



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Rami Virtanen

# Asetinlaitteen datan hyödyntäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

11.12.2018

Tekijä Otsikko	Rami Virtanen Asetinlaitteen datan hyödyntäminen
Sivumäärä Aika	36 sivua 11.12.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Automaatiotekniikka
Ohjaajat	System Specialist / Data Analyst Tuomo Valtari Lehtori Esko Tattari
<p>Tämä insinööriytyö tehtiin Siemens Mobilityn toimeksiantona. Insinööriytyön tarkoitus on tukea Liikennevirastolle toimitettavaa loppuraporttia Simis-C-asetinlaitteen pilottihankkeesta. Turussa tehdyssä pilottihankkeessa on toteutettu asetinlaittedatan automaattinen tallennusprosessi. Kokeilussa on tutkittu kerätyn asetinlaitetiedon hyödyntämistä ennakoivassa kunnossapidossa, liikenteensuunnittelussa ja päätöksenteon tukena.</p> <p>Työssä haastateltiin Liikenneviraston, kunnossapidon ja isännöinnin edustajia. Tarkoitus oli selvittää millä tavalla kukin osapuoli on pystynyt hyödyntämään järjestelmää ja olisiko mieleen tullut jotain kehitysideoita.</p> <p>Haastatteluiden perusteella on syntynyt ideoita järjestelmän kehittämiseen. Pilottihanke on osoittautunut kaikkien mielestä mielenkiintoiseksi. Järjestelmässä on paljon potentiaalia, mutta myös kehitettävää. Siitä on lyhyessä ajassa saatu tuotettua hyödyllistä dataa kunnossapidolle.</p> <p>Insinööriytyön tuloksilla on tarkoitus jakaa tietoa järjestelmän hyödyistä ja kehittää pilottihanketta eteenpäin, ottaen huomioon kaikki osapuolet. Tuloksia on tarkoitus käyttää hyödyksi loppuraportissa. Pilottihanke päättyy vuodenvaihteessa, ja insinööriytyötä voidaan myös hyödyntää jatkon suunnittelussa.</p>	
Avainsanat	Asetinlaite, teollinen internet, DCU, Railigent, Simis-C

Author Title	Rami Virtanen Exploitation Data from an interlocking system
Number of Pages Date	36 pages 11 December 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Engineering
Instructors	Tuomo Valtari, System Specialist / Data Analyst Esko Tattari, Senior Lecturer
<p>This study was commissioned by Siemens Mobility. The purpose of this study was to help Siemens with a final report about a pilot project, which will be given to the Finnish Transport Agency. The pilot project is executed in Turku, where an automatic data recording process is used for an interlocking system. The pilot project has been researching on how to exploit data from the interlocking system, how it can be used in preventive maintenance, in traffic planning and in supporting resolutions.</p> <p>In this study the Finnish Transport Agency, maintenance and housing management was interviewed. The purpose was to investigate how they have been utilizing the system and if they have some improvement ideas.</p> <p>The interviews have given some ideas how to improve the system. Everybody in the project find that this has been an interesting project. The system has great potential, but there are also things to develop. Maintenance has gotten valuable information, even though the system has been existing for such a short time.</p> <p>Results of this study will help share information about benefits of the system and improve it together with the Finnish Transport Agency, maintenance and housing management. The pilot project will end by year 2018 and this study can be used for planning an extension of the project.</p>	
Keywords	Interlocking system, IoT, DCU, Railigent, Simis-C

## Sisällys

### Lyhenteet ja määritelmät

1	Johdanto	1
2	Asetinlaite	2
2.1	Asetinlaite yleisesti	2
2.2	Simis-C-asetinlaite	3
3	Siemensin ratkaisu datan keräykselle ja analysoimiselle	5
3.1	Data Capture Unit (DCU)	5
3.2	Railigent	7
4	IoT	11
4.1	Teollinen internet	11
4.2	Tiedonsiirto pilveen	11
5	Data-analytiikka kunnossapidossa	13
5.1	Data-analytiikka yleisesti	13
5.2	Kognitiivinen tietojen käsittely	14
5.3	Koneoppiminen	15
6	Kunnossapidon tulevaisuus	17
6.1	Ennakoiva huolto	17
6.2	Tarvepohjainen huolto	19
7	Turun pilottihanke	21
7.1	Yleistietoa pilottihankkeesta	21
7.2	Haastatteluiden toteutus	21
7.3	Pilottihankkeen toteutus	22
7.4	Kunnossapidon ja isännöinnin haastattelut	23
7.5	Kunnossapidon ja isännöinnin kehitysideat	24
7.6	Liikenneviraston edustajien haastattelut	24
7.7	Liikenneviraston kehitysideat	25
7.8	Ongelmat	25

7.9	Tulevaisuus ja mahdollisuudet	26
8	Yhteenveto	28
	Lähteet	29

## Lyhenteet ja määritelmät

DCU            Data capture unit. Datan keräysyksikkö.

IoT            Internet of things. Esineiden internet.

Kulkutie        Kulkutiellä tarkoitetaan turvalaitejärjestelmän varmistamaa reittiä kulkutien alku- ja päätepisteen välillä.

Opastin        Kertoo edessä olevan raiteen tilasta kuljettajalle ja opastaa junan etenemistä.

## 1 Johdanto

Tämä insinööriyö tehtiin Siemens Mobilityn toimeksiantona. Yritys toimittaa liikkuvuuteen liittyviä tuotteita, ratkaisuja ja palveluita. Insinööriyön tarkoitus on tukea Liikennevirastolle toimitettavaa loppuraporttia Simis-C-asetinlaitteen pilottihankkeesta. Kokeilussa on tutkittu kerätyn asetinlaitetiedon hyödyntämistä ennakoivassa kunnossapidossa, liikenteensuunnittelussa ja päätöksenteon tukena.

Liikennevirastolla on käynnissä digitalisaatiohanke, ja Turun kokeilu on yksi rataverkon kunnossapidon ja ylläpitojärjestelmien kehittämiseen valittu pilottikohde. Yritykset ja Liikennevirasto pilotoivat yhdessä uusia digitaalisia tiedonkeräämisen teknologioita sekä menetelmiä. Yhtenä tavoitteena on kehittää ja tutkia uusia automatisoituja tiedonkeräämismenetelmiä ja -prosesseja ratojen kunnon hallinnan tueksi. Toisena tavoitteena on kehittää optimoituja kunnon hallinnan prosesseja jatkuvan raportoinnin ja analyysien sekä automaattisesti kerätyn datan avulla. Käytännön kokeiluun osallistuvat Liikennevirasto sekä yritys yhteistyössä. Kokeilujen parhaimmat kehittämistulokset tullaan jalostamaan osaksi tulevaisuuden toimintaa. [1; 2.]

Työtä varten on toteutettu kahdeksan tunnin mittaista haastattelua. Haastatteluihin osallistui Liikenneviraston, isännöinnin ja kunnossapidon edustajia. Kaikki haastatellut ovat olleet mukana pilottihankkeessa. Haastatteluiden tavoite on selvittää, millä tavalla kukin osapuoli on pystynyt hyödyntämään järjestelmää ja olisiko pilottihankkeen aikana tullut jotain kehitysideoita. Insinööriyön näkökulmana on käytetty pilottihankkeen tuomia hyötyjä ja mahdollisuuksia kunnossapidolle.

Insinööriyön tuloksilla on tarkoitus jakaa tietoa järjestelmän hyödyistä ja kehittää pilottihanketta eteenpäin, ottaen huomioon kaikki osapuolet. Tuloksia on tarkoitus käyttää hyödyksi loppuraportissa. Pilottihanke päättyy vuodenvaihteessa ja insinööriyötä voidaan myös hyödyntää jatkon suunnittelussa.

## 2 Asetinlaite

Liikennevirasto on Suomessa vastuussa rautatieliikenteen turvallisuudesta. Liikenneviraston päätehtävä on varmistaa rataverkolle asetettujen turvallisuus- ja laatuvaatimusten täytyminen. Tehtäviin kuuluu myös ratatöiden ja liikenteenohjauksen hoitaminen turvallisesti. Tänä päivänä rautateillä kulkee junia enemmän kuin aikaisemmin ja junien nopeudet ovat kasvaneet vuosien mukana merkittävästi. Tämän takia turvalaitteet ovat entistä tärkeämmässä roolissa varmistamassa junien sujuvan ja turvallisen kulkemisen. Pahimmat junaonnettomuudet aiheutuvat radalta suistumisesta ja junien törmäämisestä. Isot onnettomuudet ovat kuitenkin hyvin harvinaisia, koska turvalaitejärjestelmät ovat kehittyneet huomasti. Turvalaitteita kehittämällä on pystytty turvaamaan rautatien yleiset ongelmat kuten olemattomat väistämismahdollisuudet ja pitkät jarrutusmatkat. Yksittäisillä turvalaitteilla ei tehdä rautatieliikenteestä turvallista. Turvalaitteiden data täytyy prosessoida ja välittää eteenpäin, ja tämän takia on kehitetty asetinlaite. [3; 4, s. 12; 5, s. 55, 94.]

