

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

NOVI BY PINJA -KÄYNNISSÄPITO- JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

Oy Lunawood Ltd.

TEKIJÄ Tomi Niskanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Tomi Niskanen	
Työn nimi Novi by Pinja -käynnissäpitojärjestelmän käyttöönotto	
Päiväys 8.3.2024	Sivumäärä/Liitteet 36/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Oy Lunawood Ltd.	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin Novi by Pinja -käynnissäpitojärjestelmän käyttöönottoprojektia lämpöpuun valmistukseen erikoistuneelle Oy Lunawood Ltd.:lle. Järjestelmä otettiin käyttöön kahdelle eri tuotantolaitokselle, jotka sijaitsevat Iisalmessa ja Kaskisissa. Työ sisälsi laajaa pohjatyötä laitehierarkian, varaosavaraston ja kriittisyysluokittelun muodossa.</p> <p>Työn tavoitteena oli saada ajantasainen, merkittävästi päivittäistoimintoja helpottava yksiselitteinen käynnissäpidon toiminnanohjausjärjestelmä, joka sisältäisi kaikki tuotantolaitoksen laitteet, dokumentit ja varaosatie-dot. Järjestelmästä haluttiin keskeinen väylä työpyyntöjen, aikataulutusten ja muiden päivittäistä arkea vartittävien asioiden hallitsemiseksi. Työ oli osa laajempaa käynnissäpidon kehittämisprojektia, jossa tavoitteena on siirtyä reagoivasta käynnissäpidosta kohti ennakoivaa, suunnitelmallista käynnissäpitoa. Työhön sisällytettiin laaja teoriaosuus, joista jokainen kappale osaltaan vastasi niihin tarpeisiin, joiden perusteella käynnissäpitostrategiaa voitiin suunnitella huomioiden toimijasta riippuvat erityispiirteet. Teoriaosa antoi keskeisen läpileikkauksen kunnossapidon historiaan, keskeisiin lajeihin sekä kunnossapitomenetelmiin. Näiden tunteminen on hyvä lähtökohta käynnissäpidon strategian suunnittelussa.</p> <p>Työn tuloksena molemmille tuotantolaitoksille saatiin luotua ajantasainen laitehierarkia, varaosaluettelo ja kriittisyysluokittelu ennakkohuolto-ohjelmaa sekä muita jatkotoimenpiteinä suoritettavia projekteja varten. Ajantasainen ja maksimaalista hyötyä tuova järjestelmä vaatii jatkuvaa työskentelyä järjestelmän käytettävyyden ja ajan tasalla pitämisen suhteen. Tämän takia järjestelmää ei tulisi jonkin rajapyykin jälkeen valmiiksi, vaan työn tulisi jatkua käytön ohella.</p>	
Avainsanat CMMS, kunnossapitojärjestelmä, käyttöönotto, Novi by Pinja	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering	
Author Tomi Niskanen	
Title of Thesis Implementation of Novi by Pinja CMMS	
Date 8 March 2024	Pages/Appendices 36/0
Client Organisation /Partner Oy Lunawood Ltd.	
<p>Abstract</p> <p>Computerized Maintenance Management Systems implementation project in Oy Lunawood Ltd. Thermowood® production company is the topic of this thesis. This management system was implemented in both production units, in Iisalmi and Kaskinen. The aim of this development work was to get an up-to-date CMMS, which would help with the daily activities and include information on all devices, spare parts and documents in the production units. The aim was that the system would be a channel through which job requests are reported, schedules are planned and implemented and other daily tasks are managed. This project was part of a larger project in management and development of maintenance. Maintenance strategy is developed into a proactive operating model.</p> <p>This project included a large amount of work that had to be done before the system could be implemented. The work consisted of creating a device hierarchy, list of spare parts and the criticality classification of devices. The study also includes a wide range of theoretical information, each piece of which contributes to meeting the needs on the basis of which a maintenance strategy can be planned. The theory section describes the main points about the history and methods of maintenance.</p> <p>As a result of the work, an up-to-date equipment hierarchy, spare parts catalogue and criticality classification for the pre-service program and other projects to be carried out as follow-up actions were created for both production units. An up-to-date system with maximum benefits requires constant work in terms of system availability and up-to-dateness. The development of the CMMS should be continued also after implementation.</p>	
<p>Keywords</p> <p>CMMS, maintenance management system, implementation, Novi by Pinja</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Kunnossapito - käynnissäpito.....	6
2	TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY	7
2.1	Oy Lunawood Ltd.....	7
2.2	Iisalmen tuotantolaitos	7
2.3	Kaskisten tuotantolaitos	7
3	KUNNOSSAPIDON PERUSTEITA.....	8
3.1	Kunnossapito ja kunnossapidon sukupolvet	8
3.2	Kunnossapitolajit.....	10
3.3	Tuotanto-omaisuuden hallinta ja hoitaminen	13
3.4	TPM eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito	15
3.5	RCM eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito	16
3.6	Asset Management ja Six Sigma	17
3.7	Kunnossapitostrategia	19
3.8	Kunnossapito ja tekoäly.....	20
4	KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄT (CMMS).....	22
4.1	Yleistä	22
4.2	NOVI BY PINJA -järjestelmä	22
4.2.1	Käyttöliittymä	23
4.2.2	Toiminnallisuudet ja mahdollisuudet	23
5	TOTEUTUS	24
5.1	Lähtötilanne	24
5.2	Määritykset.....	24
5.2.1	Laitehierarkia	25
5.2.2	Varaosaluettelo.....	26
5.2.3	Kriittisyysluokittelu.....	27
5.2.4	Ennakkohuollot.....	29
5.3	Käyttöönotto.....	29
5.4	Koulutus ja sitouttaminen	30
5.5	Jatkotoimenpiteet	31
6	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	32
7	POHDINTA	34
	LÄHTEET.....	36

KUVALUETTELO

KUVA 1. Standardin SFS-EN 13306 mukaiset kunnossapitolajit	10
KUVA 2. PSK 6201 -standardin mukaiset kunnossapitolajit	11
KUVA 3. Tuotanto-omaisuuden hallinnan jako neljään osa-alueeseen.....	13
KUVA 4. Kunnossapito eli tuotanto-omaisuuden hallinta.....	13
KUVA 5. Kunnossapitostrategian valinnan jako SAMI ja SKF:n mukaan.	19
KUVA 6. PSK 6800 standardin mukainen taulukko.	28

KÄYTETYT LYHENTEET

CMMS	Computerized Maintenance Management System, kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä
CMT	Breakdown Maintenance Time, häiriötoipumisaika
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis, vian vaikutusanalyysi, VVA
MES	Manufacturing Execution System, tuotannonohjausjärjestelmä
PSK	PSK-Standardit (suomalainen teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen kehitysyksikkö)
RCM	Reliability Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito
RTM	Running Time Maintenance, käyttöaikaperusteinen kunnossapito
SaaS	Software as a Service, pilvipalveluna toimiva ohjelmisto
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
SRCM	Streamlined Reliability Centered Maintenance, kevennetty versio luotettavuuskeskeisestä kunnossapidosta
TPM	Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito
TTR	Time To Restoration, häiriötoipumisaika

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Novi by Pinja -käynnissäpidon toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto kahdella eri paikkakunnalla lämpöpuun tuotantoa harjoittavalle Oy Lunawood Ltd.:lle. Toimeksiantajan kokonaisuus käsittää järjestelmän käyttöönoton molemmille tuotantopaikkakunnille, Iisalmeen ja Kaskisiin. Työ on keskeinen projekti laajempaa käynnissäpidon kehittämisprojektia, jossa käynnissäpidon toimintatapaa kehitetään häiriökorjauksesta kohti ehkäisevää ja ennustavaa toimintatapaa.

Kehittämistyön merkitys toimeksiantajalle on huomattava, sillä vain Iisalmen tuotantolaitoksella on ollut aiemmin sähköinen toiminnanohjausjärjestelmä käynnissäpito-organisaatiolla. Aiemmin käytössä ollut järjestelmä ei vastannut enää tarpeisiin eikä järjestelmän käytettävyys ollut positiivinen kokemus. Kaskisissa vastaavaa järjestelmää ei ole ollut, joten järjestelmän tuoma kehitys on huomattavaa käyttöönotosta alkaen. Käynnissäpidon toiminnanohjausjärjestelmä on keskeinen työkalu päivittäisjohtamisessa käynnissäpito-organisaatiossa, sillä järjestelmän kautta ilmoitetaan työpöynnöistä, kuitataan ne tehdyiksi ja suunnitellaan ja toteutetaan ennakkohuoltosuunnitelmia osana laajempaa käynnissäpitostrategiaa.

Työn sisältöön on kuulunut joitakin osa-alueita, joiden tuloksia ei voida tähän julkisesti esitettävään versioon esittää visuaalisesti tietojen liiketoiminnallisen merkityksellisyyden takia. Raportissa olevat kappaleet toteutuksesta sekä vankka teoriaosuus antavat kuitenkin hyvän lähtökohdan hyödyntää tätä aineistoa tukena myös muissa vastaavissa projekteissa. Seuraavassa kappaleessa on käsitelty tiivistetysti osa terminologiaa, joka on vahvasti esillä läpi tämän raportin.

1.1 Kunnossapito - käynnissäpito

Käynnissäpito on kunnossapitoa, jossa koneen käyttäjä osallistuu laitteen kunnossapitotoimiin osana muuta työnkuvaansa. Käyttäjälähtöinen kunnossapito on yksi keskeinen ajatus kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon (TPM) periaatteista, toteaa Järviö & Lehtiö (2017, 150). Osana tämän opinnäytetyön toimeksiantajan toimintaympäristön laajempaa strategiaa, puhutaan lähtökohtaisesti käynnissäpidosta kunnossapidon sijaan, joten tämän työn toteutusta koskevissa luvuissa puhutaan käynnissäpidosta tarkoittaessa perinteistä kunnossapidon roolia ja asemaa.

2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

2.1 Oy Lunawood Ltd

Lämpökäsittelyn puun vahvaa kasvua kansainvälisiltä markkinoilta omaava Oy Lunawood Ltd. toimii Lahden pääkonttorin lisäksi kahdella tuotantopaikkakunnalla, Iisalmessa ja Kaskisissa. Yritys työllistää näillä paikkakunnilla sekä vientimarkkinoilla yhteensä noin 145 alan ammattilaista. Yrityksen liikevaihto on ollut vuosina 2021–2022 noin 75 miljoonaa euroa, kuitenkin kasvaen viimeisinä tilikautina. Oy Lunawood Ltd. on perustettu Aulis ja Olavi Kärkkäisen toimesta vuonna 1986. Yritys aloitti lämpökäsittelyn puun tuotannon vuonna 2001. Kärkkäisen veljekset loivat Lunawood -brändin ennen eläkkeelle siirtymistään vuonna 2010. Yritysmyyntin jälkeen Oy Lunawood Ltd.:n pääomistajat ovat olleet sijoitusyhtiöitä, ja heidän tukemana Oy Lunawood Ltd. on investoinut voimakkaasti liiketoimintaansa ja hakee yhä vahvempaa osaa lämpöpuun maailmanmarkkinoista. (Lunawood; julkaisuaika tuntematon; Lunawood, 2024.)

2.2 Iisalmen tuotantolaitos

Iisalmen tuotantoyksikkö on tehtaista suurempi, vuosittaisen 90 000 kuution tuotantokapasiteetin omaava ja noin 70 henkilön voimin toimiva yksikkö. Iisalmen tehtaalla työskentelee käynnissäpito-organisaatio, jota johtaa käynnissäpidon työnjohtaja. Käynnissäpito-organisaatiossa työskentelee sähkö- ja mekaaninen käynnissäpitoryhmä, joiden mukaan tehtäviä töitä suunnitellaan ja jaotellaan. Tämän käynnissäpito-organisaation lisäksi tehtaalla käytetään kiireellisempinä seisokkiaikoina sekä työntekijäresurssien käydessä alimitoitetuksi ulkopuolista kohdennettua työvoimaa. Iisalmen tehdas on kokenut viimeisen kymmenen vuoden aikana mittavia investointeja yhä varmempaa ja pitkälle tulevaisuuteen palvelevaa, puhtaammin tuotettua tuotantokapasiteettia. On siis luontevaa käynnissäpidon varmistamiseksi tehdä myös käynnissäpitostrategia ja sen vaatimia toimenpiteitä, joilla käynnissäpitoa toimintaa muutetaan ehkäisevään suuntaan. (Lunawood, julkaisuaika tuntematon; Lunawood, 2024.)

2.3 Kaskisten tuotantolaitos

Kaskisten tehdas on ollut Oy Lunawood Ltd.:n omistuksessa vuodesta 2016. Tuotantokapasiteetti on noin 70 000 kuutiota vuodessa, ja tuotantoyksikössä työskentelee noin 25 henkilöä. Kaskisissa käsitellään myös kuusta, jota ei Iisalmen tuotannossa käsitellä. Tuotannon esimies työskentelee Kaskisissa myös kunnossapidon päivittäisjohtamisen ja koordinoinnin parissa. Varsinaista käynnissäpito-organisaatiota ei ole, mutta ulkoistettua työvoimaa käytetään tarpeen vaatiessa. Käynnissäpityöt ovat vaativuudesta ja laajuudesta riippuen suoritettu myös operaattorien toimesta, ja tähän osaltaan on pyritty rutiininomaisten toimien kanssa. Novi -järjestelmää ei tulla nykyisten arvioiden mukaan hyödyntämään ulkopuolelta tilatun työvoiman koordinoinnissa, vaan ainoastaan talon sisällä hyödynnettäväksi. (Lunawood, julkaisuaika tuntematon; Lunawood, 2024.)

3 KUNNOSSAPIDON PERUSTEITA

3.1 Kunnossapito ja kunnossapidon sukupolvet

Kunnossapito määritellään standardissa PSK 6201:2011 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.”

Lisäksi yhä yleisemmin käytettävä termi ”käynnissäpito” määritellään edellä mainitussa standardissa (PSK 6201:2011) seuraavasti:

”Käytön lisäksi käyttöhenkilöstön tehtäviin voi sisältyä kohteen käyttökuntoon liittyviä tehtäviä kuten puhdistukset, voitelu, asetukset, tuotantokoneiden korjauksia sekä kunnonvalvontaa ja tuotantokyvyn seuranta.”

Kunnossapidon keskeiseen vaikutukseen yrityksen toiminnoissa on herätty vasta viime vuosikymmeninä teollisuuden historiassa. Kunnossapito onkin muuttumassa kohti tuotanto-omaisuuden hallintaa, jota terminä käsitellään myöhemmin. Kunnossapito on kehittynyt viime vuosikymmeninä voimakkaasti ja onkin luopunut tavasta olla vain korjaava toimi. Kunnossapidon historiassa tunnetaan neljä sukupolvea, ja kehityksen vauhti on vain kiihtymään päin. Nämä neljä sukupolvea ovat tiivistettynä esitetty seuraavissa kappaleissa.

Ensimmäinen sukupolvi oli käynnistyneen teollisuuden tarpeisiin vastaavaa toimintaa, jolle tyypillistä oli vikojen ajaminen koneista ulos. Ensimmäistä sukupolvea voidaan ajatella kestäneen noin 1950-lukuun asti. Ennakoiva kunnossapito oli vähäistä, laitteet yksinkertaisia ja valmistettu suurilla varmuuskertoimilla, jolloin keskeinen vikaantumismekanismi oli ajasta riippuva vikaantuminen. Vian määrittäminen ja tulkinta olivat yksinkertaisia toimenpiteitä, ja laitteille sallittiin seisokkiajat eli vähäinen integraatioaste. Laitteiden kunnossapidon vaatima osaamistaso oli alhainen. (Järviö & Lehtiö 2017, 21; Järviö 2000, 17; Vouti 2018, 3.)

