaattori: Nina Nygren)

Tulevaisuustaulukko

Käyttömahdollisuus 1: Ihmiset löytävät toisensa kiinnostusten perusteella ja organisoituvat erilaisiksi liikkeiksi

- **Samankaltaisuus-match-palvelu**
- Sisäinen samankaltaisuus: maailmankuva, poliittiset ambitiot
- Ulkoinen samankaltaisuus: harrastukset, tekemiset
- Deittipalvelut
- Anonymiteetti
- Virtuaaliset yhteisöt tulevat realistisemmän tuntuiseksi (virtuaalinen sijainti?)
- **Tiedon haltijan löytäminen: kuka osaa kertoa minulle tästä paikasta? "Opas on-demand"**
- **Palvelun tarjoajan löytäminen: kuka korjaisi pyöräni? "Handy man on-demand"**
- **Reitti ulos "kuplasta"**
- "Tyhjien" paikkojen löytäminen
- Lähipalveluiden push-tyyppinen palvelun ilmoittaminen: sijainti, palvelut, ajat, "tomaatit mukaan matkalla"
- Silta kaupallisten palveluiden tarjoajan ja henkilön välillä, "Facebook-tavaranmyyjä lähellä"
- Suosituspalvelut
- DNA-profilointi deittipalvelussa
- Itseorganisoituvat tapahtumat ja niiden kytkeminen palveluntarjontaan

Käyttömahdollisuus 2: Paikkatieto tulee "luokse", kiinnostavat tapahtumat lähellä

- Tieto tapahtumista: tulee jatkossa kohdistetusti kiinnostuneille (esim. nykymusiikkikonsertit, pe-tanque-turnaus jne.)
- Tapahtumat minulle virtuaalisesti: palvelujen toimitus kotiin
- Viranomaistiedotus
- Kehittyneet senssipalvelut
- Tapahtumien reaaliaikainen tilannekuva (mahtuuko sisään, onko kavereita...)

Käyttömahdollisuus 3: Paikkatietoon perustuvat pelit

- Digitaalinen luontopolku (lisätty todellisuus)
- Paikkatietoa hyödyntävät oppimispelit
- Keinovalmentaja, sensoreiden avulla
- **Todelliseen ympäristöön perustuvat VR/AR-pelit**
- **Peliympäristön generointi**
- **Vaihtoehtoinen todellisuus tähän tilaan: sotatila, ympäristön ideaalitila**
- Historiallisen reitin uudelleen eläminen (reitin kävely, lisätty todellisuus)

- Pelit tiedon tuottajina (citizen science)
- Kartoitetun tarkan/aidon virtuaalimaailman vienti peliin. Sivutuotteena pelaajan tekemät havainnot alueesta

Public-private-yhteistyön rooli

- Tiedon oikeellisuus
- Millainen alusta mahdollistaa palvelut?

Innovaatioaihiio

(Mikro)palveluiden ja –tuotteiden tarjonta ja löytyvyys (paikkatietoinen mikropalveluiden ekosysteemi)

Palvelu, joka kokoaa eri mikropalvelut yhteen ja hyödyntää paikkatietoja. Käytännössä kyseessä on digitaalinen alusta, jonka avulla palvelut ja tuotteet löytävät kuluttajalta kuluttajalle, tuottajalta kuluttajalle sekä kuluttajalta tuottajalle. Paikkatietojen avulla paikallisuus, lyhyet välimatkat ja helppous korostuvat.

Kuka toteuttaa? PPP:n rooli?

- Julkishallinnon rooli jatkossa: Sivustakatsoja? Tiennäyttjä? Ohjaava?
- Verkosto: palveluiden tarjoajat, palveluja hakevat, broker-palvelut

Mikä edistää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Paikallisuus (tuo turvallisuutta ja luotettavuutta)
- Tarpeiden tunnistus sensoreilla (esim. vanhusten asuminen)
- Joukkoistetun tiedon hyödyntäminen
- Liikkuvuus (tarvitaan systemaattisempi paikka tarjota ja löytää palveluita)

Mikä estää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Anonymiteetti, yksityisyyden suoja
- Oikea hakusana ei tiedossa
- Datan omistaja voi dominoida

Uhkat ja riskit? PPP:n rooli?

