



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ELLINOORA KORPELA
KEINOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN VÄYLÄNPIDOSSA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Saku Mäkinen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
26. helmikuuta 2018

TIIVISTELMÄ

ELLINOORA KORPELA:

Tampereen teknillinen yliopisto
Diplomityö, 113 sivua, 1 liitesivu
Toukokuu 2018
Tuotantotalouden diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Pääaine: International sales and sourcing
Tarkastaja: professori Saku Mäkinen

Avainsanat: keinoäly, väylänpito, julkinen organisaatio

Julkiset palvelut ovat keskellä valtavia paineita. Haasteet ovat pitkäaikaisia, kuten väestön ikääntyminen, globalisaatio ja kestävyys. Myös kansalaisten odotukset julkisia palveluja kohtaan ovat muuttuneet, esimerkiksi odotukset saatavuudesta ja mukavuudesta. Samoin taloudelliset rasitteet ovat painaneet julkisia palveluja erityisesti tällä vuosisadalla. (Albury 2011) Julkisten organisaatioiden tarkoitus on kuitenkin tarjota palveluja, joiden tarjoaminen olisi liian riskialtista tai kallista yksityisille yrityksille, sekä palveluja joihin yksilöiden osaaminen ja koulutus ei välttämättä riitä. Lisäksi julkiset organisaatiot ratkaisevat ongelmia, joita markkinat itsessään aiheuttavat tai joita ne eivät pysty ratkaisemaan. (Rainey 2014, s. 53-86) Liikenneinfrastruktuurista huolehtiminen on yksi tällainen palvelu, ja sen kohtaamia paineita Suomessa ovat muun muassa korjausvelka, muuttuneet sääolosuhteet sekä alati kasvava liikenteen kysyntä.

Keinoäly on teknologia, jonka on povattu ratkaisevan tulevaisuudessa useita haasteita, kuten maailman rauhan saavuttaminen. Keinoälyllä tarkoitetaan siis sellaisten koneiden luomista, jotka pystyvät ratkaisemaan ongelmia, joiden ratkaiseminen vaatii ihmisiltä älykkyyttä (Grosan et al. 2011, s.1). Keinoäly pystyy käsittelemään suuria määriä heterogeenistä dataa ja tunnistamaan siitä toistuvia ilmiöitä. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, voitaisiinko keinoälyä hyödyntää väylänpidossa. Case-organisaationa tarkasteltiin Suomen teistä, rautateistä ja vesiväylistä vastaavaa liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalaista asiantuntijaorganisaatiota, Liikennevirastoa. Tutkimuksessa selvitettiin, minkälainen innovaatio keinoäly on Liikenneviraston näkökulmasta, miten sen käyttöönotto vaikuttaisi Liikenneviraston toiminnan logiikkaan sekä mitä teknisiä ja organisatorisia tekijöitä Liikenneviraston tulisi ottaa huomioon ottaessaan keinoälyä käyttöön. Tutkimus suoritettiin tekemällä teemahaastatteluja eri väylänpidon organisaatioissa ja sovellustoimittaja CGI Suomi Oy:ssä sekä järjestämällä työpaja case-organisaation ja sovellustoimittajan asiantuntijoille.

Tutkimuksessa havaittiin, että keinoälyä voidaan hyödyntää useiden väylänpidon prosessien tehostamisessa. Liikenneviraston näkökulmasta keinoäly on innovaationa sekä disruptiivinen, että inkrementaalinen, riippuen sen käyttötavasta. Keinoälyn käyttöönotolla koettiin väylänpidon asiantuntijoiden keskuudessa olevan useita erilaisia vaikeuksia, mutta haastatellut keinoälyasiantuntijat eivät kuitenkaan tunnistaneet kuin osittain samoja haasteita. Tutkimuksessa haastattelujen perusteella muodostettiin neljä askelta keinoälyn käyttöönottamiseen: johdon tuen varmistaminen, liiketoiminnan ongelmien tunnistaminen, oikeiden käyttötapausten valitseminen ja toimivan toimintamallin määrittely. Tutkimuksessa edettiin käyttötapausten valintaan saakka. Loppu käyttöönottoprosessi sopii esimerkiksi jatkotutkimuksen pohjaksi.

ABSTRACT

ELLINOORA KORPELA:

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 113 pages, 1 Appendix page

May 2018

Master's Degree Programme in Industrial engineering and management

Major: International sales and sourcing

Examiner: Saku Mäkinen

Keywords: artificial intelligence, road management, public organization

Public services are in the middle of great pressure. Challenges are long-term, for example aging of people, globalization and sustainability. The public's expectations towards public services, for example expectations of availability and comfort, have also changed. In addition, financial burdens have pressured public services especially during this century. (Albury 2011) However, public organizations' purpose is to provide services that are too risky or too expensive for private organizations to offer and services that require expertise that individuals' knowledge and education do not cover. Public organizations also solve problems that market itself creates or it cannot resolve on its own. (Rainey 2014, s. 53-86) Taking care of traffic infrastructure is one such service and in Finland, it faces pressures like debt of repair, changed weather conditions and growing demand for transportation.

Artificial intelligence is a technology that has been anticipated to solve problems, like achieving world piece, in the future. Artificial intelligence (AI) means creating machines that can solve problems that would require humans intelligence to resolve (Grosan et al. 2011, s.1). This research investigated the usability of AI in road management from public road management organization's point of view. Case organization in this research was Finnish Transport Agency (FTA), a public organization responsible of Finnish roads, railroads and waterways. The research concentrated on studying what kind of innovation AI is from FTA's point of view, how AI would effect to FTA's dominant logic and which technical and organizational factors should FTA consider when adopting AI. Research was conducted as theme interviews in several organizations within road management ecosystem and in application provider CGI Suomi Oy. A workshop was also arranged for FTA's and application provider's experts.

Research found out that AI could indeed be used to in several road management processes. As innovation, from FTA's point of view AI is both disruptive and incremental innovation depending on the use case. However, among road management experts AI was considered to face several challenges during adopting. However, AI experts only recognized some of the challenges named by road management experts. Based on the interviews, four steps to adopt AI were compiled: confirming management support, recognizing business challenges, choosing right use cases and defining implementation process. Research proceeded to choosing use cases. The rest of the adopting process makes a good base for further research.

ALKUSANAT

Keinoälystä puhutaan nyt paljon, mutta mitä se todellisuudessa tarkoittaa ja miten sitä voidaan hyödyntää? Diplomityö on ollut tilaisuus etsiä vastauksia muun muassa näihin kysymyksiin, sekä tutustua Liikenneviraston toimintaan syvällisemmin. Liikennevirasto oli minulle jo entuudestaan tuttu organisaatio, mutta diplomityö on mahdollistanut organisaation paljon syvällisemmän tuntemuksen. Hienointa työssä ovatkin olleet organisaation toimintaa koskevat ahaa-elämykset, joita haastatteluja läpikäydessä ja työtä kirjoittaessa olen kokenut.

Haluaisin kiittää työn tilaajan, CGI Suomi Oy:n, puolella Marianna Saarista työn mahdollistamisesta, Virpi Hyytiää inspiraation ylläpitämisestä, sekä Julia Heiskasta korvaamattomasta tuesta työn kirjoitusprosessin aikana. Lisäksi haluaisin kiittää Liikenneviraston puolella työn ohjannutta Jan Juslénia mahdollisuudesta toteuttaa työ Liikennevirastolle, sekä useista innostavista keskusteluista työn kirjoitusprosessin varrella. Kiitos myös kaikille haastatteluihin osallistuneille henkilöille. Minä ja kysymykseni saimme niin innostuneen vastaanoton, etten olisi uskaltanut toivoakaan. Haluan kiittää myös professori Saku Mäkistä työn ohjaamisesta sekä kokonais kuvan katsomisesta silloinkin, kun jäin itse kiinni yksityiskohtiin.

Diplomityön kirjoittaminen työn ja opiskelujen ohessa on ollut varmasti yksi tähänastisen elämäni suurimpia haasteita. Kiitos puolisololleni Santtu Loimusalle sekä muulle perheelleni ja ystäväilleni tuesta ja kannustuksesta tämän paljon antaneen ja ottaneen matkan aikana.

Vantaa, 28.5.2018

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	6
1.1	Tutkimuksen tausta.....	8
1.2	Tutkimuksen tavoite	9
1.3	Työn rakenne.....	9
2.	TEOREETTINEN TAUSTA.....	10
2.1	Julkisen organisaation toiminnan logiikka.....	10
2.1.1	Strategia ja päätöksenteko julkisessa organisaatiossa.....	14
2.1.2	Virastoekosysteemit	15
2.2	Erilaiset innovaatiot	17
2.2.1	Innovaatioiden vaikutus organisaation toiminnan logiikkaan	20
2.2.2	Innovaatioekosysteemi	24
2.3	Keinoäly.....	28
2.3.1	Luonnollisen kielen prosessointi	30
2.3.2	Tiedon esittäminen ja perustelu	31
2.3.3	Koneoppiminen.....	32
2.3.4	Konenäkö ja robotiikka	35
2.3.5	Asiantuntijajärjestelmä.....	36
2.3.6	Keinoäly innovaationa	37
3.	TUTKIMUSMENETELMÄT	39
3.1	Tutkimusmetodologia	39
3.2	Aineistoon analysointi	41
3.3	Case organisaation esittely: Liikennevirasto.....	43
3.3.1	Väylänpito	51
3.3.2	Väylänpidon ekosysteemi.....	55
4.	TULOKSET.....	58
4.1	Käyttötapaus 1: Tiestön normaalitilan mallintaminen.....	60
4.2	Käyttötapaus 2: Ylläpidon ohjelmointi.....	65
4.3	Käyttötapaus 3: Väylänpidon asiakirjat.....	69
4.4	Käyttötapaus 4: Strateginen rahoituksen ohjaus	71
4.5	Käyttötapaus 5: Toimenpidetarpeen ennustaminen.....	74
4.6	Käyttötapaus 6: Asiakasvuorovaikutus - palvelunohjaus	77
4.7	Käyttötapaus 7: Asiakasvuorovaikutus – asiakasdatan analysointi.....	80
4.8	Muut tutkimuksessa esiin nousseet hyödyntämiskohteet	82
4.9	Haasteita keinoälyn hyödyntämisessä	86
4.10	Pilottikokeilut	88
4.11	Keinoälyn jalkauttaminen Liikennevirastossa	91
5.	TULOSTEN TARKASTELU	98
5.1	Tutkimuksen validiteetti	101
5.2	Jatkotutkimus	102
5.3	Tutkimuksen myötä opittua.....	102

LÄHTEET	104
LIITE A: LIIKENNEVIRASTON HANKINTAKATEGORIAT	114

1. JOHDANTO

Miksi kaikki puhuvat nyt keinoälystä? Sitä halutaan nyt soveltaa lähes jokaisella alalla, ja sen avulla on ajateltu rakennettavan jopa maailmanrauhaa. Mitä keinoäly oikeastaan tarkoittaa? Keinoälyllä tarkoitetaan tietokoneen hypoteettista kykyä korvata ihmisen ajatteluprosessi (Hurwitz et al. 2015, s. 12) siten, että siihen lisätään kyky käsitellä suurta määrää dataa ristiriidatta (Chen et al. 2016). Keinoäly on viime aikoina noussut kuumaksi puheen aiheeksi, sillä sen markkinoilta odotetaan Digibarometrin (LVM et al. 2017) mukaan suurta kasvua. Lisäksi keinoälyyn liittyy myös oleellisesti viime aikoina nosteessa olleet käsitteet Big Data, esineiden internet, analytiikka ja luonnollisen kielen prosessointi (natural language processing, NLP).

Keinoälyn konsepti juontaa Hurwitzin (2015, s. 6) mukaan juurensa ainakin 300 vuoden taakse. Kirjallisuudesta löytyy kuitenkin viitteitä keinoälyn esiasteista jo ajalta ennen ajanlaskun alkua. Ensimmäisiä ajatuksia keinotekoisesta älystä on tunnistettu jopa 300-luvulta eaa. (Russell & Norvig 1995, s. 4-6) Yksi varmasti merkittävimpiä henkilöitä keinoälyn historiassa on englantilainen matemaatikko Alan Turing, joka tarkasteli artikkelissaan (1950) "Computing Machinery and Intelligence" kysymystä pystyvätkö koneet ajattelemaan. Turing (1950) loi testin (Turing Test), jossa tietokone ja ihminen vastaavat ihmistuomarin asettamiin kysymyksiin. Tietokone pyrkii vastaamaan kysymyksiin siten, että tuomari ei tunnista kumpi vastaajista on kone ja kumpi ihminen. Artikkeliki keskittyy hypoteettiseen Turingin koneeseen (Turing Machine), joka on yleismaailmallinen digitaalinen tietokone, sillä hänen tarkoituksensa ei ole vastata kysymyksiin "Pärjäävätkö kaikki digitaaliset tietokoneet testissä hyvin?" tai "Pärjäävätkö sen hetken tietokoneet testissä hyvin?" vaan kysymykseen "Onko olemassa kuviteltavissa olevaa konetta, joka pärjäisi testissä hyvin". (Turing 1950)

Turingin Testin ympärille on järjestetty vuosittainen kilpailu, Loebner Prize Competition, jossa etsitään Turingin testin läpäiseviä koneita (Grosan et al. 2011, s. 2). Ensimmäinen Loebner Prize Competition, kilpailu pidettiin vuonna 1991 Bostonin tietokone-museossa. Vuoden 1991 kilpailussa alkuperäistä Turingin testiä muokattiin hieman siten, että kahden vastauspäänteen (ihminen ja kone) ja yhden tuomarin sijaan päätteitä sekä tuomareita oli kymmenen. Tuomareille kerrottiin päätteistä ainoastaan, että ainakin kahta ohjaa kone ja ainakin kahta ihminen. Näin välttyttiin esimerkiksi siltä ongelmalta, että jokaista kilpailuun osallistuvaa konetta vastassa pitäisi olla keskenään vertailukelpoiset ihmiset. (Epstein et al. 2009, s. 3-12) Vaikka erilaiset keinoälyratkaisut ovat pärjänneet kilpailussa kohtalaisesti, ei pääpalkintoa ole jaettu vielä kertaakaan. Keinoäly ei kuitenkaan yllä vielä ihmisen älykkyyden tasolle, saati yli sen. (Grosan et al. 2011, s. 2)

Jokainen muuttuvassa ympäristössä toimivan organisaation tulisi luoda tietoa ja tietämystä tiedon prosessoinnin lisäksi (Nonaka 1994). Tieto jaetaan monesti neljään tai

useampaan tasoon: data, informaatio, tietämys ja viisaus (Valli & Ahlgren 2013). Lisäksi tieto voidaan luokitella kahteen ryhmään sen perusteella, onko se tallennettavissa vai ei. Eksplisiittinen tieto on tietoa, joka voidaan tallentaa ja dokumentoida, esimerkiksi numeerinen data. Hiljainen tieto puolestaan on kokemukseen ja osaamiseen perustuvaa tietoa, jonka dokumentoiminen tai tallentaminen ei ole niin yksiselitteistä. (Nonaka 1994; Valli & Ahlgren 2013). Eksplisiittisen ja hiljaisen tiedon ero on siirrettävyydessä yksilöltä toiselle, paikasta toiseen tai eri ajankohtina. Eksplisiittinen tieto voidaan kommunikoida, mikä on sen perusominaisuus. Hiljaista tietoa voidaan siirtää soveltamalla sitä. (Grant 1996) Keinoäly mahdollistaa asiantuntijoille kertyneen hiljaisen tiedon opettamisen järjestelmälle ja muuttaa sen siten eksplisiittiseksi, siis mahdollistaa sen laajemman hyödyntämisen.

Keinoälyä pystytään hyödyntämään erilaisten tietojärjestelmien kautta. Tietojärjestelmä on informaation luomista, varastointia, hallintaa ja prosessointia tukeva kokonaisuus, johon kuuluu laitteistoa, palveluja ja ihmisen työpanosta (Doom 2013, s.14). Doom (2013, s.14-18) luokittelee tietojärjestelmien hyödyntämisen liiketoiminnassa kolmeen vaiheeseen siten, että vaiheesta toiseen siirryttäessä tietojärjestelmän käyttö tehostuu. Vaiheet ovat datan prosessointi, tehtävien automatisointi sekä integroitu tietojärjestelmä. Datan prosessoinnissa yksittäisiä liiketoimintaprosesseja tuetaan prosessoimalla niiden hyödyntämää dataa. Tehtävien automatisoinnin pyrkimys on automatisoida yhden tietojärjestelmän avulla koko liiketoimintaprosessi sekä mahdollisesti siihen liittyviä muita prosesseja tai toimintoja. Tietojärjestelmän integrointi puolestaan pyrkii tehostamaan koko prosessiketjua yksittäisten liiketoimintaprosessien optimoinnin sijaan. (Doom 2013, s.14-18) MIT Sloan Management Review'n ja IBM Institute for Business'n tekemässä tutkimuksessa (LaValle et al. 2011) haastatellut johtajat halusivat seuraavan kahden vuoden kuluessa rikastaa olemassa olevia raportointijärjestelmiä datan visualisoinnilla ja prosessien mallintamisella, tekstin ja äänen analysoinnilla, sosiaalisen median analysoinnilla sekä muilla ennustavilla ja ohjaavilla tekniikoilla. Tällaiset työkalut jättävät vähemmän tarvetta työkalun tai raportin tarjoaman informaation tulkitsemiselle (tehtävien automatisointi) ja tekisivät näkemyksistä siten helpommin ymmärrettäviä organisaation kaikilla tasoilla (tietojärjestelmän integrointi). (LaValle et al. 2011) Keinoälyllä voidaan edesauttaa sekä tehtävien automatisointia, että tietojärjestelmien integrointia ja siten hyödyntää dataa liiketoiminnan tukena entistä tehokkaammin.

Keinoälyn käyttöönotosta on jo saatu konkreettisia hyötyjä. Coxin & Bellin (1996) eräälle suurelle yhdysvaltalaiselle tietoliikenneyritykselle tekemässä tutkimuksessa koneoppimista hyödynnettiin asiakastytyväisyyden mittaamisessa. Tuloksena saatiin sekä kvalitatiivista, että kvantitatiivista tukea päätöksille sekä selkeitä johtopäätöksiä päätöksenteon tueksi ja prosessien parantamisen toimenpiteisiin. Nigonin et al. (2016) tutkimuksessa keinoälyä hyödynnettiin muun muassa älykaupungin tuulivoiman saatavuuden reaaliaikaiseen ennustamiseen. Liikenteen alalla keinoälyä on sovellettu

esimerkiksi valtateiden risteysten hallintaan sekä matka-ajan ennustamiseen (Miles & Walker 2006). Konkreettisena case-esimerkkinä keinoälyn käyttöönotosta toimivat suomalainen hissi- ja liukuporrasalan suuryritys Kone Oyj, joka valjasti IBM:n kehittämän Watson –tekoälyn huolehtimaan datan keräämisestä ja analysoinnista (Kauppalehti 2016) sekä YIT, joka hyödyntää keinoälyä urakoiden työnohjauksen tukena. Työssä haastatellun YIT:n asiantuntijan mukaan keinoäly on istutettu niin syväälle prosessiin, että voisi olla vaikeaa enää pärjätä ilman sitä.

1.1 Tutkimuksen tausta

Liikennevirasto on Suomen teistä, rautateistä ja vesiväylistä vastaava liikenne- ja viestintäministeriön (myöhemmin viitataan LVM) hallinnonalainen asiantuntijaorganisaatio (Liikennevirasto 2018c), jonka toiminnan rahoitus tulee pääosin valtion talousarviosta (Liikennevirasto 2013). Valtion vastuulla olevien liikenneväylien peruskunnossapito, ylläpito ja liikennepalvelut rahoitetaan perusväylänpito määrärahalta (Liikennevirasto 2012). Liikenneviraston rooli on kuitenkin muuttunut ajan kuluessa tiepiirien työn tuottajasta tilaajaorganisaatioksi, esimerkiksi tieverkon hoitourakat hankitaan viiden vuoden laatuvastuu-urakoina Liikenneviraston ulkopuolisilta urakoitsijoilta sen sijaan, että Liikennevirasto tekisi työn itse.

Liikennevirasto kerää jatkuvasti kasvavia määriä dataa, sillä sen kerääminen, varastointi ja siirtely on nykyään entistä edullisempaa (LVM 2016). Kerätty data on kuitenkin ainakin osittain epätasalaatuista ja strukturoimatonta, minkä lisäksi sitä on jonkin verran hajallaan esimerkiksi erilaisissa kokeiluissa ja pilottiprojekteissa. Dataa saadaan lisäksi päivittäin lisää eri kanavista, mutta sen tehokkaaseen hallintaan ja analysoimiseen ei toistaiseksi ole sopivia keinoja. Esimerkiksi asiakaskokemusdataa haluttaisiin huomioida väylänpitotoimenpiteiden priorisoinnissa, mutta sitä ei ole toistaiseksi onnistuttu saamaan systemaattisesti mukaan päätöksentekoon. Näin ollen datan hyödyntäminen esimerkiksi päätöksenteon tukena on tällä hetkellä haasteellista. Erään tutkimuksessa tehdyn haastattelun mukaan Liikennevirastolla olisi dataa ja keinoja sen hyödyntämiseen, mutta käyttötapaukset puuttuvat. Kuitenkin haastateltujen keinoälyasiantuntijoiden mukaan mielikuvitus on suurin pullonkaula tekoälyn käyttötapauksen etsimisessä ja parhaat käyttötapaukset keinoälylle löytyvät rutiineista, jotka työn tekijät kokevat pitkävetisiksi ja vastenmielisiksi.

Keinoäly onkin yksi teknologia, jota Liikennevirasto voisi soveltaa datan hyödyntämisprosessien kehittämisessä parantaakseen asiakastyytyväisyyttä ja toiminnan kustannustehokkuutta. Cox & Bell (1996) mukaan datalähtöinen ja asiakaskeskeinen liiketoimintaprosessien parantaminen on oleellista itse liiketoiminnan menestymiselle ja selviytymiselle. Tieverkon väylänpitoliiketoiminnassa keinoälyn avulla voitaisiin esimerkiksi hyödyntää liikenteestä ja väyläverkosta kerättyä asiakaskokemusdataa nykyistä tehokkaammin hyödyntämällä sitä esimerkiksi palautteiden luokittelussa ja liikennetilanteen kehittymisen ennustamisessa.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää mitä tarkoittavat organisaation toimintalogiikka ja innovaatio, miten organisaation toimintalogiikka toteutuu julkisessa organisaatiossa, miten toimintalogiikka vaikuttaa innovaation adoptoimiseen sekä miten innovaatiot muuttavat organisaation toiminnan logiikkaa. Työ pyrkii vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin...

...Minkälainen innovaatio keinoäly on Liikenneviraston näkökulmasta?

...Miten keinoälyn adoptoiminen vaikuttaisi Liikenneviraston toiminnan logiikkaan?

...Mitä teknisiä ja organisatorisia tekijöitä Liikenneviraston tulisi ottaa huomioon adoptoidessaan keinoälyä?

Tutkimuksessa pyritään tulosten mahdollisimman laajaan hyödynnettävyyteen, jotta niitä on mahdollista soveltaa myös Liikenneviraston muilla liiketoiminta-alueilla.

1.3 Työn rakenne

Työ jakaantuu viiteen kappaleeseen. Johdannon ja työn esittelyn jälkeen kappaleeseen kaksi on koottu työn teoreettinen tausta. Teoria koostuu julkisen organisaation toimintaan liittyvästä kirjallisuudesta, innovaatioihin liittyvästä kirjallisuudesta sekä keinoälyyn ja sen muutamisiin haaroihin liittyvästä kirjallisuudesta. Keinoälyn ollessa hyvin laaja-aihe, työhön valittiin käsiteltäväksi tarkemmin vain sellaisia keinoälyn haaroja, joita tutkimusosuudessa käsitellyissä käyttötapauksissa on ehdotettu.

Kappaleessa kolme on esitelty tutkimusosuudessa käytetyt tutkimusmenetelmät. Lisäksi kappaleessa esitellään tarkemmin tutkimuksen case-organisaatio, Liikennevirasto. Neljänteen kappaleeseen on koottu haastattelututkimuksen tulokset. Tutkimuksessa toteutetuista haastatteluista nousi lukuisia käyttötapauksia keinoälylle, joista tähän työhön valikoitui seitsemän. Neljännessä luvussa jokainen käyttötapaus esitellään oman otsikkonsa alla käymällä läpi ensin nykytila ja esittelemällä sitten pohdittua keinoälyratkaisua ja sen suhdetta organisaation toiminnan logiikkaan. Neljännessä kappaleessa on lisäksi omat kappaleensa haastatteluissa ilmi tulleille muille keinoälyn käyttötapauksille, keinoälyn käyttöönoton haasteille, pilotoinnille sekä keinoälyn käyttöönoton toimenpiteille.

Kappaleessa viisi tehdyn tutkimuksen tuloksia verrataan kerättyyn teoriaan etsimällä samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia kirjallisuuden kanssa.

2. TEOREETTINEN TAUSTA

2.1 Julkisen organisaation toiminnan logiikka

Rainey (2014, s. 13) määrittelee organisaation ryhmäksi ihmisiä, jotka työskentelevät yhdessä pyrkien kohti tiettyä tavoitetta hyödyntäen tehtävissään erilaisia teknologioita. Organisaatio pyrkii mahdollisimman tehokkaaseen ympäristöstään kerättyjen resurssien hyödyntämiseen. Tätä ohjaa organisaation johto sekä erilaiset rakenteet ja strategiat. Rakenteet ja strategiat toteutuvat organisaation eri prosesseissa, kuten päätöksenteko, arviointi, viestintä, konfliktien selvittäminen sekä muutos ja innovointi. (Rainey 2014, s. 13) Organisaatio voi olla yksityisessä omistuksessa tai sen voi omistaa valtio. Se voi myös saada rahoituksensa valtiolta, kuten lainsäädäntöelimiltä, tai yksityisesti talousmarkkinoilla tehdystä myynnistä. Valtion omistuksen ja rahoituksen osuutta kasvattamalla tai pienentämällä syntyy jatkumo täysin yksityisestä organisaatiosta täysin julkiseen organisaatioon. Jatkumo syntyy myös taloudellisen ja poliittisen vallan määrää kasvattamalla tai pienentämällä. Näin ollen julkisia ja yksityisiä yrityksiä ei voida erotella toisistaan täysin mustavalkoisesti. (Rainey 2014, s. 53-86)

Julkiset organisaatiot ovat syntyneet vastaamaan tarpeeseen hallita kansantaloutta. Rainey (2014, s. 53-86) mukaan kansantaloutta voidaan hallita poliittisilla hierarkioilla ja talousmarkkinoilla. Poliittinen hierarkia syntyy politiikan prosessiin kuuluvista monimutkaisista ryhmistä ja instituutioista, ja sen avulla on mahdollista ohjailla taloudellisia toimintoja. Markkinat puolestaan perustuvat vapaaehtoiseen vaihdantaan, mikä ohjaa tuotantoa kohti asiakkaiden tarpeita ja pois päin poliittiselle hierarkialle tyypillisestä keskitetystä suunnittelusta ja sääntelystä. (Rainey 2014, s.53-86) On kuitenkin olemassa yhteishyödyllisiä palveluita, jotka tuovat hyötyjä ja etuja kaikille, kuten koulutus, joiden olemassaoloa ei voi jättää markkinoiden varaan. Tarvitaan siis julkisia organisaatioita ohjailemaan markkinoita.

Julkisten organisaatioiden tarkoitus on ratkaista ongelmia, joita markkinat itsessään aiheuttavat tai joita ne eivät pysty ratkaisemaan sekä tarjota palveluja, joiden tarjoaminen olisi liian riskialtista tai kallista yksityisille yrityksille ja joihin yksilöiden osaaminen ja koulutus ei välttämättä riitä (esim. lääkkeiden ja elintarvikkeiden turvallisuuden määrittely). (Rainey 2014, s. 53-86) Koska julkisten organisaatioiden tavoitteita ohjaavat poliittiset prosessit, myös organisaatioiden tarkoitus jää yksityisiä organisaatioita epämääräisemmäksi. Ne tarjoavat julkisia palveluja, kuten terveydenhuolto, koulutus ja liikenteen infrastruktuurista huolehtiminen. Johanson (2009) mukaan julkiset organisaatiot toteuttavat valtiollisia toimintoja lain valtuuttamana viranomaisena sen sijaan, että toimisivat riippumattomina vallankäyttäjinä. Koska lailliset velvollisuudet sitovat niitä, julkiset organisaatiot eivät pysty valitsemaan alaa tai aluetta, jolla operoivat. (Johanson 2009)

Albury (2011) mukaan julkiset palvelut ovat keskellä valtavia paineita, mitä hän kutsuu täydelliseksi myrskyksi (engl. perfect storm). Haasteet ovat pitkäaikaisia, kuten väestön ikääntyminen, globalisaatio ja kestävyys. Myös kansalaisten odotukset julkisia palveluja kohtaan ovat muuttuneet, esimerkiksi odotukset saatavuudesta ja mukavuudesta. Myös taloudelliset rasitteet ovat painaneet julkisia palveluja erityisesti tällä vuosisadalla. (Albury 2011) Esimerkiksi Suomessa kestävyysvaje eli tilanne, jossa valtion menot ovat pitkällä aikavälillä tuloja suuremmat, aiheuttaa julkisten organisaatioiden toimintaa rajoittavia säästöjä.

Julkinen arvo koostuu valtion hallinnoimien toimintojen tuotoksista sekä tuotannon tehokkuudesta ja tuotosten vaikutuksesta. (Rainey 2014, s. 53-86) Bozeman (2007, s. 13) määrittelee julkisen arvon tarkemmin yhteiskunnan ohjeellisena yhteisymmärryksenä (a) oikeuksista, hyödyistä ja etuoikeuksista, joihin kansalaisilla pitäisi tai ei pitäisi olla oikeus; (b) kansalaisten velvollisuuksista yhteiskuntaa, valtiota ja toisiaan kohtaan sekä (c) periaatteista, joille hallitukset ja poliitikot pitäisi perustaa. Koska julkiset organisaatiot eivät pääosin ole riippuvaisia talousmarkkinoista ja vapaaehtoisesta vaihdannasta kuluttajien kanssa, niillä on yksityisiä organisaatioita vähemmän painetta kustannusten vähentämiseksi ja toiminnan tehostamiseksi. Näin ollen, niiden toiminta ei myöskään heijasta kuluttajien tarpeita yhtä hyvin kuin yksityisten organisaatioiden toiminta. Julkisten organisaatioiden toimintaa kuitenkin rajoittaa yksityisiä organisaatioita enemmän erilaiset rajoitukset sekä virallinen valta ja politiikka. Lisäksi julkisilta organisaatioilta odotetaan erityistä reiluuutta, reagoitakykyä, rehellisyyttä, avoimuutta ja vastuullisuutta. (Rainey 2014, s. 53-86)

Organisaation, siis myös julkisen organisaation, toimintaa ohjaa sen toiminnan logiikka. Toiminnan logiikka on joukko tietorakenteita ja hallinnollisia prosesseja, jotka perustuvat johtajien aiempiin kokemuksiin ja niistä muodostuneisiin uskomuksiin, väittämiin ja teorioihin (Pralhad & Bettis 1986). Toiminnan logiikan voidaan ajatella olevan monimutkaisen järjestelmän, kuten organisaatio, ominaisuus (Bettis & Prahalad 1995). Toiminnan logiikkaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa johtamiskognitio ja toimialan resepti. Koska organisaatio tarvitsee selviytyäkseen ympärilleen joukon muita organisaatioita, on myös liiketoimintaekosysteemillä merkittävä vaikutus sen toimintaan ja menestymiseen. Johtamiskognitio viittaa siihen, kuinka johtajat prosessoivat organisaation tapahtumia heidän aikaisempien kokemustensa pohjalta syntyneistä uskomuksista, teorioista ja väittämistä muodostuvien tietämysjärjestelmien kautta. Vastaava organisaatiotasoinen malli muodostuu pääasiassa johtajan tietyllä alalla ja tietyissä organisaatioissa työskentelyn tuottamien kokemusten tulkinnoista. Johtajat käyttävät ajatusmalleja tapahtumien luokitteluun sekä tehokkaiden toimenpidepäätösten tekemiseen. Ajatusmalleihin kiteytyykin organisaation hallitseva yleinen johdon logiikka (engl. dominant general management logic). Toiminnan logiikka on johtajien tapa jäsentää liiketoimintaa sekä tehdä kriittisiä resurssien allokointipäätöksiä, joihin molempiin tarvitaan avainhenkilöistä, prosesseista, budjetoinnista, henkilöstöhallinnasta

ja organisaatorakenteesta koostuvaa hallinnollisten työkalujen infrastruktuuria. (Prahalad & Bettis 1986) Kuvassa 1 on kuvattu toiminnan logiikan muodostumisprosessi.



Kuva 1 Toiminnan logiikan muodostuminen ja kehittyminen (Prahalad & Bettis 1986)

Prahalad & Bettis (1986) mallin mukaan ydinliiketoiminnan ymmärtäminen johtaa liiketoiminnalle kriittisten tehtävien tunnistamiseen, mikä puolestaan johtaa johdon kokemuksen ja johtamistyökalujen karttumiseen. Kokemuksen karttuminen johtaa paremmin jäsentyneeseen liiketoimintaan ja sen kriittisten tehtävien tunnistamiseen. Toiminnan logiikan muodostumiseen vaikuttaa liiketoiminnan maailmankatsomus, jonka luo liiketoiminnan kannalta oikeiden asioiden tekemisestä seuraava positiivinen vahvistus (engl. positive reinforcement) sekä monimutkaisten ongelmien ratkaiseminen. Ongelmanratkaisutaitoihin puolestaan vaikuttaa käsitys saatavilla olevasta ja riittävästä tiedosta, yksinkertaistukset tajunnassa, kokemukset sekä maalaisjärki. (Prahalad & Bettis 1986)

Toiminnan logiikka toimii siis eräänlaisena organisaation informaatio-suodattimena, jonka läpi pääsee vain organisaation toiminnan kannalta relevantti, organisaation strategiaan, järjestelmiin, arvoihin, odotuksiin ja vahvistettuun toimintaan yhdistettävä informaatio. Organisaation toiminnan logiikan kehittyminen on iteroituva prosessi, jossa suodatetaan jatkuvasti uutta informaatiota organisaatiolle. Toisaalta toiminnan logiikka rajoittaa organisaation oppimista, sillä organisaation täytyy ensin oppia pois aiemmin opituista asioista ennen kuin se voi oppia uutta. Toiminnan logiikka läpäisee koko organisaation ja on läsnä sen kaikessa toiminnassa eli vanhasta pois oppiminen vaatii muutoksia organisaation rakenteisiin ja järjestelmiin. (Bettis & Prahalad 1995) Bettis &

Prahalad (1995) vertaavatkin toiminnan logiikkaa ihmisen genetiikkaan: samoin kuten geenit määräävät esimerkiksi alttiuden tietyille sairauksille, vaikka elämäntavat olisivat terveet, organisaation toiminnan logiikka altistaa organisaation tietynlaisille strategisille ongelmille.

Toiminnan logiikan teoriat pätevät jossain määrin myös julkisiin organisaatioihin, mutta niiden toimintaan liittyy paljon tekijöitä, jotka niiden toimintaa tarkasteltaessa on otettava huomioon. Esimerkiksi toiminnan logiikkaan kuuluu oleellisesti johtamiskognitio. Kuitenkin johdon rooli, motiivit ja tavoitteet eroavat merkittävästi julkisella sektorilla. Esimerkiksi (Boyne 2002) mukaan johdon kannustimet menestyä ovat hyvin erilaiset, sillä yksityisen organisaation johto saa usein taloudellista hyötyä organisaation menestymisestä, kun taas julkisessa organisaatioissa näin ei yleensä ole. Erona yksityisen sektorin organisaatioiden johtamiseen on, että julkisjohtamiseen vaikuttavat poliittisissa päätöksentekoaikavälissä tehty ohjaus (Louvio & Kivisaari 2010). Janson (2009) mukaan julkisten organisaatioiden johtajat ovatkin eräänlaisia linkkejä poliittisten instituuttien ja julkisten organisaatioiden välillä. Lisäksi palveluja tarjotaan koko kansalle, ei vain maksaville asiakkaille, kuten yksityisellä sektorilla. Julkisen sektorin palveluja ohjaavat erilaiset määräykset, joita palveluja hyödyntävien kansalaisten tulee noudattaa. (Louvio & Kivisaari 2010) Yksityisten organisaatioiden johdon onnistumista mitataan yksinkertaisesti tuoton perusteella. Julkisissa organisaatioissa huomioitavia sidosryhmiä on enemmän ja johtoon vaikuttavat niiden kaikkien tavoitteet johdon omien kognitioiden lisäksi (Boyne 2002).

Toiminnan logiikan lisäksi organisaation toimintaa ohjaa toimialan resepti. Porterin (1996) mukaan toimialan rakenteen määräävät kilpailun perusvoimat: kilpailevat yritykset, uusien yritysten markkinoille pääsyn esteet, korvaavan tarjonnan uhka sekä toimittajien, jakelukanavien ja asiakkaiden neuvotteluvoima. Toimialan resepti on toimialakohtainen kaikkien toimijoiden näkemys alan toiminnasta. Se on toimialakohtainen maailman katsomus, joka näkyy toimialan rituaaleina, tietynlaisena urakehitys polkuna, yhteisenä kielenä ja pukeutumisenä. Se on avoin, keskeneräinen ja kunnianhimoinen kokonaisuus, jonka hyödyntäminen vaatii sen tulkintaa. (Spender 1989, s.9) Julkisissa organisaatioissa toimialan reseptiin sisältyy esimerkiksi käsitys henkilökunnan ja erityisesti johdon jakamista tietyistä arvoista, kuten yhteiskunnan palveleminen. Toisaalta organisaatioon sitoutumisen ajatellaan olevan yksityistä sektoria vähäisempää hankalien henkilöstöprosessien ja tuloksesta palkitsemisen puuttumisen vuoksi. (Boyne 2002)

Siinä missä toimialan resepti tarkastelee tietyllä toimialalla olevien organisaatioiden yhteisiä näkemyksiä, organisaatioteoria analysoi yrityksen sisäistä rakennetta sekä sen koostavien yksiköiden ja osastojen suhdetta (Grant 1996). Esimerkiksi organisaation ulkoiset suhteet sen asiakkaisiin, kilpailijoihin ja muuhun sosioekonomiseen ympäristöön toimivat organisaatiota ja sen jäseniä yhdistävänä tekijänä. Ulkoiset toimijat näkevät organisaation usein yhtenä yksikkönä sen sijaan, että nähtäisiin siinä toimivat erilaiset

roolit ja hallintamekanismit. Näin ollen organisaatio saatetaan usein nähdä yrittäjänä tai sen johtoryhmänä (Spender 1989, s.63), mikä korostaa johtamiskognition merkitystä. Rainey (2014, s.6) mukaan organisaatioteoria puolestaan käsittää organisaation nimenomaan kokonaisuutena sen ympäristön, tavoitteiden ja tehokkuuden kautta.

Julkisissa organisaatioissa toimintaympäristö on kuitenkin merkittävästi erilainen kuin yksityisten organisaatioiden toimintaympäristö. Julkisilla organisaatioilla on monenlaisia sidosryhmiä, joilla on keskenään hyvin erilaisia tarpeita ja vaatimuksia. Esimerkiksi palvelun, kuten sosiaalituki, saajien tarpeet ja vaatimukset ovat usein erilaisia kuin veronmaksajien. Lisäksi julkiset organisaatiot ovat hyvin avoimia ja alttiita ulkoisten ilmiöiden vaikutuksille. Esimerkiksi poliittiset rajoitukset aiheuttavat epävakautta julkisten organisaatioiden toimintaympäristöön vaatimalla nopeita, ja joskus lyhytnäköisiä, menettelytapojen muutoksia. (Boyne 2002) Poliitiikka ja yhteiskunta siis asettavat julkisille organisaatiolle yksityisiä organisaatioita kovempia paineita. Yksityisistä organisaatioista poiketen, niihin eivät myöskään vaikuta kilpailun aiheuttamat paineet, sillä markkinoilla on usein vain harvoja samojen palvelujen tarjoajia, eikä julkisten organisaatioiden ole hyväksyttävää kilpailla näiden kanssa (Boyne 2002).

2.1.1 Strategia ja päätöksenteko julkisessa organisaatiossa

Porter (1996) määrittelee strategian ainutlaatuisen ja arvokkaan markkina-aseman luomiseksi hyödyntäen erilaisia toimintoja. Liiketoimintaprosessi on organisaatiossa toteutettu jäsenelty sarja näitä toimintoja (Doom 2013, s.9). Strategian tarkoitus on määritellä suunta ja tarkoitus organisaation liiketoimintamallin kehitykselle. Julkisen organisaation strategia eroaa merkittävästi yksityisen organisaation strategiasta. Porter (1996) mukaan yrityksen strateginen asema voi perustua yhteen kolmesta perustasta: valikoimaan perustuva asemointi eli toimialan tiettyihin tuotteisiin tai palveluihin keskittyminen, tarpeeseen perustuva asemointi eli tietyn asiakassegmentin kaikkiin tarpeisiin vastaaminen sekä pääsyyn perustuva asemointi eli keskittyminen asiakkaisiin joiden luo pääsy vaatii erilaisia toimenpiteitä kuin muiden segmentin asiakkaiden tavoittaminen. Julkisten organisaatioiden strategia voidaan perustaa samoille periaatteille, mutta kilpailu ei aiheuta niille painetta (Boyne 2002). Näin ollen julkisen organisaation strategia täytyy rakentaa erilaiset tavoitteet ja paineet huomioiden.

Strategia korostaa yhtä paljon päätöksiä olla tekemättä jotain, kun päätöksiä tehdä jotain (Porter 1996). Valli & Ahlgren (2013) mukaan päätöksentekoon vaikuttaa yleisesti kolme tekijää: järki, tunne ja intuitio. Intuitio on kyvykkyyttä, joka kertyy kokemuksen ja oppimisen seurauksena. Päätöksenteko on yritykselle tärkeä toiminto, sillä sen kilpailuetu muodostuu kyvystä tehdä oikeita päätöksiä. Päätöksentekoa julkisissa organisaatioissa rajoittaa niitä valvovien elinten ja yhteiskunnallisen vastuun asettama tiukka byrokratia. (Boney 2002) Porterin (1996) mukaan kestävä kilpailuetu syntyy toiminnan tehokkuudesta, strategisesta markkina-asemasta ja siellä tapahtuvista vaihtokaupoista (eli keskittymistä yhteen asiaan, jotta voidaan luopua jostain muusta) sekä keskenään

yhteensopivista ja toisiaan vahvistavista toiminnoista. Yritys voi voittaa kilpailijansa vain, mikäli se pystyy luomaan kestävästi eron kilpailijoihinsa. Siis sen täytyy toimittaa asiakkailleen suurempaa arvoa tai saman verran arvoa, mutta matalammilla kustannuksilla. Kustannuksia syntyy, kun yritys suorittaa toimintojaan ja kustannusetu puolestaan, kun yritys suorittaa näitä toimintoja kilpailijaa tehokkaammin. (Porter 1996) Julkiset organisaatiot pyrkivät toiminnassaan yksityisten lailla toiminnan tehokkuuteen, strategisen markkina-aseman saavuttamiseen sekä yhteensopiviin ja toisiaan vahvistaviin toimintoihin. Erona on, että kilpailijoiden voittamisen sijaan julkisten organisaatioiden tavoitteena on usein saavuttaa kustannussäästöjä.

Llewellyn & Tappin (2003) mukaan strategia on julkisella sektorilla tuorempi konsepti, kuin yksityisellä sektorilla. Julkiset organisaatiot noudattavat sääntöjä ja säätelyä, jotka määrittelevät niiden kanssakäymistä kansalaisten kanssa sekä niiden mahdollisuuksia hankkia erilaisia ratkaisuja (Mergel & Desouza 2013). Säännöillä ja prosesseilla saattaa usein olla jopa kielteinen vaikutus, sillä ne johtavat esimerkiksi viivästyksiin (Boyne 2002). Esimerkiksi innovaatiot implementoidaan julkiselle sektorille poliittisen kierron avulla siten, että poliittinen toimeksianto ohjeistaa virastoja laajentamaan, kaventamaan tai luomaan uusia palveluja. (Mergel & Desouza 2013) Varmistaakseen valtiolta saatavan jatkuvan rahoituksen, tulee julkisen organisaation toiminnan olla läpinäkyvää. Strategian tehtävä julkisessa organisaatiossa on tarjota läpinäkyvyys määrittelemällä toiminnan tavoitteet, operaatiot ja tulokset. Julkiset organisaatiot voivat hyödyntää strategiaa myös ulkopuolisen rahoituksen hankkimiseen. (Llewellyn & Tappin 2003)

2.1.2 Virastoekosysteemit

Ekosysteemi on väljä verkosto, joka koostuu asiakkaista, tavarantoimittajista, keskeisistä tuottajista ja muista sidosryhmistä. Ekosysteemiin tulisi sisällyttää myös rahoittajat, kauppajärjestöt, standardointielimet, ammattiliitot ja valtion instituutiot. (Moore 1998) Kuitenkin sen tarkkojen rajojen määrittäminen on mahdotonta. (Iansiti & Levien 2004) Moore (1993) mukaan ekosysteemin voi määritellä myös teollisuusalojen rajat ylittäväksi tilanteeksi, jossa yritykset toimivat sekä yhteistyössä, että kilpaillen keskenään tukeakseen uusia tuotteita ja täyttääkseen asiakkaiden tarpeet. Ekosysteemin jäsenten resurssien ja strategioiden voidaan siis ajatella olevan muille avoimia, ainakin osittain. Chesbrough & Appleyard (2007) mukaan avoimuus tässä yhteydessä tarkoittaa innovatiivisen tiedon yhdistämistä siten, että jokaisella tiedon luovuttajilla on pääsy muiden luovuttamaan tietoon, mutta kukaan ei voi ottaa yksinomaan oikeuksia saavutettuun innovaatioon. Ekosysteemiä tarkasteltaessa tulisikin yrittää tunnistaa systemaattisesti muita organisaatioita, joiden kanssa yrityksen tulevaisuus on kietoutunut yhteen. Niitä voi olla satoja, ellei jopa tuhansia (Iansiti & Levien 2004).