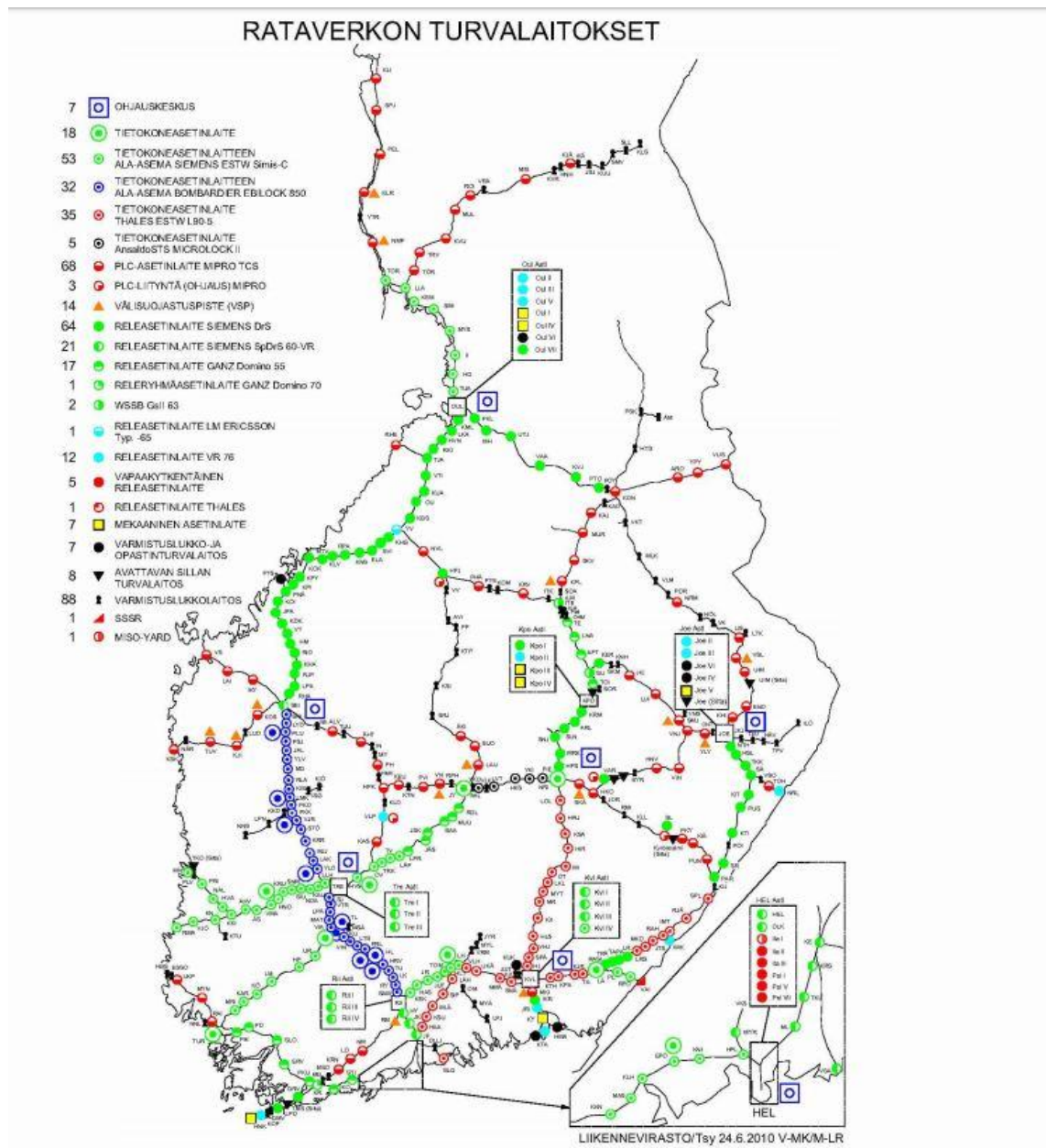
### 2.1 Asetinlaite yleisesti

Raideliikenteessä täytyy pystyä varmistamaan kulkutie eli varmistettu reitti opastimelta toiselle opastimelle. Tämän hoitaa järjestelmä, jota kutsutaan asetinlaitteeksi. Asetinlaite varaa kulkutien ja varmistaa ettei samaa kulkutietä pysty varaamaan. Tämä eliminoi junien yhteentörmäysmahdollisuuden. Kulkutietä asetettaessa asetinlaite myös varmistaa kulkutie-ehtojen täyttymisen. Asetinlaite keskustelee turvalaitteiden sekä toisten asetinlaitteiden kanssa tietoliikenneyhteyksien välityksellä. Näin se pystyy varmistamaan turvatun kulkutien tiettyjen pisteiden välille. Asetinlaite tarkkailee turvalaite-elementtien tiloja sekä ohjaa turvalaite-elementit haluttuun ajon estäviin tai salliviin asentoihin. Junan kulkutie liikenneosuuksilla ja liikennepaikoilla turvataan asetinlaitteen sisäisillä kytkennöillä. Tällä tavoin pystytään estämään inhimillisistä virheistä johtuvat junaonnettomuudet. Asetinlaitteen mahdollinen käyttökatkos hidastaa huomattavasti junaliikennettä ja pahimmillaan junien kulku estyy kokonaan. [4, s. 12, 24; 5, s. 55; 6, s. 8.]

Suomessa on käytössä erilaisia asetinlaitetyyppejä. Näitä ovat vapaakytkentäinen releasetinlaite, releryhmäasetinlaite, tietokoneasetinlaite ja suojustusjärjestelmä. Suomen



suurimpia asetinlaitelaitetoimittajaa ovat Thales, Mipro, Ansaldo, Bombardier ja Siemens. Kuvasta 1 voidaan tarkastella, mitä asetinlaitteita löytyy mistäkin päin Suomea. [7; 8, s. 7, 16.]



Kuva 1. Suomessa on monen eri valmistajan turvalaitteita [8, s. 16].

## 2.2 Simis-C-asetinlaite

Simis-C on turvatietokonejärjestelmä, jota voidaan käyttää varmuutta vaativissa turvateknisissä ohjauksissa. Simis-C koostuu kahdesta mikrotietokonejärjestelmästä. Simis-

C-asetinlaitteen käyttöjärjestelmä valvoo ja synkronoi molempien tietokoneiden toimintaa. Vian tai häiriön sattuessa Simis-C kytkee kaikki turvateknisesti tärkeät lähdöt turvalliseen tilaan. Tämä saadaan aikaiseksi lähtöjen porttikytkenällä, kun molempien toisistaan riippumattomien mikrotietokoneiden sekä molempien valvontaosien lähdöt yhdistetään JA-kytkennällä. Toiminnan vapauttava lähtö ohjautuu vain silloin, kun sekä toimintaa että valvontaosat yhdessä vapauttavat toiminnan. [9.]

Simis-C-asetinlaitteen ominaisuuksia:

- Toiminta on kaksikanavaista.
- Molempien kanavien toiminta on tahtisynkronista.
- Vertailu toimintatuloksista on varmaa.
- Aika, joka tarvitaan vertailuun, on äärimmäisen lyhyt.
- Käytön vaarantavien lähtöjen ohjaus estetään varmasti vikatapauksissa.
- Seuraavan toiminta-askeleen vapauttamisella ja kytkentäosasta tulevalta ei vikaa -ilmoituksella on varma riippuvuus toisistaan. [9.]

### 3 Siemensin ratkaisu datan keräykselle ja analysoimiselle

Palveluiden soveltaminen ja digitaalisten applikaatioiden lisääntyminen on johtanut suuren datamäärän keräämiseen kriittisistä ja suojatuista teollisuuden verkoista. Kyberturvallisuus on lisääntynyt, ja nykyisin on tärkeää löytää kriittiseen verkkoon tapahtuneet tunkeutumiset. Kyberturvallisuudessa on tarkoitus suojata laajasti kaikkea sitä infrastruktuuria, jota suojellun kohteen ylläpitäminen vaatii. Kriittisen infrastruktuurin koneenkäyttäjä voi hyödyntää tilan etäseuranta, palveluiden hallitsemista ja data-analytiikkaa, jonka mahdollistavat applikaatioiden ja palveluiden kasvanut lukumäärä. Sekä internetin että applikaatioiden ja palveluiden käyttö vaativat turvallisen pääsyn kriittiseen verkkoon. Tätä varten on kehitetty DCU ja Railigent-järjestelmä. [10; 11.]

#### 3.1 Data Capture Unit (DCU)

DCU (kuva 2) mahdollistaa yhdensuuntaisen tiedon siirtymisen kriittisestä verkosta avoimeen verkkoon, pitäen kriittisen infrastruktuurin laitteet turvattuina. Perinteisesti kriittiset teollisuussysteemit ovat suojattuja palomuurilla tai ne on kokonaan eristetty kriittisestä verkosta. Kumpikin tapa sisältää häiritseviä puutteita. Palomuri on herkkä väärälle konfiguraatiolle. Erottaminen taas ei mahdollista reaaliaikaista tiedon virtaa. DCU mahdollistaa paremman tavan pitää kriittinen verkko turvallisena myöntämällä rajoitettua pääsyä kriittiseen verkkoon. Se on yhdensuuntainen siirtolaite, joka sallii datan lähettämisen kriittisestä verkosta seurantaan tai etäkäyttöön. [11.]



Kuva 2. Datat keräys yksikkö DCU:n avulla voidaan siirtää tietoa turvallisesti pilveen [11].

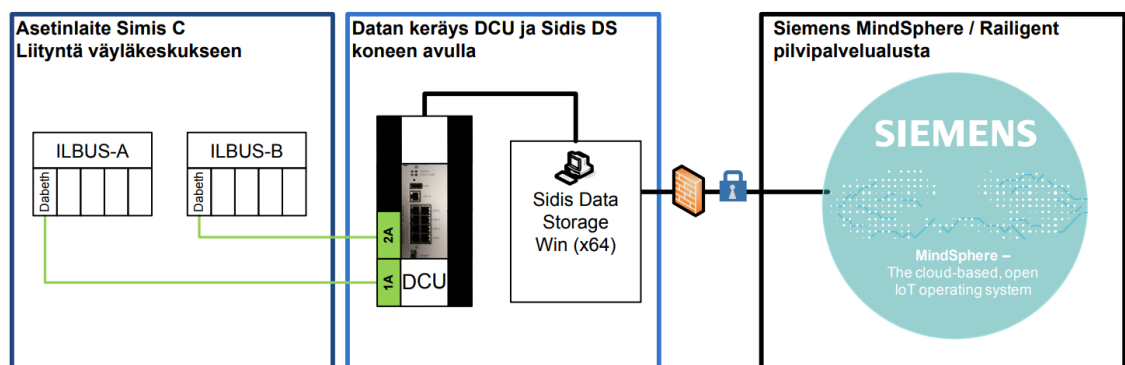
Hyötyjä DCU:n käytöstä:

- DCU mahdollistaa turvallisen ja jatkuvan seurannan teollisuuden kriittisessä verkossa.
- DCU pitää kriittisen ja avoimen verkon fyysisesti erillään.
- Ei tarvitse uudelleen konfiguroida kriittistä verkkoa monitorointia varten.
- Ei vaikutusta verkon toimintaan, vaikka DCU lakkaisi toimimasta tai ei saisi virtaa. [11.]

Ominaisuuksia:

- Monitorointi on riippumaton käytettävästä protokollasta.
- Tukee yhdensuuntaista yhdyskäytävää käytettäessä yhdyskäytävänapplikaatioita.
- Suodattaa kerättyä dataa protokollan, lähteen tai kohteen IP:n, lähteen tai kohdeportin ja data sisällön mukaan.
- Suunniteltu toimimaan epävakaisissa ympäristöolosuhteissa. [11.]