Toinen sukupolvi käynnistyi toisen maailmansodan aikoihin, kun teollisuus valmisti kiivaasti sotatalouden tarpeisiin tarvikkeita. Tilannetta vaikeutti maailmantilanne, kun kokeneet käyttäjät joutuivat rintamalle ja koneiden käyttäjiksi otettiin kokemattomia henkilöitä kotirintamalta. Kasvaviin tuotantomäärien tarpeisiin vastattiin automaatiota lisäämällä sekä tuotantoketjujen muodostamisella koneita yhdistelemällä. Toiminnasta aiheutui haasteita, jonka seurauksena näihin aikoihin käynnistyi useita laatuhankeita, joiden tavoitteena oli laadun tasaaminen henkilöstön vaihtuvuudesta ja osaamistasosta huolimatta. Kiristynyt kilpailu edellytti koneiden käytön tehokkuutta kannattavuuden ylläpitämiseksi. (Järviö & Lehtiö 2017, 22; Järviö 2000, 17; Vouti 2018, 3.)

Yhä monimutkaistuvat koneet toivat toiseen sukupolveen uuden vikaantumismekanismiin, joka oli aikariippuvainen, ja sisälsi niin kutsuttuja lastentauteja. Samalla kunnossapidon vaatimat resurssit kasvoivat koneiden monimutkaistuessa. Tästä jalostui ehkäisevä kunnossapito, joka käsitti aluksi lähinnä jaksotettua huoltoa. Lisääntynyt kunnossapito ja sen vaatimien resurssien ja kustannusten nousu käynnistivät kunnossapidon suunnittelun ja johtamisen, jolla pyrittiin hallitsemaan kustannuksia ja lisäämään koneiden luotettavuutta. (Järviö & Lehtiö 2017, 22; Nyholm 2021.)

1970-luvun alussa kunnossapidossa alkoi kolmas sukupolvi. Muutoksen syinä olivat amerikkalaisten avaruusprojektien ja innovaatioiden jalkautuminen teollisuuteen. Tutkimukset loivat uusia työkaluja, uusia lähestymistapoja ja tekniikoita. Käyttövarmuusvaatimukset asetettiin uudelle tasolle, joka ei ollut ennestään käytössä. (Järviö & Lehtiö 2017, 22; Järviö 2000, 17; Vouti 2018, 3.)

Tehokkuus ja luotettavuuden merkitys jatkoi kasvamistaan, sillä monimutkaistuvat koneet ja lisääntynyt automaatio osaamisvaatimuksineen aiheuttivat liiketoiminnan kannattavuuden lisääntyvää riippuvuutta aiemmin mainittuihin. Häiriöseisokkien kustannukset olivat korkeammat kuin vikaantumisen välttämisen kustannukset. Kyvystä hallita uusinta teknologiaa ja sen hyödyntämistä muodostui keskeinen menestystekijä. (Järviö & Lehtiö 2017, 22; Vouti 2018, 3.)

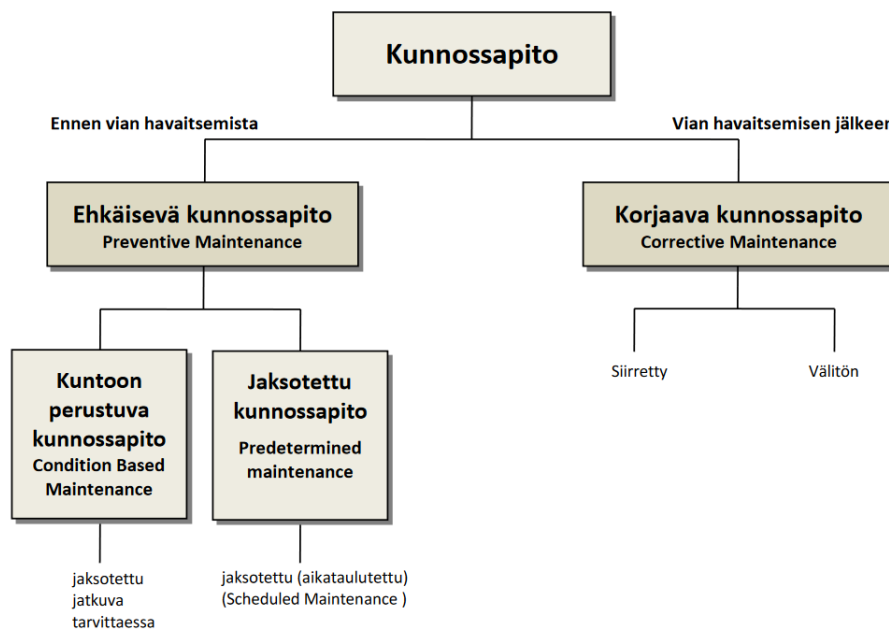
Japanista lähtöisin olevan JIT-toimintamallin rooli kasvoi. Puskurivarastojen kustannuksien takia koneiden luotettavuus haluttiin tasolle, jossa puskurivarastointi ei ole tarpeellista. Samalla tuotanto-omaisuuteen sijoitettiin lisää pääomaa, sillä mitä tehokkaampaa käyttö oli, sitä vähemmän tarvittiin pääomaa. Samalla tuotto kasvoi. (Järviö & Lehtiö 2017, 22; Vouti 2018, 3.)

Koneisiin aiheutuvien vikojen analysointi olivat aiemmin muodostuneet ajatukselle, että vikaantuminen on yhteydessä käytönaikaiseen rasitukseen ja sen määrään. Ajatus syntyi aikana, jolloin koneet koostuivat yksinkertaisista mekaanisista osista. Lähtökohta oli vanhentunut, sillä nykyään valmistusmateriaalit, -menetelmät ja koneissa käytettävät teknologiat ovat kehittyneet ja monimutkaistuneet. Näistä uudempien teknologioiden käytöstä on seurannut uusia vikaantumismekanismia, joissa keskeisintä on riippumattomuus ajasta ja käytön määrästä. (Järviö & Lehtiö 2017, 22–23; Vouti 2018, 3.)

Neljäs sukupolvi alkoi 1990-luvulla, jolloin koettiin mikroelektroniikan ja IT-teknologioiden läpimurto. Neljännen sukupolven keskeisiin ajatuksiin voidaan lukea tuotantokoneiden kasvanut hankintahinta, sillä koneet sisältävät yhä enemmän lisääntynyttä automaatiota sekä valmistusprosessien integraatioita. Seurauksena tästä on puutekustannukset muodostavat suuremman osuuden kuin kunnossapito ja korjauskustannukset. Keskeinen osa tätä sukupolvea ovat nousseet osaamisvaatimukset, sillä monia erilaisia teknologioita käyttävät tuotantovälineet vaativat enemmän osaamista ja ymmärrystä kunnossapitäjiltä. Toisaalta lisääntyvä teknologia tuo paljon mahdollisuuksia esimerkiksi ennustavan kunnossapidon saralle, sillä kunnossapidossa voidaan hyödyntää yhä laajemmin erilaisia muutoksia havainnoivia menetelmiä. Tämän seurauksena viat voidaan havainnoida paljon ennen osan rikkoutumista, jolloin tuotantokatkos saadaan suunnitelluksi ja tarvittavat varaosat hankittua. Neljännen sukupolven ajattelumalli kaartuu yhä suuntaan, jossa kunnossapito ymmärretään tuotanto-omaisuuden hallintana ja keskeisenä kannattavuuden pilarina. (Järviö & Lehtiö 2017, 24; Vouti 2018, 3.)

3.2 Kunnossapitolajit

Standardissa SFS-EN 13306:2017 kunnossapitolajit määritellään vian havaitsemisen suhteen alla esitetyn kuvan (KUVA 1) Vuoti (2018, 3.). Näiden kunnossapitolajien lisäksi edellä mainittu standardi määrittelee ennakoivan kunnossapidon ja etä-, lähi-, käyttäjä- sekä käynninaikaisen kunnossapidon. (SFS-EN 13306:2017, 15)



KUVA 1. Standardin SFS-EN 13306 mukaiset kunnossapitolajit. (Vuoti, 2018, 3.)

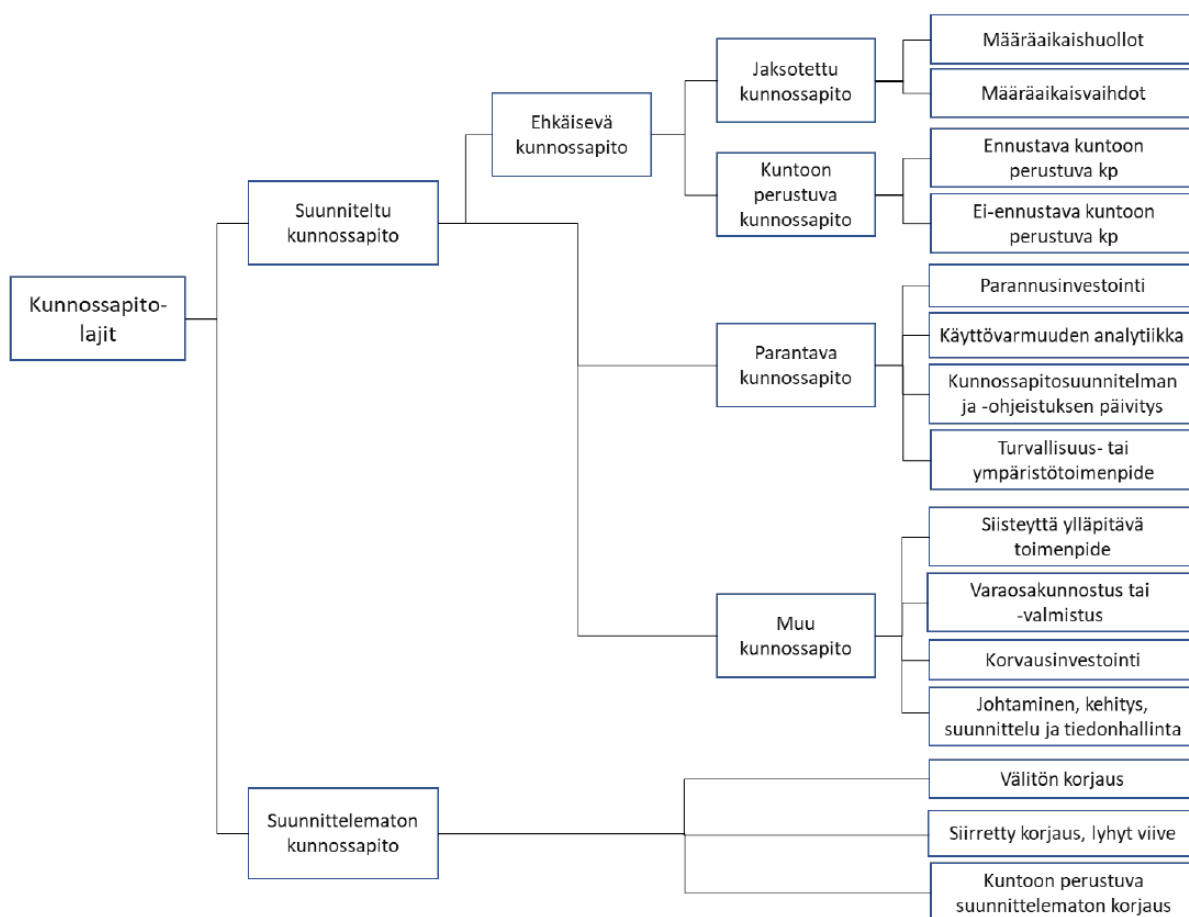
Ehkäisevä kunnossapito kattaa toimenpiteet, joilla pyritään ehkäisemään vian syntyminen ja vian aiheuttaman kohteen toiminnan menetys. Ehkäisevää kunnossapitoa suoritetaan siis ennakoivasti ennen kuin vika pysäyttää halutun toiminnon. Tämän kunnossapitolajin tavoite on vähentää häiriöstä johtuvia seisokkeja, ja siten esimerkiksi tuotannon menetyksiä. Ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteitä suoritetaan säännöllisin välein, asetetun kriteerin tai kriteerien täytyessä. Ehkäisevä kunnossapito jaetaan yllä olevan kuvan (KUVA 2) mukaisesti vielä kuntoon perustuvaan sekä jaksotettuun kunnossapitoon. (Mikkonen 2009, 98–99; Vuoti, 2018, 3).

Kohteen suorituskykyä tai suorituskyvyn parametrejä seurataan kuntoon perustuvassa kunnossapidossa. Tällöin tuloksia edellä mainituista seurataan ja analysoidaan toimenpiteiden määrittämiseksi. Näitä toimenpiteitä suoritetaan analysoinnin mukaisesti jaksotetusti, jatkuvasti tai tarvittaessa. Toinen haara ehkäisevän kunnossapidon alla on jaksotettu kunnossapito. Jaksotettua kunnossapitoa jaotellaan kahteen luokkaan, joista ensimmäinen on ennalta määrätty kunnossapito (Predetermined Maintenance). Tämä kuvaa kunnossapitoa, jossa toimenpiteiden jaksottaminen pohjautuu tavanomaisiin ajanjaksoihin tai käytön määriin. Huomioitavana asiana edellä mainitussa on toimenpiteiden toteuttaminen ilman edeltäväsuoritettavaa kunnan tarkastamista. Toista luokkaa kutsutaan nimellä aikataulutettu kunnossapito (Scheduled Maintenance), jossa vastaavasti toimenpiteiden jaksottaminen pohjautuu tavanomaiseen aikatauluun tai käytön/käyttökertojen määrään. (Mikkonen 2009, 98–99; Vuoti 2018, 7).

Toinen yllä mainitun standardin (SFS-EN 13306) mukainen kunnossapitolajien päähaara on korjaava kunnossapito. Tämä laji koskee nimensä mukaisesti tilannetta, jossa vika on jo havaittu. Tällöin sitä ei voida enää ehkäistä, vaan kohde palautetaan toimintakuntoon joko välittömästi tai siirretyn ajan- kohdan mukaisesti. Siirretty toimenpide tulee kysymykseen silloin, jos kohteen kriittisyys ei ole merkittävä, jolloin vikaantumisen vaikutukset jäävät vähäisiksi. Alhaisemman kriittisyyden vian aiheuttamat toimenpiteet voidaan tällaisessa tilanteessa suorittaa esimerkiksi seuraavan seisokin aikana. Välittömästi tehtävä toimenpide on tarpeen kohteen aiheuttaessa menetettyä pääomaa, vaaraa ihmisille, ympäristölle tai on muilla tavoin kriittinen. (Mikkonen 2009, 98–99).

Teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen puolueeton toimija standardisoinnin saralla on PSK Standardisointi. Heidän toimintansa tähtää tukemaan jäsenyritystensä liiketoimintaa kotimaassa ja ulkomailla standardisoinnin ja koulutusten avulla. Jäsenyritysten yhteinen liikevaihto liikkuu noin 120 miljardissa eurossa vuonna 2023, mikä kuvaa PSK:n toiminnan laajuutta. Seuraavassa kappaleessa käsitellään PSK:n laatimia kunnossapitolajeja. (PSK 2024.)

Standardissa PSK 6201 (4. painos, 2022-05-11) eritellään kattavasti eri kunnossapitolajit.



KUVA 2: PSK 6201 -standardin mukaiset kunnossapitolajit. (PSK 6201, 2022, 40).

PSK 6201 mukainen ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan kohteen käyttöominaisuuksia ylläpitäviä toimenpiteitä. Keskeinen tavoite on palauttaa heikentyvä suorituskyky ennen vian syntymistä ennalleen tai estetään vaurioiden syntyminen. Ehkäisevää kunnossapitoa suoritetaan jaksotetusti haluttujen parametrien pohjalta, joita voivat olla tuotantomäärä, käyttötunnit, kalenterijankokhta tai muu määritelty arvo.

Ehkäisevä kunnossapito eritellään jaksotettuun ja kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Näistä ensimmäinen tunnetaan huolto -käsitteenä, jossa toteutetaan määräaikaishuollon kaltaisia toimenpiteitä sekä kohteen tarkastelua. Toinen laji ehkäisevän kunnossapidon alla on kuntoon perustuva kunnossapito. Tämän laji jaetaan edelleen ennustettavaan ja ei-ennustettavaan kunnossapitoon. Ennustavassa kunnossapidossa kohteen kuntoa arvioidaan samaan tapaan kuin SFS-EN 13306 mukaisessa ennustavassa kunnossapidossa, erilaisin analysointimenetelmin. Kunnonvalvonnan, aistinvaraisesti ja tarkastustoimenpiteillä havaittujen vikojen aiheuttamia korjaustoimenpiteitä kutsutaan kuntoon perustuvaksi kunnossapidoksi. (PSK 6201, 2022, 13; Vuoti 2018, 3; Mikkonen 2009, 97.)