Ekosysteemiin vaikuttaa yhden yrityksen tuottama ja toimittama tuote- tai palvelutarjonta, ja ekosysteemin muiden jäsenten tarjonta vaikuttaa yhden yrityksen tuote- tai palvelutarjontaan. (Iansiti & Levien 2004) Monimutkaisen ekosysteemin

hahmottamista helpottaa sen jakaminen siihen kuuluvien organisaatioiden joukoiksi esimerkiksi liiketoiminta-alueittain. Ekosysteemit ulottuvat usein monille toimialoille. Tehokkaan toiminnan varmistamiseksi ekosysteemin toiminnalle kriittisten alojen olla terveitä. Kriittisen alan heikkous huonontaa koko ekosysteemin toimintaa. Ekosysteemin terveydelle on kolme mittaria, jotka ovat tuottavuus, kestävyys ja kyky luoda markkinarako. Tuottavuudella tarkoitetaan esimerkiksi ekosysteemin kykyä muuttaa teknologian ja innovaatioiden kustannuksia jatkuvasti matalammiksi sekä muuntaa niitä uusiksi tuotteiksi. Sijoitetun pääoman tuotto (ROI) on eräs yksinkertainen tapa mitata sitä. Ekosysteemin tulisi selvittää myös ympäristön häiriöistä ja muista ulkopuolisista shokeista, jotta sen jäsenten väliset suhteet olisivat turvatut, ja jotta ekosysteemi olisi ennustettava. Kestävyyttä voidaan mitata tarkastelemalla ekosysteemin jäsenten selviytymislukuja ajan kuluessa tai vertaamalla lukuja muihin ekosysteemeihin. Ekosysteemin kykyä luoda markkinarakoja voidaan puolestaan mitata uusien tuotteiden ja liikeideoiden muodossa sovellettavien teknologioiden ja innovaatioiden määrässä. (Iansiti & Levien 2004)

Myös julkisten palveluiden tuottaminen vaatii usein ympärilleen ekosysteemin, sillä julkisten organisaatioiden ei ole mahdollista tehdä kaikkea itse. Useimmat julkiset palvelut pitävät sisällään lukuisia erilaisia tehtäviä, esimerkiksi infrastruktuurin rakentaminen ja sen operoiminen (Martimort & Poyet 2008). Julkinen infrastruktuuri tarkoittaa talouden ja yhteiskunnan toiminnan kannalta välttämättömiä rakenteita (Yescombe 2011, s.1-4), esimerkiksi tieverkko ja sairaalat. Julkinen organisaatio suunnittelee projektin ominaisuudet ja laadun, jonka jälkeen omaisuuserän rakentaminen hankitaan yksityiseltä toimittajalta. Omaisuuserän omistus säilyy kuitenkin yleensä julkisella organisaatiolla tai valtiolla. Omaisuuserän ollessa valmis, julkinen organisaatio hankkii joko julkisen tai yksityisen toimijan ylläpitämään omaisuuserää ja tarjoamaan mahdollisen palvelun. (Martimort & Poyet 2008) Julkisilla organisaatioilla on oltava rooli julkisen infrastruktuurin tarjoamisessa, sillä yksityiset organisaatiot eivät ota toiminnassaan huomioon yleisiä taloudellisia ja yhteiskunnallisia etuja, joita toiminnasta syntyy. Näin ollen, ilman julkisia organisaatioita kaikkien saatavissa oleva ilmainen infrastruktuuri jäisi rakentamatta. (Yescombe 2011, s.1-4) Jos esimerkkinä tarkastellaan tieverkon rakentamista, kuuluu ekosysteemiin julkinen tienpidosta huolehtiva organisaatio, tieverkon rakentava urakoitsija, urakoitsijan materiaalitoimittajat sekä mahdolliset aliurakoitsijat sekä tieverkkoa ylläpitävä urakoitsija, mikäli se on eri kuin rakentaja. Esimerkin tapauksessa kriittinen ala on rakennusala. Ekosysteemiin kuuluu siis sekä julkisia, että yksityisiä toimijoita.

Yescombe (2011, s.1-4) mukaan julkiset organisaatiot voivat tarjota julkisen infrastruktuurin kahdella tapaa, suoralla toimituksella tai hankkimalla sen yksityiseltä sektorilta. Julkinen-yksityinen –kumppanuudet (engl. public-private partnership, myöhemmin viitataan PPP) ovat yksi tapa tehdä hankintaa yksityisen sektorin kautta. PPP:ssä julkisen organisaation valitsema yksityinen toimittaja tuottaa projektin suunnittelun, rakentamisen sekä ylläpidon ja palvelun tuottamisen. (Martimort & Poyet

2008). Hodge & Greve (2007) mukaan julkinen-yksityinen -kumppanuudet määritellään julkisen ja yksityisen sektorin toimijoiden väliseksi yhteistoiminnalliseksi institutionaaliseksi järjestelyiksi. Infrastruktuuriprojektien näkökulmasta PPP nähdään institutionaalisisina järjestelyinä, joihin liittyy uusien organisaatioyksiköiden perustamisen kautta näkyvä yhteistoiminta, sekä taloudellisina malleina, jotka mahdollistavat yksityisen sektorin rahoituspääoman käytön julkisella sektorilla siten, että molemmat osapuolet hyötyvät. PPP:issä sekä on taloudellinen ulottuvuus eli millainen taloudellinen yhteys julkisella ja yksityisellä taholla on, että organisatorinen ulottuvuus eli kuinka tiiviisti osapuolet ovat järjestäytyneet. (Hodge & Greve 2007)

Yescombe (2011, s.1-4) mukaan PPP:tä perinteisempi tapa tehdä julkisia hankintoja on, että julkinen organisaatio tekee urakan määrittelyt ja suunnittelun, pyytää tarjouksia yksityiseltä sektorilta ja maksaa rakennusurakasta yksityiselle urakoitsijalle. Erona PPP:n on, että julkinen organisaatio maksaa kaikki rakennuskustannukset, myös kustannusylitykset. Myös omistus ja ylläpito pysyvät julkisella organisaatiolla. PPP:ssä julkinen organisaatio ja yksityinen toimija solmivat pitkän sopimuksen, johon sisältyy kaikki urakan määrittelystä, rahoitukseen ja suunnittelusta rakentamiseen ja ylläpitoon. Omistus PPP:ssä säilyy joko julkisella taholla koko sopimuksen ajan tai siirtyy heille sopimuksen päätyttyä. Yksityisen tahon rahoitus tarkoittaa PPP:ssä sitä, että julkinen organisaatio tai infrastruktuurin käyttäjät suorittavat maksuja yksityiselle taholle PPP-sopimuksen elinkaaren ajan. (Yescombe 2011, s.1-4) Julkisia infrastruktuurihankkeita voidaan rahoittaa myös täysin yksityisesti. Hodge & Greve (2007) mukaan yksityisrahoitus aloitteelliset kumppanuudet (engl. private finance initiative) tukeutuvat kahteen lupaukseen: hallituksen budjetin paineen pienentymiseen, sillä infrastruktuuriin käytetty yksityinen rahoitus vapauttaa kapasiteettia muille politiikan hankkeille sekä parempaa arvoa rahalle julkisen infrastruktuurin hankinnassa. (Hodge & Greve 2007)

2.2 Erilaiset innovaatiot

Rogers (1995) määrittelee innovaation ideaksi, käytännöksi tai esineeksi, jonka yksilö tai muu adoptoiva taho näkee uutena. Nonaka (1994) puolestaan kuvailee innovaatiota prosessina, jossa organisaatio määrittelee ongelmia ja kehittää sitten aktiivisesti uutta tietoa sen ratkaisemiseksi. Sanaa ”innovaatio” käytetäänkin usein teknologian synonyyminä. Teknologia on koneellinen toimenpide, joka on suunniteltu vähentämään haluttuun tulokseen liittyvien syy-seuraus –suhteiden epävarmuuksia. Teknologiassa on usein laitteistokomponentti sekä ohjelmistokomponentti. Teknologisissa innovaatioissa on usein potentiaalista hyötyä niiden loppukäyttäjille, mutta hyöty ei ole aina selkeä suunnitelluille loppukäyttäjille. (Rogers 1995) Innovaatio on tuoteinnovaatio, kun se tuo loppukäyttäjille kokonaan uuden tuotteen tai palvelun. Prosessi-innovaatio puolestaan parantaa tapaa tuottaa loppukäyttäjille jokin tuote tai palvelu. (Scott 2013)

Teknisten innovaatioiden vaikusta tiettyyn alaan voidaan kuvata suorituskyvyn kehityskaaren (engl. performance trajectory) avulla. Suorituskyvyn kehityskaari kertoo

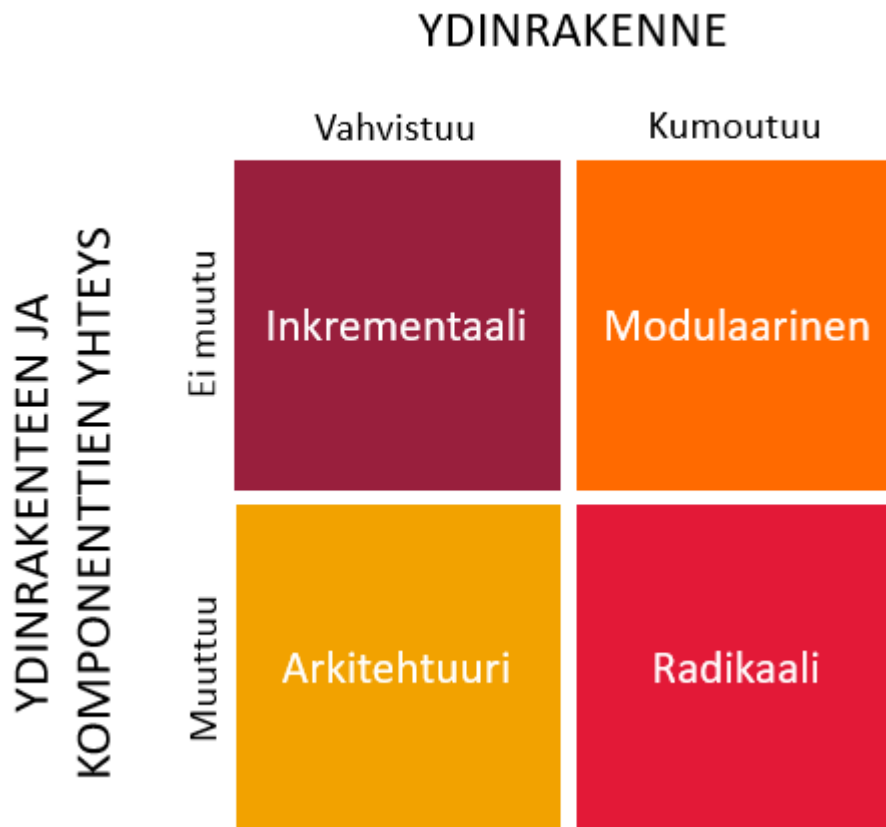
missä suhteessa tuotteen suorituskyky on parantunut ja missä suhteessa sen odotetaan parantuvan tulevaisuudessa. Jokaisella alalla on usein oma kriittinen tuotteiden suorituskyvyn elinkaari. (Bower & Christensen 1995) Esimerkiksi tietojärjestelmissä kriittinen elinkaari liittyy tänä päivänä niiden kykyyn käsitellä ja analysoida suuria massoja heterogeenistä dataa. Bower & Christensen (1995) mukaan erilaiset innovaatiot vaikuttavat suorituskyvyn kehityskaareen eri tavalla. Ylläpitävä innovaatio (eng. sustainig innovation) seuraa tiettyä suorituskyvyn paranemisen suhdetta kehittämällä asiakkaille tärkeitä ominaisuuksia. Utterback & Abernathy (1978) kuvaavat samaa asiaa termillä ”inkrementaalinen innovaatio”. Inkrementaalisisessa innovaatioissa tuotteeseen tai prosessiin tehdään lukematon määrä pieniä parannuksia, jotka saavat aikaiseksi suurimman osan taloudellisesta hyödystä suuren määränsä ansiosta. Inkrementaaliset innovaatiot johtavat usein kustannusten pienenemiseen sekä samalla suorituskyvyn paranemiseen. (Utterback & Abernathy 1978)

Disruptiiviset innovaatiot puolestaan sisältävät usein vain vähän asiakkaiden arvostamia ominaisuuksia aiemmasta ratkaisusta, ja saattavat jopa olla aiempaa ratkaisua huomattavasti huonompia jonkin tällaisen ominaisuuden suhteen. Usein niitä arvostetaankin alkuun muissa käyttötarkoituksissa tai uusilla markkinoilla, ja ne saattavat jopa luoda kokonaan uusia markkinoita. (Bower & Christensen 1995) Kirjallisuudessa on puhuttu myös radikaaleista innovaatioista (Utterback & Abernathy 1978; Scott 2013), joka kuvaa samankaltaista markkinoita muuttavaa innovaatiota kuin disruptiivinen innovaatio. Radikaaleilla innovaatioilla on usein suuri merkitys, vaikka innovaatioista pieni osa on radikaaleja, sillä ne ovat korkean riskin ja korkean tuoton innovaatioita. (Scott 2013)

Christensen et al. (2017) mukaan disruptiiviset innovaatiot saavat alkunsa kaksilta markkinoilta, jotka vakiintuneet organisaatiot jättävät huomiotta: uudet markkinat sekä alhaiset markkinat. Uudet markkinat tarkoittaa markkinoiden luomista sinne, missä niitä ei aiemmin ollut ja alhaiset markkinat puolestaan vähemmän vaativiin asiakkaisiin keskittymistä. Disruptio on usein pienestä kokeilusta lähtevä prosessi, jossa hiotaan ennemmin liiketoimintamallia kuin tuotetta kohdilleen. Liiketoimintamalli on disruptiivisillä organisaatioilla usein hyvin erilainen kuin vakiintuneilla organisaatioilla. Kaikki disruptiiviset innovaatiot eivät kuitenkaan menesty. Vakiintuneiden organisaatioiden on kuitenkin aina hyvä reagoida ilmenevään disruptioon, mutta jatkaa kuitenkin inkrementaaliin innovaatioihin sijoittamista ja asiakassuhteiden vahvistamista. (Christensen et al. 2017)

Henderson & Clark (1990) lisäävät innovaatioiden luokitteluun radikaalin ja inkrementaalisen innovaation lisäksi arkkitehtuurisen ja modulaarisen innovaation. Jako perustuu tuotteen ajatteluun järjestelmänä, joka koostuu toisiinsa kytketyistä komponenteista. Modulaarinen innovaatio muuttaa tuotteen ydinrakennetta muuttamatta kuitenkaan tuotteen arkkitehtuuria. Arkkitehtuurinen innovaatio puolestaan muuttaa arkkitehtuuria, jolla komponentit ovat toisiinsa yhteyksissä muuttamatta kuitenkaan

komponentteja ja ydinrakennetta. (Henderson & Clark 1990) Kuvassa 2 on esitetty erilaisten innovaatioiden suhde toisiinsa.



Kuva 2 Innovaatioviitekehys (Henderson & Clark 1990)

Disruptiivisista teknologioista selvittääkseen, yrityksen tulee tunnistaa tulevaisuuden teknologioista disruptiiviset teknologiat ja niistä erityisesti ne, jotka uhkaavat nykyistä toimintaa. Myös teknologian strategisen merkityksen ymmärtäminen on tärkeää, ja sitä varten johtajien tulisi tunnistaa oikeat ihmiset ja kysymykset, joiden avulla analysoida uutta teknologiaa. Uuden teknologian strategisen merkityksen ymmärtämisessä on pohdittava, eteneekö uuden teknologian kehitys nopeammin, kuin markkinoiden tarve kehitykselle olemassa olevassa ratkaisussa. Mikäli kyllä, teknologia on strategisesti kriittinen. Disruptiivisen teknologian strategisen merkityksen tunnistamisen jälkeen sille tulisi löytää lähtömarkkinat. Perinteinen markkinatutkimus ei välttämättä tuota tuloksia, sillä vaikka yrityksen täytyy sitoutua teknologiaan, selkeitä markkinoita sille ei välttämättä ole vielä olemassa. Näin ollen markkinatieto, kuten keitä asiakkaat ovat ja mitä ominaisuuksia he arvostavat, täytyy luoda testaamalla tuotetta ja eri markkinoita. Organisaatiot menestyvät disruptiivisissa muutoksissa, mikäli ne pystyvät hallitsemaan strategisesti tärkeitä disruptiivisia teknologioita organisaation kontekstissa, jossa pienet tilaukset luovat energiaa, pienet ja nopeat matalan kustannuksen kokeilut ovat

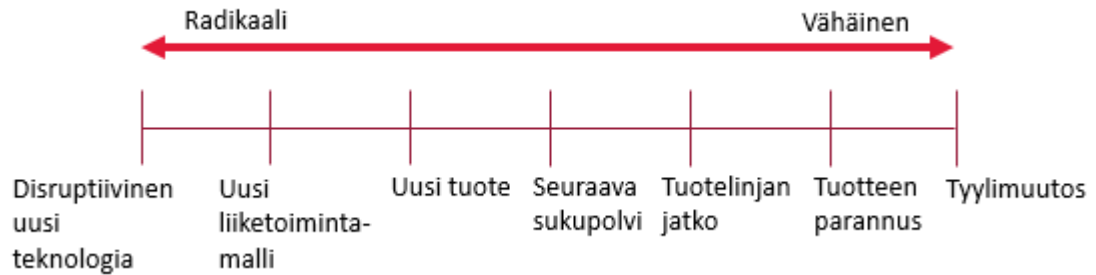
mahdollisia ja ylimeno on tarpeeksi matala mahdollistamaan tuoton syntyvillä markkinoilla. (Bower & Christensen 1995)

Rogersin (2003) mukaan innovaation omaksumiseen eli diffuusioon vaikuttaa viisi tekijää: suhteellinen hyöty, yhteensopivuus, monimutkaisuus, kokeiltavuus sekä havaittavuus. Suhteellinen hyöty tarkoittaa, että kuinka paljon parempi innovaation oletetaan olevan aiempaan ratkaisuun verrattuna. Yhteensopivuus viittaa innovaation sopeutumiseen olemassa oleviin arvoihin, aiempiin kokemuksiin sekä mahdollisten adoptoijien tarpeisiin. Monimutkaisuus viittaa siihen, kuinka hankalana käyttää innovaatiota pidetään ja kokeiltavuus puolestaan mahdollisuutta kokeilla innovaatiota rajoitetusti. Havaittavuus tarkoittaa innovaation vaikutusten näkyvyyttä muille. (Rogers 2003)

Diffuusioon vaikuttavat myös yksilöiden välinen kommunikaatio liittyen innovaatioon, aika ja sosiaalinen järjestelmä. Yksilöt kommunikoivat kommunikaatiokanavien välityksellä, kuten esimerkiksi tv tai radio. Kommunikaatio vaikuttaa innovaation diffuusioon, sillä se on erittäin sosiaalinen prosessi. Aika puolestaan liittyy päätösprosessiin, jossa yksilö siirtyy innovaatiosta saadusta informaatiosta päätökseen omaksua innovaatio. Aika liittyy myös yksilön innovaation omaksumisen aikaisuuteen tai myöhäisyyteen verrattuna muihin omaksujiin sekä innovaation omaksumisasteeseen tietyssä ryhmässä. Sosiaalinen järjestelmä on joukko yksiköitä, jotka pyrkivät yhdessä ratkaisemaan ongelmaa saavuttaakseen yhteisen tavoitteen. Diffuusio rajoittuu sosiaaliseen järjestelmään. (Rogers 2003)

2.2.1 Innovaatioiden vaikutus organisaation toiminnan logiikkaan

Innovaatio on uuden idean kehittämistä ja soveltamista uusissa tuotteissa, prosesseissa tai liiketoiminnassa. (Galbraith 1982) Eri tyyppiset innovaatiot voidaan jakaa jatkumolle kuvan 3 mukaisesti. Liikuttaessa jatkumolla keskeltä kohti toista päätä, innovaation tuoman muutoksen suuruus pienenee. Pienimmän muutoksen tuova innovaatio on mallin mukaan tyylin muutos. Toista päätä kohti siirryttäessä innovaation radikaalius kasvaa eli sen tuoma muutos aikaisempaan verrattuna suurenee. Ääripäänä radikaaleissa innovaatioissa ovat disruptiiviset teknologiat. Disruptiiviset teknologiat tarjoavat erilaisen, mutta asiakkaille tärkeiden ominaisuuksien kannalta paremman suorituksen verrattuna valtavirran tarjoamiin teknologioihin (Adner 2002). Galbraithin (1982) mukaan voimakkaimpia innovaatiota ovat ne, jotka aiheuttavat teknologiaan epäjatkuvuutta, sillä ne johtavat uusiin tuotteisiin ja liiketoimintamalleihin. Uusien innovaatioiden tuomat muutokset vaativat organisaation oppimista. Markkinoille uusille tulijoille organisaation oppiminen ei tuota ongelmia, sillä niillä ei ole rasitteena aiemmasta oppimisesta syntynyttä toiminnan logiikkaa, kuten kokeneilla organisaatioilla. Niiden täytyy ensin oppia pois vanhasta, ennen kuin ne voivat oppia uutta. (Bettis & Prahalad 1995)



Kuva 3 Eri tyyppiset innovaatiot jatkumolla (Galbraith 1982)

Julkisella sektorilla puhutaan innovaatioaiheista niin kauan, kuin innovaatiota voidaan hyödyntää vain muutamassa organisaatiossa. Aihe muuttuu innovaatioksi, kun sitä voidaan hyödyntää laajemmin. Sen katsotaan tällöin parantavan tuottavuutta, palvelujen laatua tai vaikuttavuutta. Julkisella sektorilla innovaatiot ovat melko uusi käsite, aiemmin on puhuttu lähinnä organisaation oppimisesta, hyvistä käytännöistä sekä älykkästä regulaatiosta (Lovio & Kivisaari 2010). Lovio & Kivisaari (2010) tekemässä kirjallisuuskatsauksessa julkisen sektorin innovaatiot jaettiin kolmeen ryhmään: julkisen palvelutuotannon innovaatiot, johtamis- ja toimintamalli-innovaatiot sekä politiikkainnovaatiot. Julkisen palvelutuotannon innovaatiot parantavat jonkin julkisen sektorin palveluja tai palvelutuotannon toimintatapoja. Johtamis- ja toimintamalli-innovaatiot puolestaan liittyvät johtamisen uudistuksiin, kuten hallintarakenteen, johtamistyökalujen tai toimintamallien uudistuksiin. Politiikkainnovaatiot ovat poliittista ohjausta tekevien tahojen uusia toimintamalleja ja ohjauskeinoja. (Lovio & Kivisaari 2018) Julkisen sektorin innovaatioiden ongelmana on Albury (2011) mukaan, että ne ovat siiloutuneita, eivätkä siten leviä välttämättä yksikön, organisaation, kunnan, saati valtion sisällä tai valtiosta toiseen.

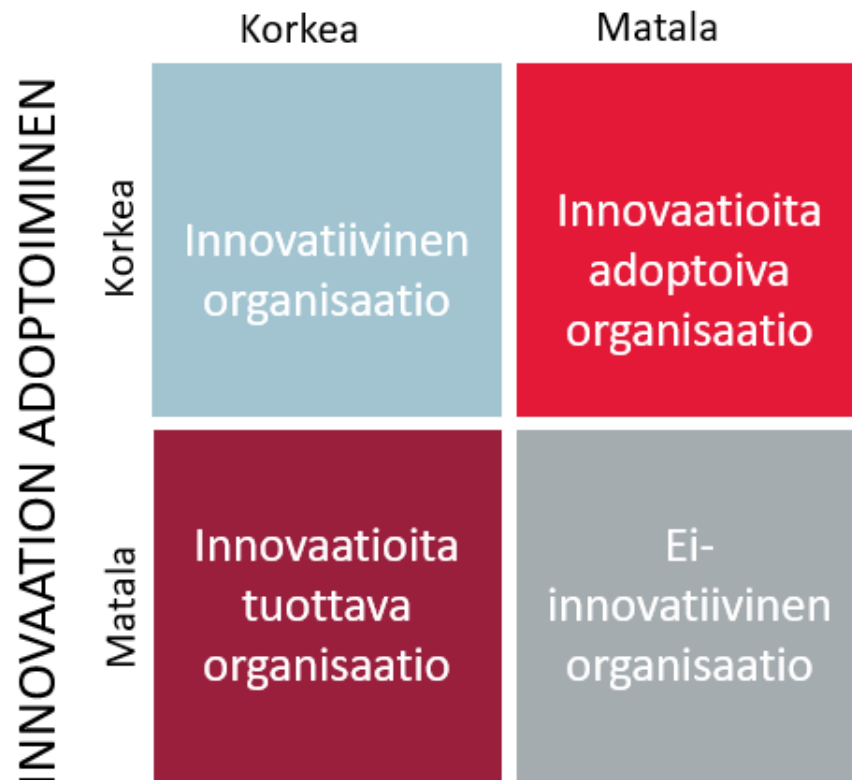
Yrityksen strategiassa voi tapahtua vaihtelua, jos toimialalla tapahtuu muutoksia, kuten radikaalin innovaation ilmaantuminen. Näin ollen johtajien tulee tunnistaa alan rakenteen muutokset sekä tarve muuttaa organisaation toiminnan logiikkaa sen mukaan. Toimialalla tapahtuvilla merkittävillä muutoksilla voi olla strategiseen vaihteluun sama vaikutus kuin uuden liiketoiminnan hankkimisella. (Prahalad & Bettis 1986) Lovio & Kivisaari (2010) mukaan esimerkiksi julkisella sektorilla palveluinnovaatioiden käyttöönotto edellyttää muutoksia sekä politiikassa että organisaatioissa. Taulukossa 1 on esitetty Prahalad & Bettis (1986) esittämät strategiat organisaatiolle, jolla on yksi toiminnan logiikka sekä organisaatiolle, jolla on useita toiminnan logiikoita, kun toimialalla tapahtuu merkittäviä rakenteellisia muutoksia tai organisaatio hankkii uutta liiketoimintaa.

Taulukko 1 Toiminnan logiikan muutosstrategia liiketoiminnan muuttuessa (mukaillen Prahalad & Bettis 1986)

Toiminnan logiikat	Merkittävät rakenteelliset muutokset toimialalla	Uuden liiketoiminnan hankkiminen	
		<i>Samankaltainen kuin olemassa oleva toiminta</i>	<i>Erilainen kuin olemassa oleva toiminta</i>
Yksi	Toiminnan logiikan tarkistaminen	Ei muutosta	Luo kapasiteetti usealle toiminnan logiikalle
Useita	Muuttuvaan toimialaan liittyvän toiminnan logiikan tarkistaminen tai ryhmittely toisen yksikön alle	Siirrä liiketoiminta sopivan yksikö alle	Lisää muiden toiminnan logiikoiden joukkoon

Toimialan muutosten vaikutus organisaatioon riippuu myös siitä, onko kyseessä pääasiassa innovaatioita tuottava yritys vai pääasiassa niitä hyödyntävä yritys. Damanpour & Wischnevsky (2006) mukaan innovaation luomisen ja adoptoimisen prosessit ovat merkittävästi erilaisia. Luomisprosessissa tuotetaan innovaatio sekä toimitetaan se organisaatioiden käytettäväksi. Adoptointi on ongelmanratkaisuprosessi, jossa uusi idea sopeutetaan vastaamaan tunnistettuihin tarpeisiin ja ongelmiin. Organisaatiot voidaan jakaa siten esimerkiksi innovatiivisiin, innovaatioita tuottaviin, innovaatioita adoptoiviin ja ei-innovatiivisiin organisaatioihin. (Damanpour & Wischnevsky 2006) Kuvassa 4 on esitetty viitekehys eri tavalla innovaatioita hyödyntävien organisaatioiden tunnistamiselle.

INNOVAATIOIDEN TUOTTAMINEN

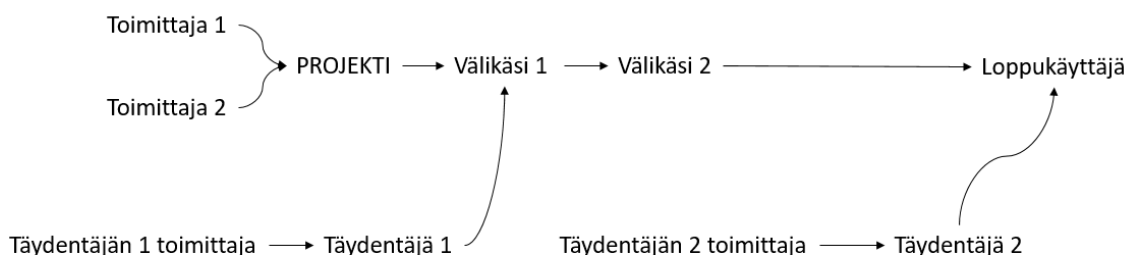


Kuva 4 Innovaatioita tuottavat ja hyödyntävät organisaatiot (Damanpour & Wischnevsky 2006)

Innovaatioita tuottavan organisaation tavoite on yhdistää organisaation teknologiset kapasiteetit uusiin tuote- ja markkinamahdollisuuksiin. Innovaatioita adoptoiva organisaatio puolestaan pyrkii yhdistämään organisaation strategiset vaatimukset markkinoilla oleviin innovaatioihin. Näin ollen myös innovaation radikaalius on erilaista innovaatioita adoptoivassa ja tuottavassa organisaatiossa. Innovaatioita tuottavien organisaatioiden näkökulmasta radikaali innovaatio tarkoittaisi sellaisen teknologian valmistamista, joka muuttaisi organisaation kilpailukykyä merkittävästi tekemällä aiemmista ratkaisuista tarpeettomia. Innovaatioita adoptoivan organisaation tavoite puolestaan on pysyä kilpailukykyisenä ja innovaatiot ovat sille keino parantaa suoritusta. Radikaali innovaatio adoptoivan organisaation näkökulmasta tarkoittaa, että innovaation käyttöönotto vaatii merkittäviä strategisia tai organisatorisia muutoksia. (Damanpour & Wischnevsky 2006) Suuremman arvon luominen riippuu organisaation kyvystä innovoida menestyksekkäasti. Innovaatio yksinään ei kuitenkaan riitä, vaan sen menestyminen riippuu muutoksissa organisaation ympäristössä. (Adner & Kapoor 2010)

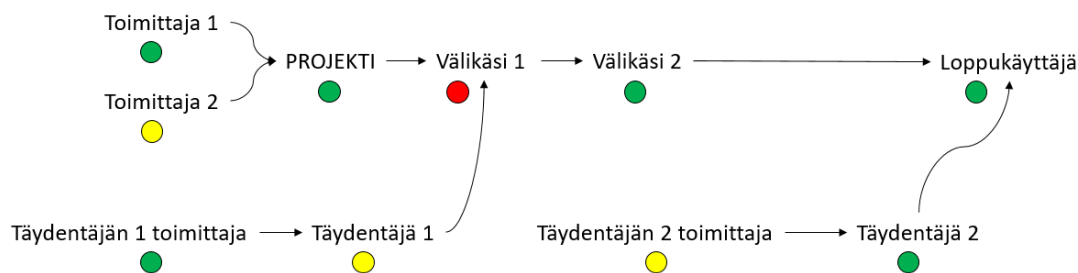
2.2.2 Innovaatioekosysteemi

Biologisessa ekosysteemissä eri lajeilla on erilaisia toinen toistaan täydentäviä tehtäviä, jotka yhdessä tekevät ekosysteemistä toimivan kokonaisuuden. Myös yritysekosysteemissä eri organisaatioilla on omat roolinsa, jotka määrittävät ekosysteemin rakenteen. Innovaatiot muuttavat ekosysteemin toimintaa ja toisaalta ekosysteemit vaikuttavat siihen, pääseekö innovaatio loppukäyttäjille vai ei. Adnerin (2012, s.84) mukaan ekosysteemin rakenteen muuttaminen näkyväksi vahvistaa myös yritysten strategiaa. Adner (2012, s.85) on kehittänyt ekosysteemin rakenteiden tunnistamiseen arvokaavio-nimisen (engl. value blueprint) työkalun. Sen tarkoitus on tehdä näkyväksi ekosysteemin rakenne ja sen sisäiset riippuvuudet sekä tunnistaa arvoehdotuksen täyttämiseen tarvittavat elementit. Arvokaavion luominen alkaa loppukäyttäjän ja projektin tunnistamisesta. Seuraavaksi tunnistetaan muut ekosysteemin jäsenet eli toimittajat, välikädet ja täydentäjät. Viimeinen osuus on merkittävin, sillä siinä tunnistetaan ekosysteemin riskit kaikkien jäsenien näkökulmasta ja määritellään jokaiselle jäsenelle sen valmiutta kuvaava liikennevalo. (Adner 2012, s.85-86) Arvokartta on havainnollistettu kuvassa 5.



Kuva 5 Arvokaavio esimerkki (Adner 2012, s. 87)

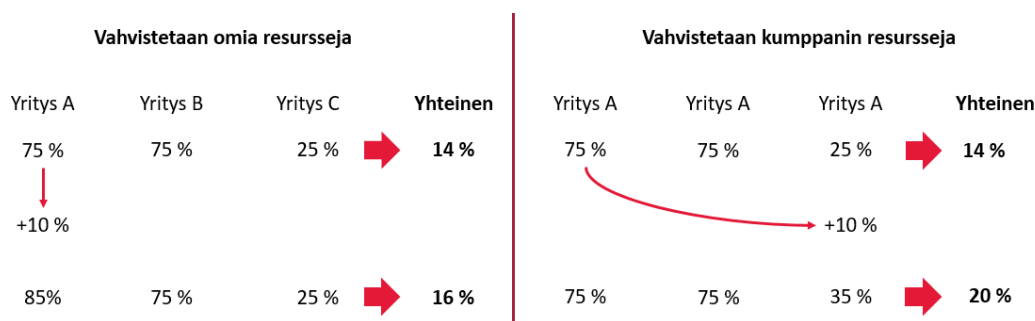
Ekosysteemin riskejä arvioidaan pohtimalla kumppaneiden kykyä ryhtyä heiltä tarvittavaan toimintoon sekä toisaalta myös heidän halukkuuttaan. Jokaisen kumppani statuksen määrittely liikennevalojen avulla helpottaa kokonaistilanteen hahmottamista sekä merkittävien ongelmien (punaiset valot) tunnistamista. Valot määritellään siten, että vihreä valo merkitsee joko valmiutta tai halukkuutta. Keltainen valo merkitsee, ettei valmiuksia ole tällä hetkellä, mutta niiden saamiseksi on olemassa suunnitelma tai neutraalia halukkuutta osallistua. Punaiset tarkoittavat, ettei valmiutta tai suunnitelmaa sen saavuttamiseksi ole tai että kumppanilla on selvä syy pitäytyä enemmän olemassa olevassa tilanteessa kuin omaksua innovaatio. (Adner 2012, s.86) Kuvassa 6 on havainnollistettu liikennevaloja arvokaaviossa. Esimerkissä välikäsi 1:n punainen valo tarkoittaisi, ettei innovaatio tule kulkeutumaan ketjun läpi loppukäyttäjälle.



Kuva 6 Arvokaavio esimerkki liikennevaloilla

Innovaatioihin liittyy toteutusriski eli vaihtelevia haasteita vaadittujen ominaisuuksien toteuttamiseksi vaaditussa ajassa (Adner 2012, s. 35-38). Lisäksi ekosysteemit luovat innovaatioille kahdenlaisia riskejä: yhteisinnovaatoriski ja adoptioketjuriski. Yhteisinnovaatoriski tarkoittaa innovaation menestyksen riippuvuutta muiden innovaatioiden onnistuneesta kaupallistamisesta ja adoptioketjuriski taas tarkoittaa innovaation menestyksen riippuvuutta siitä, että kumppanit adoptoivat innovaation ennen kuin loppukäyttäjillä on pääsy täyteen arvoehdotukseen. Innovoijan sokea piste on olla huomaamatta menestyksen riippuvuutta kumppaneista, joiden täytyy myös innovoida ja suostua mukauttamaan toimintaansa innovaation mukaan, jotta innovaatio menestyy (Adner 2012, s.4-6). Yhteisinnovaatoriski ja adoptioketjuriski ovat usein uinuvia, jos innovaatio seuraa tiettyjä kehityssuuntia, mutta inkrementaalisen innovaation kaavasta poiketessa ne nostavat päätään. Näin ollen ekosysteemissä tulee jokaisen innovaatiokumppanin, joiden innovaatioista oman innovaation menestys riippuu, kohdalla tehdä sama huolellisuustarkastus (due diligence) kuin omasta toiminnasta. (Adner 2012, s.35-38)

Kun innovaation menestys riippuu muiden innovaatioista, menestymistodennäköisyys on yksittäisten menestymistodennäköisyyksien tulo, ei keskiarvo (Adner 2012, s.47-50). Vaikka tarkkoja menestymistodennäköisyyksiä pystytään harvoin laskemaan, havainnollistaa esimerkki kolmesta yrityksestä joiden jokaisen menestymisen todennäköisyys on 75% tilannetta, sillä yhteinen menestymistodennäköisyys on tällöin vain noin 42% ($0.75 \cdot 0.75 \cdot 0.75$). Adnerin (2012, s.47-50) mukaan huonoja lukuja ei ole olemassa, ainoastaan huonoja odotuksia. Pienempi menestymisprosentti ei tarkoita epäonnistumista, päätökset tulee kuitenkin pystyä tekemään ymmärtäen todellinen menestymisen todennäköisyys. Yhteisinnovaation tunnistaminen on tärkeää myös niin kutsuttujen heikkojen lenkkien tunnistamiseksi. Yhteisen menestymistodennäköisyyden kannalta on oleellista pohtia, että mikäli on mahdollista parantaa menestymisen todennäköisyyttä esimerkiksi vahvistamalla olemassa olevia resursseja, saadaanko suurin hyöty vahvistamalla omaa toimintaa vai kumppanin toimintaa. (Adner 2012, s.47-50) Tilannetta on havainnollistettu kuvassa 7.



Kuva 7 Omien mahdollisuuksien vahvistaminen vs. kumppani mahdollisuuksien vahvistaminen (mukaillen Adner 2012, s.50)

Myös arvoehdotuksen muokkaaminen siten, ettei ketjun heikkoa lenkkiä tarvita, on yksi vaihtoehto parantaa menestymisen todennäköisyyksiä. Tämä kuitenkin saattaa vaatia halutuista ominaisuuksista tinkimistä. Myös aikataulutavoitteista tinkiminen saattaa parantaa menestymisen todennäköisyyksiä, jos se parantaa kumppanin todennäköisyyttä ehtiä oman innovaationsa kanssa mukaan. (Adner 2012, s.51)

Innovaatioiden kustannukset ja hyödyt näyttäytyvät usein niiden kehittäjille ja loppukäyttäjille hyvin erilaisina. Innovaatioiden kehittäjät näkevät innovaationsa absoluuttisen hyödyn ja kustannuksen, kun taas loppukäyttäjät näkevät innovaation hyödyn sen tuomana lisäarvona saatavilla oleviin vaihtoehtoihin verrattuna ja kustannuksen sekä innovaation että sen vaatimien muutosten (esimerkiksi koulutus) kustannuksina. Loppukäyttäjät adoptoivat innovaation vain, jos sen tuoma lisäarvo ylittää sen kokonaiskustannukset. (Adner 2012, s.56-57) Loppukäyttäjän kustannukset voidaan nähdä myös heidän uuden innovaation käyttöönotosta kokemana vaivana.

Adnerin (2012, s.62) mukaan innovaation adoptioketjussa eli ketjussa kumppaneita, joiden täytyy adoptoida innovaatio ennen kuin se on loppukäyttäjien saatavilla, yksikin hylkäys riittää katkaisemaan koko ketjun. Jokaisen ekosysteemin jäsenen, joka on adoptioketjussa, tulee saada hyötyä innovaation adoptoinnista. Täytyy siis tunnistaa mitä jokainen ketjun jäsen tarvitsee pystyäksään siirtämään innovaatiota ketjussa eteenpäin. Adoptioketjuriski syntyy, jos ketjussa olevaa kumppania ei pystytä vakuuttamaan innovaation tuomista hyödyistä. Innovaation kehittäjän tulisi muodostaa jo ennen innovaation lanseerausta suunnitelma strategian muuttamiseksi siten, että jokainen ketjun jäsen, jolle innovaation adoptoimisesta seuraisi negatiivinen ylijäämä, on huomioitu joko muuttaen ylijäämän positiiviseksi tai löytäen strategian, jossa kyseistä kumppania ei tarvita. (Adner 2012, s.62-78)

Ekosysteemi tarvitsee lisäksi johtajan, joka laatii arvokaaviot ja suunnitelmat siitä miten eri elementit ja toimijat linkittyvät yhteen yhteisen arvoehdotuksen toimittamiseksi asiakkaalle. Ekosysteemin johtajan tulisi olla organisaatio, joka on valmis investoimaan enemmän ja ottamaan suurempia riskejä kuin muut varmistaen kuitenkin myös oman hyötynsä. Ekosysteemin elinkaaren alussa johtajan rooli on ottaa riskejä, investoida ja varmistaa muiden osallistuminen. Johtaja kerää kuitenkin lopussa muita suuremman

voiton. (Adner 2012, s.117) Adner (2012, s.117) on kehittänyt johtajuusprisma-nimisen työkalun johtajuus ja seuraaja –roolien tunnistamiseksi. Työkalu perustuu kokonaiskustannuksien ja suhteellisen hyödyn arvioimiseen jokaisen toimijan ylijäämän (negatiivinen/positiivinen) tunnistamiseksi. Johtaja-organisaatiot pyrkivät parantamaan koko ekosysteemin terveyttä tarjoamalla vakaita ja ennakoitavia etuja muille ekosysteemin jäsenille. Ne esimerkiksi yksinkertaistavat ekosysteemin jäsenten monimutkaisia keskinäisiä suhteita sekä pyrkivät sisällyttämään ekosysteemiin jatkuvasti uusia innovaatioita. (Iansiti & Levien 2004) Chesbroughn & Appleyardin (2007) mukaan avoin strategia onkin yksi tärkeä lähestymistapa innovaatiojohtajiksi haluaville. Innovaatioiden tuominen ekosysteemiin puolestaan tapahtuu esimerkiksi tukemalla kolmansien osapuolien täydentävien tuotteiden kehitystä. Johtajat tarjoavat muille kiinnekohdan, joka auttaa niitä kohtaamaan epävarmoja tilanteita liiketoimintaympäristössä. Näin toimimalla johtajat pyrkivät varmistamaan oman selviytymisensä ja vaurastumisensa. (Iansiti & Levien 2004)

Menestyksekkäs johtajastrategia sisältää sekä arvon luomisen ekosysteemiin sekä sen jakamisen muille ekosysteemin jäsenille. Jollei johtaja onnistu luomaan ekosysteemiin arvoa, se ei kykene houkuttelemaan uusia tai pitämään jo olemassa olevia jäseniä ekosysteemissä. Johtajan luoman arvon tulee ulottua myös loppukäyttäjälle, sillä Chesbroughn & Appleyardin (2007) mukaan mitä enemmän käyttäjiä tuotteella on, sitä herkemmin se vetää puoleensa täydentäviä tuotteita tuottavia yrityksiä. Toisaalta jos johtaja ei jaa luomaansa arvoa muiden jäsenten kanssa, se saattaa vaurastua hetkellisesti, mutta pitkällä aikavälillä muut hylkäävät sen ennen pitkää. Johtajan ekosysteemiin luoma arvo onkin usein alusta muiden jäsenten arvonluonnille. (Iansiti & Levien 2004) Esimerkiksi käyttöjärjestelmien tarjoajat luovat alustan eli toimintaympäristön, johon muut organisaatiot alkavat kehittää sovelluksia. Iansitin & Levienin (2004) mukaan suurin osa ekosysteemin arvonluonnista tapahtuu muiden jäsenten toimesta, mutta johtajan luoma arvo on koko systeemille elintärkeää. Dhanaragin & Parkhen (2006) johtaja organisoi verkostoaan tarkoituksenmukaisesti siten, että verkoston luoman arvon määrä kasvaa, mutta suurempi osa siitä jää johtajalle. Toisaalta johtajan on myös määritettävä huolellisesti mitä ja kuinka paljon arvoa muille jäsenille jaetaan (Iansiti & Levien 2004). Yksin johtajalla säilyvä osa kokonaisarvosta luo sille kilpailuedun, joka on edellytys johtaja-aseman säilyttämiselle.

Dhanaragin & Parkhen (2006) mukaan innovaatioverkostojen yhteydessä organisoitumisen ensimmäinen vaihe on tiedon liikkuvuus, eli helppous jolla tietoa jaetaan, hankitaan ja otetaan käyttöön. Jos tieto jää verkoston jäsenten organisaatorajojen sisälle, merkittävää arvoa ei päästä luomaan ja verkoston innovatiivinen panos jää minimaaliseksi. Korostaakseen tiedon liikkuvuutta johtajan on huolehdittava tiedon imeytymisestä, verkoston tunnistamisesta ja organisaatorajat ylittävästä sosialisoitumisesta. (Dhanarag & Parkhe 2006) Mooren (1993) mukaan tärkeiden seuraajien hankkiminen ja yhteistyön tekeminen ovat tässä vaiheessa tärkeitä, jotta muut

ekosysteemit eivät pääse hyödyntämään arvokkaita kumppaniyrityksiä, ja jotta pystytään tarjoamaan asiakkaille uuden tuotteen täysi arvo. Näin ekosysteemi alkaa kasvaa ja yritysten väliset suhteet hahmottua. Yhden yrityksen on kuitenkin erotettava johtajaksi, jonka tehtävä on nopean ja jatkuvan kehitysprosessin aloittaminen (Moore 1993).

Seuraajilla on pienempi riski, sillä niiltä vaadittu investointi on pienempi. Seuraaja arvioi johtajan tekemän suunnitelman sekä tunnistetut riskit. Eri johtajaehdokkaiden potentiaalia voi arvioida johtajuusprisman avulla. Hyvän johtajan tavoitteet ovat yhtenäiset seuraajan kanssa, eivätkä toiminnot osu päällekkäin. Seuraajan tulisi myös varmistaa, että johtaja tekee voittoa seuraajan voitosta sekä toisinpäin. Myös muut ekosysteemin seuraajat on oleellista tunnistaa, jotta on tiedossa ketä vastaan kilpaillaan. (Adner 2012, s.133-135)

Ekosysteemin ollessa ongelmissa tulee olemassa olevat palaset järjestellä uudelleen ja siten muuttaa järjestelmän elementtien välistä vaikutusmallia. Tämä tapahtuu etsimällä vastaus viiteen kysymykseen: 1. Mitä voidaan erottaa? 2. Mitä voidaan yhdistää? 3. Mitä voidaan sijoittaa uudelleen? 4. Mitä voidaan lisätä? ja 5. Mitä voidaan poistaa? Jokaisen kysymyksen tarkoitus on löytää sellainen vastaus, että onnistutaan luomaan uutta arvoa ja viemään ekosysteemin innovaatioiden muodostamaa arvoehdotusta eteenpäin. (Adner 2012, s.176-178)

2.3 Keinoäly

Keinoälyllä on lukuisia eri määritelmiä, eikä sen rajaaminenkaan ole täysin yksiselitteistä. Grosan et al. (2011, s.1) määrittelee keinoälyn sellaisten koneiden luomiseksi, jotka pystyvät ratkaisemaan ongelmia, joiden ratkaiseminen vaatii ihmisiltä älykkyyttä. Keinoäly on siis kognitiivista tietojen käsittelyä. Kognitiivinen tietojenkäsittely mahdollistaa ihmisten ja koneiden yhteistyön, ja pitää sisällään erilaisia työkaluja ja tekniikoita kuten esineiden internet, Big Data, analytiikka, koneoppiminen ja luonnollisen kielen prosessointi. (Hurwitz et al. 2015, s.1) Kognitiiviset järjestelmät pyrkivät matkimaan ihmisen ajatusprosessia lisäten siihen kyvyn käsitellä suurta määrää dataa sekä arvioida sitä ristiriidatta (Chen et al. 2016). On siis kyse keinotekoisesta älykkyydestä. Hurwitz et al. (2015, s.11-12) mukaan kognitiivisessa tieteessä on kyse ihmisen aivojen sisällä tapahtuvien prosessien ja palvelujen interaktion tutkimisesta. Ihmisen aivot käsittelevät jatkuvasti havaintoja, muistia, arvioita ja oppimista. Ihmiset siis pystyvät puhtaasta järkeilystä ja tietojenkäsittelystä poikkeaviin prosesseihin kuten tekemään spekulatiivisia oletuksia, mielikuva skenaarioita ja hyödyntämään intuitiota. (Hurwitz et al. 2015, s.11-12) Yksi keinoälyn haara on keinotekoiset neuroverkot, jotka pyrkivät mallintamaan ihmisen aivoissa tapahtuvaa tietojenkäsittelyprosessia (Grosan et al. 2011, s.281).

Toisaalta ihmiset ovat alttiita ristiriitojen vaikutuksille, jolloin tehdyistä johtopäätöksistä tulee virheellisiä. Koneilla ristiriitaa ei ole, ellei sitä ole niihin ohjelmoitu. (Hurwitz et al.