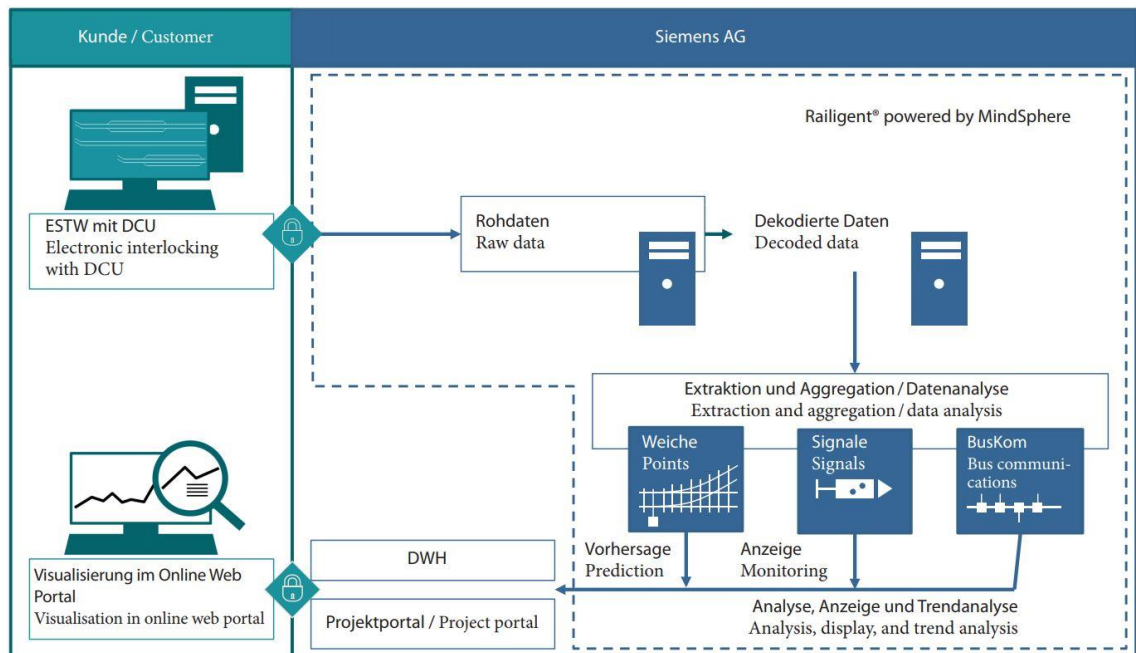
DCU:n avulla Turun pilottihankkeessa ei tarvitse tehdä muutoksia nykyiseen infrastruktuuriin eikä ylimääräisiä antureita tarvita. DCU ottaa tarvittavat tiedot olemassa olevista väylistä ja pystyy kahden väylän samanaikaiseen ja protokollariippumattomaan kuunteeluun. Kuvassa 3 on esitetty Turun pilottihankkeen verkkotopologia. [11.]



Kuva 3. DCU kerää dataa väylästä, joka siirtyy paikallisen tietokoneen välityksellä pilveen, jossa tapahtuu tiedon prosessointi [12].

Kuvassa 4 voidaan tarkastella datan matkaa visualiseen muotoon. Asiakas näkee vain paikan päällä olevan DCU:n ja data-analytiikan tuottaman visuaalisen tiedon, jota on

helppo ymmärtää ja tehdä tarvittavia toimenpiteitä sen pohjalta esimerkiksi kunnossapidossa. Kunnossapidon ei tarvitse keskittyä data-analytiikan hoitamiseen tai ymmärtämiseen, vaan kunnossapito voi keskittyä tekemään omaa työtään. Visuaalinen data helpottaa työn tekemistä huomattavasti, sillä vian sattuessa kunnossapidossa nähdään heti, missä vika on, eikä paikantamiseen mene ylimääräistä aikaa.



Kuva 4. Datien siirtyminen asiakkaalle visualiseen muotoon [13].

### 3.2 Railigent

Railigent-järjestelmä on osa Siemens Mobilityn digitaalisten palveluiden portfolioa ja MindSphere IoT-käyttöjärjestelmää. Järjestelmä on modulaarinen ja integroitava useisiin muihin järjestelmiin. Railigent sisältää muun muassa erilaisia digitaalisia palveluita. Kuvassa 5 nähdään Railigent-järjestelmään liittyviä digitaalisia palveluita. [14.]

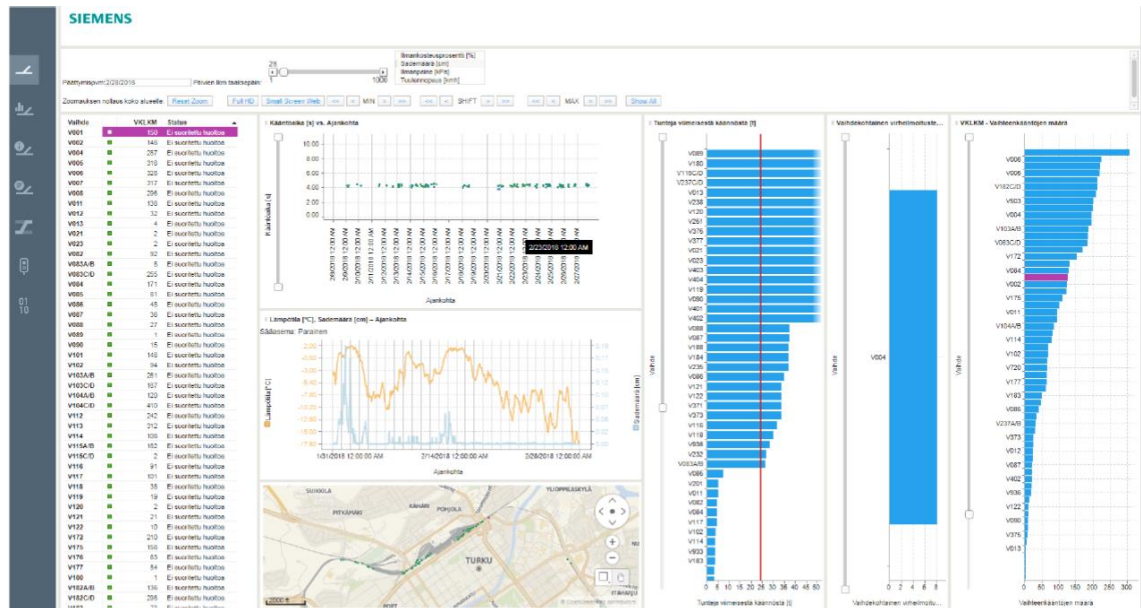


Kuva 5. Railigent-järjestelmä koostuu erilaisista digitaalisista palveluista. [14.]

Turun Railigent-raportti on luotu rataverkon kunnossapidon ja ylläpitojärjestelmien kehittämiseksi. Railigent-raporttiin on tuotu karttatietoa, josta voidaan tarkastaa elementin tarkka sijainti. Raportista löytyy myös säätiedot, joista voi tarkastella lämpötilaa, tuulta ja sademääriä (kuva 6).

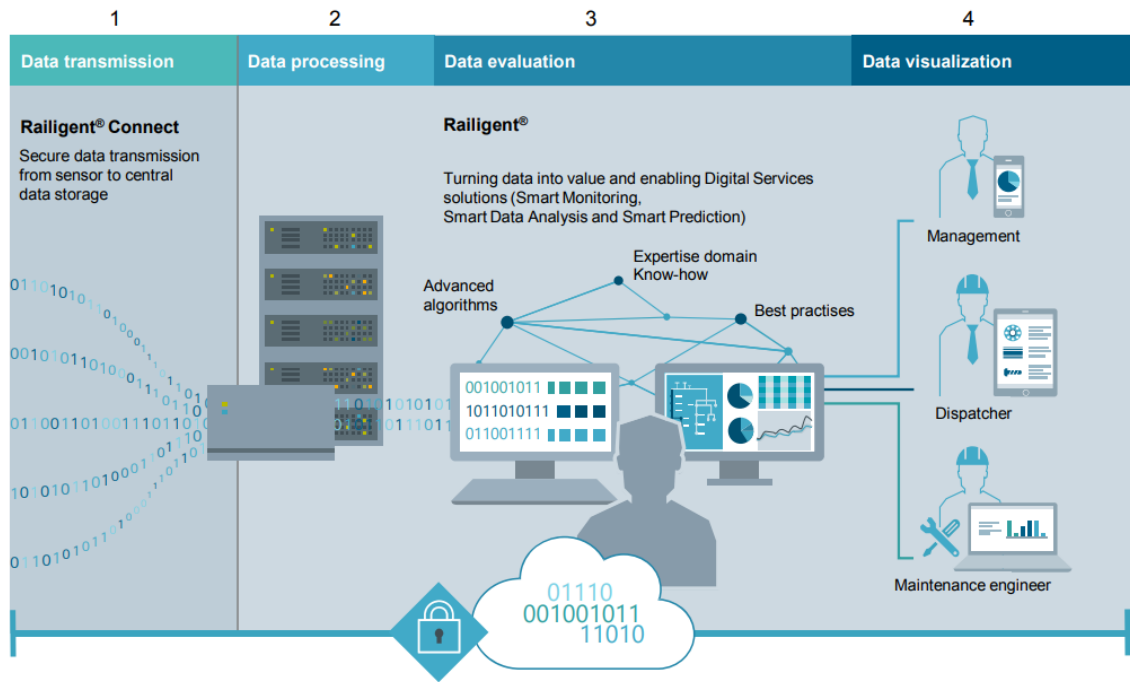
Turun Railigent-raportista on mahdollista tarkastella

- vaihteita yleisesti, kartalla ja statistiikalla
- opastimia
- tasoristeyksiä
- väyläliikennettä
- elementtikohtaisia lyhyitä varautumisia.



Kuva 6. Turun Railigent-raportista voidaan tarkastella esimerkiksi vaihteiden kääntymisiä.

Kuvassa 7 nähdään, miten asetinlaitteen keräämää väylädataa hyödynnetään data-analytiikan avulla rataverkon hallinnoinnin, kunnossapidon ja päätöksenteon tukemiseksi ja kehittämiseksi. Ensimmäisessä vaiheessa kerätään dataa tietoturvallisesti ja siirretään Siemensin Railigent-järjestelmään. Toisessa vaiheessa raakadataa prosessoidaan ja muunnetaan jatkojalostettavaan muotoon. Kolmannessa vaiheessa dataa muunnetaan tiedoksi algoritmien ja kehittynein data-analysointi työkalujen avulla. Neljännessä vaiheessa data on käsitelty visuaaliseen muotoon, jota eri käyttäjäryhmät voivat hyödyntää. [12.]



Kuva 7. Railigent-järjestelmällä tuotetaan eri käyttäjäryhmille hyödynnettävää dataa [12].



## 4 IoT

### 4.1 Teollinen internet

Suomessa sekä maailmalla käytössä oleva teollisuus uudistuu merkittävästi laajan digitalisaation ansiosta. IoT (Internet of Things) eli teollinen internet tarkoittaa tuotteiden, laitteiden, komponenttien, kokonaisten tuotantojärjestelmien ja prosessien sekä niihin kytkeytyvien ihmisten liittymistä internetiin ja toisiinsa. Tällä tavalla informaation seuraaminen on mahdollista jopa reaaliajassa ja tuotantojärjestelmien ohjaamiseen pystytään reagoimaan nopeasti. [15, s. 10.]

