



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Juha Kuntanen

Tiedolla johtaminen teollisuuden kunnossapidossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Ylempi Ammattikorkeakoulu

Älykäs teollisuus

Opinnäytetyö

7.5.2022

Tekijä Otsikko	Juha Kuntanen Tiedolla johtaminen teollisuuden kunnossapidossa
Sivumäärä Aika	72 sivua + liite 7.5.2022
Tutkinto	Insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma	Älykäs teollisuus
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Jarno Varteva Lehtori Tuomo Heikkinen
<p>Tiedolla johtaminen nähdään monissa teollisuuden yrityksissä tänä päivänä valtavana potentiaalina kehittää kustannustehokkuutta, käytettävyyttä, luotettavuutta ja laatua. Digitalisaatio on mahdollistanut sen, että voidaan kerätä ja analysoida sellaista tietoa, jota pystytään hyödyntämään reaaliaikaisesti tai ennakoivasti kunnossapidon tiedolla johtamisessa. Yrityksellä pitää kuitenkin olla tietyt asiat kunnossa, ennen kuin kerättyä tietoa voidaan käyttää ja tiedolla voidaan johtaa luotettavasti. Tämän kvalitatiivisen tutkimuksen tavoitteena oli selvittää teollisuuden kunnossapidon kehityskohteita ja parhaita käytäntöjä, joilla pystytään parantamaan tiedolla johtamisen kulttuuria ja toimintamalleja erilaisia teknisiä ratkaisuja hyödyntäen. Tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään kunnossapidon historiaa, eri kunnossapitolajeja, kunnossapidon johtamista ja strategioita sekä yleisimmät kunnossapidon mittarit ja omaan liiketoimintaan soveltuvien mittareiden määrittäminen. Tämän lisäksi tarkastellaan teollisuuden digitalisaatiota, tiedolla johtamisen perusteita ja sitä, miten tietoa voidaan hyödyntää päätöksenteossa, sekä tiedolla johtamisen suurimpia haasteita.</p> <p>Tutkimuksen empiirisessä osuudessa selvitetään teollisuuden kunnossapidon toiminnan kannalta tärkeimpiä kunnossapidon mittareita, strategioita, johtamiskulttuureja, datan hallintakeinoja ja älykkäiden ratkaisujen hyödyntämistä. Haastattelut tehtiin kahteen eri teollisuussektorin yhtiöön, Orkla Confectionery & Snacks Finland Ab ja Boliden Harjavalta Oy. Haastattelut toteutettiin strukturoidun haastattelun ja teemahaastattelun välimuotona. Tutkimuksen tulosten perusteella tärkeimmiksi kunnossapidon mittareiksi kohdeyrityksissä osoittautui tekninen käytettävyys, OEE, kunnossapitokulujen seuranta, ennakkohuoltojen toteuma, kunnossapidon backlog, MTBF ja MTTR. Kunnossapidon strategioista TPM-menetelmä osoittautui käytetyimmäksi menetelmäksi. Six Sigma -menettely ja juurisyyn selvittäminen havaittiin käytetyimmiksi ongelmanratkaisumenetelmiksi. Tiedolla johtamisen kehittämiskohteiksi osoittautui tietojen oikeellisuus ja käsittelyperiaatteet palavereissa, vuorovaikutteisuus tiedolla johtamisen kulttuurin muutoksessa sekä pitkän tähtäimen suunnitelmallisuuden parantaminen. Algoritmeilla ja tekoälyllä ennustavaa ja ohjaavaa tiedolla johtamisprosessia ei ole vielä suurissa määrin käytössä, mutta haastateltavien näkemys oli, että tätä kohti ollaan kuitenkin menossa. Kunnossapitotietojen keräämiseen oli hankittu tarvittavat työkalut, tietokannat ja tietovarastot.</p>	
Avainsanat	tiedolla johtaminen, digitalisaatio, IoT, kunnossapito, KPI

Author Title	Juha Kuntanen Knowledge management in industrial maintenance
Number of Pages Date	72 pages + appendix 7 May 2022
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Intelligent Industrial Solutions
Professional Major	
Instructors	Jarno Varteva, Principal Lecturer Tuomo Heikkinen, Lecturer
<p>Knowledge management is seen in many industrial companies today as a huge potential to develop cost-effectiveness, usability, reliability and quality. Digitalization has made it possible to collect and analyze data that can be utilized in real-time or predictive in knowledge management of maintenance. However, a company must have certain matters in order before the collected information can be used and managed reliably. The aim of this qualitative study was to identify development targets and best practices in industrial maintenance that can improve the knowledge management culture and operating models using a variety of technical solutions. The theoretical framework of the study deals with the history of maintenance, different types of maintenance, maintenance management and strategies, as well as the most common maintenance indicators and the determination of indicators suitable for company's own business. In addition, the digitalization of the industry, the basics of knowledge management and how information can be utilized in decision-making, as well as the biggest challenges of knowledge management are examined. The empirical part of the study examines the most important maintenance indicators, strategies, management cultures, data management tools and the utilization of intelligent solutions for industrial maintenance operations. Interviews were conducted with two companies in different industrial sectors, Orkla Confectionery & Snacks Finland Ab and Boliden Harjavalta Oy. The interviews were conducted as an half structured and half thematic interview. Based on the results of the study, the most important indicators of maintenance in the target companies proved to be technical usability, OEE, monitoring of maintenance costs, PM compliance, maintenance backlog, MTBF and MTTR. The TPM method was the most used method of the maintenance strategies. The Six Sigma procedure and root cause investigation were found to be the most commonly used problem-solving methods. The development targets of knowledge management proved to be the authenticity of information and the principles of processing information in meetings, interactivity in the change of knowledge management culture and the improvement of long-term planning. The predictive and controlling knowledge management process using algorithms and artificial intelligence is not yet widely used, but the interviewees' view was that they are moving towards this. The necessary tools, databases and data warehouses had been procured for the collection of maintenance data.</p>	
Keywords	KM, digitalization, maintenance, KPI, IoT

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tavoite	2
1.2	Tutkimusmenetelmät	3
1.3	Haastattelut ja niiden toteutus	4
1.4	Aineiston käsittely	6
2	Kunnossapito	7
2.1	Kunnossapidon historia	7
2.2	Teollisuuden vallankumoukset	8
2.2.1	Teollisuus 1.0	8
2.2.2	Teollisuus 2.0	8
2.2.3	Teollisuus 3.0	9
2.2.4	Teollisuus 4.0	10
2.3	Kunnossapitolajit	13
2.3.1	Ehkäisevä kunnossapito	14
2.3.2	Korvaava kunnossapito	14
2.3.3	Parantava kunnossapito	15
2.3.4	Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	15
2.4	Kunnossapidon johtaminen	16
2.4.1	Kunnossapidon johtamisen viitekehys	17
2.5	Kunnossapitostrategiat	18
2.5.1	TPM:n taustaa ja tavoitteet	19
2.5.2	TPM:n edut	22
2.5.3	RCM:n taustaa ja tavoitteet	23
2.5.4	RCM:n edut	25
2.5.5	Asset Managementin tavoitteet	25
2.5.6	Asset Managementin edut	27
2.6	Suorituskyvyn mittaamisen taustaa	28
2.6.1	Kunnossapidon suorituskykymittarin suunnittelu	29
2.6.2	Suorituskyvyn mittaaminen teollisuuden kunnossapidossa	32
3	Tiedolla johtaminen	42

3.1	Tiedolla johtamisen perusteet	42
3.2	Teollisuuden digitalisaatio	45
3.2.1	Teollinen internet (IoT)	46
3.3	Tietojen oikeellisuus ja hyödyntäminen päätöksenteossa	47
3.4	Tiedolla johtamisen haasteet teollisuuden kunnossapidossa	49
4	Tutkimustulokset	51
4.1	Kohdeyritykset	51
4.1.1	Orkla Confectionery & Snacks Finland Ab	51
4.1.2	Boliden Harjavalta Oy	52
4.1.3	Haastateltavien taustatiedot	52
4.2	Teollisuus 4.0 aikakauteen siirtyminen	52
4.3	Kunnossapidon strategiset ja operatiiviset KPI-mittarit	53
4.4	Kunnossapidon johtamistahtumat ja niiden sisältö	54
4.5	Tiedon kerääminen ja hallinta	56
4.6	Kunnossapidon strategiat ja työkalut	58
4.7	Kulttuurimuutokset tiedolla johtamisessa	60
4.8	Osaamisen kehittäminen kunnossapidossa	60
4.9	Älykkäät ratkaisut ja tietoturva	61
5	Yhteenveto ja johtopäätökset	63
	Lähteet	68
	Liitteet	
	Liite 1. YAMK-opinnäytetyön haastattelurunko	

Lyhenteet

5S	Japanissa kehitetty menetelmä työpaikan organisoinnin parantamiseen ja työmenetelmien standardointiin.
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> . Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä.
IoT	<i>Internet of Things</i> . Fyysisten esineiden, ohjelmistojen, järjestelmien ja palveluiden liittäminen yhteen internetin avulla.
IT	<i>Information Technology</i> . Informaatioteknologia.
KNL	<i>Käytettävyys, nopeus ja laatu</i> . Tuotantolinjojen kokonaistehokkuutta ilmaiseva luku. Vastaava, kuin OEE.
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> . Yrityksen suorituskykymittari.
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> . Kuvaa laitteen keskimääräistä vikaantumisaikaa sen edellisestä korjauksesta.
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> . Kuvaa keskimääräistä aikaa, joka tarvitaan laitteen korjaamiseen.
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i> . Tuotantolinjojen kokonaistehokkuutta ilmaiseva luku. Vastaava, kuin KNL.
PdM 4.0	<i>Predictive Maintenance 4.0</i> . Kuvaa ennakoivaa kunnossapitoa.
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i> . Ohjelmoitava logiikka, eli pieni tietokone, jota käytetään esimerkiksi teollisuuden tuotantoprosessin ohjaamiseen.
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i> . Luotettavuuskeskeinen kunnossapito.
Six Sigma	Tilasto- ja tietopohjainen laatujohtamisen prosessi. Six Sigmalla viitataan laadunvalvontatyökaluihin, joilla mitataan virheiden määrää ja selvitetään järjestelmällisesti, miten ne voidaan eliminoida.

SRCM	<i>Streamlined Reliability Centered Maintenance.</i> ”Kevennetty” versio luotettavuuskeskeisestä kunnossapidosta.
TPM	<i>Total Productive Maintenance.</i> Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito.

1 Johdanto

Monet yritykset etsivät tänä päivänä keinoja kehittää liiketoimintaansa niin, että pysyisivät jatkuvassa globaalisessa kilpailussa mukana. Yhdeksi kuumimmaksi puheenaiheeksi on noussut digitalisaatio ja tiedolla johtaminen. Jotta tähän teknologiseen maailmaan on mahdollista astua, pitää yrityksen ensimmäiseksi laatia datastrategia; mitä, miten ja mistä dataa halutaan kerätä. Näiden asioiden on tuettava yrityksen liiketoimintastrategiaa ja visiota. Ei ole hyötyä seurata sellaisia asioita, joihin ei pysytä vaikuttamaan tai hankkia sellaista tietoa, joka ei ole relevanttia yrityksen johtamisessa. Yrityksen on valittava itselleen sopivat tiedonhallinta- ja analytiikkaratkaisut. Nämä ratkaisut ovat se tietolähde, jolla yritystä johdetaan ja joiden avulla pyritään saamaan lisäarvoa saadusta tiedosta. Tähän pisteeseen pääseminen vaatii jo paljon ponnisteluja eri tahoilta ennen kuin voidaan johtaa tiedolla reaaliaikaisesti ja ennakoivasti.

Tiedolla johtamiseen kulminoituu useita erilaisia asioita, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos. Saatuun tietoon pitää voida luottaa, eli mittauslähde, tiedonhallinta, analytiikka ja raportointi on oltava kunnossa. Loppupelissä johtamispäätöksen tekee ihminen. Yrityksen johtamiskulttuurin on tuettava uudenlaista tiedolla johtamisen kulttuuria.

Tässä opinnäytetyössä paneudutaan teollisuuden kunnossapidon tiedolla johtamiseen. Kunnossapidon tiedolla johtaminen on yksi kiinnostavimpia asioita, joita teollisuudessa tänä päivänä pyritään edistämään. Tiedolla johtamisessa nähdään valtava potentiaali parantaa kunnossapidon kustannustehokkuutta, käytettävyyttä, luotettavuutta ja laatua, mikä taas vaikuttaa koko yrityksen kilpailukykyyn. Tässä tutkielmassa käydään läpi muun muassa kunnossapidon johtaminen, strategiat sekä se, miten voidaan määrittää omaan liiketoimintaan soveltuvat KPI- eli suorituskykymittarit. Kun yrityksen strategiasta on johdettu kunnossapitoon soveltuva mitattava asia, voidaan se sen jälkeen asettaa soveltuvaan kohteeseen kunnossapidon KPI-mittariksi. Kunnossapidon esimiehet johtavat omaa organisaatiotaan valittujen mittareiden avulla ja pyrkivät ennakoivaan tai reaaliaikaiseen asioiden johtamiseen.

Opinnäytetyötä ei tehdä toimeksiantona vaan se perustuu tekijän omaan mielenkiintoon teollisuuden tiedolla johtamisesta.

1.1 Tutkimuksen tavoite

Opinnäytetyössä tutkitaan tiedolla johtamisen menetelmiä Suomessa muutamalla eri teollisuussektorilla. Tavoitteena on löytää kehityskohteita ja parhaita ratkaisuja, joilla pystytään kehittämään teollisuuden kunnossapidon tiedolla johtamisen kulttuuria ja toimintamalleja teknisiä ratkaisuja apuna käyttäen. Nykyään yritykset saavat paljon dataa omista toiminnoistaan, mutta se on vaikeasti hyödynnettävissä ja vain osaa datasta voidaan käyttää. Selvää suunnitelmaa ei välttämättä ole laadittu siitä, miten tiedolla voitaisiin johtaa tehokkaammin yrityksen kunnossapitotoimintoja ja ennakoida tulevia huoltoja sekä optimoida varaosien hankintaa.

Tutkimuksen viitekehyksessä tarkastellaan teollisuuden kunnossapidon toimintaa yleisesti, kunnossapitolajeja, kunnossapidon johtamista, eri kunnossapitostrategioita ja tiedolla johtamisen pääperiaatteita. Lisäksi selvitetään, minkä tyyppisiä KPI-mittareita on käytössä kunnossapitotoiminnoissa ja miten suorituskykymittareita luodaan.

Tutkimustuloksena saatujen tietojen perusteella pyritään löytämään kunnossapitoon käytännölliset ja tehokkaat tiedolla johtamisen menettelytavat, jotka auttaisivat yritysten kilpailukykyä paranemaan teollisuussektoreilla. Lisäksi tarkastellaan eri kunnossapitostrategioita, KPI-mittareita ja IoT-ratkaisuja, jotka soveltuisivat parhaiten kunnossapitotoimintoihin.

Tutkimus rajataan koskemaan kahden eri teollisuuden alan yrityksen kunnossapidon toimintoja. Tutkimus on case-tyyppinen, jossa tarkastellaan kohdeyritysten kunnossapitotoimintojen nykytilannetta ja verrataan sitä tieteelliseen ja teoreettiseen viitekehukseen.

Tutkimukseen sisältyy kirjallisuuskatsaus ja laadullinen osuus. Tutkimus toteutetaan kvalitatiivisena tutkimuksena, koska tutkitaan yksittäisten yritysten tietyn osan toimintoja, jolloin pyritään ymmärtämään merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Kvalitatiiviselle tutkimukselle tyypillisesti tutkittavia tapauksia on pieni määrä, jotka pyritään analysoimaan mahdollisimman tarkasti. Tapaukset ovat valittu harkinnanvaraisesti.

Kvalitatiivinen tutkimus toteutetaan kahtena asiantuntijahaastatteluna, kahden eri yrityksen kunnossapidon toiminta-alueelta. Haastateltavat yritykset on valittu eri teollisuussektoreilta tarkkojen kriteerien mukaisesti, jotta aiheesta saadaan mahdollisimman laaja ja tarkka kuvaus. Lisäksi apuna käytettiin sellaisia yrityksen materiaaleja, jotka eivät ole salassa pidettäviä.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytettiin kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää. Tämä tutkimusmenetelmä sopii erityisesti muutoksen kuvaamiseen ja sillä voidaan tutkia sellaisia asioita, joita ei pystytä täsmällisellä tasolla mittaamaan määrällisesti. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007: 157)

Opinnäytetyön perimmäisenä tarkoituksena on kuvata kunnossapidon tiedolla johtamisen parhaita käytäntöjä. Sen lopputulokset tulevat perustumaan pitkälti haastateltavien kertomukseen siitä, miten tiedolla johtamista teollisuuden kunnossapidossa kannattaisi suorittaa, ja mitkä ovat kunnossapidon strategiat, avainmittarit ja teknologiat hyvään kunnossapidon johtamiseen. Nämä asiat ovat monimuotoisia, eikä niitä pysty tarkkarajaisesti määrittelemään. Tämä on yleensä kvantitatiivisen tutkimuksen tavoitteena (Hirsjärvi ym. 2007: 136). Opinnäytetyön tutkimuksen on siis tarkoitus kuvata todellisia toimintatapoja ja malleja, joiden mukaan todellisessa elämässä tietyssä tilanteessa toimitaan.

Tutkittavia tapauksia on yleensä vähän laadullisessa tutkimuksessa ja niitä pyritään analysoimaan mahdollisimman tarkasti. Tapaukset on lisäksi valittu tarkkaa harkintaa käyttäen ja sillä tarkoituksella, että niistä saadaan mahdollisimman paljon tietoa tutkimuksen tavoitteen kannalta. Tutkittavien tapausten kohdalla tärkeintä ei olekaan laadullisen tutkimuksen kohdalla määrä vaan laatu. (Eskola & Suoranta 2008: 18) Haastateltavat on valittu tarkkojen kriteereiden avulla, sillä tutkimuksen kohde on sellainen, jota ei voi sattunnaisella otannalla tutkia.

Laadullisen tutkimuksen ominaispiirteisiin kuuluu myös se, ettei tutkijalla ole ennakkoletuksia eli hypoteeseja tutkimuksen mahdollisista tuloksista. Tämä puolestaan on tyypillistä määrälliselle tutkimukselle. Siinä tutkimushypoteeseja asetetaan usein jo ennen

aineiston hankintaa. (Eskola ym. 2008: 19) Opinnäytetyön tekijällä ei ollut hypoteeseja tuloksista, koska aihepiiri oli hänelle osittain tuntematon, joten ennakkoasenteita ei ollut vielä muodostunut.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa eniten käytettyjä aineistonkeruumenetelmiä ovat haastattelu, havainnointi, kysely ja erilaiset dokumentit. Erilaisia aineistonkeruumenetelmiä voidaan käyttää joko toistensa vaihtoehtoina tai sitten toisiinsa yhdistettynä. Aineistonkeruumenetelmien valinta riippuu tutkimuksen tavoitteista ja resursseista. (Tuomi & Sarajärvi 2004: 73)

1.3 Haastattelut ja niiden toteutus

Opinnäytetyön aineiston hankinnassa käytettiin haastatteluja, sillä haluttiin selvittää kehityskohteita ja hyväksi osoittuneita käytäntöjä tiedolla johtamisesta teollisuudessa. Tutkimuskysymyksiin (Liite 1) ei ole saatavilla tyhjentäviä vastauksia, vaan niiden saadut vastaukset perustuvat haastateltavien omiin näkemyksiin ja heidän asiantuntemukseensa siitä, mitkä ovat hyväksi koetut kunnossapidon tiedolla johtamisen toimintatavat juuri heidän yrityksessään. Koska haastateltavaksi valittiin alan asiantuntijoita, on henkilökohtainen haastattelu hyvä lähestymistapa aineiston keräämiseen.

Haastattelulajit voidaan jaotella sillä perusteella, kuinka tiukasti haastattelutilanteen eteneminen on strukturoitu etukäteen. Täysin strukturoidusta haastattelusta käytetään termiä lomakehaastattelu. Tällaisessa haastattelumuodossa haastattelukysymykset sekä niiden esittämisjärjestys ovat tarkasti määritelty ennakkoon ja näiden mukaan edetään koko haastattelun ajan. Kysymysten laadinnan jälkeen strukturoidun haastattelun toteutus on helppoa. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 44–45)

Puolistrukturoitu haastattelu on toiselta nimeltään teemahaastattelu. Tällöin haastattelutilanteeseen on määritelty ennakolta tietyt teemat, joiden mukaan haastattelu etenee, mutta kysymysten esittämisjärjestyksestä voi vaihdella tilanteen mukaan ja valituista teemoista voidaan tehdä tarvittaessa myös tarkentavia lisäkysymyksiä. Hankalin haastattelumuoto on täysin strukturoimaton haastattelu, josta käytetään usein nimitystä avoin haastattelu tai syvähaastattelu. Tällaisessa haastattelussa on ennalta määritelty ainoas-

taan ilmiö, josta käydään haastattelussa täysin vapaata keskustelua. Avoimen haastattelun toteutus vaatii yleensä haastattelijalta taitoa ja kokemusta, sillä siinä haastattelutilanteen ohjaaminen on vaikeaa. (Hirsjärvi ym. 2007: 203–204; Tuomi ym. 2004: 77–78)

Opinnäytetyössä käytettiin haastattelulajina strukturoidun haastattelun ja teemahaastattelun välimuotoa. Haastattelua varten oli laadittu kysymysrunko (Liite 1), jota oli tarkoitus seurata koko haastattelun ajan. Kuitenkaan ei ole järkevää seurata täysin strukturoitua kysymysrunkoa, sillä todennäköisesti haastattelussa tulee ilmi asioita, joiden perusteella tulee esittää tarkentavia lisäkysymyksiä tai jotka muuttavat seuraavien kysymysten muotoa. Tämän opinnäytetyön haastatteluita tehtäessä haasteltavien vastauksien jälkeen tuliakin mieleen asioita, joista saatiin lisäkysymysten avulla melko paljon lisätietoa.

Haastattelukysymykset laadittiin käyttäen pohjana tässä opinnäytetyössä käsiteltävää teoreettista viitekehystä, joka oli tehty valmiiksi ennen haastattelun toteuttamista. Kysymysten teemoittelu seurasi viitekehysten aihepiirejä. Tällä tavalla varmistettiin, että teoreettinen viitekehys ja tutkimuksen case-osio olisivat yhteydessä keskenään.

Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina. Kuten laadulliselle tutkimukselle on tyypillistä, haastateltavat valittiin tarkoituksenmukaisesti tiettyjen kriteerien perusteella. Haastateltavilla tuli olla vankkaa asiantuntemusta tiedolla johtamisesta teollisuuden kunnossapidosta, sekä kyseisen case-tutkimuksen kohteena olevien tehtaiden kunnossapidosta ja sen erityispiirteistä ja haasteista. Haastateltaville lähetettiin haastattelurunko etukäteen tutustuttavaksi noin kuukausi ennen haastattelua. Haastattelurungon etukäteen lähettämisen ideana olisi se, että haastateltavat pystyvät mahdollisimman hyvin valmistautumaan haastatteluun ja että saadaan varmasti kaikki tieto esille. Haastateltavat eivät kommentoineet haastattelurunkoa etukäteen.

Haastattelut toteutettiin tiistaina 22.2.2022 klo 13.00 ja klo 15.00, noin tunnin kestoisina haastatteluina Microsoft Teams -työpöytäsovellusten avulla. Ensimmäinen haastattelu klo 13.00 pidettiin Orkla Confectionery & Snacks Finland Ab Vaajakosken tehtaan teknisen päällikön kanssa. Haastattelu tallennettiin Teamsin omalla tallennustoiminnolla. Ennen haastattelua varmistettiin, että Teams-haastattelusta syntyy tallenne.

Toinen haastattelu klo 15.00 pidettiin Boliden Harjavalta Oy:n tehtaassa sähkö- ja automaation kunnossapitopäällikön kanssa. Myös tästä haastattelusta tehtiin tallenne samalla tavalla kuin ensimmäisestä haastattelusta. Haastatteluiden alussa molempien haastateltavien kanssa käytiin läpi kysymysrunko teemoittain ja selvennettiin haastateltaville, miksi näitä kysymyksiä halutaan esittää. Kun kysymysrungot teemat oli käyty läpi, aloitettiin haastattelu.