Merkittävä kunnossapitolaji on parantava kunnossapito, joka luokitellaan edelleen neljään alakategoriaan. Parantava kunnossapito kattaa toimenpiteet, jossa kohteen rakennetta ja teknisiä ominaisuuksia muokataan kohti parempaa luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä. Kohteen varsinaista toimintoa ei muuteta parantavassa kunnossapidossa. (PSK 6201, 2022, 32–33.)

Suunnitellun kunnossapidon alakategorioista viimeinen alalaji aiemmin mainitun standardin (PSK 6201, 2022, 33) mukaan on muu kunnossapito. Tähän kunnossapitolajiin sisällytetään vielä neljä alalajia, jotka on eritelty edellisen sivun kuvan (KUVA 2) mukaan. Huomioitavana lajina esimerkiksi siisteyttä ylläpitävät toimenpiteet, jolloin useissa yrityksissä käytössä oleva 5S-metodi tukee tätä kunnossapitolajia (Järviö & Lehtiö 2017, 119–122).

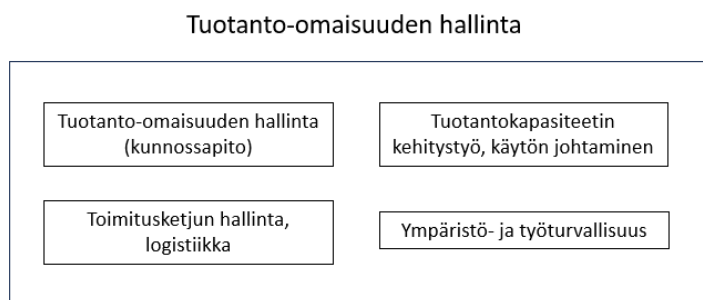
Aiemmin tässä esitetyt kunnossapitolajit PSK 6201 standardin mukaisesti ovat olleet suunnitellun kunnossapidon alakategorioita. Suunnitellun kunnossapidon vaihtoehtoinen laji edellä mainitun standardin mukaisesti on suunnittelematon kunnossapito, josta kunnossapidon alalla haluttaisiin eroon sen ennustamattomuuden takia. Suunnittelematon kunnossapito jaetaan edelleen välittömään ja siirrettyyn sekä kuntoon perustuvaan, suunnittelemattomaan korjaukseen. Siirretyn korjauksen edellytykset ovat vastaavanlaiset kuin SFS-EN 13306 mukaan, jossa kohteella on oltava pienet haittavai-
kutukset vikaantuessaan, jotta korjausta voidaan siirtää. (PSK 6201, 2022, 41–42.)

3.3 Tuotanto-omaisuuden hallinta ja hoitaminen

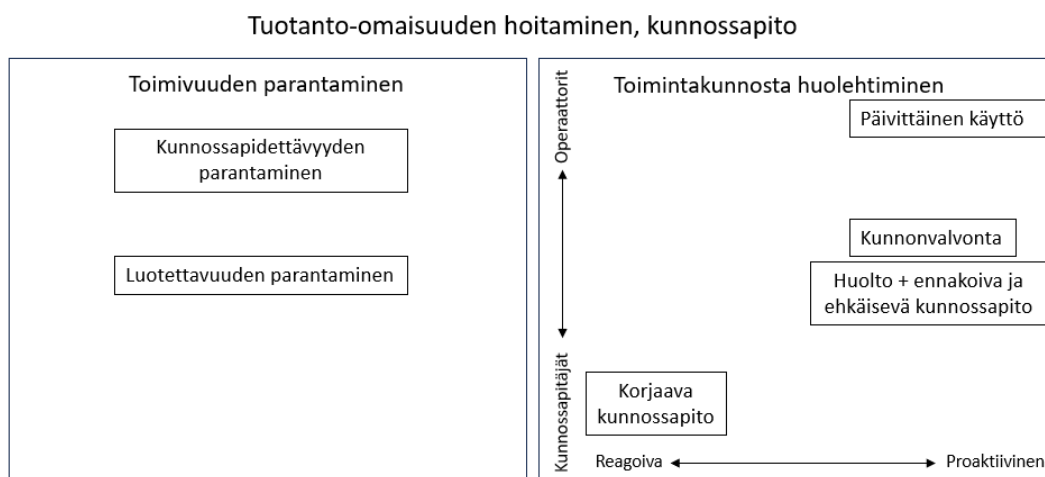
Yritys, jonka liiketoiminta rakentuu tuotteiden tuotantoon, on investoitava niiden tuottamiseen resursseja, joista voidaan käyttää nimitystä tuotanto-omaisuus. Koneet, laitteet, kiinteistöt ja tontit lukeutuvat tuotanto-omaisuuteen, ja niitä saadakseen tulee tehdä investointeja. Yrityksen kyky hallita ja käyttää tätä omaisuutta on suorassa yhteydessä tehokkuuteen valmistusmäärissä ja -kustannuksissa. Käytön aikainen tehokkuus on siis suorassa yhteydessä investoinnin tuottoon ja niveltyy myös yrityksen kannattavuuteen. (Järviö & Lehtiö 2017, 14.)

Liiketoiminnan kannalta on oleellista, että tuotanto-omaisuus on mitoitettu sopivaksi. Ylimoitettut koneet lisäävät kustannuksia toimiessaan vajaalla käytöllä, ja siten syö kannattavuutta optimaalisesti valittuihin koneisiin verrattuna. Optimaalinen mitoitus takaa investoinnille maksimaalisen tuoton, mutta sen edellytys on myös oikein toimiva käytönaikainen omaisuuden hoitaminen. Toiminnan hallittavuus, eli toiminnan luotettavuus edellyttää intressien ymmärtämistä, mutta on arvokasta kireässä markkinatilanteessa. Toiminnan on oltava ennakoitavaa ja luotettavaa, jotta valmistusprosessi tuottaa määrätyn laadun mukaisia tuotteita halutussa aikamäärässä. (Järviö & Lehtiö 2017, 14.)

Tuotanto-omaisuuden hallinnan päätavoitteita on esitetty neljän kohdan mukaan, joiden näkökulma peilaa teollisuuden tarpeista. Nämä on esitetty alla olevassa kuvassa (KUVA 3). Tuotanto-omaisuuden hallinnan tehokkuus riippuu oikea käyttötapa, vikaantumisen hallinta, huolto ja kunnossapidon eri lajit. Näiden tekijöiden jakoa on esitetty kuvassa 4 (KUVA 4). (Järviö & Lehtiö 2017, 14.)



KUVA 3: Tuotanto-omaisuuden hallinnan jako neljään osa-alueeseen. (Mukaillen Järviö & Lehtiö 2017, 15.)



KUVA 4: Kunnossapito eli tuotanto-omaisuuden hallinta. (Mukaillen Järviö & Lehtiö 2017, 15.)

Edellisen sivun kuvassa (KUVA 4) huomataan toimintakunnosta huolehtimisen alueella muista erillinen korvaavan kunnossapidon positio. Tämä kunnossapidon laji on kaukana proaktiivisesta toiminnasta, ja siten haastavaa johdettavaa. Proaktiivinen toiminta on johdettavissa suunnitelmallisesti ja aikataulutettavissa, toisin kuin korjaava kunnossapito, jota suoritetaan välittömästi tai siirretysti mahdollisuuksien mukaan. Kustannuksiltaan vaikeasti johdettava korjaava kunnossapito on jopa yli kymmenkertainen verrattuna proaktiivisuuteen pohjautuva tuotanto-omaisuuden hoitaminen. (Järviö & Lehtiö 2017, 14–15.)

Suomessa voimassa olevissa standardeissa ei ole määritelty käsitettä tuotanto-omaisuuden hallinta (Asset Management). Tuotanto-omaisuuden hoitaminen on yksi osa tätä aiemmin mainittua käsitettä, kuten aiemmin kuvassa hahmoteltiin (KUVA 4). Vaikka käsitteelle ei löydy virallista määrittelyä, on se kuitenkin kattava termi, sillä se huomioi kaikkien tuotantoprosesseihin osallistuvien henkilöiden roolia tuotannon luotettavuuden ylläpitämiseksi. Käytännössä tämä tarkoittaa koneiden ja laitteiden toimintakunnosta huolehtimista. (Järviö & Lehtiö 2017, 30.)

Asset Management -käsite ei ainoastaan tarkoita tuotanto-omaisuudesta huolehtimista, vaan myös tuotantolaitoksen säätötehoa niin, että suhdanteiden vaihdellessa optimoidaan käyttökustannuksia. Tehokkuutta maksimoidaan talouden vetäessä, mutta taantumassa tehokkuutta voidaan minimoida, jolla on suora vaikutus kustannusten hillintään. (Järviö & Lehtiö 2017, 30.)

Yhä vieläkin valmistus- ja tuotantoprosessien hallinnassa asuu sitkeästi jako, jossa operaattorit (käyttäjät), ovat eri henkilöitä kuin koneiden kunnosta huolehtivat henkilöt (kunnossapitäjät). Tämä jako on vanhanaikainen, ja sen huomasivat japanilaiset jo vuosikymmeniä sitten. Perinteinen jako käyttäjiin ja korjaajiin synnytti tilanteen, jossa molemmat alkavat työskentelemään omien intressiensä edistämiseen. Tehokkaampi toimintatapa olisi, jos käyttäjät tuntiessaan koneensa käyttävät niitä mahdollisimman tehokkaasti ja samalla seuraavat toimintakunnosta kieliviä merkkejä. Näin ol- len vikaantumisen sattuessa yhteistyössä kunnossapitäjien kanssa laite saadaan takaisin toimintakuntoon tehokkaasti. Tapaa, jossa käyttäjät osaltaan huolehtivat kunnossapidosta käytön lisäksi, kutsutaan käynnissäpidoksi. Tämä edellyttää käyttäjien sitouttamista ja heiltä ymmärrystä oman työn merkittävyydestä, mutta on toteutuessaan keskeinen ajatus myös TPM:n (Total Productive Maintenance) toteuttamisessa. Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito (TPM) esitellään laajemmin omassa kappaleessaan. (PSK 6201:2011, 3; Ailama 2014, 22; Järviö & Lehtiö 2017, 30.)

3.4 TPM eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

1970-luvun Japanissa kehittynyt kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa tarkoittava TPM, eli Total Productive Maintenance -filosofia rakentuu ajatukselle kehittää optimaaliset olosuhteet tuotannolle ja ylläpitää ne. Mallin ajatus pohjautuu J.M. Juranin toteamukselle, jossa luotettavuus heikkenee silloin, kun toimintaolosuhteet muuttuvat heikompaan suuntaan. Tällöin luotettavuuden ja siihen yhteydessä oleva tuottavuus edellyttää edellä mainittujen olosuhteiden parantumista. TPM-filosofia on maailmanlaajuisesti tunnettu ja usein teollisuuden kunnossapitostrategian peruspilarina käytetty. (Ailama 2014, 22–23; Järviö & Lehtiö 2017, 30.)

TPM:n keskeisiksi tavoitteiksi käydään tässä kappaleessa läpi. Ensimmäinen tavoite on kokonaistehokkuuden maksimointi huomioimalla aika, teho ja laatu kertoimet. TPM pyrkii luomaan toiminnallaan koko koneen eliniän kattava kunnossapito-ohjelman. Ilmapiirin parantamiseen ja hierarkioiden madaltamiseen pyritään myös henkilöiden ja osastojen sitouttamistoiminnalla, mitkä kuuluvat koneen käyttöön tai kunnossapitoon. Tämä tähtää käyttäjälähtöiseen kunnossapitoajatteluun, jossa käyttäjät toiminnan lähtökohtana ajattelevat käyttävänsä omaa konetta, jolloin myös kunnossapito nousee käyttäjien intresseihin. Menetelmässä siirretään kunnossapidon suunnittelu ja toteutus niille ryhmille, joiden työtehtäviin kone liittyy. Sitouttaminen ja hyvän ilmapiirin korostaminen ei jää ainoastaan käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön välille, vaan koskettaa koko organisaatiota. (Ailama 2014, 22–23; Järviö & Lehtiö 2017, 30.)

Edellä mainittujen lisäksi TPM-metodissa on kolme tunnettua erityispiirrettä. Ensimmäiseen kohtaan luetellaan TPM:n sisältämiä menetelmiä tiedonkeruuseen, analysointiin, prosessin ohjaukseen sekä ongelmien ratkaisuihin. Näillä työkaluilla pyritään parantamaan laitteen tehokkuutta. Toinen kohta korostaa sitouttamista ja ilmapiirin merkitystä. Näin ollen kannustetaan käyttäjien ja kunnossapitajien yhteistyön merkitystä ja tasavertaista kohtelua. Metodi antaa toimintoja suunnittelun, tuotannonohjauksen, laatuosaston ja ostotoiminnan työkaluiksi, unohtamatta johtoa ja valvontaa. Viimeinen erityispiirteistä on jatkuvan laiteparannusten edistäminen. Tämän lisäksi TPM:n metodeille on laajaa käyttöä standardoinnissa, ongelmien ratkaisussa, visuaalisessa johtamisessa ja työpaikkojen organisoinnissa. (Ailama 2014, 22–23; Järviö & Lehtiö 2017, 150.)

Kunnossapidon kustannuksien ja hyötyjen arviointiin sisältyy iso haaste. Kunnossapidon kustannuksia on helppo mitata käytettyjen tuntien, materiaalin, alihankintatyön, eurojen ynnä muiden avulla. Kustannusten ja hyötyjen rinnastaminen kunnossapitotyöhön on haastavampaa arvioida. Suurten tuotannon seisokkien menetykset ovat helpommin laskettavissa kuin pienten katkosten. Rajoitetun tuotannonopeuden, joutokäynnin, tuotannon käynnistystappioiden ja laatuhävikin kustannukset ovat usein vain arvioita, koska tarkkuutta näihin on haastavaa saada. Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon avulla parannetaan kokonaistehokkuutta luotettavuuden kehittämällä. Toimintatavan tavoitteena on myös todellisten kustannusten ja hyötyjen arvioinnin helpottuminen samalla kun vähennetään vaikeasti mitattavia häviöitä. (Järviö & Lehtiö 2017, 30.)

TPM-kehitysohjelman käynnistäminen on pitkäjänteisyyttä vaativa laaja prosessi. Vaikka kehitysohjelma kestää vuosia, on jo muutaman kuukauden jälkeen mitattavissa edistymistä pilot-projekteissa.

Edistyminen koskee lähinnä tehokkuuden lisääntyminen ja kustannussäästöt. Koko yritykseltä edistyminen vaatii enemmän aikaa, mutta onnistuu, mikäli sitoutuminen näkyy läpi henkilöstötasojen. (Järviö & Lehtiö 2017, 150.)

3.5 RCM eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Keskeinen ongelma kunnossapidon suunnittelussa on ollut suunnitteluun käytettävien työkalujen tehostomuus ja menetelmien puute. Tästä seuraa usein tilanne, jossa kunnossapito-ohjelmat luodaan omien kokemusten sekä valmistajien manuaalien perusteella. Tästä seuraa tilanne, jossa ehkäisevää kunnossapitoa saatetaan tehdä liikaa ja sitä kohdistetaan väärin paikkoihin. Tästä seuraa ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun ongelmallisuus, joka tunnetaankin yhtenä kunnossapidon perusongelmista. Seuraavassa kappaleessa käydään läpi tyypillisiä ongelmakohtia ehkäisevän kunnossapidon saralla. (Järviö 2000, 20–21; Järviö & Lehtiö 2017, 163.)