- Datan omistaja voi dominoida
- Riippuvuus yksityisistä toimijoista
- Fake news
- Harmaa talous
- Google vie markkinat

Ryhmä C: Jokuveli valvoo (Moderaattori: Juho Ruotsalainen)

Tulevaisuustaulukko

Käyttömahdollisuus 1: Alt-, vale-, harhaanjohtava jne. paikkatieto

- Kiinteistöarvojen manipulointi väärällä paikkatiedolla
- Crowdsourcingin nurja puoli: lähtökohtaisesti valheellisen tai vääristelevän tiedon kerääminen
- Virallisen/oikean paikkatiedon tahallinen vääristely
- Yleisen tietoisuuden lisääminen (taju asioista) auttaa virheellisen tiedon tunnistamisessa
- Kun data lisääntyy, lisääntyy myös tilastollinen esittäminen. Auttaa tiedon ja kausaalisuhteiden vääristelevässä esittämisessä.
- Yksittäisten havaintojen väärä tulkinta – auto pihassa -> rekisterinumero -> omistaja liikkeellä?
- Suojautuminen: tieto useammasta lähteestä
- Työsuorituksen väärentäminen tai maksuvelvoitteen kiertäminen
- Kvanttitietokoneilla voidaan murtaa nykyiset salaukset
- Sijaintitiedon käyttö turvatoimena
- Toisaalta niin äänen, videokuvan kuin sijainnin väärentäminen
- Tekaistun tiedon ujuttaminen oikean tiedon joukkoon

Käyttömahdollisuus 2: Valvonta ja datamassojen kerääminen ”itsestään” sensoreiden avulla

- Onko jokaisella laitteella omat koordinaatit vai suhteessa ympäristöönsä. Esim. ilmanlaatu mittari x,y,z vai Huoneessa N230?
- Yksityisyyden suoja murtuu väistämättä. Kiinni jäämisen riski pienenee vakoilussa, mutta kasvaa muussa
- -> valtavat mahdollisuudet suojapalveluille, vaatii innovatiivisuutta
- Datalähteiden yhdistelystä syntyy tilannekuva -> keinoälyn kasvava käyttö ja valta -> tiedon tulkinnan ja ymmärtämisen vaade kasvaa (esim. Kallio-kaupunginosan määrittely datan avulla)
- Tehostamisen lisäämisellä voidaan "myydä" valvontayhteiskunta kansalaisille (esim. tehokkaampaa mitata ihmisten liikkumista suoraan kännyköistä kuin kyselyillä)
- Talouden suunnan ennustaminen: mikä liikkuu ja missä (tuotteet, palvelut)
- Suojautuminen: voi avata oman paikkatiedon kohdistetusti (määrätyille tahoille)
- Mobiilivalvonta: paikkatiedot Androidista – mihin? Mihin käytetään nyt?
- Tietojen anonymisointi -> yksittäisten reittien piilottaminen massoista. Liikenne- ja liikkumistiedon kerääminen ja ihmisten seuranta.

Käyttömahdollisuus 3: Kansalaisten harjoittama valvonta ja laittomuudet

- Oppilaalle mukaan homeentunnistin rakennushometta varten
- Turvallisuus: esim. kadonneiden etsintä
- "Laita tämä siru ihosi alle niin et huku" – valvonnan myyminen turvallisuusargumentilla
- Vakoilu & kiristys (helpottuu)
- Varkaat näkevät somesta, ketkä kotona
- Paranoia lisääntyy
- Ihmiset alkavat tarkkailla itseään ja normalisoida omaa käytöstään
- Moraali paranee, kun kaikki on läpinäkyvää
- Turvallisuus lisääntyy, kun kaikki valvovat kaikkia?