Haastateltavat vastasivat kysymyksiin hyvin laajasti ja joihinkin haastattelurungon loppupään kysymyksiin tuli vastauksia jo haastattelun alussa. Haastateltavilta kysyttiin lupaa siihen, että yrityksen nimi ja haastateltavan titteli voidaan mainita opinnäytetyön haastattelun lähteenä. Haastateltavien henkilöiden nimiä ei ole tarpeen paljastaa tässä opinnäytetyössä.

1.4 Aineiston käsittely

Haastatteluaineiston analyysissä litteroitu eli sanatarkasti puhtaaksi kirjoitettu aineisto jäsennellään teemojen mukaan. Aineiston analyysiin on mahdollista käyttää monenlaisia tekniikoita riippuen käsiteltävän aineiston laadusta. Käytettäviä tekniikoita ovat esimerkiksi teemakortistot ja koodaus. Näissä tekniikoissa käsiteltävä aineisto jaotellaan tutkittavampiin osiin. Samoihin teemoihin liittyvät tekstit merkitään tutkijan valitsemilla merkinöillä, jotta nämä voidaan jäsennellä aihepiireittäin. Tässä apuna voidaan käyttää analyysiin tarkoitettuja tietokoneohjelmistoja. (Eskola ym. 2008: 149–155)

Tehdyt haastattelut litteroitiin ja analysoitiin erikseen yrityskohtaisesti. Litteroituja sivuja tuli ensimmäisestä haastattelusta 12 ja toisesta haastattelusta 14. Tämän jälkeen litteroidusta teksteistä poimittiin tutkimuksen kannalta tärkeimmät asiat ja nämä jaoteltiin teemoittain yrityskohtaisesti. Teemoina käytettiin kysymysrungossa esitettyjä pää- ja alaotsikoita. Haastatteluista syntyneet yhteenvedot lähetettiin kommentoitavaksi haastateltaville. Molemmat haastateltavat tekivät tekstiin pieniä korjauksia ja lisäyksiä. Lopulta nämä koottiin tutkimustuloksiin tärkeimpien pää- ja alaotsikoiden alle, kysymysrungon aiheita tarpeen mukaisesti ja mahdollisimman selkeäksi kokonaisuudeksi yhdistellen. Haastatteluaineiston analyysissä ei nähty tarpeelliseksi käyttää tietokoneohjelmistoja, koska kysymykset oli jäsennellyt valmiiksi tiettyjen teemojen mukaisesti.

2 Kunnossapito

2.1 Kunnossapidon historia

Teollisuuden tuotantokoneet ja laitteet ovat aina huoltoa tarvitsevia laitteita. Ihmiskunta alkoi jo kauan sitten valmistamaan koneita, jotka täyttivät heidän vaatimuksensa. Kunnossapidon huoltokirjoja löytyy jo muinaisen Egyptin ajoilta. Vanhin egyptiläinen huoltokirja, jossa käsiteltiin Amun Ra:n veneen ylläpitoon tarvittavan puumateriaalin toimituskatkosta, on jo vuodelta 600 ennen ajanlaskun alkua. (Brugsch-Bey 1881)

Teollisen vallankumouksen nimityksen esitteli ensimmäisenä englantilainen taloushistorioitsija Arnold Toynbee. Termillä hän ilmaisi Britannian talouskasvua vuosina 1760–1840. Tämän jälkeen termin käyttö on kasvattanut suosiotaan tähän päivään asti. Teollinen vallankumous määritellään nopeaksi ja rajuksi muutokseksi, joka muuttaa teollista yhteiskuntaa tavalla, jota aikaisemmat vastaavan tyyppiset vallankumoukset eivät ole tehneet. (Coleman 1956: 1–22)

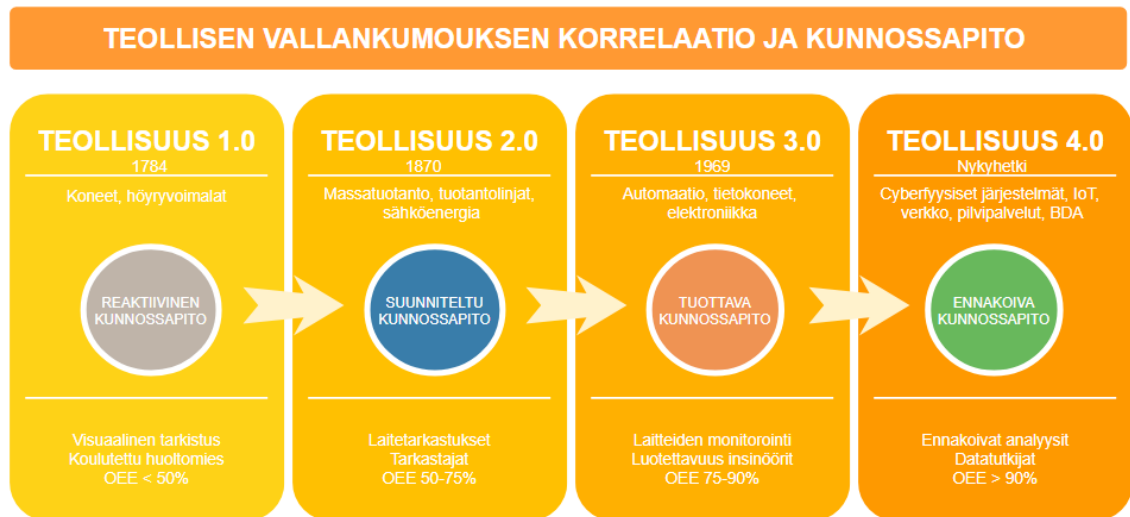
Teollisuuden kunnossapito on aikaisemmin ymmärretty olevan pelkästään vikaantuvien koneiden korjausta. Tähän asiaan on globalisoitumisen myötä tullut muutos ja kunnossapito nähdään tänä päivänä laaja-alaisemmin. Kunnossapito onkin suuremmissa kuvassa katsottuna käyttöomaisuuden tuottokyvyn ylläpitämistä, säätämistä ja säilyttämistä. Käyttöomaisuuden käytön tehokkuudella on suuri vaikutus yrityksen kannattavuuteen ja kilpailukykyyn, eli mitä tehokkaammin pystytään hyödyntämään koneita, sitä paremmin saadaan etumatkaa kilpailijoihin. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2011: 13)

Kunnossapito määritellään PSK 6201 (2011) standardissa seuraavasti:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.

2.2 Teollisuuden vallankumoukset

Teollisen vallankumousten eri ajanjaksot selitettynä tiivistetysti kuvassa 1 kunnossapidon näkökulmasta.



Kuva 1. Teollisen vallankumouksen korrelaatio ja kunnossapidon muutos (Poor, Trstenjak, Basl & Opetuk 2019).

2.2.1 Teollisuus 1.0

Ensimmäinen teollinen vallankumous oli teollisuuden syntyminen. Tätä voidaan verrata neoliittiseen vallankumoukseen, jolla tarkoitetaan metsästyksestä ja keräilystä siirtymistä maatalouteen. James Watt oli ensimmäisen teollisen vallankumouksen symboli. Hän keksi höyrykoneen vuonna 1765. (Spear 2008: 53–58)

Teollinen vallankumous mahdollisti maatalouteen uusia toimintatapoja, kun käyttöön otettiin koneita, joita aikaisemmin ei ollut saatavilla. (Teollinen vallankumous 2011)

2.2.2 Teollisuus 2.0

Toinen teollinen vallankumous tapahtui sata vuotta myöhemmin vuonna 1870. Se liittyi sähköistykseen ja kokoonpanolinjoihin. Samana vuonna ensimmäinen laajamittainen kokoonpanolinja rakennettiin teurastamoon Cincinnatiin. Henry Ford alkoi myös käyttää

kokoonpanolinjan ideaa automalli T:n valmistuksessa. Isoina innovaationa tulivat T. A. Edisonin keksimä hehkulamppu ja Nicole Teslan suunnitelma muuntaja vuonna 1879. (Jonnes 2004)

Muita toisen teollisen vallankumouksen aikana tehtyjä keksintöjä olivat mm. lentokoneet, puhelin ja dynamiitti. Kaikki nämä keksinnöt ovat käytössä vielä tänä päivänä. (Teollinen vallankumous 2011: 13)

Toisen teollisen vallankumouksen aikana koneista tuli monimutkaisempia ja tuotanto kasvoi nopeasti. Koneiden aiheuttamat häiriöt lisäsivät kustannuksia ja siksi ensimmäiset ennaltaehkäisevät kunnossapitotoimenpiteet otettiin käyttöön. Henry Ford suositteli Ford-ohjekirjassa vuonna 1919 ennakkohoitoa etu- ja takapyörien välysten tarkistamiseksi. (Ford Manual 1919)

2.2.3 Teollisuus 3.0

Kolmas teollinen vallankumous alkoi vuonna 1969, jolloin keksittiin ensimmäinen ohjelmoitava logiikka. Ajanjakson keskeisiä piirteitä olivat automaatio, elektroniikka ja tietotekniikka. (The 4 Industrial Revolution 2019)

Tällä pienellä teollisuustietokoneella pystyttiin automatisoimaan teollisuuden prosesseja. PLC:lle (Programmable Logic Controller) on ominaista, että käsiteltävä automaatio-ohjelma suoritetaan ohjelmajaksona. (Brown 2019) Kolmannesta vallankumouksesta puhutaankin usein tieteellisen ja teknologisen vallankumouksen ajanjaksona.

Toisen maailmansodan jälkeen alkoi ilmestyä tuottavan kunnossapidon toimintamalleja. Uudessa toimintamallissa yhdistettiin korjaava kunnossapito ja ennaltaehkäisevä kunnossapito datalähtöiseen ja analyttiseen lähestymistapaan. Toiminto toteutettiin tuotannon taloudellisen tehokkuuden lisäämiseksi. (Hossain, Iftekhar & Sazedul 2012)

Kaksi tunnetuinta kehitettyä kunnossapitostrategiaa syntyi kolmannen teollisen vallankumouksen aikana. Nämä ovat Japanista peräisin oleva Total Productive Maintenance (TPM) ja Yhdysvalloista peräisin Reliability Centered Maintenance (RCM).

2.2.4 Teollisuus 4.0

Vasta jälkeinpäin on annettu aikaisemmille kolmelle teollisuuden vallankumouksille nimet, mutta neljännen vallankumouksen kohdalla on toisin. Neljäs teollinen vallankumous on edelleenkin käynnissä (Hořánek & Basl 2018). Teollisuuden muutokset tapahtuvat yhä nopeammin johtuen globalisoitumisesta.

Teollisuus 4.0 ymmärretään aivan uutena filosofiana, mikä tuo yhteiskunnallista muutosta ja vaikutusta koulutukseen, turvallisuuteen, tieteeseen ja työmarkkinoihin (David, Krejcar, Maresova, Maskuriy & Selamat 2019). Laitteet ja toiminnot ajatellaan palveluina, jotka jatkuvasti kommunikoivat keskenään saavuttaakseen paremman yhteistoiminnan ja tehokkuuden toimintojen optimoimiseksi (Cecchini, Colantoni, Egidi, Saporito & Zambon 2019). Teollisuus 4.0 vaatii uudenlaista osaamista eri tieteenaloilta, jotta valtavat digitaaliset muutokset pystytään ottamaan käyttöön (Choi & Jin 2019).

Kokonaiset kansantaloudet käyvät tällä hetkellä läpi suuria muutoksia kaikilla toimialoilla johtuen tietotekniikan kehittymisestä, kyberfyyysisistä järjestelmistä ja tekoälyratkaisuista tuotannossa ja palveluissa. Pienillä ja keskisuurilla eli pk-yrityksillä on havaittu ongelmia digitaaliseen tuotantoon siirtyessä. Syitä näihin ongelmiin yrityksillä tyypillisesti ovat investointien puute, työntekijöiden kouluttamattomuus ja haluttomuus muuttaa toimintotapoja. (Mariková, Rehor, Rolínek, Toušek & Vrchota 2019)

Teollisuus 4.0:n käyttöön henkilöstöltä vaadittavat taidot (taulukko 1) jaetaan kolmeen kategoriaan. Sellaisiin taitoihin, joita ehdottomasti vaaditaan, taitoihin, joita työntekijällä toivotaan olevan ja taitoihin, jotka katsotaan eduksi.

Taulukko 1. Taitovaatimukset teollisuus 4.0:n käyttämiselle (Mariková 2019: 3).

Tarvittavat taitovaatimukset teollisuus 4.0:n käyttöön			
	Vaaditaan	Toivotaan olevan	Katsotaan eduksi
Tekninen vaatimus	<ul style="list-style-type: none"> - IT-aidot - Osaa käsitellä ja analysoida prosessidataa - Tilastojen tuntemus - Osaa käyttää viimeisintä teknologiaa - Organisatorinen ja menettelyllinen tietoisuus 	<ul style="list-style-type: none"> - Kyky tiedonhallintaan - Teknologian eri tieteenalojen yleinen osaaminen - Ymmärrys tietoturvasta ja tiedon suojaamisesta - Erikoisosaamista tuotannosta ja prosesseista 	<ul style="list-style-type: none"> - Ohjelmointi - Teknologioiden erikoisosaaminen - Ergonomian hallinta - Lainsäädännön tuntemus
Henkilökohtainen vaatimus	<ul style="list-style-type: none"> - Kyky johtaa itseään - Avoin muutoksille - Kyky tiimityöhön - Hyvät sosiaaliset taidot - Hyvät kommunikaatiotaidot 	<ul style="list-style-type: none"> - Usko uuteen teknologiaan - Jatkuva oppinen 	

Koulutus ja ammatillinen kehitys ovat tärkeitä tekijöitä teollisuus 4.0 tavoitteiden saavuttamisessa. Yhteistyö työelämän ja korkeakoulujen välillä voi tulla entistä tärkeämmäksi tulevaisuudessa. (Baronio, Filippi, Motyl, Speranza & Uberti 2017)

Teollisuus 4.0 käsittelee myös ennakoivaa kunnossapitoa. Ennakoivan kunnossapidon analysointitiedon määrä kasvaa koko ajan, kun yritykset keräävät tietoa valvottavasta kohteesta ja asioista, jotka liittyvät valvottavan kohteen toimintaan. Tästä syystä tiedon oikeellisuus ja yhdistäminen ovat erityisen tärkeitä. Epäluotettavia ennustuksia saadaan helposti silloin, jos tiedon oikeellisuus on väärin.

Ennakoivaa kunnossapitoa kutsutaan PdM 4.0:ksi (Predictive Maintenance), joka on tällä hetkellä kunnossapidon korkein muoto. Analysointimenetelmällä pyritään tunnistamaan ja ennustamaan tuotantodatasta mahdollisia syntyviä ongelmia ennen kuin ne ovat tapahtuneet. Näin pystytään varmistamaan tuotantolaitteiston toimivuus. (Gombár, Kariková, Kmec, Vagaská & Valenčík 2016)

Big data –analytiikan eli valtavan suurten tietomassojen käsittelyn ja tekoälyn yhdistäminen on avaintekijä poikkeavuuksien havaitsemiselle. Ennustavat tekniikat mahdollistaa prosessidatan reaaliaikainen seuranta yhdistettynä ulkoisiin korrelaatiota seuraaviin asioihin. (Orosz, Raisz, Sörös & Tamus 2015)

Teollisuus 4.0:ssa tärkeimmät komponentit ennakoivalle kunnossapidolle ovat anturit, kyberfysiset järjestelmät, IoT (Internet Of Things), Big data, pilvipalvelut, verkot, tekoäly, mobiiliverkot ja Wifi. Kunnossapidon työntekijöiden tehtäväkuvaukset ovat myös muuttuneet ennakoivien kunnossapitotehtävien seurauksena. Yrityksien on palkattava luotettavuusinsinöörejä ja datatutkijoita asioiden eteenpäin viemiseksi. (Ádám, Baláz, Madoš, Mihaľov & Pietriková 2018)

Ennakoivan kunnossapidon keskeisempiä avaintekijöitä onnistumiselle ovat budjetti, kulttuuri, tekniset ratkaisut, tiedon saatavuus, tietoturva ja muut tähän liittyvät asiat. Toimivalla ennakoivalla kunnossapito-ohjelmalla pystytään saavuttamaan kokonaisuudessaan 8–12 % säästöt. On myös mahdollista saavuttaa 30–40 % säästöt, jos laitteiden kunto on hyvällä tasolla. (Hunt, Melendez, Pugh & Sullivan 2010: 52)

Ennakoivilla kunnossapitotoimilla on mahdollista saavuttaa seuraavat säästöt (Hunt ym. 2010: 52):

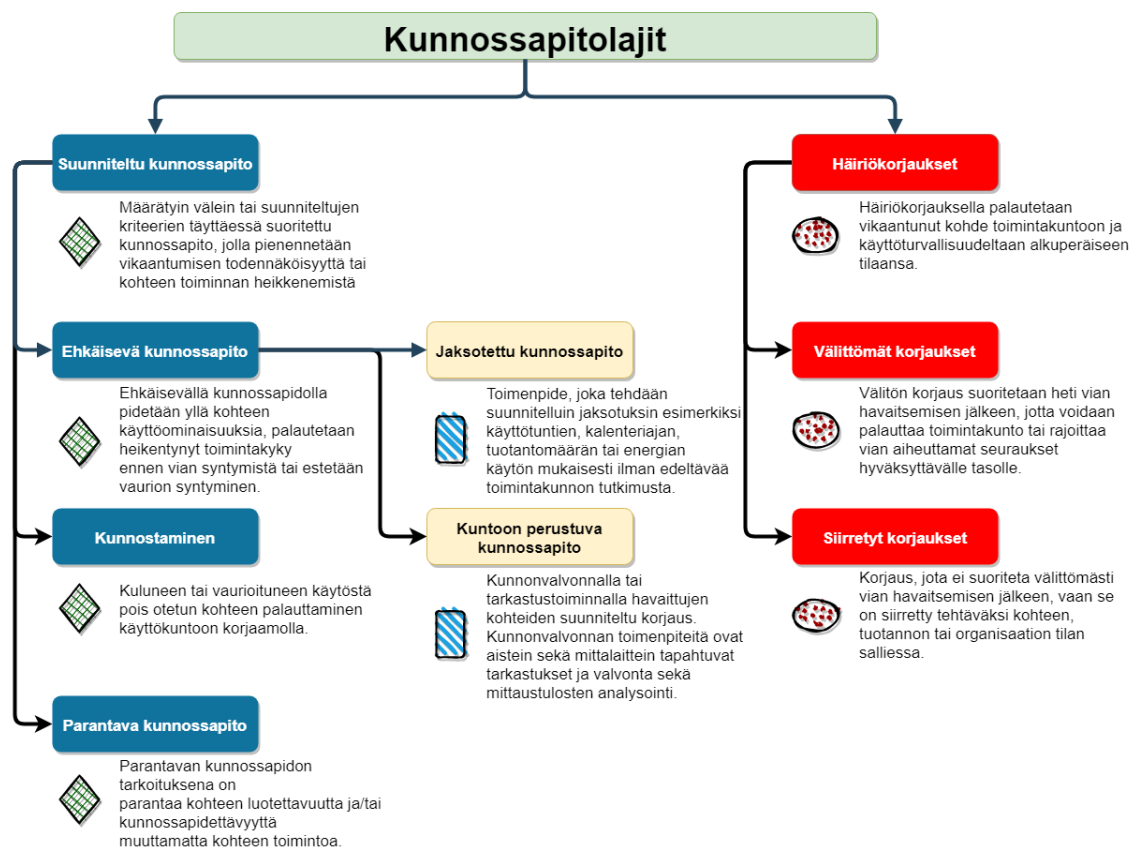
- Sijoitetun pääoman tuotto: 10 kertainen.
- Kunnossapitokustannuksien alentaminen: 25–30 %.
- Vianetsintä: 70–75 %.
- Katkosaikojen vähentäminen: 35–45 %.
- Tuotannon kasvattaminen: 20–25 %.

Ennakoivan kunnossapidon käyttöönotto vaatii yritykseltä investointeja. Isoimmat laitehankinnat maksavat yleensä enemmän kuin 40 000 €. (Hunt ym. 2010: 53)

2.3 Kunnossapitolajit

Kunnossapidon huoltotoiminnot jaotellaan eri kunnossapitolajeiksi. Standardit SFS-EN 13306:2017, PSK 6201:2011 ja PSK 7501:2010 kuvaavat hieman eri tavoin kunnossapitolajit.

Kunnossapidon onnistumista ja tehokkuutta pystytään mittaamaan eri kunnossapitolajille kirjattujen kustannuksien perusteella. Kuvassa 2 on esitetty kunnossapitolajien jaottelu PSK 7501 standardin mukaan. (Järviö & Lehtiö 2012: 46–47)



Kuva 2. Kunnossapitolajit selitteineen PSK 7501 (2010) standardista.

2.3.1 Ehkäisevä kunnossapito

Kunnossapidon huoltotoiminnot ovat konkreettisia toimenpiteitä. Toimenpiteillä pyritään ylläpitämään laitteen kunto sellaisena, että estetään ennalta vaurion syntyminen tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennalleen. Ennaltaehkäisevä huolto on laitteiden säännöllinen ja rutiininomainen toimenpide, jolla pyritään välttämään suunnittemattomat seisakit laitevioista johtuen. Huoltotoimenpiteet vaihtelevat myös laitteen kriittisyyden mukaan. Ihannetapauksissa pyritään noudattamaan laitevalmistajien tai standardien asettamia ohjeita. (Järviö ym. 2012: 50)

Ehkäiseviä huoltotoimenpiteitä tehdään säännöllisesti tai tarvittaessa. Säännölliset toimenpiteet voivat olla joko jatkuvia tai aikataulutettuja. Tarvittaessa tehtävät huoltotoimenpiteet perustuvat kohteen kuntoon. (Järviö ym. 2012: 50)

Kuntoon perustuva huolto pohjautuu kunnonvalvonnasta saatuun dataan tai tarkastustoimenpiteillä saatuihin havaintoihin. Tämän tyyppisessä ehkäisevässä kunnossapidossa edellytetään huoltojen tarkkaa kirjanpitoa, jotta ymmärretään, milloin kyseinen laite tarvitsee ennaltaehkäisevää huoltoa. (Järviö ym. 2012: 50)

2.3.2 Korvaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito voi olla kunnostusta (suunniteltu) tai häiriökorjausta (suunnittematon). Häiriökorjaustilanteessa vikaantunut kohde palautetaan toimintakuntoon vian syntymisen jälkeen. Vikaa tutkiessa selvitetään muun muassa missä vika sijaitsee, mistä vika on johtunut ja mihin se vaikuttaa. Samalla laaditaan suunnitelma, miten laite palautetaan toimintakuntoon. (Järviö ym. 2012: 51)

Korjaavaa kunnossapitoa käsittelevissä standardeissa on hieman eroavaisuuksia. PSK-standardi määrittää käsitteen häiriökorjaus, kun taas SFS-EN 13306:2017 määrittää häiriökorjauksien olevan korjaavaa kunnossapitoa. (Järviö ym. 2012: 51)

2.3.3 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamalla kohteen toimintoa (PSK 6201 2011: 23). Parantava kunnossapito jaetaan kolmeen eri luokkaan. Ensimmäisessä luokassa kohteen toimintaa parannetaan käyttämällä uudempia varaosia kuin alkuperäiset. Suorituskykyä ei ole kuitenkaan tarkoitus parantaa tällä toimenpiteellä. (Järviö ym. 2012: 51)

Toisessa luokassa tehdään tarvittavat korjaukset ja uudelleensuunnittelut kohteeseen, tällä pystytään pienentämään koneen epäluotettavuutta. Toimenpiteellä on tarkoitus parantaa kohteen luotettavuutta muuttamatta suorituskykyä. (Järviö ym. 2012: 51)

Kolmannessa luokassa kohteen suorituskykyä muutetaan koneen modernisoimisella. Tarkoitus on muuttaa konetta tai prosessia niin, että kohteen suorituskyky nousee riittäväälle tasolle ja samalla nostaa tuotannon kilpailukykyä markkinoiden vaatimusten mukaiseksi. Modernisointi on yleensä järkevää tehdä, jos kohteen käyttöikä on vielä hyvin jäljellä. (Järviö ym. 2012: 51–52)

2.3.4 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumistietojen kerääminen on teollisuudessa kasvanut suuresti viime aikoina. Kerääminen on helpottunut laiteteknologioiden kehittyessä ja tänä päivänä vika-analysoinnit pystytään tuottamaan ketterästi esimerkiksi tähän erikoistuneella palveluntuottajalla. Yritys voi myös itse rakentaa vikojen analysointityökalun omaan käyttöön.