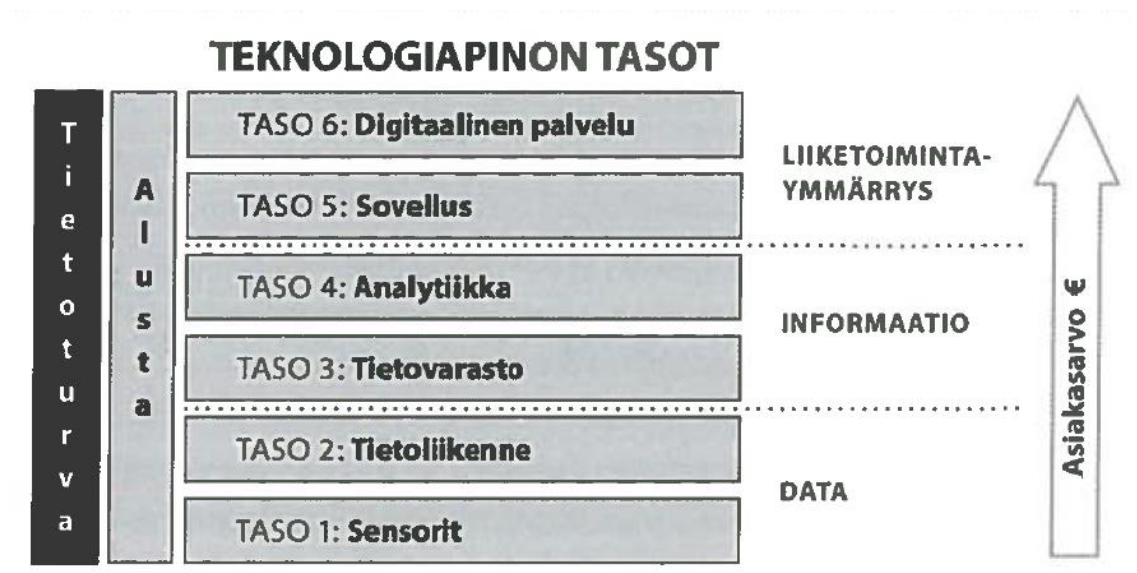
Digitalisaatio tulee kovalla vauhdilla, ja se antaa yritykselle kaksi mahdollisuutta. Ensimmäinen on olla rohkea ja lähteä mukaan kehittämään omaa digitalisaatiota. Näin ollen luultavammin yritys parantaa elinvoimaansa eikä vaaranna sitä tulevaisuudessa. Toinen mahdollisuus on jatkaa perinteisenä ja takertuvana yrityksenä, ja näin ollen digitalisaation murros on uhka, siinä missä se on mahdollisuus muille yrityksille. Digitalisaatiossa yhdistyvät digitaalinen ja fyysinen maailma. Konkreettiset laitteet ja koneet, joissa on anturit, muodostavat fyysiset laitteet yhdessä päätelaitteiden ja infrastruktuurin kanssa. Fyysiseen maailmaan voidaan liittää myös asennus-, suunnittelu- ja huoltopalvelut. Digitaalinen maailma koostuu tietolähteistä, joista kerätään erilaista dataa pilvialustoista, käyttöliittymistä, ohjelmistopohjaisista palveluista, data-analytiikasta ja algoritmeista sekä niiden päälle rakennettavista ohjelmistoista. Digitaalisen ja fyysisen maailman yhdistelmällä verkkoon kytkeytyistä palveluista ja tuotteista saadaan älykkäitä. Siitä eteenpäin ne yhdistyvät osaksi suurempia ekosysteemejä ja järjestelmiä mahdollistaen automaattisia ratkaisuja. [16, s.18–19.]

### 4.2 Tiedonsiirto pilveen

Pilven käyttäminen datan tallennuspaikkana on erittäin edullista tallennustilaa. Pilveen tallentamisen suuri etu on, että se skaalautuu automaattisesti miljoonien laitteiden datavirroille. Sensorien tuottama data tallennetaan pilveen, eikä näin ollen tarvita omaa fyysistä palvelinta ja konesalia. Nykyään on saatavilla juuri teollisen internetin tarpeisiin luotuja pilvipalveluita, jotka sisältävät datanvarastoinnin lisäksi myös analytiikan, laitehallinnan sekä työkalut visualisointiin. Tietoturvallisuuden takia datasta suodatetaan usein kriittiset elementit pois ennen kuin data siirretään pilveen analysoitavaksi. [16, s. 202.]

Datan analysointi lähellä lähdettä on tarpeellista, mikäli tarkoitus on luoda älykäs ja automaattiseen viestintään koneelta koneelle kykenevä järjestelmä. Kaiken koneen tuottaman datan siirtyminen konesaliin tai pilveen johtaa usein tiedon välittymisen viiveeseen, eikä seuraava kone saa heti johtopäätöstä omaan käyttöönsä. Älyliikenteessä tai älykäässä tehtaassa ei siedetä internetyhteyden häiriötä eikä viiveitä. Datan analytiikka vaatii usein raskasta suorituskykyä. Hajauttamalla laskentaa voidaan keventää tallennustilan tarvetta ja tietoliikennettä. Dataa on helppo kerätä ja on tärkeää miettiä, mitä dataa kannattaa kerätä ja kuinka tarkasti. Monesti ei ole tarpeellista tallentaa millisekunnin tarkkuudella esimerkiksi moottorin pyörimisnopeutta, mikäli moottori toimii ja nopeus pysyy samana tunnista toiseen eikä häiriötä synny. Tärkeää sen sijaan on tunnistaa poikkeamat ja reagoida nopeasti niihin. [16, s. 214–215]

Kuvasta 8 nähdään teknologian tasot. Tietojen varastointi tapahtuu tasolla kolme. Turun pilottihanketta tarkasteltaessa DCU:n toiminta tapahtuu tasoilla yksi ja kaksi. Railigent järjestelmä toimii tasoilla kolme, neljä, viisi ja kuusi. Tietoturva ja alusta kulkevat kaikkien tasojen mukana, ja niiden tulee olla hyvin ja huolellisesti toteutettu tasosta yksi alkaen. Itse asiakkaalle tärkeimmät tasot ovat viisi ja kuusi. Näillä tasoilla asiakas saa ymmärrettävää ja visuaalista tietoa järjestelmästä ja pystyy hyödyntämään sitä omassa liiketoiminnassaan ja suunnittelun tukena. [16, s. 143.]



Kuva 8. Analytiikka on sijoitettu tasolle neljä teknologiapinon tasoissa [16, s. 143].

## 5 Data-analytiikka kunnossapidossa

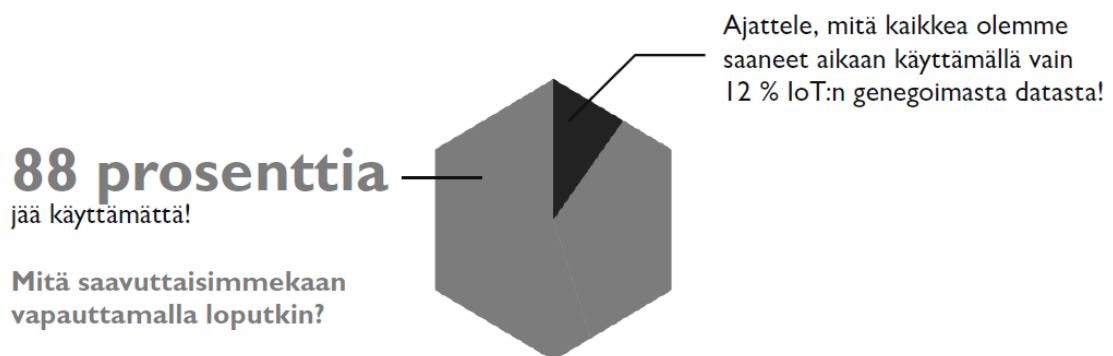
Antureiden hinnat ovat vuosien saatossa alentuneet merkittävästi ja tehokkaat tietoliikenneyhteydet ovat yleistyneet. Näiden ansiosta kunnossapitoon liittyvien laitteiden, kokeiden ja muiden anturointi on taloudellisesti mahdollista myös kohteissa, missä se ei aikaisemmin ole ollut mahdollista. Anturien lisääntynyt lukumäärä kasvattaa voimakkaasti kerättävää tiedon määrää. Tietoa pystytään helposti keräämään ja tallentamaan erilaisissa muodoissa valtavat määrät. Tiedon täysimittainen hyödyntäminen taas on huomattavasti vaikeampaa. Data-analytiikalla, kognitiivisella tietojen käsittelyllä ja koneoppimisella saadaan kerätystä datasta helposti ymmärrettävää visuaalista dataa. [15, s. 88.]

### 5.1 Data-analytiikka yleisesti

Analysoimalla tallennettua tietoa pystytään löytämään merkityksellisiä tietoja. Tämä tietysti vaatii sen, että tiedetään mitä etsitään tietojen seasta. Kokemuksen perusteella on usein näkemys, mitä pitäisi etsiä, ja tämä on suuressa merkityksessä tiedon etsimisessä. Tiedon analysointiin tarvitaan analysoija, joka tietää mitä etsii. Kuvassa 8 on IBM Researchin tutkimuksen kuvaaja, josta nähdään, että kerättyä tietoa ei osata vielä läheskään täysimittaisesti hyödyntää. Kerätyssä tiedossa voi olla todella merkittäviä löydöksiä, mutta ei ole helppoa löytää kaikkea merkityksellistä tietoa. Kerätyistä tiedoista voidaan löytää myös asioita, joilla ei olekaan merkitystä. Tiedon analysoijat eivät välttämättä tiedä, onko tieto merkityksellinen, ja sen takia tarvitaan näkemystä aihealueesta ja aiheen asiantuntijoilta. [15, s. 88–89.]

Kuva 9 kertoo, että yrityksillä on suuri kehityspotentiaali tiedon hyödyntämiseen. Kerätyistä tiedosta suuri osa on niin sanottua pimeää dataa, jota ei aikaisemmin ole ollut käsiteltävänä tai koneellisesti ymmärrettävissä. Pimeää dataa voidaan ottaa hyötykäyttöön kognitiivisen tietojen käsittelyn avulla. Antureiden hinnan alentuminen ja määrän kasvaminen tuo kunnossapidon kohteiden mittauksen piiriin aivan uuden tyyppistä tietoa. Pilviteknologian avulla saadaan tallennettua suuria tietomääriä ja saadaan joustavuutta laskeutuskapasiteettiin. Sen avulla pystytään perinteisenä pidettyä pimeää dataa avaamaan ja ymmärtämään osana kunnossapidon mittaustietoja. Analytiikkaa hyödyntämällä saadaan sisällöltään ymmärrettävää visuaalista tietoa, jota voidaan käyttää hyödyksi osana

kunnossapidon prosessia. Tiedon monimuotoisuuden kasvaminen ja kentällä lisääntyneet anturit mahdollistavat aivan uusia mahdollisuuksia kunnossapidon palveluliiketoiminnan kehittämiseen. Esimerkiksi ymmärretään reaaliajassa elementiltä tulevan tiedon merkitys ja pystytään auttamaan kunnossapidon henkilöä tekemään johtopäätöksiä ja tarvittavia toimia tietoon perustuen. [15, s. 89.]



Kuva 9. Tietoa kerätään todella paljon, mutta sitä ei vielä osata täysimittaisesti hyödyntää [15, s. 89].