2015, s.11-12) Kognitiivinen järjestelmä oppii ja hyödyntää koneoppimisen algoritmeja erilaisten mallien rakentamiseen. Mallien avulla muun muassa pyritään vastaamaan erilaisiin kysymyksiin ja antamaan tietoa. Se mahdollistaa määrällisesti suuren ja laadullisesti vaihtelevan datan, kuten Big Data, tutkimisen ja tulkinnan siten, että siitä pystytään muodostamaan näkemyksiä ja sen perusteella voidaan tehdä ehdotuksia. Kognitiivisen järjestelmän ominaispiirteitä ovat kyky käsitellä dataa kontekstissa, useiden hypoteesien luominen ja niiden luokittelu järjestelmän itse määrittämällä itsevarmuusasteilla sekä järjestelmän jatkuva päivittyminen uuden datan ja interaktioiden perusteella. (Hurwitz et al. 2015, s.1-6) Kuvassa 8 on esitetty Kognitiivisen tietojenkäsittelyn sekä analytiikan ja keinoälyn keskinäinen lähentyminen.



Kuva 8 Kognitiivisten teknologioiden suhde (mukailten Hurwitz et al. 2015, s.89)

MIT Sloan Management Review'n ja IBM Institute for Business'n tekemässä tutkimuksessa yli puolet tutkituista organisaatioista myönsi, että heillä on enemmän dataa kuin mitä ne pystyvät tehokkaasti hyödyntämään (LaValle et al. 2011). Termi Big Data kuvaa valtavaa data-aineistoa, jonka käsitteleminen, hankkiminen, hallinta ja prosessointi perinteisillä ohjelmistoilla tai laitteistoilla siedettävän ajan sisällä on mahdotonta (Chen et al. 2014). Valli & Ahlgren (2013) mukaan Big Data on suuri tietomassa, joka ylittää perinteisen tietokannan käsittelykyvyn. Dataa syntyy, ja sitä kerätään eri lähteistä tänä päivänä valtavia määriä. Big Datan on tehnyt mahdolliseksi edullinen varastointi, sensorien nopea lisääntyminen ja datan keräys teknologiat, pilven ja virtuaalisten varastorakenteiden myötä lisääntyneet tietoyhteydet sekä innovatiiviset ohjelmistot ja analytiikkatyökalut (Gantz & Reinsel 2011). Keinoäly on tulevaisuudessa merkitystään kasvattava työkalu Big Datan hallintaan ja analysointiin.

Eri lähteistä generoituu kuitenkin keskenään eri muotoista, heterogeenistä dataa. Yksi tämän päivän haasteista on vaihtelevan laatuisten datan kerääminen, analysoiminen ja hyödyntäminen. Chen et al. (2014) mukaan Big Datan arvonluonti perustuu neljään vaiheeseen: datan generointi, datan hankintaan, datan varastointiin ja datan analysointiin. Dataa generoituu yleisimmin yritysten operaatioista, IoT:sta saatavasta sensori- ja

logistiikkainformaatiosta, Internetistä saatavasta ihmisten vuorovaikutus- ja asemainformaatiosta sekä tieteellisistä tutkimuksista. Datan hankinta sisältää datan keräämisen, siirtämisen ja esiprosessoinnin. Esiprosessoinnissa pyritään esimerkiksi vähentämään turhan datan siirtämistä varastoon. Tässä voidaan hyödyntää esimerkiksi datan kompressointiteknologiaa. Varastoinnilla viitataan suuren datamassan varastointiin ja hallintaan kuitenkin siten, että data on luotettavaa ja saatavilla. Big Datan analysoinnissa puolestaan hyödynnetään useita erilaisia tilasto- ja tietojenkäsittelytieteen analyysimenetelmiä kaoottisen datamassan tiivistämiseen ja jalostamiseen. (Chen et al. 2014) Yksi tällainen menetelmä on keinoäly.

Jo 50-luvulla keskusteltiin koneesta, joka pystyisi huijaamaan ihmistä luulemaan itseään ihmiseksi. Niin kutsutussa Turingin testissä tietokone ja ihminen vastaavat ihmistuomarin asettamiin kysymyksiin siten, että tietokone pyrkii vastaamaan kysymyksiin niin, ettei tuomari ei tunnista kumpi vastaajista on kone ja kumpi ihminen. Russell & Norvig (2014, s.2-3) mukaan läpäistäkseen Turingin testin tietokone tarvitsee kuutta keinoälyn osa-aluetta: luonnollisen kielen prosessointia, tiedon esittämistä, automaattista perustelua, koneoppimista, konenäköä ja robotiikkaa. Tässä kappaleessa käydään lyhyesti läpi kukin edellä mainittu keinoälyn osa-alue sekä lisäksi asiantuntijajärjestelmät.

2.3.1 Luonnollisen kielen prosessointi

Luonnollisen kielen prosessointi (engl. natural language processing, NLP) on jäsentymättömän ihmisten väliseen kommunikointiin käytetyllä kielellä tuotetun tekstin (esimerkiksi dokumentit tai nauhoitukset) merkityksen tunnistamiseen käytetty työkalu (Hurwitz et al. 2015, s.40). Toisin sanoen luonnollisen kielen prosessointi hyödyntää tietojenkäsittelytekniikoita ihmisen kielen ymmärtämiseen, oppimiseen ja tuottamiseen (Hirschberg & Mannig 2015). Luonnollisen kielen prosessoinnin tarkoituksena voi olla ihmisten välisen kommunikoinnin tukeminen, ihmisen ja koneen välisen kommunikaation tukeminen tai sekä ihmisen, että koneen hyödyttäminen esimerkiksi analysoimalla ja oppimalla internetin sisältämästä ihmiskielen sisällöstä. Yksi keinoälyn jatkuvista haasteista onkin ihmisen kaltaisen ymmärryksen kehittäminen nimenomaan kielen tarkasteluun. Siis, ainoastaan lauseiden analysointi ja tuottaminen eivät riitä, vaan keinoälyn täytyy myös ymmärtää kontekstia sekä ympäröivää maailmaa. (Hirschberg & Manning 2015)

Russell & Norvig (2014, s.844-845) mukaan kieli voidaan määritellä sarjaksi merkkijonoja, joiden oikeellisuutta määrittelee kieliopiksi kutsuttu joukko sääntöjä. Semantiikka määrittelee merkityksiä eri merkkijonoille. Toisin kuin ohjelmointikieliä, luonnollisia kieliä ei voida määritellä ehdottomiksi joukoiksi sääntöjä. Tämän vuoksi luonnollisen kielen mallintaminen on järkevämpää todennäköisyyksien kuin totuuksien avulla. Siis, pohditaan, millä todennäköisyydellä merkkijono on sanoja sen sijaan, että pohdittaisiin, onko merkkijono sanoja. (Russell & Norvig 2014, s.844-845)

Luonnollisen kielen prosessoinnin neljä perustehtävää ovat puheen osan merkitseminen (engl. part-of-speech tagging), jäsentely (engl. chunking), nimettyjen kokonaisuuksien tunnistaminen (engl. named entity recognition) ja semanttisten roolien merkintä (engl. semantic role labeling). Puheen osan merkintä antaa jokaiselle sanalle erityisen merkin, joka kertoo sanan lauseopillisen roolin, kuten sanaluokan. Jäsentely merkitsee lauseen osia niiden lauseopillisilla vastineilla, kuten verbilause tai substantiivilause. Nimettyjen kokonaisuuksien tunnistaminen luokittelee lauseen pieniä elementtejä kategorioihin kuten ”henkilö” tai ”sijainti”. Semanttisen roolin merkintä määrää semanttisen roolin kullekin lauseen lauseopilliselle osalle, esimerkiksi verbin argumentit. (Collobert et al. 2011)

2.3.2 Tiedon esittäminen ja perustelu

Esittämisessä jokin asia edustaa jotakin toista asiaa usein siten, että edustava asia on jollakin tavalla konkreettisempi, paremmin saatavilla tai välittömämpi kuin asia, jota edustetaan. Esimerkiksi ympyrä, jonka alle on piirretty plus-symboli, edustaa naiseutta tai lainsäätäjää edustaa omaa vaalipiiriään. Tiedon esittäminen on tutkimuksen ala, joka keskittyy symbolien käyttöön ehdotusten, joihin jotkut oletetut edustajat uskovat, esittämisessä. Symbolit eivät kuitenkaan esitä kaikkia ehdotuksia, joihin edustaja uskoo, sillä ehdotuksia, joihin uskotaan, voi olla ääretön määrä, ja vain rajallinen otos niistä esitetään. (Brachman & Levesque 2004, s.3-7) Siis, tieto on ympäristöstä saatavaa informaatiota eli ehdotuksia, tiedon esittäminen on ehdotusten esittämistä symbolien avulla. Näin ollen, tiedon esittäminen ja perustelu ovat ehdotuksia esittävien symbolien manipuloimista siten, että saadaan aikaan uusia ehdotuksia. (Grosan et al. 2011, s.131) Perustelun tehtävä on yhdistää se mitä esitetään ja se mihin uskotaan. Perustelu manipuloi uskottuja ehdotuksia esittäviä symboleita luodakseen esityksiä uusista ehdotuksista. Perustelu hyödyntää sitä, että symbolit ovat paremmin saatavilla, kuin ehdotukset, joita ne edustavat. Näin ollen niitä voidaan manipuloida, eli siirrellä, erotella, kopioida tai yhdistää, siten, että lopputuloksena syntyy uusia ehdotuksia. (Brachman & Levesque 2004, s.3-7)

Tiedon esittäminen ja perustelu (engl. knowledge representation and reasoning) ovat siis keinoälyn haara, joka keskittyy siihen, miten toimija käyttää sitä mitä tietää, päättäessään mitä tehdä (Brachman & Levesque 2004, s.3-7). Tiedon esittäminen ja perustelu etsivät vastausta siihen, miten kaikki ihmisen tieto voidaan esittää koneluettavassa muodossa siten, että koneet voivat hyödyntää sitä perusteluun (Grosan et al. 2011, s.131). Ne ovat järjestelmään sisäinrakennettuja prosesseja, jotka helpottavat järjestelmän käyttäytymisen ymmärtämistä esimerkiksi esittämällä sen tavoitteita suhteessa sen uskomuksiin ja pitkän tähtäimen aikomuksiin. Tällaiset järjestelmät ovat tietopohjaisia järjestelmiä, ja symboliset esitykset niiden tietopohja. Tietopohja koostuu lauseista, joita hyödynnetään tapahtumalaskelmien perusteena. Tietopohja on syntynyt joko asioista, jotka järjestelmälle on kerrottu, tai mistä se on ottanut itse selvää ennustamalla ja

oppimalla. (Brachman & Levesque 2004, s. 3-7) Olemassa olevista lauseista muodostetaan uusia lauseita siten, että uudet lauseet ovat looginen seuraus alkuperäisistä lauseista (Grosan et al. 2011, s.131).

Grosan et al. (2011, s.131) mukaan logiikkaa käytetään usein keinoälyssä esitystapana. Logiikka on tarkkaa ja ehdotonta, ja mahdollistaa siten negatiivien sekä inklusiivisuuden perustelun. Logiikka koostuu kielestä ja perustelumetodista. Kieli puolestaan koostuu syntaksista ja semantiikasta. Syntaksi edustaa loogisen kielen symboleita, sekä rakennetta, jolla symboleista luodaan lauseita. Semantiikka on symbolien merkitys. Perustelumetodilla tarkoitetaan sääntöjä siitä, miten olemassa olevista lauseista saadaan muodostaa uusia lauseita. (Grosan et al. 2011, s.132)

2.3.3 Koneoppiminen

Koneoppiminen on yksi keinoälyn haara (Bell 2014, s.2), joka mahdollistaa järjestelmän oppimisen ilman erillistä ohjelmointia (Hurwitz et al. 2015, s.19). Koneoppimisella tarkoitetaan siis tietokoneohjelmaa, joka parantaa ja mukauttaa suoritustaan kokemuksen perusteella (Bell 2014, s.2; Grosan et al. 2011, s.261). Mitchellin (1997) määritelmä koneoppimiselle on:

”Tietokoneohjelma oppii kokemuksesta E tehtävässä T , jota mitataan suoritusmittarilla P , jos sen suoritus tehtävissä T mittarilla P mitattuna parantaa kokemusta E .”

Koneoppimisen algoritmit voidaan jakaa valvottuun ja valvomattomaan oppimiseen. Valvottu oppiminen tarkoittaa, että järjestelmä oppii harjoitusdatan avulla. (Bell 2014, s.3) Harjoitusdata syntyy opettajan antamista oletus-toiminto -esimerkkipareista (Grosan et al. 2011, s.266). Valvomattomassa oppimisessa järjestelmälle annetaan suuri määrä dataa, josta sen annetaan etsiä kaavoja ja malleja (Bell 2014, s.3-4), ilman opettajan läsnäoloa (Grosan et al. 2011, s.266). Valvotun ja valvomattoman oppimisen lisäksi järjestelmä voi oppia aktiivisesti, jolloin sillä on mahdollisuus kysyä opettajalta palautetta oletus-toiminto -pareille ja parantaa siten oppimistaan. Vahvistamiseen perustuvassa oppimisessa opettaja ei suoraan tarjoa vastauksia, vaan joko palkitsee tai rankaisee oletusta vastaavasta toiminnosta siten, että pyrkimys on kohti palkintojen maksimointia. (Grosan et al. 2011, s.267) Klusterointi on yksi oppimista hyödyntävä koneoppimisen menetelmä. Klusteroinnilla ryhmitellään samanlaisia ominaisuuksia sisältäviä kohteita, tavoitteena löytää datasta rakenteita. Klusteroinnissa hyödynnetään valvomattoma oppimismenetelmää, eli järjestelmä ei tällöin saa etukäteen harjoitteludataa, jonka avulla opetella tunnistamaan etsittyjä ominaisuuksia. Klusterointia voidaan käyttää esimerkiksi tietynlaisten käyttäjäyhteisöjen tunnistamiseen ja sitä kautta esimerkiksi mainonnan kohdistamiseen. (Bell 2014, s.161)

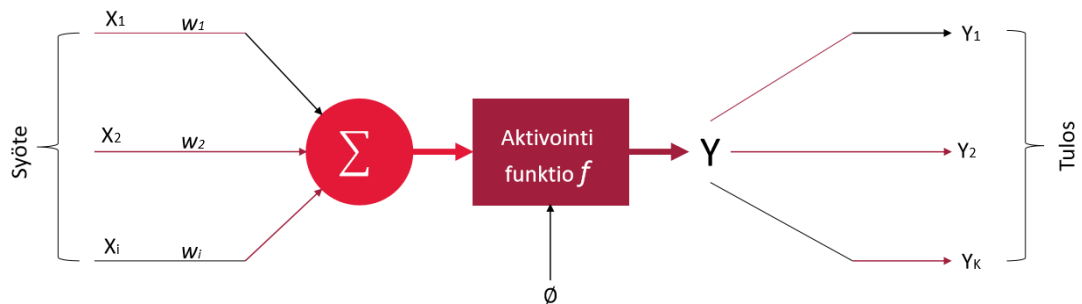
Oppiminen tapahtuu viiden askeleen kautta. Ensimmäinen askel on saatavilla oleva data ja siihen liittyvät oletukset. Toinen askel on luokiteltavan esimerkin esittämistavan

valinta, sillä se määrittää onko oppimistehtävä helppo vai vaikea. Kolmas askel ovat menetelmät ja arviot. Menetelmä huomioi kaikki mahdolliset hypoteesit ja arvio puolestaan korjaa ennusteita saadun palautteen mukaan. Neljäs askel on menetelmän toiminnan arviointi arvioimalla esimerkiksi väärin luokitellun datan määrää suhteessa koko dataan. Viimeisenä määritellään saako lähestymistapaa parannettua vai tulisiko siihen valita toinen malli. (Grosan et al. 2011, s.264). Koneoppiminen on siis ihmisen ja koneen yhteistyötä, jonka pyrkimyksenä on ratkaista kompleksisia ongelmia. (Hurwitz et al. 2015, s.30) Koneoppimista voidaan käyttää esimerkiksi siten, että se liitetään johonkin ohjelmistoon, jossa se seuraa käyttäjän toimintaa ja oppii siten ennustamaan mitä käyttäjä haluaa tehdä. Koneoppimisen algoritmien kirjoittamiseen käytetään yleensä Javaa, mutta muita mahdollisia ohjelmointikieliä ovat Python, R, Scala, Clojure, Matlab ja Ruby. (Bell 2014, s.10-15).

Eräs koneoppimisen tekniikka on neuroverkkoteknologia. Neuroverkkoteknologia on monimutkainen tietojärjestelmä, joka koostuu valtavasta määrästä yksinkertaisia, toisiinsa kytkettyjä prosessoreja. Neuroverkot pystyvät oppimaan monimutkaisia epälineaarisia syöte-tulos -suhteita, käyttämään peräkkäisiä harjoitusprosesseja sekä mukautumaan dataan. (Jain et al. 2000) Keinotekoiset neuroverkot jäljittelevät biologisten neuroverkkojen toimintaa siten, että tietojen käsittelyjärjestelmä muodostetaan suuresta määrästä yhdistettyjä tietoja prosessoivia yksiköitä (neuroneita), jotka pyrkivät yhteistyössä ratkaisemaan ongelmia (Grosan et al. 2011, s.281). Bellin (2014, s.91) mukaan keinotekoiset neuroverkot on alun perin mallinnettu eläinten aivojen arkkitehtuurista. Neuronin on biologiassa sähkö- ja kemikaalisignaaleja käsittelevä solu, joka on yhteydessä muihin neuroneihin muodostaen näin neuroverkoston. Jokaisella neuronilla on signaaleja sisään tuova osa ja niitä ulos lähettävä osa. Signaaleja tuovat ja lähettävät osat eri neuroneista yhdistyvät ja näin signaalit välittyvät neuronista toiseen. Keinoälyssä neuroverkkoja käytetään esimerkiksi reaaliaikaisten tai lähes reaaliaikaisten skenaarioiden luomiseen. (Bell 2014, s.91-92) Keinotekoisien neuroverkkojen oppiminen perustuu neuronien välillä olevien synapsisten yhteyksien säätämiseen. Neuroverkot ratkaisevat ongelmia hyvin eri tavalla, kuin perinteiset algoritmit. Perinteisessä lähestymistavassa tietokone seuraa tiedossa olevia ohjeita, joita ilman ongelmaa ei voida ratkaista. Neuroverkot oppivat esimerkeistä, eikä niitä voida ohjelmoida suorittamaan tiettyä tehtävää. (Grosan et al. 2011, s.281) Neuroverkot puoltavat valvotun oppimisen hyödyntämistä, eli sille annetaan jokin rajallinen määrä dataa, jonka avulla verkkoa opetetaan. Dataa tulee kuitenkin olla juuri sopiva määrä, sillä liian pieni määrä dataa johtaa virheellisiin ennusteisiin ja liian suuri määrä muistiongelmiin. Myös opetusmenetelmä on syytä määritellä huolellisesti. (Bell 2014, s.99-100)

Keinotekoiset neuroverkot koostuvat sekä neuroneista että aktivointi funktioista. Neuronin vastaanottaa signaalin ja siirtää sitten saamansa arvon aktivointi funktion läpi. Funktio laskee edelleen lähetettävän arvon, jonka perusteella neuronin määrittää siirretäänkö arvoa sen lähettävään osaan ja sitä kautta seuraavaan neuroniin. Keinotekoiset neuroverkot

toimivat siis vain numeerisilla arvoilla. (Bell 2014, s.94-99) Kuvassa 9 on esitetty yksi neuroni.



Kuva 9 Neuroverkon yksikkö, neuroni (Grosan et al. 2011, s.283)

Kuvassa 4 Y esittää neuronin lähettävää osaa ja Y_1 - Y_K neuronista eteenpäin lähteviä signaaleita. Kuvassa f esittää aktivointifunktiota ja X_1 - X_i ovat neuroniin tulevia syötteitä. Neuronien väliset yhteydet w_1 - w_i kuvaavat lähettävän neuronin vaikutusta vastaanottavaan neuroniin. Neuroniin vaikuttaa myös ulkopuolinen syöte θ (vääristys). (Grosan et al. 2011, s.283-284)

Kaavantunnistus (engl. pattern recognition) on yksi alue, jossa neuroverkkoja voidaan hyödyntää. Jain et al. (2000) mukaan kaavantunnistus on tutkimuksen ala, jossa tutkitaan miten koneet havainnoivat ympäristöään, oppivat erottamaan kiinnostavat kohteet taustasta ja luokittelevat perustellusti ja järkevästi havainnoimansa kohteet. Luokittelua voidaan tehdä valvotusti, jolloin järjestelmän valvoja kertoo järjestelmälle kategoriat, tai valvomattomasti, jolloin luokittelu tehdään oppimiseen pohjautuen siten, että samankaltaisiksi tunnistetut asiat luokitellaan yhteen. Kaavantunnistuksen sovellusalueita ovat muun muassa tiedon louhinta, dokumenttien luokittelu, kuvantunnistus, biometrinen tunnistus ja puheentunnistus. Kaavantunnistusjärjestelmä koostuu kolmesta osasta: datan hankinta ja esiprosessointi, datan esittäminen sekä päätöksenteko. (Jain et al. 2000)

Kaavantunnistuksen tekniikoita ovat neuroverkkojen lisäksi mallin sovittaminen, tilastollinen lähestyminen sekä lauseopillinen lähestyminen. Mallin sovittamisessa päätellään kahden kokonaisuuden samankaltaisuuksia vertailemalla esimerkiksi pisteitä, kaaria tai muotoja. Tunnistettavaa kohdetta verrataan tiedossa olevaan kohteeseen huomioiden kuitenkin mahdolliset asennot, esimerkiksi pyöriminen. Tilastollisessa lähestymistavassa jokainen kaava esitetään d ominaisuuksina, joita tarkastellaan d -ulotteisessa avaruudessa. Luokittelu voidaan tehdä myös diskriminanttianalyysiin perustuen. Tällöin määritellään päätösrajojen parametrinen muoto, kuten lineaarinen tai neliö, ja etsitään määritellyn muodon paras päätösraja harjoitusdatan luokittelun perusteella. Lauseopillisessa lähestymisessä muodostetaan analogia kaavojen rakenteen ja lauseen syntaksin välille. Kaavoja tarkastellaan ikään kuin johonkin kieleen kuuluvina

lauseina ja alkioita aakkosina. Lauseet muodostetaan harjoitusdatasta päätellyn kieliopin mukaisesti. (Jain et al. 2000)

Syväoppiminen (engl. deep learning) on työkalu, jota käytetään merkityksen tunnistamiseen aineistossa, joka ei ole tekstiä. Erilaisia syväoppimisen työkaluja ovat muun muassa aikasarjojen analyysi sekä kuva-analyysi. (Hurwitz et al. 2015, s.5) Useista prosessointikerroksista luotu tietojenkäsittelymalli voi syväoppimisen avulla oppia datan esitystapoja usealla abstraktiotasolla. Syväoppiminen tunnistaa monimutkaisia rakenteita datasta hyödyntäen taaksepäin etenevää algoritmia. Algoritmi osoittaa miten koneen tulisi muuttaa parametrejaan, joita käytetään datan esitystavan laskemiseen jokaiselle prosessointikerrokselle perustuen edellisen kerroksen laskelmaan. Siinä missä tiedon esittämiseen liittyvä oppiminen on metodeja, joilla koneelle voidaan syöttää raakadataa ja kone tunnistaa siitä automaattisesti havainnointiin ja luokitteluun tarvittavia tiedon esityksiä, syvä oppiminen on samojen metodien hyödyntämistä useilla esitystasoilla. Esitystasot luodaan yksinkertaisten ei-lineaaristen moduulien avulla, jotka muuttavat esitystä raakadatasta alkaen seuraavalle, abstraktimmalle esitystasolle. (LeCun et al. 2015)

2.3.4 Konenäkö ja robotiikka

Konenäköjärjestelmä koostuu viidestä osasta: kuvan hankinta, digitalisointi, esiprosessointi, kompressointi ja informaation erottelu sekä päätöksenteko. Kuvadatasta saatavan informaation määrä ja laatu riippuvat täysin kuvan hankintavaiheesta. Valonlähteestä heijastuva valo kohtaa tarkasteltavan kohteen ja kulkee sitten kuvantamisoptiikan läpi sensoriin, jossa se muutetaan sähköiseksi signaaliksi. Analoginen signaali diskretoidaan, jolloin se voidaan tallentaa digitaalisena kuvana ja analysoida tietokoneen avulla. Raakadata sisältää kuitenkin usein häiriötekijöitä kuten kohinaa ja epätasaisuuksia. Esiprosessoinnissa kuvan restauroinnilla pyritään säilyttämään relevantti informaatio ja kompensoimaan irrelevantteja signaalin osia. Tämän jälkeen kuva analysoidaan erottelemalla siitä merkityksellisiä alueita. Tietoa hyödynnetään päätöksentekovaiheessa, josta esimerkkejä ovat havainnointi, luokittelu ja tulkinta. (Beyer et al. 2016, s.10-16) Konenäön avulla voidaan esimerkiksi lajitella liukuhihnalta tuotteita ehjiin ja viallisiin.

Robotit ovat fyysikaalisia toimijoita, jotka vaikuttavat fyysiseen maailmaan manipuloimalla sitä. Robotit jaetaan kolmeen pääkategoriaan: fyysisesti työpisteellään kiinni olevat manipuloijat, ympäristössään jalkojen ja pyörien avulla liikkuvat robotit sekä liikkuvat manipulaattorit, esimerkiksi ihmistä matkivat humanoidirobotit. Robotiikka yhdistää useita kenoälyn haaroja, kuten todennäköisen tilan arvioiminen, havaintokyky, suunnittelu, valvomaton oppiminen sekä vahvistava oppiminen. Koneoppimisella on robotin havainnoinnissa tärkeä rooli, sillä se mahdollistaa robotinmukautumisen sensoreista saataviin mittauksiin. Havainnointi on prosessi, jonka

avulla robotti kartoittaa sensorien tuottaman mittausdatan sisäiseksi malliksi ympäristöstä. (Russell & Norvig 2014, s.988-990)

2.3.5 Asiantuntijajärjestelmä

Asiantuntijajärjestelmä omaksuu tietoa jonkin alan asiantuntijalta tai etukäteen määritellystä sääntöpohjasta. Järjestelmä täytyy kuitenkin päivittää poikkeustilanteissa. Se palvelee parhaiten tarkoituksia, joissa tiedonala ei juurikaan muutu ajan kuluessa. (Hurwitz et al. 2015, s.9) Asiantuntijajärjestelmien toiminta perustuu asiantuntijoiden tietämykseen, joka on ohjelmoitu algoritmiin erilaisten jos-niin –sääntöjen avulla. Järjestelmä hyödyntää sääntöjä uusien syötteiden tulkintaan, mutta sen opettaminen ja sopeuttaminen on hankalaa. Asiantuntijajärjestelmä koostuu siis joukosta faktoja, eli järjestelmän alkutilanteen kannalta oleellisia väitteitä. Nämä sääntöjoukot liittävät faktat ”jos”-osaan ja jonkin toiminnon ”niin”-osaan sääntöä sekä lopetuskriteerin, joka määrittelee ratkaisun löytymisen tai, että sitä ei ole löydettävissä. Faktat koostuvat tarkemmin datasta ja ehdosta, kuten lämpötila (data) on alle nolla astetta (ehto). Säännöt puolestaan koostuvat ”jos”-osasta eli lähtökohdasta ja ”niin”-osasta eli johtopäätöksestä, siis:

JOS lähtökohta

NIIN johtopäätös.

Jos lähtökohdan ilmaus on looginen ja totta, päättelee sääntö tiettyä asiaa koskevan faktankin olevan totta. Säännöllä voi olla myös useampia lähtökohtia. Ne on tällöin liitetty toisiinsa loogisilla ”JA” ja ”TAI” operaattoreilla. Asiantuntijajärjestelmissä haasteen on luonnollisella kielellä ilmaistu tieto, sillä sitä ei voida tulkita täysin tarkasti. Epätarkan informaation hyödyntäminen johtaa sumeaan päättelyyn, niinpä asiantuntijajärjestelmiä kutsutaan myös sumean logiikan järjestelmiksi. (Grosan et al. 2011, s.219)

Järjestelmät törmäävät toisinaan koneelle epämääräisiin termeihin, kuten sanat ”pitkä” ja ”lämmen” esimerkiksi käsitellessään luonnollista kieltä. Epämääräisyyksiin pyritään usein vastaamaan todennäköisyyksillä, mutta esimerkiksi ”lämmen” ja ”pitkä” ovat haastavia mallintaa todennäköisyyksien avulla. Koska termien muokkaaminen heikentää niiden semanttista arvoa, täytyy järjestelmien tehdä laskentaa ja perustelua annetulla epämääräisellä tiedolla. Tätä kutsutaan sumeaksi perusteluksi tai sumeaksi logiikaksi. Sumean logiikan hyödyntäminen mahdollistaa rikkaamman ja laajemman datan hyödyntämisen sekä manipuloinnin, kuin perinteiset menetelmät. Tarkastellaan esimerkkinä ihmisen vanhuutta. Perinteisen logiikan mukaan ihminen on joko vanha, tai ihminen ei ole vanha. Sumeassa logiikassa vanhuutta voitaisiin tarkastella painotuksen avulla, esimerkiksi 30 vuotiaan kerroin on 0.0, 55 vuotiaan 0.5 ja 80 vuotiaan 1.0. (Grosan et al. 2011, s.220)

2.3.6 Keinoäly innovaationa

Keinoälyä ei suoraan voida luokitella johonkin tiettyyn innovaatiotyyppeihin, sillä teknologiaa voidaan soveltaa niin monella eri tavalla. Keinoäly voi olla inkrementaalinen innovaatio ja parantaa jonkin olemassa olevan ratkaisun suorituskykyä. Esimerkiksi tekstintunnistukseen perustuvaa palvelunohjausta tekevä keinoäly parantaa asiakaspalvelujärjestelmän suorituskykyä ohjaamalla tietynlaiset yhteydenotot kyseisen alueen asiantuntijalle. Toisaalta keinoäly on radikaali innovaatio esimerkiksi silloin, kun se korvaa aiemmin tehtävää hoitaneen ihmisen, sillä se aiheuttaa tällöin merkittävän muutoksen aiempaan toimintamalliin. Disruptiivisuus tarkoittaa, että innovaatio ei aluksi vastaa käyttäjien tarpeisiin yhtä hyvin kuin olemassa olevat ratkaisut (Bower & Christensen 1995). Keinoälyyn liittyy oleellisesti oppimisen prosessi, jossa se korjaa tai vahvistaa aiemmin oppimaansa uusien kokemusten perusteella. Näin ollen keinoäly ei välttämättä vastaa käyttäjän tarpeisiin aluksi yhtä hyvin, kuin olemassa oleva ratkaisu, sillä sen antamat tulokset saattavat mennä aluksi paljonkin pieleen ennen kuin algoritmi on oppinut halutun asian riittävän hyvin. Keinoälyn voidaan siis yleisesti ajatella olevan disruptiivinen innovaatio. Tässä työssä keinoälyä tarkastellaan myös inkrementaalisenä innovaationa tapauksissa, joissa se parantaa suorituskykyä ja olemassa olevia ratkaisuja.

Miten innovaatiota sitten adoptoidaan organisaatioon? Alburyn (2011) mukaan innovatiivisilla organisaatioilla on viisi yhteistä piirrettä: kulttuuri ja johtaminen, tuki ja investoinnit, palkitseminen ja kannustimet, toimialan rakenne, sääntely ja avoimuus sekä kansalaisten ja käyttäjien sitoutuminen. Innovatiivisissa organisaatioissa johto suhtautuu organisaationsa tavoitteisiin ja pyrkimykseen intohimoisesti. Tavoitteet ovat selkeät, mutta johto jättää työntekijöille tilaa päästä tavoitteeseen eri keinoin. Innovatiiviset organisaatiot myös investoivat innovaatioihin joko erilaisen rahoituksen avulla tai suoraan budjetista sekä luovat palkitsemis- ja kannustinjärjestelmiä rohkaisemaan innovaatioiden adoptoimista. Yksilö-, tiimi- ja organisaatiotason kannustinjärjestelmiä on jo olemassa yksityisellä sektorilla, mutta julkisen sektorin organisaatioilta puuttuu muu kannustin tehostaa toimintaa, kuin julkinen sitoutuminen ja julkismielisyys. Esimerkiksi organisaation luodessa puitteita radikaalille innovaatiolle, on palkitsemis- ja kannustinjärjestelmän luominen erittäin tärkeää. Palkitsemalla organisaatioita taloudellisesti innovaatioiden käyttöönotosta luodaan sijoitetun pääoman tuottosykli. Innovatiiviset yritykset myös tuottavat innovaatioita yhdessä loppukäyttäjien kanssa ja tavoittelevat vaikeimpia asiakkaita innovaatioidensa kehittämisen avuksi. (Albury 2011)

Henkilötasolla esimerkiksi uuden tietojärjestelmän, esimerkiksi keinoälyä hyödyntävän uuden innovaation, käyttöönotto kulminoituu kahteen tekijään: havaittu käyttökelpoisuus ja havaittu käytön helppous. Havaittu käyttökelpoisuus tarkoittaa, että millä tasolla käyttäjä ajattelee innovaation parantavan hänen työsuoritustaan. Käytön helppous puolestaan tasoa, jolla käyttäjä ajattelee innovaation käytön olevan vaivatonta. (Davis 1989) Davis (1989) havaitsi tekemissään tutkimuksissa, että näistä kahdesta tekijästä käyttökelpoisuus on kuitenkin helppoutta merkittävämpi tekijä tietojärjestelmiä

adoptoiville henkilöille. Siis, loppukäyttäjiä kannattaa ottaa mukaan innovaation, esimerkiksi keinoälyn, adoptointiin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta heillä on mahdollisuus vaikuttaa esimerkiksi siihen, miten innovaatiota tullaan hyödyntämään. Näin voidaan pyrkiä parantamaan loppukäyttäjien kokema hyödyllisyyttä ja helppokäyttöisyyttä, ja siten onnistua innovaation adoptoinnissa paremmin.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Suoritetussa tutkimuksessa tutkittiin, miten keinoälyä voitaisiin hyödyntää case-organisaation operaatioissa. Case-organisaationa toimi Liikennevirasto, joka on Suomen valtion omistamasta maa- ja vesiliikenneverkosta vastaava viranomaisena. Koska case-organisaation liiketoiminta on hyvin laaja-alaista, rajattiin tutkimus koskemaan pienempää liiketoiminnan kokonaisuutta. Työ rajattiin koskemaan liikennemuodoista vain tieliikennettä ja siellä erityisesti väylänpitoliiketoimintaa. Työssä suoritettiin sekä kirjallisuuskatsaus, että empiirinen haastattelututkimus. Kirjallisuuskatsauksessa tutkittiin yrityksen toiminnan logiikan muodostumista sekä erityisesti julkisen organisaation toiminnan logiikkaa. Lisäksi kirjallisuutta tutkittiin erilaisten innovaatioiden sekä keinoälyn teorian osalta.

Haastattelututkimuksessa tehtiin yhteensä 20 teemahaastattelua Liikenneviraston, ELY-keskusten, sovellustoimittajana toimivan CGI Suomi Oy:n, laatuconsulttina toimivan Carement Oy:n sekä urakoitsijana toimivien Destia Oy:n ja YIT Oy:n asiantuntijoille. Haastatteluista kerättiin useita keinoälyn mahdollisia käyttötapauksia Liikenneviraston väylänpitoliiketoiminnassa sekä muualla Liikenneviraston toiminnassa. Lisäksi haastatteluissa pyrittiin löytämään koettuja väylänpitoliiketoiminnan haasteita sekä keinoälyn implementoinnin haasteita. Käyttötapauksista tässä työssä esitellään tarkemmin seitsemän väylänpitoon liittyvää käyttötapausta sekä pintapuolisemmin kuusi muuta haastatteluista nousutta käyttötapausta.

3.1 Tutkimusmetodologia

Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena siten, että tutkimusfilosofiana on tulkinnallinen ote eli sosiaalinen konstruktionismi. Oyegoke (2011) mukaan konstruktioivinen tutkimus on erilaisia tutkimustyökaluja, kuten erilaiset mallit, diagrammit ja suunnitelmat (Kasanen et al. 1993), tulkitsevaa ja positivistista epistemologiaa sekä empiriaa hyödyntävä ongelmanratkaisumetodi. Epistemologia määrittelee tutkimukselle sallitun tiedon. Positivismi keskittyy havainnoitavan sosiaalisen todellisuuden tutkimiseen faktojen sekä erilaisten teoreettisten mallien avulla. Tulkitseva epistemologia puolestaan korostaa ihmisten subjektiivisuutta, erilaisuutta tutkimuskohteina sekä heidän rooliaan sosiaalisina toimijoina. (Saunders et al. 2009, s.112-116) Konstruktioivisen tutkimuksen tavoite on lisätä ja parantaa olemassa olevaa tietämystä ratkaisemalla ongelmia tai parantamalla toimintaa. Se on soveltavaa tutkimusta, sillä tuloksena saadaan usein uutta tietoa ohjeellisten sovellustapojen muodossa. Se tuottaa ratkaisuja sekä teoreettisiin, että käytännöllisiin ongelmiin. (Oyegoke 2011) Sosiaalisen konstruktionismin mukaan todellisuus on sosiaalisesti rakentunut, minkä vuoksi on tarpeellista tutkia sosiaalisia motivaatioita toiminnan takana itse toiminnan ymmärtämiseksi (Saunders et al. 2011,

s.111). Tässä tutkimuksessa konstruktio on ehdotus miten nykytilasta, jossa keinoälyä ei hyödynnetä voitaisiin siirtyä tilanteeseen, jossa keinoälyä voidaan hyödyntää case organisaation liiketoiminnassa.

Tapaustutkimus (engl. case study) sopii tilanteisiin, joissa halutaan luoda syvä ymmärrys jostakin ongelmasta, tapahtumasta tai ilmiöstä sen luonnollisessa kontekstissa (Crowe et al. 2011). Tapaustutkimuksessa datankeruumenetelminä voidaan käyttää haastatteluja, havainnointia, asiakirjojen analysoimista sekä kyselyjä. Metodeja voi olla useampia, jolloin niitä voidaan hyödyntää toistensa tulosten validointiin. Tapaustutkimusta voidaan tehdä keskittyen yhteen tapaukseen tai tutkimalla useampaa tapausta. Yhteen tapaukseen syventymällä voidaan esimerkiksi tutkia tapausta, jota ei ole aiemmin tutkittu. Useampia tapauksia tutkimalla voidaan validoida ensimmäisestä tutkitusta tapauksesta saadut tulokset. (Saunders et al. 2009, s. 146) Tässä tutkimuksessa keskitytään vain yhteen tapaukseen, sillä sen katsottiin olevan ainutlaatuinen. Crowe et al. (2011) mukaan tapaustutkimuksen vaiheet ovat tapauksen määrittely, tapauksen tai tapausten valinta, datan kerääminen ja analysoiminen, datan tulkinta ja tulosten raportoiminen. Tämän tutkimuksen tapaus valittiin ja määriteltiin yhdessä case organisaation kanssa. Datankeruu suoritettiin haastattelujen avulla. Tutkimukseen valittiin induktiivinen lähestymistapa, eli ensin suoritettiin haastatteluja, jonka jälkeen niiden tulosten perusteella sekä vertaamalla tuloksia kirjallisuuteen, muodostettiin teoria sen sijaan, että olisi tutkittu toteutuuko tapauksessa jokin tietty teoria.

Haastattelut voivat olla virallisia ja tarkkaan rakennettuja kokonaisuuksia, joissa jokainen vastaaja vastaa samoihin kysymyksiin. Ne voivat myös olla epävirallisia ja rakenteettomia keskusteluja. (Saunders et al 2011, s. 320) Tässä tutkimuksessa tutkimusdatan kerääminen suoritettiin teemahaastattelujen avulla. Teemahaastattelu on rakenteeton syvähaastattelu, jossa paneudutaan syvemmin tiettyihin kiinnostaviin alueisiin, eli teemoihin, ilman ennalta määrättyä kysymysrunkoa (Saunders et al. 2011, s.321). Menetelmäksi valittiin teemahaastattelu, sillä haastateltavilla henkilöillä oli asiantuntemusta hyvin vaihtelevilta osa-alueilta, jolloin tarkkaan määritelty kysymysrunko olisi generoinut melko kapean aineiston. Ennen haastatteluja keskustelun tueksi luotiin kuitenkin jokaisen haastateltavan asiantuntemus huomioiva tukikysymyslista. Listan tarkoituksena oli auttaa haastattelijaa ohjaamaan keskustelua ja pitämään se tiettyjen tarkasteltujen teemojen ympärillä.

Teemahaastatteluja suoritettiin yhteensä 20 kappaletta. Tutkimuksen alussa case organisaatiolta saatiin 12 asiantuntijan lista, joista haastattelut aloitettiin. Kaikki alkuperäisellä listalla olleet henkilöt työskentelevät case organisaatiossa. Haastatteluissa kävi kuitenkin pian ilmi, että mahdollisimman laajan näkökulman saamiseksi tulisi suorittaa myös muun muassa case organisaation toimittajaorganisaatioissa. Lisäksi tutkimuksessa haluttiin saada asiantuntijankemystä tien hoidon lisäksi myös keinoälyyn, joten haastatteluja päätettiin tehdä myös case organisaation sovellustoimittajaorganisaatiossa. Haastattelut suoritettiin ajanjaksolla lokakuusta 2017

tammikuuhun 2018 kasvotusten, puhelimitse sekä virtuaalihaastatteluina Skype-ohjelmiston välityksellä. Haastattelujen kesto vaihteli 45 minuutista kahteen tuntiin. Myös lopullisten haastattelujen teemat vaihtelivat riippuen haastateltavasta asiantuntijasta ja hänen erityisosaamisestaan. Haastattelujen teemoja olivat tien hoito – liiketoiminta ja sen haasteet, keinoälyn nykytila ja tulevaisuus Liikennevirastossa, Liikenneviraston toiminnan logiikka, tien hoidon data sekä Liikenneviraston automaatiokokeilut.

3.2 Aineistoon analysointi

Tutkimuksessa suoritettiin kirjallisuuskatsaus ja tapaustutkimus, jossa tutkimusdata kerättiin teemahaastattelujen avulla. Kirjallisuuskatsaus koostettiin kolmen teeman ympärille: organisaation toiminnan logiikka, erilaiset innovaatiot sekä keinoäly. Kirjallisuuskatsauksen aineisto haettiin Web of Science ja Andor –tietokannoista. Aineistoksi valittiin kirjoja ja artikkeleja, joihin oli useita aiempia viittauksia.

Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin myöhemmin tekstitiedostoiksi. Tiedostot käytiin läpi siten, että Excel-tiedostoon kerättiin välilehdille teemakohtaisesti otteita haastatteluista. Omilla välilehdillään olivat muun muassa keinoälyn haasteet, liiketoiminnan haasteet, käyttötapaukset sekä datankeruupilotteihin ja ekosysteemiin liittyvät otteet. Haastatteluissa saadun aineiston perusteella valittiin seitsemän esiin tullutta käyttötapausta, joita käsitellään työssä tarkemmin. Tapausten valintaperusteena käytettiin niiden tai niiden taustalla olevan ongelman toistumista eri haastatteluissa, nykytilan riittävää ymmärrystä sekä relevanssia väylänpitoon.

Käyttötapauksista kuvattiin nykytila ja sen ongelmat sekä ehdotus, miten keinoäly voisi ratkaista näitä ongelmia. Keinoälyratkaisuuksissa ei menty syvälle toteutuksen teknisiin yksityiskohtiin, sillä tutkimus haluttiin painottaa keinoälyn liiketoiminnallisiin vaikutuksiin. Keinoälyratkaisujen vaikutusta organisaatioon tarkasteltiin pohtimalla muuttavatko ne organisaation operaatioita, strategiaa tai tarkoitusta. Tapauksen katsottiin muuttavan organisaation operaatioita, mikäli se johtaa väylänpidon toimenpiteiden suorittamiseen eri toimintamallilla. Käyttötapauksen katsottiin muuttavan strategiaa, mikäli sen toteuttaminen aiheuttaisi ristiriidan taulukossa 3 esitettyjen Liikenneviraston strategian ja päämäärien kanssa. Organisaation tarkoituksen katsottiin muuttuvan, mikäli käyttötapauksen seurauksena Liikenneviraston lakisääteiset tehtävät muuttuisivat.

Lisäksi tapaukset analysoitiin innovaationäkökulmasta joko inkrementaaliseksi innovaatioiksi tai disruptiivisiksi innovaatioiksi. Käyttötapaukset, joiden nähtiin muuttavan markkinaa merkittävästi esimerkiksi vaikuttamalla väylänpidon toimijoiden strategiaa tai liiketoimintamallia. Disruptiivisiksi innovaatioiksi luokiteltiin myös ne käyttötapaukset, jotka palvelevat alkuun käyttäjiä nykyistä ratkaisua heikommin, mutta tulevat olemaan nykyisiä ratkaisuja parempia tulevaisuudessa. Inkrementaaliseksi innovaatioiksi luokiteltiin ne käyttötapaukset, jotka tehostavat olemassa olevia

operaatioita, tuovat kustannussäästöjä tai parantaa suorituskykyä. Nämä käyttötapaukset eivät siis merkittävästi muuta prosesseja, strategiaa tai liiketoimintamallia. Jokaisen käyttötapausta käsittelevät kappaleen loppuun kerättiin taulukko, josta käy ilmi käyttötapausten vaikutus organisaatioon sekä innovaation tyyppi. Taulukkoon 2 on koottu disruptiivisen ja inkrementaalisen innovaation tunnusmerkkejä, joiden avulla käyttötapaukset luokiteltiin.

Taulukko 2 Disruptiivisen ja inkrementaalisen innovaation tunnusmerkkejä

Disruptiivinen	Inkrementaalinen
<ul style="list-style-type: none"> • Vähän olemassa olevien käyttäjien arvostamia ominaisuuksia • Huonompi kuin alkuperäinen ratkaisu jonkin oleellisen ominaisuuden suhteen • Luovat kokonaan uuden markkinan ts. vastaavat niiden henkilöiden tarpeisiin, jotka eivät olleet käyttäjiä alun perin • Korkea riski ja tuotto • Merkittävästi erilainen liiketoimintamalli • Muuttaa markkinoita 	<ul style="list-style-type: none"> • Vastaa olemassa olevien asiakkaiden tarpeisiin • Pyrkii erityisesti vastaamaan niiden asiakkaiden tarpeisiin, jotka eivät täysin tyytyväisiä olemassa olevaan ratkaisuun • Parantaa suorituskykyä • Tuo kustannussäästöjä

Keinoälyn käyttötapausten lisäksi haastatteluista ja kirjallisuudesta koottiin nelivaiheinen toimintamalli keinoälyn käyttöönotolle. Toimintamallin rakentamisessa hyödynnettiin LaValle et al. (2011) ehdotusta askeleiksi analytiikan käyttöönotossa sekä haastateltujen keinoälyasiantuntijoiden kokemuksia ja näkemyksiä käyttöönoton vaiheista. LaValle et al. (2011) esittämät analytiikan käyttöönoton vaiheet nähtiin soveltamiskelpoiseksi myös keinoälyn tapauksessa, sillä analytiikka on teknologiana melko lähellä keinoälyä kuten kuva 8 havainnollistaa.