Standardi ei kuitenkaan ota kantaa tähän käsitteeseen, koska vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei katsota kunnossapitotehtäväksi. Vikaantumistietojen keräämiseen suhtaudutaan negatiivisesti, koska resursseja ei ole tarpeeksi saatavilla. Kansainvälisissä kunnossapitotapahtumissa on esitelty menetelmien käyttämistä ja niiden tarjoamia etuja. Monien asiantuntijoiden mielestä vikatietojen kerääminen on yksi tärkeimpiä kunnossapitoa ohjaavia toimenpiteitä. (Järviö ym. 2012: 51–52)

Vikaantumisesta selvitetään perussy ja vian ilmenemistapa. Analyysin perusteella suoritetaan kohteeseen korjaavat toimenpiteet, joilla estetään ongelman uudelleen syntyminen. Yleisimmät menetelmät vikojen tutkimiseen ovat vika-analyysit, simulointi, mallintaminen, juurisyyn selvittäminen, vikaantumispotentiaalin kartoitukset sekä materiaalien ja suunnittelun analyysit. (Järviö ym. 2012: 51–52)

2.4 Kunnossapidon johtaminen

Kunnossapidon johtaminen voidaan esittää prosessimaisesti kolmella eri liiketoiminnan tasolla. Nämä ovat taulukko 2:n mukaisesti strateginen, taktinen ja toiminnallinen.

Taulukko 2. Kunnossapidon johtamisprosessi (Márquez 2007: 25).

Kunnossapidon johtamisprosessi	Strateginen	Luodaan kunnossapitostrategia liiketoimintasuunnitelman perusteella, kunnossapidon tavoitteiden määrittelemiseksi.
	Taktinen	Luodaan kunnossapitosuunnitelma, jossa määritellään käytettävät resurssit ja aikataulut.
	Operatiivinen	Kunnossapitosuunnitelman mukaisten tehtävien suorittaminen ja tietojen tallentaminen.

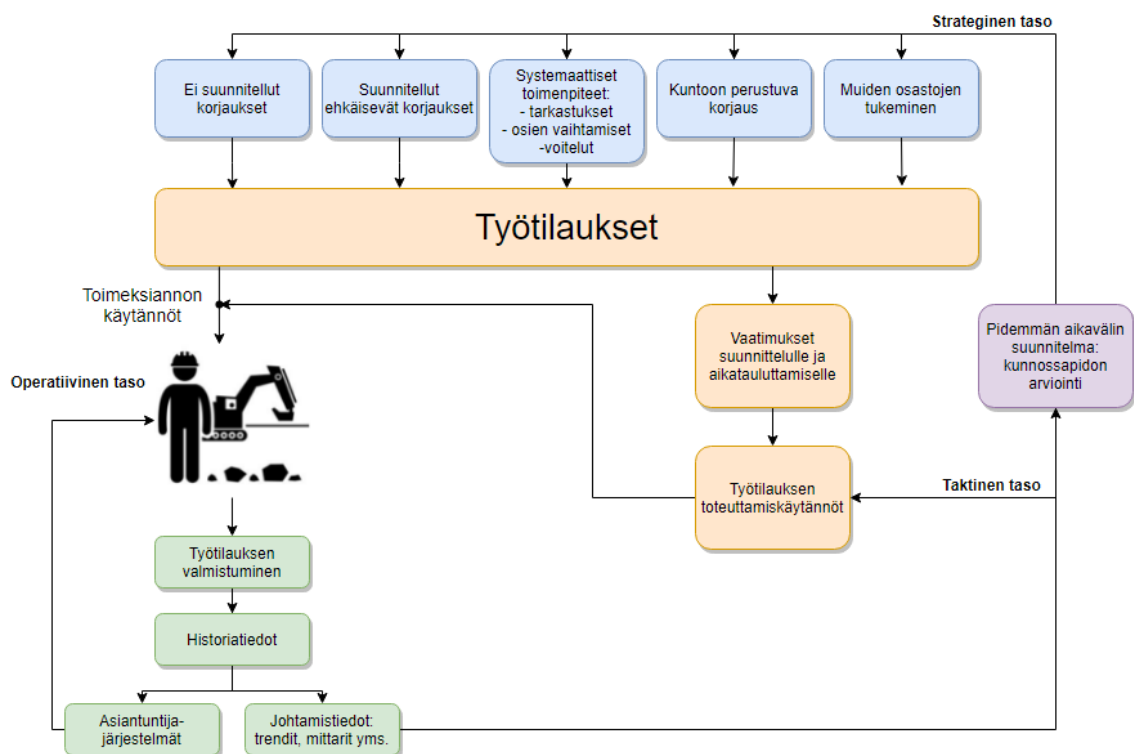
Strategisen tason toimenpiteissä liiketoiminnan tavoitteita tarkastellaan kunnossapidon tasolla. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi luodaan pitkän aikavälin toimenpiteet, joilla pyritään tunnistamaan olemassa olevat ja mahdolliset puutteet kunnossapidon tehokkuudessa. Tärkeää on tunnistaa kriittiset kohteet nykyisissä toiminnoissa. Yksityiskohtaisten analyysin avulla voidaan tarkastella mitattavissa olevia tapahtumia, kuten laitteiden vikojen esiintyvyyden vaikutus yrityksen toimintatavoitteisiin (kriittisyysanalyysi). Kunnossapidon johtamisella voidaan tällöin kehittää suunta strategisille toimenpiteille, joilla voidaan tunnistaa tietyt ongelmat kriittisillä osa-alueilla. Muut toimenpiteet keskittyvät tarvittavien osaamistaitojen ja teknologian hankkimiseen. (Márquez 2007: 9–10)

Taktisen tason toimenpiteet määrittelevät kunnossapidon tavoitteet ja resurssien (osaaminen, materiaalit, testilaitteet jne.) oikean kohdistamisen kunnossapidon suunnitelman

toteuttamiseksi. Tämän jälkeen yksityiskohtaisessa suunnitelmassa dokumentoidaan kunnossapidon tehtävät, aikataulut ja resurssit. (Márquez 2007: 9–10)

Operatiivisella tasolla varmistetaan, että kunnossapidon tehtävät toteutetaan osaavien tekijöiden toimesta, aikataulun mukaisesti seuraten oikeita toimintatapoja ja käyttäen oikeita työkaluja. Tarkoituksena on siis varmistaa, että työt tulevat tehdyksi ja data tallennetuksi tietojärjestelmiin. (Márquez 2007: 9–10)

Kuvassa 3 esitetään yllä kuvatut kolme tasoa prosessityyppisenä tapahtumaketjuna.



Kuva 3. Kunnossapidon prosessi (Márquez 2007: 25).

2.4.1 Kunnossapidon johtamisen viitekehys

Kunnossapidon johtamisen viitekehys (taulukko 3) jaetaan kolmeen osa-alueeseen: IT, kunnossapidon suunnittelun tekniikat ja organisatoriset tekniikat. Kunnossapidon viitekehysten tarkoituksena on antaa työkalut kunnossapidon suorittamiselle (Márquez 2007: 25–27):

- IT: Mahdollistetaan johdon, suunnittelijoiden, tuotannon ja kunnossapidon henkilöstön pääsy kaikkiin laitedatoihin. Kunnossapitotietoa hallitaan kunnossapidon tietojärjestelmän kautta. Kun kunnossapidon tietojärjestelmä on liitetty toiminnanohjausjärjestelmään (Enterprise Resource Planning, ERP), mahdollistetaan tehokas kunnossapidon johtamisen työkalu. IT:n osa-alue sisältää myös kunnonvalvontateknologian hyödyntämisen.
- Kunnossapidon suunnittelun tekniikat: Tämä koostuu useista avaintekniikoista. RCM-tekniikalla (Reliability Centered Maintenance) on tärkeä rooli strategisella ja taktisella tasolla, se auttaa suunnittelemaan ja määrittelemään kunnossapidon suunnitelman ja varmistamaan halutun laitteiden luotettavuuden. TPM-tekniikka (Total Productive Maintenance) sen sijaan keskittyy organisatorisiin saavutuksiin operatiivisella tasolla, tarkoituksena on parantaa kokonaislaitetehokkuutta. Lisäksi on muita työkaluja, joita voidaan käyttää optimoimaan kunnossapidon johtamisen käytäntöjä.
- Organisatoriset tekniikat: Tämä osio on ehkä kaikkein tärkein, niin kauan kun inhimilliset tekijät ovat mukana päätöksenteossa liittyen kunnossapitoon ja tehtävien toteutukseen. Tarkoituksena on varmistaa tiedonkulku koko organisaation sisällä eri toiminnoissa ja myös suhteissa sekä sisäisiin että ulkoisiin asiakkaisiin.

Taulukko 3. Kunnossapidon johtamisen viitekehys (Márquez 2007: 25).

Kunnossapidon johtamisen viitekehys	IT	Tietojärjestelmät, kunnonvalvontateknologiat
	Kunnossapidon suunnittelun tekniikat	RCM, TPM, luotettavuus data-analyysi, muut kunnossapidon kehittämissuunnitelmat.
	Organisatoriset tekniikat	Ihmissuhteiden hallinta, motivaatio, käyttäjien osallistuminen jne.

2.5 Kunnossapitostrategiat

Kunnossapitostrategiat voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä on laatuun liittyvät strategiat mm. Six Sigma -menettely. Toisessa ryhmässä on TPM (Total Productive Maintenance), jonka tarkoituksena on osallistaa koneenkäyttäjä huolehtimaan koneen kunnossapidosta ja käyttämisestä, sekä parantamaan yhteistyötä yrityksen eri toimintoihin. Kolmanteen ryhmään kuuluu RCM (Reliability Centered Maintenance) ja SRM (Streamlined RCM), jotka ovat työkaluja tehokkaan kunnossapitostrategian laatimiseen. Näiden lisäksi on vielä Asset Management strategia, joka yhdistää

RCM:n ja SRCM:n ja jonka avulla pyritään optimoimaan kunnossapitoa suhteessa eri markkinatilanteiden aiheuttamien käyttöasteiden muutoksiin. (Järviö ym. 2011: 85)

2.5.1 TPM:n taustaa ja tavoitteet

TPM tunnetaan nimellä kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito. TPM on prosessi, jolla pyritään ylläpitämään ja parantamaan tuotannon tasoa ja järjestelmien laatua. Prosesilla pyritään saamaan sidottua työntekijät eli käyttäjät laitteiden ja työympäristön puhtaanapitoon, ylläpitoon sekä parannuksiin ja samalla nostamaan ennakoivien ja ennaltaehkäiseviä huoltotoimenpiteiden tasoa. Ihannemaailmassa tuotantokoneet käyvät täydellä tehokkuudella ilman häiriöitä ja kaikki tuotantoketjuun liittyvä toimii ajallaan. Todellisuus on kuitenkin toista ja tämä rajoittaa tai estää täydellisen tuotannon. (What is Total Productive Maintenance (TPM)?)

Kokonaisvaltaisella tuottavalla kunnossapidolla pyritään täydelliseen tuotantoon, joka tarkoittaa seuraavia vaatimuksia (What is Total – –):

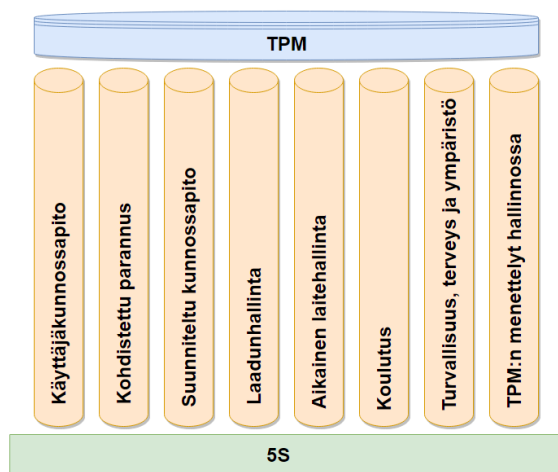
- Ei rikkoontumisia
- Ei suunnittelemattomia pysäytyksiä tai hidasta tuotantoajoa
- Ei vikoja
- Ei onnettomuuksia
- Matalat käyttökustannukset

TPM:n keksi japanilainen Seiichi Nakajima 1970-luvulla, kun Japani oli vahvassa talouskasvussa. Hänen luomansa toimintamalli otettiin käyttöön Nippon Denso -yrityksessä, joka valmisti osia Toyotalle (Järviö ym. 2011: 111; What is Total – –). TPM-prosessin tärkeimmät päämäärät ovat (Järviö ym. 2011: 112):

- Tavoitellaan suurinta koneen tehokkuutta huomioiden aika, nopeus ja laatu.
- Luodaan kunnossapito-ohjelma, joka kattaa koko koneen käyttöiän.
- Sitoutetaan kaikki yrityksen työntekijät TPM:n vaadittaviin prosesseihin.
- Sitoutetaan kaikki henkilöt ja osastot, jotka ovat sidoksissa koneen suunnitteluun, käyttämiseen tai huoltotehtäviin.
- Siirretään kunnossapitotöiden suunnittelu ja toteutus niille tiimeille, jotka työskentelevät näiden asioiden parissa.

Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito-ohjelma perustuu kahdeksan pilarin varaan, jotka on esitetty kuvassa 4. Nämä pilarit toimivat pohjana 5S-menetelmille. 5S on japanissa kehitetty menetelmä työpaikan organisoimisen parantamiseen ja työmenetelmien standardisoimiseen. Menetelmällä pyritään kasvattamaan työn tuottavuutta. (What is Total – –)

Koneiden luotettavuutta pyritään parantamaan ennakoivilla ja ennaltaehkäisevillä kunnossapitotoiminnoilla. Nämä TPM:n toiminnot jaetaan siis kahdeksaan eri pilariin (Total Productive Maintenance):



Kuva 4. TPM:n kahdeksan pilaria ja 5S-perustus (What is Total – –).

1. *Käyttäjäkunnossapito* tarkoittaa sitä, että koneen käyttäjä on koulutettu perushuoltotehtäviin, kuten puhdistamiseen, voiteluihin ja tarkastamiseen. Koneen huoltotehtävistä luodaan standardi, jota kaikkien käyttäjien on noudatettava ja ylläpidettävä. Käyttäjät ovat vastuussa koneen käyttämisestä ja kunnossapidosta. Tällä toimenpiteellä käyttäjä kokee omistavansa koneen, ja samalla oppii syvällisemmin tuntemaan koneen toiminnan.
2. *Kohdistettu parannus* on jatkuvaa toimintojen ja prosessien parantamista. Prosesseja ja toimintoja tarkastellaan kokonaisuutena ja pyritään löytämään niistä kehityskohteita. Kehityskohteita seuraavan tiimin monipuolisuus auttaa paikallis-

tamaan toistuvien ongelmien aiheuttajat. Tiimi pyrkii selvittämään parannuskoh- teita prosessista ja samalla luomaan standardin, joka tekee tehtävistä samalla tapaa toistettavia.

3. *Suunniteltu kunnossapito* tarkoittaa, että tulevat huoltotehtävät suunnitellaan häi- riöhistorian ja menneiden seisokkien perusteella niin, että jatkossa huollot voi- daan ajoittamaan sopivaan ajankohtaan tuotannon kannalta. Tämä ennakoiva lähestymistapa vähentää huomattavasti suunnittelemattomien seisokkien mää- rää, ja samalla voidaan tulevat huollot kohdistaa sellaisiin ajankohtiin, kun kysei- nen tuotantokone ei ole toiminnassa.
4. *Laadunhallinta* keskittyy suunnitteluvirheiden havaitsemiseen ja torjumiseen tuo- tantoprosessissa. Virheiden havaitsemiseksi käytetään juurisyyanalyysia, jolla selvitetään mitä tapahtui, miten tapahtui ja miksi tapahtui. Ennakkoon havaittujen virheiden avulla pystytään kehittämään tuotantoa luotettavammaksi ja samalla saadaan oikeanlaista tietoa tuotteista.
5. *Aikainen laitehallinta* hyödyntää käytännön kokemuksia ja yleistä ymmärrystä tuotantolaitteista, mitkä on saavutettu TPM:n avulla. Opittua tietämystä käytetään hyväksi, kun suunnitellaan uusia tuotantolaitteita. Tällä menettelytavalla pysty- tään parantamaan uusien tuotantolaitteiden tehokkuutta entisestään.
6. *Koulutus* varmistaa, että kaikki käyttäjät, päälliköt ja kunnossapitäjät ovat TPM- prosessin kanssa samalla tasolla ja mahdolliset tietopuutteet korjataan tavoittei- den saavuttamiseksi.
7. *Turvallisuus, terveys ja ympäristö* tarkoittaa sitä, että kaikki työntekijät pystyvät tekemään työtehtävänsä turvallisesti sellaisessa paikassa, jossa ei ole terveyttä vaarantavia riskejä. Tärkeää on luoda työympäristö, jolla tehostetaan tuotantoa ilman, että se vaarantaa työntekijää.
8. *TPM:n menettelyt hallinnossa* on ensimmäinen askel koko valmistusprosessissa. Tärkeää on, että toimintatavat ovat virtaviivaisia ja hävikkiä ei synny. Esimerkiksi

kun tilausten käsittelyprosessi virtaviivaistuu, materiaali saadaan nopeammin pienimmillä virheillä perille asti.

TPM:n suunnitelman toteuttaminen tarjoaa yritykselle lyhyellä aikavälillä menestystä, mutta sen ylläpitäminen vaatii työntekijöiltä jatkuvaa sitoutuneisuutta menetelmiä kohtaan, jotta saadaan pidempiaikainen hyöty irti. International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology -lehdessä julkaistiin tutkimus, jossa tarkasteltiin yrityksen KNL-arvoa (käytettävyys, nopeus, laatu) ennen TPM:n käyttöönottoa ja käyttöönoton jälkeen. KNL oli ennen TPM:n käyttöönottoa 75 prosenttia ja käyttöönoton jälkeen parani 85 prosenttiin. Samalla tuotteen laatu ja kannattavuus kasvoivat. (Total Productive – –)

2.5.2 TPM:n edut

TPM:n edut (taulukko 4) tulevat esille, kun kunnossapito siirtyy reaktiivisesta toiminnasta eli niin sanotusta ”tulipalojen sammuttelusta” kohti ennakoivaa kunnossapitoa. Reaktiivinen kunnossapito on kallista, koska laitteen korjauksen lisäksi maksetaan myös tuotannossa menetetyistä ajasta. (Total Productive – –)

TPM-prosessin käyttöönotto vaatii yrityksen eri sidosryhmiltä paljon sitoutumista ja aktiivista toimintaa. Tämä toimintamalli ei ole soveltuva jokaiseen yritykseen suoraan, vaan se tulee räätälöidä tuotantolaitoskohtaisesti ottaen huomioon yrityskulttuurin ja muut toimintatavat. (Järviö ym. 2011: 112)

Taulukko 4. TPM:n suorat ja epäsuorat edut (Total Productive – –).

TPM:n edut	
Suorat	Epäsuorat
Vähemmän suunnittelemattomia seisokkeja	Työntekijöiden luottamustason kasvu
Asiakasrekламаatioiden väheneminen	Tuottaa puhtaan ja järjestyksellisen työpaikan
Työtapaturmien väheneminen	Työntekijöiden positiivisten asenteiden lisääntyminen omistajuuden tunteen kautta
Valmistuskustannusten aleneminen	Saastumisen ehkäisytöimenpiteitä noudatetaan
Nostattaa tuotteiden laatua	Osastojen välillä jaettu tieto ja kokemus

2.5.3 RCM:n taustaa ja tavoitteet

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito eli RCM-menetelmä perustettiin alun perin ilmailualalle 1960-luvulla. Sen tarkoituksena oli kehittää lentokoneisiin ennakoivaa kunnossapitoa. Tällä toiminnalla haluttiin varmistaa, että omaisuus tuottaa jatkossakin maksimikapasiteetilla. Nykyään RCM-menetelmiä käytetään teollisuuden tuotantolaitteiden toiminnan varmistamisessa. (Järviö ym. 2011: 124–126; How to Implement Reliability-Centered Maintenance)

RCM:n avulla suunnitellaan valitulle kohteelle kunnossapito-ohjelma. Ensimmäiseksi tunnistetaan prosessin tärkeimmät laitteet ja tämän jälkeen kohdistetaan näihin kunnossapitotoimet. Tärkeimpiä kriteereitä kriittisten laitteiden tunnistamisessa on kustannukset, laatu, turvallisuus ja ympäristövaatimukset. Seuraavaksi selvitetään laitteen vikaantumisen aiheuttaja, minkä avulla voidaan luoda oikea kunnossapitomenetelmä laitteelle. Kaikki turvalaitteet, jotka ovat ”passiivisessa” tilassa prosessin toimiessa, otetaan mukaan kunnossapidon piiriin. Laitteille, joille ei pystytä luomaan tehokasta ennaltaehkäisevää kunnossapito-ohjelmaa, luodaan toimintaohjeet, miten toimia vikaantumisen sattuessa. Koneiden käyttäjät oppivat seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa tehokkaammin, kun nämä on määritetty. Kunnossapitotoimet kohdistetaan juuri niihin asioihin,

jotka ovat kriittisiä. Näin voidaan laskea kunnossapidon kustannuksia ja samalla parantaa tuotannon tehokkuutta ja laitteiden luotettavuutta. (Järviö ym. 2011: 124–126)

RCM:n avulla tehdään valitulle laitteelle arviointikysely, joka koostuu SAE JA1011-standardin seitsemästä kysymyksestä (How to Implement – –):

1. Kuinka hyvin laitteen tulee suoriutua? Mitä laite tekee ja mitä sen halutaan tekevän. Tätä voi arvioida tarkastelemalla laitteen aiempaa suoritustasoa ja kunnossapidon dataa.
2. Millä tavoin laite voi mennä epäkuntoon? Ympäri vuorokauden käytössä oleva laite voi mennä vikatilaan esimerkiksi lähestyessään elinkaarensa loppua. Toinen yleinen vikatila koskee äärimmäisissä olosuhteissa toimivan laitteen korroosioitumista.
3. Mikä aiheuttaa rikkoontumisen? Kun kaikki mahdolliset vikatilat on selvitetty, on määriteltävä vian tai mahdollisen vian syntyminen juurisyy.
4. Mitä tapahtuu rikkoontumisen sattuessa? Määritellään laitteen potentiaalisten vikojen vaikutukset, esimerkiksi miten ne vaikuttavat lopputuotteeseen ja kokonaiskäyttökustannuksiin.
5. Miksi rikkoontuminen on merkittävä? Määritellään jokaisen rikkoontumisen laajemmat merkittävät seuraukset. Pyritään selvittämään, miten rikkoontuminen voi vaikuttaa työntekijöiden turvallisuuteen, ympäristön turvallisuuteen, tuotantoprosesseihin ja laitteen kuntoon. Tässä vaiheessa tarkastellaan erityisesti suurempia negatiivisia vaikutuksia.
6. Mitä ennaltaehkäiseviä toimia pitäisi tehdä, jotta voitaisiin estää rikkoontuminen? Tämä kysymys korostaa etenkin RCM:n tarkoitusta. RCM-analyysissä ennakoivat kunnossapidon toimet aikataulutetaan siten, että tulevaisuudessa pyritään estämään katkokset tuotannossa. Esimerkiksi jokaiselle toimelle voidaan määritellä tietty ajankohta (kerran viikossa, kerran kuukaudessa tms.) jolloin ennakoivat kunnossapitotehtävät toteutetaan.

7. Mitä voidaan tehdä, jos sopivia ennaltaehkäiseviä toimia ei pystytä määrittelemään? Jos ennakoivaa kunnossapitosuunnitelmaa tämän ongelman ratkaisemiseksi ei ole, onko mitään toimenpiteitä, joita voi tehdä.