Ensimmäinen ongelmakohta, joka esiintyy laajasti, on toimintakunnon analysoimiseksi avattavat ja purettavat toimivat komponentit. Tarpeettomilla avauskerroilla nostetaan vikaantumisen todennäköisyyttä, kun parhaimmillaan toimintakunto voidaan analysoida laitteen ollessa toiminnassa. Toinen ongelmakohta on kunnossapidon kohdistamattomuus. Kunnossapitoon kohdistetut taloudelliset resurssit tulisi analysoida, jotta toimenpiteet kohdistuvat oikeisiin paikkoihin. Usein yrityksissä kunnossapidon eurot jaetaan ilman selkeää analyysia ja tuottovaatimuksia. Tällainen toimintatapa on kustannuksiltaan arvokas eikä luotettavuus tuotantolaitoksessa välttämättä parane. Viimeiset kaksi tyypillistä ongelmakohtaa liittyy toimintatapoihin ja käytössä oleviin työkaluihin. Toimintatapojen ja suunnittelun tukena olevien työkalujen puute. Ilman syväluotaavaa suunnitelmallisuutta ei voida varmistua toiminnan kannattavuudesta ja oikeellisuudesta. Analysointiin on oltava keskeiset apuvälineet niiden toteuttamiseksi. Toinen toimintatapoihin liittyvä ongelma on niiden vanhentuminen. Onko kunnossapidon ohjeet ja toimintatavat päivitetty samaan aikaan, kun tuotantolinjaan, valmistusmääriin tai muuhun toimintaan tehtiin muutoksia? Ovatko toimenpiteet ajantasaisia? (Järviö 2000, 20–21; Järviö & Lehtiö 2017, 163.)

Kunnossapito-ohjelman kehitys ja luonti on keskeisin työkalu, jonka RCM (Reliability Centered Maintenance) eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito -toimintamalli tarjoaa. Keskeisin vaatimus toimintamallin toteutukselle on tuntee kohteen prosessien kulku ja koneet siten, että jokaisen komponentin kohdalla valitaan kullekin sopiva kunnossapidon strategia. Nykyisin on tarjolla työkaluja, joilla voidaan kohteen kriittisyys arvioida ja siten valita sopiva lähestymiskulma. Kun halutun kohteelle suoritetaan kriittisyysluokittelua, arvioidaan kohteen vikaantumisen vaikutuksia eri tekijöihin, korjaamiseen tarvittavien resurssien saatavuutta ja kohteen kriittisyyttä liiketoiminnalle. Näiden tuloksena saadaan hajontaa sisältävät riskiluvut, joiden perusteella voidaan kohdentaa resursseja. Tässä vaiheessa tulee myös selvittää, mitä erilaisia kunnossapitomenetelmiä voidaan kohteelle hyödyntää ja niiden käyttämisen perusteluja. Näiden pohjalta muokataan tai tilanteen mukaan luodaan kunnossapito-ohjelma. RCM-toimintamalli on kehittynyt teollisuudenalalla, jossa vikaantumisen aiheuttamat riskitekijät eivät ole olleet hyväksyttäviä. Tästä seurasi prosesseihin suunniteltu kunnossapito niin, että riskitilanteeseen joutuminen estettiin. Näistä lähtökohdista on saatu menetelmä, joka soveltuu myös tavanomaisen teollisuuden tarpeisiin, sillä RCM-menetelmä korjaa edellä mainitut epäkohdat. (Järviö 2000, 22; Järviö & Lehtiö 2017, 165.)

Selvin ero aiemmassa luvussa esitellyssä kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon (TPM) ja luotettavuuskeskeisen kunnossapidon välillä on lähestymistapojen ero. TPM-metodissa valitaan aloituskohtaksi kunnossapidollisesti haastavin kohde, joka hoidetaan kuntoon. Tämä jälkeen toiseksi haastavin kohde, ja tätä jatketaan, kunnes haluttu taso saavutetaan. RCM-toimintamalli lähestyy tätä niin, että ensin tutkitaan kaikki prosessit läpi, ja näiden kriittisyysarvioiden kautta valitaan kunnossapidon kohde ja tarve. Tämän arvion kautta siirrytään varsinaisen työn pariin. Huolimatta eroista, molemmissa aloitetaan suppeasta lähtötilanteesta, jota laajennetaan työn edetessä. (Järviö & Lehtiö 2017, 165.)

Käytännön toteutusta suunnitellessa tulee huomioida RCM-mallin syväluotaavuus juuri kunnossapitotarpeen ja -tehtävien määrittämiseen. RCM-toimintamalli on siis huomattavasti rajatumpi kokonaisuus TPM-metodiin verrattuna. TPM sisältää työkaluja käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön yhteistyöstä ja sitouttamisesta kunnossapitostrategian toteuttamiseen. Tähän RCM-malli ei vastaa, joten molempien tulokulmien hyödyntäminen on keskeistä kattavan kunnossapidon strategian hahmotelmassa. (Järviö & Lehtiö 2017, 165.)

Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon toteutuksella voidaan saavuttaa parantunut laatu, samalla kun laitteiston käyttöikä pitenee. Kustannustehokkuuden parantuminen, samalla kun kunnossapitotyön kohdistaminen paranee. Kunnossapito- ja käyttöhenkilöstön motivaation sekä yhteistyön kohentuminen. Tuotantolaitokselle tavoitetaan parempi käytettävyys ja toimintavarmuus. Näiden lisäksi turvallisuus- ja ympäristöasiat integroituvat osaksi tavoitteita. Liiketoiminnan kannattavuus paranee edellä mainittujen asioiden kehitystyön myötä, mikä on keskeisin lähtökohta jatkuvuuden ylläpitämiseksi. (Järviö 2000, 149; Järviö & Lehtiö 2017, 167.)

3.6 Asset Management ja Six Sigma

Luvussa 3.3 Tuotanto-omaisuuden hallinta ja hoitaminen sivuttiin Asset Management -termiä liittyessään luvun aiheeseen. Kunnossapidon kontekstissa edellä mainitulla termillä tarkoitetaan tuotanto-omaisuuden hallintaa, ja tuotanto-omaisuuden hoitaminen eli kunnossapito on osa tätä kokonaisuutta. Luotettavuuskeskeinen kunnossapidon lähtökohdista tuotanto-omaisuuden hallinta eroaa siten, että RCM-menetelmä edellyttää syväluotaavaa tuotantolaitteiden analysointia, joka tunnetaan kustannuksiltaan korkeana menetelmänä. On todettu, että 20 % syistä aiheuttaa 80 % vioista. Menetelmät SRCM (Streamlined RCM) sekä Asset Management paneutuvat tämän 20 prosentin analysointiin ja kunnostamiseen. Loput laitteista jätetään vähemmälle huomiolle, sillä niiden vaikutus kustannuksiin on isossa kuvassa marginaalinen. Tässä on hyvä huomioida, että tilannetta tulee tarkkailla, ja mahdollisesti lähtökohtaa muuttaa. (Järviö & Lehtiö, 2017, 128.)

Seuraavaksi käydään läpi tiivistetysti Asset Management -projektin työvaiheet. Syystä, että aiemmin mainittu 20/80 sääntö on todenmukainen, on kunnossapitoa kehitettävä reagoivasta ennakoivaksi (suunnitelluksi). Suunnittelun, raportoinnin, ja toiminnan analysoinnin perusteella saadaan kerättyä dataa, joiden perusteella voidaan analysoida vikaherkimmät laitteet. Tätä ensimmäistä vaihetta voidaan mitata siten, että tutkitaan kuinka suuri osuus kunnossapidon toimenpiteistä, tapahtuu suunnitellusti. Kun määritetty raja-arvo saavutetaan, voidaan siirtyä toiseen vaiheeseen, jossa toimintaa

siirretään reagoivasta ehkäisevään. Tämä toiminta pohjautuu siihen, että ensimmäisen vaiheen ongelmalaitteet muutetaan sellaisiksi, että reagoivan kunnossapidon osuus huomattavasti vähenee. Tämä voidaan määrittellä kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmästä, josta analysoidaan reagoivien toimenpiteiden osuutta kaikista toimenpiteistä. Tästä seuraa kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän nousu merkittävimmäksi työkaluksi. Kolmannessa vaiheessa projektissa toteutetaan myös TPM-metodista tuttu kunnossapito- ja käyttöhenkilöstön sitouttaminen ja yhteistyön merkitys. Tällä kunnossapidon tasolla käyttö ja kunnossapito yhdistyy niin, että käyttöhenkilöstö valvovat ja huoltavat laitteita, raportoivat ja tilaavat kunnossapito-osastolta sekä osallistuvat kunnossapitotoimiin. Neljännen työvaiheen tavoitteena on luotettavuuden parantaminen. Tässä vaiheessa analysoidaan pullonkauloja ja eliminoidaan niitä. Luotettavuuden tavoitteeksi asetetaan 95 % tai enemmän. Koulutus ja koneiden luotettavuuden kehitystyö on keskeisiä tämän vaiheen toimenpiteitä. Viimeisessä ja viidennessä vaiheessa ollaan tilanteessa, jossa markkinoiden vaatimaa tuotannon säätötehoa haetaan kunnossapidon keinoin, eli tuotantokapasiteettia optimoidaan vastaamaan kulloistakin tarvetta. Viimeisen vaiheen tavoittelussa ei jää sijaa johtohenkilöiden ja kunnossapito-organisaation välisille erimielisyyksille. (Järviö & Lehtiö, 2017, 128.)

Laatujohtamisen perusteille ja menetelmiin perustuva Six Sigma sisältää paljon työkaluja, joihin perehtyminen vaatii aikansa. Six Sigma-ohjelmalla tavoitellaan yrityksen virhetoimintojen ja virheellisten tuotteiden minimoimista. Menetelmä tarttuu prosessien ja tuotteiden stabilointiin vaihteluja eliminoidamalla. Toimintaa kuvastavien parametrien vakioituessa riittävän vähäisen hajonnan sisään, prosessi itsessäänkin tasapainottuu. Tästä seuraa laatutason parantuminen. Menetelmän tuloksissa näkyy kaksoisvaikutus, sillä samalla kun yrityksen virhekustannusten määrä laskee, kyky tehdä parempia tuotteita (tehokkuus) lisääntyy. Menetelmä on vaativa, sillä se vaatii runsaasti aikaa ja menetelmään perehtynyttä henkilöstöä. Six Sigma-menetelmää ei eritellä tässä tarkemmin, mutta seuraavassa kappaleessa käydään menetelmän keskeisen laadunparannusohjelman ongelmanratkaisumenetelmään, joka tunnetaan nimellä DMAIC (define, measure, analyze, improve, control). (Järviö & Lehtiö, 2017, 133–134.)

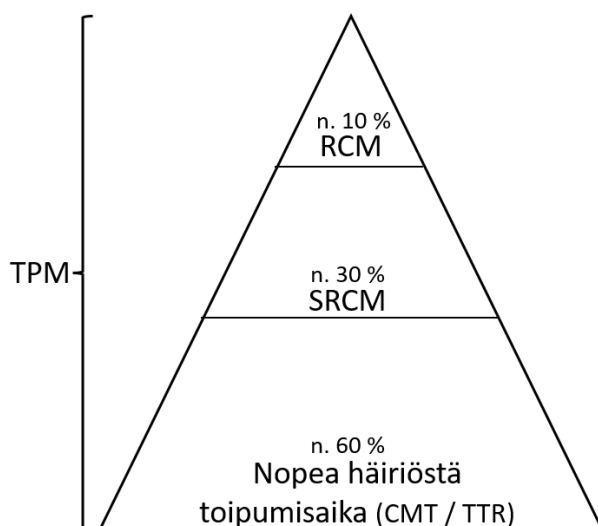
DMAIC-ongelmanratkaisumetodi etsii prosessista syitä, jotka johtavat ongelmia. Tähän etsintään käytetään edellä mainittua ongelmanratkaisumallia, johon kuuluu muutamia mainittavia erityispiirteitä. Ensimmäinen piirre on tapa, jossa mitään ongelmaa ei oleteta, vaan se todistetaan mitattavien faktoin. Ongelmien ratkaisussa tulee huomioida toiminnan perustana olevat asiakasvaatimukset. Ongelmanratkaisu, jossa syyt perustellaan faktoilla ja datalla. Tässä vaiheessa hyödynnetään esimerkiksi syy-seuraussuhdetta esittäviä kaavioita, prosessikaavioita, tilastoja sekä analysointiin esimerkiksi FMEA (Failure Mode And Effects) eli vian vaikutusanalyysia (VVA). Vahva muutos toimintaan on keskeinen lähtökohta menetelmässä, sillä siinä vältetään parannusten tekoa vain prosessia ”säätelämällä”. Kun havaittuihin ongelmiin kehitetään ratkaisuja, niitä testataan ja jatkokehitetään riskit huomioon ottaen. Ratkaisumallien käyttöönoton jälkeen työn tuloksia mitataan ja ne ilmoitetaan faktaperusteisesti. Muutosten käyttöönoton ja tulosten varmistamisen lisäksi tulee seurata ja tulkita kokonaisvaltaisesti muutosten vaikutuksia. Kuten menetelmän englanninkielinen lyhennekin kertoo, DMAIC-menetelmän viisi vaihetta ovat määrittely (D), mittaus (M), analysointi (A), parantaminen (I) sekä ohjaus (C). (Järviö & Lehtiö, 2017, 134.)

3.7 Kunnossapitostrategia

Kunnossapitostrategian avulla yrityksen omaisuuden hoitaminen helpottuu, kun toiminnalle luodaan pitkän ajanjakson suunnitelma. Strategiassa määritellään ne toimet, joiden avulla omaisuutta hoidetaan, resursseja kohdennetaan ja toimintaa kehitetään. Kunnossapito on pitkäjänteistä työtä, jonka tueksi strategiaa tarvitaan, sillä se auttaa tavoitteiden saavuttamisessa. Seuraavaksi käydään läpi keskeiset toimintamallit, joiden varaan kunnossapitostrategia voidaan suunnitella. (Vilhu 2023; Ailama 2014, 18).

Omissa luvuissaan esitellyt TPM- ja RCM-metodit ovat yhdistettynä tai erikseen yleisesti käytetty lähestymistapa ja toimintamalli strategian luomiseen. Luotettavuuskeskeisen ilmailuteollisuuden tarpeisiin juurensa ulottava RCM-toimintamallista on muokattu joustavuutta tarjoava SRCM on kevyempi ja siten laajemmalla skaalalla soveltuva kunnossapitostrategian laatimistyökalu. Aiemmin jo hieman sivuttu termi Asset Management (käyttöomaisuuden hallinta) on yksi tunnettu lähtökohta strategialle, mitä esiteltiin aiemmin omassa luvussaan. Viimeinen tunnetusti käytössä oleva Six Sigma-menetelmä on tulokulma, joka pyrkii stabilisoimaan tuotannon laadun virheiden välttämiseksi, jolloin myös tehokkuus kasvaa. Kunnossapidon suunnittelussa hyödynnetään myös menetelmiä, jotka ovat laatujohtannaisia strategiota, joihin luetaan laatujohtamiset ja -ohjelmat. Kunnossapitostrategian luomisessa voi tulla kysymykseen toteutus, jossa hyödynnetään systemaattisesti näiden aiemmin mainittujen menetelmien yhdistelmää kunnossapidon optimoimiseksi. (Järviö & Lehtiö 2017, 115–135; Järviö 2000, 20–22.)

Kunnossapitostrategian luomisessa edellisessä kappaleessa lueteltuja menetelmät voidaan luokitella kolmeen eri kategoriaan. Ensimmäiseen kategoriaan luokitellaan laatujohtamiset tulokulmat sekä Six Sigma -menetelmä. Toiseen kategoriaan luokitellaan TPM, eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito. Kolmas kategoria käsittää luotettavuuskeskeisen kunnossapidon, joka tunnetaan lyhenteenä RCM. Lisäksi kolmanteen kategoriaan lasketaan mukaan RCM johdannainen juostavampi SRCM sekä Asset Management. (Järviö & Lehtiö 2017, 116.)



KUVA 5: Kunnossapitostrategian valinnan jakautuminen. (Mukaihen Järviö & Lehtiö 2017, 116.)

