

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

YLLÄPITOSUUNNITELMA KRIITTISILLE TUOTANTOLAITTEILLE

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Juho Juntunen			
Työn nimi Ylläpitosuunnitelma kriittisille tuotantolaitteille			
Päiväys	28.5.2025	Sivumäärä/Liitteet	25
Toimeksiantaja Orion Oyj			
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia ylläpitosuunnitelma kriittisille tuotantolaitteille teollisuusympäristössä. Työn toimeksiantaja oli Orion Oyj ja työ suoritettiin Orionin Kuopion tehtaalla kesällä 2024. Työn aikana käytiin läpi tehtaan automaatiolaitteet ja luokiteltiin ne eri kriittisyysluokkiin niiden tuotannollisen merkityksen ja riskin perusteella. Kriittisyysluokittelu perustui laitteiden tuotannolliseen merkitykseen, varaosasaatavuuteen sekä riskin arviointiin, jota tehtiin yhdessä automaatiotiimin kanssa. Työn piiriin kuuluvia laitteita oli nelinumeroisen määrä. Laitteet jaettiin neljään eri kriittisyysluokkaan. Samalla selvitettiin varaosien saatavuus Orionin varastoista. Niissä tapauksissa, joissa varaosia ei ollut saatavilla, pyydettiin niistä tarjouksia toimittajilta. Työhön sisältyi myös taajuusmuuttajien parametrien talteenotto. Joillekin laitteille laadittiin yksityiskohtaiset toimenpidesuunnitelmat mahdollisten laiterikkojen varalle. Työn lopputuloksena syntyi myös Excel-pohjainen varaosaluettelo, joka sisältää kaikki työn piiriin kuuluvat laitteet, niiden kriittisyysluokat ja varaosatieidot. Työ tukee ennakoivaa sekä korjaavaa kunnossapitoa ja auttaa ylläpitämään tuotannon tehokkuutta ja luotettavuutta kriittisten laitteiden osalta. Ylläpitosuunnitelma voi olla avuksi kunnossapitohenkilöstölle ja auttaa toimeksiantajaa varaosien ja resurssien hallinnassa. Työssä tuotettua materiaalia on mahdollista hyödyntää myös tulevaisuuden kunnossapidon projekteissa.			
Avainsanat Ylläpito, kunnossapito, varaosa, automaatio			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	ORION.....	6
2.1	Orion Oyj	6
2.2	Orion Oyj, Kuopion tuotantolaitos	7
3	TEORIAOSA	8
3.1	Kunnossapito ja sen lajit.....	8
3.1.1	Parantaminen	9
3.1.2	Ehkäisevä kunnossapito	9
3.1.3	Korjaava kunnossapito	10
3.2	Kriittisten laitteiden luokittelu ja hallinta	10
3.2.1	PSK 6800	10
3.2.2	RCM (Reliability-Centered Maintenance).....	11
3.3	Teollinen Internet of Things (IIoT) ja sen rooli kunnossapidossa.....	12
4	TYÖN TOTEUTUS JA SEN KUVAUS	13
4.1	Varaosaluettelo.....	14
4.2	Taajuusmuuttajien parametrit.....	16
4.3	Orionin varaosien läpikäynti	19
4.4	Laitteiden kriittisyysluokitukset.....	19
4.5	Toimenpideohjeistukset.....	21
4.5.1	Steris PLC	21
4.5.2	Steris HMI.....	22
4.5.3	Taajuusmuuttajat	23
5	POHDINTA.....	24
	LÄHTEET	25

KUVALUETTELO

Kuva 1. Orion-konsernin rakenne (Orion 2024e).	6
Kuva 2. Orionin tuotantolaitos Kuopiossa (Orion 2024d).	7
Kuva 3. Kunnossapitolajit (muokattu SFS-EN 13306:2017, 22).	9
Kuva 4. Parametrien talteenotto ABB ACS550 taajuusmuuttajasta.	17
Kuva 5. SEW EURODRIVE MOVITRAC 3000 taajuusmuuttaja.	18
Kuva 6. Siemens PC adapteri MPI A2 USB (6GK1571-0BA00-0AA0) (Siemens, 2025).	22

1 JOHDANTO

Kunnossapito on elintärkeä osa tehtaiden ja tuotantolaitoksien toimintaa. Kunnossapitoa ei kuitenkaan tehdä vain sen takia, koska se on välttämätöntä. Kunnossapidon eri muodoilla pyritään myös ehkäisemään laitteiden vikoja ja rikkoutumisia ennalta sekä parantamaan toimivien laitteiden tehokkuutta. Kriittisten laitteiden luokittelulla ja ylläpidolla sekä elinkaaren hallinnalla on mahdollista ehkäistä ja vähentää tuotannossa tapahtuvia keskeytyksiä ja häiriöitä. Tässä opinnäytetyössä käsitellään kriittisten tuotantolaitteiden kunnossapitoa, luokittelua ja varaosahallintaa.