Edellä esitetyt seitsemän kysymystä voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen; päätös, analyysi ja toiminta. Päätös perustuu kolmen ensimmäisen SAE JA1011-standardin kysymykseen. Analyysi tehdään käyttäen pohjana 4–6 kysymyksiä, joilla pyritään vikojen tunnistamiseen ja arviointiin. Toimintavaihe tehdään seitsemännen kysymyksen avulla. (How to Implement – –)

RCM-menetelmä on saanut paljon kritiikkiä, koska menetelmä on kallis ja työläs toteuttaa. Nykyään markkinoille on tullut kevyempiä versioita, esimerkiksi SRCM, johon voidaan ottaa päätöstenteeon pohjaksi samankaltaisista prosesseista saatua dataa. (Järviö ym. 2011: 125)

2.5.4 RCM:n edut

RCM-huoltosuunnitelman suorittamisen suurimpia etuja ovat laitteiden huoltotiheyden minimointi, laitevikojen vähentäminen, huoltotehtävien keskittäminen kriittisiin laitteisiin, komponenttien luotettavuuden parantaminen ja paljon muita asioita. (How to Implement – –)

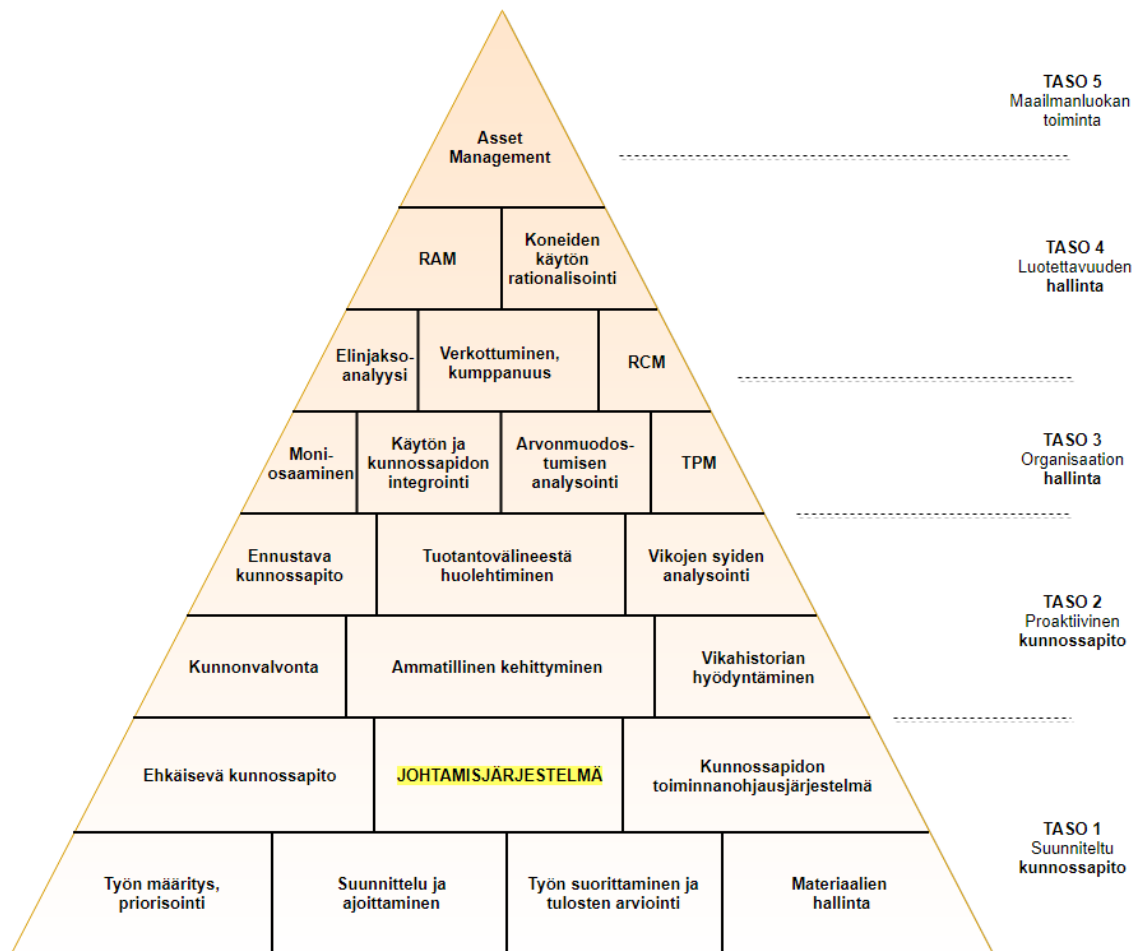
2.5.5 Asset Managementin tavoitteet

Asset management -menetelmällä suunnitellaan tuotantolaitteiden kunnossapito siten, että pyritään saavuttamaan liiketoiminnalliset tavoitteet minimoiden kustannukset. Tämän vaativan tavoitteen saavuttamiseksi pitää kaikkien kunnossapidon osa-alueiden olla kunnossa. Kunnossapidon osa-alueet jaetaan työskentelyn hallintaan, ehkäisevän kunnossapidon hallintaan, yhteistyöhön eri osastojen välillä ja koneiden luotettavaan toimintaan. (Järviö ym. 2011: 93)

Asset Management -pyramidin (kuva 5) avulla pystytään tunnistamaan tarvittavat rakennuspalikat, joilla voidaan parantaa toiminnan luotettavuutta. Tärkeimmät toimenpiteet

ovat seuraavanlaisia (Järviö ym. 2011: 94–95; Developing an Asset Management Strategy):

1. Hallitaan työtä (suunniteltu kunnossapito). Saatujen kokemusten perusteella 20 % syistä aiheuttaa 80 % vioista. Tilannetta pystytään parantamaan, kun kunnossapito muutetaan reagoivasta suunnitelluksi.
2. Hallitaan laitteen kuntoa (ennakoiva kunnossapito). Ongelmalliset laitteet kunnostetaan tai muutetaan sellaisiksi, että korjaavan kunnossapidon osuus pienenee.
3. Luodaan ympäristö, jolla pystytään maksimoimaan ihmisen panos (huippu organisaatio). Suoritetaan kunnossapidon ja käynnissäpidon yhdistäminen. Tavoitteena on, että käyttäjät osallistuvat kunnossapito-osaston toimiin.
4. Poistetaan järjestelmällisesti mahdollisten järjestelmävikojen lähteet (sisäänrakennettu luotettavuus). Edetään koneiden rakenteellisuuden epäluotettavuudesta luotettavuuteen, tavoitteena vähintään 95 % luotettavuus.
5. Varmistetaan taloudellisen toiminnan, yritysjohtamisen, myynnin ja markkinoinnin sekä asiakkaiden yhdenmukaisuus (maailmanluokan toiminta). Optimoidaan kunnossapitotoimien avulla koneen toimintateho markkinoiden kysynnän muutosten mukaan.



Kuva 5. Kunnossapidon eri tasot (Järviö ym. 2011: 94).

2.5.6 Asset Managementin edut

Asset managementin avulla pystytään parantamaan laitteiden tuottavuutta, joka taas parantaa tuotantoprosessin suorituskykyä edullisin kustannuksin. Etuja, joita Asset Management antaa ovat kustannusten alentaminen, tehokkaampi taloussuunnittelu, tuottavuuden ja käytettävyyden kasvattaminen, KNL:n paraneminen, tosiasioihin perustuva päätöksenteko, menettelytapojen ja standardien noudattaminen sekä riskienhallinta ja turvallisuuden parantaminen. (What is Asset Management in Maintenance?)

2.6 Suorituskyvyn mittaamisen taustaa

Useissa yrityksissä mitataan tänä päivänä omien toimenpiteiden onnistumista ja halutaan tietää, mihin suuntaan yrityksen liiketoiminta on menossa ja millä nopeudella. Quanini ja Tonchian (2010) kuvaavat suorituskyvyn mittaamista kirjassaan seuraavasti: ”voit johtaa asioita, joita mittaat”. Yritystä on vaikea johtaa, jos ei ole selvää tilannekuvaa yrityksen toiminnoista. Liiketoiminnan kannalta tärkeimmät mittaukset ovat elinehto yritykselle, jotta pystytään tekemään tarvittavia korjausliikkeitä ja optimoimaan olennaisia asioita. Ulkoisilla mittauksilla pystytään tarkkailemaan koko liiketoimintasektorin tilannetta. Toimintojen mittaamiselle ei ole yleispätevää ohjetta. Tarpeet pitää käydä yrityskohtaisesti läpi ja arvioida, mitkä mittarit soveltuvat juuri kyseiseen yritykseen.

Yrityksen toimintaa mitataan niin sanotuilla suorituskykyindikaattoreilla eli KPI-mittareilla (Key Performance Indicator). Mittarit ilmaisevat valitun kohteen suorituskykyä ja tavoitearvoa. Mittarissa ilmaistaan yleensä väreihin, onko tilanne mittaushetkellä yli vai alle tavoitearvon. Mitattava kohde voi olla vaikkapa yrityksen organisaatiotoiminnot, yksittäiset tuotantolinjat tai henkilöstön toiminta.

Alun perin suorituskykymittarit kehitettiin yrityksen strategian toteutumiseen, seuraamiseen ja ohjaamiseen. Mittareilla haluttiin tehostaa yrityksen toimintaa ja sitouttaa työntekijät yrityksen strategiaan. Toisin sanoen mittareilla pyritään kommunikoimaan yrityksen strategia koko organisaatiolle. (Parmenter 2015: 7–11)

Mittareita määriteltäessä on vaarana mittaristojen kasvaminen määrällisesti liian suureksi, jolloin päämäärä hämärtyy ja ajatus siitä, mitä mitataan, katoaa. Tätä on pyrittävä kontrolloimaan. Tieto ja mittarit ovat työkalu organisaation johtamiselle, ne eivät siis poista johtamisongelmaa. Mittareita määriteltäessä on hyvä muistaa selkeät ja tehokkaat tavoitteet, joihin on todellisuudessa mahdollista päästä. (Markkula & Syväniemi 2015: 30)

2.6.1 Kunnossapidon suorituskykymittarin suunnittelu

Kunnossapidon mittarit voidaan jakaa kahteen eri luokkaan, johtavat (leading) ja jäljessä mittaavat (lagging) mittarit. Johtavat mittarit ilmaisevat ennalta tulevia tapahtumia, esimerkiksi ennakoivan kunnossapidon vaatimukset vs. todellinen suorituskyky. Jäljessä mittaava mittari ilmaisee esimerkiksi keskimääräistä korjausaikaa (MTTR). (Maintenance Key Performance Indicators (KPIs))

Näitä kahta asiaa voi kuvata auton ajamisen vertauskuvalla. Kun ajat autoa ja katsot tietä ajosuuntaan (eteenpäin), näet mitä on edessäsi tulossa. Kun taas katsot ajettuun suuntaan (taaksepäin), näet missä olet ajanut ja miten matka on sujunut.

Kunnossapidon suorituskykymittarit asetetaan mittaamaan työntekijöitä, koneita ja toimintoja eli sellaisia asioita, jotka vaikuttavat halutun päämäärän tavoittamiseen. (Maintenance Key –). Mittaria suunniteltaessa on järkevää ottaa seuraavat mittarin ominaisuudet huomioon (Antikainen, Kujansivu & Lönnqvist 2006: 32–34; Laitinen 2003: 147–161):

- *Validiteetti* kuvaa mittarin kykyä mitata haluttua mittauksen kohdetta. Tärkeää on mitata sellaisia asioita, joista oleelliset asiat ilmenevät ja jättää epäoleelliset asiat huomiotta.
- *Reliabiliteetti* kuvaa mittarin tarkkuutta, eli kuinka hyvin samasta mittauskohteesta toistetut mittaukset jakaantuvat eri alueille. Pienelle alueelle keskittyneet mittaustulokset kertovat mittaustuloksien olevan tarkkoja eli reliabiliteetti on suuri. Mittaustulosta laskiessa on myös huomioitava, että kaikki käyttävät samoja mittaushjeita.
- *Relevanssi* kuvaa mittarin oleellisuutta päätöksenteolle. Jos mittarilla ei ole vaikutusta päätöksentekoon, on menestystekijän mittaaminen irrelevantti. Tarkoituksena on, että mittaustulosta pystytään hyödyntämään päätöksenteossa ja yritys saa tästä lisäarvoa. On siis tärkeää arvioida, onko valittu mittari oleellinen päätöksenteossa vai pystytäänkö päätökset tekemään ilman kyseistä mittaria.
- *Käytännöllisyys* kuvaa mittarin kustannustehokkuutta eli onko mittaustulosten saaminen vaatinut paljon uhrautumista. Jos mitattavasta kohteesta saatu hyöty ei vastaa nähtyä vaivaa, mittari ei ole käytännöllinen. Käytännöllisyyden arvioi mittareista vastaavat henkilöt.

Mittaria määriteltäessä on myös kiinnitettävä huomio seuraaviin lisävaatimuksiin (Antikainen ym. 2006: 112):

- Mittarien tulee palvella yrityksen strategiaa.
- Mittarit pitää olla helppolukuisia ja selkeitä.
- Mittareiden tulee huomioida pitkän aikavälin tavoitteet.
- Mittarit pystytään helposti raportoimaan ja ne ovat tarvittaessa muunneltavissa.
- Mitattavaan kohteeseen pystytään vaikuttamaan omalla työllä.
- Mittarit antavat palautetta tehdystä työstä.

Mittari valitaan mittaristoon yleensä käytettävyyden ja edullisuuden perusteella. Mittarituloksen liian työläs laskeminen ja/tai datan hankala kerääminen rajoittaa usein mittaritiedon koostamista. Tästä syystä ennen mittarin implementointia on syytä puntaroida, onko kyseistä mittausta järkevää tehdä. Liian suurta mittarimäärää ei kannata hallinnoida. Yksittäisiä mittareita saisi joidenkin mielestä olla 15–25 kappaletta ja toisten mielestä 8–12 tai vähemminkin riittää. (Antikainen ym. 2006: 112–113)

Menestystekijöitä valittaessa on hyvä toimintatapa pitää tasapainossa taloudelliset ja eitaloudelliset mittarit sekä lyhyttä ja pitkää aikaväliä mittaavat tavoitteet. Myös tulostittarin ja ennustavan mittarin välistä tasapainoa pyritään pitämään. Voi syntyä tilanteita, jolloin yhdelle mitattavalle kohteelle ei ole yhtä menestystekijää. Tällöin vaaditaan useampi mittari esittämään tilannekuvaa. Vaikeita mittauskohteita ovat yleisesti aineettomat menestystekijät. (Antikainen ym. 2006: 113)

Seuraavalla suunnittelulomakkeella (taulukko 5) on tarkoitus auttaa mittarin suunnittelijaa selvittämään mittarin käyttöperiaatteeseen liittyvät asiat, ennen kuin asiaa lähdetään viemään pidemmälle.

Taulukko 5. Mittarin suunnittelulomake (Neely et al. 1996) (Antikainen ym. 2006: 116).

Otsikko	Selitys	Esimerkki
1. Mittari	Mittarin nimi (hyvä nimi selittää itsessään mittarin tarkoituksen)	Toimitusvarmuus
2. Käyttötarkoitus	Jos mittarilla ei ole käyttötarkoitusta, sitä ei kannata mitata	Kohdistaa henkilöstön huomio toimitusten myöhästymiseen vaikuttavien tekijöiden poistamiseen
3. Mihin liittyy?	Tunnistetaan liiketoiminnan tavoitteet, joihin mittari liittyy	Lisätään ajallaan toimitettujen osuutta, jolloin myöhästymiskustannukset vähenevät ja asiakastyytyväisyys paranee
4. Tavoite	Tavoiteltava suorituksen taso ja aika, jolloin tavoite pyritään saavuttamaan	Nostetaan toimitusvarmuus 10 prosenttia 90 prosenttiin vuoden loppuun mennessä
5. Laskentakaava	Miten mittarin tulos lasketaan?	Sovittuna toimituspäivänä toimitettujen tuotteiden prosenttiosuus kaikista toimituksista
6. Taajuus	Kuinka usein mittarin arvo lasketaan ja raportoidaan?	Kerran viikossa
7. Kuka laskee ja raportoi?	Nimetään henkilö(t), joka vastaa datan keräämisestä, mittarin laskemisesta ja raportoinnista	Tuotepäällikkö N.N
8. Datan lähde	Mistä data saadaan?	Data saadaan laatu järjestelmästä, johon kirjataan myöhästyneet ja ajallaan toimitetut tuotteet
9. Kuka reagoi tuloksiin?	Nimetään henkilö tai ryhmä, joka tekee toimenpiteitä tulosten perusteella	Tuotantopäällikkö M. M.
10. Miten tulosten perusteella toimitaan?	Kuvataan toimenpiteitä, joilla tavoitteesta jäävät arvot korjataan (nämä vaihtelevat tilanteittain)	Tunnistetaan myöhästyneiden toimitusten taustalla olevat syyt ja pohditaan keinoja näiden poistamiseen sekä suunnitellaan ja otetaan käyttöön tehokkaampia toimintatapoja
11. Huomautukset	Mittariin liittyvät erityiset piirteet tai ongelmat	Mittari on osa tulospalkkausta

Edellä esitetylle suunnittelulomakkeelle voidaan vaihtoehtoisesti käyttää toimintamallia, jolloin suorituskykymittarille määritellään SMART-tavoite (Maintenance Key – –):

- Selkeä = Tarkkaan määritelty, kuka, miten, miksi, milloin, missä?
- Mitattavissa = Mihin tavoitearvoon pyritään ja millä ajanjaksolla
- Saavutettavissa = Onko tavoite saavutettavissa ja tarpeeksi haastava?
- Realistinen = Onko tavoite tärkeä kunnossapidon toiminnolle ja mitataanko oikeassa paikassa?
- Tarpeellinen = Mitä kannattaa tehdä nyt ja tulevaisuudessa edistääkseen tavoitetta?

Lisäksi yksi tunnettu malli on Kaplan ja Nortonin vuonna 1992 esitetty Balance Score-card. Organisaation visiota ja strategiaa voidaan käyttää pohjana Balance Scorecardin

mittarien laatimiseen. Mittaristo koostuu yleensä neljästä eri näkökulmasta: taloudellisesta näkökulmasta, asiakasnäkökulmasta, prosessinäkökulmasta ja oppimisen sekä kehittymisen näkökulmasta. Nämä näkökulmat mahdollistavat lyhyen ja pitkän aikavälin tavoitteiden tasapainottamisen. Balance Scorecardia kohtaan on kuitenkin esitetty paljon kritiikkiä muun muassa sen jäykkyydestä, henkilöstön huomiotta jättämisestä ja vertailukelvottomuudesta. (Antikainen ym. 2006: 34–35)

2.6.2 Suorituskyvyn mittaaminen teollisuuden kunnossapidossa

Kunnossapidon suorituskykyä ja laatua voidaan mitata useilla erilaisilla mittareilla. Tässä luvussa on esitetty yleisempiä mittareita, joilla voidaan arvioida kunnossapitotoimintojen suoritusta.

Suunnitellun työajan toteutuminen (%)

Seuraamalla suunnitellun työajan toteutumista työsuunnittelija pystyy seuraamaan resurssien riittävyttä töiden suorittamiseksi. Kun esimerkiksi mitattavaksi tulokseksi on saatu alle 100 prosenttia, työ on vaatinut vähemmän työtunteja kuin oli suunniteltu.

$$\frac{\text{toteutunut työaika (h)}}{\text{suunniteltu työaika (h)}} \times 100 \%$$

(1)

Suunnitellut kunnossapitotyöt (%)

Mittari osoittaa, kuinka paljon kokonaistyöajasta on suunniteltua työtä. Suunnittelematon työaika on yleensä ennalta arvaamatonta työtä ja kunnossapitojärjestelmään ei ole siitä tehty työtilausta. Yleisenä ohjeena on, että 90 prosenttia kunnossapitotöistä tulisi olla suunniteltua, mutta 80 prosenttia suunniteltua ja 20 prosenttia ei-suunniteltua huoltotyötä pidetään vielä hyödyllisenä suhdelukuna (Maintenance Key –). Kun kaikki toteutuneet työt ovat suunniteltuja, mittaustulokseksi saadaan 100 prosenttia.

$$\frac{\text{toteutuneet suunnitellut työt (h)}}{\text{kaikki työtunnit yhteensä (h)}} \times 100 \%$$

(2)

Ennakkohuollon toteuma (%)

Mittarin tarkoituksena on seurata ennakoiden kunnossapitotöiden toteutumista ajallaan. Tällä mittarilla pyritään varmistamaan, ettei koneille määritellyille ennakkohuolloille tapahdu sellaisia laiminlyöntejä, jotka mahdollisesti aiheuttaisivat suunnittelemattomia huoltoseisokkeja. Jos kaikki ennakkohuoltotyöt ovat toteutuneet suunnitellussa aikataulussa, mittaustulokseksi saadaan 100 prosenttia. (Maintenance Key – –)

Nyrkkisääntönä KPI:lle on, että ennakkohuoltotyöt pysyvät 10 prosentin sisällä aikataulussa. Kuukausittaiset ennakkohuoltotyöt pitäisi olla valmiita kolmen päivän kuluessa eräpäivästä. (Maintenance Key – –)

$$\frac{\text{aikataulutettujen ennakkohuoltotöiden määrä, valmiit (aikataulussa) (kpl)}}{\text{aikataulutettujen ennakkohuoltotöiden määrä (kpl)}} \times 100 \%$$

(3)

Backlog

Mittarilla seurataan huoltoruuhkien kasaantumista eli aiemmin suunniteltuja töitä, joita ei ole aloitettu tekemään tai ei ole saatu päätökseen. Kyseinen mittari on hyvin tärkeä kunnossapidon toiminnoissa, sillä mitä suuremmaksi työjono kasvaa, sitä suurempi riski on vakaville laiterikkoontumisille. (Maintenance Key – –)

keskeneräiset suunnitellut työtilaukset ajan funktiona esim. viikoittain

(4)

Tuotannon pysäyttävät häiriöt (kpl)

Mittarilla mitataan tuotannon pysäyttävien häiriöiden määrää mitattavalla ajanjaksolla.

tuotannon pysäyttävät häiriöt (kpl) ajan funktiona

(5)

Työprofiilit (%)

Häiriöilmoitukset jaetaan yleensä kunnossapitojärjestelmässä kriittisyyden mukaan use-
ampaa luokkaan, esimerkiksi luokkiin L0/L1/L2/L3. Tällä mittarilla pystytään seuraamaan
eri kriittisyysluokkaisten kunnossapitotöiden osuutta kaikista työtilauksista.

$$\frac{\text{L0 tai L1,L2,L3 päätetyt työtilaukset (kpl)}}{\text{kaikki päätetyt työtilaukset (kpl)}} \times 100 \%$$

(6)

Keskimäärinen korjausaika (MTTR)

Keskimääräinen korjausaika (MTTR) on korjattavan laitteen ylläpitämisen mitta. Tämä
kertoo laitteen korjaukseen tai käyttöön palauttamisen tarvittavan keskimääräisen ajan.
Korjausaika pitää sisällään ilmoitusajan, ongelman selvittelyn ja itse korjausajan. MTTR
voi näyttäytyä organisaation tuloksessa. Seuraamalla tätä tietoa pystytään saamaan pa-
rempi kuva siitä, miten kunnossapitäjät reagoivat laitekorjauksiin ja häiriöihin. (Mainte-
nance Key – –)

$$\frac{\text{korjaamiseen tarvittava kokonaisaika}}{\text{korjausten kokonaismäärä}}$$

(7)

Virheiden välinen keskiaika (MTBF)

Virheiden välinen keskiaika (MTBF) kuvaa keskimääräistä aikaa laitteen uudelleen vikaantumiselle (edellisestä kuntoon saattamisesta). MTBF kuvaa siis laitteen vikataajuutta. Kunnossapito voi hyödyntää MTBF-tietoa ennakkohuoltotehtävien määrittelyssä, kuten esimerkiksi tarvittavat laitetarkastukset, voitelut ja kalibroinnit. Virheiden välistä keskiaikaa seuraamalla mahdollistetaan odottamattomien laitehäiriöiden pienentäminen. (Maintenance Key – –)

$$\frac{\text{käyttöajan summa}}{\text{vikojen kokonaismäärä}}$$

(8)

Tekninen käytettävyys (%)

Teknisellä käytettävyydellä pystytään seuraamaan valitun laitteen tai laitelinjan häiriötiloja. Tekninen käytettävyyysluku ilmaisee nimensä mukaisesti laitteen teknisen käytettävyyden prosentteina. (PSK 7501 2010: 7)

$$\frac{\text{tuottava tuotantoaika}}{\text{tekninen häiriöaika} + \text{tuottava tuotantoaika}} \times 100 \%$$

(9)

Laitteiden kokonaistehokkuus KNL

Kokonaistehokkuuden seuranta on tehokas tapa analysoida tuotannon tehokkuutta. Jos tuotantokoneet pystyvät toimimaan pysähtymättä ja käyvät täydellä nopeudella eikä laatuhevikkiä synny, KNL-arvoksi tulee 100 prosenttia. KNL-laskelma jaetaan kolmeen eri tekijään; käytettävyyteen, nopeuteen ja laatuun. KNL-lukuja laskiessa voidaan havaita

mihin osatekijään ongelma kohdistuu. Tämä siis mahdollistaa prosessien ”pullonkaulojen” tuomisen esille. Keskimääräinen KNL-luku on noin 60 prosenttia valmistavassa teollisuudessa. Yrityksiä, jotka saavuttavat yli 85 prosentin KNL-luvun, pidetään todella suorituskykyisinä toimijoina. (Mitä on OEE / KNL? 2016)

käytettävyys x nopeus x laatu

(10)

Vaikuttavat tekijät käytettävyys (K), nopeus (N) ja laatu (L) pystytään laskemaan seuraavien kaavojen avulla prosessidatasta (Villanen 2013):

Käytettävyys

$$\frac{\text{kuormitusaika} - \text{seisokit}}{\text{kuormitusaika}} > 90 \%$$

Tehokkuus (nopeus)

$$\frac{\text{ihanne kpl-aika} \times \text{määrä}}{\text{nimellistuotanto}} > 95 \%$$

(11)

Laatu

$$\frac{\text{tuotantomäärä} - \text{hylky}}{\text{tuotantomäärä}} > 99 \%$$

KNL-laskenta käynnistyy siitä hetkestä, jolloin tuotannon tekeminen aloitetaan ja pysähtyy, kun tuotannon lopetustyöt on tehty. Käytettävyys ilmaisee tuottavan tuotantoajan suhteen kokonaistuotantoajasta. Nopeus ilmaisee toteutuneen ja teoreettisen tuotantomäärän suhdetta. Teoreettinen tuotanto on maksimiteholla ajettu tuotanto ajalta, jolloin prosessi on ollut ajossa. Laittevalmistaja yleensä ilmoittaa koneen maksimitehon. Laatu lasketaan onnistuneen tuotannon ja kokonaistuotannon suhteen.