Järviö & Lehtiö (2017, 116–117) esittää Kunnossapito – tuotanto-omaisuuden hoitaminen -kirjassaan sivulla 116 kuvan, jonka pohjalta edellisen sivun kuva (KUVA 5) on mukailtu. Kuvassa on mukailtu onnistuneen kunnossapitostrategian valinta, sillä kirjassa esitetyn mallin mukaan luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa (RCM) tulisi olla noin 10 %, sillä sen tulisi riittää kattamaan tuotannon kaikista kriittisimmät koneet ja laitteet menetelmän arvokkuuden takia. RCM pohjalta joustavammaksi muokattu SRCM soveltuu noin kolmannekselle laitteista, ja jäljelle jäävien laitteiden kohdalla tulisi suunnitella menetelmät, joilla häiriöistä toipuminen on mahdollista lyhyessä ajassa.

Lentokoneiden, ydinvoimaloiden, öljylauttojen ym. vastaavien kunnossapito-ohjelmat laaditaan luotettavuuskeskeisen lähestymistavan (RCM) mukaan, joka on niissä usein ainoa työkalu toteutukseen. Vaatimusten kasvaessa RCM on usein päämäärä. Aiemmassa kappaleessa käsitelty esimerkki kuvaa enemmänkin tavanomaisen teollisuuden vaatimuksia ja toteutusmallia. (Järviö & Lehtiö 2017, 166.)

Kunnossapitostrategian luomisessa keskeisintä löytää omaan liiketoimintaan ja tuotantolaitokseen parhaiten soveltuvat tulokulmat. Tämän määrittäminen voi vaatia aikaa ja resursseja, mutta tuottaa tuloksia pitkällä aikavälillä. Usein käytetty menetelmä on yhdistellä sopiva kokoanisuus tunnetuista menetelmistä. Strategian luominen, sen laaja esittäminen ja toimintatapojen muutos kohti strategiaa antaa pidemmällä aikavälillä tuloksia, joka vähentää muutosvastarintaa. Muutosjohtamisen osaaminen nouseekin keskiöön strategian vaatimien toimenpiteiden läpi viemisessä.

3.8 Kunnossapito ja tekoäly

Tekoälypohjaiset ratkaisut teollisuuden päivittäistoimintojen avuksi ovat nykypäivää, kun eri toimijat tarjoavat ratkaisujaan asiakkailleen, joissa hyödynnetään tekoälyn tuomaa lisäarvoa tuotteisiin. Tekoälypohjaisia ratkaisuja voidaan hyödyntää samaan tapaan kuin muidenkin tietojärjestelmien tuomaa lisäarvoa esimerkiksi päivittäisjohtamisessa, päätöksenteon tukena sekä apuna eri prosesseissa. Keskeinen näkökulma kunnossapidon saralla on hyödyntää tekoälyn tuomaa potentiaalia ennakoivassa kunnossapidossa, jossa tekoälyn valtavaa laskentakapasiteettia voidaan hyödyntää analysoimaan esimerkiksi laitteista saatavaa värähtelydataa. Saatavaa dataa verrataan vertailuaineistoon, josta voidaan analysoida ja ennustaa vaurioita, ennen kuin vaurion synty olisi havaittavissa aistein. (Pinja 2023.)

Edellä mainittu sovelluskohde on vain yksi lukuisista mahdollisuuksista, joita tekoäly kykenee tarjoamaan hyödynnettäväksi teollisuudessa. Tekoäly tuo merkittävää lisäarvoa sekä -tietoa sitä hyödyntäville yrityksille. Tieto sisältää dataa yrityksen toiminnasta, yritykselle kriittisistä markkinoista ja asiakaskäyttäytymisestä sekä laajemmassa kuvassa myös toimialan suunnasta. Tämän lisäarvon mukana tulee tuki päätöksenteolle muun muassa strategiaa hahmotellessa. Sovelluskohteiden tarjoama lisätieto voi olla merkittävässä roolissa ja auttaa ymmärtämään uuden tuotteen tarpeellisuudesta, markkinasta, markkinoinnista sekä potentiaalista lisätä esimerkiksi uudenlaisia palveluja ja liiketoimintamalleja. Tekoäly ja sitä hyödyntävät palvelut kehittyvät erittäin voimakkaasti ja niiden tarkempi erittely ei ole tässä olennaista edellä mainitusta syystä. (Pinja 2023.)

Tekoälystä ja sen johdannaisista tulee erottaa muutama erillinen käsite. Tekoäly, koneoppiminen ja syväoppiminen ovat lähellä toisiaan, mutta niillä tarkoitetaan hieman erilaisia asioita. Suunnittelu, luominen, oppiminen ja päättely ovat perinteisesti ihmisen aivojen kykyyn liitettäviä taitoja, mutta

tekoälyllä tarkoitetaan juuri näitä taitoja hyödyntämään kykeneviä koneita. Koneoppimisella tarkoitetaan puolestaan tekoälyn osaa, jossa kone oppii toimintansa toistuvasti tapahtuvien asioiden pohjalta, ilman ihmisen erillistä opetusta. Syväoppiminen käsittää joukon tekoälymenetelmiä. Syväoppimisella tavoitellaan kykyä luoda algoritmien pohjalta neuroverkko, joka perustuu keinotekoisiiin hermoihin. Tällaisen neuroverkon tavoitteena on kyky ratkaista annetut ongelmat. Ongelmanratkaisu, joka vaatisi erittäin monimutkaisia sääntöjä perinteiseltä ongelmanratkaisulta, syväoppiminen voi tuoda ratkaisun keveämmillä resursseilla. (Pinja 2023.)

4 KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄT (CMMS)

4.1 Yleistä

Yritysten arki sekä päivittäisjohtaminen on nojannut jo pidemmän aikaa erilaisten digitaalisten järjestelmien varaan. Useiden yritysten kohdalla kyseeseen voi tulla eri osa-alueille räätälöidyt järjestelmät päivittäisjohtamiseen. Näitä voivat olla varsinaisen toiminnanohjausjärjestelmän (ERP) lisäksi esimerkiksi tuotannonohjaus (MES), asiakkuudenhallinta (RCM) ja kunnossapito (CMMS). (Pinja 2024)

Riippuen yrityksen koosta ja toimialasta, järjestelmiä voi olla useita ja niissä pahimmillaan useita rajapintoja eri järjestelmien välillä, joka voi alentaa niiden antamaa hyötyä. Pääasiassa hyödyt ovat merkittävästi suuremmat kuin haitat, mutta haitat voivat näkyä selkeämmin arjessa. Erilaisilla järjestelmillä pyritään vähentämään vuorovaikutuksen haasteita, lisäämään kokonaiskuvan hallittavuutta ja näkyvyyttä sekä johtamisen ja toiminnan seurauksen helppoutta. Järjestelmistä saatavat hyödyt riippuvat kuitenkin suurelta osiin niistä resursseista, joita projektin käyttöönottoon ja koulutukseen on käytetty. Tärkeänä vaikuttajana projektin hyötyjen maksimoimiseksi on myös käyttöönoton jälkeinen säännöllisesti tehtävä katsaus virhetoimintojen ja -tapojen oikaisemiseksi. Järjestelmässä havainnollistuu usein myös suora hyötyjen yhteys siihen, kuinka hyvin asiat järjestelmään kirjataan. Erityisesti kunnossapitojärjestelmän kohdalla loppukäyttäjät ovat keskiössä hyödyn mittaamisessa. Mikäli koulutuksellisesti kirjaamisen ja oikeellisuuden merkitystä ei painoteta, ei järjestelmä tule antamaan niitä hyötyjä, joiden perusteella järjestelmään investoitiin.

Järjestelmiä ja niiden toimittajia on lukuisia tarjolla. Valinta riippuu monen eri tekijän vaikutuksesta, mutta olisi tärkeää, että projektissa olevilla henkilöillä tai konsulteilla olisi kokemusta kokonaisvaltaisesti projektin läpiviennistä. Toimittajien osaamistaso vaihtelee, joten ainoastaan toimittajan asiantuntemukseen ei välttämättä ole kannattavaa nojautua. Seuraavassa luvussa paneudutaan yhden kansainvälisillä markkinoilla toimivan toimijan kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään (CMMS).

4.2 NOVI BY PINJA -järjestelmä

NOVI by PINJA-kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä on Pinja Oy:n tuoteperheeseen kuuluva, kunnossapidon tarpeisiin räätälöity toiminnanohjausjärjestelmä. Pinja on suomalainen, vahvan kasvun uralla oleva suomalainen ohjelmistoyhtiö. Pinjalla työskentelee vuonna 2023 yli 550 henkilöä, ja liikevaihto oli vuonna 2023 noin 60 miljoonaa euroa. Pinja toimii myös kansainvälisesti, sillä asiakasprojekteja on toteutettu yli 30 eri maahan. Pinja on perustettu vuonna 1990, mutta edellä mainitulla nimellä yritys on toiminut vuodesta 2020. Nimi vaihdettiin Pinjaksi pian sen jälkeen, kun ohjelmistoyhtiö Protacon osti Arrow Engineering Oy:n liiketoiminnan vuonna 2018. Novi-kunnossapitojärjestelmä oli Arrow Engineering Oy:n tuotteisiin kuuluva ohjelmisto. Novi-kunnossapitojärjestelmä on toiminut vuodesta 2014, jolloin se luotiin edeltäjänsä Arrow Maint-kunnossapitojärjestelmän pohjalta. Nykyisin tuote tunnetaan ja markkinoidaan Novi by Pinja -nimellä. (Pinja, julkaisuaika tuntematon.)

NOVI-järjestelmä toimii sekä tietokoneella desktop-versiona, että mobiililiittymällä esimerkiksi älypuhelimella. Järjestelmä toimii paikasta riippumatta, selainpohjaisena ilman erillisiä applikaatioita.

Tämä on erityisen hyvä ominaisuus loppukäyttäjää ajatellen, sillä käytössä on aina viimeisin versio järjestelmään kirjauduttaessa. Näin ollen joten järjestelmän päivitys ei ole loppukäyttäjän vastuulla. Lisäksi SaaS-pohjaiset ohjelmistot ovat kustannuksiltaan halvempia, niiden laajentaminen sekä päivittäminen on nopeampaa. (Mettälä, 14; Pinja Tuotetietopankki, julkaisuaika tuntematon.)

Novi-kunnossapitojärjestelmän merkittävä etu on yhteensopivuus saman toimittajan tuoteperheeseen kuuluvaan, jo toimeksiantajalla käytössä olevaan organisaatiotasoiseen toiminnanohjausjärjestelmään (ERP). Saman toimittajan erilaiset tuotteet vähentävät järjestelmien rajapintoja ja helpottavat siten käytettävyyttä. Samankaltaisuus käyttöliittymässä vähentää koulutuksen tarvetta, sillä yleisesti koulutuksen kustannusten osuus tietojärjestelmän käyttöönotossa voi olla hyvin suuri, jopa suurempi kuin itse järjestelmä. (Pinja Tuotetietopankki, julkaisuaika tuntematon.)

4.2.1 Käyttöliittymä

Selkeän käyttöliittymän omaava Novi-järjestelmä on laaja-alaisesti räätälöitävissä asiakkaan intressien mukaisesti. Käyttöliittymässä on painotettu yksinkertaisuutta ja sopivuutta käytännön kenttätöön ympäristöön. Riippuen järjestelmään kirjautuneen henkilön asemasta ja oikeuksista, aloitusvalikon toimintojen laajuus vaihtelee. Desktop- ja mobiiliversion yleisnäkymä on hieman erilainen, mutta molemmissa käyttölaitteen mukaan optimoitu. Mobiiliversion näkyvällä paikalla on esimerkiksi QR-koodin lukija, sillä laitelistan mukaisesti voidaan laitteet merkitä QR-koodilla käytettävyyden helpottamiseksi. Tämä helpottaa esimerkiksi työpyyntöjen luomista tai varaosien tarkastelua kyseisestä laitteesta. (Pinja Tuotetietopankki, julkaisuaika tuntematon.)

Novi-järjestelmän merkittävä etu on myös muokattavuus järjestelmänvalvojoikeuksien myötä. Näiden oikeuksien ja helpoksi tehtyjen muokkausvalikoiden kautta voidaan näkyvyyksiä ja toiminnallisuuksia muokata käyttäjien kesken, eikä kaikkiin muutostöihin tarvitse konsultoida ohjelmiston ylläpitäjää. Tämä nopeuttaa prosesseja huomattavasti, kun halutaan tehdä muutoksia järjestelmän ajan tasalla pitämiseksi. Näitä voivat olla esimerkiksi laitehierarkian muutokset, varaosien ja niiden linkitysten muutokset, henkilöoikeudet sekä lisäykset ja niin edelleen. (Pinja Tuotetietopankki, julkaisuaika tuntematon.)

4.2.2 Toiminnallisuudet ja mahdollisuudet

Tässä käyttöönottoprojektissa järjestelmän toiminnallisuudet, jotka otettiin projektin ensimmäisessä vaiheessa mukaan, olivat työpyynnöt ja niiden aikataulutus, laitteet ja niiden huoltosuunnitelmat, laitelistan mukaisten laitteiden varaosat, varastotoiminnot ja toimittajat -valikko. Lisäksi työpyyntöjen ja toimenpiteiden koostamiseen perustuva raportit -toiminto otettiin myös heti käyttöön. Myöhemmäksi jatkokehitykseksi jäivät turvallisuushavaintojen, ostojen ja fyysisten varastojen linkitys järjestelmään reaaliaikaisesti. Järjestelmän ollessa erityisen hyvin yhteensopiva muiden toimittajan tuotteiden kanssa, järjestelmän integraatio ERP-järjestelmään oli myös käyttöönoton mukainen. (Pinja Tuotetietopankki, julkaisuaika tuntematon.)

5 TOTEUTUS

5.1 Lähtötilanne

Toimeksiantajan tuotantolaitoksissa ei ollut organisaatiotasosta yhtenäistä aiempaa käynnissäpitojärjestelmää. Iisalmen tuotantolaitoksella oli ollut käytössä aiemmin käynnissäpitojärjestelmä, mutta sen käyttäminen, järjestelmän kattavuus ja käytettävyys olivat herättäneet hyvin negatiivisia kokemuksia ja tunteita. Pidemmän aikaa oli tuotantolaitoksella itänyt toive paremmasta järjestelmästä, vaikka aiempi järjestelmä olikin tyhjää parempi. Järjestelmän heikkous johtui osittain myös jatkokehityksen laiminlyönnistä. Käyttöönottohetkellä ajantasainen järjestelmä ”rämetty” nopeasti, mikäli tehtaalla tapahtuvia muutoksia ja raportointia ei luoda järjestelmään. Ajantasainen järjestelmä on hyötyjen saamisen lähtökohta ja oletus. Kaskisten tuotantolaitoksella ei yhtiön toiminnan aikana ole ollut käytössä käynnissäpidon toiminnanohjausjärjestelmää. Käynnissäpidon työnjohto ja toiminnan hallinta on nojautunut tuotannon esihenkilön varaan. Päivittäisessä toiminnassa ei ollut moitittavaa, mutta varautumisen ja toiminnan kehittämisen näkökulmasta on viisasta tukeutua tietojärjestelmään.

Käynnissäpito-organisaatio muodostuu Iisalmissa käynnissäpitoryhmästä, jota johtaa käynnissäpidon työnjohtaja. Käynnissäpitoryhmä muodostuu työnjohdon lisäksi asentajista, sekä tilanteen mukaan ulkoisilla resursseilla. Käynnissäpito tehtävät jaetaan sähkötekniiseen ja mekaaniseen käynnissäpitoon ja asentajan pätevyyden mukaan tehtävät voivat sisältää molempia tai vain toista tehtävälajia. Tehtäviä jaetaan osaamisen ja käytössä olevien resurssien mukaan.

5.2 Määriytokset

Opinnäytetyön toimeksiantajan toimintatavoissa käynnissäpito tuotantolaitoksissa jaetaan kahteen luokkaan, joita ovat sähkötekniinen ja mekaaninen käynnissäpito. Sähkötekniinen käynnissäpito erottelnee selkeästi erityisosaamista vaativat työtehtävän perinteisemmästä mekaanisesta käynnissäpidosta, sillä töihin sisältyy viranomaisen vaatimuksia työtä toteuttavan ja töitä johtavan suuntaan. Edellä mainittuihin sisältyy esimerkiksi jännite- ja tulityöt.