Publi-private-yhteistyön rooli

- Laitteita ja laitetoimittajia tarvitaan paljon lisää: uutta osaamista ja uusia palveluita myös
- Vaihtoehdoisen todellisuuden torjunta viranomaisten tehtävä
- Yksityisyyden suoja purettu lainsäädännöstä?
- Vastavakoilu (esim. kansalaiset vakoilevat valtaapitäviä)

Innovaatioaihiot

Paikkojen "Facebook"

Kyseessä on palvelu, joka kokoaa paikkatietoja ja niihin kytkettyä muuta dataa yhteen some-alustaan. Palvelu kerää dataa eri lähteistä, kuten älykaupungin infraan upotetuista sensoreista ja ihmisten eri paikkoja kuvaavista some-kommenteista. Keinoäly analysoi dataa ja jalostaa sitä kullekin käyttäjälle relevanteiksi sisällöiksi. Käyttäjät voivat luoda omia sovelluksiaan alustalle. Palvelu toimii myös paikkatietojen hakukoneena.

Heikkona signaalina tästä palvelusta on Google, jonka arvellaan kehittävän karttapalveluistaan uutta sosiaalisen median alustaa³³.

Yleistä ideointia:

- Tuo yhteen eri paikkoihin liittyviä datamassoja ja suodattaa niistä kullekin käyttäjälle tärkeää informaatiota
- Paikkatiedoille Googlea vastaava haku
- Paikkojen persoona
- Käyttäjät luovat omia sovelluksiaan alustalle ("smurffitutka")
- Personointimahdollisuudet kattavia
- Tehokas keinoäly analysoi dataa

Kuka toteuttaa? PPP:n rooli?

³³ <http://www.theverge.com/2017/2/13/14581028/google-maps-location-list-share-social-network>

- Facebook ym. nykyiset toimijat?
- Jokin uusi yritys / startup?
- Wikipedia-tyyppinen avoin verkosto?
- Verkosto: joka tapauksessa mukana toteutuksessa, koska kokoaa eri sensori- ym. dataa yhteen

Mikä edistää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Poliittinen ohjelma
- Vaatii yksityisyyden suojan hävittämisen ja datan vapauden: palvelu kerää paikka- ja muuta dataa kaikkialta
- Yhteiset tietomallit / standardit

Mikä estää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Tietojen yhteentoimimattomuus
- Nykyinen lainsäädäntö

Uhkat ja riskit? PPP:n rooli?

- Globaalien jättiyritysten vallan kasvu
- Yksityisyyden mureneminen

Ryhmä D: Suljetut Puutarhat (Moderaattori: Leena-Maija Laurén)

Tulevaisuustaulukko

Käyttömahdollisuus 1: Data = valuutta. My Datan myynti.

- Onko data luotettavaa!
- Datakolonialismi
- **Tiedon jakamisen strategia**
- **Oman datan tuotteistaminen & oman ”varallisuuden” kasvattaminen**
- -> Pyramidihuijaus”orjuus”
- Datan myynnin valtavirtaistuminen, eliitti irrottautuu datakaupasta
- Mitä tulee käyttöoikeuksien jälkeen
- Missä vaiheessa tulee tietomassan ”pörssiromahdus”?
- Palveluiden käyttöoikeudet

Käyttömahdollisuus 2: Yksityisyyden suojauspalvelut

- Kombinaatiot
- Datayhteiskunnan totaalikieltäytyjät
- **Datatukkurit**
- **Datan korkea jalostusaste**
- -> tiedon asiakaskohtainen jalostaminen
- Tietojen yhdistelyn lisäarvo
- Eliitti rajaa itsensä ulkopuolelle
- Erivapauden ostaminen
- Linkolalainen analoginen maailma
- Datayhteiskunnan marginaaliryhmät

Käyttömahdollisuus 3: Velvoitteet & kannusteet datan jakamiseen

- Jakamistalous laajenee tietoon
- Missä vaiheessa tieto muuttuu sopimusperusteiseksi suoritteiden korvaajaksi
- Vastavoima: ihmiseen sisäänrakennettu kaipuu analogisuuteen
- **Datatuotteiden sisällön arvoerot / arvon muodostuminen**
- Täydellinen jääminen tietotalouden ulkopuolelle ei onnistu (esim. väestörekisteri)

Public-private-yhteistyön rooli

- Yhteisesti ymmärretyt normit (lainsäädäntö)
- KV-ulottuvuus (normien erilaisuus)
- Ihmiset kuuluvat yhteisöön, jossa jaetaan dataa
- Datayhteiskunnan sanktiokeinot
- Verojen maksu datana
- Mitä valtio haluaa tietää kansalaisistaan?