3.3 Case organisaation esittely: Liikennevirasto

Liikennevirasto on Liikenne- ja viestintäministeriön (myöhemmin viitataan LVM) hallinnon alla toimiva valtion maa- ja vesiliikenneverkon kehittämisestä ja kunnossapidosta vastaava viranomais (Liikennevirasto 2013c). Liikenneviraston toiminta-ajatus on mahdollistaa toimivat, tehokkaat ja turvalliset matkat ja kuljetukset (LVM 2017b). LVM:n ohjauksen tarkoitus on varmistaa eduskunnan ja valtioneuvoston tekemien päätöksiä toimeenpano ja että ohjauksen alla olevien laitosten toiminta ja tavoitteet ovat linjassa hallitusohjelman kanssa. Virastot vastaavat siis operatiivisesta toiminnasta, kun LVM vastaa strategioista, linjauksista ja lainsäädännöstä hallinnonalallaan. (LVM)

Liikennevirastossa on neljä toimialaa: Toiminnanohjaus, Suunnittelu ja hankkeet, Väylänpito sekä Liikenteenohjaus ja hallinta. Toiminnanohjaustoimiala jakautuu talous ja tulosohtaus, oikeus ja hankinta sekä henkilöstö ja hallinto –yksiköihin. Suunnittelu ja hankkeet –toimiala pitää sisällään hankehallinta, liikenne ja maankäyttö, hankesuunnittelu ja projektien toteutus –yksiköt. Liikenteenohjaus ja hallinta –toimiala sisältää meri-, tie- ja rautatieyksiköt sekä liikenteenpalvelut-yksikön. Tämä työ käsittelee Väylänpito-toimialan kunnossapitoyksikön teiden hoito –toimintaa. Toimialaan kuuluu lisäksi tekniikka ja ympäristö –yksikkö sekä ELY-keskusten liikenne- ja infrastruktuuri –vastuualueiden ohjaus. (Liikennevirasto 2018e)

Liikennevirastolla on 12 lakisäateistä tehtävää:

1. Ylläpitää ja kehittää liikennejärjestelmää yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa;
2. Vastata valtion tie- ja rautatieverkosta sekä hallinnoimistaan vesiväylistä ja niihin kohdistuvien toimien yhteensovittamisesta sekä ohjata ja valvoa vesiväylänpitoa koko maassa;
3. Vastata merkittävien tiehankkeiden toteuttamisesta sekä ratojen ja vesiväylien suunnittelusta, ylläpidosta ja rakentamisesta;
4. Vastata elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten toiminnallisesta ohjauksesta toimialallaan ja tienpidon yhteensovittamisesta sanotuissa keskuksissa;
5. Osallistua liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen;
6. Huolehtia liikenteen hallinnasta ja sen kehittämisestä valtion liikenneväylillä ja meriliikenteessä myös valtion väylien ulkopuolella siten kuin siitä erikseen säädetään;
7. Turvata talvimerenkulun edellytykset;
8. Kehittää ja edistää liikenteen palveluja ja niiden markkinoiden toimivuutta;
9. Edistää väylänpidon tuottavuuden parantamista;
10. Kehittää julkisen liikenteen toimintaedellytyksiä sekä myöntää merenkulun ja muiden liikennemuotojen edistämiseen tarkoitettuja avustuksia;
11. Huolehtia merikartoituksen ylläpidosta ja kehittämisestä;

12. Varautua toimialallaan huolehtimaan liikennejärjestelmän toimivuudesta poikkeusoloissa ja normaaliolojen häiriötilanteissa.

Lisäksi Liikenneviraston tehtävä on huolehtia myös muista toimialansa tehtävistä, jotka sille erikseen säädetään. (Laki Liikennevirastosta 13.11.2009/862) Viraston tulee toiminnallaan edistää liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalle määritellyistä painopisteistä liikenteen ja viestinnän palvelumarkkinoita ja palveluja, liikenteen energia reformia, tiedon hyödyntämistä ja liiketoimintamahdollisuuksia, luottamusta digitaalisiin palveluihin sekä liikenne- ja viestintäverkkoja. (LVM 2016) Näin ollen Liikenneviraston tarkoitus on huolehtia liikennejärjestelmästä, sen kehittämisestä sekä sen edellytyksistä kaikilla liikennemuodoilla.

Liikenneviraston vuosittainen budjetti on pääosin valtion talousarviosta tuleva noin 1 600 m€. Budjettirahoitus myönnetään kalenterivuosittain ja se on mitoitettu huomioiden maksullisen toiminnan tulos, ratamaksut, väylämaksut (verot) sekä rataverot. Budjettirahoitusta voidaan tarvittaessa täydentää lisäbudjeteilla. Noin kolmasosa Liikenneviraston menoista ohjautuu Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten (myöhemmin ELY-keskukset) kautta. Liikennevirastolle myönnetään tilausoikeus eduskunnan päättämiin kehittämishankkeisiin ja monivuotisiin palvelusopimuksiin tiettyyn summaan asti. (Liikennevirasto 2013c)

Nykyinen Liikennevirasto aloitti toimintansa liikenne- ja aluehallinnon uudistuksessa 1.1.2010 kun tiepiirit siirrettiin ELY-keskuksille ja Ratahallintokeskus, osa Merenkululaitosta ja Tiehallinnon keskushallinto yhdistettiin yhdeksi virastoksi. Väylänpidon historia ulottuu kuitenkin 200 vuoden taakse ja kuninkaalliseen koskenperkausjohtokuntaan. Maaväyliä hoitivat maanomistajat kukin parhaan taitonsa mukaan. Valtio otti vastuun tienpidosta vasta 1800-luvun lopulla, jolloin johtokunta muutettiin Tie- ja vesikululaitosten ylihallitukseksi. Ennen nykyistä Liikennevirastoa tieverkosta huolehti Tiehallinto, johon kuului keskushallinto, yhdeksän tiepiiriä sekä suurten projektien yksikkö. (ELY 2014)

Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonala uudistuu osana hallituksen tavoitetta rakentaa liikenteen digitaalisia palveluja. Liikenne- ja viestintäministeriön hallitusesitysluonnoksen mukaan Liikennevirasto vaihtaisi nimensä Väylävirastoksi ja sen vastuulla olisi liikenneväylien suunnitteleminen, kehittäminen ja kunnossapito. Osa nykyisen Liikenneviraston muun muassa merenkulkuun ja julkisen liikenteen kehittämiseen liittyvistä tehtävistä siirtyisi uudelle liikenne- ja viestintävirastolle ja liikenteenohjaukseen liittyvät tehtävät uudelle valtion erikoistehtäväyhtiölle. Virastouudistus tulee voimaan työn kirjoitushetken tiedon mukaan 1.1.2019. (LVM 2018) Myös ELY-keskusten toimintaan tulee muutoksia 1.1.2020 voimaan tulevan maakuntauudistuksen myötä. Liikenne-vastuualueen tehtävät siirtyvät työn kirjoitushetken tiedon mukaan pääasiassa maakunnille, mutta liikenteen

asiakaspalvelukeskus on tarkoitus siirtää Liikennevirastolle ja liikennelupatehtäviä liikenteen turvallisuusvirasto Trafille. (ELY 2018)

Liikenneviraston (2016b) mukaan sen toiminta-ajatus on mahdollistaa toimivat, tehokkaat ja turvalliset matkat ja kuljetukset. Sen vuoteen 2025 asti ulottuvaksi visioksi on siten määritelty ”Fiksut väylät ja älykäs liikenne –sinua varten”. Visiosta Liikenneviraston strategisiksi päämääriksi on johdettu uudistunut liikenteen ja liikkumisen ekosysteemi, luotettavat digitaaliset palvelut ja tehostunut toiminta, toimiva ja turvallinen infra palveluiden alustana sekä osaavat ihmiset ja uudistava kulttuuri. Liikenneviraston toimintaa ja päätöksiä ohjaavat arvot ovat:

Rohkeasti asiantuntija

- Haemme avarakatseisesti vaihtoehtoja ja ideoita
- Kokeilemme oppien onnistumista ja epäonnistumista
- Toimimme avoimesti ja läpinäkyvästi
- Luottamus asiantuntijuuteen on toimintamme perusta

Yhdessä tuloksiin

- Toimimme yhtenä joukkona yhteisiin tavoitteisiin
- Saavutamme tulokset yhdessä verkostomme kanssa
- Toimimme vaikuttavasti ja tuottavasti

Yhteiskuntamme parhaaksi

- Toimimme vastuullisesti tulevia sukupolvia varten
- Tunnumme asiakkaidemme tarpeet
- Kokonaiskuva tulevaisuudesta ohjaa työtämme.

(Liikennevirasto 2016b) Taulukossa 3 on avattu Liikenneviraston strategisia päämääriä tarkemmin.

Taulukko 3 Liikenneviraston strategia, päämäärät (Liikennevirasto 2016b). Päämäärät ja niiden alakohdat on numeroitu helpottamaan myöhempää viittausta niihin

<p>1. UUDISTUNUT LIKKUMISEN JA LIIKENTEEN EKOSYSTEEMI</p> <p>1.1 Kuuntelemme asiakkaitamme ja ennakoimme tulevaisuuden tarpeita yhdessä.</p> <p>1.2 Käymme aktiivista vuoropuhelua yksityisen ja julkisen sektorin kanssa uudistaen toimintamallejamme ja tietopääomaamme yhteentoimivien palveluiden mahdollistamiseksi.</p> <p>1.3 Luomme edellytykset liikenteen markkinoiden kehittymiselle varmistamalla vastuullamme olevien palveluiden tasapuolisen tarjonnan.</p> <p>1.4 Edistämme liikkumisen palvelumarkkinoiden kehittymistä ja liikenteen automatisaation kehitystä kokeilujen avulla.</p>	<p>2. LUOTETTAVAT DIGITAALISET PALVELUT JA TEHOSTUNUT TOIMINTA</p> <p>2.1 Kehitämme infraan ja liikenteeseen liittyvien tietovarantojemme laatua uusien palvelujen ja automatisoidun liikenteen mahdollistamiseksi. Avoimet, helposti saatavilla olevat tietoaineistomme luovat uusia palveluja, innovaatioita ja liiketoimintaa.</p> <p>2.2 Uudistamme ja tehostamme toimintaa ja palveluja kehittyneen isojen tietomäärien hallinnan ja analytiikan avulla. Liikkujat, kuljetusvälineet ja älykäs infrastruktuuri tuottavat liikenne- ja olosuhdetietoa.</p> <p>2.3 Varmistamme digitaalisten palveluiden toimintavarmuuden ja tietoturvan.</p>
<p>3. TOIMIVA JA TURVALLINEN INFRA PALVELUIDEN ALUSTANA</p> <p>3.1 Ylläpidämme ja kehitämme infraa taloudellisesti ja tehokkaasti. Vähennämme korjausvelkaa suunnitelmallisesti huomioiden elinkeinoelämän tarpeet ja väylien elinkaaren. Varmistamme infran valmiuden automatisoituvalla liikenteelle.</p> <p>3.2 Tunnistamme toimintaympäristön muutokset yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Uudistamme suunnittelua siten, että liikennejärjestelmä vastaa tehokkaasti muuttuvan yhteiskunnan tarpeisiin.</p> <p>3.3 Parannamme liikenneverkon toimivuutta ja turvallisuutta kehittyvän teknologian ja tiedon avulla. Ennakoivalla liikenteenhallinnalla parannamme liikenneturvallisuutta, sujuvuutta ja energiatehokkuutta.</p> <p>3.4 Ohjaamme väylänpidon hankinnoilla palveluntuotantoa kestäväen kehityksen edistämiseen. Edistämme aktiivisesti ratkaisuja, jotka vähentävät liikenteen päästöjä.</p>	<p>4. OSAAVAT IHMISET JA UUDISTUVA KULTTUURI</p> <p>4.1 Kehitämme uudistumiskykyämme luomalla yhteistä tulkintaa tulevaisuudesta sekä panostamalla ennakoivaan osaamisen kehittämiseen ja yhtenäisen johtamiskulttuurin rakentamiseen.</p> <p>4.2 Avoin innovointi ja kokeilut tukevat uusien toimintatapojen ja palveluiden ketterää kehittämistä.</p> <p>4.3 Vaikutamme tehokkaasti kansallisissa ja kansainvälisissä verkostoissa. Hyödynnämme verkostoja osaamisen ja parhaiden käytäntöjen hankkimisessa ja jakamisessa.</p> <p>4.4 Rakennamme innostavan työyhteisön positiivisuudella, avoimuudella ja luomalla yhteistyöhön kannustavat puitteet.</p>

Lisäksi Liikennevirasto noudattaa hyvän toimintatavan suosituksina eettisiä pelisääntöjä, jotka eivät kuitenkaan ole juridisesti sitovat. Eettisissä pelisäännöissä on seitsemän teemaa: Tavoitteenamme on aina yhteiskunnan ja asiakkaiden etu, käytämme meille uskotut määrärahat vastuullisesti, arvostamme asiantuntemustamme ja sidosryhmiämme, kohtelemme toisiamme kunnioittaen, tasapuolisesti ja reilusti, emme hyväksy korruptiota missään muodossa, toimimme proaktiivisesti avoimesti ja läpinäkyvästi sekä eettisyys punnitaan arjessa – pienessä ja suuressa. (Liikennevirasto 2017e)

Strategisista päämääristä ”Luotettavat digitaaliset palvelut ja tehostunut toiminta” näkyy erityisesti Liikenneviraston toiminnassa vuonna 2016 alkaneessa digitalisaatiohankkeessa. Hanke on suuruudeltaan 35 milj. € ja kestoltaan kolme vuotta. Hankkeen tavoitteena on uudistaa liikenne-, väylä- ja liikkumistietojen tuottamista, ylläpitämistä ja jakelua sekä edesauttaa liikenteen uusia palveluja ja automaattiajamista. (Liikennevirasto 2016a) Digitalisaatiohanke on työn kannalta merkittävä, sillä sen puitteissa muun muassa uudistetaan Liikenneviraston tiestötietojen käsittelyä ja on tehty lukuisia datankeruukokeiluja.

Liikenneviraston operaatiot erityisesti väylänpidossa keskittyvät hallinnollisempiin tehtäviin, kuten asiakirjojen ja selvitysten laatimista sekä hankintaan yhdessä ELY-keskuksen kanssa. Liikenneviraston hankintastrategia muodostuu kahdesta hankinnan toimintalinjoja käsittelevästä raportista: Hankinnan toimintalinjat – Linjaukset sekä Hankinnan toimintalinjat – Tavoitetila. Lisäksi Liikenneviraston hankintoja ohjaa hankintalaki sekä erityisalojen hankintalaki, tilaajavastuulaki, Valtion hankintakäsikirja, valtioneuvoston periaatepäätökset, tietosuojalaki, julkisuuslaki, liikennepoliittinen selonteko, rautatietojen turvallisuusjohtamisjärjestelmä sekä ohjeet ja suositukset liittyen valtionhallinnon tietoturvallisuuteen.

Liikennevirasto hankkii osaamista ja resursseja palvelu- ja tavarahankintoina sekä rakennusurakoina eri toimittajamarkkinoilta. (Liikennevirasto 2013a) Liikenneviraston hankinnat jakaantuvat kahteen ryhmään, liikenneväylien ja -järjestelmän hankinnat sekä Liikenneviraston oman toiminnan hankinnat. Liikenneväylien ja -järjestelmän hankinnat jaetaan edelleen kahteen ryhmään, joihin tuote- ja palveluryhmät jakautuvat sen perusteella, kuinka merkittävä rooli Liikennevirastolla on alueen toimittajamarkkinoilla asiakkaana ja toimijana. (Liikennevirasto 2013a) Nämä ryhmät jakautuvat tarkempiin hankintakategorioihin eli ryhmiin tuotteita ja palveluja, joita Liikennevirasto koordinoi ja ohjaa hankinnoissa yhtenä kokonaisuutena. Hankintakategoria määrittelee esimerkiksi hankinnan tavoitteita, painotuksia ja toimintatapoja sekä varmistaa kunkin toimittajamarkkinan aiheuttamisen haasteiden huomioinnin. (Liikennevirasto 2013b) Liikenneviraston hankintakategoriat on esitelty kuvassa 10 (kuva suurempana liite A).

Liikenneväylien ja -järjestelmän hankinnat				Liikenneviraston oman toiminnan hankinnat		
RYHMÄ A						
SUUNNITTELU <ul style="list-style-type: none"> • Esisuunnittelu • Yleissuunnittelu • Tie- / ratasuunnittelu • Vesiväyläsuunnittelu • Rakennussuunnittelu • Kunnossapidon suunnittelu 	INVESTOINTIEN TOTEUTUS <ul style="list-style-type: none"> • Elinkaariurakka • Yhteistoiminturakka • Suunnittelua sisältävä urakka • Toteutusurakka 	HOITO JA KÄYTTÖ <ul style="list-style-type: none"> • Tien hoito • Ratojen hoito • Vesiväylien hoito • Kanavien ja avattavien siltojen käyttö • Sähkö 	YLLÄPITO <ul style="list-style-type: none"> • Teiden ylläpito • Ratojen ylläpito • Vesiväylien ja kanavien ylläpito • Vesiväylien hoito • Siltojen ylläpito 	MAANTIOLAUTTA- JA YHTEISALUSLIIKENNE <ul style="list-style-type: none"> • Maantielauttaliikenne • Yhteysalusliikenne 	MERILIIKENTEEN AVUSTUSPALVELUT <ul style="list-style-type: none"> • Jäänmurto, iso • Jäänmurto, pieni • Polttoaine 	RATALIIKENTEEN OHJAUS <ul style="list-style-type: none"> • Liikenteenohjauspalvelut • Liikenteenohjaajien koulutus • Matkustajainformaatiopalvelut
RYHMÄ B						
TEETTÄMIS- JA HANKINTAPALVELUT <ul style="list-style-type: none"> • Suunnitteluttaminen • Rakennuttaminen • Rataisännöinti • Hankintapalvelut • Valvonta 	TEKNISET JÄRJESTELMÄT JA LAITTEET <ul style="list-style-type: none"> • Tieliikenteen telematiikka • Ratojen sähköistys-, turvalaite- ja kauko-ohjausjärjestelmät • Vesiväylien turvalaitteet • Vesi- ja raiteliikenteen telematiikka 	MATERIAALIT <ul style="list-style-type: none"> • Radanpidon materiaalit 	KONSULTOINTIPALVELUT <ul style="list-style-type: none"> • Tekniset konsultointipalvelut • Muut konsultointipalvelut 	TIEDOT JA MITTAUSPALVELUT <ul style="list-style-type: none"> • Tiestö- rata- ja merenmittaus-tiedot • Väylärakenne- ja maaperätiedot • Liikenne- ja olosuhtetiedot • Tietoaineistot ja -palvelut 	TIETOJÄRJESTELMÄT <ul style="list-style-type: none"> • Tietojärjestelmien kehittämisen ja ylläpidon hankinta 	
HALLINTOPALVELUT						
<ul style="list-style-type: none"> • Kiinteistö- ja toimitilapalvelut • Palvelukeskuspalvelut • Valtion yhteiset palveluhankinnat • Muut henkilöstö- ja hallintopalvelut 						
ICT						
<ul style="list-style-type: none"> • Laitteet (leasing) • Sovellukset ja ohjelmit • ICT-palvelukokonaisuudet 						

Kuva 10 Liikenneviraston hankintakategoriat (mukailten Liikennevirasto 2013a s. 11-12)

Liikennevirastolla on sekä kaikkia hankintoja koskevia linjauksia, että kategoriakohtaisia linjauksia. Liikenneviraston hankinnan toimintalinjat: linjaukset ja kehittämissuhteet -dokumentin (2013a) mukaan kaikkia hankintoja koskevat linjaukset ovat:

1. Kaikki kynnysarvon ylittävät hankinnat toteutetaan julkisen hankintalainsäädännön (hankintalaki, erityisalojen hankintalaki) mukaisesti. Hankintojen toteutusta ohjaa lisäksi kaikki muu hankintaan liittyvä lainsäädäntö, säädökset, normit ja viranomaisohjeet sekä Liikenneviraston strategiset linjaukset ja ohjaukset.
2. Kehittämisen painopistettä siirretään hankintaprosessissa hankinnan suunnitteluvaiheeseen ja toteutuksen aikaiseen toimintaan. Hankinnan suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa otetaan vahvasti huomioon loppukäyttäjä- ja toimittajamarkkinanäkökulmat. Prosessin kaikissa vaiheissa huomioidaan kustannusten- ja riskienhallinta.
3. Hankinnat tehdään yhtenäisen hankintaprosessin mukaisesti. Eri väylämuotojen hankinta-asiakirjoja ja sopimusmalleja yhtenäistetään siltä osin kuin se on mahdollista.
4. Hankintamenettelyjä sovelletaan monipuolisesti ja joustavasti.
5. Hankinnoissa otetaan tarkoituksenmukaisella tavalla huomioon ympäristönäkökulmat ja kestävä kehityksen periaatteet, joita ohjaa Kestävät

julkiset hankinnat -toimintaohjelma (taustalla mm. EU-direktiivit, kansallinen hankintalainsäädäntö ja ohjelmat sekä valtion hankintastrategia).

Kategoriakohtaiset linjaukset määrittävät miten kuhunkin kategoriaan kuuluvien tuotteiden ja palvelujen hankinta ja hankinnan kehittäminen tehdään. (Liikennevirasto 2013a) Tässä työssä tarkastellaan hoito ja käyttö -kategorian alakategoriaa teiden hoito sekä ylläpito kategorian alakategoriaa teiden ylläpito.

Liikenneviraston hankinnan toimintalinjat: linjaukset ja kehittämisohjeet -dokumentin (2013a) mukaan hoito ja käyttö sekä ylläpito –kategorioiden pääosin yhteisiä hankintoja koskevia linjauksia ovat:

- Jatkossa hankitaan entistä enemmän ratkaisuja ja palveluja tuotteiden ja toimenpiteiden sijaan. Tämä näkyy muun muassa siten, että Liikennevirasto määrittelee tilaajana tarpeen ja käytettävissä olevan rahoituksen, ja palveluntuottajat esittävät ehdotuksensa ratkaisuksi annettujen resurssien puitteissa.
- Innovatiivisten tuote- ja palvelukonseptien kehittämistä edistetään. Hankinnoissa käytetään innovatiivisuuden kannustavia hankintamenettelyjä ja sopimusmalleja, jotka antavat vapausasteita uusien teknisten ratkaisujen ja tuotteiden kehittämiseksi sekä niiden hyödyntämiseksi.
- Hankinnoilla luodaan edellytyksiä markkinoiden syntymiselle ja toimivuudelle. Toimittajamarkkinatuntemukseen kiinnitetään erityistä huomiota. Markkinoiden toimivuutta edistetään ja kehitetään hankinnan keinoin.
- Toimittajamarkkinavuorovaikutusta edistetään. Tilaajatahon ja palveluntuottajien osaamista kehitetään yhteistyössä. Tavoitteena ovat kehitystä edistävät yhteistoimintamallit sellaisissa tilanteissa, joissa näillä on saavutettavissa selkeää lisäarvoa.
- Hankinnan toteutuksessa hyödynnetään monipuolisesti laajaa toteutusmuotovalikoimaa, josta valitaan toteutukseen parhaiten soveltuva malli tilanteen mukaisesti. Nykyisiä malleja kehitetään ja varioidaan edelleen tarpeen mukaan. Uusia toteutusmalleja kokeillaan erilaisissa kohteissa.
- Hankinnan väylämuotokohtaisia eroavaisuuksia minimoidaan. Tavoitteena ovat muun muassa yhteneväiset hankinta-asiakirjat, hankintatavat, laatu- ja turvallisuusvaatimukset sekä yhteneväiset hankinnoissa käytettävät järjestelmät niiltä osin, kuin se on mahdollista ja perusteltua.

Vain hoito ja käyttö –kategorian hankintoja koskevia linjauksia ovat Liikenneviraston (2013a) mukaan:

- Palveluhankinnoissa painotetaan koetun palvelun laatua, turvallisuutta, ja tuotantoketjun toimivuutta. Palvelun suunnittelussa ja toteuman seurannassa huomioidaan loppukäyttäjien palautteet. Hankintojen valintakriteerit ja sopimuksen kannustinjärjestelmät laaditaan tukemaan asetettuja tavoitteita.
- Laajojen ja pitkäaikaisten sopimuksien osalta kiinnitetään erityistä huomiota sopimusten joustavuuteen toiminnan muutosten suhteen sekä riskien ja hyödyn jakoon eri osapuolien kesken.
- Toimittajamarkkinanäkökulman huomioimista vahvistetaan hankinnan suunnitteluvaiheessa. Kilpailutettavat kokonaisuudet määritellään siten, että markkinoilta löytyy riittävästi monipuolista tarjontaa.
- Palveluntuottajia kannustetaan esimerkiksi valintakriteerein ja sopimuskannustein kehittämään hoitomenetelmiä väylien ja rakenteiden kunnan huonontumisen pysäyttämiseksi.

Vain ylläpitokategorian hankintoja koskevia linjauksia ovat Liikenneviraston (2013a) mukaan:

- Hankinnan kohteena olevan väylän kokonaisvaltaisen hoidon ja ylläpidon edellytykset otetaan entistä vahvemmin huomioon. Väylän elinkaareen kullakin ajan hetkellä parhaiten sopiva toimenpide valitaan ylläpitotoimenpiteeksi.
- Materiaali-, kalusto- tai laiteinvestointien rahoittamisesta voidaan tietyissä tilanteissa (esimerkiksi merkittäviä investointeja vaativat markkinat, joilla ei ole riittävästi volyyymiä kannattavan liiketoiminnan aikaansaamiseksi) vastata kokonaan tai osittain.
- Riskien oikeudenmukaiseen jakoon eri osapuolten kesken kiinnitetään erityistä huomiota. Palveluntuottajia kannustetaan esimerkiksi valintakriteerein ja sopimuskannustein kehittämään ratkaisuja, jotka pienentävät elinkaarenaikaisia kokonaiskustannuksia.

Teiden hoidon ja ylläpidon hankinnoista vastaa Liikennevirastossa Kunnossapito-toimiala. Teiden hoito kuuluu alakategoriana Liikenneviraston Hoito ja käyttö -hankintakategoriaan. Hoito ja käyttö -kategorian hankintoihin kuluu vuosittain noin 360 milj. €, joista teiden hoidon osuus on noin 175 milj. €. (Liikennevirasto 2013a)

Perusväylänpidon priorisoinnin linjauksissa on määritelty, että päivittäinen kunnossapito hankitaan pitkäaikaisilla palvelusopimuksilla. (Liikennevirasto 2013c) Teiden ylläpidon hankintoihin puolestaan kuuluu vuosittain noin 170 milj. €, ja hankintoja tehdään kokonaisurakoina, kumppanuussopimuksina, palvelusopimuksina sekä joskus osana hoidon palvelusopimuksia (Liikennevirasto 2013a).

Yksi Liikenneviraston hoito ja käyttö -hankintakategorian kehityskohteista on urakanaikainen tuotantoketjun hallinta. Kehityksen tavoitteena on muun muassa näkökulman ulottaminen aliurakoitsijoihin asti siten, että kaikki työmaalla tuntevat Liikenneviraston ja sen tavoitteet ja toteuttavat niitä. Lisäksi hoito ja käyttö -kategorian kehittämiskohteita ovat markkinoiden toimivuus ja osaaminen sekä laatuvaatimukset ja laadunvarmistus. Tavoitteena on selkeät ja mitattavissa olevat laatuvaatimukset ja sitä kautta mahdollisimman hyvin asiakkaiden tarpeisiin vastaava laatu. Markkinoista halutaan kestävä ja monipuoliset. (Liikennevirasto 2013a)

Ylläpidon kehityskohteita ovat Liikenneviraston (2013a) mukaan osaamisen kehittäminen, monipuolistaminen ja varmistaminen, toteutuksen ja hankinnan suunnittelu sekä hankintamenettelyjen kehittäminen, riskien hallinta sekä toimittajamarkkinan hallinnan kehittäminen. Tavoitteena on varmistaa sekä tilaajan, että toimittajien riittävä osaaminen ja resurssit sekä selkeät, monipuoliset hankintamenettelyt ja sopivan kokoiset urakat. Riskit halutaan jakaa läpinäkyvästi, avoimesti ja oikeudenmukaisesti. (Liikennevirasto 2013a)

3.3.1 Väylänpito

Perusväylänpito on Liikenneviraston (2012) mukaan valtion budjetissa käytettävä termi, jolla kuvataan valtion vastuulla olevien liikenneväylien peruskunnossapitoon, ylläpitoon, liikennepalveluihin sekä parantamiseen tarkoitettua määrärahaa. Määrärahan on tarkoitus varmistaa liikenteen toimivuus ja mahdollistaa sen vaatima väylänpito. (Liikennevirasto 2012) Perusväylänpito sisältää tienpidon, radanpidon ja vesiväylänpidon neljä tuoteryhmää: päivittäinen kunnossapito, ylläpito, liikenteen palvelut sekä parantaminen. Päivittäisen kunnossapidon on tarkoitus huolehtia, että väyläverkko on liikennöitävissä päivittäin. Ylläpito-toimenpiteet puolestaan vastaavat väylien ikääntymiseen ja kulumiseen jaksottaisella kunnossapidolla ja väylärakenteiden uusimisella. Kunnossapidon ja ylläpidon ei ole tarkoitus nostaa väylän sille alun perin suunniteltua palvelutasoa. Palvelutasoa korottavat toimenpiteet kuuluvat parantamisen tuoteryhmään. Liikenteen palvelut sisältävät liikenteen ohjausta ja informaatiota sekä liikenteelle kohdennettuja muita palveluja. (Liikennevirasto 2013c) Suuret, keskeiseen väyläverkkoon kohdistuvat rakennushankkeet rahoitetaan hankekohtaisesti erikseen. Keskeisten väylien ulkopuolelle jäävät väyläverkon väylänpitotoimenpiteet rahoitetaan perusväyläpidolla. (Liikennevirasto 2012)

Perusväylänpidon nettorahoitus (ei sis. tuotot) on Liikenneviraston (2013c) mukaan vuosittain keskimäärin 1,04 mrd. € vuosina 2015 – 2018. ELY-keskuksen (2016b) mukaan noin 90% perusväylänpidon rahoituksesta käytetään teiden hoitoon ja ylläpitoon. Tienpidon päivittäisen kunnossapidon osuus perusväylänpidon käytettävissä olevasta vuosittaisesta rahoituksesta on keskimäärin noin 424 milj. €. Perusväylänpidon maksua on esitetty korotettavaksi 120 milj. € vuodessa maarakentamisen kustannustason nousun vuoksi. Perusväylänpidon rahoitus on kuitenkin ollut niukkaa suunnittelukaudella 2015 – 2018. (Liikennevirasto 2013c)

Liikennevirasto (2013c) määrittelee päivittäiseksi kunnossapidoksi väylien välttämättömän hoidon, kuten talvikunnossapito, rakenteiden ja laitteiden huolto sekä järjestelmien tukipalvelut. Päivittäisellä hoidolla varmistetaan liikenneverkon päivittäinen liikennöitävyys. Hoito on väylän, rakenteen tai laitteen pitämistä päivittäin toimintakuntoisena. Perusväylänpidon priorisoinnin linjauksissa on määritelty, että päivittäinen kunnossapito ja sen palvelutaso turvataan ennakoimalla kustannustason nousua. Tämä edellyttää rahoituksen nostamista kustannustason nousun mukaisesti. (Liikennevirasto 2013c)

Tien hoidon alueurakat hankitaan pääasiassa monivuotisinä palvelusopimuksina siten, että hankinnoista vastaa Liikenneviraston Kunnossapito-toimiala sekä ELY-keskusten liikenne- ja infrastruktuurivastuualueet (Liikennevirasto 2013a). Urakkaan kuuluvat työt ja laatutason määrittelee ELY-keskus. Ne noudattavat määritelmässään Liikenneviraston laatuvaatimuksia ja toimintalinjoja. (ELY 2016b) Alueurakoissa tulee noudattaa hyvää hoitotapaa. Maanteiden hoitoon sisältyy talvi hoito, liikenneympäristön hoito, sorateiden hoito ja liikenteen varmistamine erikoistilanteissa. Liikenneympäristön hoitoon liikennemerkkien, liikenteen ohjauslaitteiden ja reunapaalujen hoito, tie-, levähdys- ja liitännäisalueiden puhtaanpito ja kalusteiden hoito, viheralueiden hoito, kuivatusjärjestelmän kaivojen, putkistojen ja pumppaamoiden hoito, rumpujen kunnossapito, kaiteiden, riista- ja suoja-aitojen sekä kiveysten kunnossapito, päällysteiden paikkaus, päällystettyjen teiden sorapientareen kunnossapito sekä siltojen ja laitureiden hoito. Sorateiden hoitoon puolestaan kuuluu soratien pinnan hoito, sorastus, oja- ja luiskamateriaalien käyttö kulutuskerroksessa sekä liikenteen varmistaminen kelirikkokohteissa. Maanteiden hoidon tuotekortit määrittelevät hoidon alueurakkaan kuuluvat työt sekä töiden laatuvaatimukset ja ne kuuluvat alueurakan kokonaishintaperusteiseen osaan, ellei niitä ole urakka-asiakirjoissa määritelty yksikköhintaisiksi. (Liikennevirasto 2015a)

Talvihoito-tuotteeseen kuuluu tiestön tilan hallinta talvihoidon oikea-aikaisuuden varmistamiseksi. Lisäksi talvihoitoon kuuluu aurasviitoitus ja kinostimet sekä liikennemerkkien, nopeusvalvonnan kameroiden sekä liikennepeilien puhdistaminen lumesta. Myös erilaisten levikkeiden, huoltoaukkojen, pysäkkien portaikkojen ja saarekkeiden lumityöt sekä vaarallisten jääpuikkojen, paannejään sekä puiden ja oksien raivaus kuuluvat talvihoito-tuotteen toimenpiteisiin. Talvihoidon toimenpiteet on

suoritettava siten, että liikenne tieverkolla on toimivaa talvella. (Liikennevirasto 2015a) Talviliikenteen operatiiviseen palvelutasoon vaikuttaa tien liikennemäärä, tieluokka, liikenteen luonne ja ilmastovyöhyke sekä asiakastarpeet. (Tiehallinto 2008)

Urakat ovat viisi- tai seitsemänvuotisia palvelusopimuksia (ELY 2016b). Urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu kaikkien urakkasopimuksen ja siinä noudatettaviksi määrättyjen sopimusasiakirjojen edellyttämien töiden ja toimenpiteiden sekä aine- ja tarvikehankintojen tekeminen siten, että sopimusasiakirjoissa määritelty tiestö, sen rakenteet, varusteet ja laitteet ovat koko sopimusajan sopimusasiakirjojen vaatimusten mukaiset. Urakka sisältää kaikki suoritukset, joita sovitun työntuloksen aikaansaaminen edellyttää. (Tiehallinto 2003) Suomi on jaettu noin 80 urakka-alueeseen (ELY 2016b). Alueurakat ovat jakautuneet urakoitsijoiden kesken ajanjaksolla 1.10.2017 – 1.10.2018 seuraavasti: Destia Oy 43 kpl, Lemminkäinen Infra Oy 9 kpl, NCC Suomi Oy 5 kpl, Savon Kuljetus Oy 3 kpl, Pahkakangas Oy 1 kpl ja YIT Rakennus Oy 18 kpl (Liikennevirasto 2017a). Tien ylläpidon tuotteita ja palveluita ovat päällysteet, rakennekorjaukset, tiemerkinnot, varusteet ja laitteet, soratiekorjaukset ja liikenneympäristön parantaminen (Liikennevirasto 2013a).

Väyläomaisuus pitää sisällään erilaisia rakenteita, jotka on luokiteltu niiden toiminnallisen rakenteen mukaan linjaosuuksiin, taitorakenteisiin, laitteisiin ja varusteisiin. Linjaosuudet ovat se osa väylästä, jolla suurin osa liikennesuoritteesta tapahtuu, esimerkiksi maantiet. Taitorakenteet ovat esimerkiksi siltoja, tunneleita, tukimuureja, laitureita ja paalulaattoja. Ne ovat samankaltaisia kaikilla liikennemuodoilla. Laitteet ovat väyläverkon elektronisia järjestelmiä, jotka sisältävät useita laitteiston osia ja komponentteja, ja ovat siten monimutkaisia ja elinkaareltaan lyhytikäisiä. Varusteet on laaja omaisuusryhmä, johon kuuluu muun muassa erilaiset merkit ja kaiteet. (Dietrich et al. 2017) Väylänpidossa hyödynnetään lukuisia Liikenneviraston tietojärjestelmiä ja –rekistereitä. Taulukossa 4 on esitelty muutamia työn kannalta oleellisimpia järjestelmiä.

Taulukko 4 Liikenneviraston väylänpitoon liittyviä järjestelmiä

Tierekisteri	Teematietokanta yleisten teiden ominaisuuksista tienpidon suunnittelun, hoidon teettämisen ja hankekohtaisen esisuunnittelun tarpeisiin.
YHA	Tierakenteiden ylläpidon hallintajärjestelmä. Tieverkon kuntomittaustietojen hallinnointi, kuntoennusteiden tuottaminen ja toimenpiteiden suunnittelu tiejaksoille
Harja	HARJA on tie ja vesi liikennemuotojen hoito- ja ylläpitourakoiden valvontaan, sekä sopimusten ja palautteiden hallintaan tehty järjestelmä.
Tiira	Tienpidon tietopalvelujärjestelmä

T-Loik	Tieliikenteen ohjauksen integroitu käyttöliittymä
Tiemappi	Tienpidon toiminnoissa käytettävä tietojen katselukäyttöliittymä.
Digiroad	Digiroad on kansallinen tie- ja katutietojärjestelmä, joka sisältää teiden ja katujen keskilinjageometrian, liikenteeseen liittyviä ominaisuustietoja ja liikennejärjestelmän kohteet. Keskilinjageometria sisältää autolla ajettavat tiet, autoille tarkoitetut lautta- ja lossiyhteydet sekä erilliset kevyen liikenteen väylät. Liikenteeseen liittyviä ominaisuustietoja ovat esimerkiksi nopeusrajoitukset. (Digiroad 2017)
LAM	Liikenteen laskenta, jatkuvan liikenne- ja ajonopeustietojen keruun keräämiin tietoihin perustuva raportointi.
Tiesää	Sää- ja kelitietojen sekä kelikamerakuvien kerääminen päätieverkolta, tietojen varastointi ja esittäminen. Näitä tietoja käytetään teiden talvihoidon ohjauksessa. Järjestelmän avulla kerätään myös ajantasaisia liikennetietoja.
Tarva	Järjestelmällä arvioidaan erilaisten tietä tai liikenneolosuhteita muuttavien toimien vaikutus liikenneturvallisuuteen.
PTP	Paikkatietoaineistojen hallinta, analysointi ja visualisointi (ent. PTJ)
PMSPro	Päällysteiden ylläpidon ohjauksen apuväline tiepiirien päällystettyjen teiden ohjelmoinnista vastaavien henkilöiden käyttöön.
Lotju	Liikenteen olosuhdetiedot
Kurre	Teematietokanta päällystettyjen yleisten teiden kuntotiedoista tienpidon suunnittelun ja hankekohtaisen esisuunnittelun tarpeisiin.
SIHA	Siltojen ylläpidon ohjauksen apuväline tiepiirien käyttöön. Järjestelmä tuottaa korjaus- ja uusimishjelmia sekä toimenpiteiden vaikutusanalyysijä. Järjestelmän avulla seurataan siltojen kuntotavoitteiden toteutumista tiepiireissä.
Emme	Henkilö- ja tavaraliikenteen ennuste- ja tilastointiohjelmisto.
Kuvatieto	Tienpidon kuvatietovarasto
Ivar 3	Tiehankkeiden vaikutusmalli

3.3.2 Väylänpidon ekosysteemi

Väylänpito tämän työn laajuudessa pitää sisällään tien hoidon, ylläpidon sekä väyläomaisuuden hallinnan. Liikenneviraston rooli on tilaajaviranomainen eikä se siis tuota itse väylänpidon palveluja. Näin ollen Liikenneviraston on pystyttävä ohjaamaan halutut palvelutaso- ja laatuavoitteet yhteisiksi tavoitteiksi kaikille toimitusketjun toimijoille. (Liikennevirasto 2013b) Toisaalta Liikennevirastoa ohjaa liikenne- ja viestintäministeriön kanssa tehty tulossopimus, joka määrittelee alkavan vuoden toiminnalliset tavoitteet myönnettyjen määrärahojen puitteissa (Liikennevirasto 2018f). Liikenne- ja viestintäministeriön yksi Liikennevirastolle asettamista toiminnan painopisteistä on tiedon hyödyntäminen. Tähän liittyviä tavoitteita on tiedon hyödyntäminen taloudellisen kasvun moottorina sekä palvelukehityksen perustuminen tiedon hyödyntämiseen. (LVM 2016)

Liikenneviraston strategisten tavoitteiden saavuttamisen yksi avaintekijä on sen hankintakyvykkyyksien ja –osaamisen kehittäminen ja monipuolistaminen sen roolin keskittyessä enenevässä määrin tilaajaviranomaiseksi. Tämä tarkoittaa myös sitä, että palveluntuottajien osaamisen vaatimukset kasvavat. (Liikennevirasto 2013b) Liikennevirastolle myönnetään tilausoikeus eduskunnan päättämiin kehittämishankkeisiin ja monivuotisiin palvelusopimuksiin tiettyyn summaan asti. (Liikennevirasto 2013c) Liikennevirasto tilaa erilaisia tuotteita ja palveluja keskenään hyvin erilaisilta toimittajamarkkinoilta. Näin ollen Liikenneviraston rooli on jokaisella toimittajamarkkinalla erilainen, ja siksi yksi Liikenneviraston hankinnan strategisista painopistealueista on toimittajamarkkinoiden hallinta. (Liikennevirasto 2013b)

Liikennevirasto tilaa erilaisia tuotteita ja palveluja keskenään hyvin erilaisilta toimittajamarkkinoilta. Näin ollen Liikenneviraston rooli on jokaisella toimittajamarkkinalla erilainen, ja siksi yksi Liikenneviraston hankinnan strategisista painopistealueista on toimittajamarkkinoiden hallinta. (Liikennevirasto 2013b) Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (myöhemmin viitataan ELY-keskuksina) vastaavat tieverkoston alueellisesta kunnossapidosta Liikenneviraston ohjaamana. (Liikennevirasto 2013c) ELY-keskusten tehtävä on hoitaa valtionhallinnon toimeenpano- ja kehittämistehtäviä alueilla ja edistää siten alueellista kehittämistä.

ELY-keskukset toimivat työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalalla, ja niillä on kolme vastuualuetta: elinkeinot, työvoima ja osaaminen; liikenne ja infrastruktuuri sekä ympäristö ja luonnonvarat. (ELY 2016a) Liikennevirasto ohjaa ELY-keskusten liikenne ja infrastruktuuri –vastuualuetta (Liikennevirasto 2018e). ELY-keskuksia on yhteensä 15, joista yhdeksän hoitaa kaikkia kolmea vastuualuetta sisältäen liikenne ja infrastruktuuri (L) –vastuualueen. Loput kuusi hoitavat ympäristö ja luonnonvarat (Y) ja elinkeinot, työvoima ja osaamine (E) –vastuualueita tai pelkästään E-vastuualuetta. Kolmen vastuualueen keskuksia ovat: Lappi, Pohjois-Pohjanmaa, Etelä-Pohjanmaa, Keski-

Suomi, Pirkanmaa, Varsinais-Suomi, Uusimaa, Pohjois-Savo ja Kaakkois-Suomi. (ELY 2016a)

ELY-keskukset kilpailuttavat maanteiden ja niihin liittyvien alueiden ja varusteiden hoidon ja tilaavat ne kilpailutukset voittaneilta urakoitsijoilta. (ELY 2016b) Liikenneviraston (2013a) mukaan hoito ja käyttö kategoriassa toimittajamarkkinat koostuvatkin infra-alan palveluntuottajista ja toimitusketjuista. ELY-keskukset valvovat urakkasopimusten toteutumista, mutta urakoitsijat valitsevat itse menetelmät, materiaalit ja koneet, joilla työ toteutetaan. Urakoitsijat vastaavat työn laadusta sekä raportoinnista ELY-keskuksille. (ELY 2016b) Liikenneviraston (2013b) mukaan arvonluonti tapahtuu verkottuneiden toimijoiden yhteistyönä. ELY-keskukset vastaavat tieverkoston alueellisesta kunnossapidosta Liikenneviraston ohjaamana. Kunnat puolestaan ovat mukana yhteisrahoitteisissa hankkeissa. (Liikennevirasto 2013c) Liikenneviraston (2013b) mukaan yhteiskunnan läpinäkyvyys- ja tasapuolisuusvaatimukset pakottavat julkisissa hankinnoissa toimimaan määrämuotoisten kilpailutusprosessien mukaisesti, mikä liiallisen keskittymisen kohteena johtaa muodollisesti, mutta ei sisällöllisesti, oikeaan lopputulokseen. Liikenneviraston (2013b) mukaan hankintaosaamisen kehittäminen on yksi Liikenneviraston osaamisen kehittämisen kärkihankkeista.

Väylänpidon palvelut tilataan niin kutsuulta pääurakoitsijoilta, joita ovat Destia Oy, Lemminkäinen Infra Oy, NCC Suomi Oy, Savon Kuljetus Oy, Pahkakangas Oy ja YIT Rakennus Oy (Liikennevirasto 2017a). Urakoitsija voi luovuttaa urakan edelleen aliurakoitsijalle, ja tämä edelleen aliurakoitsijalle, mutta sen pidemmälle urakoita ei ole sallittua ketjuttaa (ELY 2017). Lopullinen toimenpiteen tekijä saattaa siis olla esimerkiksi paikallinen pienyrittäjä. Näin ollen suorittavalla taholla ei välttämättä ole käytössään yhtä kattavaa työkaluvalikoimaa, esimerkiksi tietotekniikan suhteen, kuin pääurakoitsijoilla. Urakoiden luovuttaminen aliurakoitsijoille on pääurakoitsijoille kannattavaa, sillä paikalliset toimijat pystyvät tarjoamaan haastattelujen mukaan esimerkiksi aurasreitit halvemmalla, kuin mitä sen tekeminen omalla kalustolla olisi. Tämä puolestaan johtuu esimerkiksi edullisemmista lähtöpaikoista. Urakoita tehdään laatuvarustuuperiaatteella, eli tilaaja ei valvo toimitetun laadun toteutumista jatkuvasti. Sen sijaan tilaaja suorittaa pistokoeluonteisia laatutarkastuksia. Laatutarkastuksia tekevät sekä ELY-keskusten aluevastaavat, että tilaajan ulkopuolinen laatukonsultti, kuten Carement Oy. Ulkopuolisen konsultin käyttäminen on herättänyt työssä tehtyjen haastattelujen mukaan ekosysteemissä jonkin verran keskustelua, sillä se lisää vastakkainasettelua jäsenten välillä yhteistyön korostamisen sijaan. Toisaalta ulkopuoliset laatutarkastukset nähtiin hyvänä asiana, sillä vain tarkastuksia tekevä taho pystyy olemaan havainnoissa realistinen ja objektiivinen.

Väylänpidon ekosysteemiin voidaan katsoa liittyvän myös EU, erilaiset tutkimus- ja oppilaitokset sekä media ja asiakkaat eli tien käyttäjät. EU:n läsnäolo näkyy esimerkiksi TEN-T verkon kautta. TEN-T on ydinverkosta ja kattavasta verkosta muodostuva kaksitasoinen liikenneverkko, jonka liikenne- ja infrastruktuurihankkeisiin on muun

muassa mahdollista saada unionin rahoitustukea (Liikennevirasto 2018g). TEN-T verkkoon kuulumisen aiheuttaa näille tieverkon osille myös muuta tieverkkoa korkeampia laatuvaatimuksia esimerkiksi kunnossapidon suhteen. Oppi- ja tutkimuslaitokset puolestaan tuottavat esimerkiksi erilaisia selvityksiä Liikennevirastolle, ELY-keskuksille ja urakoitsijoille. Media puolestaan nostaa tasaisin väliajoin keskusteluun erilaisia kipukohtia väylänpidossa, kuten talvihoidon ongelmat ja kelirikko. Aiheista keskustelu on tärkeää, jotta niitä osataan painottaa poliittista ohjausta tehtäessä.

Asiakkaat eli tien, ja muiden väylien käyttäjät, ovat sekä yksityishenkilöitä, että liikenne- ja logistiikka-alan yrityksiä. Väylänpitoa tehdään, jotta saadaan taattua väylien käyttäjille turvalliset edellytykset liikkumiselle. Näin ollen asiakkaat ovat koko ekosysteemin toiminnan keskiössä. Asiakkailla on lisäksi merkittävä rooli tiedon tuottajina, sillä mittauksia ja valvontaa ei pystytä tekemään koko tieverkolla jatkuvasti.