Järjestelmän käyttöönottoprojektin alkuvaiheessa yksi suurempi kokonaisuus on määritysvaihe. Tässä vaiheessa määritellään erilaiset toiminnot ja visuaaliset piirteet, joita järjestelmältä halutaan. Määritysvaiheessa voidaan muokata intressien mukaan järjestelmässä näkyvät käynnissäpitolajit, näiden väriytykset, työkorttien sisältö ja siihen vaadittavat lisätietokentät. Työlajeiksi järjestelmään valittiin kunnonvalvonta, jaksotettu- kuntoon perustuva- operaattori- ja parantava kunnossapito, kunnostaminen sekä välitön että suunniteltu vikakorjaus. Lisäksi vaihtoehdoiksi määriteltiin lakisääteinen tarkastus sekä pientyöt. Työkortin tyypeiksi määriteltiin työpöytä, ennakkohuolto, operaattori-, reitti- ja RTM-huollot. Lisäksi määritellään järjestelmää käyttävien henkilöiden oikeudet muokkamiseen ja eri toiminnallisuuden näkyvyys.

Edellä mainitut määritykset ovat yrityskohtaisia ja riippuvat paljon asiakkaan toiveista. Määritysvaiheen askeleet eivät ole peruuttamattomia järjestelmän hyvän muokattavuuden ansiosta. Tästä seuraa, että on yritykselle hyödyksi, mikäli järjestelmänvalvojan oikeudet omistavilla on riittävä tieto ja

taito muokata ja hallita järjestelmää, sillä se on luotu niin, ettei järjestelmän toimittajaan ole tarvetta ottaa yhteyttä kuin ongelmatilanteissa, sekä suurempia muutoksia vaativissa muutostöissä.

5.2.1 Laitehierarkia

Toimeksiantajan erikoistumisesta kapeaan liiketoiminta-alueeseen, ei tässä käydä yksityiskohtaisesti läpi laitehierarkian sisältöä, sillä se ei ole toimeksiantajan etu. Tämän luvun laitehierarkian käsittely koskee yleisellä tasolla laitelistauksen ja -tasojen määrittelyä, sillä se on keskeistä toimivan erittelyn luomisessa laajassa teollisuusympäristössä. Listan tulee olla looginen, jotta järjestelmän käytettävyys tukisi käytön mielekkyyttä.

Laiteluetteloa luodessa ensimmäinen vaihe on suunnitteluvaihe. Tässä vaiheessa tulee kiinnittää toimintamenetelmiin huomiota, mikäli yrityksellä on enemmän kuin yksi tuotantolaitos. Näin ollen on loogista määritellä samanlaiset toimintatavat ja nimeämislogiikka organisaatiotasoisesti. Tässä vaiheessa määritellään terminologia ja ylätasoinen laitekoodit siten, että ne ovat vastaavanlaiset tuotantopaikasta riippumatta. Tämä tukee aikanaan esimerkiksi varastotoimintojen kehittämistyötä, jolloin varastointipaikat tukevat samaa logiikkaa ja siten helposti ymmärrettäväksi. Tilanteessa, jossa hankitaan esimerkiksi samanlainen kappaleenkäsittelylaite, kuin toisella tuotantolaitoksella, voi tulla eteen tilanne, jossa alhaisen kriittisyyden varaosia varastoidaan vain toisella paikkakunnalla alhainen lukumäärä. Laitteen rikkoutuessa tuotantolaitoksella, jossa tätä varaosaa ei varastoida, nopeuttaa sen sama nimeämislogiikka ja varastopaikka oikean varaosan toimitusta. Toimintatapojen samankaltaisuus koskee myös varaosia, mutta niitä tarkastellaan lisää myöhemmässä luvussa.

Standardissa PSK 7102 määritellään tehdashierarkiat neljään eri kategoriaan. Nämä ovat prosessi-, paikka- ja laite- sekä muut hierarkiat. Muihin hierarkioihin luetaan seuraavat hierarkiatasot. Kustannuspaikka-, kytkentä-, luokka-, nimike- ja dokumenttihierarkia. Edellä mainittu standardi antaa hyvän lähtökohdan suunnittelulle ja merkintälogiikalle. Toimeksiantajan projektiin soveltuva hierarkia on prosessi- ja laitehierarkia. Tämä kategoria jaottelee hierarkian tasot seitsemään eri tasoon, jossa korkein tason on laitos. Hierarkian tasot jatkuvat seuraavasti alaspäin: tuotantoyksikkö, tuotantolinja, prosessi, osaprosessi, toiminto ja alitoiminto. Kohdeyrityksen kohdalla laitelista jatkuu syvemmälle vielä PSK 7102 standardin mukaisilla laitehierarkian tasoilla, joihin kuuluvat laite, komponentti ja osa. Edellä mainitun standardin mukainen jaottelu tukee loogista ja hyvää toimintatapaa. On tarvittaessa hyvä soveltaa eri hierarkioiden mallia optimaalisen tuloksen saavuttamiseksi. (PSK 7102:2008, 3.)

Laitehierarkiaa luodessa käytettiin järjestelmätoimittajalta saatua tiedonsiirtomatriisia massatiedonsiirtoa varten. Laitelistaa muodostaessa tulee luoneeksi samalla jokaiselle laitetasolle positiotunnuksen, jotka identifioivat kyseisen laitteen ja sille aikanaan muodostuvan huolto- ja toimenpide sekä vikahistorian. Laitehierarkiasta saadaan muodostettua jokaiselle laitteelle oma QR-koodi, joka toimii käytettävyttä helpottavana tekijänä prosessin laitteille työpyyntöjä luodessa. Laitteeseen fyysisesti lisätty QR-koodi on helppo lukea Novi -järjestelmän mobiiliversiolla, jossa aloitusnäytöllä on QR-koodin lukutoiminnallisuus.

5.2.2 Varaosaluettelo

Kriittisyysluokittelun tuloksien avulla muodostettuja ennakoivan huollon toimenpiteitä sekä vikakorjauksia ajatellen on keskeistä, että laitteiden sisältämistä komponenteista, öljy-laaduista ja muista merkittävistä teknisistä tiedoista koostetaan tietojärjestelmään oma dataosuus. Tästä on keskeinen hyöty silloin, kun toimenpiteitä suunnitellaan, osia tilataan ja varastoidaan. Kun varaosaluettelo on järjestelmässä luettavissa paikasta riippumatta, ei edellä mainitut toimenpiteet edellytä tuotannon pysäytystä, vaan kriittiset tiedot saadaan järjestelmästä.

Varaosaluetteloinnin keskeinen vaatimus on edellä olleessa luvussa, jossa käsiteltiin laitehierarkiaa, mainittu toimintatapojen yksiselitteisyys. Varaosaluetteloinnissa toimintatavat nousevat keskiöön, sillä mikäli näitä määrittäviä ei tehdä organisaatiotasoisesti, kytee varaosanimikkeissä potentiaalinen ongelma. Tämä johtuu siitä, että eri henkilöillä on eri käsitys erilaisten komponenttien nimeämisestä. Tämä voi konkreettisesti näkyä niin, että toisella tuotantolaitoksella kaikki laakerit nimetään laakerina, joissa perässä on tyyppiä identifioiva lisätieto. Toisaalla laakerit saatetaan lähtökohtaisesti nimitä tarkemmalla erittelyllä, esimerkiksi pystylaakeriyksikkö, rullalaakeri ja niin edelleen. Erot voivat olla vielä pienempiäkin, esimerkiksi pystylaakeriyksikkö tai pystylaakeri. Erot ovat pieniä, mutta aiheuttavat tuhansien varaosien listassa ongelman, jos fyysisesti samaa komponenttia on usealla eri nimikkeellä. Jotta tällainen vältetään, on alkuvaiheen työmenetelmien suunnittelu määrittäksineen erityisen tärkeä.

Toimeksiantajan yrityksen tilanteessa projektissa ison osan ajankäytöstä vaati pohjatyöt, joihin luetaan laitehierarkia ja varaosalista. Ajan tasalla olevaa laitehierarkiaa ja varaosalistaa ei ollut. Iisalmen tehtaan osalta vanhan järjestelmän sisältö sisälsi poistettuja laitteita, eikä edellinen järjestelmä tuntenut varaosakantaa. Kaskisissa vertailupohjaa ei ollut sähköiseen järjestelmään, joten projektin tuoma kehitys oli mittava. Iisalmen laitelistakartoitus tehtiin analysoimalla saatavilla olevista lähteistä niiden tarjoama varaosadata. Käytännössä tämä tarkoitti konemanuaaleja, kokoonpanokuvia ja muistiinpanoja. Puuttuvilta osin tiedusteltiin laitetoimittajien halukkuutta tarjota dokumentteja käytössä olevista heidän laitteistaan, jotta varaosatiedot ja esimerkiksi kokoonpanokuvat saataisiin talteen ja mahdollisesti hyödyntää häiriötilanteessa.

Laitetoimittajien suhtautumisessa varaosaluetteloiden ja dokumenttien tiedustelupyyntöihin oli suuria eroja. Toiset laitetoimittajat koostivat jopa saman työpäivän kuluessa dokumentit ja jakoivat ne pyyteettömästi. Lisäksi he tarjosivat apuaan myös mahdollisiin muihin työssä heränneisiin kysymyksiin. Eräät laitetoimittajat suhtautuivat vastenmielisesti jo käytössä olevien laitteiden tietojen tiedusteluun. Yhteistyö edellä mainittujen asioiden hoitamiseen oli haastavaa, eikä toimintaa analysoidessa tullut vakuuttuneeksi yrityksen asiakaslähtöisyydestä. Asiakkaan palveleminen myös varsinaisten laitetoimitusten ulkopuolella olisi hyvä mahdollisuus tuoda esille oman yrityksen arvoja ja pohjustaa yhteistyötä tulevaisuuden investointeja ajatellen.

5.2.3 Kriittisyysluokittelu

Kriittisyysluokittelu tarkoittaa työvaihetta, jossa arvioidaan halutulle kokonaisuuden vaikutuksia eri tekijöihin. Standardissa PSK 6800 tulkitaan termi kriittisyys siten, että se on ominaisuus, joka kuvaa kohteen riskin suuruutta. Kohteen kriittisyyttä arvioidaan siihen liittyvän riskin sijaintia yleisesti hyväksyttäviin riskitasoihin. Riskitekijöiden vaikutusta arvioidaan henkilöiden loukkaantumiseen, merkittäviin aineellisiin vahinkoihin ja tuotannon menetykseen tai muihin tekijöihin. Edellä mainittua standardia vahvasti sivuava, mutta erityisesti laitteiden kunnonvalvonnan tarpeisiin soveltuva standardi on PSK 5707. Tämä standardi arvioi laitteiden kunnonvalvonnan tarvetta samoista tulokulmista kuin kriittisyysluokittelukin. (PSK6800:2008, 2; Mikkonen 2009, 148.)

Toimeksiantajan tapauksessa kriittisyysluokittelun tuloksia käytetään luokittelemaan tuotantolaitteet A-, B-, ja C-luokkaan, jossa A on kriittisin luokista. Tämän luokan laitteet tarvitsevat häiriötilanteessa välittömästi toimenpiteitä, sillä häiriöllä on mittavia haittavaikutuksia eri osa-alueisiin. Kriittisyysluokittelun tuloksia käytetään lisäksi myös kunnossapidon suunnitteluun ja siten kohdistamaan resursseja toiminnan kannalta keskeisiin tekijöihin. Kriittisyysluokittelutyön tuloksia voidaan käyttää myös esimerkiksi hankintavaiheen tukena, kun määritellään kohteeseen vaadittavia laitteen ominaisuuksia, laatuasoa ja vastaanottokriteerejä.

Kriittisyysluokittelun ensimmäisessä vaiheessa on määriteltävä tarkasteltavan kohteen laajuus. Rajaus voi koskea tehtaan jotakin osastoa, linjaa tai käsiteltäväksi voi ottaa koko tehtaan. Jos käsiteltävä laajuus on tehdas, voi olla tarpeen rajata siitä erillisiä osastoja, joiden painoarvot tuotannon menetykselle arvioidaan erikseen. Näin ollen voi tulla tarpeelliseksi määritellä eri osastokohtaiset kertoimet arviointimekanismille. Työryhmäarviointi on hyvä työskentelytapa suorittaa laitekohtainen kriittisyysanalyysi. Standardissa PSK 6800 arvioidaan kriittisyyttä seuraavien tekijöiden perusteella: vikaväli, turvallisuusvaikutukset, ympäristövaikutukset, tuotannon menetys, lopputuotteen laatuksentannus ja korjauskustannus. (PSK6800:2008, 7.)

Kriittisyyttä kuvaava indeksi K lasketaan alla mainitun kaavan (KAAVA 1) PSK 6800 (2008, 7.) mukaan. Alaindeksien merkitys on kuvattu kaavan jälkeen.

$$K = p(W_s M_s + W_e M_e + W_p M_p + W_q M_q + W_r M_r) \quad (1)$$

W_s = turvallisuusriskien painoarvo

M_s = turvallisuusriskien kerroin

W_e = ympäristöriskien painoarvo

M_e = ympäristöriskien kerroin

W_p = tuotannon menetyksen painoarvo

M_p = tuotannon menetyksen kerroin

W_q = laatuksentannusten painoarvo

M_q = laatuksentannusten kerroin

W_r = korjauskustannusten painoarvo

M_r = korjauskustannusten kerroin

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri	
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$		$M_s = 0$	Ei turvallisuusriskiä	
			$M_s = 2$	Vähäinen turvallisuusriski	
			$M_s = 4$	Kohtalainen turvallisuusriski	
			$M_s = 8$	Merkittävä turvallisuusriski	
	$M_s = 16$		Vakava turvallisuusriski		
	Ympäristöriskit $W_e = 20$		$M_e = 0$	Ei ympäristöriskiä	
			$M_e = 2$	Vähäinen ympäristöriski	
			$M_e = 4$	Kohtalainen ympäristöriski	
$M_e = 8$		Merkittävä ympäristöriski			
Tuotantovaikutukset	Tuotannon menetykset $W_p = 0 \dots 100$	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 8 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	$M_p = 0$	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle	
			$M_p = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi ≤ 3 h)	
			$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi ≤ 10 h)	
			$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)	
			$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi >24 h)	
			$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.	
	Laatukustannus $W_q = 30$		$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 1 h)	
			$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 3 h)	
			$M_q = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)	
			$M_q = 4$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >8 h)	
			Korjaus- tai seurauksenkustannukset $W_r = 20$	$M_r = 0$	Korjauskustannuksilla tai seurauksenkustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.
				$M_r = 1$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 2 h)
$M_r = 2$	Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 10 h)				
$M_r = 3$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)				
$M_r = 4$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >24 h)				

KUVA 6: PSK 6800 standardin mukainen taulukko. (PSK6800:2008, 7)

Yllä on esitetty standardin PSK 6800:2008, 7 mukainen kertoimien ja painoarvojen esitystaulukko. Lukuarvot ovat ohjeellisia, ja niiden soveltaminen voi olla keskeinen toimenpide optimoimalla luokittelua sopivammaksi omaan liiketoimintaan. Usein lukuarvojen soveltaminen on ensimmäisiä askelia kriittisyysarviointiprojektissa.

Arviointityö jatkuu mahdollisten lukuarvojen muokkaamisen jälkeen laitteiden listaamisella, ja niiden vaikutusarvioinnilla kokemuspohjaisesti. Tässä työvaiheessa ryhmätyöskentely tulee keskeiseksi, sillä arvioinnissa on hyvä hyödyntää useiden eri ihmisten ammattitaitoa ja kokemusta. Työlle saa vahvistusta myös kysymällä laitetoimittajan tai ulkopuolisen konsultin, asiantuntevaa analyysia kohteesta.