Työpaikkatapaturmat (kpl)

Luultavammin jokaisessa teollisuuden yrityksessä seurataan tänä päivänä sattuneiden tapaturmien määrää. Yhtenä vaihtoehtona on seurata työtaturmia kuukausittain ja kappaleittain erikseen kunnossapidon organisaatiossa. Tapaturmaksi luetaan tapaus, joka vaatii sairausloman.

sattuneet tapaturmat kuukausittain (kpl)

(12)

Kunnossapidon turvallisuushavainnot (kpl)

Turvallisuushavainnoja tehdään siitä syystä, että pystytään reagoimaan ennaltaehkäisevästi, jolloin tapaturmien määrä pienenee ja poissaolot laskevat. Opitaan siis tunnistamaan työturvallinen toimintatapa ja puuttumaan mahdollisiin epäkohtiin. Tämä myös tekee työturvallisuustoiminnasta läpinäkyvää. Työturvallisuuslaki velvoittaa ilmoittamaan havaitusta vaarasta ja myös poistamaan tämän mahdollisuuksien puitteissa. Turvallisuushavainnoja voidaan seurata kuukausittain ja kappaleittain erikseen kunnossapidon organisaatiossa.

tehdyt turvallisuushavainnot kuukausittain (kpl)

(13)

5S tarkastukset (%)

Viisi S-kirjainta tulee japanin kielen sanoista (Seiri = Sortteeraus, Seiton = Systematisointi, Seiso = Siivous, Seiketsu = Standardisointi ja Shitsuke = Seuranta). 5S-toiminnan tarkoituksena on kehittää työympäristöä niin, että yrityksen kannattavuus ja kilpailukyky paranee. Samalla huomioidaan henkilöstön työhyvinvointi (Lean Safety – Työkirja 2018: 18). Kunnossapidon työntekijät tekevät suunnitelman mukaisia tarkastuksia 5S-kohteiksi

valittuihin tiloihin. Näitä tarkastuksia voidaan seurata tehtyjen ja suunniteltujen tarkastusten suhteella.

$$\frac{\text{toteutuneet 5S-tarkastukset (kpl)}}{\text{suunnitellut 5S-tarkastukset (kpl)}} \times 100 \%$$

(14)

Varaston riitto (d)

Varaston riitolla tarkoitetaan, miten monta päivää varastossa on tiettyä tavaraa suhteessa kulutukseen. Jos esimerkiksi varastossa on keskimäärin 100 kappaletta moottorien laakereita ja niitä otetaan varastosta vuoden aikana 150 kappaletta, laakereita on varastossa keskimäärin 243 päivän tarpeeseen. Varaston riiton voi laskea myös varaston kiertonopeuden avulla. (Varaston toiminnan mittaaminen; Miten lasketaan varaston kierto ja riitto? 2019)

$$\frac{\text{varaston keskimääräinen saldo (kpl)}}{\text{kulutus vuoden aikana (kpl)}} \times 365$$

tai

$$\frac{365 \text{ d}}{\text{varaston kiertonopeus}}$$

(15)

Varaston kiertoaika

Varaston kiertoaikaa seuraamalla pystytään havainnoimaan varaston uudistuminen eli toisin sanoen kuinka nopeasti tuotteet kiertävät varastossa. Jos varaston kulutus vuoden aikana on 150 kappaletta ja varastossa on tuotteita keskimäärin 100 kappaletta, tällöin kiertonopeudeksi saadaan 1,5. Tämä tarkoittaa että, varasto on kiertänyt keskimäärin vuoden aikana 1,5 kertaa. Tyypillisesti varaston riitto ja kierto lasketaan suhteuttamalla

varaston keskiarvo tietyllä ajanjaksolla. Varaston kiertoaika voidaan laskea myös varaston rahallisesta arvosta. Varaston rahallista arvoa laskiessa on käytettävä tuotteiden hankintahintaa, sama sääntö pätee myös vuosikulutuksen laskentaan. Varaston kiertonopeutta hidastaa varmuusvarastot. Varaston kiertonopeudelle ei ole oikeaa vastausta, vaan tämä riippuu pitkälti siitä, miten kyseistä tuotetta halutaan ohjata. (Varaston toiminnan – –; Miten lasketaan – –)

$$\frac{\text{varaston kulutus vuoden aikana (kpl)}}{\text{varaston keskimääräinen saldo (kpl)}}$$

tai

$$\frac{\text{varaston kulutus vuoden aikana (hankintahinta)}}{\text{varaston keskiarvo (hankintahinta)}}$$

(16)

Kunnossapitourakoitsijoiden kustannukset (€)

Yrityksen kunnossapitotoiminnot voivat olla omia tai palveluna ostettua. Urakoitsijoiden kustannuksia seuraamalla pystytään ohjaamaan ja ennustamaan tulevaa. Jos kunnossapitotoiminnot ovat omia, voidaan urakoitsijoiden kustannusten perusteella arvioida, kannattaako sama työtehtävä hoitaa omalla resurssilla. Kaikkia työtehtäviä ei kuitenkaan ole järkevää siirtää omalle henkilöstölle.

$$\text{kunnossapitourakoitsijoiden kustannukset (€)}$$

(17)

Kunnossapidon tuntihinta (€/h)

Kunnossapidon tuntihintaa seuraamalla pystytään tarkkailemaan tuntihinnan kehittymistä ja vertailemaan sitä yleiseen markkinatasoon. Tämä antaa myös avaimet yrityksen kunnossapitäjien palkkatason määrittelyyn. (PSK 7501 2010: 10)

**kunnossapidon palkkakustannukset + osuus yhteisistä
kustannuksista + kunnossapidon oman toiminnan kustannukset**
kohdistetut tunnit

(18)

Kunnossapidon ylityöosuus (%)

Ylitöiden osuus kaikista kunnossapitotöistä kertoo resurssien riittävyyttä arvioitavalta ajalta. Jos vuotuisten ylitöiden tuntimäärä on suuri, voidaan olettaa, että resurssien riittävyys yrityksessä on liian pieni. (PSK 7501 2010: 13)

$$\frac{\text{kunnossapidon ylityöt (h)}}{\text{kaikki kunnossapitotyö (h)}} \times 100 \%$$

(19)

Kunnossapidon kustannukset toteutunut vs. budjetoitu (€)

Kunnossapidon kuluja seuraamalla pystytään havainnoimaan ja kontrolloimaan rahan käyttöä. Tyypillisesti kunnossapidossa budjetoidaan aina seuraavan vuoden budjetti, joka voi pitää sisällään esimerkiksi henkilöstökulut, käyttöhyödykekulut, palveluostot, vuokratulot, käyttö- ja ylläpitokulut, varaosat ja investointien kuluosuudet. Mitattavaksi ajanjaksoksi on hyvä ottaa yksi kuukausi.

kunnossapidon kuntannukset toteutunut vs. budjetoitu (€)

(20)

Kunnossapidon investoinnit (€)

Investointien rahallista määrää seuraamalla voidaan osoittaa panostus omaan laitekantaan. (PSK 7501 2010: 19)

kunnossapidon investoinnit (€)

(21)

Kriittisten laitteiden kunto

Teollisuuden tuotantoprosessista on hyvä määrittää tuotannon kannalta kriittiset laitteet. Tällä toimenpiteellä pyritään varmistamaan tuotannon toimivuus ja osataan varautua tarvittavilla resursseilla ja varaosilla. Kriittisten laitteiden kunnosta voidaan tehdä toiminnan seuranta menettely. Laitteen kunto arvioidaan esimerkiksi tietyn väliajoin.

kriittisten laitteiden kunto

(22)

Vikailmoitusten laatu (%)

Mittarilla valvotaan vikailmoitusten laatua. Vikailmoituksista tarkastetaan ennalta täydennetyt kohdat. Esitetty ongelmankuvaus on selvästi kerrottu vikailmoituksessa. Lyhyellä aikavälillä tarkastetaan satunnaisesti esimerkiksi noin 20 ilmoituksen laatu.

$$\frac{\text{puutteelliset vikailmoitukset (kpl)}}{\text{kaikki vikailmoitukset (kpl)}} \times 100 \%$$

(23)

3 Tiedolla johtaminen

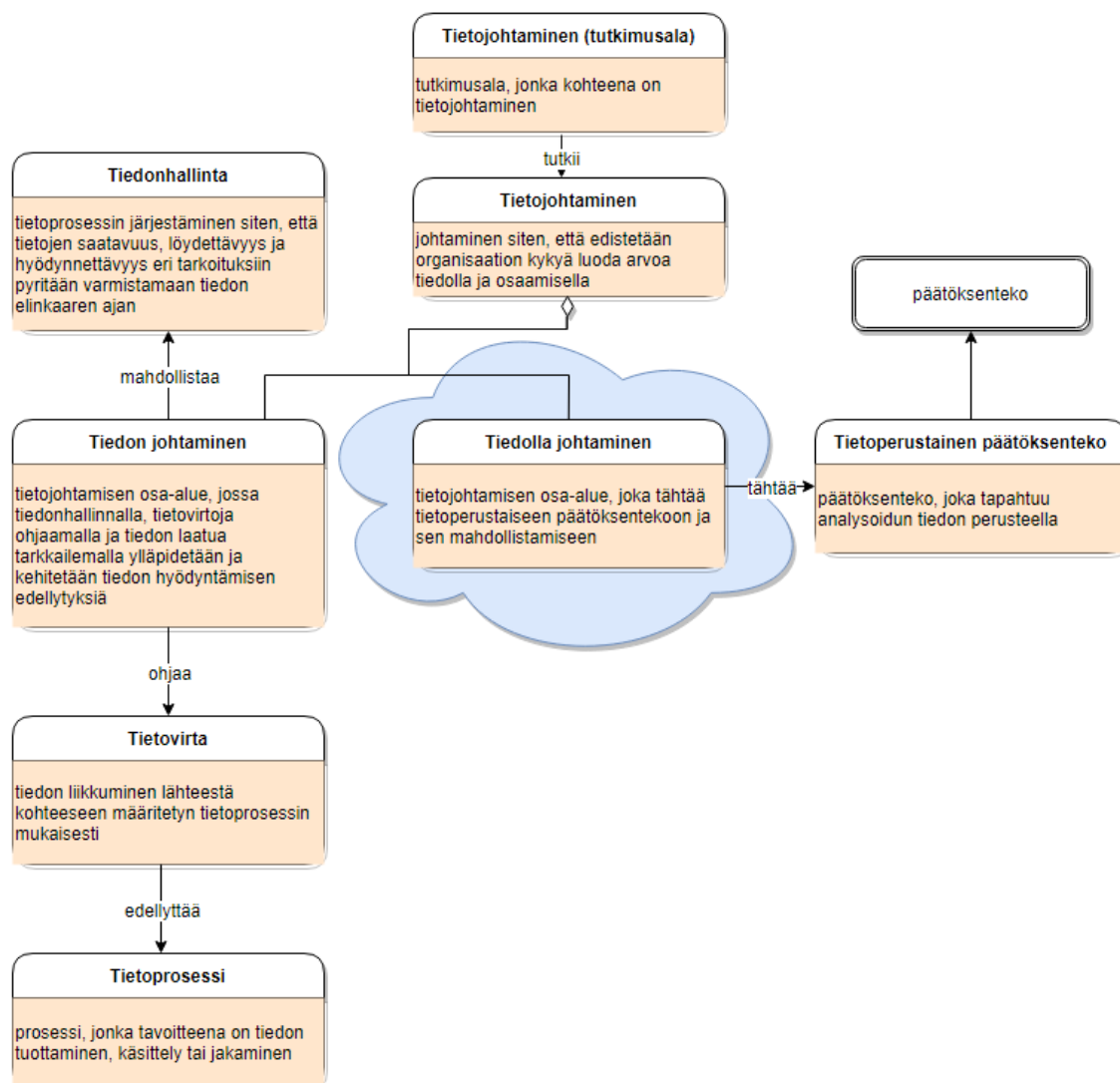
3.1 Tiedolla johtamisen perusteet

Tiedolla johtaminen on tiedon jatkuvaa analysointia, jota systemaattisesti hyödynnetään päätöksientekoprosessissa. Tiedolla johtaminen voidaan jakaa kahteen toiminnallisuuteen (Kosonen 2019, Tiedolla johtamisen käsikirja):

- Ensimmäinen toiminnallisuus on tiedon tuottamista, joka pitää sisällään datan tuottamisen, tallentamisen, hallitsemisen ja analysoinnin.
- Toinen toiminnallisuus on tiedon hyödyntämistä, joka pitää sisällään työntekijöiden taidot, kyvyt ja asiantuntemukset, miten ja missä tietoa käytetään hyödyksi päätöksientekoa tehtäessä.

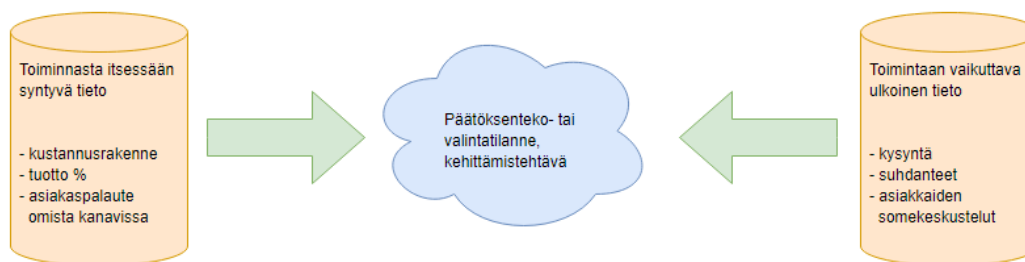
Tiedolla johtaminen on siis mahdollista vain, jos mukaan otetaan molemmat toiminnallisuudet. Tiedon merkitystä yrityksissä alettiin ymmärtää 1990-luvulla, jolloin tietolähtöinen toimintamalli tuli osaksi yritysten liiketoimintaa (knowledge-based view of the firm, mm. Grant 1996, Spender 1996). Lukuisat eri teollisuuden yritykset ovat lähteneet kehittämään omaa tiedolla johtamisen prosessia ja kulttuuria. Tiedolla pyritään luomaan uutta arvoa yritykselle. Tähän tarvitaan jatkuvaa uusien asioiden opiskelua ja osaamisen tunnistamista. (Kosonen 2019, Tiedolla johtamisen käsikirja)

Tiedolla johtaminen kuuluu osaksi suurempaa tietojohdamisen kenttää (kuva 6), eli arvoa pyritään luomaan kerätyn tiedon avulla. Tärkeintä on panostaa ongelman tunnistamiseen ja määrittelyyn, jotta tiedetään mitä ollaan selvittämässä. Päätöksen tekemiseen tarvitaan dataa, tietojärjestelmiä ja analytiikkaa, mutta tämän lisäksi ihmisten kokemus vaikuttaa tehtyyn päätökseen. (Kosonen 2019, Tiedolla johtamisen käsikirja)



Kuva 6. Tietojohtamisen prosessi (Tiedolla johtaminen 2018).

Myös sisäinen ja ulkoinen tieto kulkevat käsi kädessä hyvän tiedolla johtamisen periaatteissa. Esimerkkejä tietoon perustuvista tilanneanalyseistä ja toimenpiteistä on esitetty kuvassa 7. Aikaikkuna päätöksenteossa voi ulottua mitatusta hetkestä pitkälle tulevaisuuteen. (Kosonen 2019, Tiedolla johtamisen elementit)

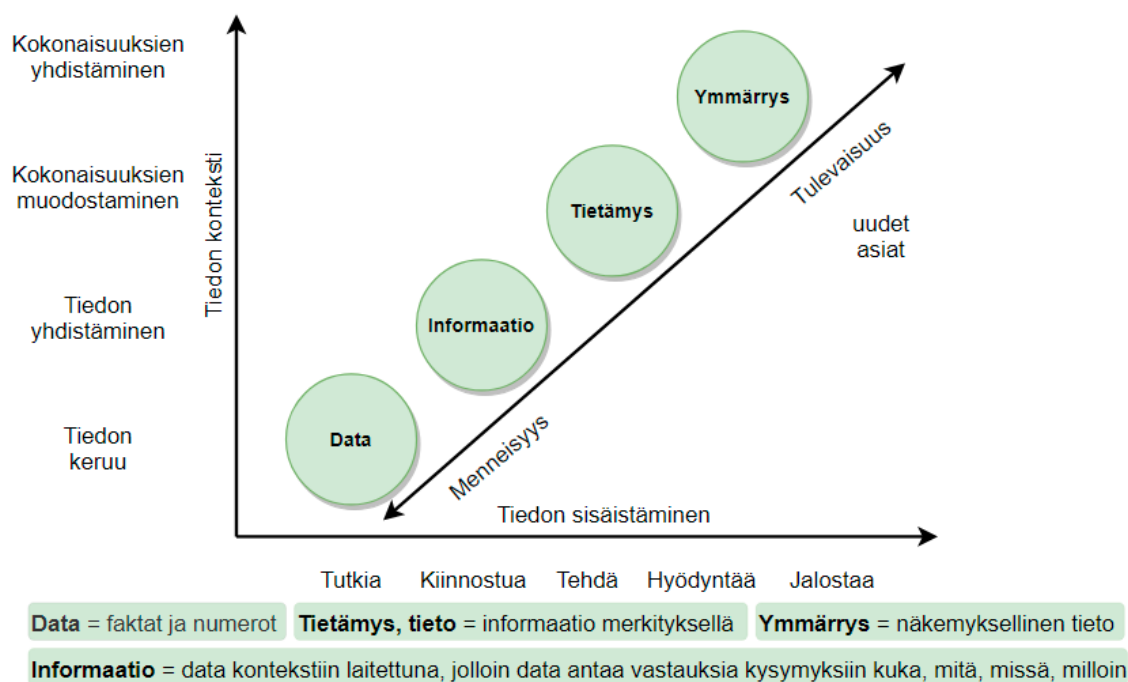


Kuva 7. Sisäinen ja ulkoa vaikuttava tietoa (Kosonen 2019, Tiedolla johtamisen elementit).

Tietoa voidaan kerätä ulkoisista lähteistä, jotka vaikuttavat yrityksen toimintaan. Ulkoinen tieto voi esimerkiksi olla markkinatilannetietoa. Yrityskohtainen tieto voi olla muun muassa kilpailutilanteeseen ja partneriverkostoihin liittyvää tietoa. (Kosonen 2019, Tiedolla johtamisen elementit)

Kerättävän datan laatu on yksi tiedolla johtamisen kulmakivistä. Tärkeää on myös, että data analysoidaan laadullisin menetelmin. Data ei johda yritystä, vaan se on apuväline johtamiselle. Tiedolla johtamisen onnistumiseen vaikuttaa mm. yritykseen muodostunut organisaatiokulttuuri ja johtamismenetelmät. (Kosonen 2019, Tiedolla johtamisen elementit)

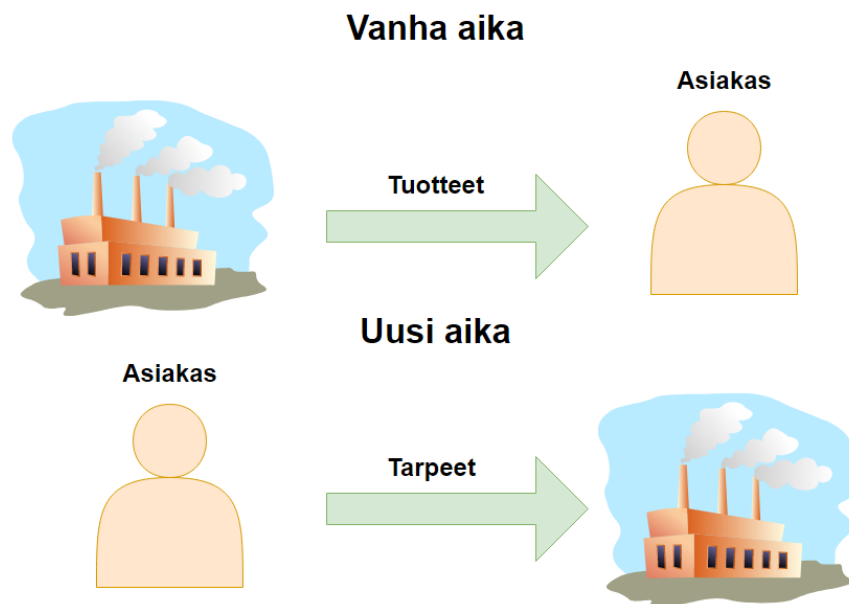
Dataa kutsutaan faktaksi (kuva 8), jota ei ole vielä käsitelty mitenkään. Data voi olla merkkejä, sanomia, numeroita tai koodia. Kun dataa aletaan yhdistelemään ja tulkitsemaan, saadaan siitä synnytettyä informaatiota. Tietämystä syntyy informaation tulkitsemisesta, kun asia on tutkivalle henkilölle tärkeää. Informaation yhdistyessä tutkivan henkilön aiempiin kokemuksiin, osaamiseen, arvoihin ja haluttuihin tavoitteisiin, syntyy tiedon korkein taso, niin sanottu ymmärrys. (Ahlgren & Valli 2013: 5–6)



Kuva 8. Tiedon eri tasot selitteineen (Ahlgren ym. 2013: 6).