4. TULOKSET

Haastatteluissa Liikenneviraston toiminnanlogiikasta nousi esiin muutamia avainpiirteitä esimerkiksi yksityisiin yrityksiin verrattuna. Julkisenä toimijana Liikenneviraston hankinnoissa ei esimerkiksi painoteta samalla tavalla ns. ”cost benefit” ajattelua kuin yritysmallimassa, eli ei korosteta sitä, milloin investointi on maksanut itsensä takaisin. Julkisella organisaatiolla takaisinmaksuaikaa voi olla vaikea mitata, sillä investoinnit ovat usein yhteiseen hyvään ja yhteiskunnan toimivuuteen liittyviä. Liikenneviraston hankintoja ohjaa, kuten kaikkien muidenkin valtion ja kuntien viranomaisten, laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista (myöhemmin hankintalaki). Haastattelujen mukaan hankintalaki nähtiin positiivisena tekijänä, sillä se tekee hankintaprosessista läpinäkyvän. Lisäksi toimintaa ohjaavat myös muu lainsäädäntö, kuten laki Liikennevirastosta, laki liikenteen palveluista ja tietoturva koskevat lait. Toisaalta vahvan lainsäädännöllisen ohjauksen koettiin myös jäykistävän toimintaa ja rajoittamaan hankintoja esimerkiksi tiettyihin teknologisiin ratkaisuihin, jotka eivät välttämättä vastaa nykyaikaisimpia ratkaisuja.

Yksi suurimpia väylänpitoliiketoiminnan ongelmia on haastattelujen mukaan rahoitustason riittämättömyys, kun teiden kunto heikkenee jatkuvasti. Rantanen (2014) määrittelee korjausvelan omaisuuserän nykyisen kuntotason ja sille määritellyn optimaalisen kuntotason erotukseksi. Optimi kuntotaso tarkoittaa tasoa, johon omaisuuserän kunto saa laskea enne kuin siitä alkaa muodostua korjausvelkaa. Korjausvelka ei kuitenkaan kuvaa omaisuuserän kunnostamiseen tarvittavaa rahasummaa, sillä usein on kannattavampaa korjata omaisuuserä optimitasoa parempaan kuntoon. (Rantanen 2014) Dietrich et al. (2017) mukaan noin puolet korjausvelasta on tieverkon osuutta ja puolet rataverkon. Noin 75% korjausvelasta on tie- ja rataverkon linjaosuuksilta, mutta myös esimerkiksi taitorakenteet muodostavat korjausvelasta merkittävän osan. Vuonna 2017 tieverkon osuus korjausvelasta euroina on 1297 milj.€, josta 1033 milj.€ tulee linjaosuuksista, 225 milj.€ taitorakenteista ja 39 milj.€ varusteista. Laitteilla korjausvelkaa ei vuonna 2017 ollut. Linjaosuuksilla suurimmat osuudet tulevat pintakuntopuutteista ja rakenteellisista kuntopuutteista, taitorakenteissa lähes koko osuuden muodostavat sillat. (Dietrich et al. 2017) Tieverkon kunnan jatkuvaa heikkenemistä pitäisi ratkaista nostamalla rahoitustasoa sekä optimoimalla nykyisen rahoitustason käyttöä kohdentamalla toimenpiteitä nykyistä tehokkaammin. Päälystehallinta mahdollistaa yhteiskunnalle säästöjä valtateiden ylläpidossa, mutta onnistuakseen se vaatii kunnollista ja optimoitua monivuotissuunnittelua (Salini et al. 2015).

Toinen merkittävä haaste väylänpidossa ovat haastattelujen mukaan muuttuneet sääolosuhteet, kuten pitkien pakkasjaksojen väheneminen ja aiempaa nopeammin

vaihtelevat sääolosuhteet. Esimerkiksi runsaat sateet heikentävät sorateiden kuntoa, sillä kuivumista ja haihtumista ei pääse tapahtumaan. Kunnossapidon kustannukset ovat nousseet 2010-luvulla arviolta noin 10% ilmastomuutoksesta johtuen. (Liikennevirasto 2017i) Nopeasti vaihtuvat ja äärimmäiset sääolosuhteet aiheuttavat myös väylänpidolle vaatimuksen reagoida nopeammin. Tulevaisuuden haasteet ovat haastattelujen mukaan suurilta osin samoja, kuin tämänhetkisetkin haasteet, mutta lisähaasteen tuovat vielä kasvavat ja muuttuvat asiakastarpeet. Esimerkiksi raskaat kuljetukset tulevat asettamaan vaatimuksia väyläverkon toimivuudelle kuljetusten aikatauluvaatimusten tiukentuessa.

Kolmas useissa haastatteluissa toistunut haaste liiketoiminnassa on tiestön reaaliaikaisen tilanteen tuntemisen puute. Tiestön tilan jatkuva tuntemus on osa esimerkiksi tien hoidon urakoitsijan laatu vastuuta (ELY 2017), mutta sen toteuttaminen käytännössä on haasteellista. Esimerkiksi onnistunut talvihoito vaatii sen, että toimitettu laatu vastaa tilattua laatua, mikä puolestaan vaatisi toimivaa laadunvalvontaa (Tiehallinto 2008). Tarkastuksia ja mittauksia tehdään säännöllisesti, mutta jatkuvaa reaaliaikaista dataa on saatavilla vain pistemäisesti erilaisilta mittausasemilta (esimerkiksi LAM, tiesääasemat, yms.). Näin ollen myös tilanteen kehittymisen ennustaminen on tällä hetkellä haastavaa. Ennustaminen on kuitenkin yksi haasteista, jotka voidaan ratkaista erilaisilla keinoälyteknologioilla.

Liikenneviraston rooli on aiemmin haastateltavien mukaan ollut hallinnoida urakkasopimuksia ja huolehtia, että sovitut toimenpiteet tulevat tehdyiksi, mutta päätökset siitä miten ja esimerkiksi missä järjestyksessä toimenpiteet tehdään, on jätetty urakoitsijan vastuulle. Jokaisella väylänpidon toimijalla on nykyisessä ekosysteemissä selkeä rooli, mutta tutkimuksen kannalta relevantti kysymys on, miten roolit muuttuvat, jos ekosysteemiin tuodaan keinoälyä. Keinoäly yhdistää eksplisiittisen ja hiljaisen tiedon hyödyntämällä esimerkiksi asiantuntijoiden tietämystä ja kerättyä dataa. Hiljaisen tiedon siirtäminen organisaation työntekijältä toiselle on haastavaa, mutta sitäkin tärkeämpää, sillä ilman sitä työntekijöiden jäädessä eläkkeelle tai poistuessa yrityksen palveluksesta, poistuu myös arvokasta osaamista (Valli & Ahlgren 2013). Keinoäly on eräs keino varmistaa, että väylänpidon asiantuntemus säilyy organisaatiossa henkilöstön vaihtuessa.

Keinoälyä on sovellettu väylänpidossa ennenkin. Salini et al. (2015) mukaan keinoäly tarjoaa tekniikoita, jotka ovat potentiaalisia sovellettavaksi päällystetekniikkaan ja päällysteiden hallintaan. Salinin et al. (2015) tekemässä tutkimuksessa kehitettiin malli, jonka avulla geneettisiä algoritmeja voitiin soveltaa väylänpidon budjetin allokointiin ja strategian valintaan. Tutkimuksessa kehitettiin päällysteen kunnan arvioinnin mittari, RGVI, joka on yksinkertaistempi versio Yhdysvalloissa kehitetystä PCI:stä (Pavement Condition Index). RGVI perustuu neljään komponenttiin, jotka ovat päällysteen kunto, liikenteen määrä, taloudellinen relevanssi sekä poliittinen relevanssi. (Salini et al. 2015) Suomessa YIT on ottanut käyttöön kehittämänsä kelikoneällyn, joka muun muassa ennustaa liukkauden todennäköisyyttä ja tienpinnan olosuhdemuutoksia. YIT on yksi

Liikenneviraston väylänpidon urakoitsijoista ja se hyödyntää järjestelmää nimenomaan kunnossapitotoimintepiteiden optimointiin. (YIT 2017)

Haastattelujen mukaan Liikennevirastolla on kiinnostusta keinoälyä kohtaan, mutta ymmärryksen käsitteestä ja sen sovelluksista epäillään olevan vielä puutteellista. Erään haastattelun mukaan tällä hetkellä ollaan tilanteessa, jossa ollaan tietoisia uudenlaisesta datasta, jota on alettu keräämään, mutta ei olla vielä ideoitu kovin paljon, miten dataa voitaisiin hyödyntää. Haastattelun mukaan Liikennevirastolla on suhteessa paljon töitä verrattuna tekijöiden määrään, ja siten automaation ja älykkyyden tuomisen järjestelmiin ja prosesseihin uskottiin olevan tervetullutta. Keinoälyn nähtiin myös lisäävän läpinäkyvyyttä väylänpitoon, mikä puolestaan edesauttaa yhteistoimintaa ja poistaa eri toimijoiden välistä vastakkainasettelua.

Keinoäly lisää haastateltujen asiantuntijoiden mukaan läpinäkyvyyttä organisaatiossa. Näin ollen teknologia saattaa kokea muutosvastarintaa, sillä työn optimoiminen työntekijän omista lähtökohdista saattaa muuttua hankalamaksi. Haastatellut keinoälyasiantuntijat olivat myös havainneet muutosvastarinnan sekä pelon oman työn menettämisestä suojelevan organisaation ydinprosesseja. Ydinprosessien tunnistaminen on keinoälyn käyttöönotossa tärkeää, sillä se auttaa oikeiden käytötapausten valinnassa. Liikenneviraston asiantuntijoiden mukaan töitä on paljon, mutta tekijöitä ei. Näin ollen keinoälyn, robotiikan ja kaikenlaisen automatisoinnin arvioitiin olevan erittäin tervetullutta. Lisäksi haastatellun keinoälyasiantuntijan mukaan keinoälyn kehitys ei ole vielä riittävällä kypsyyssasteella korvatakseen ihmisen tekemää työtä, vaan ennemminkin toimimaan ihmisen työn tukena. Haastatelussa korostettiin, ettei kone toisaalta pysty korvaamaan kaikkia ihmisen ominaisuuksia kuten luovuutta ja kykyä empatiaan.

Kappaleissa 4.1 – 4.8 on esitelty haastattelututkimuksessa nousseita käytötapauksia keinoälylle. Työhön valittiin kaikista haastatelussa nousseista käytötapauksista seitsemän käytötapauksia, minkä lisäksi kappaleessa 4.8 on käyty lyhyesti läpi haastatelussa ilmenneitä muita käytötapauksia. Kappaleeseen 4.9 on koottu haastatelussa ilmi tulleita haasteita keinoälyn hyödyntämiselle. Pilottikokeilujen ollessa merkittävässä roolissa Liikenneviraston strategiassa, kappaleessa 4.10 käydään läpi digitalisaatiohankkeen puitteissa toteutettuja automaattisen datankeräämisen pilotteja sekä pilotointia yleisesti. Kappale 4.11 sisältää haastateltujen näkemykset keinoälyn jalkauttamisesta Liikennevirastoon yhdistettynä kirjallisuudesta löydettyyn teoriaan.

4.1 Käytötapaus 1: Tiestön normaalitilan mallintaminen

Tien kunnosta kerätään erilaista dataa kuten tien ominaisuustietoja ja liikennemääriä. Päälystetyltä tieverkolta kerätään laserteknologian avulla palvelutasomittauksia 17 pisteen laserpalkilla varustetulla ajoneuvolla. Lasermittauksella saadaan tietoa muun muassa tien poikki- ja pituusprofiileista. Datan avulla voidaan lisäksi laskea tien kuntoa kuvaavia tunnuslukuja, kuten sivukaltevuus, urasyvyys, pituussuuntainen epätasaisuus

sekä muita tien pinnan ominaisuuksia kuvaavia tekijöitä. Päälystetylle tielle tehdään lisäksi päälystevauriokartoituksia, joissa kaksi mittausta tekevää henkilöä ajavat henkilöautolla ennalta määritettyä nopeutta ja havainnoivat päälystevaurioita. Vauriot kirjataan ylös siten, että toinen henkilöistä merkitsee vaurion arvioimansa alkamiskohdan ja päättymiskohdan mittaustyökaluun. Tuloksena tiestöstä saadaan siis jatkuvaa dataa, jolla on kaksi arvoa: vaurio ja ei vauriota. Sorateilla puolestaan suoritetaan keväisin samaan menetelmään pohjautuvia kelirikkoinventointeja, mutta päälystevaurioiden sijaan havainnoidaan kohtia, joissa soratierakenne on pettänyt. Lisäksi tieverkolla tehdään tiestöinventointeja, joissa tutkitaan tien sijaintia ja geometriaa sekä ominaisuuksia, kuten leveys tai alikulkukorkeudet.

Osa mittauksista, kuten palvelutasomittaus ja maatutkaus, tehdään erilaista mittausteknologiaa hyödyntäen, kun taas osa perustuu ihmisen tekemiin havaintoihin, kuten päälystevauriokartoitukset ja soratieinventoinnit. Mittaukset suorittavat urakoitsijat toimittavat dataa Liikennevirastolle tällä hetkellä erilaisina keskiarvoina tai vauriosummina, eikä niin kutsuttua raakadataa siis hyödynnetä sellaisenaan. Esimerkiksi palvelutasomittauksissa näytteenotto on erittäin tiheää ja raakadataa mittauksista olisi saatavilla 10cm välein. Data toimitetaan Liikennevirastolle kuitenkin 10m ja 100m keskiarvoina. Tämä johtuu siitä, että dataa tallennetaan tällä hetkellä Tierekisteri-järjestelmään, jonka sovelluksia ei ole rakennettu suurien tietomassojen käsittelyyn. Tierekisteristä dataa luetaan ylläpidon hallintajärjestelmään, YHA:an, joka ennustaa tien kunnan kehittymistä regressiomallilla historiadataan perustuen ja antaa tielle kuntoluokituksen. YHA:n ennusteiden tarkkuus riittää haastattelujen mukaan niiden hyödyntämiseen yhdestä kahden vuoden päähän.

Kuntomittauksia tehdään haastattelujen mukaan vilkasliikenteisillä teillä kerran vuodessa, muilla harvemmin. Kuntomittauksista saatava tieto ei siis kuvasta tieverkon reaaliaikaista tilannetta. Palvelutasomittaus tuottaisi reilu parikymmentä erilaista kuntomuuttujaa, mutta niistä esimerkiksi tien kuntoluokituksen vaikuttavat haastattelujen mukaan vain ura, epätasaisuus ja vauriot. Kerättyä dataa ei siis tällä hetkellä pystytä hyödyntämään esimerkiksi tieverkon mallintamiseen. Työn kirjoitushetkellä Liikennevirastolla on kehitteillä uusi tiestötietojärjestelmä, joka tulee tarjoamaan paikan tiedoille pyrkien huomioimaan myös mahdolliset uudet datankeruumenetelmät. Kirjoitushetkellä ei kuitenkaan ole vielä selvää, mitä väylänpidon dataa uuteen järjestelmään tullaan viemään ja miten sitä tullaan hyödyntämään.

Tiestön tilanteesta kertovaa dataa ovat myös tieverkolta kerättävät kuvat sekä asiakasyhteydenotot (asiakasvuorovaikutusta ja asiakasyhteydenotoista saatavaa dataa käsitellään tarkemmin luvussa 4.6). Kuvia syntyy Harja-järjestelmään sekä asiakkaiden yhteydenotoista, että tiestöllä tehdyistä tarkastuksista, kuten laatukonsultin tekemät tarkastukset. Lisäksi kuvia kerätään Kuvatieto-järjestelmään. Kuvatiedon kuvat ovat peräisin tieverkon kuvausajoista, muista järjestelmistä (esim. Lotjun kelikamerakuvat, Tierekisterin kuvat) ja ELY-keskuksilta. Liikennevirastolla on lisäksi useita kuvadatan

tuottamiseen liittyviä pilotteja kuten routavaurioiden tunnistaminen satelliittikuvista, joukkoistettu kuvien tuottaminen sekä 360 –kuva-aineiston tuottaminen ja hyödyntäminen. Edellä mainitut pilottikokeilut sisältyvät Liikenneviraston digitalisaatiohankkeen tieverkon ennakoivan kunnonhallinnan osahankkeeseen. Osahanke sisältää tiestötietojen ylläpitojärjestelmän kehittämisen lisäksi 18 tiedonkeruun pilottikokeilua.

Kuntomittaustietoja käyttävät ELY-keskuksien ylläpidon hankintaa tekevät asiantuntijat. Tietoja käytetään ylläpidon hankinnan suunnittelussa. Haastattelujen mukaan ELY-keskuksen asiantuntijat tekevät päätöksiä siitä, mitkä tieosuudet otetaan ylläpitourakkaan perustuen YHA:sta saatavaan dataan, Harjasta saataviin asiakaspalautteisiin sekä hiljaiseen tietoon, kuten asiantuntijoiden omat kokemukset. Ylläpidon ohjelmointia käsitellään tarkemmin luvussa 4.2. Harja-järjestelmää hyödyntävät kaikki tienhoidon toimijat. Järjestelmässä voidaan seurata tienhoidon ja ylläpidon reaaliaikaista tilannetta sekä tienkäyttäjiltä tulleita palautteita. (Liikennevirasto 2017c) Lisäksi Harja-järjestelmässä on nähtävissä muun muassa laatukonsulttien tarkastusraportit. Laatukonsultit tekevät pistokoetyyppisiä mittauksia sekä havainnointiin, että työkaluihin, kuten kitkamittareihin, perustuen. Havainnot syötetään tietojärjestelmään tekstinä ja kuvina, joista ne siirretään Harja-järjestelmään. Urakoitsija näkee laatukonsultin raportin vasta vuorokauden kuluttua sen luomisesta, jotta konsultin tarkastukset eivät ohjaisi urakoitsijan työtä. Lisäksi Liikennevirastolla on käytössään Kuvatieto-järjestelmä, joka on kuva-arkisto –järjestelmä. Kuvatietojärjestelmään kerätään kuvia muista Liikenneviraston, ELY-keskusten ja viranomaisten järjestelmistä.

Järjestelmät on rakennettu palvelemaan tiettyä tarkoitusta ja varastoimaan tietyn tyyppistä dataa. Datan yhdisteleminen on mahdollista järjestelmien välisten rajapintojen avulla. Esimerkiksi Kuvatieto-järjestelmässä olevien kuvien tai YHA:sta saatavien kuntotietojen näyttäminen Harja-järjestelmän karttakäyttöliittymässä olisi varmasti teknisesti mahdollista. Työn kirjoitushetkellä on myös epäselvää mitä tietoja uusi tiestötietojärjestelmä tulee hyödyntämään ja millä tavalla. Tällä hetkellä asiantuntijat kuitenkin hakevat tarvitsemiaan tietoja eri järjestelmistä rooleistaan riippuen ja yhdistelevät tietoja itse.

Tietoja hyödynnetään toimenpidetarpeen arviointiin sekä toimenpiteiden optimointiin sekä ELY-keskuksissa, että urakoitsijoiden taholla. Kaikkien osapuolien tavoitteena on mahdollisimman kustannustehokas toiminta. Tietojen hyödyntäminen toteuttaa Liikenneviraston strategisia päämääriä ylläpitää infraa taloudellisesti ja tehokkaasti, vähentää korjausvelkaa suunnitelmallisesti elinkeinoelämän tarpeet ja väylien elinkaari huomioiden sekä parantaa liikenneverkon toimivuutta ja turvallisuutta teknologian ja tiedon avulla. Liikenneviraston toiminnan logiikkaan kuuluu, ettei se puutu siihen, miten tienhoitoa ja ylläpitoa tehdään työnohjauksen taosolla, vaan tarjoaa tietoa ja järjestelmiä urakoitsijoiden toiminnan tueksi. Yksi Liikenneviraston lakisäateisistä tehtävistä on kuitenkin edistää väylänpidon tuottavuuden parantamista. Tällä hetkellä tehtävään

vastataan tuottamalla ja avaamalla julkista dataa yritysten hyödynnettäväksi, sekä tuottamalla erilaisia vaatimuksia ja ohjeita väylänpitoon.

Yksi Liikenneviraston haasteista väylänpidossa haastattelujen mukaan on toimenpiteiden kohdistaminen sekä ylläpidossa, että tien hoidossa, sillä lähtötiedot eivät tällä hetkellä ole riittävän tarkkoja ja luotettavia. Datan tuottamisessa on tällä hetkellä esimerkiksi joitain manuaalisia vaiheita, jotka ovat alttiita syöttö- ja muokkausvirheille ja siten tuottavat myös dataan virheitä. Näin ollen saattaa syntyä esimerkiksi tilanteita, joissa tien kunto on mittauksen perusteella hyväksyttävä, mutta todellisuudessa kunnossa on toimenpiteitä vaativia puutteita. Tällaisten virheiden todentaminen on haastavaa, sillä mittauksen näyttäessä tien olevan hyväksyttävässä kunnossa, ei ole syytä lähettää asiantuntijaa paikan päälle tarkastamaan tilannetta. Eri datassa saattaa myös olla ristiriitaisuuksia siten, että toisen lähteen datan mukaan tieosuus on hyväksyttävässä kunnossa ja toisen perusteella ei. Tämä aiheuttaa hankaluuksia kaikille väylänpidon toimijoille. Liikennevirasto kohdistaa väylänpidon budjettia sen perusteella, mikä ymmärrys tieverkon kunnosta on. ELY-keskuksen asiantuntija puolestaan hyödyntää samaa dataa tehdessään valintaa mitä kohteita kuhunkin ylläpidon urakkaan sisällytetään. Urakoitsijoille puolestaan on esitetty tien hoidon urakkaohjelmassa vaatimus tiestön tilan jatkuvasta tuntemisesta, mihin he hyödyntävät itse keräämänsä datan lisäksi Liikenneviraston tarjoamaa dataa. Kaikkea saatavilla olevaa dataa on nykyisessä muodossa vaikea ottaa huomioon päätöksenteossa ja toisaalta virheellinen data saattaa johtaa budjetin epätehokkaaseen allokointiin.

Keinoäly sopii suurien heterogeenisten datamassojen käsittelyyn, joten voitaisiin hyödyntää lähtötiedon luotettavuuden parantamisessa. Koneoppivalle algoritmille voitaisiin antaa tiestöstä kerättyä dataa analysoitavaksi, josta sen tehtävänä olisi tunnistaa tien kunnan kehittymisen kaavoja. Tällä hetkellä kuntoennusteita tehdään pohjautuen mittaushistoriaan, mutta keinoälyä hyödyntämällä ennusteissa voitaisiin ottaa huomioon tekijöitä kuten sää, liikennemäärät ja tehdyt toimenpiteet. Keinoälyä voitaisiin myös hyödyntää tien tilan mallintamisessa. Koneoppivalle algoritmille voitaisiin opettaa esimerkiksi sääntöjen avulla asiantuntijoiden tietämystä esimerkiksi tiettyyn dataan liittyvistä hyväksyttävistä arvoista. Näin voitaisiin luoda tieverkosta normaalimalli, eli rajat, joiden sisällä parametrien arvojen tulee olla, jotta tien kunnan katsotaan olevan hyväksyttävä. Keinoälyn voisi myös opettaa tunnistamaan eri datalähteiden keskinäisiä suhteita ja siten tunnistamaan datan ristiriitaisuuksia. Näin voitaisiin tunnistaa esimerkiksi tieosuuksia, jotka yhden mittaustiedon perusteella vaikuttavat olevan hyväksyttävässä kunnossa, vaikka eivät todellisuudessa ole. Asiantuntijoita voitaisiin hyödyntää keinoälyn löydösten validoimiseen ja siten algoritmin oppimisen vahvistamiseen. Tuloksena saataisiin vähennettyä datassa olevia virheitä ja pienennettyä niiden vaikutusta väylänpitoon.

Keinoäly saattaisi myös pystyä löytämään tien kunnan kehittämisestä kertovia kaavoja myös sellaisesta datasta, mitä tähän mennessä ei ole pystytty hyödyntämään tai mikä on

ollut ihmisen analysoitavaksi liian epätarkkaa. Esimerkiksi palvelutasomittausten käyttämättömät kuntomuuttajat. Näin voitaisiin hyödyntää nykyisiä mittauksia entistä tehokkaammin, sekä mahdollisesti edullisempiakin datankeruumenetelmiä nykyisten menetelmien tukena. Esimerkiksi Liikenneviraston digitalisaatiohankkeen puitteissa testaamia uusia automatisoituja datankeruumenetelmiä voitaisiin hyödyntää tiestön mallintamisessa. Automaattisesti tuotetun datan etu on sen objektiivisuus, sillä se ei perustu tiedon kerääjän subjektiiviseen arvioon (Venäläinen et al. 2017). Eräässä pilottikokeilussa kehitettiin menetelmä, jolla voitiin ennustaa paikallista säätä tiesääpisteiden välissä. Tiesääasemien välisellä tieosuudella saattaa olla kohtia, joissa paikalliset poikkeamat muuttavat ajokeliä merkittävästi. (Mäntykangas et al. 2017) Tietoa paikallisille tiesääpoikkeamille alttiista kohdista voitaisiin hyödyntää tien mallintamisessa ja kunnan kehittymisen ennusteiden tarkemmassa kohdistamisessa. Tieverkon mallintamisessa voitaisiin hyödyntää kaikkia taulukkoon 11 listattuja Liikenneviraston piloteissa kokeiltuja datankeruumenetelmiä, sillä useisiin eri datalähteisiin perustuvia tietomalleja yhdistämällä saadaan kattavampi ja luotettavampi kuva tiestön tilanteesta kuin yhden tai muutaman datalähteen perusteella.

Tieverkon normaalimallin tuottaminen väylänpidon toimijoiden käyttöön tukisi Liikenneviraston toiminnan logiikkaan tiedon jakajana. Yksi Liikenneviraston strategisista päämääristä on infraan ja liikenteeseen liittyvien tietovarantojen laadun kehittäminen uusien palveluiden ja automatisoidun liikenteen mahdollistamiseksi. Strategisissa päämäärissä on myös toiminnan uudistamien ja kehittäminen isojen tietomäärien hallinnan ja analytiikan avulla. Keinoälyn hyödyntäminen tieverkon mallintamisessa tukisi myös tätä päämäärää. Toisaalta haastattelujen mukaan Liikenneviraston lähtökohtana on ollut, että jos ratkaisulla on liiketoiminnallista arvoa ja sille on tarvitsijoita myös viraston ulkopuolella, ratkaisun toteuttaminen jätettäisiin kaupallisille markkinoille. Liikennevirastolla itsellään sekä ELY-keskuksilla olisi haastattelujen mukaan käyttöä nykyistä paremmalle tieverkon kunnan tuntemiselle tehokkaamman budjetin allokoinnin näkökulmasta. Myös urakoitsija pystyisi hyödyntämään järjestelmää työnohjauksensa tukena. Urakoitsijan toiminnan tehostuminen saattaisi näkyä urakoiden hinnoissa alentavasti, mikä puolestaan mahdollistaisi käytettävissä olevan budjetin tehokkaamman hyödyntämisen. Toisaalta urakoitsijat saattavat muodostaa adoptioketjuriskin, mikäli joutuvat osallistumaan datan tuottamiseen myös kilpailijoiden käytössä olevaan järjestelmään, sillä tietynlaisen datan julkaiseminen saattaa paljastaa epäsuorasti urakoitsijoiden liikesalaisuuksia ja siten vaikuttaa urakoitsijoiden kilpailuetuun. Riskiä pystyttäisiin hillitsemään rajoittamalla urakoitsijoiden näkymää kilpailijoiden hoidossa oleville alueille.

Liikenneviraston tehtävänä on edistää koko liikennejärjestelmän toimivuutta, liikenteen turvallisuutta ja alueiden tasapainoista kehitystä (Liikennevirasto 2018c), ja sen toiminnan logiikkaan kuuluu oleellisesti tiedon jakaminen liikenteen eri sidosryhmille. Näin ollen keinoäly tieverkon mallintamisessa ja datapoikkeamien tunnistamisessa tukisi

Liikenneviraston tehtävää, strategisia päämääriä ja toiminnan logiikkaa. Alueiden tasapainoisen kehityksen varmistamiseksi olisi oleellista, että ratkaisun omistajana toimii eri väylänpidon toimijoista juuri Liikennevirasto, sillä tällöin ratkaisu kattaisi koko valtakunnan alueellisiin urakoitsijoihin katsomatta. Ratkaisu voidaan luokitella sekä Liikenneviraston, että urakoitsijoiden näkökulmasta disruptiiviseksi innovaatioksi, sillä se muuttaisi markkinoita merkittävästi vaikuttamalla Liikenneviraston tekemän strategiseen ohjaukseen ja urakoitsijoiden tekemään operatiivisen työohjauksen periaatteisiin. Liikennevirastolla ja tilaukset tekevillä ELY-keskuksilla olisi entistä selkeämpi käsitys kunkin alueen ongelmista, mikä vaikuttaisi eri kohteisiin käytettävään budjettiin toisaalla nostavasti ja toisaalla laskevasti. Toisaalta ongelmakohdat ja niiden kehityksen seuranta koko ekosysteemissä muuttuisi läpinäkyvämmäksi, mikä vaikuttaisi merkittävästi urakoitsijan työohjaukseen. Näin ollen on mahdollista, että kuvaillun keinoälyratkaisun myötä eri tienpidon toimijat joutuisivat pohtimaan liiketoimintamalliaan uudelleen. Toisaalta ennen kuin keinoäly on oppinut käsittelemään dataa riittävällä tasolla, sen tuottamat tulokset eivät välttämättä palvele toimijoita nykyisiä ratkaisuja paremmin, mikä tukee käyttötapausten disruptiivista luonnetta.

Taulukko 5 Käyttötapausten 1 vaikutus organisaatioon

Muuttaako operaatioita?	Kyllä
Muuttaako strategiaa?	Ei
Muuttaako tarkoitusta?	Ei
Siis, minkälainen innovaatio?	Disruptiivinen

4.2 Käyttötapaus 2: Ylläpidon ohjelmointi

Tieverkon pintakunnon puutteet muodostavat 637 milj. €:n suuruisen korjaustarpeen koko 2 473 milj.€ suuruudesta korvausvelkasummasta. Sen osuus on noin puolet koko tieverkon korjausvelasta, ja omaisuusryhmistä vain rataverkon päällysrakenteen korjausvelka on sitä suurempi. (Dietrich et al. 2017) Haastattelujen mukaan päällystykset ovat yksi toimenpideryhmä, jossa toimintaa tulisi tehostaa. Tällä hetkellä päällystyksiä tehdään siten, että päällystettävällä osuudella on sekä hyvä-, että huonokuntoisia osuuksia. Liikenneviraston (2015b) mukaan esimerkiksi yhtäjaksoinen 10 kilometrin päällystystyömaa on edullisempi kuin 10 yhden kilometrin pituista työmaata. Jos päällystystä kohdennettaisiin vain huonokuntoisiin osuuksiin, eli päällystettäisiin esimerkiksi neljän kilometrin yhtenäisen osuuden sijaan kolme puolen kilometrin osuutta saman neljän kilometrin sisällä, nousee pohdintaan mitä lähtötietoja tarvitaan sekä pystytäänkö tien käyttäytymistä ennustamaan riittävän hyvin, jos päällystetään vain

lyhyitä huonokuntoisia osuuksia. Toinen keskeinen kysymys on, miten lyhyiden jaksojen uudelleenpäälylystyks pystytään optimoimaan siten, että kustannustehokkuus säilyy.

Käytettävissä oleva budjetti ei riitä kaikkien huonokuntoisten tieosuuksien uudelleenpäälylystämiseen (Liikennevirasto 2015b). ELY-keskusten asiantuntijoilla on haastattelujen mukaan tiedossa kaikki huonokuntoiset tieosuudet, ja he tekevät tiedon perusteella suunnitelmia siitä, mitkä kohteet menevät kunkin tulevan vuoden päälylystysohjelmaan. Kun päälylystysohjelmaan sisältyvät kohteet on päätetty, tulee kohteille suunnitella vielä toimenpiteet. Hankintaa tekevä asiantuntija saa suunnittelijalta päätöksenteon avuksi teknisen toimenpide-ehdotuksen, joka ei huomioi rajallista budjettia, vaan perustuu siihen mitä toimenpiteitä kohteelle olisi parasta tehdä. Hankintaa tekevä asiantuntija käy toimenpide-ehdotukset läpi ja optimoi toimenpiteitä dataan ja omaan kokemukseensa pohjautuen siten, että budjetti riittää kaikille päälylystysohjelman kohteille. Tien absoluuttinen kunto ei haastattelujen mukaan ole ainoa päätöksiin vaikuttava tekijä, vaan niissä tulee huomioida myös muun muassa vastaanotetut asiakaspalautteet, elinkeinoelämän vaatimukset sekä arviot kustannuksista. Asiantuntija hyödyntää kunnostettavien kohteiden valinnassa YHA:sta saatavia kuntotietoja ja kuntoluokituksia, Harjasta saatavia asiakaspalautteita sekä ELY-keskusten aluevastaavien näkemyksiä. Toimenpiteiden priorisoinnin tukena ovat valtion maanteille niiden merkityksen mukaan määritellyt ylläpitoluokat, jotka ohjaavat kunnossapitoa vilkasliikenteisemmille teille (Liikennevirasto 2015b). Asiantuntijat muodostavat lopuksi kohteista maantieteellisesti samalla alueella sijaitsevia urakoita, jotka kilpailutetaan.

Päätöksissä hyödynnetään myös paljon hiljaista tietoa, kuten aluevastaavan näkemykset ja hankinnan asiantuntijan omat kokemukset. Tämä tieto ei välttämättä ole missään systemaattisesti kaikkien hyödynnettävissä, vaan ainoastaan asiantuntijalla itsellään. Tällaista tietoa voi olla haastattelujen mukaan esimerkiksi tiedot kiviaineksen sijainnista tai urakoitsijan kiinteän aseman sijainnista. Esimerkin tietoja voidaan hyödyntää kustannusarvioiden laskemisessa ja ne vaikuttavat siten ylläpidon ohjelmointiin merkittävästi. Liikenneviraston hankinnan toimintalinjoissa (Liikennevirasto 2013a) hankintojen tekeminen yhtenäisen hankintaprosessin mukaisesti on kaikkia hankintoja koskeva linjaus. Jos hankinnat pohjautuvat vahvasti yksilöiden asiantuntijuuteen, eivät hankintamenettelyt välttämättä ole täysin yhtenäisiä.

Järjestelmistä saatava tieto olisi varmasti teknisesti yhdistettävissä rajapintojen avulla ja visualisoitavissa esimerkiksi yhteen karttanäkymään, mutta asiantuntijoille kerääntynyttä hiljaista tietoa ei pystytä tällä hetkellä yhdistämään dataan muuten kuin asiantuntijoiden päätöksissä, eikä sitä pystytä siten tuomaan kaikkien hankintaa tekevien asiantuntijoiden hyödynnettäväksi. Haastattelujen mukaan asiantuntijoilla on usein pitkä työura ylläpidon hankinnan tehtävien parissa ja hiljainen tieto on karttunut heille vuosien varrella. Tieto siirtyy uusille asiantuntijoille perimätietona esimerkiksi, kun tieverkolla ajettaessa käydään jatkuvaa keskustelua tehdyistä toimenpiteistä ja historiasta.

Ylläpidon ohjelmoinnin tavoitteena on suunnitella tieverkon ylläpito siten, että käytettävissä oleva raha pystytään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti ja kestävästi sekä korjausvelan, että yhteiskunnan tarpeiden näkökulmasta. Toteutettavat toimenpiteet pyritään valitsemaan siten, että niillä on mahdollisimman suuri merkitys liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden parantamiseen, ja että ne säilyttävät tien kunnon hyväksyttävänä mahdollisimman pitkään. Näin ollen ylläpidon ohjelmoinnissa pyritään toteuttamaan Liikenneviraston strategisia päämääriä asiakkaan kuuntelemisesta ja tulevaisuuden tarpeiden ennakoimisesta yhdessä heidän kanssaan, infran kehittämisestä taloudellisesti ja turvallisesti, korjausvelan suunnitelmallisesta vähentämisestä huomioiden elinkeinoelämän tarpeet ja väylien elinkaaren sekä toimintaympäristön muutosten tunnistamisesta yhdessä asiakkaan kanssa ja muuttuvan yhteiskunnan tarpeiden huomioimisesta suunnittelussa. Liikenneviraston rooli on tuottaa ohjeita ja laatuvaatimuksia ylläpidon hankinnan ja toteutuksen tueksi, sillä heidän pyrkimyksensä on mahdollisimman tasalaatuinen tieverkko koko valtakunnan laajuisesti. Haastattelujen mukaan tapoja tehdä hankintaa on kuitenkin tällä hetkellä yhtä monta kuin hankinnan asiantuntijoita.

Tulevaisuudessa päätöksenteon tueksi saatavilla olevan datan määrä kasvaa, kun mittausten raakadataa pystytään tallentamaan suurien tietomassojen käsittelyyn tarkoitettuun paikkaan ja uusia datankeruumenetelmiä päästään hyödyntämään. Digitalisaatiohankkeen puitteissa toteutetuissa pilottikokeiluissa testattiin muun muassa automaattista työmaanseurantaa datan tuottamisessa. Pituus- ja leveysantureiden, sekä infrapunateknologiaa hyödyntävän lämpömittarin avulla tuotettua ylläpidon toteumadataa voidaan hyödyntää esimerkiksi tien kunnon kehityksen ennustamisessa. Ylläpidolla on kuitenkin erilaisia vaatimuksia hyödynnettävälle datalle kuin tien hoidolla, sillä ylläpidossa esimerkiksi sanktioperusteita mitataan millimetrien tarkkuudella. Näin ollen hyödynnettävän datan tulee olla varmasti riittävän tarkkaa.

Keinoälyä voitaisiin hyödyntää ylläpidon ohjelmoinnissa kohteiden priorisoinnissa, toimenpiteiden optimoinnissa ja urakoiden muodostamisessa. Kohteiden priorisoinnissa keinoälyn avulla voitaisiin ennustaa kohteiden kunnon kehittymistä nykyistä useampia tekijöitä, kuten sää, liikennemäärät sekä alueen taloudelliset tekijät kuten alkava ja päättyvä teollinen toiminta, huomioiden. Keinoälyä voitaisiin hyödyntää jo yksin ennustamaan alueellisia muutoksia liikenteen kysynnässä ja siten vastata entistä paremmin Liikenneviraston strategiseen tavoitteeseen toimintaympäristön ja yhteiskunnan muuttuvien tarpeiden ennakoinnista. Tietoa voitaisiin hyödyntää kohteiden priorisoinnissa ja päällystysohjelmien muodostamisessa.

Keinoäly voisi myös tunnistaa aiemmista urakoista onnistumisia ja epäonnistumisia esimerkiksi Harjasta saatavien asiakaspalautteiden ja toimenpidehistorian, Tierekisteristä saatavien onnettomuustietojen, Tiesää-järjestelmästä saatavan säähistorian ja YHA:sta saatavien kuntomittaustietojen avulla. Keinoäly voisi tämän tiedon perusteella tehdä optimointia kustannustehokkaista toimenpiteistä ja jopa ehdotuksia päällysteohjelmista

(kohteet ja niille tehtävät toimenpiteet). Jatkuvasti uuden datan myötä paraneva tieto onnistuneista ja epäonnistuneista toimenpiteistä parantaisi myös ohjelmaehdotusten laatua. Toimenpide-ehdotuksia ja ohjelmaehdotuksia voitaisiin validoida asiantuntijoiden avulla siten, että algoritmi korjaa tai vahvistaa oppimaansa sen perusteella, miten hankinnan asiantuntija tekee päätökset lopullisista ohjelmista. Keinoälyä voitaisiin hyödyntää myös urakkakokonaisuuksien luomisessa siten, että se huomioisi esimerkiksi julkisesti saatavilla olevat tiedot urakoitsijoiden asemien sijainneista, kiviaineksen saatavuudesta sekä kuljetuskustannuksista (esimerkiksi tarvittavat ajoneuvot, niiden bensankulutus ja bensa hinta) ja muodostaisi kustannustehokkaita urakkaehdotuksia. Myös urakkaehdotuksia voitaisiin validoida ja parantaa opettamalla järjestelmälle asiantuntijoiden tietämystä.

Keinoälyn hyödyntäminen ylläpidon ohjelmoinnissa tukisi jo toteutuvia Liikenneviraston strategisia päämääriä. Lisäksi se tukisi Liikenneviraston päämääriä kehittää tietovarantoja sekä uudistaa ja tehostaa toimintaa tiedonhallinnan ja analytiikan avulla keinoälyn ollessa analytiikan sukulaisteknologia. Keinoäly ylläpidon ohjelmoinnissa edesauttaisi myös päämäärää liikenneverkon toimivuuden ja turvallisuuden parantamisessa teknologian ja tiedon avulla. Liikenneviraston operaatiot väylänpidon ohjelmoinnissa ovat liittyneet muun muassa hankinnan kehittämiseen ja koordinointiin. Keinoäly mahdollistaisi hankintojen automaattisen kehittymisen, sillä koneoppiva algoritmi parantaa tekemiään ehdotuksia asiantuntijoiden validointien sekä muuttuvan datan (esim. kustannustekijät) perusteella. Näin ollen, tarve Liikenneviraston nykyisenkaltaisille operaatioille ylläpidon hankinnassa saattaisi keventyä. Liikenneviraston tarkoitus olisi edelleen kehittää hankintaa, mutta operaatioiden painopiste voisi siirtyä keinoälyn kouluttamiseen. Näin ollen keinoäly ylläpidon ohjelmoinnissa on Liikenneviraston näkökulmasta disrupttiivinen innovaatio. Myös ELY-keskuksien näkökulmasta innovaatio on disrupttiivinen, sillä se muuttaa hankinnan toimintamallia merkittävästi. Innovaatio tarjoaisi täysin uuden tavan tehdä hankintaa, kun asiantuntijat saisivat arvioitavaksi ehdotuksia sen sijaan, että joutuvat tekemään koko optimointi- ja analysointityön itse. Lisäksi asiantuntijoiden hiljaista tietoa saataisiin innovaation avulla muutettua eksplisiittiseksi, mikä vähentäisi hankinnan asiantuntijuuden henkilöitymistä. Kuten ensimmäisessä käyttötapauksessa, myös käyttötapaus 2 palvelee käyttäjiä nykyistä ratkaisua heikommin ennen keinoälyn riittävää koulutusta.

Taulukko 6 Käyttötapauksen 2 vaikutus organisaatioon

Muuttaako operaatioita?	Kyllä
Muuttaako strategiaa?	Ei
Muuttaako tarkoitusta?	Ei
Siis, minkälainen innovaatio?	Disrupttiivinen

4.3 Käyttötapaus 3: Väylänpidon asiakirjat

Erään haastattelun mukaan tien hoidon alueurakoihin liittyviä asiakirjoja on tuhansia sivuja. Asiakirjat pitävät sisällään ainakin urakan tarjouspyynnön yhteydessä julkaistut lähtötiedot, hoidon ja ylläpidon laatuvaatimuksia, työselityksiä, ohjeita, menetelmätietoa ja määräyksiä. Hoidon ja ylläpidon alueurakoiden tarjouspyynnön liitteenä toimitettavassa asiakirjaluettelossa dokumentit on jaettu viiteen kategoriaan: hoidon ja ylläpidon laatuvaatimukset ja työselitykset, kuntoluokitusohjeet, siltojen hoidon ohjeet, liikennettä, liikenteenjärjestelyä ja –turvallisuutta koskevat ohjeet sekä maastopalvelua koskevat määräykset ja ohjeet (Liikennevirasto 2017f). Jokaisessa kategoriassa on vähintään kaksi, suurimmassa osassa useampi, asiakirjaa. Yksi Liikenneviraston strategisista päämääristä on toimiva ja turvallinen infra palveluiden alustana. Asiakirjojen tarkoitus on ohjata väylänpitoa tekevien urakoitsijoiden työtä ja varmistaa valtakunnan laajuisesti riittävä ja tasainen laatu toimivan ja turvallisen infran ylläpitämiseksi. Asiakirjoja luovat ja ylläpitävät pääasiassa Liikenneviraston asiantuntijat.

Tarjouskilpailun voittanut urakoitsija ei aina välttämättä ole se taho, joka tekee konkreettiset toimenpiteet esimerkiksi tien hoidossa. ELY (2017) mukaan urakoitsija voi luovuttaa urakan osia edelleen toiselle urakoitsijalle aliurakkana ja tämä edelleen kolmannelle urakoitsijalle aliurakkana. Tätä kutsutaan urakoiden ketjuttamiseksi. Ketjuttaminen aliurakoitsijan aliurakoitsijaa pidemmälle ei ole sallittua (ELY 2017). Haastattelujen mukaan kaikilla pääurakoitsijoilla, on aliurakoitsijavaltainen toimintakonsepti. Tämä tarkoittaa sitä, että pääurakoitsijat käyttävät urakoissa vain pieniltä osin omia resursseja, sillä usein paikalliset alihankkijat pystyvät tarjoamaan tilatut toimenpiteet edullisemmin. Moniportainen järjestelmä nähtiin haastatteluissa hyvänä, sillä sen avulla kunnossapidon laatutaso pystytään säilyttämään hyvänä ja esimerkiksi tien hoitoon kuluva rahasumma on kasvanut kilpailutusten jälkeen inflaatiota hitaammin. Paikallisten aliurakoitsijoiden hyödyntäminen on haastattelujen mukaan myös monelle maaseutuyrittäjälle elinkeino. Lisäksi he tuntevat reitit entuudestaan hyvin. Hoidon ja ylläpidon urakointia tulee tehdä Liikenneviraston ohjeita, toimintalinjoja ja määräyksiä noudattaen. On pääurakoitsijan vastuulla huolehtia, että urakointiketjussa toimitaan ohjeiden ja määräysten mukaan.

Eräs haastatteluissa esiin tullut Liikenneviraston huoli on se, että kulkevatko esimerkiksi heidän toimittamat laatuvaatimukset, ohjeet ja toimintalinjat koko urakointiketjun läpi toimenpiteiden tekijöille asti. Haastattelujen mukaan tämän hetkinen asiakastytyväisyyden tilanne on herättänyt keskustelua siitä, saako Liikennevirasto sitä mitä on tilannut. Tähän vaikuttavat urakoitsijoiden toimintamallit, joihin Liikennevirasto ei juurikaan puutu, mutta myös informaatiovirralla on merkitystä. Runsas dokumentaatio saattaa sisältää jonkin verran päällekkäisyyksiä sekä eri toimijoiden näkökulmasta eri

määrän oman toiminnan kannalta relevanttia tietoa. Näin ollen viestinnän ja kommunikaation tehokkuuden ja toimivuuden parantamiselle saattaisi olla tarvetta.

Tekstintunnistusta voitaisiin hyödyntää väylänpidon dokumentaation läpikäynnissä siten, että algoritmi opetettaisiin esimerkiksi Liikenneviraston tai urakoitsijan väylänpidon asiantuntijoiden avustuksella tunnistamaan erityisen tärkeitä kohtia sekä jopa päällekkäisyyksiä ja ristiriitaisuuksia eri asiakirjojen välillä. Liikenneviraston näkökulmasta näin voitaisiin luoda yhtenäisempää ja tiiviimpää dokumentaatiota, ja siten tehostaa viestintää ja kommunikaatiota urakointiketjun suuntaan. Eri väylämuotojen hankinta-asiakirjojen ja sopimusmallien yhtenäistäminen on kirjattu Liikenneviraston hankintastrategian linjauksiin. Hoito ja käyttö –hankintakategorian yksi kehityskohteista puolestaan on nimenomaan se, että kaikki työmaalla tuntisivat Liikenneviraston ja sen tavoitteet sekä toteuttaisivat niitä (Liikennevirasto 2013a). Liikenneviraston strategiaan päämääriin puolestaan on kirjattu aktiivinen vuoropuhelu julkisen ja yksityisen sektorin välillä toimintamallien uudistamiseksi ja yhteentoimivien palveluiden mahdollistamiseksi (Liikennevirasto 2016b). Palveluiden yhteentoimivuutta pystyttäisiin edistämään varmistamalla yhteisten toimintamallien ymmärryksen läpi koko urakkaketjun. Urakoitsijoiden näkökulmasta tekstintunnistus väylänpidon asiakirjojen läpikäynnin tukena parantaisi ymmärrystä tilaajan tavoitteista sekä vähentäisi sanktoriskiä.