Kriittisyysluokittelutyön tuloksena saadaan laitelista, jossa kullakin laitteella on aiemmin mainitun kaavan pohjalta saatu kriittisyysindeksi (K). Järjestämällä indeksit suurimmasta pienimpään, saadaan varsinainen kriittisyysluokiteltu laitelista, jossa korkeimman prioriteetin laite on ensimmäisenä. Kriittisyysluokitteluindeksien hajontaa analysoimalla voi tulokset jakaa intressien mukaan esimerkiksi luokkiin A-C/D. Luokittelun tulokset ja arviointiperusteet ovat yksilöllisiä, joten kohdeyrityksen tarkempaa luokittelutyötä ei ole mielekäästä jakaa, koska lämpöpuun valmistamiseen tarvittava laitehierarkia on itsessään liikesalaisuus. Lisäksi edellä mainitun standardin mukaisia painoarvoja muutettiin, joten niiden täysimittainen julkinen esittäminen ei ole tämän opinnäytetyön kannalta keskeistä.

5.2.4 Ennakkohuollot

Ennakkohuolto -termi tarkoittaa niitä toimenpiteitä, joilla laitteen vikaantumista ja häiriöherkkyyttä ehkäistään. Ennakkohuolto luetaan kuuluvaksi ehkäisevään kunnossapitolajiin, ja sen keskinen lähtökohta on suorittaa määriteltyjä toimenpiteitä ennen kuin laite vikaantuu. Ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteet ovat yleisesti tunnustettu huomattavasti edullisemmaksi tavaksi kuin reagoiva kunnossapito, joka sisältää vääjäämättä enemmän tuotantokatkoksia. Kuten aiemmin mainittu, reagoiva kunnossapito kustantaa menetetyt tuotantokapasiteetin ja vaikean ennustettavuuden takia huomattavia menoeriä.

Toimeksiantajan tuotantolaitoksissa on ollut halu jo pidemmän aikaa kehittää kunnossapitoa ehkäisevän kunnossapidon suuntaan. On kuitenkin yleistä, että ennakoivan kunnossapidon kohdentaminen oikein ja oikeanlaisilla resursseilla on haastavaa, ja ennakoivaa kunnossapitoa tehdään yleisesti ottaen teollisuudesta liikaa, tai sen kohdentaminen on virheellistä. Edellä mainittujen syiden takia on toimeksiantajan kehittämissuunnitelmassa panostettu aiemmassa luvussa esiteltyyn kriittisyysanalyysiin, jotta ennakoiva kunnossapito kohdentuisi oikein ja olisi riittävän laajaa.

Tässä luvussa ei käydä tarkemmin toimeksiantajan toimintaympäristöön sovellettua ennakkohuoltosuunnitelmaa, sillä se sisältää liiketoiminnalle tärkeitä elementtejä. Tämän takia seuraavaksi käsitellään yleisellä tasolla ennakkohuoltosuunnitelman laatimista kriittisyysluokittelun pohjalta. Oikea-aikaisten ja sopivalla volyyymilla toteutettujen toimenpiteiden edellytys on kattavasti analysoitu laitteen kriittisyysluokittelu.

Ensimmäinen askel ennakkohuolto-ohjelman laatimisessa on kohteen ja prosessien rajaaminen. Sopivaan mittasuhteeseen rajattu laajuus takaa tehokkaan projektin toteutuksen ja hallittavuuden. Tämän jälkeen projektin sisältö kunnossapidollisiksi yksiköihin. Tämä tarkoittaa prosessin jakamista toiminnallisiin yksiköihin/toimintoihin. Vikahistoriaa ja sen analysointia sekä varaosien kulutusta vaaditaan seuraavassa vaiheessa, sillä vaiheen tavoitteena on tutkia, mitä halutaan "estää". Mitkä ovat kriittiset toiminnot? Jaetaan siten toiminnot luokkiin A-C. Kriittisin luokista (A), kattaa yleensä noin 20–25 % laitteista. Pääpaino tulisi olla A- ja B-luokissa. Vähemmän kriittinen C-luokka käsittää laitteet, joille riittää yleensä reagoiva huolto prioriteetin vähyyden takia. Usein C-luokan laitteille sallitaan vikaantuminen, koska luokan vaikutukset ovat vähäisiä. Näistä edellä mainituista lähtökohdista laaditaan laitteille ennakkohuoltosuunnitelmat.

5.3 Käyttöönotto

Käynnissäpitojärjestelmä otettiin käyttöön porrastetusti kahdella eri tuotantolaitoksella. Ensimmäisessä vaiheessa Kaskisten tuotantolaitos sai käyttöönsä Novi-järjestelmän, jolloin järjestelmää päästiin koekäyttämään ja oppimaan järjestelmän toiminnallisuuksilla. Iisalmen laitelistan kartoitus ja varaosaluettelon muodostaminen vaatiessa resursseja ja projektin ollessa hieman myöhemmässä aikataulussa kuin Kaskisten, tuli Iisalmen koekäyttömahdollisuus jonkin verran myöhemmin kuin Kaskisten. Tällä ei suurta merkitystä ajallisesti ollut, sillä Iisalmessa aiemmin käytössä ollut Aneo ZERO CMMS-järjestelmää käytettiin Novi-järjestelmän käyttöönottoon asti.

Käyttöönoton jälkeen järjestelmään tutustuttiin ja sen käyttöä opeteltiin toimihenkilöiden toimesta muutaman viikon ajan. Tämän jakson jälkeen järjestettiin koulutuspäivä pääkäyttäjille sekä järjestelmän loppukäyttäjille. Ennen koulutuspäivää oli järjestelmän käyttöön myös tukea saatavilla paikallisesti, sillä tämän projektin projektityöntekijä osallistui jo aiemmin järjestettyihin koulutuksiin Kaskisten henkilöstön kanssa. Järjestelmän alkuvaiheessa on tärkeää painottaa henkilöstölle, että järjestelmän käytön oppii vain rohkealla järjestelmän käytöllä. Harjoittelun puute tekee järjestelmästä ja sen käytöstä vaikeaa, jos sitä ei heti alusta alkaen laajasti hyödynnä ja opettele käyttämään. Myöhemmässä vaiheessa ja välttelyn jälkeen perehtyminen on entistä vaikeampaa. Tämä koulutuksellinen piirre vaatii toimihenkilöiltä asian tiedostamista ja kysyy muutosjohtamisen osaamista. Seuraavassa luvussa käydään kouluttamista vielä kattavammin läpi.

Käyttöönotto sujui pääosin ongelmitta. Vaikka uusi järjestelmä vaatii oman panostuksensa ennen kuin järjestelmän käyttö on luontevaa ja onnistuu jokaiselta loppukäyttäjältä, on työ pidemmällä aikavälillä kannattavaa. Alkuvaiheessa oli tärkeää olla riittävä tuki saatavilla järjestelmän käyttäjille, jotta haitalliset toimintatavat eivät rutinoitu ja siten heikennä järjestelmän luotettavuutta. Järjestelmän toimittajan pitämät koulutuspäivät ovat tiiviitä, ja tuen antamisen mahdollisuus rajallinen. Siten on ensiarvoisen tärkeää, että pääkäyttäjät voivat käyttää resurssiaan riittävästi järjestelmän käytön opetteluun sekä järjestämään tukitoimintoja muille loppukäyttäjille. Järjestelmän pääkäyttäjillä ja esihenkilöillä tulisi olla myös riittävästi aikaa seurata järjestelmää ja päivittää aikataulua säännöllisin väliajoin, jotta käytettävyys ja töiden hallittavuus ei heikkenisi.

5.4 Koulutus ja sitouttaminen

Kattavan koulutuksen rooli nousee merkittävää investointia vaativien IT-järjestelmien kohdalla keskeiseksi tekijäksi projektissa onnistumisen ja järjestelmästä saatavan hyödyn kannalta. Koulutukseen käytettävien resurssien mitoitus on usein vajavaista, jos koulutuksen roolia ei sisäistetä. Koulutuksen porrastaminen ja jatkokehitysaskleet ovat myös tärkeitä, sillä laajoja toiminnallisuuksia sisältävä järjestelmä on vaikeaa oppia muutaman koulutuskerran jälkeen. On myös järjestelmän valvojien tehtävänä valvoa, että järjestelmän käyttöönoton alkaessa virheelliset toiminta- ja kirjaustavat eliminoidaan käyttäjien toimintatavoista pois. Järjestelmien kautta saatavat toiminnallisuuksien kattavuus on usein kiinni siitä, kuinka hyvin sinne tehdyt kirjaukset ovat tehty.

Toimeksiantajan projektissa koulutus toteutettiin porrastettuna molemmilla tuotantolaitoksilla ensin pääkäyttäjäkoulutuksilla, jonka jälkeen järjestelmäkoulutusta jatkettiin pienryhmäkohtaisesti loppukäyttäjien kesken. Järjestelmän käytön oppii parhaiten arkirutiineissa, johon koulutus antoi valmiudet. Järjestelmän käytön edetessä tullaan pitämään jatkokoulutuksia, joilla poistetaan virheellisiä toimintatapoja ja näin ollen parannetaan järjestelmän hyötyjä.

Operaattorilähtöisen käynnissäpidon vaatimaa henkilöstön sitouttamista tavoitellaan toimeksiantajan yrityksessä samoin kuin TPM-lähtöisen käynnissäpitomenetelmässä aiemmin kerrottiin. Henkilöstön sitouttamisen merkitys nousee myös IT-järjestelmien kohdalla kysymykseen, sillä järjestelmän yleisilme käytössä on käyttäjiensä näköinen. Tästä seuraa aiemmin mainitun järjestelmään tehtävien kirjauksien merkitys, sillä niiden laadukkuudesta riippuu järjestelmästä saatava hyöty. Toimivan käyn-

nissäpitojärjestelmän koulutuksessa keskeinen lähtökohta on, ettei vikoja ole, mikäli niitä ei ole järjestelmään kirjattu. Tämä on lähtökohta, joka on tarpeellista sisäistää henkilöstölle. Pois lukien hätätilanteet tai vastaavat erittäin kiireelliset asiat, joissa viesti tullaan käytännössä ilmoittamaan myös muita kanavia hyödyntäen.

5.5 Jatkotoimenpiteet

Kuten aiemmassa luvussa hieman sivuttiin, järjestelmän käyttöönoton jälkeen seuraa muutamia jatkotoimenpiteitä, jotka tuovat järjestelmälle lisäarvoa tai takaavat siitä saatavan hyödyn. Loppukäyttäjien näkökulmasta käyttöä tukevat jatkokoulutukset ovat keskeisintä. Jatkokoulutuksilla karsitaan virheellisiä toimintamalleja ja kerrataan järjestelmän toimintaa sekä ohjeistetaan mahdollisten muutosten tuomista vaatimuksista. Jatkokoulutukset järjestetään yrityksen sisäisesti. Järjestelmän toimittajalla on myös saatavilla jatkokoulutusmahdollisuuksia.

Merkittävä kehitysaskel on myös varastotoimintojen modernisointi sekä inventointi vastaamaan järjestelmän varaosavarastoa. Varaosavarastojen modernisointi tuo usean työntekijän arkeen merkittävästi parantavia tekijöitä, sillä aikaisempi toimintatapa ja varastojen tilanne on ollut keskeinen kehitystoive käynnissäpito-organisaatiossa. Varastotoimintojen modernisointi nostaa merkittävästi tuotavuutta asentajien arjen työtehtäviin aiempaan toimintatapaan verrattuna. Kriittisyysluokittelutyön tuloksista saatavat kriittisyysindeksiluvut antavat suuntaviivoja varaosavaraston ylläpidettäviin varastointitasoihin suhteessa laitteen kriittisyyteen. Kriittisyysluokittelun myötä varaosien saatavuuden arviointi suhteessa kriittisyyteen tulee arvioitavaksi. Vaikka kriittisyysluokittelussa heikko varaosasaatavuus nostaa itsessään kriittisyysindeksiä, voi jonkin varaosan varastointi organisaatiotasoisesti saataville olla kannattavaa, vaikka laitteen kriittisyys itsessään ei vaatisi varaosavarastointia. Tämä on seikka, joka tulee ottaa huomioon toimitusketjujen haavoittuvuuden takia nykyisessä maailmantilanteessa.

Lisäksi edellä mainittua laitteiston kriittisyysluokittelua tullaan hyödyntämään käynnissäpitostrategian mukaisesti ennakkohuoltosuunnitelmien laatimisessa. Huoltosuunnitelmat luodaan A- ja B-luokille, sillä vain edellä mainitut luokat ovat niin kriittisiä, että niissä ennakoiva käynnissäpito tulee olemaan keskeinen strategia. Ennakkohuoltosuunnitelmat ovat merkittävä askel siirryttäessä reagoivasta käynnissäpidosta kohti proaktiivista toimintaa.

Ajantasaisen, päivittäisessä käytössä ja käytönaikaista parantamista kokeva käynnissäpitojärjestelmä tulee antamaan merkittävää tukea päätöksentekoon yrityksen investoinneista päätäville elimille. Novi by Pinja -järjestelmä tarjoaa itsessään jo sisäänrakennetun Raportit -välilehden, jossa on helpposti hahmotettavissa tuotantolaitoksen käynnissäpidon tehtävien jakautumisen ja toimenpiteiden lajin. Raportit muodostavat merkittävän työkalun päätöksenteon tueksi. Lisäksi se tarjoaa reaaliaikaista kuvaa käynnissäpidon vaatimista toimenpiteistä ja laitteiden häiriöistä.

Järjestelmän käytön tullessa tutummaksi ja resurssien salliessa järjestelmään on tavoitteena integroida turvallisuushavaintojen raportointi. Turvallisuushavainnot raportoidaan nykyisellään eri järjestelmän kautta. Havaintojen integrointi Novi-järjestelmään ja järjestelmien lukumäärän vähentyessä on odotettavissa helpompaa käytettävyyttä, sillä useiden järjestelmien rinnakkaisuus koetaan rutiineja raskauttavaksi tekijäksi.

6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön aiheena olleessa kehittämissuunnitelmassa käyttöön otettiin käynnissäpitojärjestelmä onnistuneesti sekä luotiin varaosakanta sekä laitehierarkia ajantasaiseksi järjestelmän osaksi. Käynnissäpitojärjestelmä näkyy merkittävänä osana käynnissäpito-organisaation päivittäistoimintoja, vaikka järjestelmää edelleen kehitetään ja parannetaan jatkotoimenpiteiden mukaisesti.

Novi by Pinja -käynnissäpitojärjestelmä on ollut toimeksiantajalle merkittävä edistysaskel käynnissäpidon kehittämisen alueella. Helpon ja nopean käytettävyyden sekä ajantasaisen kuvan tuotantolaitoksesta tarjoava järjestelmä oli pitkään kaivattu parannus käynnissäpito-organisaation arkeen. Järjestelmäpäivityksen ajankohta oli luonteva ajankohta päivittää ja kartoittaa tuotantolaitoksen laitehierarkia ja varaosalista. Näiden lisäksi kriittisyysluokittelu ja ennakkohuoltojen luominen on merkittäviä askelia kohti nykyaikaisempaa käynnissäpitoa.

Tavoitteiden osalta edellä mainitut tehtävät sekä käynnissäpitojärjestelmän käyttöönotto itsessään on ollut onnistunut kokonaisuus. Järjestelmän ympäristö ja sieltä löytyvät toiminnallisuudet ovat tavoitteiden mukaiset. Tämän lisäksi projekti jatkuu toimenpiteillä, joita kuvattiin omassa luvussaan. Järjestelmää ei ole mieleistä kuvata valmiiksi tietyn rajapyykin jälkeen, vaan toimiva ja ajantasainen IT-järjestelmä vaatii päivittäisiä toimenpiteitä, jolla järjestelmä pidetään ajantasaisena. Päivittäinen työ järjestelmän parissa tukee ajantasaisuutta ja järjestelmästä saatavia hyötyjä.