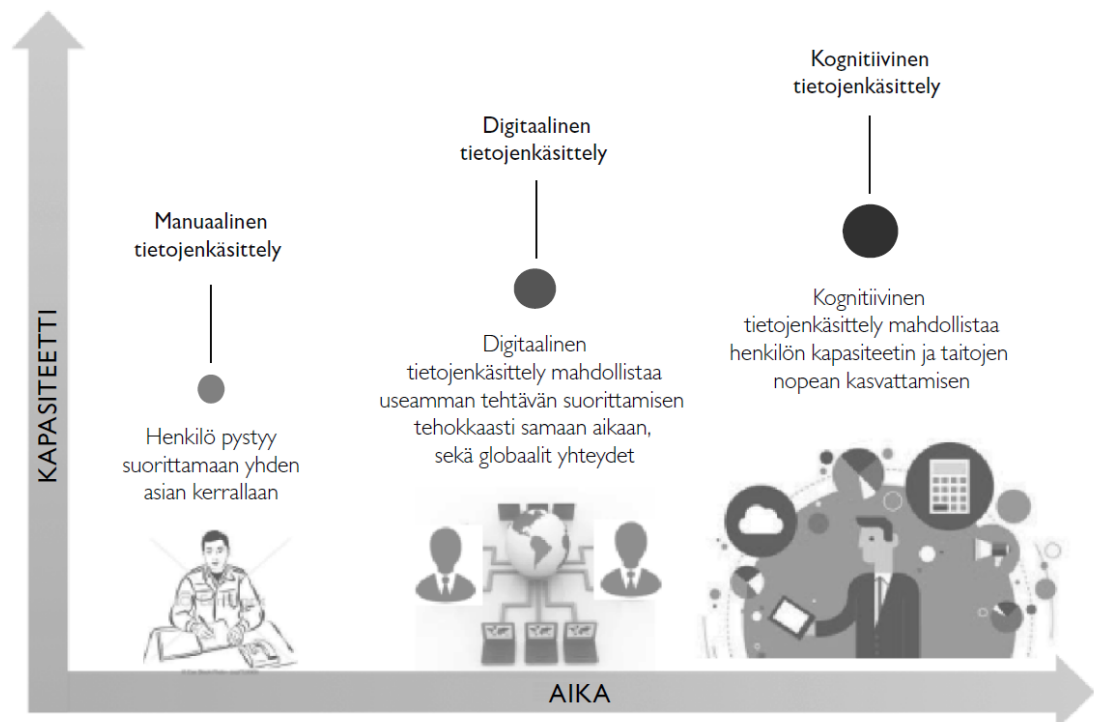
## 5.2 Kognitiivinen tietojen käsittely

Kognitiivinen tietojenkäsittely pystyy käsittelemään kerättyä tietopääomaa sekä oppimaan tietopääoman merkityksen ja tietojen välisen kausaliteetin. Ihmistä ei pyritä korvaamaan oppivalla tietojärjestelmällä vaan oikeastaan tuomaan esille ihmisen kykyä käyttää ja hallita koko tietopääomaa, joka syntyy yrityksen tiedon määrän kasvaessa voimakkaasti. Ympäristön muutoksissa oppiva tietojärjestelmä pystyy muuttamaan toimintaansa automaattisesti, jolloin se pystyy muutoksen tapahtuessa reagoimaan huomattavasti aikaisempaa nopeammin sekä tarkemmin. [15, s. 90.]

Kognitiivisen tietojenkäsittelyn mahdollisuuksia:

- Pystyy tehostamaan kunnossapitoprosessin henkilöstön toimia.
- Laajentaa ihmisten osaamista.
- Luo uusia palvelumalleja ja tuotteita.
- Tehostaa prosessia ja operaatioita.
- Auttaa havaitsemaan paremmin uusia mahdollisuuksia. [15, s. 92.]

Kuvassa 10 nähdään IBM:n näkemys, miten tietotekniikka on kehittynyt teollisuuden mukana. Kunnossapito kehittyy ja näin tarvitaan myös uudenlaista osaamista. Ihmisen kyky kehityksen mukana pysymiseen on rajallinen. Kognitiivinen järjestelmä voi toimia virtuaalisena avustajana, jolloin voidaan laajentaa ihmisten osaamista. Kognitiivinen tietojenkäsittely tuottaa visuaalista dataa, jota on helppo ihmisenkin ymmärtää ja tehdä päätöksiä sen mukaan. [15, s. 92.]



Kuva 10. Kognitiivinen tietojen käsittely mahdollistaa korkean kapasiteetin tiedon hyödyntämiseen [15, s. 92].

### 5.3 Koneoppiminen

Ennakoiva analytiikka perustuu koneoppimisen algoritmiin. Koneoppiminen on tärkeä osa datan jalostamista. Sen avulla pystytään luomaan ennustemalleja laitteen tulevasta vikaantumisesta. Koneoppiminen on vielä suhteellisen uusi tieteenala, mutta viimeaikaiset läpimurrot suuressa laskentakapasiteetissa ja kehittyneissä koneoppimismenetelmissä ovat herättäneet suurta kiinnostusta tieteenalaa kohtaan. Koneoppimisen avulla koneet oppivat omasta ympäristöstään sekä pystyvät tekemään ratkaisuja itsenäisesti ja paremmin kuin pelkästään ohjelmoinnilla tehdyt toteutukset, joissa ohjelmointi on tehty etukäteen. [15, s. 130–131; 16, s. 210–211.]

Validointi on tärkeässä roolissa tarkasteltaessa ennakoivan analytiikan toteutuksien lisääntymistä. Mallin, joka on sovitettu rajatulle ajanjaksolle, tulisi pystyä toimimaan myös vastaavalla tarkkuudella tilanteissa, joissa käsiteltävät tiedot ovat mallille entuudestaan tuntemattomia. Validointiin täytyy kiinnittää huomiota heti alkuvaiheessa, jotta tarkkuus saadaan mahdollisimman realistiseksi. Online-järjestelmän avulla pystytään hyödyntämään suurempaa datamäärää. Online-järjestelmällä pystytään oppimaan datan siirtymisen mukana, kun esimerkkitapauksia tulee saataville ennakoitavista kohteista. On tärkeää siirtyä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa online-analytiikkaan sekä todelliseen ympäristöön, että saavutetaan maksimaalinen hyöty. [15, s. 131.]

Tulosten esittäminen visuaalisessa muodossa on tärkeää, koska loppukäyttäjälle analytiikan algoritmit ja menetelmät eivät ole ymmärrettäviä. Tulosten esittäminen selkeästi ja ymmärrettävästi on avainroolissa koneoppimisen hyödyntämisen kannalta. Tulosten tulee olla niin selkeitä, että kuka vain pystyy ymmärtämään niitä. [15, s. 131–132.]

## 6 Kunnossapidon tulevaisuus

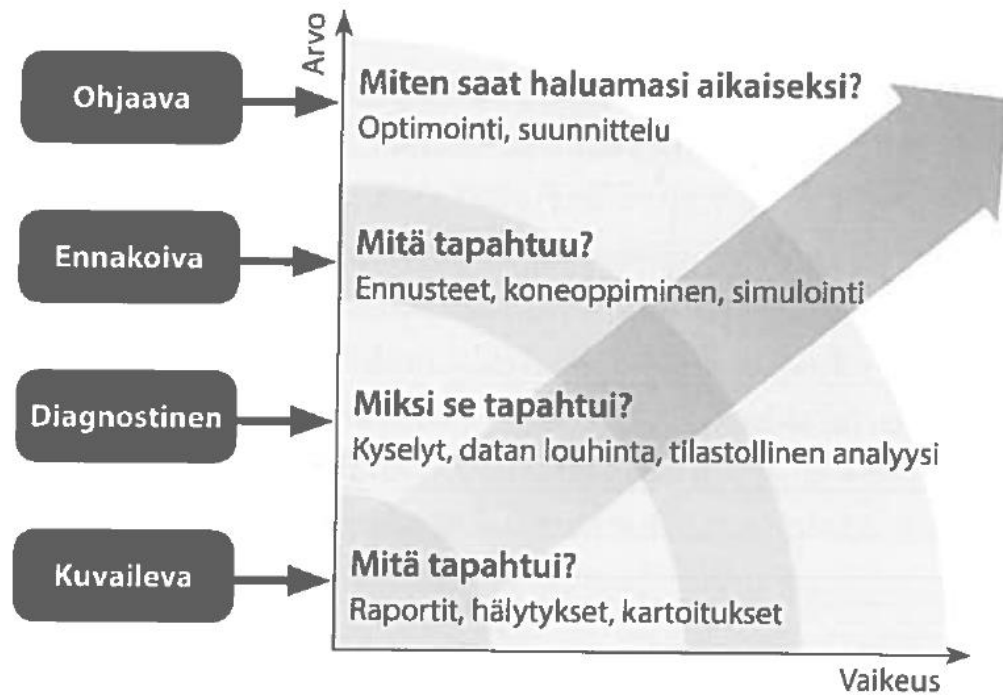
Kunnossapidon palveluliiketoiminnan keskeiseksi kilpailutekijäksi on muodostumassa kyky ymmärtää saatuja tietoja ja reagoida niihin. Kunnossapidon liiketoiminta tulee muuttamaan tietokonekeskeiseksi toimialaksi, joka pystyy hyödyntämään kognitiivisia järjestelmiä ja koneoppimista toimintansa jatkuvaan ymmärtämiseen ja kehittämiseen. [15, s. 90.]

### 6.1 Ennakoiva huolto

Ennakoivaan huoltoon kohdistuu suuria odotuksia. Se johtuu tavoitteesta vähentää odottamattomia pysäytyksiä, pyrkimyksestä tuottavuuden nostamiseen laitteiden käyttöastetta parantamalla ja suunniteltujen huoltoseisokkien ajan lyhentämiseen. Näillä osa-alueilla pystytään vaikuttamaan yrityksen kannattavuuteen ja tuomaan säästöjä. [15, s. 73.]

Ennakoiva huolto vaatii etänä tapahtuvaa valvontaa ja sen hallintaa sekä optimointeja ja päivityksiä. On tärkeää nähdä koko ajan, missä kunnossa laitteisto ja mahdollisiin vikaantumisiin vaikuttavat osat ovat. Ennakoivan huollon analytiikka on haastavaa. Yksinkertaisella tasolla hyödynnetään hälytyksiä. Määritellään ennalta tietyt raja-arvot, ja niiden rikkoutuessa tulee hälytys. Analytiikka etsii tiedoista poikkeamia. Tarkoitus on löytää tiedoista ennakoivaa tietoa, mikä saattaa aiheuttaa komponentin rikkoutumisen tai ennustaa sen rikkoutumisen lähitulevaisuudessa. Analytiikka ja poikkeaman etsiminen toteutetaan automaattiseksi, eikä ihmisen tarvitse seurata kuin näytöltä hälytyksiä ja reagoida niihin. Laiterikkoja voi tapahtua epätavallisissa tapahtumissa, poikkeavissa ympäristön olosuhteissa tai laitteiden virheellisellä tai keskimääräistä kuluttavammalla käytteisellä. [15, s. 73–74.]