3.2 Teollisuuden digitalisaatio

Tiedon määrä on räjähdysmäisesti kasvanut digitalisaation ja globalisaation myötä eri liiketoimintasektoreilla. Tästä syystä liiketoimintamallit ja ekosysteemit ovat muuttuneet ja tuovat nykyään omanlaisia haasteita päätöksentekoon. Tämä muutos koskettaa jokaista yritystä tänä päivänä. Aikaisemmin yritystä voitiin johtaa tuotannon ja talouden avulla. Nykyään yrityksen menestys riippuu muun muassa tiedolla saavutetusta osaamisesta ja aineettomista hyödykkeistä esimerkiksi yrityksen maineesta. Yrityksien verkostoituminen on yksi suuri kilpailuetu, jonka digitalisaatio tarjoaa. Digitalisoituminen on myös kasvattanut asiakkaiden valtaa, joka muuttaa liiketoimintamallia (kuva 9) yhä enemmän tuotantotaloudesta asiakastalouteen. Teollisuusyritykset siirtyvät enenevässä määrin palveluliiketoimintaan ja palvelut kohdistuvat esimerkiksi yrityksen tuotteisiin. (Markkula ym. 2015: 11–13; Ahlgren ym. 2013)



Kuva 9. Tuotantotaloudesta siirtyminen asiakastalouteen (mukaillen Markkula ym. 2015: 13).

3.2.1 Teollinen internet (IoT)

Teollinen Internet eli IoT (Internet of things) tarkoittaa teollisten laitteiden liittämistä internettiin. Ajatuksena tässä on, että laitteet pystyvät viestimään keskenään ja myös tuomaan dataa mitattavasta lähteestä korkeamman tason järjestelmiin, esimerkiksi pilvipalveluihin. Kerättyä dataa voidaan jatkojalostaa tietojärjestelmässä erilaisten analyysien avulla tiedoksi, joka puolestaan ohjaa prosesseja ja toimintoja. IoT-ratkaisujen avulla pystytään parantamaan läpinäkyvyyttä ja samalla asiakas saa lisäarvoa. Sellaisia käyttökohteita, joissa voidaan hyödyntää IoT-ratkaisuja, on nykyään monia. Teollisuuden lisäksi näitä käytetään esimerkiksi terveydenhuollossa, energiatehokkuudessa, logistiikassa ja monissa pienissä henkilökohtaisissa laitteissa. Yleisempiä mittauksia, joissa voidaan käyttää IoT-ratkaisuja, ovat lämpötila, ilmankosteus, paikkatieto, nopeustieto, värinäätieto yms. eli kun mitattavaa dataa kertyy suuria tietomääriä koko ajan. Tästä tietomassasta eli Big Datasta voidaan jatkojalostaa analyysien avulla tietoa ja tämän jälkeen analysoitu tieto ohjataan takaisin toimintojen ja prosessien ohjaamiseksi. Teollinen internet vaatii monenlaista teknologiaa taakseen, jotta haluttu data saadaan kohteesta. Tarvittava tietoverkko koostuu mittalaitteista, internet-reitittimistä, datavarastosta ja työkaluista, joilla mitattu data analysoidaan. Tärkeintä on hahmottaa mahdollisuudet, miten

IoT-ratkaisuja voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi palveluliiketoiminnassa. (Markkula ym. 2015: 22–23)

Maailmanlaajuisesti käsiteltävän datan määrän, joka on luotu, kaapattu, kopioitu ja kulutettu, on ennustettu kasvavan yli 180 tsettatavuun vuonna 2025. Vertailuarvona vuonna 2017 käsiteltävän datan määrä oli 26 tsettatavuuta. Kasvu on ollut vielä nopeampaa joutuen COVID-19 pandemiasta, koska useat ihmiset opiskelivat tai tekivät töitä kotoa käsin. Myös kodin viihdepalveluita käytettiin enemmän. (Volume of data/information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2025 2021)

3.3 Tietojen oikeellisuus ja hyödyntäminen päätöksenteossa

Tärkeintä on tietojen hyödyntämisen kannalta, että kerättyyn dataan voidaan luottaa. Jos virheellistä dataa käytetään analyysien tekemisessä, tästä syntyvät tulokset ovat vääriä. Datan paikkansapitävyys on varmistettava, jotta saadut analyysit ovat oikeita. Datan oikeellisuutta voidaan kuitenkin hieman korjata analytiikan avulla. Yleisesti datan oikeellisuutta tarkastellaan yrityksen tietohallinnosta käsin. Yksittäiset viestisanomat jäävät tämän tarkastelun ulkopuolelle, joten osa virheistä pääsee kuitenkin läpi. Kun kerättyä dataa on paljon, virheiden havaitseminen on huomattavasti hankalampaa. Yrityksen siirtyessä tiedolla johtamisen toimintamalliin, on analytiikan ja tiedon oikeellisuus oltava luotettavaa. Tietojen käsittelyssä on olennaista määritellä tarvittava osaaminen, jotta virheiden ymmärtäminen on mahdollista. Oikeanlaiset työkalut mahdollistavat luotettavat prosessit, jotka pystytään jatkossa automatisoimaan. Datan oikeellisuutta voidaan tarkastella aivan uudella tasolla, kun se on tarkalla tasolla tallennettu. Tämä mahdollistaa yksittäisten sanomien analysoimisen ja virheiden tunnistamisen esimerkiksi algoritmien avulla. Virheiden poistamiseksi on myös luotava tiedon korjaamisen prosessi. Virheellisen tiedon korjaaminen tapahtuu tietolähteeseen, eli tieto poistetaan tietovarastoinnista ja korjataan oikeaksi lähettävään järjestelmään. (Markkula ym. 2015: 56–57)

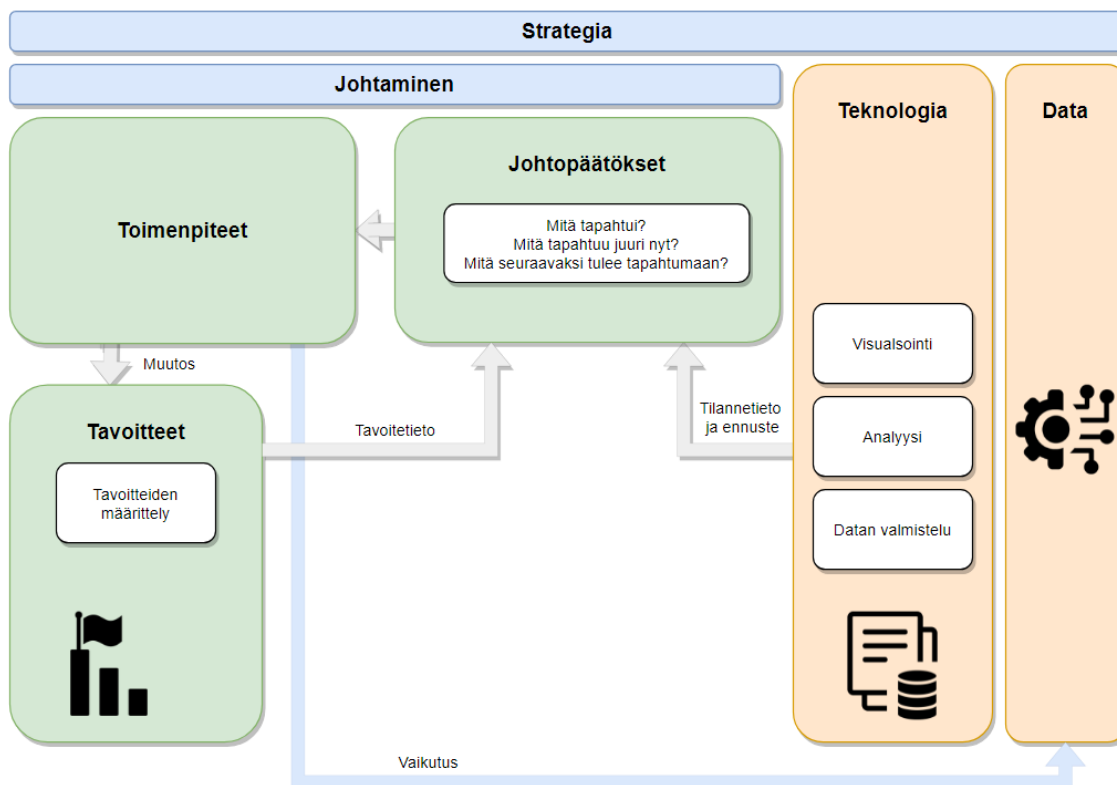
Päätöksien tekemiseen vaikuttaa ainakin kolme eri tekijää: järki, tunne ja intuitio. Johtaminen intuitiolla vaatii pitkää kokemusta ja hallintaa, jotta pystyy tekemään oikeanlaisia päätöksiä. (Ahlgren ym. 2013: 5)

Parhaat päätökset yrityksessä ovat yleensä faktojen ja osaamisen kombinaatio. Ongelmia yleensä syntyy, kun päätösten ja tietojen välinen yhteys on heikko. Tieto voi olla irrelevanttia tai se ei ole laadultaan sopivaa päätöksiä tekemiseksi. Useita yrityksiä johdetaan vielä menneisyyteen katsovilla raporteilla. Nykyään tietoa pyritään käyttämään ennakoivien analyysien tekemiseen, koska tämä luo yritykselle merkittävää kilpailuetua. Puutteelliset työkalut ja toimintamallit voivat estää tietojen hyödyntämisen tiedon keräämisessä ja mallintamisessa. (Ahlgren ym. 2013: 10)

Tietojen taltiointiin, analysointiin ja visualisointiin tarvitaan oikeanlaiset työkalut, tietokannat ja tietovarastot. Analytiikka on matemaattisten mallien hyväksikäyttöä. Mallit rakennetaan tiettyjä teoreettisia käyttötarkoituksia varten, eli nämä ovat datan murskauksen työkaluja. Tärkeää on huomioida mallinnuksessa ja algoritmien hyödyntämisessä, että tieto on valittu oikein ja oikeassa muodossa. (Markkula ym. 2015: 86–94)

Tavoitteiden määrittely ja tarvittavien tietojen kerääminen (kuva 10) on osa tiedon- ja tiedolla johtamisen prosessia. Kerätty data analysoidaan ja visualisoidaan päätöksentekoa varten. Tavoitteiden asetanta ohjaa päätöksen tekemistä. Johtopäätösten perusteella tehdään toimenpiteitä, jotka vaikuttavat myös mitattavaan dataan. Tarvittaessa tavoitteiden määrittelyä voidaan korjata.

Seuraamalla mennyttä aikaa voidaan paneutua tapahtumiin, joissa onnistuttiin ja epäonnistuttiin, sekä pyrkiä selvittämään miksi näin tapahtui. Operatiivista johtamista voidaan parantaa reaaliaikaisella tiedolla, eli tarkkaillaan mitä tapahtuu juuri nyt. Ennustavalla johtamisella pystytään enemmän vaikuttamaan tulevaan ja saavuttamaan asetetut tavoitteet. (Ahlgren ym. 2013: 6–10)



Kuva 10. Tiedon- ja tiedolla johtamisen prosessi (mukaillen Markkula ym. 2015: 90; Ahlgren ym. 2013: 10; Kosonen 2019, Tiedolla johtamisen elementit).

3.4 Tiedolla johtamisen haasteet teollisuuden kunnossapidossa

Teollisuuden kunnossapidossa on nähtävissä tiedolla johtamiseen liittyviä haasteita. Nämä haasteet hankaloittavat tai estävät tiedon hyödyntämisen yrityksen liiketoiminnassa. Seuraavaksi on lueteltu neljä suurinta syytä tiedolla johtamisen epäonnistumiseen.

Ensimmäisessä suurimmassa haasteessa yritys ei tiedä, mitä liiketoimintatavoitteita pitää seurata. Tämän seurauksena voi käydä niin, että mittarit eivät ole sidottu yrityksen strategiaan, joten ne eivät myöskään pysty ohjaamaan päätöksenteossa. (Opas: Tiedolla johtaminen teollisuusyrityksissä)

Toinen suuri haaste on tiedon hajallaan oleminen, eli tieto joudutaan keräämään useista eri järjestelmistä ja tietokannoista. Tämä aiheuttaa tiedon saavuttamattomuuden siellä, missä sitä halutaan käyttää tiettyinä ajanhetkenä. (Opas: Tiedolla johtaminen – –)

Kolmantena haasteena on vanhentunut tieto. Jos tieto ei ole ajantasaista, siitä tehdyt päätöksetkin laahaavat perässä. Näin ollen parannusta nykytilanteeseen ei saavuteta. Ajantasaiset tiedot eivät ole yrityksen jokaisessa toiminnossa relevantteja. Esimerkiksi ajantasaista tietoa tarvitaan, kun tarkastellaan tuotantokoneen keskimääräistä vikaantumisväliä, eli halutaan jatkuva tilannekuva koneen toimivuudesta. Talouslukuja raportoidessa taas voidaan tarvittavia tietoja tarvita vain kerran kuukaudessa. (Opas: Tiedolla johtaminen – –)

Neljäntenä haasteena on mittareiden valinta läpi organisaation. Ei ole siis järkevää käyttää yrityksen johdon mittareita esimerkiksi kunnossapidon työntekijöillä, vaan heidän mittarinsa pitää valita niin, että ne tukevat yrityksen strategiaa ja että työntekijät itse pystyvät vaikuttamaan mitattuun tulokseen. (Opas: Tiedolla johtaminen – –)

Lisäksi kunnossapitojärjestelmästä saatava tieto pitää olla tarpeeksi laadukasta. Jos järjestelmästä saatava tieto on suurelta osin puutteellista, päätökset eivät perustu sen hetkiseen tilannekuvaan. Jos esimerkiksi kunnossapitäjät kirjaavat vain osan tehdyistä töistä järjestelmään, on mahdollista, että kaikista haasteellisimmat työt jäävät kirjaamatta ja sitä kautta raportoimatta. Kerätty data ei vielä yksin riitä kunnossapidon jatkuvalle parantamiselle, vaan sitä tulee hyödyntää omassa toiminnassa. Kerättävä tieto pitää olla sellaista, että siitä on konkreettista hyötyä, muuten motivaatio kirjausten tekemisestä häviää. Datan analysointiin on varattava tarpeeksi aikaa ja resursseja, jotta pystytään saamaan olemassa olevasta tiedosta hyödyt irti. (Mitä tiedolla johtaminen tarkoittaa kunnossapidossa? 2020)

4 Tutkimustulokset

4.1 Kohdeyritykset

Tutkimustulokset-luvussa käsitellään haastattelujen pohjalta saatuja empiirisiä tutkimustuloksia. Tämän luvun teksti pohjautuu täysin haastatteluissa saatuihin tietoihin. Kohdeyrityksinä oli kaksi eri teollisuussektorin yritystä, Orkla Confectionery & Snacks Finland Ab ja Boliden Harjavalta Oy. Haastateltavien yritysten esittelyt pohjautuvat yrityksen kotisivuilta, Finderin internet-sivuilta ja haastatteluissa saatuihin tietoihin. Molempiin yrityksiin tehtiin yksi haastattelu.

4.1.1 Orkla Confectionery & Snacks Finland Ab

Orkla on suuri Pohjoismaissa toimiva päivittäistavaroiden tuotemerkkien toimittaja. Orkla konsernissa työskentelee kaikkiaan noin 21 400 työntekijää ja pääkonttori sijaitsee Norjassa. Orkla konsernin liikevaihto oli noin 50 miljardia Norjan kruunua vuonna 2020. Orkla toimii Suomessa viidellä eri liiketoiminta-alueella. Orkla Care Finland tarjoaa hyvinvointi- ja terveystuotteita, kotitalouksien puhdistustuotteita sekä vaatteita. Conдите on Suomessa toimiva leipomo- ja elintarviketeollisuuden raaka-aineiden toimittaja.

Orkla Suomi -toiminnot muodostuvat Orkla Confectionery & Snacks Finland Ab ja Orkla Foods Finland Oy yhteenliittymästä. Tuotantolaitokset sijaitsevat Haraldsbyssä Ahvenanmaalla ja Vaajakoskella. Orkla Confectionery & Snacks Finland Ab on perustettu vuonna 1968 ja yrityksen liikevaihto oli noin 125 miljoonaa euroa vuonna 2020. Orkla osti vuonna 2005 Panda Vaajakosken tehtaan, jossa valmistetaan vielä tänäkin päivänä makeisia. Panda on toiseksi suurin makeisten valmistaja Suomessa. Vaajakosken tehtaassa työskentelee noin 120 vakituista työntekijää, mutta sesonkiaikaan voi määrä nousta lähelle 200 työntekijää. Suomessa Orklalla työskentelee yhteensä noin 450 työntekijää.

4.1.2 Boliden Harjavalta Oy

Boliden Harjavalta kuuluu Boliden konserniin ja pääkonttori sijaitsee Ruotsissa. Koko konsernissa työskentelee noin 6 000 työntekijää. Boliden konsernin liikevaihto oli noin 50 miljardia Ruotsin kruunua vuonna 2020. Boliden Harjavalta on aloittanut liiketoiminnan vuonna 1944 ja se on metallinjalostaja, joka tuottaa kuparia ja nikkeliä teollisuusasiakkaille. Prosessin sivutuotteina saadaan kultaa, hopeaa ja rikkituotteita. Ensimmäiset kuparikäsittelyt tehtiin Harjavallassa vuonna 1945. Kuparirikasteiden energiatehokas liekkisulatusmenetelmä kehitettiin vuonna 1949. Boliden Harjavallassa työskentelee noin 450 työntekijää ja tämän lisäksi erillisessä Porin yksikössä noin 100 työntekijää. Boliden Harjavallan liikevaihto oli noin 308 miljoonaa euroa vuonna 2020.

4.1.3 Haastateltavien taustatiedot

Haasteltavat toimivat kohdeyritysten kunnossapidon ylemmissä johtotehtävissä ja heidän vastuualueisiinsa kuuluivat myös kunnossapitotoimintojen kehittäminen. Työhistoriaa molemmilla haastateltavilla oli takanaan 11–12 vuoden väliltä kyseisissä yrityksissä. Molemmat haastateltavat olivat suorittaneet tekniikan alan ammattikorkeakoulututkinnon tai sitä vastaavan tutkinnon. Haastateltavilla oli yli 20 vuoden työkokemus kunnossapitotoiminnoista ja he olivat myös aikaisemmin työskennelleet tiedolla johtamisen parissa kunnossapitotoiminnoissa.

4.2 Teollisuus 4.0 aikakauteen siirtyminen

Vaajakosken Orklan tekninen päällikkö kertoi haastattelussa yrityksen siirtyvän jollakin aikataululla teollisuus 4.0 aikakauteen. Aikataulu siirtymiselle oli vielä auki, koska koko Orkla konserniin kuluu lähes 100 tehdasta. Konserni on kuitenkin ilmaissut tehtaille, että rohkeasti voidaan kokeilla uusia asioita.

Boliden Harjavallan sähkö- ja automaation kunnossapitopäällikkö kertoi yrityksen jo siirtyneen teollisuus 4.0 aikakauteen. Dataa kerätään paljon eri kenttälaitteista suoraan kunnossapitojärjestelmään, joka luo valmiita työtilauksia ja raportteja. Esimerkiksi kunnonvalvonnassa käytetyt värähtelymittaukset ovat sellaisia, joita hyödynnetään ennakoivassa kunnossapidossa. Haastattelussa ilmeni, että tämän tyyppisiä mittauksia on useita

käytössä ja kunnonvalvontaan on luotu toimittajarajapinta. Tämä mahdollistaa tiedon siirtämisen automaatiojärjestelmään ja sitä kautta ylempiin tiedonkäsittelyjärjestelmiin. Kunnonvalvontajärjestelmä generoi työtilauksia suoraan kunnossapitojärjestelmään.

4.3 Kunnossapidon strategiset ja operatiiviset KPI-mittarit

Vaajakosken Orklan kunnossapitotoiminnoissa on käytössä strategiset ja operatiiviset KPI-mittarit. Strategisesti tärkeimpinä mittareina ovat suunniteltu ennakkohuolto verrattuna korjaavaan kunnossapitoon, kunnossapitokulujen kehitys ja tekninen käytettävyys. Haastattelussa painotettiin selvästi teknisen käytettävyyden mittaamista, joka oli kunnossapidossa ensisijainen mittari. Teknistä käytettävyyttä seurataan prosentteina ja absoluuttisina tunteina. Absoluuttisista tunneista pystytään paremmin havainnollistamaan sellaisten laitteiden tai tuotantolinjan tekninen käytettävyys, joiden käyttöaste on matala. Kunnossapidon organisaatiota on viime aikoina kehitetty siihen suuntaan, että jatkossa pystytään panostamaan tehokkaammin ennakoivaan ja suunniteltuun kunnossapitoon.

Operatiivisilla mittauksilla seurataan seuraavia asioita; kuinka hyvin kunnossapidon suunnitelma toteutuu, kunnossapitotöiden backlog, konekohtainen käyttösuhte ja myös hieman kunnossapidon kustannuksien kehittymistä. Haastateltava kuvasi ajatuksiaan konekohtaisesta käyttösuhteen seurannasta näin:

Jos käyttösuhte alkaa laskemaan, niin kyllä siinä kellot pitäisi soida ja ruveta katsomaan, että onko esimerkiksi huoltosuunnitelmat ja muut asiat ajan tasalla, sekä onko ne oikein ja tehty.

Tämän lisäksi kunnossapitomittareista löytyy myös MTBF- ja MTTR- mittarit, mutta näitä mittareita ei seurata aktiivisesti. Haastateltavan mielestä MTBF- ja MTTR- mittareiden seuranta ei ole järkevää, koska heidän tuotantolinjoillansa on paljon pysähdyksiä ja tästä syystä vaatisi todella aukotonta raportointia, ettei keskeytykset kohdistu väärään kategoriaan. Tuotannon KPI-mittareita ovat OEE (Overall Equipment Efficiency, vastaava kuin KNL-mittari) ja tuottavuus. Haastattelussa ilmeni, että näistä kahdesta mittarista tuottavuuden mittaaminen on ensisijainen mittari ja OEE toimii tukevana mittarina. Perusteluiksi nousi esimerkin kautta seuraava: Jos tuotantolinjalla työskentelee paljon työntekijöitä, niin saadaan hyvä OEE-luku, mutta huono tuottavuus.

Boliden Harjavallan kunnossapidossa on myös käytössä strategiset ja operatiiviset KPI-mittarit. Kunnossapitotoimintojen mittaamisessa käytetään seuraavaksi lueteltuja mittareita: laitteiden vikataajuus, kiiretöiden määrä, ennakkohuollon toteuma, ennakkohuoltotöiden määrä, vikatöiden määrä, OEE, tekninen käytettävyyys ja kunnossapitokustannukset. Ennakkohuoltojen toteutumisesta seurataan erikseen toteutuneet työt ajoissa, toteutuneet työt myöhässä ja ei-toteutuneet työt. Vikahistoriaa seurattaessa, tarkastellaan vikataajuutta, vikaantuneita laitteita ja niiden kustannuksia eli laitteisiin tehtyjä korjaustuntimääriä. Haastattelussa ilmeni, että vikataajuuden seurannassa on aina tietyt laitteet seurantalistan kärjessä. Tämä johtuu laitehierarkioiden rakenteesta.

Haastateltava kertoi, että heillä on paljon kunnossapidon perusmittareita käytössä ja he pystyvät ajamaan oman KPI-raportin kunnossapitotoiminnoista. Tämä raportti generoituu heidän omasta kunnossapitojärjestelmästänsä. Tärkeimpiä mitattavia asioita olivat tekninen käytettävyyys, OEE ja näihin liittyvät asiat. Seuraavaksi esille nousi kalliimpien töiden seuraaminen resurssien ja materiaalien osalta. Kunnossapitokustannuksia seurataan töittäin ja laitteittain. Jokaiselle laitteelle on tehty oma kunnossapitobudjetti ja näitä seurataan erittäin tarkkaan. Kunnossapidon budjetti suunnitellaan laitetasolla kuukausittain aina vuodeksi eteenpäin. Laitetason kunnossapitobudjetti pitää sisällään omat työtunnit, materiaalit, varastosta käytetyt materiaalit, alihankinnan työtunnit ja alihankinnan materiaalit. Kunnossapitokustannukset-raportista pystytään näkemään top 10 kustannukset, jotka generoituvat automaattisesti järjestelmästä.

4.4 Kunnossapidon johtamistapahtumat ja niiden sisältö

Vaajakosken Orklan arkea johdetaan useilla erilaisilla palaverikäytännöillä. Tuotantotiimeillä on joka aamu tuotantopalaveri, jossa käydään oman vastualueen asiat läpi. Tähän palaveriin osallistuu tuotannon, kunnossapidon ja laadun asiantuntijat tai työnjohto. Tuotantotiimejä on yhteensä neljä, laatu- ja kunnossapidon tiimejä on kaksi. Tiimit käyvät palaverissa oman vastualueensa tapahtumat läpi ja samalla katsovat tulevia tapahtumia, jotka pitää tehdä kuluvan päivän aikana valmiiksi.