Innovaatioaihiio

Data=valuutta: datasta tulee vaihdon väline ja vaurauden lähde

Datasta tulee vaihdon väline ja vaurauden lähde, uusi valuutta. Dataperusteinen valuutta mullistaa aikaisemman talousjärjestelmän, se synnyttää uudenlaista varallisuutta ja tiedonjakamisen strategiat. Datan korkea jalostusaste antaa kaikille mahdollisuuksia olla 'datatukkuri': toimijana ihminen, yritys, robotti.

Tietovaltio voi normi-integraattorina luoda lainsäädäntöä, kerätä veroja ja tietoja kansalaisista. Data on vallankäytön väline, ratkaisevaa on kuka hallitsee tuotannontekijöitä ja tietoliikennettä.

Tieto voi vaurastuttaa yksilöä, ja näin ollen osaamisen merkitys kasvaa.

Eliitti saa itse päättää suljetuuden asteensa. Koko järjestelmä on kuitenkin haavoittuvainen, jossa väärinkäytökset ja hakkerointi yleistyvät uhaten romuttaa open data-ajattelua.

Yleistä ideointia:

- Vanha varallisuus muuttuu tietovarallisuudeksi
- Dataperusteisen talousjärjestelmän syntyminen
- Verojen maksu datana?

Kuka toteuttaa? PPP:n rooli?

- Kaikki toimijat
- Monikansalliset suuryritykset
- Kansalaiset (rooli)
- Byrokratiarobotti
- Millainen on uusi kolmas sektori? Kolmannen sektorin rooli?
- Normi-integraattori: tietovaltio normin kirjoittajana
- Datatukkuri (rooli)

Mikä edistää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Yksilö päättää suljetuuden asteen
- Yksilön mahdollisuus vaurastua tiedolla
- Markkinoille pääsyn kynnys alhainen
- Tiedon jakamisen strategiat kaikilla toimijoilla
- Mobiilimaailma = halpa päätelaite
- Avoin verkostotalous
- Mukavuuden kokemus 50 v. sitten vs +50 v. nykyajasta
- Lainsäädäntö
- Arvomaailman muutokset
- Rajoilla syntyy dialogia

Mikä estää toteuttamista? PPP:n rooli?

- Lainsäädäntö
- Arvomaailman muutokset
- Datan tuotannontekijät? Kuka hallitsee?
- Romuttaa open data -ajattelun
- Globaali -> miten valtion rooli muuttuu?
- Rakenteiden luomat rajoitteet
- Valtarakennelmat estävät
- Tieto vallankäytön välineenä
- Datakolonialismi = tietoliikenne+infra

Uhat ja riskit? PPP:n rooli?

- Informaatioteknologian huima kehitys -> miten ihminen?
- Haavoittuvuus
- Väärinkäytökset, hakkerointi
- Osaamisen merkitys kasvaa
- Yksilöiden erilaiset lähtökohdat
- Kuka hallitsee perusinfraa?
- Eriarvoisuus siirtyy toiseen kohtaan arvoketjussa

- Yritysten rakennemuutos uhka jatkuvuudelle

LIITE 5 Tulevaisuustyöpajojen osallistujat

Paikkatietojen tulevaisuustyöpaja I, 27.2.2017

Numero osallistujan kohdalla tarkoittaa tämän työryhmää.