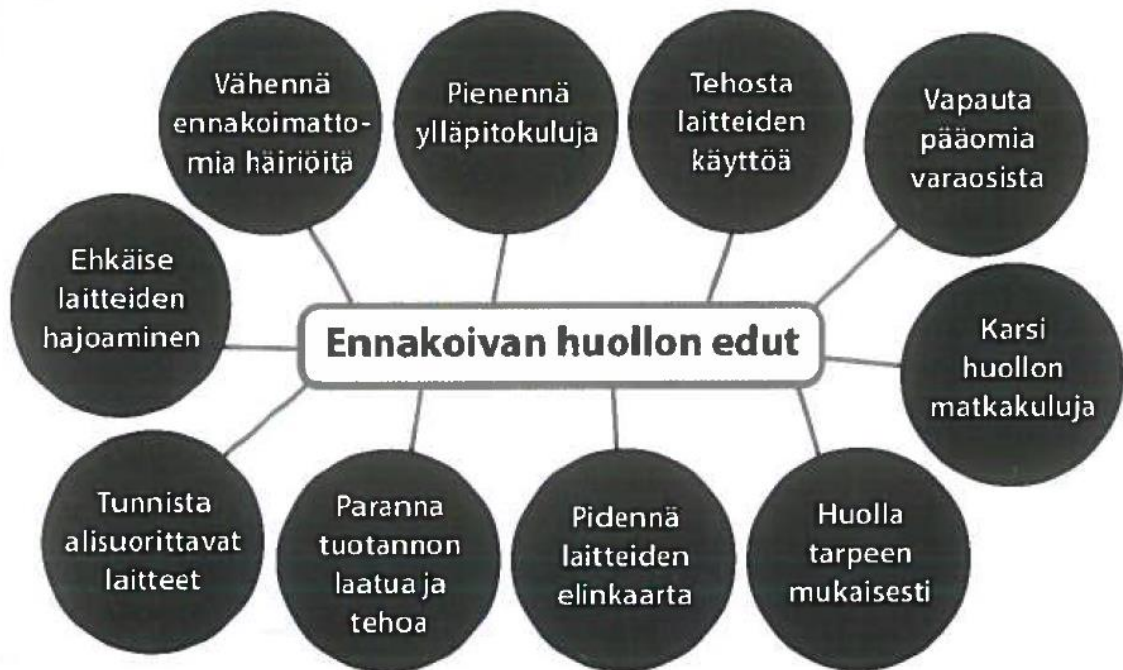
Kuvaa 11 voidaan soveltaa Railigent-järjestelmään. Alimmalla tasolla järjestelmä ilmoittaa hälytykset. Diagnostisella tasolla data-analytiikka suorittaa analysointia kerätyn datan perusteella. Ennakoivalla tasolla pyritään ennakoivaan huoltoon ja siinä aletaan etsiä signaaleja, mitä laitteiden sensorit ovat lähettäneet ennen vian hälytystä. Tavoitteena on löytää jokin malli tai trendi, jonka mukaan vian olisi voinut ennustaa mahdollisimman aikaisin. Tulevaisuudessa samalainen signaali voidaan asettaa automaattiseksi hälytykseksi. Näin kunnossapidon on mahdollista varautua ennakoivasti tilanteeseen ja ehkäistä vikaantuminen. [16, s. 208.]



Kuva 11. Optimoinnilla saadaan aikaiseksi haluttu toiminto hälytyksen tapahtuttua [16, s. 208].

Kuvassa 12 nähdään ennakoivan huollon etuja. Ennakoivan huollon avulla pystytään säästämään monissa tilanteissa. Tärkeimpiä etuja ovat häiriöiden kurissa pitäminen ja toimintavarmuuden pysyminen. Se on varsinkin raideliikenteenpuolella hyvin tärkeää, koska raideliikenteessä tulee junien myöhästymisiä, mikäli ennakoimattomia häiriöitä tulee, ja ne vaativat välittömiä toimenpiteitä. Ennakoivan huollon avulla tulee mahdolliseksi tarpeenmukainen huolto. [16, s. 75.]





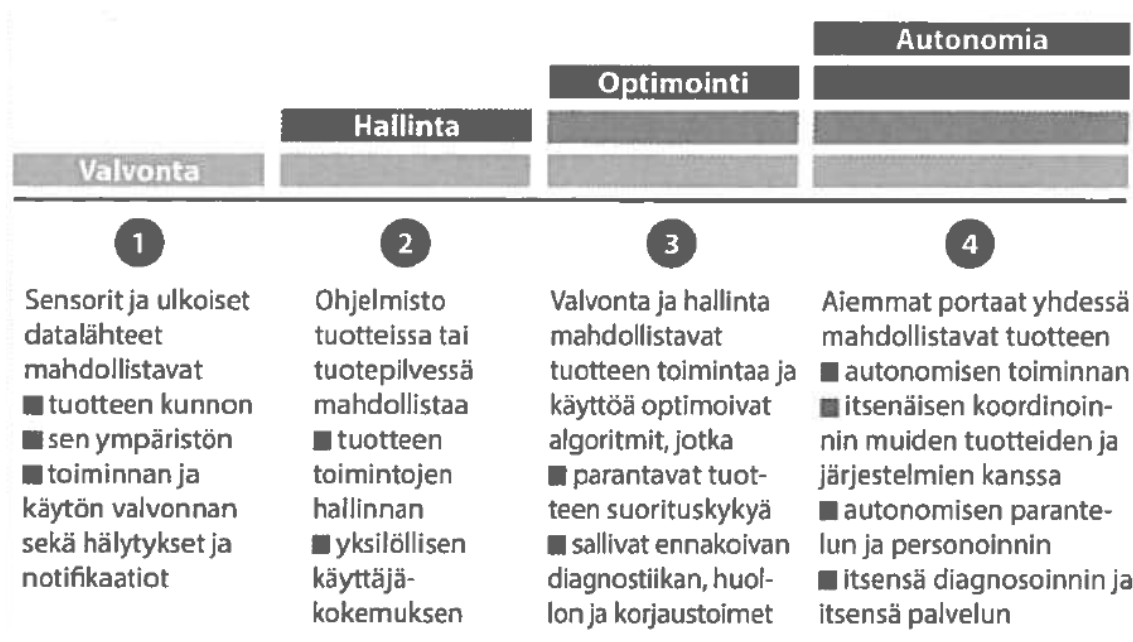
Kuva 12. Ennakoivalla huollolla saadaan aikaiseksi säästöjä [16, s.75].

## 6.2 Tarvepohjainen huolto

Kunnossapidon tulevaisuuden tavoite on tarvepohjainen huolto. Vuosihuollot voitaisiin unohtaa tarvepohjaisessa huollossa ja huoltaa vain silloin kuin sille on oikeasti tarvetta. Vuosihuollot perustuvat aikaisemiin tietoihin ja kokemuksiin laitteiden kestävydestä. Ne tehdään usein turhan aikaisin, ja laite voisi kestää vielä pitkäänkin ilman minkäänlaista huoltoa. Tietoon perustuvalla tarvepohjaisella huollolla saataisiin säästöjä, kun huollot tehtäisiin vain silloin kun on oikeasti tarvetta.

Tarvepohjaisen huollon saavuttamiseksi täytyy päästä kuvan 13 taso neljään. Ensimmäisellä tasolla valvotaan pelkästään laitteiden kuntoa, ympäristöä, toimintoja ja käyttöä. Tämän mahdollistaa sensorit ja ulkoiset datalähteet. Valvonta tasolla tapahtuvat hälytykset ja ilmoitukset. Hallinnan tasolla pilveen hajautetulla ohjelmistolla voidaan käyttää etätoimintoja. Optimoinnin tasolla hallintaa ja valvontaa hoitavat algoritmit. Niillä voidaan säätää laitteiden käyttöä ja toimintaa suorituskyvyn parantamiseksi sekä tuottaa ennakoivaa diagnostiikkatietoa. Autonomian tasolla laitteet ja tuotteet voivat toimia jopa automaattisesti sekä älykkäästi, minkä aiemmat tasot yhdessä mahdollistavat. Yksittäiset

laitteet ja tuotteet seuraavat omaa toimintaansa vertaillen sitä toisiin laitteisiin ja järjestelmiin. Ne tietävät oman tilansa sekä pystyvät ratkaisemaan ongelmia itsenäisesti. [16, s. 145.]



Kuva 13. Autonominen järjestelmä on älykäs ja se pystyy itsensä diagnosointiin [16, s. 145].

Autonomisella järjestelmällä pystytään käyttämään hyväksi järjestelmän tuottamaa dataa ja hyödyntämään sitä ennalta suunniteltuihin tarvepohjaisiin huoltoihin. Se osaa itsenäisesti hyödyntää diagnostiikan dataa ja kertomaan, milloin laitteita olisi tarpeellista huoltaa. Turun pilottihankkeessa on päästy tasoon kolme eli optimointiin. Järjestelmä osaa hälyttää tilanteissa, joissa ei olla vielä kriittisessä pisteessä. Näin ennakoivan huollon toimia voidaan tehdä ennen kuin syntyy laiterikkoja. Järjestelmän pienellä jatkokehittämisellä päästään luomaan tarvepohjaista huoltoa. [16, s. 145.]

## 7 Turun pilottihanke

### 7.1 Yleistietoa pilottihankkeesta

Turun pilottihanke on vuoden mittainen, ja se päättyy vuoden 2018 loppuun mennessä. Liikennevirastolla on käynnissä digitalisaatiohanke, ja Turun pilottihanke on yksi rataverkon kunnossapidon ja ylläpitojärjestelmien kehittämiseen valittu pilottikohde. Yritykset ja Liikennevirasto pilotoivat yhdessä uusia digitaalisia tiedonkeräämisen teknologioita sekä menetelmiä. Yhtenä tavoitteena on kehittää ja tutkia uusia automatisoituja tiedonkeräämismenetelmiä ja -prosesseja ratojen kunnan hallinnan tueksi. Toisena tavoitteena on kehittää optimoituja kunnan hallinnan prosesseja jatkuvan raportoinnin ja analyysien sekä automaattisesti kerätyn datan avulla. [1; 2.]

Pilottihanke päätettiin toteuttaa Turussa, koska Turku oli toteutuksen osalta sopiva ja elementtien puolesta riittävän monipuolinen ympäristö. Turku tiedettiin vähäongelmaiseksi paikaksi, ja sitä se on ollut pilotinkin aikana. Pilotin tarkoituksena on ollut toteuttaa asetinlaidatan automaattisen tallennusprosessin käyttöönotto Siemensin Simis-C-asetinlaitteella. Kokeilussa on hankittu tietoa, kuinka kerättyä asetinlaitetietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi ennakoivan kunnossapidon, liikenteen suunnittelun ja päätöksenteon tukena sekä tehdään vielä konkreettinen ehdotus palvelukonseptin laajentamisesta Suomen rataverkolle ennen pilottihankkeen päättymistä. [17.]

Sopimuksen tekovaiheessa otettiin käyttöön ennalta määritetyt kaksi käyttötapausta:

- vaihteiden tila ja kunnossapitotarve-ennuste
- asetinlaitekommunikaation tila ja vikaennuste, valittuun projektikohteeseen sovitettuina.