Järjestelmän käyttöönoton jälkeiset käyttäjäkokemukset ovat olleet pääosin positiivisia. Kehitysideoita on syntynyt järjestelmän käyttöä opetellessa rutiininomaiseksi. Järjestelmä on koettu huomattavasti käyttäjäystävällisemmäksi kuin edellinen järjestelmä Iisalmen tehtaan osalta. Kaskisissa kehitys on ollut huomattavaa, sillä Kaskisissa ei ollut aiempaa käynnissäpidon toiminnanohjausjärjestelmää. Muutos toimintoihin on ollut huomattavaa, joten järjestelmän käytönaikainen helposti saatavilla oleva tuki on tärkeää, ja varmistaa käyttäjien oikean toiminnan myös tulevaisuudessa. Järjestelmästä saatavat tuottavuutta parantavat hyödyt ovat numeraalisesti mitattavissa pidemmällä aikavälillä.

IT-järjestelmät ovat arvokkaita investointeja yrityksille. Henkilöstön kokemattomuus järjestelmän käyttöönottoprojektien vaatimista resursseista voi ajaa yrityksen tilanteeseen, jossa investoidaan IT-järjestelmään, mutta resurssit eivät kata riittävällä volyymilla myös muutosjohtamisen vaatimia resursseja. Kattavakaan IT-järjestelmä ei tuo haluttua muutosta, jos pohjatöitä ja koko prosessin läpiviemiseen ei varata riittävästi resursseja niin ajallisesti kuin taloudellisesti. Toimeksiantajan projektissa projektille on palkattu erillinen henkilö, jotta tämän projektin vaatima mittava pohjatyö laitehierarkian ja varaosalistauksen päivitetään ajantasaiseksi. Käyttöönottoprojekti on hyvä ajankohta tehdä kehitystyötä laaja-alaisesti myös laitedokumentoinnissa, sillä toimeksiantajalla ei selkeää yhdenmukaista tapaa tähän ollut. Järjestelmä itsessään tarjoaa hyvän paikan laitedokumenttien hallintaan, mutta samalla luotiin toimeksiantajan jakokansioon oma kansiorakenne myös muita dokumentteja sekä päivityksiä ajatellen. Näin saatiin yksiselitteinen paikka digitalisoitaessa vielä paperisena olevia räjäytyskuvia sekä koostaessa näitä yhteen paikkaan.

Tämä opinnäytetyö on suoritettu toimeksiantajan palveluksessa ja työsuhteen aikana. Tämä osaltaan on voinut vaikuttaa työn sisältöön ja niihin asioihin, joihin työssä paneuduttiin ja käytettiin resursseja. Työn ohjauksesta ja etenemisestä on toimeksiantajan puolelta vastaamassa käyttöönotto-projektin projektipäällikkö, joka toimii myös Kaskisten tuotantolaitoksen johtajana. Tällä opinnäytetyöllä oppilaitoksen puolesta ohjaajana toimiva lehtori, joka vastaa osaltaan työn ohjaamisesta. Työssä on käsitelty useita sisältöjä, joiden julkisuutta on koettu tarpeelliseksi rajata toimialan kilpailullisten tekijöiden takia. Näin ollen tämän työn kappaleissa on huomattavan vähän suoria esityksiä työn toteuttamisesta. Opinnäytetyön julkisuudesta on sovittu toimeksiantajan lähtökohdista ja heidän haluamallaan tavalla. Työn raportin sisältö on rajattu niin, että se voidaan esittää julkisesti Suomen ammattikorkeakoulujen opinnäytetöitä ja julkaisuja tallentavassa kokotekstitietokannassa Theseuksessa. Työn löytää aiheen ja tekijän nimellä palvelusta. Opinnäytetyön plagiointia ehkäisemään kirjoittamisprosessi on tarkastettu plagioinnintarkastusohjelmistolla, jonka raportti toimitetaan oppilaitokselle. Työn tekemisen pohjana on läpi työn eri vaiheiden ollut tuotetun tiedon ja materiaalin luotettavuus. Teoriaosuuden lähteiden valinnassa on painotettu alan merkittävimpien toimijoiden tuottamia lähteitä ja julkaisuja. Lähteiltä on edellytetty pitkää historiaa tuotetun tiedon parissa sekä vahvaa osuutta alan toiminnassa. Tekoälyn tuottamaa sisältöä ei tässä työssä ole käytetty, vaikka sen käyttäminen ei olisikaan itsessään este akateemisessa työssä. Tekoälyn käyttämien lähteiden jäljittäminen on työlästä, eikä tämän työn sisällössä ollut kohtaa, jossa sen käytöstä olisi merkittävää hyötyä. Tämän projektin työssä on tehty pohjia vuosia eteenpäin hyödynnettäväksi tietokannaksi, joten työn luotettavuus on ollut merkittävässä asemassa. Työn tuottaman tietokannan ja järjestelmän rakenteen luotettavuutta voi arvioida, mikäli tuntee toimeksiantajan tehdasympäristöä, jolloin todellisuutta voi verrata järjestelmän sisältöön.

Järjestelmästä saatavien taloudellisten hyötyjen mittaaminen edellyttää pidempiaikaista seuranta, jota tässä työssä ei käsitellä. Järjestelmä tuo hyötyjä parantamalla käynnissäpitäjien tuottavuutta ja ajanhallintaa. Laajemmassa kuvassa järjestelmä tukee käynnissäpidon kehitystä reagoivasta kohti proaktiivista, ehkäisevää käynnissäpitoa. Kehittämistyö investointi, joka tuottaa erityisesti alkuvaiheessa kustannuksia, mutta maksaa itsensä takaisin myöhemmässä vaiheessa. Pitkän ajan strategia huomioidessa tulee muistaa, että markkinajohtajat ovat myös kehityksen kärjessä, joten tuotanto-omaisuus on oltava ajanmukainen ja kehittämistyön kärjessä, jotta markkinoiden tervehtyessä voidaan vastata kysyntään täysimittaisesti tuotanto-omaisuuden puolesta.

Tämän projektin vaatiman työn sekä opinnäytetyön kirjoittamisen sisältöön ei minun vastuualueelleni ole kuulunut budjetointia tai kustannusten seuranta. Tästä syystä budjetointia, siinä pysymistä tai kustannusten seuranta millään tasolla ei ole tämä työ sisältänyt. Ne kustannukset, joita kattavasti rakennettu järjestelmä vaatii, on hyväksytty jo järjestelmätoimituksen sopimusvaiheessa.

Käynnissäpitojärjestelmän käyttöönottoprojektissa on useita mahdollisia riskejä, joita voidaan kohdata projektin aikana. Tässä raportissa ei ollut erillistä riskienhallinnan osuutta, sillä projektin eri osa-alueiden sisältämiä riskejä on sisällytetty niitä käsitteleviin kappaleisiin. Riskien, niiden hallinnan ja ehkäisemisen tunteminen on keskeinen vaatimus onnistuneen käyttöönoton toteutumiselle.

7 POHDINTA

Opinnäytetyö käynnissäpidon kehittämisprojektin parissa on ollut opettavainen ja mielenkiintoinen tehtävä. Työ sahaiteollisuuden parissa on ollut erityisen sopiva omalle osaamistauhallalle, työn koostuessa sähkö- ja konetekniikan osaamisalueiden soveltamisesta ja yhdistämisestä. Vaikka käynnissäpitojärjestelmät ja IT-järjestelmien käyttöönotto oli ennestään vieras aihealue itselleni, koin soveltuvani ja onnistuneeni tehtävän toteuttamisessa ja itseni johtamisessa omalla vastuualueellani. Työn toteuttamiselle annettiin toimeksiantajan suunnalta vapaus toteuttaa työtä itselle sopivimmalla työskentelytavalla. Koin itse työaikataulun ja -toteutuksen suunnittelun vastaavan erinomaisesti ammatillisen kasvun tarjoamiin kykyihin, ja toiminnasta sai itserefleksion kautta ideoita kehittää ja mitata omaa suoritusta. Samalla oman työn suunnittelun kautta tavoitteellisuus ja oman työn sekä tulosten arviointi osaltaan kasvattivat ammatillista osaamista. Tulevaisuutta ajatellen ja omaa työtä reflektoiden, olisi ollut kannattavaa tehdä vielä pidemmän aikavälin aikataulutusta omalle työlle, vaikka tätä ei toimeksiantaja vaatinutkaan. Pidemmälle ulottuva aikataulutusta olisi tukenut ja osaltaan opettanut ajankäyttöä entisestään, ja se olisi tukenut myös työssä hyvinvointia sekä merkityksellisyyden kokemuksen vahvistumista. Pidemmän aikavälin tavoitteet ja niiden seuranta tukevat myös tuottavuuden parantumista.

Työhön ja erityisesti järjestelmän pohjana toimivan tietokannan kerääminen oli opettavainen prosessi. Erityisesti yhteistyö toimeksiantajan tuotantolinjoista löytyvien laitteiden valmistajien kanssa puuttuvien laitedokumenttien osalta antoivat arvokasta tietoa valmistajien asiakaslähtöisyydestä ja sen puutteesta, jota tullaan hyödyntämään seuraavien laiteinvestointien kilpailutusvaiheessa. Varaosien jälleenmyyjien ja valmistajan kanssa tehtävän yhteistyön onnistumisen merkitys nousee tärkeäksi tekijäksi tuotannon kannalta kriittisten laitteiden kohdalla, ja se tulee huomioida tulevaisuuden laiteinvestointien kohdalla. Edellä mainittu on myös omasta mielestäni keskeinen ajatus, jonka työ on opettanut projektin aikana. Laiteinvestoinneissa tulisi pohtia edullisimman tarjouksen sijaan kokonaisuutta; elinkaari palveluita, varaosasaatavuutta myös valmistajan ulkopuolelta ja dokumentaation laajuutta toimituksen yhteydessä. Näissä tulisi olla myös kokonaisvaltaiseen toimituslaajuuteen kannustava ja ehdoin myös pakottava maksuerien toimitusmalli, joka hyväksytään molemminpuolisesti sopimusvaiheessa.

Toimeksiantajan palveluksessa ja kehittämisprojektin näkökulmasta projektin vaatima työ määrä on ollut enemmän kuin viitteellinen opinnäytetyön laajuus, mutta tähän työhön on rajattu työlle keskeisimmät osa-alueet. Osa tämän opinnäytetyön hyväksi tehdystä työstä on raportoitu erillisinä projektiraportteina, jotka tehtiin oppilaitoksen Erikoistumisprojekti 1 & 2 -kurseilla. Edellä mainittuihin raporteihin sisällytettiin myös tarkempi erittely kattavasti tehdystä kriittisyysluokittelun sekä laitehierarkian luonnista, joita ei tähän julkiseen esitykseen sisällytetä.

Jatkotoimenpiteitä ja -ehtouksia on sivuttu omassa luvussa aiemmin tämän raportin aikana. Merkittävimmät toimenpiteet ovat ennakko huoltosuunnitelmien laatiminen osalle laitteita. Varaosavarausten modernisointi olisi merkittävä parannus sekä tuottavuuteen että asennushenkilöstön sekä toimihenkilöiden työn mielekkyyteen. Pitkän aikavälin kehittämistyön aiheena voisi olla henkilöstön palkkiomallin rakentaminen niin, että henkilöstön toiminta- ja ajatusmalli koneiden käyttäjistä muokautuu käynnissäpitäjiksi, jotka osaltaan tukevat käynnissäpitoa ja siten tuotannon luotettavuutta

yhdessä varsinaisen käynnissäpito-organisaation kanssa. Jatkotoimenpiteiden näkökulmasta myös varaosasaatavuus suhteessa laitteiden kriittisyyteen voisi tukea häiriöiden korjaamista niin, että erilaisten sopimusten kautta varaosien saatavuus on varmistettu. Varaosaa ei ole tarve välttämättä varastoida omalla tuotantolaitoksella, mutta tarpeen vaatiessa jälleenmyyjä toimittaa heidän omista varastoistaan varaosan ennalta sovitun menetelmän mukaisesti tehtaalle, jossa osaa tarvitaan. Sama varaosavarastojen digitalisointi mahdollistaa organisaatiotasaisen varastohallinnan, sillä yhdenmu-
kaisten varaosien pitäminen kriittisyyden salliessa molemmilla tuotantopaikkakunnilla ei ole järkevää, vaan varastointia voidaan keskittää mahdollisuuksien mukaan. Järjestelmän näkökulmasta kehitys-
keleet voisivat koskea edellä mainittujen varaosavarastojen synkronointia Novi-järjestelmään. Rea-
liaikainen varastotasojen ja hälytystasojen määrittely ovat ajankohtaisia varaosavarastojen moderni-
soinnin myöhemmässä vaiheessa. Organisaatiotasaisesti eri järjestelmien minimointi voisi lähteä tur-
vallisuushavaintojen siirtämistä Novi-järjestelmään, josta niille löytyy jo vaadittavat toiminnallisu-
det. Myös asennustyössä vaadittavien dokumenttien, kuten tulityöluopien dokumentointi järjestel-
mään tukisi päivittäistoimintojen selkeyttä.

LÄHTEET

- Ailama, Jukka 2014. Kunnossapidon tietojärjestelmän määrittäminen ja hankinta prosessiyritykselle. Diplomityö. Tuotantotalouden tiedekunta. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014040723331>. Viitattu 5.2.2024.
- Järviö, Jorma & Lehtiö, Taina 2017. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. Viitattu 7.1.2024.
- Järviö, Jorma (koonnut) 2000. RCM, Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Hamina: Kunnossapitoyhdistys ry, KP-tieto. Viitattu 15.1.2024.
- Kouri, Ilkka & Vilpola Inka 2006. Toiminnanohjausjärjestelmän hankinta C-CEI-menetelmän avulla – joutaako yritys vai järjestelmä? Helsinki: Teknologiateollisuus ry. Viitattu 1.2.2024.
- Mettälä, Tiina 2018. Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto – kriittisten onnistumistekijöiden näkökulmasta. Opinnäytetyö (YAMK). Liiketalous, ICT ja kemiantekniikka. Turun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018061413820>. Viitattu 1.2.2024.
- Mikkonen, Henry (toimittanut) 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito -käsikirja. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint, KP-Media Oy. Viitattu 11.1.2024.
- Nyholm, Juha 2021. Mitä on ennakoiva kunnossapito? Pinja Blogi. 11.05.2021. <https://blog.pinja.com/fi/mita-on-ennakoiva-kunnossapito>. Viitattu 22.1.2024.
- Pinja, 2024. Tekoäly ja koneoppiminen. Pinja Palvelut. Verkkajulkaisu. <https://pinja.com/fi/palvelut/digitaalinen-liiketoiminta/tekoaly-koneoppiminen#ratkaisut>. Viitattu 4.2.2024.
- Pinja, 2023. Älykkään tuotannon voima: tekoälyn mahdollisuudet teollisessa ympäristössä. Pinja Blogi. <https://blog.pinja.com/fi/alykkaan-tuotannon-voima-tekoaly-mahdollisuudet-teollisessa-ymparistossa>. 27.10.2023. Viitattu 2.2.2024.
- Pinja Oy. Julkaisuaika tuntematon. Historia. Verkkajulkaisu. <https://pinja.com/fi/pinja/historia>. Viitattu 1.2.2024.
- Pinja Oy. Julkaisuaika tuntematon. Novi by Pinja-järjestelmä. Tuotetietopankki. Verkkajulkaisu. <https://knowledge.pinja.com/novi-perusjarjestelma>. Viitattu 12.2.2024.
- PSK 2024. PSK Standardisointi. Verkkosivu. <https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>. Viitattu 13.2.2024.
- PSK 6201. 2022. 4. painos. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 13.1.2024.
- PSK 6800. 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 15.1.2024.
- SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Suomen Standardisointiliitto. Viitattu 2.1.2024
- Vilhu, Ville 2023. Kuluerästä tuottavuustekijäksi – miten varmistaa kunnossapidon menestys myös tulevaisuudessa? Pinja Blogi. 14.4.2023. <https://blog.pinja.com/fi/miten-varmistaa-kunnossapidon-menestys-myos-tulevaisuudessa>. Viitattu 20.1.2024.
- Vuoti, Ari 2018. Kunnossapito - Johdanto. PDF-tiedosto. Julkaistu 10.9.2018. Viitattu 22.1.2024.
- Vuoti, Ari 2018. Kunnossapidon lajit, Kunnossapito. PDF-tiedosto. Julkaistu 22.9.2018. Viitattu 22.1.2024.