Toni	Ahqvist	Oulun yliopisto	6	
Pekka	Alhojärvi	Maa- ja metsätalousministeriö	4	
Faris	Alsuhail	Karttakeskus Oy	4	
Matias	Andersson	Bisnode Finland Oy	2	
Vesa	Arki	Turun yliopisto, Maantieteen ja geologian laitos	3	
Tommi	Arola	Trafi	6	
Riitta	Autere	Ympäristöministeriö	5	
Robin	Berglund	VTT	1	
Henna	Etula	Suomen metsäkeskus	4	
Eduardo	Gonzalez	Gispo Oy	2	
Matti	Holopainen	Kuntaliitto	2	
Ari	Huvinen	Maanmittauslaitos	3	
Jari	Hänninen	Viestintävirasto	3	
Kari-Pekka	Karlsson	MMM	1	
Kai	Karsma	Tem	2	
Marko	Kauppi	Tampereen kaupunki	6	
Rami	Koivula	Karttakeskus Oy	5	
Rauno	Kuusisto	Puolustusvoimien Tutkimuslaitos	6	
Yki	Laine	SYKE	2	
Matleena	Lindeqvist	HSL	2	
Timo	Melkas	Metsäteho Oy	1	
Hanna-Mari	Miettinen	Liikennevirasto	1	
Tarja	Montus	Topcon Positioning Group	5	
Tapio	Pahikkala	Turun yliopisto	5	
Markku	Poutanen	Paikkatietokeskus	6	
Ari	Purhonen	Espoon kaupunki	3	
Antti	Rainio	Navinova Oy	4	
Juhana	Rautiainen	Ympäristöministeriö	6	
Tomi	Rissanen	Aalto University	4	
Juha	Saarentaus	Geowise Oy	2	
Tapani	Sarjakoski	FGI	1	
Jarmo	Sireeni	Puolustusvoimat	2	
Kimmo	Soukki	Terrasolid	5	
Yrjö	Sucksdorff	SYKE	5	
Ilkka	Suojanen	Esri Finland	1	
Sami	Suomalainen	Hätäkeskuslaitos	1	
Jarmo	Suomisto	Helsingin kaupunki	1	

Jari	Syrjärinne	HERE	3	
Timo	Sääski	Geotrim Oy	4	
Rina	Tammisto	Tilastokeskus	6	
Helena	Tarkka	Valtiovarainministeriö	3	
Heikki	Turtiainen	Vaisala Oyj	3	
Samu	Viitanen	KIRA-digi	3	
Juha	Vilhomaa	MML	4	
Mike	von Wehrt	Trimble Solutions Oty	6	
Esa	Väärälä	POHA	5	

Paikkatietojen tulevaisuustyöpaja II, 9.5.2017

Nimi		Organisaatio	Ryhmä	
Antti	Rainio	Navinova Oy	A	Moderaattori: Marjukka Parkkinen
Juha	Vilhomaa	MML	A	
Tarja	Montus	Topcon Positioning Group	A	
Marko	Kauppi	Tampereen kaupunki	A	
Marko	Savolainen	Poliisihallitus	A	
Vesa	Nykänen	Geologian tutkimuskeskus	A	
Pauli	Stigell	Tekes	A	
Eduardo	Gonzalez Latorre	CSC	B1	Moderaattori: Noora Vähäkari
Niina	Käyhkö	Turun yliopisto	B1	
Tarja	Riihisaari	Ilmatieteen laitos	B1	
Irma	Lähetkangas	Maanmittauslaitos	B1	
Mike	von Wehrt	Trimble Solutions Oy	B1	
Heikki	Turtiainen	Vaisala Oyj	B1	
Juhana	Rautiainen	YM	B1	
Ari	Huvinen	Maanmittauslaitos	B2	
Kimmo	Soukki	Terrasolid Oy	B2	Moderaattori: Nina Nygrén
Pekka	Harju-Autti	Ympäristöministeriö	B2	
Sirpa	Thessler	Luonnonvarakeskus	B2	
Jukka	Heikkonen	Turun yliopisto	B2	
Kari	Mikkonen	Paikkatietokonsultit Oy	B2	
Rina	Tammisto	Tilastokeskus	C	
Faris	Alsuhail	Karttakeskus Oy	C	

Minna	Ronkainen	MML	C
Hanna-			
Mari	Miettinen	Liikennevirasto	C
Eija	Parmes	VTT	C
Risto	Linturi	Sovelto Oy	C

Moderaat-
tori:
Leena-
Maija
Laurén

Henna	Etula	Suomen metsäkeskus	D
Petteri	Sipilä	Puolustusvoimat	D
Riitta	Autere	Ympäristöministeriö	D
Rauno	Kuusisto	PVTUTKL	D
Mikko	Eklund	GTK	D
Matleena	Lindeqvist	HSL	D

Muut:

Panu	Muhli
Kari-Pekka	Karlsson
Sirkka	Heinonen
Juho	Ruotsalainen
Marjukka	Parkkinen
Nina	Nygrén
Leena-	
Maija	Laurén
Noora	Vähäkari