Pilotin aikana on läpikäyty projektin kehitysvaiheita sekä ideoitu kuukausittaisissa palaverissa kehitysmahdollisuuksia. Tämän lisäksi järjestettiin erillinen workshop-tapahtuma, jossa jatkoideoitiin projektin käyttötappauksia.

### 7.2 Haastatteluiden toteutus

Tätä insinööriyötä varten on tehty kahdeksan tunnin mittaista haastattelua. Haastatteluihin osallistui Liikenneviraston, kunnossapidon ja isännöinnin edustajia. Haastatteluita

varten haastateltavalle lähetettiin keskusteluaiheita etukäteen sähköpostilla. Varsinaisia kysymyksiä ei annettu etukäteen. Tämä oli onnistunut toteutus haastatteluille, koska yleisillä keskusteluaiheilla saatiin paljon monipuolisempaa keskustelua aikaiseksi, kuin pelkästään kysymyksiin vastaamisella. Tunnin mittainen aika tuli kaikkien kanssa täyteen ja saatiin paljon erilaisia näkemyksiä.

### 7.3 Pilottihankkeen toteutus

Turun pilottihankkeessa on onnistuttu toteuttamaan automaattinen sekä tietoturvallinen ratkaisu datan keräykselle, prosessoimiselle ja datan esittämiseen eri käyttötapauksen muodossa. Hankkeessa on pystytty osoittamaan, että asetinlaitteesta kerätystä ja jalostetusta datasta saadaan tuotettua merkittävää lisäarvoa eritahojen toimijoille ja päätöksien tueksi. [12.]

Kunnossapidolle tuotettua lisäarvoa:

- automaattiset tilastot ja raportit kunnossapitotoimenpiteiden tukemiseksi ja prosessin kehittämiseksi
- elementtitasolta tarkkaa dataa, jota voidaan hyödyntää prosessin kehittämisessä ja siirtymisessä ennakoivaan ja tarvepohjaiseen kunnossapitoon
- tapahtumista automaattinen ilmoitus järjestelmän käyttäjille. [12.]

Hallinnolle tuotettua lisäarvoa:

- monesti toistuvien ongelmatapausten tunnistaminen ja niiden juurisyiden selvittäminen
- tapahtumia pystytään tarkastelemaan takautuvasti historiasta. [12.]

Lisäksi päätöksenteolle ja suunnittelulle on tuotettu Excel-raportti historiastatistiikasta, joka tuotetaan joka toinen kuukausi. Järjestelmästä lähtee käyttäjille joka aamu sähköpostiraportti, jossa näkyy viimeisen vuorokauden poikkeamat. [12.]

Turussa on ollut todella vähän ongelmia, minkä takia toteutettiin vikojen simuloimispäivä. Kuvassa 14 nähdään vaihteella 176 poikkeamia. Oranssi väri kertoo siitä, että vaihde ei ole toiminut optimaalisesti. Vihreällä värillä indikoidaan, että tapahtuma on pysynyt raja-

arvojen sisällä. Mitä punaisempi väri on, sitä enemmän tapahtuma poikkeaa raja-arvoista.



Kuva 14. Testipäivänä saatiin tuotettua Railigent-järjestelmään poikkeavia tilanteita.

#### 7.4 Kunnossapidon ja isännöinnin haastattelut

Kunnossapito on käyttänyt järjestelmää, ja sen pohjalta työpaikalla on lisääntynyt keskustelu havaituista vioista ja poikkeamista. Järjestelmästä on nähty poikkeamia ja niiden perusteella mietitty, onko jotain huoltoa tehty laitteelle. Mikäli ei ole tehty, on tarkasteltu, mikä on aiheuttanut poikkeaman syntymisen. Sähköpostiraportin lukeminen aamulla on usein herättänyt mielenkiinnon kirjautua järjestelmään tutkimaan sitä tarkemmin. [18; 19; 20.]

Järjestelmä on koettu hyvin mielenkiintoiseksi ja toivotaan sen jatkuvan vielä vuoden vaihteen jälkeen. Vuosi on ollut lyhyt aika, mutta silti on saatu aikaiseksi hyvä järjestelmä, josta on ollut hyötyä jo näinkin lyhyestä ajasta huolimatta. [18; 19; 20.]

Kunnossapidon haastatteluissa tuli ilmi, että Turussa on jo pitkään panostettu eristystöihin. Turusta löytyy yli kymmenen vuoden ajalta dataa eristysten tekemisistä ja vioista. Näistä on helppoa vikojen sattuessa tarkastella, mitä on tehty ja onko vikoja ollut aikaisemmin. Tässä yksi syy siihen, miksi Turussa on niin vähän ongelmia. Eristysviat ovat yleisimpiä vikoja, jotka vaativat paikan päällä käymistä. Ne ovat myös hankalia paikantaa sekä ne voivat oireilla vain satunnaisesti. [18; 19; 20.]

Haastatteluissa tuli ilmi, että kunnossapidolla on tavoitteena siirtyä pikkuhiljaa kohti ennakkoivaa ja tarvepohjaista huoltoa. Järjestelmän avulla pystytään kehittämään kunnossapidon prosessia kohti tätä tavoitetta. [18; 19; 20.]

## 7.5 Kunnossapidon ja isännöinnin kehitysideat

Haastatteluiden pohjalta tuli ilmi, että Liikenneviraston kunnossapito-ohjeet ovat vanhaa aikaisia ja ne voitaisiin ottaa tarkasteluun mahdollista päivittämistä varten. Järjestelmää ja kunnossapito-ohjeita voitaisiin kehittää yhdessä. Esimerkkinä haastatteluissa annettiin tilanne, jossa vika vaatii paikan päällä käynnin. Monesti paikan päällä käymisellä ei saada lisätietoa viasta ja sen aiheuttajasta. Järjestelmää tutkimalla saataisiin todennäköisesti enemmän tietoa viasta. Elementin historiasta todennäköisesti löytyy jotain poikkeavaa, ja näitä tietoja hyödyntämällä voidaan selvittää vian syntyminen. Tulevaisuudessa voidaan rajata raja-arvot sen mukaan, että järjestelmä tuottaa ennakoivan ilmoituksen jo ennen vian syntymistä ja voidaan tehdä ennakoivia toimia vian estämiseksi. [18; 19; 20.]

Järjestelmän kehittämiseen olisi hyvä saada varsinainen asetinlaiteasiantuntija mukaan. Data-analytiikan kehittäjä ei luonnollisesti voi tietää, mitä kaikkea asetinlaitteen datasta voidaan hyödyntää. Parhaat tulokset saataisiin yhdistämällä asetinlaiteasiantuntijan ja data-analytiikan kehittäjän ideat. Järjestelmän kehittämisessä on hyvä ottaa myös huomioon järjestelmän varsinaiset käyttäjät eli kunnossapito. [18; 19; 20.]

Kunnossapito toivoo pilottihankkeen jatkamista. Siitä on saatu jo hyviä tuloksia aikaiseksi ja pienellä kehittämisellä saataisiin vielä enemmän irti järjestelmästä. [18; 19; 20.]

## 7.6 Liikenneviraston edustajien haastattelut

Liikenneviraston puolelta haastatteluihin saatiin ylitarkastaja, kunnossapidon laatuvaastaava, Etelä-Suomen aluevaastaava, analytiikka-asiantuntija ja ratakunnossapidon asiantuntija. Haastatelluilta henkilöiltä tuli erilaisia ja hyviä näkemyksiä pilottihankeeseen omilta asiantuntija-alueilta. Yleisesti oltiin sitä mieltä, että pilottihanke on mennyt hyvin. Kaikki näkivät pilotin palvelevan enemmän kunnossapitoa kuin Liikennevirastoa. Liikennevirastolla ei ollut tietoa, onko kunnossapito käyttänyt järjestelmää. [17; 21; 22; 23; 24.]

Liikennevirastolle on ollut hyötyä sähköpostiin tulevasta raportista. Se on luettu päivittäin ja on oltu tietoisia, mitä Turussa on tapahtunut. Sähköpostiraportti ei tarjoa tarkempia tietoja, mutta Liikennevirastoa se on palvellut hyvin ja tarkemmat tiedot ovatkin oleellisempia kunnossapidolle. [17; 21; 22; 23; 24.]

Järjestelmä on koettu selkeäksi ja yksinkertaiseksi käyttää. Muutamia kirjautumisongelmia järjestelmään on tapahtunut ja siitä mainittiinkin, että saattaa olla kuolinisku järjestelmän käyttämiselle, jos sitä ei muutenkaan ole käytetty. Toivottiin vielä ennen pilottihankkeen päättymistä esittelytilaisuutta järjestelmästä. [17; 21; 22; 23; 24.]

Järjestelmän laajentaminen myös muihin Suomen Simis-C-asetinlaitteisiin nähtäisiin hyödyllisenä. Laajentamisen hinnasta oltiin kiinnostuneita, jotta voitaisiin tosissaan miettiä laajentamisen mahdollisuutta. Turun vähäiset ongelmat kertovat myös siitä, että kunnossapito on onnistunut siellä ja laatu on hyvää. Pilottihanke on edennyt systemaattisesti ja järjestelmää on kehitelty palaverien pohjalta. [17; 21; 22; 23; 24.]

## 7.7 Liikenneviraston kehitysideat

Kehitysideat Liikenneviraston puolelta:

- Liikenneviraston ja kunnossapidon välille täytyisi saada parempi tiedonkulkua. Liikennevirastolla ei ollut tietoa, onko kunnossapito käyttänyt järjestelmää. Selvitetään mahdollisuutta kerätä järjestelmästä kunnossapidon kirjautumisia ja aikoja järjestelmän käyttämisestä.
- Helppo ja jatkuva mahdollisuus raportoida järjestelmän vioista ja ongelmista sekä jatkuva järjestelmän muokkaaminen ilmoitusten ja kehitystoiveiden mukaan.
- Mitä kiihtyvyyssanturin datasta voitaisiin hyödyntää? Antureita on, mutta niitä ei ole vielä asennettu osaksi järjestelmää.
- Kaikki pitäisi saada kehittämään järjestelmää. Kunnossapidon mukana olo olisi todella tärkeää.
- Pitäisi saada lisää uskottavia tapauksia. Turussa ollut vähän ongelmia tällä hetkellä ja on vaikeaa arvioida datan perusteella, milloin ongelma on syntymässä ja vaatimassa toimenpiteitä. Pitäisi saada lisää vertailukohteita. [17; 21; 22; 23; 24.]

## 7.8 Ongelmat

Pilottihankkeessa suurimmat ongelmat ovat johtuneet siitä, että ei ole ollut ongelmia. Vikoja ei ole oikein tapahtunut, ja järjestelmän hyödyntäminen on ollut liiankin pienessä roolissa. Vikoja on saatu simuloitua ja tätä kautta saatu poikkeamia näkyviin järjestelmään. Vaikeutta raja-arvojen tarkkaan rajaamiseen tuottaa vertailukohteiden puuttuminen. Vertailukohdilla pystyttäisiin rajaamaan tarkat raja-arvot ja tätä kautta järjestelmää

pystyttäisiin käyttämään ennakoivan ja tarvepohjaisen suunnittelussa entistä paremmin. [17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24.]