Jos tuotantotiimin palaverissa jää asioita ratkaisematta, nämä asiat käsitellään uudelleen tehtaalla aamupalaverissa. Tämä palaveri järjestetään joka päivä tuotantotiimipalaverin

jälkeen. Tehtaan aamupalaveriin osallistuu tuotantopäällikkö, kunnossapitopäällikkö, varaston edustus, tuotannon suunnittelu ja laatupäällikkö. Ratkaisemattomia asioita yritetään selvittää tehtaan aamupalaverissa, mutta jos asiaan ei löydy vielääkään ratkaisua, siirretään se käsiteltäväksi viikkopalaveriin.

Kunnossapidolla on oma jokapäiväinen aamupalaverikäytäntö. Tässä palaverissa seurataan muun muassa tuotantolinjojen teknistä käytettävyyttä ja käydään kuluvan päivän tärkeimmät työtehtävät läpi, sekä varmistetaan, että resurssit on kohdistettu oikein ja asiat ovat kaikilla kirkkaana mielessä.

Jos kunnossapidon aamupalaverissa nousee jatkokäsittelyä vaativia asioita, viedään esille nousseet asiat kunnossapidon viikkopalaveriin. Kerran viikossa järjestettävässä kunnossapidon viikkopalaverissa käsitellään projekteja, kunnossapidon tulevia asioita ja resursointia. Kunnossapidon viikkopalaveriin osallistuu tekninen päällikkö, kunnossapidon työnjohtajat ja kehityspuolen asiantuntija. Kunnossapidolla on myös koko henkilöstöä koskeva kuukausipalaverikäytäntö. Tässä palaverissa käydään tehtaan asioita läpi kaikille työntekijöille.

Boliden Harjavallan päivittäisjohtamisen mallit on jalkautettu Boliden konsernilta. Jokaisella esihenkilöllä pitää olla oman tiiminsä kanssa päivittäinen tiimipalaveri. Tämän palaverin tarkoituksena on ylläpitää ja kehittää tiimin hyvää osaamista ja luoda yhdessä tekemisen henkeä. Palaverissa käydään läpi tavoitejohtamisen nelikenttämalli. Nelikenttä koostuu mittareista, onnistumisesta, haasteista ja tulevista tapahtumista. Tässä nelikenttämallissa käytetään myös hymynaamoja, jotka kuvaavat töiden sujumista ja työilmapiiriä. Osastoista riippuen, mittareina käytetään avointen työtilausten määrää, suunnitelmallisuuden astetta ja turvallisuusmittareita. Jotkut osastot käyttävät nelikenttämallia päiväkohtaisen palaverin sijasta viikkotasolla.

Kunnossapidon viikkopalaveri on yleensä työsuunnittelutyypinen palaveri. Viikkopalaverissa käydään läpi seuraavan viikon työtehtävät, eli seurataan töiden suunnitelmallisuutta ja varmistetaan, että tarvittavat resurssit ja materiaalit on varattu kyseisille töille. Haastateltava kertoi ajatuksiaan seuraavanlaisesti:

Ei tehdä sitä, mitä aamulla tulee ensimmäiseksi mieleen tai kuka koviten huutaa, vaan ne asiat tulevat kunnossapitojärjestelmästä.

Viikkopalaverissa käsitellään kunnossapidon avainmittareita, viikon tuotantotilannetta ja turvallisuusasioita. Seurattavat mittarit luodaan harvemmin automaattiraportoinnilla, koska palaverin sisältö on enemmän työsuunnitteluun pohjautuva. Ennakkohuollon toteumaa ei juurikaan näissä palaverissa käydä läpi, vaan enemmän katsotaan OEE:n tilannetta ja miten edellinen viikko on mennyt. Palaverissa käydään edellä mainittujen asioiden lisäksi kunnossapidon merkittävimmät tapahtumat läpi, eli poikkeamat, joista on seurannut suuria kustannuksia tai resurssikulutusta. Viikkopalaveriin osallistuu esihenkilö oman tiiminsä kanssa.

Kunnossapidon kuukausipalaverissa käsitellään kunnossapidon KPI-mittarit. Nämä palaverit järjestetään osastoittain. Haastateltava kertoi järjestävänsä sähköautomaatio-osastolle kerran kuukaudessa kyseisen palaverin. Kaikki kunnossapitopäälliköt käyvät myös yhdessä kuukausipalaverin, jossa käsitellään koko kunnossapidon mittaristo. Nämä mittarit saadaan näkyviin automaattiraportoinnin kautta, mutta ne ovat myös nähtävissä reaaliaikaisena. Kerran kuukaudessa siis katsotaan, missä mennään ja miten on onnistuttu. Näistä kunnossapidon kuukausitason raportoinneista muodostuu vuosiraportti. Kvarttaalitason seuranta ei kunnossapidossa pidetä arvossaan, vaan seurataan kumulatiivista vuoden edistymistä. Tuotannon kanssa järjestetään myös kerran viikossa yhteinen palaveri, jossa käsitellään enemmän tuotannon KPI-mittareita. Tuotannon kanssa pidetään myös joka aamu kunnossapitopalaveri, missä käydään edellisen illan ja yön tilanteet läpi, sekä tulevan päivän suunnitelmat.

4.5 Tiedon kerääminen ja hallinta

Orkla Vaajakoski käyttää pilvipalveluna Pinja ohjelmistoyhtiön tarjoamaa Novi-nimistä kunnossapitojärjestelmää. Tähän kunnossapitojärjestelmään on määritelty kunnossapito-ohjelmat kaikille koneille ja laitteille. Töiden resursointi ja aikataulutus, sekä varosien hallinta tapahtuu Novin kautta. ERP-järjestelmänä käytetään tällä hetkellä Lean-nimistä järjestelmää. Haastattelussa tuli esille, että yritys on aikeissa uusia EPR-järjestelmä SAP S/4HANA-järjestelmään. Ensimmäisessä käyttöönottovaiheessa EPR:n uudistus koskee ainoastaan tuotantoa, mutta todennäköisesti kunnossapito tulee perässä. Raportointijärjestelmänä käytetään Microsoftin Power BI -ohjelmistoa. Dataa on aloitettu keräämään monesta eri lähteestä tähän raportointijärjestelmään. Datan kerääminen Po-

wer BI:hin on myös tulevaisuuden suuntaus ja sitä tullaan entistä enemmän hyödyntämään jatkossa raportointiin. Power BI:llä pystytään pureutumaan tarkemmin tapahtuneisiin syy-seuraussuhteisiin. Kunnossapitotoiminnoista kerätään tällä hetkellä vain vähän tietoa Power BI -järjestelmään. Kunnossapidon pääjärjestelmäksi on tarkoituksena ottaa käyttöön SAP-järjestelmä ja datan analysointi tehdään Power BI:ssä.

Kunnossapidon datan keräämiseen ei ole käytössä ylätason järjestelmää, josta kaikki tieto voitaisiin käsitellä ja analysoida. Erillisiä järjestelmiä on tällä hetkellä useita, mutta tahtotilana on saada tärkeimmät tiedot vietyä Power BI:hin. Kunnossapidon data kerätään mahdollisimman automaattisesti ja keräämisen toimivuudesta vastaa tekninen päällikkö. Verkkoarkkitehtuuri on rakennettu hyvin kattavaksi koko Vaajakosken tehtaalle. IT-verkko on jaettu useampaan omaan verkkoon, esimerkiksi tulostimet, tietokoneet, prosessikoneet ja langaton verkko. Tällä verkkoarkkitehtuurin rakenteella mahdollistetaan monipuolinen datan siirtäminen tehtaan sisällä.

Tiedon laatua tarkkaillaan aina dataa käsiteltäessä ja analysoitaessa. Samalla katsotaan, onko kerätty tieto relevanttia. Haastateltava totesi, että käyttäjät voivat käyttää sellaisia järjestelmiä, johon on jäänyt epähuomiossa virheitä. Tiedon laadusta vastaa kaikki ne, jotka tuottavat tietoa. Tätä tehtävää on vaikea osoittaa kenellekään yksittäiselle henkilölle. Ennen raportin julkaisemista, siitä tullaan tarkistamaan kaikkien asioiden oikeellisuus ja että se tuottaa haluttua tietoa. Esimerkiksi jos raportti näyttää joka päivä punaista väriä työntekijöille, se menettää merkityksensä muutamassa viikossa. Tällainen raportti ei palkitse työntekijöitä, koska he näkevät aina asioiden olevan pielessä. Seurauksena tästä on, että kukaan työntekijöistä ei enää jaksa seurata mittareita ja näin se ei ohjaa töiden toimintaa.

Tiedon laadun varmistamiseksi on välittömästi päivitettävä koneseurantaan liittyvät asiat. Samoin myös kunnossapitojärjestelmä vaatii jatkuvaa päivittämistä. Esimerkiksi kun kunnossapitotyö on valmistunut, kuitataan tämä mahdollisimman nopeasti järjestelmästä pois. Jos näitä asioita jätetään tekemättä tai tehdään myöhässä, seurattavat mittarit eivät enää anna luotettavaa tulosta.

Boliden Harjavallassa on käytössä Maximo-kunnossapitojärjestelmä. Laiterekisterit, laitteisiin ja koneisiin kohdistuvat kunnossapito-ohjelmat, kriittisyydet, resursoinnit ja aikataulutukset ovat määritelty Maximo-järjestelmässä. Kunnossapidon masterdata sijaitsee edellä mainitussa järjestelmässä. EPR-järjestelmänä käytetään SAP-järjestelmää, joka on linkitetty Maximo-kunnossapitojärjestelmän kanssa. Kaikki materiaalit ja rahaliikenne on SAP-järjestelmässä, mutta kunnossapidon tapahtumat kirjautuvat automaattisesti Maximo-järjestelmään. Esimerkiksi jos varastosta otetaan materiaalia tehtävälle kunnossapitotyölle, kirjaantuu tehdyt työtunnit ja materiaalikustannukset automaattisesti Maximo-järjestelmään kyseisen kunnossapitotyön alle ja laitepaikalle. Tämä mahdollistaa sen, että laitekohtaisia kunnossapitokuluja pystytään seuraamaan erittäin tarkasti.

Kunnossapitoraportteja pystytään ajamaan tarvittaessa Maximo-järjestelmästä. Kunnossapidon ja ERP:n data siirtyy myös automaattisesti lähes reaaliaikaisesti IBM Cognos -järjestelmään. Tällä järjestelmällä pystytään analysoimaan haluttuja tietoja. Cognos-järjestelmä luo myös automaattiraportteja, joita käytetään muun muassa kunnossapitotoimintojen mittaamiseen. Dataa kerätään useista eri lähteistä, kuten esimerkiksi prosessista, työntekijöistä, tehdyistä töistä ja kunnossapidosta. Mitä merkittävämpää tieto on yrityksen liiketoiminnan kannalta, sitä enemmän näitä tietoja ja mittareita seurataan.

Kunnossapidon tiedon laatua seuraa kunnossapidon kehitystiimi. Jos tietojärjestelmiin tulee tietokatko, ovat seuraukset yleensä hyvin nopeasti nähtävissä. Tämä voi johtaa myös sellaiseen tilanteeseen, että SAP-järjestelmästä ei pystytä tekemään kustannusvarauksia.

4.6 Kunnossapidon strategiat ja työkalut

Orkla Vaajakosken tehtaalla on käytössä kokonaisvaltainen tuottava kunnossapitostrategia. Tuotantokoneiden käyttäjät vastaavat koneiden käynnissäpidosta, joka taas vapauttaa aikaa kunnossapidolle suorittamaan ennakoivaa ja parantavaa kunnossapitoa sekä tekemään kehitystehtäviä. Tästä seuraa myös vasteaikojen lyhentyminen, koska osaamista on pystytty laajentamaan. Haastattelussa ilmeni, että tehtaalla on käytössä vahva lean-kulttuuri. Tavaroiden paikat on merkattu selkeästi ja ne ovat pääsääntöisesti järjestyksessä. Työohjeita on tehty monille eri tuotantokoneille töiden standardoimiseksi.

Ohjeet on tallennettu sähköiseen järjestelmään, josta niitä voidaan etsiä ja ylläpitää. Tehaan kunnossapitostrategiaan kuuluu 5S-menetelmän käyttäminen.

Isoimpana haasteena nähdään työkuulttuurin muuttaminen. Näiden asioiden läpivienti vaatii suurta panostusta ja sitoutuneisuutta työnjohdolta. Asioiden tärkeyden korostaminen ja puuttuminen havaittuihin epäkohtiin on todella tärkeää. Työntekijöille on tärkeää perustella, miksi näin toimitaan. Esimerkiksi työohjeen laatiminen voi herättää työntekijöiden keskuudessa ihmetystä ja kysymyksiä siitä, mitä varten me luomme näitä työohjeita, kun me osaamme jo tehdä työmme. Työohjeet ovat kuitenkin saaneet paljon kiitosta sellaisilta työntekijöiltä, jotka ovat vaihtaneet työpistettä tai tulleet uutena taloon. Näillä työohjeilla pyritään varmistamaan samanlainen saanto tietyllä tuotteella tänään ja huomenna.

RCM-menetelmää ei käytetä Vaajakosken tehtaalla. Haastateltava kertoi, että tietyllä tapaa he tekevät tämän toimintamallin mukaisesti asioita, mutta sitä ei dokumentoida. Muutamalla Ruotsin Orklan tehtaalla on aloitettu RCM:n käyttöönotto. Vaajakosken tehtaalla käytetään Six Sigma -menettelyä. Tätä työkalua on käytetty todella hankalien asioiden ratkaisemiseen. Tämän työkalun käyttäminen on kuitenkin vielä aika alkumetreillä ja vaatii rohkaisua käyttämiseen.

Tehtaalla on myös käytössä juurisyyn selvittämiseen erilaisia työkaluja. Esimerkiksi 5 x miksi, kalanruoto, kaizen ja A3. Näiden työkalujen käyttöön on annettu työntekijöille vapaat kädet. Asioiden esittäminen on hyvin visuaalista, eli tehty juurisyyn selvittely tulostetaan paperille ja asetetaan magneettitaskuun esille kaikkien nähtäväksi. Tiimi saa itse päättää, mitä juurisyyn selvittelymenetelmää haluaa käyttää asian ratkaisemiseen.

Boliden Harjavallan kunnossapitostrategioista ei juurikaan käytetä niistä yleisesti käytettyjä nimityksiä. Tehtaan kunnossapitotoiminnoissa on käytössä 5S-menetelmä. Boliden konsernilta tulee asioita, joiden sisältö on sama, mutta näitä kutsutaan eri nimellä. Haastateltava kertoi, että joskus aikoinaan on tehty mittava RCM-projekti. Tiettyihin laiteryhmisiin on RCM:n mukainen menettely viety hyvin pitkälle. Pienten sähkölaitteiden ylläpitostrategiana on usein vain se, että kunnossapitotyöt, varaosat, osaaminen ja kunnonvalvonta on määritelty. Laittehallintaa tehdään pienten sähkölaitteiden osalta, mutta ei

sellaisessa kunnossapitostrategiameleessä. Six Sigma -menettely on käytössä myös Bolidenillä ja tätä toimintaa ohjaa tehtävään valittu pieni ryhmä.

Tehtaalla on myös käytössä juurisyyn selvittelymenetelmä. Tätä menetelmää käytetään lähes päivittäin. Juurisyyn selvittämiseen on käytössä oma ohjelmasovellus, josta näitä tapahtumia käydään läpi. Mitattaville asioille annetaan ”trikkerit”, jotka laukaisevat juurisyyn selvittämisen. Näitä selvittelyitä johtaa yleensä toimihenkilöt.

4.7 Kulttuurimuutokset tiedolla johtamisessa

Kunnossapitotietoa esitetään Vaajakosken tehtaalla monella eri kanavalla. Palaverikäytäntöjä ovat aamupalaverit, työnjohdon viikkopalaverit ja kuukausipalaverit koko henkilöstölle. Tämä nähdään tärkeimpänä tiedonjakoketjuna tehtaalla. Haastateltavan näkemys tiedolla johtamisen kulttuurin muutokseen oli seuraava: Tehtaalla pidettävissä palaverikäytännöissä ei lähdetä analysoimaan ja ratkaisemaan ongelmia, vaan nämä selvitetään erikseen kyseisissä ongelmakohteissa. Tärkeintä tässä on, että käsiteltävä tieto on varmasti oikea. Kuulopuheena saadussa tiedossa on voinut syntyä niin sanottu ”rikinäinen puhelin” -efekti. Oikeiden faktojen löytäminen ja saaminen on iso asia. Tämä tarkoittaa, että ongelmaa on lähdettävä ratkaisemaan sen syntypaikkaan ja samalla keskustellaan sellaisten henkilöiden kanssa, jotka painivat näiden asioiden parissa.

Boliden Harjavallan haastateltava piti tärkeimpänä asiana vuorovaikutteisuutta tiedolla johtamisen kulttuurin muutoksessa. Koronaepidemia on vaikuttanut työntekijöiden tapaamisiin ja kuulluksi tulemiseen. Halua olisi saada enemmän fiiliksiin ja jaksamiseen liittyvää keskustelua palavereissa. Tällä hetkellä päivittäiset palaverit ovat liian teknisiä, pitäisi olla enemmän keskinäistä keskustelua ja asioiden jakamista. Yhtenä asiana nousi myös suunnitelmallisuuden parantaminen, eli haluttaisiin vielä kauemmaksi katsovampaa suunnitelmallisuutta asioihin.

4.8 Osaamisen kehittäminen kunnossapidossa

Orkla Vaajakosken tehtaalla koulutetaan jatkuvasti työntekijöitä oman sisäisen koulutusjärjestelmän kautta. Kunnossapidon henkilöstölle on ammatillisen koulutuksen lisäksi

koulutettu tiedolla johtamista kokonaisuudessaan, Six Sigma -menettelyä, juurisyyn selvittämistä ja muita vastaavia asioita.

Vastaavanlainen koulutusjärjestelmä on myös Boliden Harjavallassa käytössä. Koulutuksia on järjestetty esimerkiksi 5S-menetelmistä, prosessiturvallisuuden johtamisesta, juurisyyn selvittämisestä ja Six Sigma -menettelystä. Tehtaalla käytetään muun muassa nanolearning-esitysmenetelmiä. Nämä ovat nimensä mukaisesti lyhyitä 5–10 minuutin pituisia koulutuspaketteja. Esimerkiksi tietoturvan huomioiminen omassa toiminnassaan voi olla yksi tällainen koulutuspaketti.

4.9 Älykkäät ratkaisut ja tietoturva

IoT-pohjaisia ratkaisuja käytetään Orkla Vaajakosken tehtaalla. Esimerkiksi prosessiin asennetut metallinilmaisimet ja vaa'at käyttävät IoT-tekniikkaa. Näiden mittauksien tieto käsitellään internet-pohjaisten sovelluksien avulla ja kerätystä datasta luodaan статистиikkaa. Haastateltava kertoi, että aina uusia laitteita hankkiessa selvitetään IoT-liityntämahdollisuus ja minkälaista tietoa ja tiedonkäsittelyä tällä sovelluksella pystytään tekemään. Monilla laitevalmistajilla on käytössä oma pilvipalvelin, johon pystytään kirjautumaan omilla tunnuksilla. Käytössä olevat IoT-ratkaisut ovat enemmän статистиikan esittämistä kuin kunnonvalvontaa. Haastateltavan näkemys oli, että heidän prosessilaitteet ovat aika pieniä esimerkiksi värähtelymittauksille, jossa tällaisia kunnonvalvontamittauksia voitaisiin käyttää. Muutamia paineilmakompressoreita on liitetty pilvipalveluihin, joista pystytään valvomaan esimerkiksi kompressorin lämpötilaa. Elintarviketeollisuus sisältää paljon pientä prosessilaitetta, joten on hankala luoda kattavaa kunnonvalvontajärjestelmää.

Algoritmeilla ja tekoälyllä ennustavaa ja ohjaavaa tiedolla johtamisprosessia ei ole käytössä Vaajakosken tehtaalla. Haastateltava sanoi, että muutamaankin hankalaan tuotantoprosessin kohtaan he ovat suunnitelleet ennustavaa ja ohjaavaa järjestelmää. Esimerkiksi sellaiseen tarpeeseen, että pystyttäisiinkö raaka-aineista ennustamaan algoritmien ja tekoälyn avulla tiettyjä ominaisuuksia. Haastateltavan näkemys oli, että tulevaisuudessa tekoälyllä ennustavia prosesseja tulee varmasti käyttöön, jotta pystytään saamaan mahdollisimman paras laatu ja saanto tuotannosta. Tietoturva-asiat on myös huo-

mioitava laajasti, kun tämän tyyppisiä ratkaisuja tarvitaan. Orkla-konsernin tietoturvalitiikka on aika tiukka tietoturvasääntöjen suhteen, etteivät nämä asiat lähde rönsyilemään.

Vaajakosken Orklalla on myös käytössä partnereita ja ekosysteemejä tiedolla johtamisen toiminnoissa. Esimerkiksi seurataan tuotteiden laatuasioita, tarroja ja tuotteiden päivityksiä. Ekosysteemeitä varten on rakennettu aivan oma IT-verkko, joka on täysin erotettu muusta IT-infrasta. Haastateltava sanoi, että ekosysteemeitä on koko ajan tulossa lisää käyttöön ja hän on huomannut vauhdin kiihtyvän tähän liittyen.

Boliden Harjavallassa on pieniä sisäisiä IoT-ratkaisuja käytössä. Kaikki nämä ratkaisut on toteutettu sisäisessä tietoverkossa. Laitetoimittajat lähettävät tietoa esimerkiksi värähtelymittauksista ja automaattirasvareista tehtaan käyttöön. Useat kunnonvalvontajärjestelmät keskustelevat suoraan kunnossapitojärjestelmän kanssa. Kunnonvalvontaratkaisuja käytetään isoissa moottoreissa, pumpuissa ja myllyissä. Haastateltava kertoi, että uusissa projekteissa on myös pienempiin laitteisiin tullut kunnonvalvontajärjestelmiä. Esimerkiksi voidaan määritellä vaikka sata mittapistettä värähtelymittaukseen, voiteluöljyn määrämittaukseen ja puhtauspitoisuuteen. Näistä kunnonvalvontamittauksista syntyy automaattisesti työtilaus kunnossapitojärjestelmään, josta se ohjautuu suoraan kunnossapitäjän työtehtäväksi. Esimerkiksi jos voiteluöljynsuodatin alkaa hälyttää tukkeutumista, syntyy työtilaus automaattisesti kunnossapitäjälle. Sähkönjakelussa käytetään myös kunnonvalvontaa muuntajien kaasuanalysoinnissa, eli vetymuodostuksen hälytystieto generoi työtilauksen kunnossapitojärjestelmään.

Haastateltavan näkemys oli, että tekoälyllä ennustavaa ja ohjaavaa tiedolla johtamisprosessia kohti ollaan koko ajan menossa. Boliden Harjavallalla on käynnistymässä lähiaikoina suuri erillishanke, jossa tarkoituksena on viedä mahdollisimman paljon tietoa automaattikeruisiin ja analysointeihin. Mittausdataa kerätään jo lähes kaikista mittauksista, ohjauksista yms. historiatietokantaan ja tiedon hyödyntämistä kehitetään koko ajan. Tietoturva-asiat ovat hyvin tiukat Boliden Harjavallassa. Mitään dataa ei saa lähettää toimittajien pilvipalveluihin, eikä avoimia IT-verkkoja sallita. Kaikki serverit ovat tehtaan omassa verkossa. Ulkopuoliselle toimittajalle voidaan antaa lupa verkkoon tietoturvallisen yhteyden kautta.