Tekstintunnistusta voitaisiin myös hyödyntää Liikennevirastolle tulevien tarjouspyyntöjen vastauksien läpikäynnissä. Liikennevirasto julkaisee lukuisia tieto- ja tarjouspyyntöjä vuoden aikana, joihin saatetaan saada pyyntöjen lukumäärään nähden moninkertainen määrä vastauksia. Tämä tarkoittaa, että Liikenneviraston täytyy sitouttaa paljon resursseja vastausten läpikäymiseen ja analysointiin. Erityisesti tarjousten läpikäymisessä ja analysoinnissa analyysiä tekevän asiantuntijan on tärkeää huomioida tarjouspyynnössä ilmoitetut valintaperusteet huolellisesti, jotta tarjoajilla ei ole tarvetta kyseenalaistaa valintapäätöstä valinnan ja sen perusteiden julkaisun jälkeen. Tekstintunnistusta voitaisiin hyödyntää esimerkiksi vertaamaan tarjousta tarjouspyyntöön ja siellä esitettyihin valintakriteereihin. Keinoäly voisi näin analysoida millä tasolla esitetyt kriteerit täyttyvät ja tarjota objektiivisen ehdotuksen hankintaa tekevän asiantuntijan päätöksenteon tueksi. Objektiivisuudella tarkoitetaan tässä sitä, että mahdolliset subjektiiviset näkemykset, mielipiteet ja kokemukset eivät ole huomioituna keinoälyn luomassa ehdotuksessa. Niiden huomioiminen tarjoajan valinnassa tapahtuu, kun hankintaa tekevä asiantuntija analysoi keinoälyn tekemän ehdotuksen ja tekee lopullisen valinnan perustuen ehdotukseen sekä omiin näkemyksiinsä.

Tekstintunnistus väylänpidon dokumentaation läpikäynnissä voidaan nähdä Liikenneviraston näkökulmasta inkrementaalisen innovaationa, sillä se tehostaa jo olemassa olevia operaatioita ja niiden tarkoitusta. Innovaatio olisi disruptiivinen, jos keinoäly loisi asiakirjat Liikenneviraston asiantuntijoiden puolesta, jolloin Liikenneviraston operaatiot ja tarkoitus ohjeiden, määräysten ja toimintalinjojen

tuottajana muuttuisi ohjeita tuottavan algoritmin valvojaksi. Tekstintunnistuksen hyödyntäminen väylänpidon asiakirjojen läpikäynnissä ei näin ollen vaadi muutoksia organisaatiossa. Innovaation hyödyntäminen vaatii kuitenkin resursseja tekstintunnistusalgoritmin kouluttamiseen sekä urakointiketjun kanssa käytävän vuoropuhelun toteuttamiseen. Vuoropuhelun tarkoituksena on tuoda esiin viestinnän ja kommunikaation haasteet asiakirjojen hyödyntämisen osalta sekä ymmärtää eri toimijoiden näkökulma asiakirjojen hyödyntämiseen. Saatavaa ymmärrystä voidaan hyödyntää sellaisen tekstintunnistusalgoritmin luomisessa, joka palvelee koko urakkaketjua mahdollisimman tehokkaasti.

Taulukko 7 Käyttötapausten 3 vaikutus organisaatioon

Muuttaako operaatioita?	Kyllä ja ei
Muuttaako strategiaa?	Ei
Muuttaako tarkoitusta?	Ei
Siis, minkälainen innovaatio?	Inkrementaalinen

4.4 Käyttötapaus 4: Strateginen rahoituksen ohjaus

Liikenneviraston väylänpitoon käytettävissä oleva budjetti ei riitä väylien pitämiseen optimaalisessa kunnossa, mikä puolestaan tarkoittaa korjausvelan kasvamista. Haastattelujen mukaan Liikenneviraston saama korjausvelkapaketti on mahdollistanut väylien kunnan heikkenemisen tilapäisen katkaisun, mutta lisärahan loppuessa väylien kunto jatkaa heikkenemistä. Lisärahoitus korjausvelan vähentämiseen vuosille 2016 – 2018 on 600 milj. €, ja sillä pyritään vastaamaan erityisesti elinkeinoelämän ja työmatkaliikenteen tarpeisiin. Perusväylänpito, eli liikenneväylien peruskunnossapito, ylläpito, liikennepalvelut ja niiden parantaminen, suunnitella siten, että sen vaikutukset ovat mahdollisimman suuret. Vaikutukset ovat pitkäaikaisia ja näkyvät väyläomaisuuden kuntona ja kunnan ylläpitämiseen tarvittavana rahoituksena. Asiakkaille (esim. tienkäyttäjille) vaikutukset näkyvät usein vasta kun väyläomaisuuden kunto heikkenee siten, että se vaikuttaa väylän käyttöön. (Liikennevirasto 2017h)

Liikennevirasto ohjaa Liikenne- ja viestintäministeriöltä saadun perusväylänpidon rahoituksen käyttöä. Liikennevirasto kohdistaa käytettävissä olevaa budjettia eri kohteille strategisella tasolla, operatiivisemmän tason ohjausta tehdään ELY-keskuksissa, joissa ylläpidon ja tienhoidon hankinnat tehdään. Tällä hetkellä perusväylänpidon rahoituksen kohdistamista tehdään haastattelujen mukaan pitkälti edellisvuoden perusteella, sillä muutokset rahoituksessa ovat pieniä. Lisäksi strategisen suunnittelun tukena voidaan haastattelujen mukaan hyödyntää erilaisia kokonaisuutta kuvaavia suhteellisia

tunnuslukuja, kuten huonokuntoisten siltojen tai päällysteiden osuus. Operatiivisemman tason päätöksenteossa käytettävillä tunnusluvuilla halutaan olevan yhteys fysikaaliseen ilmiöön (esim. vauriopistesumma sillan kunnan tunnuslukuna).

Liikennevirastolla on teiden päällysteille, silloille ja ratojen päällysrakenteille omat laskentajärjestelmät, joiden avulla pystytään laskemaan rahoitustarvetta kyseisille kohteille. Järjestelmien avulla voidaan esimerkiksi laskea rahoitustarve jonkun tietyn kuntotason saavuttamiseen ja siinä pysymiseen. Muille kohteille käytössä on Excel-laskelmia, jotka perustuvat haastattelujen mukaan yksinkertaisempiin toimenpidekiertoihin. Haasteena on, että järjestelmät keskittyvät jokainen omaan kohteeseensa eikä rahoituksen optimointiin kohteiden välillä ole työkalua. Tämä johtuu haastattelujen mukaan siitä, että ei ole olemassa mallia, joka osaisi arvioida eri kohteita samaan aikaan ja kertoa mihin rahoitusta kannattaisi ohjata suurimman hyödyn saavuttamiseksi. Näin ollen eri järjestelmistä tulevan tiedon yhdisteleminen jää asiantuntijalle.

Useassa haastattelussa toistunut väylänpidon perimmäinen ongelma on kuitenkin liian alhainen rahoitustaso. Liikenneviraston (2017h) mukaan korjausvelkaan kohdistettu raha käytetään tehokkaasti ja vaikuttavasti, mutta kaikkia huonokuntoisia kohteita ei silti pystytä kunnostamaan. Rahoituksen riittävyyttä voitaisiin parantaa pyrkimällä kohdistamaan rahoitusta sekä ajallisesti, että sijainnillisesti nykyistä tarkemmin erilaisten keinoälyyn perustuvien ennusteiden avulla. Haastattelujen mukaan toimintaympäristön muutoksia ei hyödynnetä kovin tehokkaasti esimerkiksi liikenteen kysynnän ennustamisessa. Keinoälyä voitaisiin hyödyntää liikenteen kysynnän ennustamisessa pitkällä tähtäimellä siten, että ennusteissa huomioidaan sellaisiakin tekijöitä, joita tällä hetkellä ei olla pystytty ottamaan huomioon. Esimerkiksi ennusteet ajokorttien lukumäärän ja yleisen yksityisautoiluun suhtautumisen kehityksestä. Ennusteessa voitaisiin hyödyntää myös arvioita ja ennusteita liikenteen kysynnän kehityksestä eri alueilla sekä demograafisia ennusteita, kuten väestön ikärakenne sekä alueelliset tulo- ja lähtömuutot sekä ennusteita elinkeinoelämän kehityksestä (esim. tietyn teollisuuden kasvu jollain alueella). Esimerkiksi väestön, osaamisen ja elinkeinoelämän keskittyminen suurille kaupunkiseuduille (LVM 2016) lisää liikenteen kysyntää näillä seuduilla, mikä tarkoittaa väylänpidon tarpeiden kasvua näillä alueilla.

Keinoäly sopii haastattelun keinoälyasiantuntijan mukaan nimenomaan tilanteisiin, joissa jonkin tekijän vaikutusta tarkasteltavaan tilanteeseen ei tunneta. Keinoälylle annetaan opetusaineisto, josta se oppii tekijän ja tilanteen välisen suhteen, mikäli opetusaineistossa on riittävästi informaatiota. Haastattelun keinoälyasiantuntijan mukaan kohteiden rahoitustarve-ennusteita voitaisiin sitten hyödyntää rahoituksen optimoinnissa eri kohteiden välillä määrittämällä ensin optimoitava asia (esim. rahantarve) ja käyttämällä sitten opetusaineistoa ja optimointialgoritmia etsimään muuttujille arvot, jolla tarkasteltu asia saavuttaa minimin tai maksimin. Tämän jälkeen voidaan päätellä millä muuttujien arvoilla (esim. aika) rahoitusta tulisi ohjata millekin kohteelle. Näin ollen, ennusteiden

pohjalta voitaisiin tunnistaa väyläomaisuudelle kriittisiä korjauspisteitä eli esimerkiksi ajanhetkiä, joista eteenpäin väyläomaisuudelle alkaa kertyä korjausvelkaa tai pisteitä, joissa korjausvelan kasvunopeus kiihtyy merkittävästi. Rahoitusta voitaisiin tällöin kohdistaa entistä tehokkaammin niin, että käytetyn rahoituksen vaikutus on mahdollisimman pitkäaikainen kuitenkin siten, että tieverkko säilyy turvallisena ja toimivana.

Keinoälyn hyödyntäminen strategisessa rahoituksen ohjaamisessa muuttaa operaatioita, sillä se mahdollistaisi uudenlaisen rahoituksen ohjaamisen toimintamallin. Tällä hetkellä rahoitusta ohjataan haastattelujen mukaan lähtökohtaisesti edellisen vuoden perusteella. Keinoälyavusteinen järjestelmä mahdollistaisi rahoituksen ohjaamisen tulevaisuuspainotteisemmin. Keinoäly ei kuitenkaan pysty korvaamaan asiantuntijaa rahoituksen allokoinnissa, sillä ohjaukseen saattavat vaikuttaa väyläomaisuuden absoluuttisen kunnan lisäksi esimerkiksi poliittiset tekijät, kuten liikenne- ja viestintäministeriöstä tuleva ohjaus, joiden merkitystä keinoälyn voi olla vaikea huomioida. Keinoäly pystyy kuitenkin tekemään useita eri muuttujia kattavia ennusteita perusväylänpidon rahantarpeesta, joita asiantuntijat pystyvät hyödyntämään rahoituksen ohjaamisen tukena. Oikea-aikaisesti kohdistetut toimenpiteet pidentävät rahoituksen vaikutusta ja mahdollistavat siten rahoituksen ohjaamista esimerkiksi nopeammin kohteille, jotka olisivat muuten joutuneet odottamaan tai rahoituksen ohjausta kohteisiin, joihin sen ei olisi aiemmin nähty riittävän.

Keinoälyn hyödyntäminen rahoituksen ohjaamisessa tukee näin ollen Liikenneviraston strategista päämäärää infran taloudellisesta ja tehokkaasta kehittämisestä sekä korjausvelan suunnitelmallisesta vähentämisestä sekä sen tehtävää edistää väylänpidon tuottavuutta. Tuottavuus paranee, kun rahoitusta pystytään ohjaamaan tarkemmin ja maksimoimaan sen vaikutusten kesto. Keinoäly strategisessa rahoituksen ohjaamisessa olisi toiminnon näkökulmasta disruptiivinen innovaatio, sillä sen lisäksi, että se parantaisi suorituskykyä ja kustannustehokkuutta, se muuttaisi oleellisesti toimintatapaa, jolla rahoituksen ohjausta tehdään. Ohjauksessa pystyttäisiin ratkaisun myötä huomioimaan lukuisia tekijöitä, joiden huomioiminen rahoituksen ohjaamisessa tällä hetkellä ei ole mahdollista. Disruptiiviselle innovaatiolle tyypillisesti ratkaisu saattaisi alkuun olla nykyistä toimintatapaa huonompi, mutta järjestelmän oppiessa aineistosta ja asiantuntijoiden tietämyksestä, se mahdollistaa väylänpidon kohdistamisen entistä tarkemmin sinne, missä tarve on suurin.

Väylänpidon suorituskyky paranee, kun rahoitusta pystytään käyttämään tehokkaammin. Väylänpidon operaatioissa saattaisi näkyä joitain muutoksia, mikäli rahoitukseen tulisi keinoälyn myötä suuria eroja nykyiseen verrattuna. Haastattelujen mukaan siinä on ollut nyt vain vähän vaihtelua. Rahoituksen muutokset saattaisivat muuttaa myös esimerkiksi urakoitsijoiden strategiaa, sillä esimerkiksi pienempi budjetti vaatisi muutoksia operaatioissa kannattavuuden varmistamiseksi. Liikenneviraston strategia ja tarkoitus väylänpitoa ja sen hankintaa ohjaavana tahona säilyisi kuitenkin ennallaan.

Taulukko 8 Käyttötapausten 4 vaikutus organisaatioon

Muuttaako operaatioita?	Kyllä
Muuttaako strategiaa?	Ei
Muuttaako tarkoitusta?	Ei
Minkälainen innovaatio?	Disruptiivinen

4.5 Käyttötapaus 5: Toimenpidetarpeen ennustaminen

Liikennevirasto ei puutu siihen, miten urakoitsijat hoitavat urakoita, vaan pyrkivät ennemmin ohjaamaan tekemistä tuottamalla asiakirjoja, kuten toimintalinjoja ja ohjeita. Liikennevirasto ei myöskään suoraan valvo toimitettua laatua. Esimerkiksi tien hoidon alueurakat ovat urakkaohjelman (ELY 2017) mukaan laatuvaruuperiaatteisia kokonaispalvelusopimuksia, eli urakoitsija on velvollinen varmistamaan, osoittamaan ja raportoimaan laadun toteutumisen laatimansa toiminta- ja laatusuunnitelman mukaan. ELY-keskukset tai heidän valtuuttamansa edustaja voi kuitenkin tehdä sopimusalueella laaduntarkastusta esimerkiksi mittauksilla ja pistokokeilla. (ELY 2017) Urakoitsijat toteuttavat laatuvaruuperiaatetta muun muassa siten, että työnjohto ajaa kerran viikossa alueensa tieverkon läpi raportoiden havaitut laatu- ja onnettomuudet sekä tehdyt kitkamittaukset. Yksi väylänpidon merkittävimmistä haasteista haastattelujen mukaan on silti tilatun laadun saamisen varmistaminen. Haastattelujen mukaan tämän hetkinen asiakastyytyväisyys on herättänyt Liikennevirastossa keskustelua siitä, saadaanko sitä laatua mitä ollaan tilattu. Kuitenkin urakkaohjelmassa (ELY 2017) määritellään tien käyttäjien tyytyväisyys yhdeksi urakoitsijan toiminnan onnistuneisuuden arviointiperusteeksi.

Väylänpidon haasteista yksi haasteellisimmista alueista on haastattelujen mukaan talvihoito, sillä olosuhteet muuttuvat talvella nopeasti ja vaikuttavat merkittävästi liikennetilanteeseen. Liikennevirasto on määritellyt teille talvihoitoluokat, jotka kertovat tien palvelutason ja laatuvaatimukset talvihoidolle. Luokat määräytyvät tien liikennemäärän, liikenteen koostumuksen, toiminnallisen luokan ja alueen ilmaston mukaan. (Liikennevirasto 2008) Urakoitsijoiden toimintaa ohjaavat siis talvihoitoluokat ja niiden palvelutason ja laatuvaatimukset, Liikenneviraston laatimat ohjeet, toimintalinjat ja määräykset, asiakaspalautteet sekä urakoitsijan pyrkimys suorittaa tehtävänsä mahdollisimman kustannustehokkaasti. Urakoitsija hyödyntää toiminnassaan Liikenneviraston laatimia asiakirjoja sekä Liikenneviraston ja ELY-keskuksen tarjoamaa dataa ja tietojärjestelmiä. Urakotusjohdolla on tämän lisäksi omia työnohjauksessa käytettäviä järjestelmiä. Esimerkiksi YIT on kehittänyt koneoppimiseen perustuvan järjestelmän, joka muun muassa ennustaa liukkauden syntymistä. Urakoitsijoiden

järjestelmien sisältämästä datasta ja toiminnasta ei tämän tutkimuksen puitteissa saatu kerättyä tietoa, sillä se voidaan katsoa liikesalaisuudeksi.

Liikennevirasto tarjoaa järjestelmissään olevaa julkista tietoa avoimena datana osana Valtiovarainministeriön avoimen tiedon ohjelmaa (Liikennevirasto 2018a) muun muassa urakoitsijoiden hyödynnettäväksi. Dataa avataan julkiseen käyttöön, jotta voidaan edesauttaa uusien palveluiden, liiketoiminnan ja innovaatioiden syntymistä, mikä on kirjattu myös Liikenneviraston strategiaan päämääriin. Avoimena datana julkaistaan muun muassa liikenteen reaaliaikaista liikennetietoa (esim. Digitraffic-aineisto) sekä staattista tietoa liikenneverkoista (esim. Digiroad-aineisto) (Liikennevirasto 2017g). Tiedon avoimuudella tarkoitetaan, että ne ovat käytettävissä ilman käyttörajoituksia avoimin käyttöehdoin, niistä ei peritä maksuja ja ne saa käyttöönsä itsepalveluperiaatteella toimivien sähköisten rajapintojen tai tiedostolatauksen kautta (Liikennevirasto 2018a). Lisäksi Liikennevirasto ja ELY-keskus tarjoavat urakoitsijoiden käyttöön järjestelmiä, kuten tiesääjärjestelmä (ELY 2017). Haastattelujen mukaan eteläisellä hankinta-alueella on myös testattu järjestelmää, joka ennustaa lumisadetta ja tilanteen kehittymistä suhteessa eri hoitoluokkien laatuvaatimuksiin. Järjestelmä on työn kirjoitushetkellä vielä vain ELY-keskuksen tarkastajien ja laatuksianturin käytössä, mutta myös urakoitsijoille on tarkoitus tarjota järjestelmään pääsy.

Keinoälyä voitaisiin hyödyntää toimenpidetarpeen ennustamisessa ja toimenpiteiden optimoinnissa. Tulevaa toimenpiteiden tarvetta voidaan ennustaa esimerkiksi yhdistämällä Harjasta saatavaa dataa, LAM-dataa sekä säädataa. Harjasta saadaan muun muassa tiedot tehdyistä toimenpiteistä, kuvia ja raportteja. Yhdistämällä Harjasta saatava data säädataan, voidaan päätellä, minkälaisen sääolosuhteiden jälkeen tiettyjä toimenpiteitä on tehty ja siten ennustaa tarvetta lähitulevaisuuden toimenpiteille ja toisaalta voidaan ennustaa myös tien kunnan pitkän aikavälin kehitystä vertaamalla sääolosuhteita ja tehtyjä toimenpiteitä tiettyjen vaurioiden tunnettuihin syntymismalleihin. Järjestelmään voidaan myös yhdistää kunnossapidon asiantuntijoiden tietämystä sekä mittauksia ja tien muita ominaisuustietoja. Asiantuntijoiden tietämys voidaan yhdistää haastateltujen keinoälyasiantuntijoiden mukaan tietomalliin erilaisten sääntökomponenttien avulla. Kun keinoälyn tuotos on ristiriidassa sääntöjen kanssa, pätee ihmisen tietämykseen perustuva sääntö. Sääntöjä voidaan lisätä joko siten, että asiantuntijat kirjoittavat sääntöjä ja korjaavat niitä sitä mukaan, kun havaitaan uusia ilmiöitä tai sääntö lakkaa olemasta ajankohtainen. Keinoälyn kompleksisuutta lisäämällä sääntöjä voidaan myös päivittää antamalla järjestelmälle palautetta, jonka perusteella algoritmi korjaa itseään. Keinoälyn tuokset pitää pystyä myös validoimaan. Validointi voidaan tehdä antamalla järjestelmälle palautetta sen tuoksista esimerkiksi pyytämällä käyttäjiä vahvistamaan ennusteen paikkansapitävyys ennusteen käsittelemällä ajanhetkellä.

Toimenpiteiden kustannustekijöitä, kuten materiaalien hintojen kehitys, logistiset kustannukset ja todennäköiset vahingonkorvaukset huomioiva algoritmi voisi arvioida eri

toimenpiteiden kustannuksia ja luoda urakoiden sisäisiä ”mikrourakoita” toimenpiteistä, jotka olisi kustannustehokasta hoitaa tietyinä ajankohtana. Näin tien hoidon toimenpiteitä voitaisiin optimoida ja siten parantaa suorituskykyä. Toimenpiteiden optimoinnissa hyödynnettävää dataa voitaisiin tuottaa valvonnan yhteydessä. Erään haastattelun mukaan nykyisten tarkastusten käyttöarvo onkin kyseenalainen, koska tarkastuksista dokumentoidaan lähinnä poikkeamat eikä tuoteta esimerkiksi jatkuvaa kuva- tai sensoridataa koko tieverkon tilan arvioimisen tueksi. Tarkastusten yhteydessä voitaisiin tuottaa erilaista sensoridataa (esim. ajoneuvoon kiinnitettävät sensorit) sekä kuva- tai videodataa. Haastattelujen mukaan tien tarkastustoimintaan kuluu vuosittain miljoonia euroja. Nykyisen kaltainen tarkastustoiminta nähtiin kuitenkin tarpeelliseksi vielä tulevaisuudessakin. Näin ollen tarkastustoimintaan kuuluva raha voitaisiin käyttää tehokkaammin, jos tarkastusten yhteydessä tuotettaisiin dataa tien kunnon arvioimisen tueksi.

Koska Liikennevirasto ei halua puuttua urakoitsijoiden työohjaukseen, keinoälyperusteisen toimenpidetarpeen ennustamis- ja toimenpiteiden optimointijärjestelmän toteuttaminen Liikennevirastossa muuttaisi merkittävästi Liikenneviraston strategiaa, tarkoitusta ja operaatioita. Liikenneviraston tarkoitus on toimia väylänpidossa ylätasoin ohjaavana ja ohjeistavana tahona, joka ei juuri puutu operatiiviseen toimintaan. Keinoälyyn perustuvan toimenpidetarpeen ennustamis- ja toimenpiteiden optimointijärjestelmän luominen Liikennevirastossa tarkoittaisi operatiivisen työohjaamisen siirtymistä urakoitsijoilta Liikennevirastolle. Työohjaus ja sitä kautta myös laadunvarmistus olisivat siten nykyistä läpinäkyvämpiä, ja nykyinen laatuvarmuusperiaate muuttuisi enemmän tilaajan tekemän laadunvalvonnan suuntaan. Järjestelmä kyseenalaistaisi toisaalta pääurakoitsijoiden roolia väylänpidossa, sillä konkreettiset toimenpiteet tehdään pääasiassa aliurakoitsijan toimesta ja työohjaus keinoälyperusteisesta järjestelmästä.

Toisaalta Liikenneviraston hankintastrategiassa tien hoidon palveluntuottajia halutaan kannustaa valintakriteerien ja sopimuskannusteiden kehittämiseen hoitomenetelmiä väylien ja rakenteiden kunnon huononemisen pysäyttämiseksi (Liikennevirasto 2013a). Näin ollen Liikennevirasto voisi siis edellyttää toimenpidetarvetta arvioivan ja toimenpiteitä optimoivan keinoälyn kaltaisen järjestelmän olemassa oloa urakoitsijoilta urakoiden valintakriteereissä sen sijaan, että toteuttaisi järjestelmän itse. Näin innovaatio säilyy edelleen disruptiivisena, mutta ainoastaan urakoitsijan näkökulmasta, sillä Liikenneviraston operaatiot, strategia ja tarkoitus säilyvät ennallaan mutta urakoitsija joutuu muuttamaan operaatioitaan ja liiketoimintamalliaan merkittävästi, erityisesti jos tilaajalla on näkökulma järjestelmään. Toisaalta onko toimenpidetarpeen ennustamisella urakoitsijoille tarpeeksi liiketoiminta-arvoa, jotta heidän kannattaa lähteä luomaan järjestelmää. Kiireellisten toimenpiteiden, kuten suolaus, osalta varmasti, mutta tuoko kiireettömien toimenpiteiden tarpeen ennustaminen urakoitsijoille riittävästi lisäarvoa, jotta järjestelmä olisi kannattava.

Taulukko 9 Käyttötapausten 5 vaikutus organisaatioon

Muuttaako operaatioita?	Kyllä
Muuttaako strategiaa?	Kyllä
Muuttaako tarkoitusta?	Kyllä
Minkälainen innovaatio?	Disruptiivinen

4.6 Käyttötapaus 6: Asiakasvuorovaikutus - palvelunohjaus

Liikenneviraston ylläpitämään liikennekeskukseen tulee noin 100 000 yhteydenottoa vuosittain. Yhteydenotot ovat pääasiassa puhelinyhteydenottoja, sillä asiakkaita on ohjattu puhelinpalveluun vuosien ajan esimerkiksi kuntien ja viranomaisten sivustoilla. Liikennekeskus ylläpitää liikenteen tilannekuvaa ja näin ollen sen pääasiallinen kiinnostuksen kohde ovat yhteydenotot, jotka koskevat akuutteja liikenteen tilanteeseen vaikuttavia asioita. Muita palautekanavia ovat tällä hetkellä sähköposti, verkkosivujen yhteydenottolomake sekä chat-palvelu. Yhteydenottoja tulee lisäksi Pirkanmaan ELY-keskuksen ylläpitämään liikenteen asiakaspalveluun sekä lukuisia muita kanavia pitkin, kuten eri hankkeiden omat yhteydenottokanavat. Pirkanmaan ELY-keskuksen hallinnoima asiakaspalvelukeskus vastaanottaa yhteydenottoja haastattelun mukaan noin 27 000 kappaletta vuodessa.

Liikenneviraston digitalisaatiohankkeeseen sisältyy asiakasvuorovaikutuksen digitalisointiin liittyvä osahanke. Osahankeen tavoitteina on muun muassa kehittää sähköinen yhteydenottokanava sekä digitalisoida keskeisimmät viranomaispalvelut ja hallinnollinen asiankäsittely. Hankkeessa on tarkoitus lisätä vuorovaikutuksen kaksisuuntaisuutta sekä palautekanavien helppokäyttöisyyttä. (Liikennevirasto 2017b) Haastattelujen mukaan uuden yhteydenottokanavan eräänä tavoitteena on siirtää erityisesti vähemmän kiireellisiä yhteydenottoja puhelinpalvelusta sähköiseen kanavaan. Sähköiselle kanavalle tulevat palautteet ohjataan asiakaspalveluun, jossa asiakaspalvelijat käsittelevät yhteydenotot ja ohjaavat niitä eteenpäin oikeille tahoille. Osahankeen myötä myös asiakaspalvelun käyttämä yhteydenottojen hallintajärjestelmä uudistuu. Haastattelujen mukaan tahtotila olisi, että ilmoituksen käsittelyprosessi ja päätöksentekopisteet olisivat paremmin näkyvillä, ja pystyttäisiin nykyistä paremmin näkemään, miten ilmoituksesta on päästy toimenpiteeseen.

Tieverkkoon liittyvät yhteydenotot kirjataan Tieliikennekeskuksessa T-Loik -järjestelmään joko toimenpidepyyntönä (TPP), tiedoksi urakoitsijalle –ilmoituksena (TUR) tai kyselynä urakoitsijalle (URK) (Hellström 2017, ELY 2017). Toimenpidepyynnöiksi luokitellaan äkillisiin häiriöihin, vikatilanteisiin ja

liikenneturvallisuuteen vaikuttaviin asioihin liittyvät yhteydenotot (Hellström 2017). Toimenpidepyynnöt tulee kuitata vastaanotetuksi 10 minuutin sisällä ja toimenpidetarve määritettävä välittömästi (ELY 2017). Kiireettömämmät yhteydenotot, kuten kunnossapitoon liittyvät huomiot ja kehitysehdotukset kirjataan tiedoksi urakoitsijalle ja kysely urakoitsijalle –luokkiin. (Hellström 2017) Urakoitsija on hoidon ja ylläpidon urakkaohjelman (ELY 2017) mukaan velvollinen arvioimaan viestin vakavuuden ja tarvittavien toimenpiteiden kiireellisyyden huolimatta tieliikennekeskuksen tekemästä luokittelusta. Urakoitsijan tulee kuitata TUR-ilmoitukset vastaanotetuiksi tunnin kuluessa. Aloitus- ja lopetuskuittauksia koskevat vaatimukset vaihtelevat tien, jota ilmoitus koskee, hoitoluokan mukaan ja vuodenajan mukaan. Urakoitsija voi kuitenkin vastata suoraan lopetuskuittauksella, mikäli toteaa, ettei toimenpidetarvetta ole tai vaaditut toimenpiteet on jo tehty. Tällöin urakoitsijan tulee kertoa kuittauksessa perustelut lopetuskuittaukselle. Kyselyihin (URK) urakoitsijan tulee vastata 72 tunnin kuluessa. (ELY 2017) T-Loikista ilmoitukset siirtyvät urakoitsijan nähtäväksi Harja-järjestelmään. Toimenpidepyynnöistä lähetetään lisäksi urakoitsijan työvuorossa olevalle yhteyshenkilölle tekstiviesti (ELY 2017).

Tieliikennekeskus kirjaa yhteydenotot T-Loik-järjestelmään, asiakaspalvelulla on käytössä eri palautteidenhallintajärjestelmä, joka korvautuu uudella sähköisen palautekanavan sisältävällä järjestelmällä kesällä 2018. Aiemmin asiakaspalvelu on lähettänyt liikenneturvallisuutta vaarantaviksi tai muuten akuuteiksi tunnistetut yhteydenotot tieliikennekeskuksen arvioitavaksi (TPP, TUR). Uuden järjestelmän myötä luokittelu tullaan tekemään jo asiakaspalvelussa. Yhteydenotoista kerätään tiedot yhteydenottotavasta, yhteydenoton tyypistä (esim. tien hoitoon liittyvä, yleinen liikennejärjestelmään liittyvä, maanhankinta...), kiireellisyys, vaikutus sekä yhteydenottajan tausta (esim. yksityishenkilö, viranomainen, elinkeinoelämän edustaja). Muita asiakastietoja ei juurikaan kerätä ja asiakas voi halutessaan myös pysyä anonyyminä.

Asiakkaiden yhteydenottojen tehokkaamman hyödyntämisen haasteita ovat tällä hetkellä tarkkan paikkatiedon puuttuminen, yhteydenottojen informaation luotettavuus sekä yhteydenottojen suuri määrä. Puhelimitse tulevissa yhteydenotoissa soittajaa pyydetään ilmoittamaan sijainti, joka saattaa esimerkiksi perustua soittajan arvioimaan ajettuun matkaa. Puhelun vastaanottanut asiakaspalvelija merkitsee sijainnin soittajan antaman arvioin perusteella karttakäyttöliittymään. Todellinen sijainti voi kuitenkin erota useita kilometrejä soittajan arviosta tai asiakaspalvelijan karttaan merkitsemästä sijainnista. Asiakkaat myös kokevat usein oman asiansa kiireellisemmäksi, kuin mitä se esimerkiksi laatuvaatimuksiin verrattuna on. Tilannetta saatetaan myös liioitella nopeamman reagoinnin varmistamiseksi. Informaation luotettavuuspuutteet vaikeuttavat sen hyödyntämistä. Uusi sähköinen kanava mahdollistaa mobiililaitteen sijainnin sekä kuvien hyödyntämisen, mikä vastaa osaltaan sekä tiedon luotettavuuden varmistamistarpeeseen sekä tarkemman paikkatiedon tarpeeseen. Uudessa toimintamallissa yhteydenotto on

kuitenkin edelleen täysin ihmisten tekemää ja prosessissa on useita kohtia, joissa keinoäly voisi toimia sekä asiakaspalvelun toiminnan tukena, että yhteydenottojen tuottaman informaation tehokkaamman hyödyntämisen tukena.

Uuden sähköisen kanavan käyttäjät luokittelevat antamansa palautteen oman arvionsa mukaan sekä arvioivat asian kiireellisyyden. Ennen kuin yhteydenotto menee asiakaspalvelijan käsiteltäväksi, prosessissa voitaisiin hyödyntää keinoälyyn perustuvaa palvelunohjausteknologiaa. Mikäli käyttäjä on liittänyt yhteydenottoonsa kuvan, voitaisiin kuvantunnistusta hyödyntää esimerkiksi tilanteen kiireellisyyden arvioimisessa sekä asiakkaan tekemän luokittelun tarkistamisessa, esimerkiksi liittyykö yhteydenotto tietyöhön vai vahingonkorvauksiin. Luokittelulla on merkitystä muun muassa asiakaspalvelun tekemässä raportoinnissa. Keinoäly voisi verrata kuvasta tunnistettua tilannetta laatuvaatimukseen sekä tien hoitoluokkaan ja tunnistaa siten liikenneturvallisuutta vaarantavat tekijät sekä akuuttia toimenpidettä vaativat tilanteet. Tämän perusteella yhteydenotolle voitaisiin esimerkiksi antaa prioriteetti, jonka perusteella asiakaspalvelu pystyisi reagoimaan kiireellisiin palautteisiin nopeammin.

Kuvantunnistuksen lisäksi yhteydenottojen käsittelyssä voitaisiin hyödyntää tekstintunnistusta eli luonnollisen kielen prosessointia. Käyttäjän kirjoittamasta kuvauksesta voitaisiin tunnistaa esimerkiksi sanojen välisiä korrelaatioita sekä käyttäjän tunnetta. Näitä yhdistämällä keinoäly voisi analysoida onko tilanne yhtä vakava kuin yhteydenottaja ilmoittaa ja antaa yhteydenotolle luotettavuusarvion sekä arvioida mihin urakkaan yhteydenotto liittyy, esimerkiksi hoito- vai valaistusurakka. Tekstintunnistusta voitaisiin hyödyntää myös chat-kanavalla siten, että asiakkaan viesteistä voitaisiin tunnistaa tiettyjä sanakorrelaatioita, joiden perusteella asiakas voitaisiin ohjata asiakaspalvelun ylläpitämään tietämyskantaan. Näin voitaisiin vähentää yhteydenottoja asiakaspalveluun ja kasvattaa itsepalvelun osuutta. Myös uutta sähköistä kanavaa pitkin tulevista yhteydenotoista voitaisiin tunnistaa yhteydenotot, joiden ratkaisu löytyy tietämyskannasta, ja ohjata asiakas itsepalveluun oikealle ohjesivulle tietämyskantaan.

Palaute-tyyppisiä yhteydenottoja on haastattelujen mukaan noin 10% kaikista asiakaspalvelukeskukseen tulevista yhteydenotoista. Sähköisiä kanavia pitkin tulleet palautteet kuitataan vastaanotetuiksi. Puhelimitse tulleet palautteet kirjataan ylös ja kaikki palautteet toimitetaan yhtenä koontina ELY-keskuksille ja Liikennevirastolle säännöllisesti. ELY-keskuksen aluevastaava käy palautteet läpi urakoitsijoiden kanssa työmaakokouksissa. Keinoäly voisi tekstintunnistuksen avulla tunnistaa selkeät palaute-tyyppiset yhteydenotot. Järjestelmä voisi sitten kuitata palautteet asiakkaille vastaanotetuiksi ja koostaa palautteet ELY-keskuksille lähetettävälle raportille, jota asiakaspalvelu voi täydentää ja muokata ennen lähetystä. Näin asiakaspalvelun resursseja voitaisiin keskittää vaativampiin yhteydenottoihin.

Tällä hetkellä asiakaspalvelun asiantuntijoilla kuluu haastattelujen mukaan myös paljon aikaa oikeiden yhteyshenkilöiden löytämiseen niissä tapauksissa, kun yhteydenottoon

tarvitaan asiakaspalvelun ulkopuolisen asiantuntijan apua. Sijainnin sekä tekstin- ja kuvantunnistuksen avulla voitaisiin myös päätellä oikeat asiantuntijat. Käyttäjä (asiantuntija tai asiakaspalvelija) voisi antaa palautetta järjestelmän ehdotuksista, joiden perusteella se voisi korjata algoritmia ja kasvattaa tietämystään. Samoin perustein voitaisiin myös analysoida mihin alueurakkaan ja urakkaan (tien hoito vai valaistus) vai liittyykö yhteydenotto esimerkiksi kunnan tieverkkoon tai yksityisiin teihin. Jos vastuutahoksi tunnistetaan jokin muu toimija, voidaan yhteydenotto ohjata eteenpäin oikealle taholle.

Asiakaspalvelun toiminnan tukeminen ja tehostaminen keinoälyavusteisesti keventäisi asiakaspalvelun työkuormaa ja mahdollistaisi asiakaspalvelijan käyttää nykyistä enemmän aikaa yhden yhteydenoton ratkaisemiseen. Vähentynyt kiireentuntu parantaisi sekä asiakaskokemusta, että asiakaspalvelijoiden viihtyvyyttä. Keinoälyn hyödyntäminen asiakaspalvelussa tukisi Liikenneviraston strategista päämäärää asiakkaiden kuuntelemisesta ja tulevaisuuden tarpeiden ennakoimisesta yhdessä. Yksi strategisista päämääristä on muun muassa liikkujien tuottama liikenne- ja olosuhdetieto. Tällä hetkellä asiakaspalautteista saatavaa tietoa ei pystytä hyödyntämään haastattelujen mukaan kovin tehokkaasti. Keinoälyä hyödyntämällä pystytään vastaamaan yhteydenottojen suuren määrän luomaan haasteeseen ja siten hyödyntää niistä saatavaa tietoa entistä tehokkaammin. Keinoäly automatisoi joitain asiakaspalvelun toimintoja ja muuttaisi siten oleellisesti sen operaatioita. Strategiaan nähden se ei kuitenkaan vaadi muutoksia, vaan tukee olemassa olevien strategisten päämäärien saavuttamista. Myöskään asiakaspalvelun tarkoitus tienkäyttäjän ja tieviranomaisen välisenä asiointikanavana ei muutu. Keinoäly asiakasvuorovaikutuksen tukena on siten inkrementaalinen innovaatio, sillä se parantaa suorituskykyä ja pienentää kustannuksia, mutta ei vaadi muutoksia asiakaspalveluprosessiin ja sen toimijoiden keskinäisiin rooleihin.

Taulukko 10 Käyttötapausten 6 vaikutus organisaatioon

Muuttaako operaatioita?	Kyllä
Muuttaako strategiaa?	Ei
Muuttaako tarkoitusta?	Ei
Minkälainen innovaatio?	Inkrementaalinen

4.7 Käyttötapaus 7: Asiakasvuorovaikutus – asiakasdatan analysointi

Useissa haastatteluissa toistui näkemys siitä, ettei lukuisia asiakkaiden yhteydenottoja pystytä hyödyntämään riittävän tehokkaasti. Kuten käyttötapausten 5 yhteydessä

todettiin, asiakkailta tulevan tiedon hyödyntämisen haasteita ovat tarkan paikkatiedon puuttuminen, yhteydenottojen informaation luotettavuus sekä yhteydenottojen suuri määrä. Uusi järjestelmä vastaa osaltaan tarkan sijainnin ja luotettavuuden haasteisiin, sillä tällöin voidaan hyödyntää mobiililaitteen sijaintia sekä kuvia. Yhteydenotot on kuitenkin haastattelujen mukaan tarkoitus käsitellä liikenteen asiakaspalvelussa, ja järjestelmä ei sisällä esimerkiksi kuvantunnistusta tai palvelunohjaukseen liittyvää automaatiota ainakaan kesällä 2018 käyttöön tulevassa ensimmäisessä vaiheessa.

Urakoitsija seuraa ilmoituksia (TPP, TUR ja URK) Harja-järjestelmässä ja pyrkii reagoimaan niihin urakkaohjelmassa (ELY2017) esitettyjen vaatimusten mukaisesti. Tieliikennekeskusta kiinnostaa kuitenkin pääasiassa Hellströmin (2017) sekä haastattelujen mukaan toimenpidepyynnöt (TPP), eikä TUR-ilmoituksiin reagoimista ei tällä hetkellä seurata haastattelujen mukaan kovin aktiivisesti. Näin ollen ei tiedetä, miten urakoitsija on hyödyntänyt tai ottanut huomioon TUR-ilmoituksesta saatavaa tiedon. Kuitenkin urakoitsija on velvollinen kertomaan lopetuskuittauksessa mitä toimenpiteitä tehtiin tai miksi toimenpidetarvetta ei ollut (ELY 2017). Uudessa sähköisessä palautekanavassa asiakas saa valita haluaako lähettää palautteensa julkisena, jolloin se yleisesti näkyvässä. Tämän uskotaan lisäävän urakoitsijoiden reagointia, sillä asiakkaat näkevät järjestelmästä onko palautteeseen reagoitu. Palautteiden informaatioisisältöä voitaisiin kuitenkin hyödyntää muutenkin kuin urakoitsijan työnohjauksessa.

Keinoälyä voitaisiin hyödyntää esimerkiksi vähemmän kiireellisten TUR-ilmoitusten analysoimiseen niiden tehokkaamman hyödyntämisen varmistamiseksi. Keinoäly voisi tunnistaa TUR-ilmoituksista eri tekijöiden, kuten vuodenajan tai säätilan ja yhteydenottojen välisiä suhteita, ja ennustaa paljon TUR-yhteydenottoja generoivien tilanteiden syntyä sekä liikennetilanteen kehittymistä. Esimerkiksi tilanteessa, jossa raskas ajoneuvo on jumittunut mäkeen, voitaisiin ilmoitusten määrä verrata ilmoitustiheyteen sekä liikennemäärätietoihin ja ennustaa sen perusteella, miten liikennetilanne kehittyy suhteessa ilmoitukseen reagointiaikaan. Urakoitsijalle syntyisi painetta reagoida tilanteeseen nopeammin, jos järjestelmä ennustaisi liikenteen ruuhkautuvan tai onnettomuusriskin kasvavan merkittävästi. Historiatietoa yhteydenotoista voitaisiin puolestaan hyödyntää tulevien yhteydenottojen määrän ja laadun ennustamisessa esimerkiksi säähistorian, vuodenajan tai yleisötapahutumien avulla, minkä perusteella voitaisiin esimerkiksi optimoida asiakaspalvelun kapasiteettia päiväkohtaisesti, ja saavuttaa siten kustannussäästöjä. Tilaaja voisi myös halutessaan huomioida ennustetut tilanteet esimerkiksi urakoiden laatuvaatimuksissa ja velvoittaa siten urakoitsijoita reagoimaan. Urakoitsijat puolestaan pystyisivät hyödyntämään yhteydenotoista tehtyjä ennusteita huomioimalla ennustetut tilanteet työsuunnittelussa jo etukäteen. Tilanteisiin varautuminen mahdollistaisi nopeamman reagoinnin, vaikka tilanteita ei aina pystyttäkään ennaltaehkäisemään. Näin ollen palautteiden kokonaisuuttakaan saatettaisiin pystyä vähentämään, mikä puolestaan näkyy asiakaspalvelun ja liikennekeskuksen työssä.

Keinoälyn voisi myös opettaa tunnistamaan tilanteita, joissa urakoitsija on kuitannut, ettei toimenpiteelle ole tarvetta, mutta onnettomuustietoihin, muihin yhteydenottoihin sekä laatuvaatimuksiin verraten tilanteeseen olisi ollut syytä reagoida. Tällöin TUR-ilmoituksia voitaisiin hyödyntää sellaisten alueiden tunnistamiseen, joissa toiminnassa on kehittämistarpeita. Keinoälyn hyödyntäminen TUR-ilmoitusten analysoinnissa tukisi Liikenneviraston strategisia päämääriä asiakkaiden kuuntelemisesta ja tulevaisuuden tarpeiden ennustamisesta yhdessä sekä toiminnan tehostamisesta ja uudistamisesta isojen tietomäärien hallinnan ja analytiikan avulla. Kuten strategisissa päämäärissäkkin on haluttu, liikkujat toimisivat liikenne- ja olosuhdetiedon tuottajana.

Ratkaisu muuttaa urakoitsijoiden strategiaa ja operaatioita, joten se olisi heidän näkökulmastaan disruptiivinen innovaatio. Tilaajalla olisi järjestelmän myötä parempi näkyvyys kiireettömien yhteydenottojen syihin ja urakoitsijan toimintaan niiden suhteen. Laatuvaastuuperusteinen urakkamalli antaa urakoitsijoille vapaat kädet toteuttaa väylänpitoa operatiivisella tasolla siten, että toiminta on heille mahdollisimman kannattavaa. Järjestelmän myötä operatiivinen vapaus muuttuisi, sillä toiminta olisi tilaajalle läpinäkyvämpää. Näin ollen strategia, jolla urakoitsija varmistaa toiminnan kannattavuuden saattaisi muuttua radikaalistikin. Liikenneviraston näkökulmasta innovaatio on inkrementaalinen, sillä se tehostaa toimintaa ja tuo kustannussäästöjä, mutta ei muuta Liikenneviraston strategiaa tai tarkoitusta. Innovaatio tukisi Liikenneviraston tehtävää edistää väylänpidon tuottavuuden parantamista sekä strategisia päämääriä toiminnan tehostamisesta datan avulla ja infran ylläpitämisestä taloudellisesti ja tehokkaasti. Sen operaatiot muuttuisivat siltä osin, että tilaajalla olisi työkalu todentaa tilattua laatua ja huomioida kehittämistä vaativia toimintoja laatuvaatimuksissa ja ohjeissa.

Taulukko 11 Käyttötapausten 7 vaikutus organisaatioon

Muuttaako operaatioita?	Kyllä
Muuttaako strategiaa?	Ei
Muuttaako tarkoitusta?	Ei
Minkälainen innovaatio?	Inkrementaalinen

4.8 Muut tutkimuksessa esiin nousseet hyödyntämiskohteet

Haastatteluista nousi myös lukuisia muita käyttötappauksia edellä esiteltyjen lisäksi. Tähän kappaleeseen on kerätty käyttötappauksia, jotka eivät suoraan liity väylänpitoon, mutta joissa keinoälyn hyödyntämismahdollisuudet nähtiin merkittävinä sekä käyttötappauksia, joiden nähtiin vielä vaativat melko paljon lisäselvityksiä ennen kuin ne ovat

toteuttamiskelpoisia. Käyttötapauksia on kuvattu hyvin lyhyesti ja niiden perusteellisempi tarkastelu on yksi työn jatkotutkimusehdotuksista.