Tiedonkulussa Liikenneviraston ja kunnossapidon välillä olisi kehitettävää. Liikennevirastolle olisi oleellista tietää, onko kunnossapito käyttänyt järjestelmää. Mikäli järjestelmästä saadaan kerättyä kirjautumismääriä ja -aikoja, sekin helpottaisi tilannetta. Haastatteluiden avulla saatiin kuitenkin välitettyä tietoa Liikenneviraston ja kunnossapidon välillä ja saatiin selvitettyä, että järjestelmää on käytetty ja se on koettu hyödylliseksi. [17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24.]

## 7.9 Tulevaisuus ja mahdollisuudet

Insinööriyön haastatteluiden perusteella vuoden lopussa päättyvää projektia voitaisiin jatkaa:

1. Ennen projektin loppua pidetään Liikennevirastolle koulutus- ja esittelytilaisuus järjestelmästä, koska sitä on toivottu vähäisen käytön vuoksi. Järjestelmästä löytyy kuitenkin monipuolista dataa, ja sitä pystyy myös Liikennevirasto hyödyntämään, vaikka järjestelmä palveleekin paremmin kunnossapitoa. Esimerkkinä voidaan ottaa tasoristeyksen kevyenliikenteen väylän todella pitkä varautuminen. Loppuraporttiin voidaan tehdä liitteeksi ohjeita järjestelmän käyttämisestä.
2. Jatketaan pilottihanketta vähintään talven yli, jotta saadaan dataa talven pakkasista ja lumen vaikutuksista.
3. Haastatteluissa tuli ilmi, että Liikenneviraston ohjeet kunnossapidolle ovat vanhanaikaiset. Ratkaisuna voitaisiin tarkastella Liikenneviraston kunnossapito-ohjeiden päivityksen tarpeellisuus. Tähän olisi hyvä tulla mukaan esimerkiksi Siemensiltä kolmannen osapuolen henkilö, joka on mukana puolueettomasti ja pystyy huomioimaan kummankin osapuolen hyödyt ohjeiden päivittämisestä ja voisi tuoda pilottihankkeen mahdollistamaan ennakoivaa ja tarvepohjaista kunnossapidon suunnittelua mukaan.



4. Tiedon välitystä olisi hyvä saada kehitettyä Liikenneviraston ja kunnossapidon välillä. Siemensin puolelta selvitetään mahdollisuus järjestelmän kirjautumismäärien ja -aikojen keräämisestä. Kunnossapidon näkemyksiä on hyvä ottaa entistä enemmän mukaan, koska järjestelmä palvelee kunnossapitoa eniten. Kunnossapito on myös käyttänyt eniten järjestelmää, joten kunnossapidolla on myös näkemyksiä järjestelmän käyttämisestä ja kehitysideoista.
  
5. Pilottia laajennettaisiin myös johonkin kohteeseen, missä on enemmän ongelmia. Näin saataisiin raja-arvoja määriteltyä tarkemmiksi, hälytysrajat tulisivat huomattavasti uskottavammiksi ja vikaantumisia pystyttäisiin enakoimaan huomattavasti helpommin. Pilottihanke on todettu vuoden aikana hyödylliseksi, ja sitä olisikin hyvä laajentaa edes hieman, että nähdään, mitä kaikkea muutakin järjestelmän avulla on mahdollista kehittää.

Insinöörityön pohjalta pilottihankkeelle toivotaan jatkoa. Lyhyessä ajassa on saatu hyviä tuloksia ja järjestelmää on oikeasti pystytty hyödyntämään. Järjestelmän hyödyntämisessä ja data-analytiikassa ollaan vielä alkuvaiheessa, ja ne tulevat tulevaisuudessa kehittymään kovaa vauhtia. Tulevaisuus ja kehitys näyttää, kuinka paljon järjestelmällä pystytään auttamaan kunnossapitoa, tukemaan suunnittelua ja päätöksen tekoa sekä tuomaan säästöä.

## 8 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli tuottaa dokumentti, jota voidaan hyödyntää Liikennevirastolle toimitettavassa loppuraportissa. Siemens halusi saada näkemyksiä loppuraporttiinsa insinööriyön avulla. Turun pilottihanke on osa Liikenneviraston digitalisaatiohanketta ja vuoden 2018 lopussa on tarkoitus päättää sen jatkosta.

Käytännön osuutena insinööriyössä toimivat haastattelut, joita toteutettiin kahdeksan. Haastatteluissa oli mukana Liikenneviraston, isännöinnin ja kunnossapidon edustajia. Haastatellut henkilöt ovat olleet mukana pilottihankkeessa. Haastatteluissa saatiin monipuolista näkemystä pilottihankkeesta ja saatiin jatkoa ajatellen kehitysideoita. Haastatteluissa tuli ilmi, että pilottihanke on ollut mielenkiintoinen ja siitä on saatu jo lyhyessä ajassa tuotettua hyödyllistä dataa kunnossapidolle. Oltiin yksimielisesti sitä mieltä, että pilottihanke palvelee parhaiten kunnossapitoa.

Turussa on saatu toteutettua automaattinen tiedontallennusprosessi, jota pystyttiin käyttämään kunnossapidon tukena. Railigent-järjestelmään on saatu tuotua sää-, paikka-, elementti- ja väyläliikennetietoa.

Insinööriyö on ollut mielenkiintoinen ja avannut paljon näkemystä data-analytiikasta sekä kunnossapidosta. Työn pohjalta uskotaan kunnossapidon kehittyvän tulevaisuudessa kovaa vauhtia ja tarvepohjaisen huollon yleistyvän data-analytiikan kehittyessä. Työ tehtiin suhteellisen kiireellisellä aikataululla, mutta lopputulokseen voidaan silti olla tyytyväisiä.

## Lähteet

- 1 Digitalisaatiohanke. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <[https://www.liikennevirasto.fi/hankkeet/digitalisaatiohanke#.W\\_\\_Le2gzaUk](https://www.liikennevirasto.fi/hankkeet/digitalisaatiohanke#.W__Le2gzaUk)> 10.09.2018. Luettu 29.11.2018.
- 2 Rataverkon kunnossapidon ja ylläpitojärjestelmien kehittäminen. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <[https://www.liikennevirasto.fi/hankkeet/digitalisaatiohanke/rataverkon-kunnossapidon-ja-yllapitojarjestelmien-kehittaminen#.W\\_\\_MTGgzaUk](https://www.liikennevirasto.fi/hankkeet/digitalisaatiohanke/rataverkon-kunnossapidon-ja-yllapitojarjestelmien-kehittaminen#.W__MTGgzaUk)>. 13.09.2018. Luettu 29.11.2018.
- 3 Turvallisuus rautatieliikenteessä. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <[https://www.liikennevirasto.fi/rataverkko/turvallisuus#.W\\_GvfugzaUk](https://www.liikennevirasto.fi/rataverkko/turvallisuus#.W_GvfugzaUk)>. 6.7.2017. Luettu 19.11.2018.
- 4 Pekkala, Niklas. 2018. Turvalaitejärjestelmien käyttöönottotarkastuksien dokumentoinnin kehittäminen. Insinööriyö. Lapin ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 5 Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet. 2014. Liikenneviraston ohjeita 7/2014. Helsinki: Liikennevirasto.
- 6 Leskelä, Mikko. 2018. Asetinlaitteiden virransyöttö sähköratajärjestelmästä. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 7 Mittaustekniikan lisensiaattikurssi. 2008. Rautateiden turvalaitteet. Powerpoint esitys. Ratahallintokeskus.
- 8 Järvinen, Laura. 2012. Tulevaisuuden junien kulunvalvontajärjestelmän (ERTMS) rajapinnan sovittaminen nykyisiin rautateiden turvalaitteisiin. Verkkoaineisto. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä. <[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121735/lts\\_2012-47\\_978-952-255-215-0.pdf?sequence=1](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121735/lts_2012-47_978-952-255-215-0.pdf?sequence=1)>. Luettu 19.11.2018.
- 9 Simis-C tietokoneasetinlaitekoulutus. 2016. Yrityksen sisäinen dokumentti. Siemens.
- 10 Rousku, Kimmo. 2012. Kyberturvallisuus – mitä se oikeastaan on? Verkkoaineisto. Tivi. <<https://www.tivi.fi/blogit/2012-09-06/Kyberturvallisuus---mit%C3%A4-se-oikeastaan-on-3194338.html>>. Päivitetty 6.9.2012. Luettu 21.11.2018.
- 11 Data Capture Unit (DCU). 2018. Verkkoaineisto. Siemens Mobility GmbH. <<https://www.siemens.com/global/en/home/products/mobility/integrated-mobility/data-capture-unit.html>>. Luettu 21.11.2018.

- 12 Valtari, Tuomo. 2018. Siemens Mobility Oy. Tutkimusprojekti: Simis-C-asetinlaitteen data-analytiikka. Verkkoainesto. <[https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/377281/04\\_Siemens\\_LiVi\\_esitys\\_Tutkimusprojekti\\_Simis-C\\_asetinlaitteen\\_data-analytiikka/32a15d4b-d414-4146-9828-c07634106327](https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/377281/04_Siemens_LiVi_esitys_Tutkimusprojekti_Simis-C_asetinlaitteen_data-analytiikka/32a15d4b-d414-4146-9828-c07634106327)>. 5.8.2018. Luettu 29.11.2018.
- 13 Haertel, Reiner; Schierhorn, Dennis; Jakob, Chirstoph. 2018. The application of Smart Data Services in interlocking systems. Verkkoaineisto. < <https://www.siemens.com/content/dam/webassetpool/mam/tag-siemens-com/smdb/mobility/integrated/DCU/documents/article-signal-draht-application-of-smart-data-services-in-interlocking-systems.pdf>>. Luettu 21.11.2018.
- 14 Webinaari: Internet of trains 2.0 – Getting more return from your rail assets. 2017. Yrityksen sisäinen dokumentti. Siemens AG.
- 15 Martinsuo, Miia & Kärri, Timo. 2017. Teollinen internet uudistaa palveluliiketoimintaa ja kunnossapitoa. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.
- 16 Collin, Jari & Saarelainen, Ari. 2016. Teollinen internet. Helsinki: Talentum.
- 17 Liikennevirasto, Vantaa. Haastattelu 2.11.2018.
- 18 VR Track, Vantaa. Haastattelu 15.11.2018.
- 19 RRM, Vantaa. Haastattelu 13.11.2018.
- 20 VR Track, Vantaa. Haastattelu 23.11.2018.
- 21 Liikennevirasto, Vantaa. Haastattelu 22.11.2018.
- 22 Liikennevirasto, Vantaa. Haastattelu 6.11.2018.
- 23 Liikennevirasto, Vantaa. Haastattelu 7.11.2018.
- 24 Liikennevirasto, Vantaa. Haastattelu 28.11.2018.