Boliden Harjavallassa on käytössä puoliverkottunut prosessi partneri- ja ekosysteemiratkaisuissa. Esimerkiksi tietyn tyyppiset työtehtävät on ulkoistettu kokonaisuudessaan. Tämän tyyppistä ratkaisua käytetään, kun omia resursseja ei ole saatavilla tai työntekijöillä ei ole tarvittavaa erikoisosaamista. Ulkopuoliset partnerit käyttävät samaa Maximo-kunnossapitojärjestelmää ja heidän kanssaan pidetään kuukausittain seurantalaveri tulevista ja tehdyistä töistä. Partnerit pystyvät seuraamaan samoja kunnossapitomittareita, joita myös omat työntekijät seuraavat. Näitä partnereita kutsutaan nimityksellä avainkumppani ja heidän kanssaan on tehty kiinteä kunnossapitosopimus.

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään käytännöllisiä ja tehokkaita tiedolla johtamisen menettelytapoja kunnossapidon toiminnoissa. Menettelytapojen käyttöönottamisella yritys voisi parantaa omaa kilpailukykyä teollisuudessa.

Tarkasteltaessa näiden kahden haasteltavan yrityksen kunnossapidon strategisia ja operatiivisia KPI-mittareita, tehtiin seuraavanlaisia havaintoja. Molempien yritysten kunnossapidossa on vahva mittaukseen perustuva johtamistyyli. Kunnossapidon operatiivisia mittareita löytyi molemmilta haasteltavilta paljon, mutta yleisemmin käytössä molemmissa tehtaissa olivat kunnossapidon ennakkohuoltotöiden toteutuminen, kunnossapidon backlog, MTBF, MTTR ja kustannustenseuranta. Tämän opinnäytetyön teoreettisessa viitekehyksessä on esitelty nämä kaikki mainitut kunnossapidon mittarit. Kyseiset mittarit ovatkin lähteiden perusteella yleisemmin käytettyjä kunnossapidon operatiivisia KPI-mittareita. Näillä operatiivisilla mittareilla pystytään johtamaan tehokkaasti kunnossapidon toimintoja liiketoimintasektorista riippumatta.

Strategisten mittareiden käyttäminen oli myös vahvaa molemmissa haastateltavissa yrityksissä. Tärkeimpiä KPI-mittareita näissä kahdessa yrityksessä olivat kunnossapitolujien kehitys, tekninen käytettävyyys ja OEE. Teoreettisesta viitekehyksestä löytyvät myös nämä kyseiset KPI-mittarit. Näkemykseni on, että näiden KPI-mittareiden käyttäminen antaa paremmat edellytykset kunnossapidon onnistumiselle ja koko tehtaan kilpailukyvyn kasvattamiselle.

Haastateltavissa yrityksissä oli käytössä kunnossapidon johtamisprosessi, joka sisälsi teoreettisessa viitekehyksessä mainitut strategiset, taktiset ja operatiiviset toimenpiteet. Molemmista haastateltavissa yrityksissä oli todella vahva kunnossapidon johtamiskäytäntö. Kunnossapitoa johdetaan useilla erilaisilla palaverikäytännöillä. Tiimit käyvät oman vastualueensa asiat läpi ja näistä tarvittavat asiat viedään ylemmälle tasolle käsiteltäväksi. Palavereita on aamu-, viikko- ja kuukausitasolla. Näiden palavereiden pitäminen on taktisesti ajoitettu tuotannon kanssa niin, että kunnossapito osallistuu myös tuotannon palaveriin ja tuotannolla on viimeisin tieto kunnossapidon lattiatasoista asioista. Palaverissa seurataan tiimikohtaisia tavoitteita mittareiden avulla. Näiden perusteella tehdään johtopäätökset, joista tulee toimenpiteitä tehtäväksi eri tiimeissä. Oma käsitykseni on se, että molempien haastateltavien johtamiskäytännöt ovat todella strategisesti suunniteltu työntekijätasolta aivan ylempään johtoon asti.

Tietoa kerätään ja hallitaan hieman erilaisin menetelmin haastateltavissa yrityksissä. Esimerkiksi Orklalla on käytössä Novi-kunnossapitojärjestelmä, joka toimii pilvipalveluna. Boliden käyttää paikallista Maximo-kunnossapitojärjestelmää. Molemmilla kunnossapitojärjestelmillä voidaan hallita samantapaisesti kunnossapitotöitä ja resursseja. Tiedon analysoimisessa ja raportoinnissa Orklalla oli käytössä Microsoftin Power BI -järjestelmä, kun taas vastaavasti Bolidenillä oli käytössä IBM:n Cognos-järjestelmä. Molemmat järjestelmät soveltuvat tiedon analysointiin ja raportointiin. Kunnossapidon tietoa kerätään molemmissa tehtaissa mahdollisimman automaattisesti.

Orklan haastattelussa ilmeni, että toistaiseksi kunnossapidon tietoa kerätään vasta vähän Power BI -järjestelmään, mutta tulevaisuudessa suunta on kuitenkin kasvava. Datan keräämistä hankaloittaa useat erilliset järjestelmät. Bolidenin Maximo-kunnossapitojärjestelmä keskustelee suoraan Cognos-järjestelmän kanssa, joten kunnossapitoraportit ovat nähtävissä tästä järjestelmästä. Boliden käyttää Maximo-kunnossapitojärjestelmää ja Cognos-järjestelmää kunnossapitotoimintojen johtamisessa. Näkemykseni on, että tiedon kerääminen, hallinta ja analysointi Boliden Harjavallan kunnossapidossa on paremmalla tasolla. Tähän johtopäätökseen päädyin, koska Bolidenin kunnossapito pystyy kootusti keräämään tietoa, analysoimaan sitä ja tekemään tarvittavat raportit yhdessä paikassa. Teoreettisessa viitekehyksessä on korostettu kunnossapidon johtamisen viite-

kehyyksen yhtenä kohtana IT-järjestelmien merkitystä. Tiedolla johtamisessa on olennaista, että tarvittavien tietojen keräämiseen on saatavilla oikeanlaiset työkalut, tietokannat ja tietovarastot.

Kunnossapidon strategioiden käyttäminen vaihteli haastateltavissa yrityksissä. Orkla Vaajakoskella oli käytössä TPM-menetelmä, kun taas Bolidenillä tästä ei ainakaan käytetty samaa nimitystä. Bolidenillä oli kuitenkin TPM-menetelmästä käytössä 5S-menetelmä. Haastattelussa ilmeni, että Orklalla on kunnossapidossa vahva kokonaisvaltainen tuottava kunnossapitostrategia. Tämä korostui esimerkiksi siitä että, käyttäjät vastasivat konekohtaisesta kunnossapidosta. Mielestäni TPM-menetelmä on tehokas kunnossapidon strategia. Tämän menetelmän käyttöönotto vaatii kuitenkin työntekijöiltä ja työnjohdolta tietynlaista ajattelutavan muutosta. TPM:n käyttöönotto ja ylläpitäminen voi olla todella hankalaa ja tästä syystä yrityksen johdon tulee sitoutua strategian käytön taakse. Tarvittaessa TPM-menetelmää voidaan soveltaa yrityksen kunnossapitostrategiaan, eli tästä valitusta strategiasta otetaan vain tietyt osioita omaan kunnossapitotoimintaan.

RCM-menetelmää ei juurikaan käytetä kummassakaan tehtaassa. Boliden Harjavallassa oli joskus ollut RCM-projekti, mutta tällä hetkellä sitä ei aktiivisesti viedä eteenpäin. Teorettisessa viitekehyksessä ilmeni, että RCM-menetelmä on saanut paljon kritiikkiä menetelmän kalleudesta ja siitä, että se on työläs toteuttaa. Itse myös harkitsisin tarkkaan tämän menetelmän käyttämistä. En kuitenkaan kritisoi RCM-menetelmän merkitystä, mutta resurssien käyttöä ja menetelmästä saatuja hyötyjä kannattaa punnita tarkkaan.

Molemmissa yrityksissä käytettiin laatujohdannaisia strategioita, esimerkiksi Six Sigma -menettelyä. Tällä menettelyllä etsitään systemaattisesti prosessista virheitä ja selvitetään, miten ne voidaan poistaa. Juurisyyn selvittämiseen löytyi myöskin useita työkaluja molemmista yrityksistä. Haastatteluissa sain sellaisen käsityksen, että näiden työkalujen käyttö on todella suositeltavaa teollisuudessa. Six Sigma -menettely vaatii suurempaa kouluttautumista ja perehtymistä, ennen kuin sitä pystytään hyödyntämään täydessä mitakaavassa.

Molemmilta haastateltavilta kysyttiin, miten he kehittäisivät tiedolla johtamista kunnossapidossa. Orklan haastateltavalla oli selvä näkemys kehittämiskohteista. Hän korosti, että käsiteltävän tiedon pitää olla oikeaa. Tämän lisäksi hän painotti, että asioita ei lähdetä

analysoimaan ja ratkaisemaan palaverikäytännöissä, vaan ne selvitetään erikseen ongelmakohteissa. Bolidenin haastateltava piti tärkeimpänä asiana vuorovaikutteisuutta tiedolla johtamisen kulttuurin muutoksessa. Hän kertoi, että palaverikäytäntöihin pitää ottaa enemmän fiiliksen ja jaksamiseen liittyvää keskustelua. Toisena asiana haastateltavalla oli suunnitelmallisuuden parantaminen, jolla tähdätään kohti vielä kauemmaksi katsovampaa suunnitelmallisuutta.

Henkilökohtaisesti olen samaa mieltä Orklan teknisen päällikön kanssa siitä, että asioita lähdetään turhan helposti ratkaisemaan sellaisissa palavereissa, joissa ei ole tarpeeksi tietoa asian käsittelyyn. Järkevämpää on siis käsitellä asia erikseen sitten, kun lähtötiedot on saatu selvitettyä. Mielestäni palavereissa on syytä tarkkailla työntekijöiden jaksamista ja tuoda palaveriin muutakin sisältöä, jolla pystyttäisiin nostattamaan tiimin yhdessä tekemisen henkeä.

Osaamisen kehittäminen on huomioitu todella hyvin molemmissa yrityksissä. Konsernin koulutustarjonta tukee myös kunnossapidon kehittymistä ja onnistumista. On erityisen tärkeää, että yritys tukee työntekijöiden osaamista kouluttamisen kautta. Voidaankin sanoa, että työntekijät ovat yrityksen tärkein voimavara siinä, että kunnossapidon kehitystoimet voidaan viedä käytäntöön.

Älykkäitä ratkaisuja etsitään oman yrityksen kehittämiseen lähes jokaisessa teollisuuden yrityksessä tällä hetkellä. Haastatteluissa kysyttiin myös molemmilta haastateltavilta yrityksiltä, miten he ovat lähteneet kehittämään älykkäillä ratkaisulla omaa kunnossapitoa. IoT-ratkaisuja oli käytössä Orklan tehtaalla, kun taas Bolidenillä käytettiin sisäisessä verkossa vastaavaa tekniikkaa. IoT-tekniikkaa hyödynnettiin Orklalla ainoastaan статистиikan esittämiseen. Orklan näkemys oli, että elintarviketeollisuuteen on hankala luoda kattavaa kunnonvalvontajärjestelmää. Bolidenillä puolestaan oli käytössä todella kattava kunnonvalvontajärjestelmä. Hyvin merkitykselliseksi asiaksi havaitsin Bolidenin kunnonvalvontajärjestelmästä sen, että laitteet itse generoivat automaattisesti työtilauksen kunnossapitojärjestelmään. Tämä automaattinen työtilausjärjestelmä vaikuttaa todella mielenkiintoiselta ja tehokkaalta tavalta hallita kunnossapitotöitä ja samalla se antaa erittäin hyvän lähtökohdan ennakoivien kunnossapitotöiden hallinnalle.

Algoritmeilla ja tekoälyllä ennustavaa ja ohjaavaa tiedolla johtamisprosessia ei ole käytössä Orklan Vaajakosken tehtaalla. Bolidenin kunnonvalvonnassa on käytössä pienissä määrin algoritmeilla varustettuja sovelluksia. Molempien haastateltavien näkemys oli, että tekoälyllä ennustavaa ja ohjaavaa tiedolla johtamisprosessia kohti ollaan menossa. Mielestäni ennakoiva kunnossapito, jota ohjataan algoritmien ja tekoälyn avulla, tulee tekemään suuren mullistuksen monilla eri teollisuuden sektoreilla. Tämä vaatii paljon työtä, osaamista, kärsivällisyyttä ja partneriverkostoa, jotta haluttuun lopputulokseen päästään.

Lähteet

Ádám, N., Baláz, A., Madoš, B., Mihaľov, J. & Pietriková, E. 2018. Potential of Low Cost Motion Sensors Compared to Programming Environments. *Acta Polytechnica Hungarica*. Vol. 15 (6), 155–177.

Ahlgren, S. & Valli, K. 2013. Informaatiosta kilpailuetua teollisuusyrietyksiin. Verkkodokumentti. Teknologiateollisuus ry. <https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/elinkeinopolitiikka_digitalisaatio_teollinen_internet_informaatiosta_kilpailuetua.pdf>. Luettu 11.11.2021.

Antikainen, R., Kujansivu, P. & Lönnqvist, A. 2006. Suorituskyvyn mittaaminen. Tunnusluvut asiantuntijaorganisaation johtamisvälineenä. 2. uudistettu painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Baronio, G., Filippi, S., Motyl, B., Speranza, D. & Uberti, S. 2017. How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. *Procedia Manufacturing*. Vol. 11, 1501–1509.

Brown, J. 2019. What You Need to Know about Programmable Logic Controller (PLC). Verkkodokumentti. TechAcute. <<https://techacute.com/about-programmable-logic-controller/>>. Luettu 11.11.2021.

Brugsch-Bey, H. 1881. *A History of Egypt under the Pharaohs*. Edited by Philip Smith. London.

Cecchini, M., Colantoni, A., Egidi, G., Saporito, M.G. & Zambon, I. 2019. Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. *Processes*, Vol. 7 (36).

Choi, S.O. & Jin, S.H. 2019. The Effect of Innovation Capability on Business Performance: A Focus on IT and Business Service Companies. *Sustainability*, Vol. 11 (5246).

Coleman, D. C. 1956. Industrial growth and industrial revolution. *Economica*, Vol. 23 (89).

David, O., Krejcar, O., Maresova, P., Maskuriy, R., & Selamat, A. 2019. Industry 4.0 for the Construction Industry: Review of Management Perspective. *Economies*, Vol. 7 (68).

Developing an Asset Management Strategy. Verkkodokumentti. Reliabilityweb.com. <https://reliabilityweb.com/articles/entry/developing_an_asset_management_strategy>. Luettu 18.01.2022.

Eskola, J. & Suoranta, J. 2008. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. 8. painos. Tampere: Vastapaino.

Ford Manual. 1919. For Owners and Operators of Ford Cars and Trucks. Verkkodokumentti. <<http://ed-thelen.org/Ford-Model-T-Man-1919.pdf>>. Luettu 11.11.2021.

Gombár, M., Karková, M., Kmec, J., Vagaská, A. & Valenčík, Š. 2016. Logistic Approach of Building and Development of Production System. Nase More, Dubrovnik: University of Dubrovnik, 2016, Vol 63 (3), 145–149.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2001. Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. painos. Helsinki: Tammi.

Hořánek, V. & Basl, J. 2018. Overview and Comparison of Tools for Assessing the Readiness of Companies for Industry 4.0, In: the 32nd *International Business Information Management Association Conference*. Khalid S. Soliman, 1797–1807.

Hossain, M., Iftekhar, A. & Sazedul, K. 2012. “Effective implementation of total productive maintenance and impacts on breakdown time and repair & maintenance. – a case study of a printing industry in Bangladesh.” Proceedings of the Global Engineering, Science and Technology Conference 2012.

How to Implement Reliability-Centered Maintenance. Verkkodokumentti. Reliableplant. <<https://www.reliableplant.com/reliability-centered-maintenance-31577>>. Luettu 18.11.2021.

Hunt, W., Melendez, A., Pugh, R. & Sullivan, G. 2010. Operations & Maintenance Best Practices, release 3.0. Verkkodokumentti. US department of energy. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/10/f3/omguide_complete.pdf>. Luettu 08.01.2022.

Jonnes, J. 2004. Empires of light: Edison, Tesla, Westinghouse, and the race to electrify the world. New York: Random House Trade.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. 2011. Kunnossapito. 4. painos. Helsinki: KP Media Oy.

Kosonen, M. 2019. Tiedolla johtamisen elementit. Verkkodokumentti. Digitalia. <<https://digitalia.xamk.fi/tijo/3>>. Luettu 14.01.2022.

Kosonen, M. 2019. Tiedolla johtamisen käsikirja. Verkkodokumentti. Digitalia. <<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/227003/URNISBN9789523441835.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Luettu 14.01.2022.

Laitinen, E. 2003. Yritystoiminnan uudet mittarit. 3. uudistettu painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

Lean Safety - Työkirja. 2018. Verkkodokumentti. Työturvallisuuskeskus. <https://ttk.fi/files/6395/Lean_Safety_Tyokirja_201804.pdf>. Luettu 14.01.2022.

Maintenance Key Performance Indicators (KPIs). Verkkodokumentti. emaint. <<https://www.emaint.com/works/cmms-kpi/#content>>. Luettu 08.01.2022.

Mariková, M., Rehor, P., Rolínek, L., Toušek, R. & Vrchota, J. 2019. Human Resources Readiness for industry 4.0. Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity. Vol. 6 (3).

Markkula, T. & Syväniemi, A. 2015. Analytiikkamatka. Datasta tietoon ja tiedolla johtamiseen. Suomen Liikekirjat.

Márquez, A. 2007. The Maintenance Management Framework. Models and Methods for Complex Systems Maintenance. Springer-Verlag London Limited.

Mitä on OEE / KNL? 2016. Verkkodokumentti. Pinja. <<https://blog.pinja.com/mita-on-oee-knl>>. Luettu 10.01.2022.

Mitä tiedolla johtaminen tarkoittaa kunnossapidossa? 2020. Verkkodokumentti. Pinja. <<https://blog.pinja.com/mita-tiedolla-johtaminen-tarkoittaa-kunnossapidossa>>. Luettu 18.11.2021.

Miten lasketaan varaston kierto ja riitto? 2019. Verkkodokumentti. Capacent Group. <<https://blog.capacent.com/fi/miten-lasketaan-varaston-kierto-ja-riitto>>. Luettu 14.01.2022.

Opas: Tiedolla johtaminen teollisuusyrityksissä. Verkkodokumentti. Pinja. <<https://blog.pinja.com/opas-tiedolla-johtaminen-teollisuusyrityksessa/>>. Luettu 14.01.2022.

Orosz, T., Raisz, D., Sörös, P. & Tamus, Á. Z. 2015. Analysis of the green power transition on optimal power transformer designs. Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science. Vol 59 (3), 125–131.

Parmenter D. 2015. Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPIs. 3.painos. New Jersey: Wiley.

Poor, P., Trstenjak, M., Basl, J. & Opetuk, T. 2019. Maintenance ideal model in Industry 4.0 – A transformation strategy roadmap to readiness factor calculation. Hradec Economic Days.

PSK 6201. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 2011. PSK Standardisointiyhdistys ry, 3-painos.

PSK 7501. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. 2010. PSK Standardisointiyhdistys ry, 2-painos.

Quagini, L. & Tonchia, S. 2010. Performance Measurement Linking Balanced Scorecard to Business Intelligence. 1st ed. 2010. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Spear, B. 2008. James Watt: The steam engine and the commercialization of patents. World Patent Information, Vol. 30 (1).

Teollinen vallankumous. 2011. Verkkodokumentti. <<https://www.slideshare.net/mellak-kapoliisi/teollinen-vallankumous>>. Luettu 11.11.2021.

The 4 Industrial Revolution. 2019. Verkkodokumentti. institute of Entrepreneurship Development. <<https://ied.eu/project-updates/the-4-industrial-revolutions/>>. Luettu 11.11.2021.

Tiedolla johtaminen. 2018. Verkkodokumentti. Finto. <<http://urn.fi/URN:NBN:fi:au:tt:t90>>. Luettu 14.01.2022.

Total Productive Maintenance: An Overview. Verkkodokumentti. Reliableplant. <<https://www.reliableplant.com/Read/26210/tpm-lean-implement>>. Luettu 18.11.2021.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2004. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 1.-3. painos. Helsinki: Tammi.

Varaston toiminnan mittaaminen. Verkkodokumentti. Logistiikan maailma. <<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastonohjaus/varaston-toiminnan-mittaaminen/>>. Luettu 14.01.2022.

Villanen, H. 2013. Tuotantokoneiden kokonaistehokkuus, OEE (Overall Equipment Efficiency). Verkkodokumentti. Prosessitaito. <http://www.prosessitaito.fi/Tuotantokoneiden_kokonaistehokkuus_OEE.pdf>. Luettu 10.01.2022.

Volume of data/information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2025. 2021. Verkkodokumentti. Statista. <<https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>>. Luettu 14.01.2022.

What is Asset Management in Maintenance? Verkkodokumentti. Valuekeep. <<https://valuekeep.com/resources/e-books-articles/what-is-asset-management-in-maintenance/>>. Luettu 18.01.2022.

What is Total Productive Maintenance (TPM)? Verkkodokumentti. Lucidchart.
<<https://www.lucidchart.com/blog/what-is-total-productive-maintenance>>. Luettu
18.11.2021.

Tiedolla johtaminen teollisuuden kunnossapidossa

YAMK-opinnäytetyön haastattelurunko

1 Taustatiedot

- 1.1 Asemanne yrityksessä?
- 1.2 Koulutustaustanne?
- 1.3 Kuinka kauan olette työskennelleet teollisuuden alalla?
- 1.4 Nykyiset työtehtävänne?
- 1.5 Kuinka kauan olette työskennelleet kunnossapidon johtamisen parissa?

2 Tiedolla johtaminen

- 2.1 Miten yritys on lähtenyt, tai onko suunnitellut lähtevänsä, teollisuuden digitaaliseen murrokseen (Teollisuus 4.0)?
- 2.2 Mitkä ovat kunnossapidon strategisen ja operatiivisen johtamisen keskeiset mittarit?
- 2.3 Onko yrityksessä johtamistapahtumia, joissa käsitellään toiminnan kannalta tärkeimpiä kunnossapitomittareita? Minkälaisia?
- 2.4 Kuka tarvitsee kunnossapidossa tietoa ja miten asiat on esitetty henkilöstölle?
- 2.5 Miten/mitä muuttaisitte tiedolla johtamisen kulttuuria?
- 2.6 Minkälaisia osaamista kehittäviä koulutuksia työntekijöille on järjestetty? (esim. johtaminen, lean, Six Sigma, juurisyyn selvittäminen, kunnossapitojärjestelmät yms.)
- 2.7 Onko yrityksessä käytössä kunnossapitostrategioita esimerkiksi RCM, TPM, Asset management, Six Sigma ja miten näitä sovelletaan?
- 2.8 Onko tiedolla johtamisen toimintoihin otettu mukaan partnereita ja ekosysteemejä, minkälaisissa ratkaisuissa niitä käytetään?

3 Datan hallinta

- 3.1 Onko datan hallintaan luotu arkkitehtuuri, jolla mahdollistetaan tiedolla johtaminen? Minkälainen?
- 3.2 Onko käsitelty tieto ymmärrettävää läpi organisaation?

- 3.3 Miten tietoa kerätään eri kunnossapitojärjestelmistä, kuka vastaa keräämisestä?
- 3.4 Miten kunnossapitotietoa käsitellään, missä muodossa ja mihin se varastoidaan?
- 3.5 Mihin kunnossapitotietoa hyödynnetään ja kuka vastaa jatkojalostamisesta?
- 3.6 Kuka vastaa tiedon laatutasosta ja miten se varmistetaan?
- 3.7 Mikä tieto on tärkeintä ennusteita laadittaessa?
- 3.8 Mikä tieto on välittömästi päivitettävää?
- 3.9 Kuka vastaa yrityksen tietoturvasta ja miten se on huomioitu johtamisen rakenteessa?

4 Älykkäät ratkaisut

- 4.1 Miten paljon yritys käyttää IoT-pohjaisia ratkaisuja prosesseissaan?
- 4.2 Käytetäänkö kunnonvalvontaratkaisuja koneiden valvomisessa? (esim. värähtelymittaukset yms.) Miten kerätty tieto johdetaan tarvittaessa toimenpiteiksi?
- 4.3 Onko yrityksellä käytössä algoritmeilla ja tekoälyllä ennustavaa sekä ohjaaavaa tiedolla johtamisprosessia? Minkälaisia prosesseja on käytössä?