Liikenteen kysynnän ennustaminen

Keinoälyn hyödyntäminen liikenteen kysynnän ennustamisessa nousi omaksi käyttötapaukseksi muutaman haastattelun, sekä CGI Suomi Oy:n keinoälyasiantuntijoiden kanssa pidetyssä työpajassa. Keinoälyn hyödyntämistä liikenteen kysynnän ennustamisessa oli ehdotettu esiteltyjen seitsemän käyttötapauksen sisällä, mutta se haluttiin nostaa omaksi käyttötapaukseksi, sillä siitä nähtiin olevan paljon hyötyä myös sellaisenaan, eikä ainoastaan esimerkiksi ylläpidon ohjelmoinnin tukena.

Liikenteen kysyntää ja sen muutoksia voidaan tällä hetkellä ennustaa perustuen esimerkiksi liikennemäärien ja -tyyppien historiatietoon sekä eri asiantuntijoille esimerkiksi alueen elinkeinoelämän muutoksista kertyneen tiedon perusteella. Liikenteen kysynnän ennustamiseen ei kuitenkaan ole tällä hetkellä omaa työkalua. Koska keinoäly sopii suurien heterogeenisten datamassojen käsittelyyn, voisi sitä hyödyntää tällaisen työkalun luomisessa. Keinoäly pystyisi etsimään toistuvia kaavoja eri data-aineistoista, kuten alueiden demograafiset ennusteet (tulomuutto, lähtömuutto, ikärakenne, tulorakenne yms.) ja luomaan ennusteita kunkin tekijän kehityksestä. Näitä tekijöitä voitaisiin lisäksi verrata liikennemääristä ja liikennetyypistä kerättyyn historia tietoon, jotta liikenteen kysynnän muutosten ja näiden tekijöiden välinen yhteys, eli kaava, jolla ne vaikuttavat toisiinsa, löytyy. Tässä voidaan hyödyntää keinoälyn kykyä tunnistaa kaavoja sille annetusta data-aineistosta. Keinoäly pystyisi sitten ennustamaan liikenteen kysynnän muutoksia alueellisesti siten, että ennusteissa pystytään ottamaan huomioon nykyistä enemmän liikenteen kysyntään vaikuttavia tekijöitä.

Tietoa voitaisiin hyödyntää muun muassa investointihankkeiden suunnittelussa ja priorisoinnissa, ylläpidon ohjelmoinnissa sekä rahoituksen ohjaamisessa. Käyttötapauksiksi liikenneviraston lakisäätöistä tehtävää parantaa väylänpidon tuottavuutta, sillä sen tuottamaa tietoa voitaisiin käyttää perusteena ohjata rahoitusta alueille, jossa liikenteen kysynnän oletetaan kasvavan ja siten tieverkon kunnon heikentyvän nopeammin. Innovaatio on inkrementaalinen, sillä se parantaa suorituskykyä ja kustannustehokkuutta, mutta ei vaikuta strategiaan tai tarkoitukseen.

Oppiva asiakaspalvelujärjestelmä

Liikenteen asiakaspalvelussa asiakaspalvelijat saattavat hyödyntää useita eri tietojärjestelmiä vastatessaan tien käyttäjän yhteydenottoon. Haastattelujen mukaan uudessa järjestelmässä asiakaspalvelun työntekijän työtä olisi tarkoitus helpottaa tuomalla järjestelmiä helpommin saataville niin kutsuttuun työpöytänäkömääseen. Työtä voitaisiin helpottaa entisestään tuomalla järjestelmään mukaan koneoppimista siten, että järjestelmä oppisi ennustamaan asiakaspalvelijan tarpeita esimerkiksi usein toistuvien

hakujen perusteella. Järjestelmä voisi siten ennustaa asiakaspalvelijan toimenpiteitä ja oikaista tiettyjä hakuja tai valintoja ja sujuvoittaa siten asiakaspalvelijan toimintaa. Oikaisun ollessa virheellinen, korjaantuu keinoälyalgoritmi sen mukaisesti, mitkä haut tai valinnat asiakaspalvelija on tehnyt. Tien käyttäjälle tämä näkyisi parantuneena asiakaskokemuksena, sillä esimerkiksi asiakaspalvelijan suorittamista hauista johtuvat hiljaiset hetket puheluissa lyhenisivät.

Älykäs lupahakemus

Pirkanmaan ELY-keskuksen ylläpitämä asiakaspalvelu huolehtii myös lupa-asioihin liittyvästä neuvonnasta kuten kyselyistä lupahakemuksen etenemisestä tai lupahakemukseen tarvittavista liitteistä. Lupia haetaan sähköisellä lomakkeella tai paperilla lupapalvelussa. Haastattelujen mukaan osa lupahakemuksista on ohjeiden mukaisesti täytettyjä, mutta osa hyvinkin puutteellisia ja siten asiakaspalvelulle työläitä käsitellä. Haettavasta luvasta riippuen lupahakemuksen liitteenä saatetaan pyytää erilaisia lähtöaineistoja, kuten lausuntoja museovirastosta tai kunnilta sekä ympäristölupia. Sähköisen lomakkeen täytössä voisi hyödyntää tekstin ja kuvan tunnistusta siten, että lomake tunnistaisi puutteelliset vastaukset tai liitteet ja ohjeistaisi käyttäjää reaaliaikaisesti hakemuksen täytössä. Näin lupia käsittelevät asiantuntijat joutuisivat käsittelemään vähemmän puutteellisia hakemuksia, mikä puolestaan tehostaisi lupien käsittelyprosessia. Lupaprosessissa voitaisiin myös hyödyntää enemmän erilaisia rekisteritietoja, kuten väyläomaisuuden ominaisuustiedot. Keinoäly voisi hyödyntää kuvan- ja tekstintunnistusta lupahakemuksen analysointiin ja verrata sitä rekisteritietoon. Lomake pystyisi siten kertomaan hakijalle reaaliaikaisesti esimerkiksi onko kaapelia sallittua vetää hakijan suunnitteleamalla tavalla.

Kaapelin sijainnin tunnistaminen kuvantunnistuksen avulla

Tien hoidon alueurakoiden laatuvaastuuperiaatteeseen kuuluu myös ajantasainen kokonaisnäkemys kolmansien osapuolien toiminnasta urakka-alueella (ELY 2017). Tämä tarkoittaa käytännössä esimerkiksi kaapelien kaivamiseen liittyviä alku- ja loppukatselmointeja lupaehtojen täyttymisen varmistamiseksi sekä tarvittavasta liikenteenohjauksesta huolehtimisen varmistamista. Haastattelujen mukaan juuri kaapeliluvat ovat erityisen ongelmallisia, sillä noin puolet kaapeleista kaivetaan lupaehtojen vastaisesti. Lupaehtojen vastaisesti kaivetut kaapelit ovat ongelma, kun alueella tehdään esimerkiksi väylänpidollisia töitä, sillä vahingossa katkaistut kaapelit aiheuttavat vaaratilanteita urakoitsijoille sekä korvausvaatimuksia Liikennevirastolle. Haastattelujen mukaan Liikennevirastolla ei ole muita tietoja kaapelien sijainneista, kuin lupaehdot. Lupaehtoissa voidaan kuitenkin vaatia alueurakoitsijan tekemiä alku-, väli- ja loppukatselmointeja. Yksi keino saada tietoa kaapelien sijainneista olisi velvoittaa alueurakoitsija kuvaamaan kaapelityömaan katselmointien yhteydessä ja tunnistaa kuvantunnistuksen avulla kaapeleiden tarkkaa sijaintia ja erityisesti lupaehtojen vastaisesti vedettyjä kaapeleita. Kaapelien sijaintitiedon keräämisestä ja hyödyntämisestä

ongelmallista tekevät jo sijoitetut kaapelit, joiden todellisesta sijainnista ei ole mahdollista saada tietoa. Näin ollen väärin sijoitettujen kaapelien aiheuttama haaste säilyy, vaikka uusien kaapelien sijaintitiedon keräämisessä hyödynnettäisiinkin esimerkiksi kuvantunnistusta.

Datan automaattinen luokittelu

Liikennevirasto edistää valtiovarainministeriön avoimen datan ohjelmaa, jonka tarkoituksena on avata julkishallinnon tietovarannot avoimeen julkiseen käyttöön muun muassa sovelluskehityksen innovaatioiden materiaaliksi. Haastattelujen mukaan toiveena olisi, että kotimainen ohjelmistoteollisuus hyödyntäisi ja hyötyisi avatusta datasta, ja syntyisi innovaatioita, joita voitaisiin viedä Suomesta maailmalle. Haastattelujen mukaan Liikennevirasto ei itse hyödynnä juurikaan avointa dataa, vaan sen muualta tulevan datan saaminen perustuu viranomaisen oikeuteen saada jotakin dataa, viranomaisten välisiin sopimuksiin tai datan ostamiseen markkinoilta. Liikennevirasto on kerännyt erilaista dataa jo vuosien ajan, mutta haasteena datan avaamisessa on haastattelujen mukaan kuitenkin se, ettei datan avaamista ole otettu huomioon, kun kerääminen on aloitettu. Näin ollen dataa ei ole luokiteltu julkiseksi tai salassa pidettäväksi tiedoiksi ja luokittelua joudutaan nyt tekemään manuaalisesti. Lisäksi Liikennevirasto joutuu huomioimaan datan avaamisessa esimerkiksi urakoitsijoiden tuottaman datan mahdolliset kilpailuetekijät, sillä tietyn datan julkaiseminen saattaa vahingoittaa urakoitsijan kilpailuetua. Liikennevirasto onkin laatinut tietoaineistojen luokittelupäätöksiä esimerkiksi talvimerenkululle. Luokittelupäätöksistä voitaisiin koostaa keinoälylle oppimisaineisto, jonka perusteella keinoäly voisi päätellä minkälainen data on julkista ja mikä ei. Liikenneviraston asiantuntijat voisivat käydä läpi keinoälyn tekemää luokittelua ja korjata sitä tarpeen vaatiessa. Asiantuntijan korjaukset muokkaisivat myös keinoälyalgoritmia ja siten keinoälyn tekemiä muita luokituksia.

Keinoäly NordicWay-häiriöviestipalvelussa

NordicWay oli Suomessa, Norjassa, Ruotsissa ja Tanskassa toteutettu pilottiprojekti, jossa testattiin häiriöviestien, kuten onnettomuudet tai tiellä olevat esteet, välittämistä ajoneuvolta toiselle hyödyntäen mobiiliverkkoa sekä NordicWay Interchange node –alustaa. NordicWay Interchange node mahdollistaa kansallisten liikennekeskusten, ajoenuvovalmistajien, ja palveluntarjoajien välisen informaation jakamisen tietoturvallisesti pienellä viiveajalla. (Liikennevirasto 2018d) Tulevaisuudessa NordicWay Interchange node-alustaa voitaisiin hyödyntää myös väylänpitoon liittyvien häiriöviestien jakamisessa lähettämällä esimerkiksi Harja-järjestelmästä tietoja liikennettä haittaavista kunnossapitotoimenpiteistä. Keinoäly voisi ennustaa toimenpiteen haittaavuuden, keskimääräisen keston, aloitusajan, liikennemäärätietojen ja säätietojen perusteella, ja päätellä siten, milloin häiriöviesti on syytä lähettää, jotta kuljettaja todennäköisimmin reagoi ilmoitukseen (esim. tarpeeksi aikaisin, jotta kuljettaja ehtii reagoida, mutta ei liian aikaisin, jotta kuljettaja ei unohda ilmoitusta). Keinoäly voisi

myös analysoida järjestelmään saapuvia häiriöviestejä ja tehdä niiden perusteella ennusteita kunnossapitoon liittyvistä tarpeista.

4.9 Haasteita keinoälyn hyödyntämisessä

Haastatteluissa kävi ilmi, että Liikennevirastossa on ollut jonkin verran haasteita herättää toiminnoista vastaavissa yksiköissä kiinnostusta kerätyn datan jatkojalostamista kohtaan. Syyksi epäiltiin, etteivät kiireiset ihmiset ehdi tekemään kaikkea ja käyttötapausten ideoinnin kaltaiset kiireettömämmät tehtävät jäävät helposti odottamaan parempaa päivää. Lisäksi analytiikasta, robotiikasta ja keinoälystä puhuminen on Liikennevirastossa aloitettu vastikään. Näin ollen toimintojen parissa työskentelevät asiantuntijat eivät välttämättä ole tietoisia, että olemassa olevien sopimusten puitteissa olisi mahdollista saada edistyneempääkin datan jatkojalostamista.

Eräiden haastateltavien mukaan kokonaiskuva tiestön kunnosta, esimerkiksi voimassaolevana maatutkamittauksena, hyödynnettävässä muodossa kuten huonokuntoiset alueet näyttävänä karttana puuttuu. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että datan keräämisen puute on yksi keinoälyn haasteista Liikennevirastossa. Aiemmin on haluttu urakoitsijoilta ja konsulteilta suoraan hyödynnettävässä muodossa olevaa tietoa, kuten tiettyjä tunnuslukuja, eikä tunnuslukujen taustalla ollutta niin kutsuttua raakadataa, eli suoraan mittauksista saatua käsittelemätöntä dataa. Ristiriitaisia näkemyksiä haastattelussa aiheutti kysymys datan keräämisen haasteista. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että mikään ei estä Liikennevirastoa keräämästä dataa ja olemassa olevilla työkaluilla pystytään jo ratkaisemaan ongelmia. Osa oli sitä mieltä, että datan keräämisen sekä tällä hetkellä toimittajilla olevan raakadatan hyödyntämisen esteenä on sopivan varastointimenetelmän puuttuminen.

Datan keräämiseen liittyväksi haasteeksi tunnistettiin myös datan kerääminen suoraan tienkäyttäjiltä ja erityisesti yksityisyydensuojan tuomat haasteet sekä datan joukkoistetun datantuottamisen liiketoimintamalli. Joukkoistetulla datan tuottamisella tarkoitetaan tilannetta, jossa ammattiautoilijat kuten taksit tai yksityisautoilijat tuottaisivat esimerkiksi kuva- tai videodataa tieverkosta Liikenneviraston käyttöön. Uudemmat ajoneuvot tuottavatkin jatkuvasti dataa, mutta usein datan kerää ajoneuvon valmistaja, eikä ajoneuvon omistajalla ole lainkaan mahdollisuutta päättää kuka hänen ajoneuvonsa tuottamaa dataa hyödyntää ja miten. Ajoneuvonvalmistajat sekä muut dataa toiminnassaan tuottavat tahot saattavat olla haluttomia jakamaan dataa ainakaan ilmaiseksi, sillä yritykset saavat tuotetusta datasta kilpailuetua sekä toisaalta liiketoimintaa myymällä sitä. Liikennevirastolla ei kuitenkaan ole mahdollisuutta ostaa kaikkien toimittajien tuottamaa dataa, eikä toisaalta vain esimerkiksi tiettyjen autonvalmistajien tuottama data ole tarpeeksi kattavaa. Yksityiset ihmiset ovat haastattelujen mukaan yrityksiä halukkaampia jakamaan tuottamaansa dataa. Kuitenkin kattavan datan keräämiseksi yksityisiä ihmisiäkin pitäisi pystyä kannustamaan tai velvoittamaan tuottamaan dataa. Ongelman ydin on oikean liiketoimintamallin

löytäminen, sillä esimerkiksi yksityisyydensuojan tuomat haasteet pystyttäisiin varmasti ratkaisemaan anonymisoidulla kerätty data.

Erääksi haasteeksi keinoälylle koettiin myös datan varastoinnin ja tuottamisen hajautuminen eri järjestelmiin, toimijoille ja projektiportaaleihin. Haastattelun mukaan Liikennevirastolla on käytössään yli 450 tietojärjestelmää. Liikennevirasto on sen vastuualueita aiemmin hoitaneiden virastojen yhdistelmä. Jokaisella toimijalla oli omat, niiden tarpeisiin räätälöidyt järjestelmät, ja Liikenneviraston järjestelmävalikoima on osittain näiden toimijoiden perintöä. Näin ollen järjestelmissä oleva data ei myöskään ole suoraan yhteensopivaa ja siten yhdisteltävissä esimerkiksi analytiikan käyttöön. Toisaalta järjestelmiä on rakennettu jossain määrin kapeisiin tarkoituksiin ja varastoimaan aiemmin käyttökelpoiseksi katsottua dataa, kuten tunnuslukuja ja keskiarvoa. Niin kutsuttu raaka-data, eli esimerkiksi toimittajien mittauksen tuottama alkuperäinen data on jäänyt toimittajille. Osassa haastatteluista nähtiin kuitenkin, ettei datan hajautuminen ole ongelma, mikäli on olemassa keino löytää data ja päästä siihen kiinni. Haastattelujen mukaan rajapinnan hallinnassa on tällä hetkellä vielä kehitettävää, mutta esimerkiksi rajapintakatalogin luominen voisi olla keino löytää kaikki saatavilla oleva data. Saatavilla oleva data saattaa kuitenkin haastattelujen mukaan olla koneluettavan datan lisäksi ihmisen ymmärrettäväksi tarkoitettua tietoa, kuten vapaaseen tekstikenttään syötettyä tekstiä. Joissain tapauksissa oleellinen tieto on juuri vapaana tekstinä, mikä saattaa osaltaan olla haaste datan hyödyntämisessä keinoälyn syötteenä. Toisaalta luonnollisen kielen prosessointi, eli tässä tapauksessa tekstintunnistus, on työkalu, jolla kone tulkitsee ihmisen luonnollista kieltä, kuten vapaaseen tekstikenttään syötetty teksti.

Merkittäväksi haasteeksi haastatteluissa koettiin myös organisaation toimintamallien ja prosessien muuttaminen. MIT Sloan Management Review'n ja IBM Institute for Business tekemässä tutkimuksessa (LaValle et al. 2011) todettiin, että suurimmat esteet analytiikan adoptioimiselle tutkituissa organisaatioissa olivat juuri hallinnollisia ja kulttuurillisia datan ja teknologian sijaan. Tutkimuksen mukaan suurin syy olla hyödyntämättä analytiikkaa on ymmärryksen puute. Osassa haastatteluista haasteeksi koettiin se, ettei taloon saada kerrytettyä osaamista esimerkiksi rekrytointien avulla vaan osaaminen on täytynyt hankkia ulkopuolelta konsultointityönä. Näin ollen Liikennevirastossa työskentelee useita henkilöitä projektipäällikön roolissa, kun itse tekeminen ostetaan ulkopuolisilta toimijoilta. Liikenneviraston rooli on näin ollen nimenomaan hankintaosaaja. Kuitenkin myös ostamiseen tarvitaan osaamista, ja esimerkiksi keinoälyä hyödyntävien järjestelmien hankinta vaatii tilaajalta tiettyä substanssiosaamista, jotta tilattu ratkaisu vastaa oikeisiin ongelmiin.

Toimintamallien muuttaminen nähtiin hitaana ja vaikeana esimerkiksi pitkien sopimusten vuoksi. Pilotit, joissa kokeillaan uusia toimintamalleja ja teknologioita, nähtiin hyvänä keinona testata korkealentoisempakin ideoita. Haastateltaville ei kuitenkaan ollut selvää, miten piloteista saadut hyvät tulokset saataisiin laajennettua alueellisesta kokeilusta koko valtakunnan laajuisiksi toimintamalliksi. Keinoälyä hyödyntävien työkalujen ei

kuitenkaan nähty herättävän suurta muutosvastarintaa, mikäli työkalut vain toimivat odotetusti.

4.10 Pilottikokeilut

Liikennevirasto on toteuttanut digitalisaatiohankkeensa puitteissa lukuisia pieniä pilottikokeiluja, joissa on testattu muun muassa erilaisia datan keruumenetelmiä. Kokeilut ovat kuitenkin koskeneet melko tarkasti rajattua teknologiaa ja käyttötarkoitusta, esimerkiksi päällystevaurioiden kartoittaminen liikkuvan laserkeilauksen avulla. Taulukkoon 12 on kerätty yhteenveto sellaisista piloteista, joiden loppuraportit olivat saatavilla työn kirjoitushetkellä. Taulukkoon on myös kirjattu missä edellä esitellyistä käyttötapauksista pilotissa kokeiltua datankeräämismenetelmää voitaisiin hyödyntää.

Taulukko 12 Yhteenveto Liikenneviraston avoimen haun pilottiprojekteista. (Kuvaukset ja raportit Liikennevirasto 2018b)

Pilotti	Kuvaus	Mitä voitaisiin hyödyntää?	Missä voitaisiin hyödyntää?
Tietoa mallipohjaisella tiivistämismenetelmällä	Testataan jyrästä saatavan tiivistiedon tallentamista, visualisointia ja hyödyntämistä osana tietomalliaineistoa.	Mallipohjaisen tiivistämistyön tuottama data (rakenteen tiiviys ja kantavuus)	Käyttötapaukset 1, 2, 4, 5
Tiesään ennustaminen Google StreetView – kuvien avulla	Testataan aidon tielle näkyvän horisontin avulla laadittua tiesäämallia.	Paikallisia tiesääpoikkeamia ennustava tiesäämalli	Käyttötapaukset 1, 2, 5
Asfalttipäällystetyömaan automaattinen työmaanseuranta	Testataan työmaaseurantaa (päällysteen leveys, pituus sekä lämpötila ja massakuljetukset) antureiden avulla.	Toteumadatan (Automaattinen pituus ja leveysmittaus, lämpötiladata) tuottaminen automaattisesti	Käyttötapaukset 1, 2, 4, 5
Tilannekuva sekä automatisoitu tiedontuotanto metsäsektorin kuljetuksista	Testataan tiedon tuottamista puukuljetusautoihin asennettavan älypuhelimien avulla.	Matkapuhelimen hyödyntäminen joukkoistetussa tiedontuotannossa (anturidata, video, kuvat)	Käyttötapaukset 1, 2, 4, 5, 7

Tiealueen monitorointi	Testataan RDSV-mittausauton laserkeilausta tiedontuotannossa tien välittömästä ympäristöstä.	RDMC-laserkeilauslaitteiston tuottama data tien välittömän ympäristön mallintamisessa	Käyttötapaukset 1, 2, 5
Laserkeilauksen hyödyntäminen päällystevaurioiden tunnistamiseen	Testataan laserkeilauksen hyödyntämistä päällyste- ja soratievaurioiden tunnistamiseen mittauksissa tuotettavan pistepilviaineiston avulla.	Laserkeilaus (Riegl VUX-1HA) kuntotiedon tuottamisessa.	Käyttötapaukset 1, 2, 4, 5
Puutavaraliikenteen tienkäyttötiedot	Testataan anonyymin puutavarakuljetusten reittitiedon hyödyntämistä tien ylläpidon kohdentamisessa.	Puutavaraliikennedata tieverkon kuormituksen arvioinnissa → vastaava data muustakin raskaasta liikenteestä	Käyttötapaukset 1, 2, 4, 5
360 –kuva-aineiston tuottaminen ja hyödyntäminen	Testataan työkoneeseen/autoon asennettavan paikkatietoon sidotun 360 -kameralaitteiston hyödyntämistä mm. työn seurannassa.	Joukkoistetusti tuotettu (urakoitsijat, logistiikkayritykset ym.) 360-kuvat ja -video	Käyttötapaukset 1, 2, 4, 5, 7

Kaikkia taulukossa 12 listattuja datankeruumenetelmiä voitaisiin hyödyntää tiestön normaalitilan mallintamisessa. Tiestön keinoälyavusteisen mallintamisen (käyttötapaus 1) ajatuksena on hyödyntää kaikki mahdollinen tiestöstä saatava data, sekä tarkat mittaukset, että epätarkempi data kuten puhelimella otetut kuvat. Keinoäly sopii suuren heterogeenisen datamassan käsittelyyn ja pystyy löytämään datasta esimerkiksi toistuvia kaavoja, joita voidaan hyödyntää tien kunnan analysoimisessa. Kaikkia menetelmiä voidaan hyödyntää myös päällysteiden keinoälyavusteisessa ylläpidon ohjelmoinnissa (2), strategisessa ohjauksessa (4) ja toimenpidetarpeen ennustamisessa, sillä jokaisesta menetelmästä saatua dataa voidaan hyödyntää päällysteen kunnan kehittymisen ennustamisessa. Käyttötapauksista väylänpidon asiakirjojen läpikäymisessä (3) keinoälyn syötteenä ovat asiakirjat ja palvelunohjauksessa (6) puolestaan asiakaspalautteet, eivätkä ne tarvitse muita datalähteitä toimiakseen ehdotetulla tavalla. Myös asiakasdatan analysoinnin käyttötapaus (7) lähtödatana on pääasiassa asiakkaiden yhteydenotoista saatu data, mutta kuvadataa, kuten puhelimilla

joukkoistetusti tuotettuja kuvia ja 360-kuvia, voidaan käyttää informaation validointiin silloin kun yhteydenoton mukana ei ole kuvaa, mutta muualta saaduista kuvista kuvantunnistuksella havaitaan asiakkaan ilmoitusta vastaava poikkeama.

Haastattelujen mukaan useissa pilottikokeiluissa tulokseksi saadaan, ettei testattu teknologia toimi Liikenneviraston tutkimaan tarkoitukseen. Tämäkin voidaan kuitenkin nähdä pilottikokeilulle hyvänä tuloksena, sillä niissä ei haastattelujen mukaan aina tavoitella tuotantokäyttöä vaan ennemminkin kartoitetaan käyttökelpoisia teknologioita. Haastatelluille ei kuitenkaan ollut selkeää, miten piloteista saatuja hyviä tuloksia voidaan hyödyntää koko maan laajuisesti. Adnerin (2012) mukaan pilottikokeilujen skaalaaminen ekosysteemissä on haastavaa, sillä se lisää yhteisinnovaatio- ja adoptioketjuriskejä. Toisistaan riippuvaisia kumppaneita voi olla vaikea saada sitoutumaan samanaikaisesti kokeilun laajempaan levitykseen. Perinteisten tuotepilottien skaalaaminen on vain tuotantovolyymiin investoimista, mutta ekosysteemien maailmassa tilanne ei ole yhtä yksinkertainen. (Adner 2012, s.202) Väylänpidossa kyse on nimenomaan ekosysteemissä ilmenevästä innovaatiosta, jolloin yhteisinnovaatio- ja adoptioketjuriskit on otettava huomioon.

Yksi pilottien haaste on haastattelujen mukaan niiden edustavuus. Pilotteja tehdään toimintaympäristöön nähden kapeilla käyttötapauksilla, eivätkä niiden tulokset näin ollen ole suoraan hyödynnettävissä koko toimintaympäristön laajuudessa. Esimerkiksi vilkasliikenteisen tien kulumista ennustava malli ei välttämättä toimi vähempiliikenteisillä teillä. Haastatellut keinoälyasiantuntijat puolestaan korostivat, että pilotin tulee edustaa liiketoiminnan ydinprosesseja. Kokeilut eivät saa olla niin yksinkertaisia, eivätkä sellaisella liiketoiminnan alueella, ettei niiden tuloksilla ole käytännössä merkitystä. Kokeilut eivät toisaalta saa olla myöskään liian monimutkaisia, jotta niiden laajentaminen osaksi toimintaa on realistisesti mahdollista.

Useissa haastatteluissa parhaaksi tavaksi tuoda keinoälyteknologiaa Liikenneviraston organisaatioon nimettiin kuitenkin pienten kokeilujen ja demojen tekeminen. Haastattelujen mukaan toimiviksi ja hyödyllisiksi koetut demot voisivat rohkaista organisaation jäseniä ideoimaan kokeilulle laajennuksia pohjautuen työssä kohdattuihin ongelmiin. Näin päästään käsiksi organisaation ydinprosesseihin ja niiden tehostamiseen keinoälyn avulla. Haasteelliseksi koettiin uusien datalähteiden vaatima määrittely työ. Jokaiselle uudelle tiedolle tulee määrittellä mittaristo, jota vasten dataa verrataan. Esimerkiksi palvelutasomittauksien tuottamille hyödyntämättömille arvoille tulisi kehittää rajat, joiden puitteissa tie on hyväksyttävässä kunnossa, jotta niitä voitaisiin hyödyntää tien kunnan analysoimisessa. Keinoälyalgoritmeja voidaan kuitenkin opettaa löytämään datasta kaavoja ja malleja opetusaineiston avulla ja vähentää siten tarvittavan määrittelytyön määrää.

4.11 Keinoälyn jalkauttaminen Liikennevirastossa

Haastateltujen keinoälyasiantuntijoiden mukaan usein paras ajankohta tuoda keinoälyä organisaatioon on järjestelmäuudistuksien yhteydessä. Ajankohta on siis Liikennevirastolle otollinen, sillä organisaatiossa on meneillään useita erikokoisia järjestelmäuudistuksia, kuten uuden tiestötietojärjestelmän hankinta sekä sähköisen asiakaspalautekanavan hankinta. Haastateltujen keinoälyasiantuntijoiden mukaan yksi Liikenneviraston haasteista on keinoälyn käyttöönoton alkutaipaleelta eksponentiaalisen kasvun vaiheeseen pääseminen. Heidän mukaansa kasvuun pääsemisen kannalta on tärkeää valita merkityksellisiä kokeiluja sekä uskaltaa jatkaa eteenpäin mahdollisista vastoinkäymisistä huolimatta.

LaVallen et al. (2011) mukaan analytiikan adoptoimisessa tulisi huomioida viisi seikkaa. Ensimmäisenä tarvitaan selkeä strateginen suunta ja liiketoiminnallinen tavoite, johon analytiikalla halutaan päästä. Keinoäly on liiketoiminnan tukena käytettävänä työkaluna lähellä analytiikkaa, joten samoja ajatuksia voidaan soveltaa myös keinoälyn adoptoimiseen. Toisena LaValle et al. (2011) kehottaa aloittamaan analytiikan määrittelemällä näkemykset ja kysymykset, joiden avulla liiketoiminnalliseen tavoitteeseen päästään. Vasta tämän jälkeen on syytä pohtia mitä dataa kysymyksiin vastaamiseen tarvitaan. Tämän jälkeen uusia teknologioita, kuten analytiikka ja keinoäly, voidaan hyödyntää informaation liiketoimintaprosessiin sulauttamiseen, ja tehdä siten strateginen suunta ja liiketoiminnallinen tavoite ymmärrettävämmiksi ja toteuttamiskelpoisemmiksi. Vanhoja työkaluja tulisi kuitenkin edelleen käyttää uusien metodien rinnalla. Lopuksi analytiikkaa adoptoivan organisaation tulisi luoda informaatioagenda, eli tunnistaa perustavanlaatuiset informaatiokäytännöt ja työkalut, kohdistaa ne siten, että ne ovat linjassa tieto-osaston ja liiketoiminnan tavoitteiden kanssa sekä suunnitella taloudellisesti perustellut tiekartat niiden käyttöönottamiseksi. (LaValle et al. 2011)

Keinoäly luo siis vaatimuksia sekä organisaatiolle ja sen prosesseille, että hyödynnettävälle datalle. Haastatellut keinoälyasiantuntijat korostivat johdon tuen merkitystä, sekä oikean business casen löytämistä keinoälyä käyttöönotettaessa. Johdon tuki on haastattelujen mukaan olennainen tekijä keinoälyä adoptoitaessa. Johdon tuki nousee erityisen tärkeäksi, kun keinoälyn hyödyntäminen halutaan laajentaa pienistä kokeiluista isompaan tekemiseen, Liikenneviraston tapauksessa esimerkiksi koko maan laajuisin ydinprosesseihin. Johdon tuki toimii teknologian sisäisenä sponsorina eli luo myönteistä mielikuvaa teknologiasta ja edesauttaa sen leviämistä organisaatiossa. Sisäisen sponsorin tulee haastattelujen mukaan ymmärtää keinoälyn tuomat mahdollisuudet ja niiden merkitys organisaatiossa sekä keinot edistää teknologiaa organisaatiossa. LaValle et al. (2011) kehottaa aloittamaan keinoälyn käyttöönoton strategisen suunnan ja liiketoiminnallisen tavoitteen määrittelystä. Myös näiden tulee olla lähtöisin organisaation johdolta, jotta käyttöönottoprojektilla on käytössä riittävät resurssit sen onnistumiseen. Tämä Liikennevirastossa johdon tuki näkyy esimerkiksi

siten, että johto on osallistunut aktiivisesti tämän tutkimuksen ohjaamiseen sekä haastatteluihin.

Bell (2014, s. 18) mukaan koneoppimista hyödyntävät projektit alkavat tutkimista vaativan kysymyksen esittämisestä. Näin ollen ei riitä, että kerätään suuri määrä dataa tietystä ongelmasta, vaan on määriteltävä mitkä ovat ne kysymykset, joihin halutaan vastaus. (Bell 2014, s.18) Myös LaValle et al. (2011) mukaan liiketoiminnallisen tavoitteen ja strategisen suunnan määrittämisen jälkeen keinoälyn käyttöönotossa tulisi määritellä kysymykset ja näkemykset, joiden avulla tavoite voidaan saavuttaa. Haastatellut keinoälyasiantuntijat olivat kirjallisuuden kanssa samoilla linjoilla siitä, että keinoälyn käyttöönotto alkaa oikean liiketoiminnan ongelman tunnistamisella. Kysymyksien ja ongelmien tunnistamisen kautta voidaan löytää oikeat käyttötapaukset, joihin erilaisia keinoälyteknologioita voidaan soveltaa. Liikenneviraston tapauksessa liiketoiminnan haasteita selvitettiin tutkimuksessa suoritettujen haastattelujen avulla.

Liiketoiminnan ongelmien ja oikeiden kysymyksien tunnistamisen jälkeen voidaan ideoida erilaisia käyttötapauksia sille, miten keinoäly voisi ratkaista näitä kysymyksiä. LaValle et al. (2011) kutsuu tätä vaihetta keinoälyn sulauttamiseksi osaksi liiketoimintaprosesseja. Käyttötapauksia ideoitaessa vain mielikuviutus on rajana, oleellisempaa on valita toteutukseen oikeat käyttötapaukset. Hyvän käyttötapauksen valitseminen on merkittävää, sillä haastateltujen asiantuntijoiden mukaan keinoäly on vain menoerä, kunnes se on osa jotakin prosessia. Näin ollen takaisinmaksu alkaa vasta kun keinoäly on käytössä ja onnistuneesti istutettu osaksi tuotannon prosessia.

Käyttötapauksia valittaessa tulee haastattelujen mukaan ottaa huomioon kolme dimensiota: merkittävyys, transformaatio sekä kompleksisuus. Merkittävyys tarkoittaa, että käyttötapauksella tulee olla vaikutusta toimintaan esimerkiksi kustannussäästöjen tai toiminnan sujuvoittamisen muodossa. Lisäksi käyttötapauksen tulisi läpileikata toimintaa riittävästi, jotta se voidaan kokeilun jälkeen laajentaa ydinprosesseihin. Transformaatiolla tarkoitetaan tässä sen organisaation sisäisen muutoksen suuruutta, joka vaaditaan kokeilun toteuttamiseen. Mitä suurempi vaadittu muutos on, sitä suurempi on muutoksen kokema muutosvastarinta ja sitä vaikeampaa toteutuksessa onnistuminen on. Erityisen tärkeää onnistumiseen on silloin, kun uutta teknologiaa tuodaan kokeilun kautta organisaatioon, sillä kokeilujen tarkoitus on nimenomaan todistaa teknologian toimivuus tietyssä tarkoituksessa. Kolmas käyttötapauksen dimensio, kompleksisuus, puolestaan viittaa monimutkaisuuteen ja isotöisyyteen. Käyttötapaus on liian kompleksinen silloin, kun sen tuotantoon vienti on monimutkaista ja hankalaa, ja kynnyksensä tuottaa mitään operatiivista kasvaa liian suureksi. Käyttötapauksen kompleksisuuden vaikuttaa myös keinoälyteknologia, jota halutaan hyödyntää. Merkittävää on, halutaanko keinoälyn tuottamia tuloksia pystyä auditoimaan, eli seuraamaan sen tekemää päättelyä taaksepäin, jotta nähdään, miten se on saanut tietyn tuloksen annetusta lähtöaineistosta. Esimerkiksi neuroverkkojen päättelyä on haastatellun keinoälyasiantuntijan mukaan lähes mahdotonta ymmärtää.

Kompleksisuuden vaikuttaa oleellisesti keinoälyteknologian lisäksi saatavilla oleva data. Haastateltujen keinoälyasiantuntijoiden mukaan dataan liittyy seuraavat vaatimukset:

1. Datan saatavuuden varmistaminen
2. Datan riittävä määrä
3. Datan laatu (luotettavuuden varmistaminen, masterien määrittäminen, yhteensopivuus)

Hyödynnettävän datan tulee olla saatavilla. Haastattelujen mukaan organisaatiossa, jossa on paljon niin kutsuttuja legacy-järjestelmiä eli vanhaa, mutta edelleen käyttökelpoista teknologiaa hyödyntäviä järjestelmiä, tämä tarkoittaa datan siirtämistä integraatioilla sopivampaan ympäristöön, kuten pilvipalveluun tai big data –ympäristöön. Järjestelmä voidaan myös korvata sellaisella järjestelmällä, jonka teknologia tukee datan hyödyntämistä paremmin. Big data –ympäristöllä tarkoitetaan ympäristöä, jossa voidaan käsitellä suurempia määriä dataa, kuin mihin perinteiset tietokantaympäristöt pystyvät. Keinoälyasiantuntijoiden mukaan keinoälyalgoritmia voidaan esimerkiksi ajaa big data –ympäristössä, jossa se prosessoi legacy-järjestelmästä tuodun tiedon ja palauttaa tiedosta saadun tuotoksen, esimerkiksi ennusteen, takaisin legacy-järjestelmään. Tämä tosin vaatii sen, että legacy-järjestelmä kykenee käsittelemään palautettua tietoa. Big data –ympäristön hyödyntäminen jakoi haastateltavien keinoälyasiantuntijoiden mielipiteitä. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että ympäristöön tulisi viedä vain sellaista dataa, jota pystytään varmasti hyödyntämään. Toiset haastateltavat puolestaan uskoivat, että ympäristöön tulisi viedä kaikki saatavilla oleva data ja luoda siten niin kutsuttu ”data lake”.

Datan saatavuus ympäristössä, joka tukee sen hyödyntämistä, mahdollistaa keinoälyn tuotosten hyödyntämisen sekä legacy-järjestelmissä, että uusilla menetelmillä. Oikean, tarpeeseen vastaavan keinoälyteknologian valinta on kuitenkin haastateltujen keinoälyasiantuntijoiden mukaan merkittävää, sillä menetelmäkirjo on laaja. Tulosten jäljitettävyyden on eräs merkittävä tekijä teknologian valinnassa. Mikäli keinoälyn tuottaman tuloksen takana olevia syitä pitää pystyä jäljittämään, tulee valita yksinkertaisempia ja tulkittavia teknologioita. Esimerkiksi neuroverkot ovat teknologiana niin monimutkainen, että sen tuottamaa tulosta on lähes mahdoton auditoida. Yksinkertaisemmat teknologiat myös vaativat vähemmän dataa, kun taas neuroverkot vaativat haastatellun keinoälyasiantuntijan mukaan kymmeniä tai jopa satoja miljoonia näytteitä algoritmin opettamiseen. Haastatteluissa suositellaankin Liikenneviraston hyödyntävän alkuun pääasiassa muita teknologioita, kuin neuroverkoja, pois lukien esimerkiksi kuva- ja tekstidatan käsittely, joissa neuroverkkoteknologia on ylivoimainen. Datan riittävyys vaatimuksena liittyy keinoälyalgoritmin opettamiseen. Esimerkiksi kuvantunnistusta tehtäessä kuvia kohteesta, joka keinoälylle halutaan opettaa, tulee olla erittäin suuri määrä esimerkiksi eri vuoden ajoilta, eri vuorokaudenajoilta, eri kulmista ja eri säässä.

Lisäksi eri lähteistä tulevan datan tulee haastatellun keinoälyasiantuntijan mukaan olla laadultaan yhteensopivaa, esimerkiksi koodistojen tulee olla yhtenäiset. Tämä saattaa nousta haasteeksi Liikennevirastossa, sillä dataa tulee lukuisista eri järjestelmistä, jotka on alun perin kehitetty lukuisten eri toimittajien toimesta erilaisiin tarkoituksiin. Lisäksi haastattelujen mukaan datan elinkaarenhallinnassa on tällä hetkellä paljon manuaalisia vaiheita, mikä vaikuttaa osaltaan datan laatuun. Tiedonkulun automatisoiminen esimerkiksi poistamalla tiedonkulun prosessista manuaalisia tallennuspisteitä, joissa inhimilliset tekijät pääsevät vaikuttamaan datan laatuun ja luotettavuuteen, parantaisi saatavilla olevan datan laatua. Haastateltujen asiantuntijoiden mukaan olemassa olevan datan hyödyntämismahdollisuudet paranisivat, mikäli käytettävissä olisi koneluettava rajapintaluettelo, mitä kautta dataa hyödyntävä keinoäly saisi tietää uudesta ja poistuneesta datasta sekä rajapintojen muutoksista. Haastattelujen mukaan olennaista on myös määrittää tiedolle niin kutsuttu master, eli lähdejärjestelmä, jossa tietoa ylläpidetään ja jonka tietoon luotetaan silloin, kun useasta järjestelmästä tuleva tieto ei vastaa toisiaan. Sopivien keinoälyn käyttötapauksien valinnassa auttaa niiden pisteyttäminen eri tekijöiden, kuten data (saatavuus, laatu..) ja käyttöönoton sujuvuus, suhteen sekä priorisointi esimerkiksi niiden liiketoiminnallisen vaikutuksen tai toteutuksen helppouden mukaan. Näin kaikki edellä mainitut tekijät tulevat otetuksi huomioon oikeaa käyttötapausta valittaessa.

Käyttötapauksen valinnassa on syytä pohtia käyttötapausta myös innovaationäkökulmasta, sillä innovaation tyyppi vaikuttaa oleellisesti käyttöönottoon sekä ensimmäisessä vaiheessa asetettuihin liiketoiminnallisiin tavoitteisiin pääsemiseen. Inkrementaaliset innovaatiot parantavat suorituskykyä ja tuovat kustannussäästöjä. Ne ovat usein pieniä parannuksia olemassa olevaan ratkaisuun. Disruptiiviset innovaatiot puolestaan saattavat alkuun palvelu käyttäjiä huonommin kuin alkuperäinen ratkaisu. Lisäksi disruptiiviset innovaatiot luovat kokonaan uusia markkinoita tai vaikuttavat muuten markkinoihin merkittävästi tuomalla esimerkiksi uusia liiketoimintamalleja. Näin ollen uutta teknologiaa, kuten keinoälyä, kokeiltaessa inkrementaalisista innovaatioista aloittamalla saavutetaan todennäköisemmin menestystä, mikä on uuden teknologian toimivuuden todistamisen kannalta tärkeää. Lisäksi disruptiiviset innovaatiot luovat suurempia yhteisinnovaatio- ja adoptioketjuriskejä ekosysteemissä (Adner 2012, s.35-38). Riskit liittyvät siihen tuottavatko ekosysteemin jäsenet innovaatioon liittyviä tarpeellisia muita tuotteita ja palveluja, jotta innovaation todellinen arvoehdotus toteutuu sekä siihen adoptoivatko kaikki ketjun jäsenet innovaation. Innovaatiota vastustava ekosysteemin jäsen saattaa aiheuttaa sen, ettei arvoehdotus toteudu, sillä innovaatio ja sen arvoehdotus eivät pääse vastahankoisesta jäsenestä eteenpäin muiden jäsenten hyödynnettäväksi.

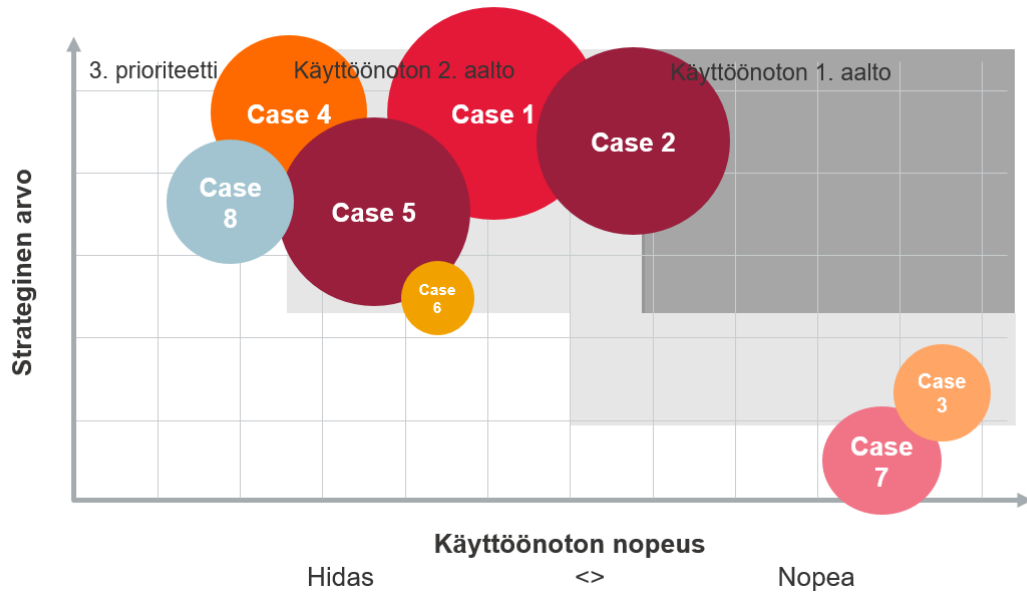
Kun käyttötapaukset on valittu, sekä LaValle et al. (2011), että haastatellut keinoälyasiantuntijat olivat sitä mieltä, että tulee määritellä toteutuksen toimintamalli. Toimintamalli tarkoittaa sitä, miten käyttötapauksen toteuttaminen käytännössä tapahtuu.

LaValle et al. (2011) mukaan organisaation tulee tässä vaiheessa tunnistaa informaatiokäytännöt ja työkalut, kohdistaa ne siten, että ne ovat linjassa liiketoiminnan tavoitteiden kanssa sekä suunnitella käyttöönotolle taloudellisesti perusteltu tiekartta. Toimintamallin määrittelyyn on hyvä ottaa mukaan henkilöitä, joiden ratkaisua odotetaan käyttävän. Näin voidaan varmistaa henkilöiden sitoutuminen ratkaisuun ja uuteen teknologiaan. Davis (1989) mukaan käyttökelpoisuus on tärkein vaikuttava tekijä siinä, adoptoidaanko uutta tietojärjestelmää. Osallistamalla suunnitellut loppukäyttäjät toimintamallin suunnitteluun, voidaan vahvistaa käyttökelpoisuuden tunnetta ja saavuttaa siten ratkaisu, jonka loppukäyttäjät adoptoivat mielellään.

LaValle et al. (2011) ehdottamat viisi seikkaa, sekä haastateltujen keinoäly asiantuntijoiden näkemykset yhdistämällä saadaan siis seuraavat keinoälyn adoptointiin liittyvät vaiheet:

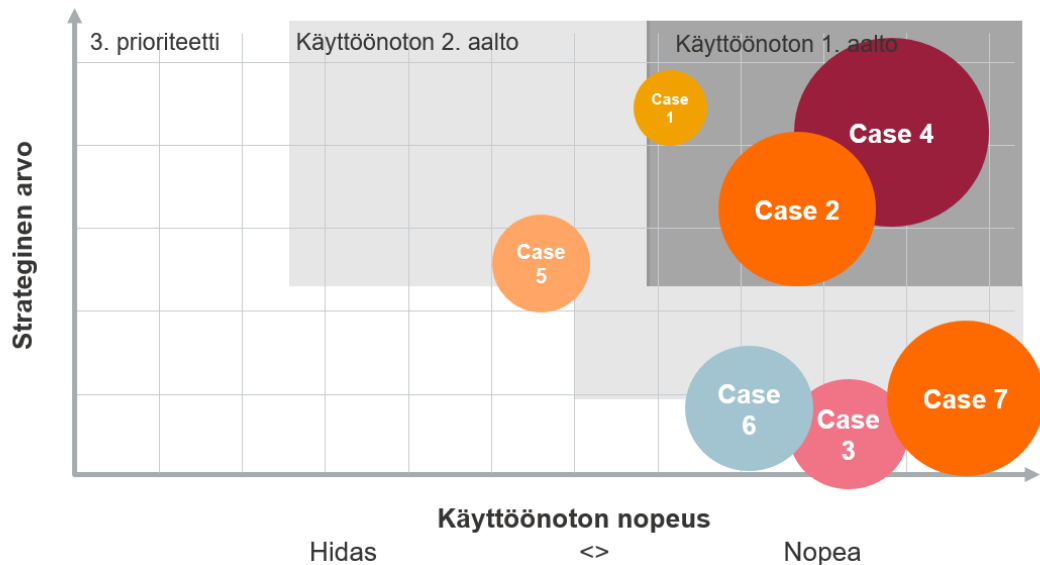
1. Johdon tuen varmistaminen
2. Liiketoiminnan ongelmien tunnistaminen
3. Oikeiden käyttötapausten valitseminen
4. Toimivan toimintamallin määrittely

Tutkimuksessa edettiin Liikenneviraston kanssa vaiheeseen kolme. Löydetyt käyttötapaukset esiteltiin Liikennevirastolle CGI Suomi Oy:n ja Liikenneviraston yhteisessä työpajassa, jonka tarkoituksena oli pohtia käyttötapausten toteutettavuutta ja merkitystä Liikenneviraston liiketoiminnalle. Työpajassa väylänpidon asiantuntijat ja keinoälyasiantuntijat jaettiin molempia asiantuntijuuksia sisältäviin ryhmiin. Ryhmät analysoivat jokaisen käyttötapausten neljän tekijän suhteen: datan saatavuus, käyttöönoton sujuvuus, vaikutus liiketoimintaan sekä strateginen erottautumistekijä. Jokaiselle tekijälle annettiin pisteet yhdestä viiteen (1=vaikea/pieni ja 5=helppo/suuri) ja näiden perusteella laskettiin jokaiselle käyttötapaukselle kokonaispistemäärä. Mitä suuremmat pisteet käyttötapausta sai, sitä potentiaalisempi se on. Kuvissa 11 ja 12 on esitetty käyttötapaukset ryhmien priorisoimana. Pallojen koko esittää käyttötapausten saamia pistemääriä ja värit eri kokoja.



Kuva 11 Käyttötapaukset ryhmän 1 priorisoimana

Kuvasta 11 nähdään, että korkeimman strategisen arvon käyttötapaussiksi nostettiin tapaukset 1, 2 ja 4. Toisaalta nopeimmiksi toteuttaa arvioitiin käyttötapaussiksi 2, 3 ja 7. Matriisissa esiintyy myös kahdeksas käyttötapauss. Tällä viitataan liikenteen kysynnän ennustamista koskevaan käyttötapausseseen, joka haluttiin nostaa omaksi käyttötapausseseen. Matriisin perusteella keinoälyn adoptointi kannattaa aloittaa käyttötapaussesta 2, sillä sen potentiaali pisteytettiin korkealle, minkä lisäksi sillä on korkea strateginen arvo ja se on kolmen nopeimman toteutuksen joukossa. Toisaalta käyttötapauss saattaa olla toteutukseltaan työläs ja monimutkainen, sillä se sisältää ylläpidon hankinnan asiantuntijoiden hiljaisen tiedon opettamista järjestelmälle. Näin ollen ensimmäiseksi toteutettavaksi tapauksiksi kannattaa matriisin perusteella valita tapaus 3, eli väylänpidon asiakirjat. Tapauksen on arvioitu olevan nopea toteuttaa, minkä lisäksi tapauksella on myös jonkin verran strategista arvoa. Ryhmä 1 ei ole arvioinut yhdenkään käyttötapauss olevan niin kutsuttu nopea voitto, eli sekä strategisesti arvokas, että nopea toteuttaa. Nopeiden voittojen alue on merkitty kuvaan tumman harmaalla värillä käyttöön oton 1. aalloksi.



Kuva 12 Käyttötapaukset ryhmän 2 priorisoimana

Kuvasta 12 nähdään, että ryhmä 2 on arvioinut kolme käyttötapausta nopeiksi voitoiksi: käyttötapaus 1, käyttötapaus 2 sekä käyttötapaus 4. Näistä potentiaalisimmat ovat ryhmän mielestä käyttötapaukset 2 ja 4. Merkittävänä erona toisen ryhmän tuloksiin, kuvasta 12 huomataan, ettei yhdenkään käyttötapausten koettu olevan hidasta toteuttaa. Lisäksi ryhmä 1 koki suurimman osan käyttötapauksista strategisesti arvokkaiksi, kun taas ryhmä 2 koki noin puolet tapauksista strategian kannalta arvokkaiksi. Kuvan 12 matriisin perusteella ensimmäisenä kannattaisi toteuttaa käyttötapausta neljää, sillä se on koettu nopeimmaksi toteuttaa sekä strategisesti arvokkaimmaksi. Ryhmien tuloksia vertailtaessa huomataan, että käyttötapaus 2 on molempien ryhmien taulukossa melko samassa paikassa ja osuu vähintään osittain nopeiden voittojen alueelle. Näin ollen Liikenneviraston kannattaa aloittaa keinoälyn adoptointi käyttötapauksesta 2 ja siirtyä sitten käyttötapauksiin 1, 4 ja 7. Käyttöönoton vaihe neljä eli oikean toimintamallin määrittäminen jäi tämän tutkimuksen rajauksen ulkopuolelle, mutta se sopisi jatkotutkimuksen pohjaksi.

Innovaationäkökulma ei tue yhtä voimakkaasti keinoälyn käyttöönoton aloittamista käyttötapauksesta 2, sillä kyseessä on disruptiivinen innovaatio. Käyttötapaukset 1 ja 4 ovat myös disruptiivisia, käyttötapaus 7 puolestaan inkrementaalinen. Näin ollen todennäköisin onnistuminen käyttöönotossa saadaan tapauksesta 7. Todennäköisemmistä onnistumisista aloittaminen on kannattavaa, sillä niiden avulla saadaan todistettua teknologian toimivuus organisaatiossa ja luotua sille siten lisää sisäisiä sponsoreita. Lisäksi ensimmäisistä käyttötapauksista saadaan paljon tärkeitä menetelmäoppeja toimivista ja vähemmän toimivista toimintatavoista keinoälyn käyttöönotossa, mikä on erityisen arvokasta haastavampia, disruptiivisia innovaatioita käyttöönotettaessa.

5. TULOSTEN TARKASTELU

Albury (2011) mukaan julkiset palvelut ovat keskellä valtavia paineita, eli niin kutsuttua täydellistä myrskyä. Haasteet ovat pitkäaikaisia, kuten väestön ikääntyminen, globaalisatio ja kestävyys. Myös kansalaisten odotukset julkisia palveluja kohtaan ovat muuttuneet, esimerkiksi odotukset saatavuudesta ja mukavuudesta (Albury 2011). Kuvassa 12 on kuvattu Liikenneviraston näkökulmasta sen kohtaamaa täydellistä myrskyä perustuen haastatteluissa esiin tulleisiin haasteisiin.



Kuva 13 Liikenneviraston palvelujen kohtaamat paineet (mukaiillen Albury 2011)

Liikenneviraston pitkäaikaisina haasteina, joiden paine kasvaa jatkuvasti ovat muun muassa digitalisaatio ja muuttuneet sääolosuhteet. Liikennevirasto on jo vastannut digitalisaation tuomaan haasteeseen erilaisilla hankkeilla, joissa on muun muassa tutkittu uusien teknologioiden tuomia mahdollisuuksia viraston liiketoiminnassa. Vielä on kuitenkin avoimia kysymyksiä, kuten miten dataa tullaan keräämään tulevaisuudessa

kustannustehokkaasti. Toinen pitkäaikainen haaste, jonka paine kasvaa ovat muuttuneet sääolosuhteet. Haastattelujen mukaan muutos on ollut viimeisen kymmenen vuoden aikana merkittävä, eikä esimerkiksi pitkiä pakkasjaksoja esiinny kuten aiemmin. Käytännössä tämä tarkoittaa, että esimerkiksi hoidon ja ylläpidon vaatimukset muuttuvat, kun päällysteet ja soratiet käyttäytyvät muuttuneissa olosuhteissa eri tavalla. Tarpeisiin nähden alhainen rahoituksen taso puolestaan on sinnikäs ongelma, johon ei ole tiedossa ratkaisua, sillä valtio leikkaa investoinneista valtion velkaantumista hidastaakseen ja toisaalta samaan aikaan liikenteen kysyntä kasvaa ja vaatimukset esimerkiksi tien kunnolle tiukentuvat.

Julkisten palvelujen paine ja vaatimukset kasvavat jatkuvasti. Liikenteen saralla tämä tarkoittaa, että kuljetuksilla on aiempaa tiukemmat aikatauluvaatimukset ja esimerkiksi reitin kunto vaikuttaa oleellisesti siihen pitääkö suunniteltu aikataulu vai ei. Haasteen julkisten organisaatioiden toimintaan luo myös kestävyysvaje. Kestävyysvaje syntyy Valtiovarainministeriön (2018) mukaan kun pitkällä aikavälillä arvioidaan julkisia menojen olevan suuremmat kuin julkiset tulot. Kestävyysvaje kertoo julkisen talouden sopeuttamistarpeen, jotta julkinen talous olisi tasapainossa ilman, että julkisia palveluja tarvitsee heikentää tai veroastetta nostaa (VM 2018). Kestävyysvaje on todennäköisesti yksi syy sille, miksi väylien kunnossapitoon on aiemmin allokoitu liian vähän rahaa ja siten saatu aikaiseksi alati kasvava korjausvelka.

Keinoäly sopii kuvan keskelle radikaaliksi innovaatioksi, jonka avulla voidaan saavuttaa parempia lopputuloksia pienemmillä kustannuksilla. Tutkimuksessa esiin tulleiden käyttötapauksien määrä osittaa, että keinoälyä voidaan hyödyntää usealla liiketoiminnan alueella saavuttaen hyötyjä kuten informaatiovirran parantuminen väylänpidon ketjussa, tiestön tilanteen parempi tuntemus, rahoituksen tehokkaampi käyttö ja asiakastarpeiden parempi tunnistaminen. Keinoälyä voidaan hyödyntää erilaisten ennusteiden tekemisessä siten, että niissä pystytään huomioimaan nykyistä enemmän ja monipuolisempia ennustettavaan asiaan vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi sitä voidaan hyödyntää tekemisen optimoinnissa. Sen rooli olisi siten toiminnan tehostamisen kannalta merkittävä.

Innovaationa keinoäly on väylänpidossa käyttötapauksesta riippuen sekä inkrementaalinen, että disruptiivinen. Suurimmassa osassa tapauksista keinoäly ei muuta Liikenneviraston strategiaa tai tarkoitusta. Keinoälyn hyödyntäminen toiminnassa oikeastaan tukee Liikenneviraston strategiaa ja sille määriteltyjä lakisääteisiä tehtäviä. Operaatiot puolestaan muuttuvat kaikissa tapauksissa, paitsi väylänpidon asiakirjojen läpikäynnissä. Siinä keinoälyn rooli on enemmän olemassa olevaa toimintaa tehostava kuin muuttava tekijä. Käyttötapauksista tiestön tilanteen mallintaminen, strateginen rahoituksen ohjaaminen sekä toimenpidetarpeiden ennustaminen arvioitiin disruptiivisiksi innovaatioiksi, sillä olemassa oleva ratkaisu todennäköisesti palvelee käyttötarkoitusta käyttötapauksissa ehdotettuja ratkaisuja paremmin, kunnes keinoälyä ollaan onnistuttu opettamaan riittävästi. Esimerkiksi asiantuntijoiden kokemuspohjainen tietämys täytyy opettaa algoritmile erilaisten sääntöjen avulla. Koska tällainen tieto ei

ole aina dokumentoituna missään, on sen opettaminen algoritmille sellaisten tilanteiden varassa, missä tietoa tarvitaan ja sen olemassaolo muistetaan. Muissa käyttötapauksissa keinoälyn tuominen toimintaan pääasiassa tehostaa tehtäviä operaatioita ja parantaa suorituskykyä. Näin ollen ne luokiteltiin inkrementaaliksi innovaatioiksi. Taulukkoon 13 on koottu kaikki käyttötapaukset, sekä niiden vaikutukset organisaation operaatioihin, strategiaan ja tarkoitukseen. Käyttötapaus 8 on liikenteen kysynnän ennustaminen, joka nousi työpajassa omaksi käyttötapaukseksi.

Taulukko 13 Yhteenveto käyttötapauksista (I=inkrementaalinen innovaatio, D=disruptiivinen innovaatio)

Käyttötapaus	1	2	3	4	5	6	7	8
Muuttaako operaatioita?	Kyllä	Kyllä ja ei	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Muuttaako strategiaa?	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä	Ei	Ei	Ei
Muuttaako tarkoitusta?	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä	Ei	Ei	Ei
Minkäläinen innovaatio?	D	D	I	D	D	I	I	I

Väylänpidon haasteista kysyttäessä kaikki ekosysteemin jäsenet kaipasivat toimintansa tueksi reaaliaikaista tietoa tien kunnosta. Myös informaation kulusta väylänpidon ketjussa sekä yhteistyön merkityksestä oltiin haastatteluissa huolissaan. Keinoälyn hyödyntäminen väylänpidossa esitettyjen käyttötapauksien kautta parantaisi informaation kulkua väylänpidon ketjussa sekä parantaisi tieverkon reaaliaikaisen tilanteen tuntemusta. Reaaliaikainen tieverkon tilanteen tuntemus olisi puolestaan kaikille väylänpidon toimijoille hyödyllistä, sillä jokainen toimija pystyisi sen perusteella tehostamaan omaa toimintaansa. Lisäksi läpinäkyvyys ekosysteemissä lisääntyisi, kun jokaisella toimijalla olisi toimintansa pohjana sama informaatio. Toisaalta urakoitsijoiden taholta toivottiin Liikenneviraston tarjoavan enemmän nykyistä enemmän avointa dataa, kuin uusia käyttöliittymiä ja työkaluja. Yksi merkittävä kysymys on kuitenkin se, kenen toimijan kannattaa adoptoida keinoälyä toimintansa tueksi. Esimerkiksi toimenpidetarpeen ennustamista koskevassa käyttötapauksessa Liikenneviraston strategia ja tarkoitus väylänpidossa muuttuisivat merkittävästi, mikäli virasto toisi ehdotetun ratkaisun väylänpidon ketjuun. Toisaalta YIT:llä on jo käytössään ehdotetun kaltainen ratkaisu ja he ovat saaneet erittäin positiivisia tuloksia sen käytöstä. Liikennevirasto voisi esimerkiksi urakoiden tarjouspyynnöissä edellyttää urakoitsijoilta vastaavanlaista järjestelmää, jolloin viraston rooli säilyisi ennallaan, mutta keinoälyn mukanaan tuomat hyödyt saataisiin käyttöön tien hoidossa.

Koska väylänpidossa on useita, toimintaan hyvin erilaisista lähtökohdista (esim. julkinen-yksityinen) osallistuvia toimijoita, on keinoälyn käyttötapauksista valittaessa ja käyttöönoton toimintamallia määritettäessä tärkeää huomioida innovaation eli käyttötapauksen vaikutus ekosysteemin muihin toimijoihin. Muut toimijat kohdistavat keinoälyn käyttöönotolle kaksi riskiä: yhteisinnovaatoriskin ja adoptioketjuriskin. Erityisen tärkeää tämä on disruptiivisten innovaatioiden kohdalla. Adner (2012, s.35-38) mukaan yhteisinnovaatoriski ja adoptioketjuriski ovat usein uinuvia, jos innovaatio seuraa tiettyjä kehityssuuntia, mutta inkrementaalisen innovaation kaavasta poiketessa ne nostavat päätään. Näin ollen ekosysteemissä tulee jokaisen innovaatiokumppanin, joiden innovaatioista oman innovaation menestys riippuu, kohdalla tehdä sama huolellisuustarkastus (engl. due diligence) kuin omasta toiminnasta. (Adner 2012, s.35-38)

Keinoäly ainakin ehdotettujen käyttötapauksien kohdalla pääasiassa tukee Liikenneviraston strategisia tavoitteita sekä sen lakisääteisiä tehtäviä. Kuitenkin enne kuin keinoäly on korjannut algoritmiaan riittävästi esimerkiksi saamansa palautteen mukaan, se saattaa palvella käyttäjiä huonommin, kuin olemassa olevat työkalut. Lisäksi keinoälyn antamiin tuloksiin saatetaan kokea vaikeaksi luottaa nykyisiin työkaluihin verrattuna, sillä sen päättelyä on huomattavasti hankalampi, ellei jopa mahdotonta jäljittää. Myös tässä mielessä keinoälyratkaisut saatetaan kokea alkuun heikommiksi kuin olemassa olevat työkalut. Kuitenkin algoritmin oppiessa ja tuottaessa yhä useammin luotettavia tuloksia, se nousee nopeasti olemassa olevia työkaluja paremmaksi ja tehokkaammaksi ratkaisuksi. Pitkällä tähtäimellä keinoäly voisi jopa tehdä itsenäisiä päätöksiä sen sijaan, että se toimii ainoastaan päätöksenteon tukena. Näin ollen sen voidaan katsoa olevan yleisesti disruptiivinen innovaatio Liikenneviraston näkökulmasta.

5.1 Tutkimuksen validiteetti

Työ rajattiin käsittelemään keinoälyä melko yleisellä tasolla, eikä siinä menty juurikaan teknisiin yksityiskohtiin esimerkiksi käyttötapauksien toteutuksia pohdittaessa. Näin ollen tutkimuksen tulokset soveltuvat strategisen suunnittelun tueksi suuntaa antavina ehdotuksina, mutta tutkimuksessa löydettyjen käyttötapauksien toteuttaminen vaatii vielä lisäselvitystä esimerkiksi hyödynnettävien teknologioiden ja tarkemman teknisen toteutuksen suhteen. Löydetyt liiketoiminnan haasteet ovat haastatteluihin osallistuneen asiantuntijaotoksen näkökulma. Koska työ rajattiin käsittelemään väylänpitoa vain tienpidon näkökulmasta, jäävät muita liikennemuotoja koskevat liiketoiminnan haasteet tutkimuksen ulkopuolelle. Tuloksia voidaan osittain soveltaa myös muihin liikennemuotoihin, mutta esimerkiksi käyttötapauksien tunnistaminen on syytä tehdä muille liikennemuodoille erikseen niihin liittyvien omaisuuslajien ja niiden kunnossapitotoimenpiteiden sekä saatavilla olevan datan erotessa tienpidosta merkittävästi. Näin ollen tulokset vastaavat siis paremmin kysymykseen ”Miten

Liikennevirasto voisi hyödyntää keinoälyä tienpidossa?” kuin ”Miten keinoälyä voidaan hyödyntää väylänpitoliiiketoiminnassa?”.

Löydetyt käyttötapaaukset vastaavat haastatteluissa ilmi tulleisiin tienpidon haasteisiin, mutta vain osaan niistä. Haasteita ja käyttötapaauksia saattaa siis olla tutkimuksessa löytyneiden tapausten lisäksi useita. Näin ollen tutkimuksessa löydettyjen tapausten ei voida katsoa vastaavan kaikkiin tienpidon haasteisiin, vain vaan osaan niistä. Tutkimuksessa esitellyt käyttötapaaukset toimivat siis parhaiten esimerkkeinä erilaisista tavoista hyödyntää keinoälyä väylänpidossa. Tutkimuksessa esitellyt keinoälyn jalkauttamisen vaiheet puolestaan tukeutuvat voimakkaasti yhteen analytiikkaa käsittelevään kirjallisuuslähteeseen sekä yhden yrityksen keinoälyasiantuntijoiden näkemyksiin. Käyttöönnoton vaiheet ovat hyvin yleispätevät ja niitä voitaisiinkin soveltaa minkä tahansa uuden teknologian käyttöönnotossa. Kuitenkin ne olisivat perustellummat, mikäli niiden tueksi olisi löydetty useampia kirjallisuuslähteitä sekä haastateltu myös muiden organisaatioiden keinoälyasiantuntijoita. Muiden organisaatioiden keinoälyasiantuntijoilla voisi olla kokemusta erilaisista keinoälyprojekteista ja näin ollen heillä saattaisi olla hyvin erilainen näkökulma esimerkiksi hyödynnettävän datan vaatimuksiin.

5.2 Jatkotutkimus

Työ rajattiin koskemaan väylänpidosta ainoastaan tieverkkoa, mutta löydetyistä käyttötapaauksista esimerkiksi rahoituksen ohjaus, asiakirjojen läpikäynti sekä asiakasyhteydenottojen ohjaaminen ja analysointi palvelevat myös muita liikennemuotoja. Lisäksi esimerkiksi ylläpidon ohjelmointia ja toimenpidetarpeen ennustamista koskevat tapaukset voitaisiin yleisajatukseltaan laajentaa myös esimerkiksi rataverkolle. Tosin sekä toimenpiteet, että rataomaisuus ovat hyvin erilaisia, kuin tieverkolla, joten käyttötapausten laajentaminen rataverkkoa koskevaksi vaatisi jonkin verran lisäselvitystä. Keinoälyn hyödyntäminen rataverkon kunnossapidossa ja ylläpidossa voisi olla yksi jatkotutkimusmahdollisuus. Toinen jatkotutkimusmahdollisuus olisi tutkia miten keinoälyä voitaisiin hyödyntää siten, että se hyödyttäisi parhaiten koko väylänpidon ekosysteemiä. Tällöin tutkittaisiin siis kenen väylänpidon toimijan kannattaa hyödyntää keinoälyä ja missä toiminnossa, jotta siitä olisi eniten hyötyä ekosysteemin tarkoituksen näkökulmasta, eli mahdollisimman turvallisen tieverkon tarjoamisessa tien käyttäjille.

5.3 Tutkimuksen myötä opittua

Tutkimuksen suurin anti on ollut väylänpidon ja Suomen väylänpidon viranomaisten toimintaan perehtyminen. Jokainen oletus, mitä tutkijalla oli ennen tutkimuksen aloittamista siitä, miten väylänpito Suomessa tapahtuu, on korjaantunut tutkimuksen

aikana. Myös ymmärrys julkisen organisaation toiminnasta ja sen rajoituksista ovat tutkimuksen aikana laajentuneet ja syventyneet.

Myös keinoäly osoittautui tutkimusta tehtäessä moniulotteisemmaksi käsitteeksi kuin minkälaiseksi tutkija mielsi sen aloittaessaan. Tutkimuksen valmistuessa tutkijalle on kertynyt hyvä perusymmärrys siitä mitä keinoäly on, ja mitä mahdollisuuksia se tuo tullessaan. Kuitenkin keinoälyn käytännön tekeminen ja algoritmien syvälinen ymmärtäminen vaativat vielä runsaasti aiheeseen perehtymistä, jotta tutkija voisi toivottavasti jonain päivänä kutsua itseään keinoälyasiantuntijaksi.

Tärkeä tutkimuksen myötä saatu opetus ovat myös rajat, joiden puitteissa on mahdollista tehdä tehokkaasti töitä. Tutkimuksen alussa kyseisten rajojen olemassa olosta ei ollut tietoa, mutta niihin jouduttiin törmäämään muutamiin otteisiin tutkimusprosessin aikana. Opetus on arvokas, sillä työelämästä eivät tehtävät lopu tekemällä, ja jotta pystyy saavuttamaan odotettuja tuloksia, pitää tunnistaa rajansa.

LÄHTEET

- Adner, R. 2002. When Are Technologies Disruptive? A Demand-Based View of the Emergence of Competition. *Strategic Management Journal*. 23(8), ss. 667-688. ISSN 0143-2095
- Adner, R. Kapoor, R. 2010. Value creation in innovation ecosystems: how the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic Management Journal*. 31(3). ss. 306-333. ISSN 0143-2095
- Adner, R. 2012. *The wide lens: a new strategy for innovation*. Portfolio/Penguin. New York. USA. 2012. 275s. ISBN 9781591846291
- Albury, D. 2011. Creating the Conditions for Radical Public Service Innovation. *Australian Journal of Public Administration*. 70(3), ss. 227-235. ISSN 0313-6647
- Bell, J. 2014. *Machine Learning: Hands-On for Developers and Technical Professionals*. John Wiley & Sons Inc. Indianapolis. USA. 2015. 381s. ISBN 9781111888398
- Bettis, R. Prahalad, C. 1995. The Dominant Logic: Retrospective and Extension. *Strategic Management Journal*. 16(1). ss. 5-14. ISSN 0143-2095
- Beyer, J. León, F.P. Frese, C. 2016. *Machine Vision – Automated Visual Inspection: Theory, Practice and Applications*. Springer Verlag. Berlin. 2016. 802s. DE. ISBN 9783662477939
- Bower, L. Christensen, C. M. 1995. Disruptive Technologies: Catching the Wave. *Harvard Business Review*. 73(1). ss. 43-53. ISSN 0017-8012
- Boyne, G.A. 2002. Public and private management: What's the difference?. *Journal of Management Studies*. 39(1). ss. 97-122. ISSN 0022-2380
- Bozeman, B. 2007. *Public Values and Public Interest: Counterbalancing Economic Individualism*. Georgetown University Press. Washington. USA. 2007. 224s. Public Management and Change series. ISBN 9781589011779
- Brachman, R. Levesque, H. 2004. *Knowledge Representation and Reasoning*. Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Fransisco. USA. 2004. 381s. The Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence. ISBN 9781558609327
- Chen, M. Mao, S. Liu, Y. 2014. Big Data: A Survey. *Mobile Networks and Application*. 19(2). ss. 171-209. ISSN 1383-469X

- Chen, Y. Elenee Argentinis, J. Weber, G. 2016. IBM Watson: How Cognitive Computing Can Be Applied to Big Data Challenges in Life Sciences Research. *Clinical Therapeutics*. 38(4). ss. 688-701. ISSN 0149-2918
- Chesbrough, H.W. Appleyard, M.M. 2007. Open Innovation and Strategy. *California management review*. 50(1). ss. 57-76. ISSN 0008-1256
- Christensen, C.M. Raynor, M.E. McDonald, R. 2017. What is disruptive innovation?. *Accountancy SA*. pp. 24-26. ISSN 0258-7254
- Collobert, R. Weston, J. Bottou, L. Karlen, M. Kavukcuoglu, K. Kuksa, P. 2011. Natural language processing (almost) from scratch. *Journal of Machine Learning Research*. vol. 12. ss. 2493-2537. ISSN 1532-4435
- Cox, T. Bell, G. 1996. A machine learning approach to process improvement in a telecommunications company. *Annals of Operations Research*. 65(1). ss. 21-34. ISSN 0254-5330
- Crowe, S. Cresswell, K. Robertson, A. Huby, G. Avery, A.J. Sheikh, A. 2011. The case study approach. *BMC Medical Research Methodology*. 11(1). ss. 100-109. ISSN 1471-2288
- Damanpour, F. Daniel Wischnevsky, J. 2006. Research on innovation in organizations: Distinguishing innovation-generating from innovation-adopting organizations. *Journal of Engineering and Technology Management*. 23(4). ss. 269-291. ISSN 0923-4748
- Davis, F.D. 1989. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*. 13(3). ss. 319-340. ISSN 0276-7783
- Dhanarag, C. Parkhe, A. 2006. Orchestrating Innovation Networks. *Academy of Management Review*. 31(3). ss. 659-669. ISSN 0363-7425
- Dietrich, J. Junes, J. Nevalainen, N. 2017. Liikenneväylien korjausvelka 2017. Liikennevirasto. Helsinki. Suomi. 2017. 24s. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä. 44/2017. ISBN 9789523174542
- Digiroad. 2017. Digiroad – tietolajien kuvaus. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.5.2018]. Saatavissa: https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/236203/Tietolajien_kuvaus_4_2017.pdf/3c3d549d-edd0-43f0-8e00-25b526e014ea
- Doom, C. 2013. Introduction To Business Information Management. 2. painos. ASP. Bryssel. Belgia. 2013. 191s. ISBN 9789057182990

- ELY. 2014. Tienpidon pitkä historia: kuokasta älykkään teknologian hyödyntämiseen. [verkkoaineisto]. [viitattu 16.3.2018]. Saatavissa: https://www.ely-keskus.fi/web/ely/tienpidon-pitka-historia?p_p_id=122_INSTANCE_aluevalinta&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_r_p_564233524_resetCur=true&p_r_p_564233524_categoryId=14404#.WcOoLchJaUk
- ELY. 2016a. ELY-keskukset. [verkkoaineisto]. [viitattu 16.3.2018]. Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-keskukset;jsessionid=D913224DB3305D158623A4CA5BF8C14F>
- ELY. 2016b. Kunnossapito. [verkkoaineisto]. [viitattu 16.3.2018]. Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/kunnossapito2;jsessionid=D913224DB3305D158623A4CA5BF8C14F>
- ELY. 2017. Urakkaohjelma – Hoidon ja ylläpidon alueurakat. [verkkoaineisto]. [viitattu 7.12.2017]. Saatavissa: Alueurakkakohtaisilla muutoksilla tarjouspalvelusta alueurakoiden tarjouspyyntöjen yhteydestä
- ELY. 2018. Maakuntauudistus. [verkkoaineisto]. [viitattu 16.3.2018] Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/maakuntauudistus>
- Galbraith, J. R. 1982. Designing the innovating organization. *Organizational dynamics*. 10(3). ss. 5-25. ISSN 0090-2616
- Gantz, J. Reinsel, D. 2011. Extracting Value from Chaos. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.5.2018] Saatavissa: <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-extracting-value-from-chaos-ar.pdf>
- Grant, R.M. 1996. Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm, *Strategic Management Journal*. 17(S2/WINTER). ss. 109-122. ISSN 0143-2095
- Grosan, J. Abraham, A. 2011. *Intelligent Systems: A Modern Approach*. Springer. Berlin. DE. 2011. 455s. Intelligent Systems Reference Library. ISBN 9783642210037
- Hellström, K. 2017. Asiakaspalautetiedon hyödyntäminen julkisen sektorin organisaatioissa. [verkkoaineisto]. Diplomityö. Lappeenranta University of Technology. Isnäs. [viitattu 18.5.2018]. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/143258/Diplomity%C3%B6_Hellstr%C3%B6m_Kira.pdf?sequence=2

- Henderson, R. Clark, K. 1990. Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly*. 35(1). ss. 9-30. ISSN 0001-8392
- Hirschberg, J. Mannig, C. 2015. Advances in natural language processing. *Science*. 349(6245). ss. 261-266. ISSN 0036-8075
- Hurwitz, J. Kaufman, M. Bowles, A. 2015. *Cognitive Computing and Big Data Analytics*. John Wiley & Sons Inc. Indianapolis. USA. 2015. 291s. ISBN 9781118896624
- Hodge, G. Greve, C. 2007. Public–Private Partnerships: An International Performance Review. *Public Administration Review*. 67(3). ss. 545-558. ISSN 0033-3352
- Iansiti, M. Levien, R. 2004. Strategy as ecology. *Harvard business review*. 82(3). ss. 68-81. ISSN 0017-8012
- Jain, A.K. Duin, R.P.W. Mao, J. 2000. Statistical pattern recognition: a review. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 22(1). ss. 4-37. ISSN 0162-8828
- Johanson, J. 2009. Strategy formation in public agencies. *Public Administration*, 87(4). ss. 872-891. ISSN 0033-3298
- Kasanen, E. Lukka, K. Siitonen, A. 1993. The constructive approach in management accounting research. *Journal of Management Accounting Research*. Vol. 5. ss. 243-259. ISSN 1049-2127
- Kauppalehti. 2016. Kone liittää hissinsä verkkoon – valvojana toimii IBM Watson. [verkkoaineisto]. [viitattu 23.8.2017]. Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/kone-liittaa-hissinsa-verkkoon---valvojana-ibm-watson/gwhmwRaL>
- Laki Liikennevirastosta 13.11.2009/862. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.5.2018]. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090862>
- LaValle, S. Lesser, E. Shockley, R. Hopkins, M. S. Kruschwitz, N. 2011. Big data, analytics and the path from insights to value. *MIT Sloan Management Review*. 52(2). ss. 21-32. ISSN 1532-9194
- Lecun, Y. Bengio, Y. Hinton, G. 2015. Deep learning. *Nature*, 521(7553). ss. 436-444. ISSN 0028-0836
- Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM). Ohjaus. [verkkoaineisto]. [viitattu 16.3.2018] Saatavissa: <https://www.lvm.fi/ohjaus>

- Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM). 2016. Digitaalinen tieto, innovatiiviset palvelut, hyvät yhteydet - Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan konsernistrategia 2016–2020. Liikenne- ja viestintäministeriö. Suomi. 2016. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja. 1/2017. ISBN 9789522434715
- Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM). Tekes. Teknolohiateollisuus. Verkkoteollisuus. 2017. Digibarometri 2017. [verkkoaineisto]. [viitattu 23.8.2017]. Saatavissa: <http://www.digibarometri.fi>
- Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM). 2017. Hallitusohjelmaa toteuttava liikenne- ja viestintäministeriön ja Liikenneviraston välinen tulossopimus. Saatavissa: http://www.liikennevirasto.fi/documents/20485/100415/LVM_Livi_tulossopimus_2017_allekirjotettu+%28002%29.pdf/cad45429-5cc6-4132-902d-c64062939fdd
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2018. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan virastouudistus lausunnoille. [verkkoaineisto]. [viitattu 16.3.2018]. Saatavissa: <https://www.lvm.fi/-/liikenne-ja-viestintaministerion-hallinnonalan-virastouudistus-lausunnoille-962318>
- Liikennevirasto. 2012. Perusväylänpito. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.5.2018]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf6/perusvaylanpito_06-2012_fin.pdf
- Liikennevirasto. 2013a. Hankinnan toimintalinjat – Linjaukset ja kehittämiskohteet. Liikennevirasto. Helsinki. Suomi. 2013. 58s. Liikenneviraston toimintalinjoja. 3/2013. ISBN 9789522552891
- Liikennevirasto. 2013b. Hankinnan toimintalinjat – Tavoitetilaraportti. Liikennevirasto. Helsinki. Suomi. 2013. 46s. Liikenneviraston toimintalinjoja 2/2013. ISBN 9789522552877
- Liikennevirasto. 2013c. Liikenneviraston toiminta- ja taloussuunnitelma 2015 – 2018 liikenne- ja viestintäministeriölle. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.5.2018]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr_2013_liikenneviraston_tts_2015-2018_web.pdf
- Liikennevirasto. 2015a. Maanteiden hoidon ja ylläpidon tuotekortit. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.5.2018]. Saatavissa: http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/24195897/3_6_Hoidon_ja_yll%C3%A4pidon_tuotekortit_2015.pdf/7d13388f-c7a6-4f0a-8ee3-0e1c4d435e1b

- Liikennevirasto. 2015b. Korjausten kohdentaminen. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.3.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/tieverkko/kunnossapito/korjausten-kohdentaminen>
- Liikennevirasto. 2016a. Digitalisaatiohanke. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.5.2018] Saatavissa: <http://www.liikennevirasto.fi/hankkeet/digitalisaatiohanke#.WbomFdiU-Uk>
- Liikennevirasto. 2016b. Visio, strategia ja arvot. [verkkoaineisto]. [viitattu 16.3.2018] Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/tapamme-toimia/visio-strategia-arvot>
- Liikennevirasto. 2017a. Maanteiden hoidon alueurakoitsijoiden markkinaosuudet muuttuvat merkittävästi. [verkkoaineisto]. [viitattu: 24.2.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/-/maanteiden-hoidon-alueurakoitsijoiden-markkinaosuudet-muuttuvat-merkittavasti>
- Liikennevirasto. 2017b. Asiakasvuorovaikutuksen digitalisointi. [verkkoaineisto]. [viitattu 24.2.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/hankkeet/digitalisaatiohanke/asiakasvuorovaikutuksen-digitalisointi>
- Liikennevirasto. 2017c. Harja-järjestelmä tehostaa teiden hoidon laadun seurantaa. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.3.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/-/harja-jarjestelma-tehostaa-teiden-hoidon-laadun-seurantaa>
- Liikennevirasto. 2017d. Tieräkisteri. [verkkoaineisto]. [viitattu 24.2.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/aineistot/tierekisteri>
- Liikennevirasto. 2017e. Liikenneviraston eettiset pelisäännöt. [verkkoaineisto]. [viitattu 16.3.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/tapamme-toimia/visio-strategia-arvot/eettiset-pelisaannot>
- Liikennevirasto. 2017f. Palvelusopimuksen sopimusasiakirjaluettelon kohta 10 Tarjouspyynnön kohta 1 Tarjouspyyntöaineisto, liite. [verkkoaineisto]. [viitattu 24.1.2018]. Saatavissa tarjouspalvelusta hoidon ja ylläpidon urakoiden tarjouspyyntöjen yhteydestä
- Liikennevirasto. 2017g. Tietoaineistot. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.3.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/avoindata/tietoaineistot>
- Liikennevirasto. 2017h. Perusväylänpito ja liikenneväylien korjausvelkaohjelma 2016-2018. [verkkoaineisto]. [viitattu 23.3.2018] Liikennevirasto. Suomi. Väliraportti. 6/2017. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/-/tieverkon-korjausvelan-kasvu-on-saatu-pysaytettya>

- Liikennevirasto. 2017i. Syksyn säät ovat vaikeuttaneet maanteiden kunnossapitoa. [verkkoaineisto]. [viitattu 25.3.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/-/syksyn-saat-ovat-vaikeuttaneet-maanteiden-kunnossapitoa>
- Liikennevirasto. 2018a. Avoin data. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.3.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/avoindata>
- Liikennevirasto. 2018b. Tieverkon ennakoiva kunnonhallinta: avoimen haun pilottiprojektit. [verkkoaineisto]. [viitattu 25.3.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/hankkeet/digitalisaatiohanke/tieverkon-kunnonhallinta/avoimen-haun-pilottiprojektit>
- Liikennevirasto. 2018c. Tapamme toimia. [verkkoaineisto]. [viitattu 25.3.2018]. Saatavissa: <http://www.liikennevirasto.fi/tapamme-toimia>
- Liikennevirasto. 2018d. NordicWay 2. [verkkoaineisto]. [viitattu 2.4.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/web/en/projects/pilots/nordicway2>
- Liikennevirasto. 2018e. Organisaatio. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.5.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/tapamme-toimia/organisaatio>
- Liikennevirasto. 2018f. Toiminnan suunnittelu ja seurata. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.5.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/tapamme-toimia/toiminnan-suunnittelu>
- Liikennevirasto. 2018g. Euroopan laajuinen liikenneverkko TEN-T. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.5.2018]. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/liikennejarjestelma/ten-t>
- Llewellyn, S. Tappin, E. 2003. Strategy in the Public Sector: Management in the Wilderness. *Journal of Management Studies*. 40(4). ss. 955-982. ISSN 0022-2380
- Lovio, R. Kivisaari, S. 2010. Julkisen sektorin innovaatiot ja innovaatiotoiminta. Katsaus kansainväliseen kirjallisuuteen. VTT. Helsinki. Suomi. 57s. VTT Tiedotteita. 2540. ISBN 9789513876340
- Martimort, D. Poyet, J. 2008. To build or not to build: Normative and positive theories of public-private partnerships. *International Journal of Industrial Organization*. 26(2). ss. 393-411. ISSN 0167-7187
- Mergel, I. Desouza, K.C. 2013. Implementing Open Innovation in the Public Sector: The Case of Challenge.gov. *Public Administration Review*. 73(6). ss. 882-890. ISSN 0033-3352

- Miles, J.C. Walker, A.J. 2006. The potential application of artificial intelligence in transport. IEE Proceedings - Intelligent Transport Systems. 153(3). ss. 183-198. ISSN 1748-0248
- Mitchell, T. 1997. Machine learnig. McGraw-Hill. New York. USA. 414s. McGraw-Hill series in computer science. ISBN 0070428077
- Moore, J.F. 1993. Predators and prey: a new ecology of competition. Harvard Business Review. 71(3). ss. 75-86. ISSN 0017-8012
- Moore, J.F. 1998. The rise of a new corporate form. The Washington Quarterly. 21(1). ss. 167-181. ISSN 0163-660X
- Mäntykangas, M. Lauri, T. Karanko, S. 2017. Googlen StreetView-kuvista määritetyn horisontin käyttö tiesään supertarkassa dynaamisessa ennustamisessa. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.5.2018] Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/hankkeet/digitalisaatiohanke/tieverkon-kunnonhallinta/avoimen-haun-pilottiprojektit>
- Nigon, J. Glize, E. Dupas, D. Crasnier, F. Boes, J. 2016. Use cases of pervasive artificial intelligence for smart cities challenges. Intl IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable Computing and Communications, Cloud and Big Data Computing, Internet of People, and Smart World Congress. Toulouse. FR. IEEE. 18-21.7.2016. EISBN 9781509027712, 1509027718
- Nonaka, I. 1994. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. Organization Science. 5(1). ss. 14-37. ISSN 1047-7039
- Oyegoke, A. 2011. The constructive research approach in project management research. International Journal of Managing Projects in Business. 4(4). ss. 573-595. ISSN 1753-8378
- Porter, M. 1996. What is strategy?. Harvard Business Review. 74(6). ss.61-80. ISSN 0017-8012
- Prahalad, C. K. Bettis, R. A. 1986. The dominant logic; a new linkage between diversity and performance. Strategic Management Journal. 7(6). ss. 485-501. ISSN 0143-2095
- Rainey, H.G. 2014. Understanding and Managing Public Organizations. 5. painos. Jossey Bass Ltd. San Fransisco. USA. 2014. 594s. Essential texts for nonprofit and public leadership and management. ISBN 111858371X

- Rantanen, J. 2014. Korjausvelan laskentaperiaatteiden määrittäminen. Suomen Kuntaliitto. Helsinki. Suomi. 2014. 25s. Kuntaliiton verkkojulkaisu. ISBN 9789522932075
- Rogers, E.M. 1995. Diffusion of innovations. 4. painos. Free Press, New York. USA. 519s. ISBN 9780028740744
- Russell, S. Norvig, P. 2014. Artificial intelligence: a modern approach. 3. painos. Pearson Education. Harlow. UK. 2014. 1096s. Pearson custom library. ISBN 9781292024202
- Salini, R. Xu, B. Lenngren, C. A. 2015. Application of Artificial Intelligence for Optimization in Pavement Management. International Journal of Engineering and Technology Innovation. 5(3). ss. 189-197. ISSN 2223-5329
- Saunders, M. Lewis, P. Thornhill, A. 2009. Research methods for business students. 5. painos. Pearson Education Limited. Harlow. UK. 2009. 614s. ISBN 0273716867
- Spender, J. C. 1989. Industry recipes – An Enquiry into the Nature and Sources of Managerial Judgement. Basil Blackwell Ltd. Oxford. UK. 1989. 225s. ISBN 0631169938
- Tiehallinto. 2003. Alueurakan yleiset sopimusehdot 2003. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.5.2018]. Saatavissa: <http://docplayer.fi/24424669-Alueurakan-yleiset-sopimusehdot-2003.html>
- Tiehallinto. 2008. Talvihoidon toimintalinjat. [verkkoaineisto]. [viitattu: 3.5.2018]. Saatavilla: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/1000199-v-08talvihoidon_toimintalinjat.pdf
- Valli, K., and S. Ahlgren. 2013. Informaatiosta kilpailuetua teollisuusyrityksiin. Teknologiateollisuus & Ry & Market-Visio Oy. Suomi. 2013. 32s. ISBN 9789525998405
- Valtiovarainministeriö. 2018. Talouspolitiikan raamit[verkkoaineisto]. [viitattu 11.5.2018]. Saatavissa: <http://vm.fi/talouspolitiikan-raamit>
- Venäläinen, P. Raatevaara, A. Pihlajisto, I. Melander, M. Hienonen, P. Hämäläinen, J. Strandström, M. 2017. Tilannekuva ja automatisoitu tiedontuotanto metsäsektorin kuljetuksissa. Metsäteho Oy. Vantaa. Suomi. 46s. ISSN 1796-2374
- Yescombe, E.R. 2011. Public-Private Partnerships. Butterworth-Heinemann. 2011. 368s. ISBN 9781493303236

YIT. 2017. Kelikoneäly auttaa teiden ja katujen kunnossapidossa. [verkkoaineisto].
[viitattu 14.3.2018]. Saatavissa: <https://www.yitgroup.com/fi/news-repository/uutiset/konealy-auttaa-teiden-ja-katujen-kunnossapidossa>

LIITE A: LIIKENNEVIRASTON HANKINTAKATEGORIAT

Liikenneväylien ja -järjestelmän hankinnat				Liikenneviraston oman toiminnan hankinnat				
		RYHMÄ A						
<ul style="list-style-type: none"> • Esisuunnittelu • Yleissuunnittelu • Tie- / ratasuunnittelu • Vesiväylysuunnittelu • Rakennussuunnittelu • Kunnossapidon suunnittelu 	<ul style="list-style-type: none"> • INVESTOINTIEN TOTEUTUS • Elinkeittorakka • Yhteistoiminturakka • Suunnittelurakka • Sisältävä urakka • Toteutusurakka 	<ul style="list-style-type: none"> • HOITO JA KÄYTTÖ • Tien hoito • Ratojen hoito • Vesiväylien hoito • Kanavien ja avattavien siltojen käyttö • Sähkö 	<ul style="list-style-type: none"> • YLLÄPITO • Teiden ylläpito • Ratojen ylläpito • Vesiväylien ylläpito • Kanavien ylläpito • Vesiväylien hoito • Siltojen ylläpito 	<ul style="list-style-type: none"> • MAANTIELAUTA- JA YHTEISALUSLIIKENNE • Jäänmurto, iso • Maantielautapieni liikenne • Polttoaine • Yhteysalusliikenne 	<ul style="list-style-type: none"> • MERILIIKENTEEN AVUSTUSPALVELUT • Jäänmurto, iso • Jäänmurto, pieni • Polttoaine • Yhteysalusliikenne 	<ul style="list-style-type: none"> • RATALIIKENTEEN OHJAUS • Liikenteenohjauspalvelut • Liikenteenohjaajien koulutus • Matkustajainformaatiopalvelut 	<ul style="list-style-type: none"> • JOUKKOILIIKENTEEN PALVELUIDEN OSTOT • Alueellinen liikenne • Kaukoliikenne 	<ul style="list-style-type: none"> • HALLINTOPALVELUT • Kiinteistö- ja toimintapalvelut • Palvelukeskuspalvelut • Valtion yhteiset palveluhankinnat • Muut henkilö- ja hallintopalvelut
<ul style="list-style-type: none"> • TEETTÄMIS- JA HANKINTAPALVELUT • Suunnittelutaminen • Rakennuttaminen • Rataisännöinti • Hankintapalvelut • Valvonta 	<ul style="list-style-type: none"> • TEKNISET JÄRJESTELMÄT JA LAITTEET • Tielikenteen telematiikka • Ratojen sähköistys-, turvalaite- ja kauko-ohjausjärjestelmät • Vesiväylien turvalaitteet • Vesi- ja raideliikenteen telematiikka 	<ul style="list-style-type: none"> • MATERIAALIT • Radanpidon materiaalit • T&K • Viraston omat hankkeet • Yhteishankkeet 	<ul style="list-style-type: none"> • KONSULTOINTIPALVELUT • Tekniset konsultointipalvelut • Muut konsultointipalvelut 	<ul style="list-style-type: none"> • TIEDOT JA MITTAUSPALVELUT • Tiestö- rata- ja merenmittaus-tiedot • Väylärakenne- ja maaperätiedot • Liikenne- ja olosuhdetiedot • Tietotekniikat ja -palvelut 	<ul style="list-style-type: none"> • TIETOJÄRJESTELMÄT • Tietojärjestelmien kehittämisen ja ylläpidon hankinta 	<ul style="list-style-type: none"> • ICT • Laitteet (leasing) • Sovellukset ja ohjelmistot • ICT-palvelukokonaisuudet 		