Tämän opinnäytetyön aiheena on ylläpitosuunnitelma kriittisille tuotantolaitteille. Sen tarkoitus on kartoittaa Orionin Kuopion tuotantolaitoksen automaatiolaitteiden nykytilanne. Tavoitteena on tarjota yritykselle ajantasainen ja selkeä kuva tuotantolaitoksen laitekannasta. Suurimpiin hyötyihin yritykselle tästä työstä kuuluu erityisesti parempi kyky tunnistaa laitteisiin liittyviä riskejä, sekä selventämään tilannetta varaosien saatavuuden suhteen. Ylläpitosuunnitelma auttaa varautumaan mahdollisiin laiterikkoihin, mikä voi lyhentää korjausaikoja ja pienentää niistä aiheutuvia kustannuksia. Työn tuloksena syntyvä dokumentaatio parantaa tietoisuutta ja selvyyttä siitä, mitkä laitteet ovat tuotannon kannalta keskeisiä ja kriittisiä.

Opinnäytetyö suoritetaan Orion Oyj:lle Orionin Kuopion tuotantolaitoksella. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Orion Oyj. Kesällä 2023 suoritin kolmannen harjoitteluni Orion Oyj:llä osana opintojani, ja tuolloin esimieheni ehdotti, että tekisin opinnäytetyön Kuopion tuotantolaitoksen kriittisistä tuotantolaitteista. Silloin ajatuksena oli tehdä suunnitelma pidemmälle aikajaksolle, mutta Orion julkaisi päätöksen tuotantolaitoksen tuotannon ulkoistamisesta vuonna 2024. Silloin arvio aikataulusta oli, että tuotantolaitos tulisi jatkamaan toimintaansa vähintään kesään 2026 asti (Orion 2024a).

Tästä huolimatta opinnäytetyö päätettiin kuitenkin tehdä. Ylläpitosuunnitelma laaditaan tuotantolaitoksen sulkemiseen asti, noin kahdeksi vuodeksi, mutta sitä voitaisiin myös hyödyntää pidemmällä aikavälillä. Orionilla on tarve selvittää tuotantolaitoksen laitteiden nykytila ja tämä tehtävä sopi minulle hyvin, koska olin jo kesällä 2023 käynyt tuotantolaitoksen laitteita läpi. Silloin tein Kuopion tuotantolaitokselle päivitetyn I/O-listan ja uuden laiteluettelon.

Tämän työn tavoitteena on luoda suunnitelma, joka auttaa Orionia pitämään tuotannon Kuopion tuotantolaitoksella toiminnassa vuoden 2026 kesään asti. Työn keskeisiä vaiheita ovat tuotantolaitoksen laitekannan tietojen kerääminen, varaosaluettelon luonti, kriittisten laitteiden luokittelu, varaosien läpikäynti, varaosien ja korvaavien laitteiden tarjouspyynnöt toimittajilta, taajuusmuuttajien parametrien talteenotto ja toimenpideohjeistukset valituille laitteille.

2 ORION

2.1 Orion Oyj

Orion Oyj on suomalainen lääkeyhtiö, joka kehittää, valmistaa ja markkinoi ihmis- ja eläinlääkkeitä sekä lääkkeiden vaikuttavia aineita (Orion 2024b). Orionilla on kuusi tuotantolaitosta Suomessa, joista kaksi on tytäryhtiö Fermionin omistuksessa. Orionin tuotantolaitokset sijaitsevat Espoossa, Turussa, Salossa ja Kuopiossa. Orionin tytäryhtiö Fermionin tuotantolaitokset sijaitsevat Hangossa ja Oulussa (Orion 2024c).

Fermion vastaa lääkkeiden vaikuttavien aineiden kehittämisestä, valmistuksesta ja markkinoinnista sekä Orionin sopimusvalmistuspalveluiden markkinoinnista. Orionilla on yli 3600 työntekijää maailmanlaajuisesti ja sen tuotteita myydään yli sadassa maassa. Orionilla on myös tuotantolaitokset Ranskassa ja Belgiassa (Orion 2024c).

Orion-konsernin rakenne koostuu viidestä liiketoiminnasta vastaavasta yksiköstä sekä viidestä konserninlaajuisesta toiminnosta. Tulosyksiköt ovat nimiltään innovatiiviset lääkkeet, brändituotteet, generiset lääkkeet ja itsehoitotuotteet, eläinterveys ja Fermion. Konsernitasoiset toiminnot ovat tutkimus ja kehitys, globaalit toiminnot, konsernitoiminnot, rahoitus ja strategia ja ihmiset ja kulttuuri (Orion 2024e). Orion-konsernin rakenne on esitetty kuvassa 1.



Corporate Functions • Finance & Strategy • People & Culture

Kuva 1. Orion-konsernin rakenne (Orion 2024e).

2.2 Orion Oyj, Kuopion tuotantolaitos

Orionin Kuopion tuotantolaitos työllistää noin yli 40 työntekijää. Tuotantolaitoksella tuotetaan pääosin nestemäisiä lääkkeitä, kuten yskänlääkkeitä, nenäsumutteita, korvatuotteita, liuoksia ja tippoja (Orion 2024c). Orion julkaisi päätöksen Kuopion tuotantolaitoksen tuotannon ulkoistamisesta 22.3.2024. Silloin arvio aikataulusta oli, että tuotantolaitos tulisi jatkamaan toimintaansa vähintään kesään 2026 asti (Orion2024a). Orionin Kuopion tuotantolaitos on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Orionin tuotantolaitos Kuopiossa (Orion 2024d).

3 TEORIAOSA

3.1 Kunnossapito ja sen lajit

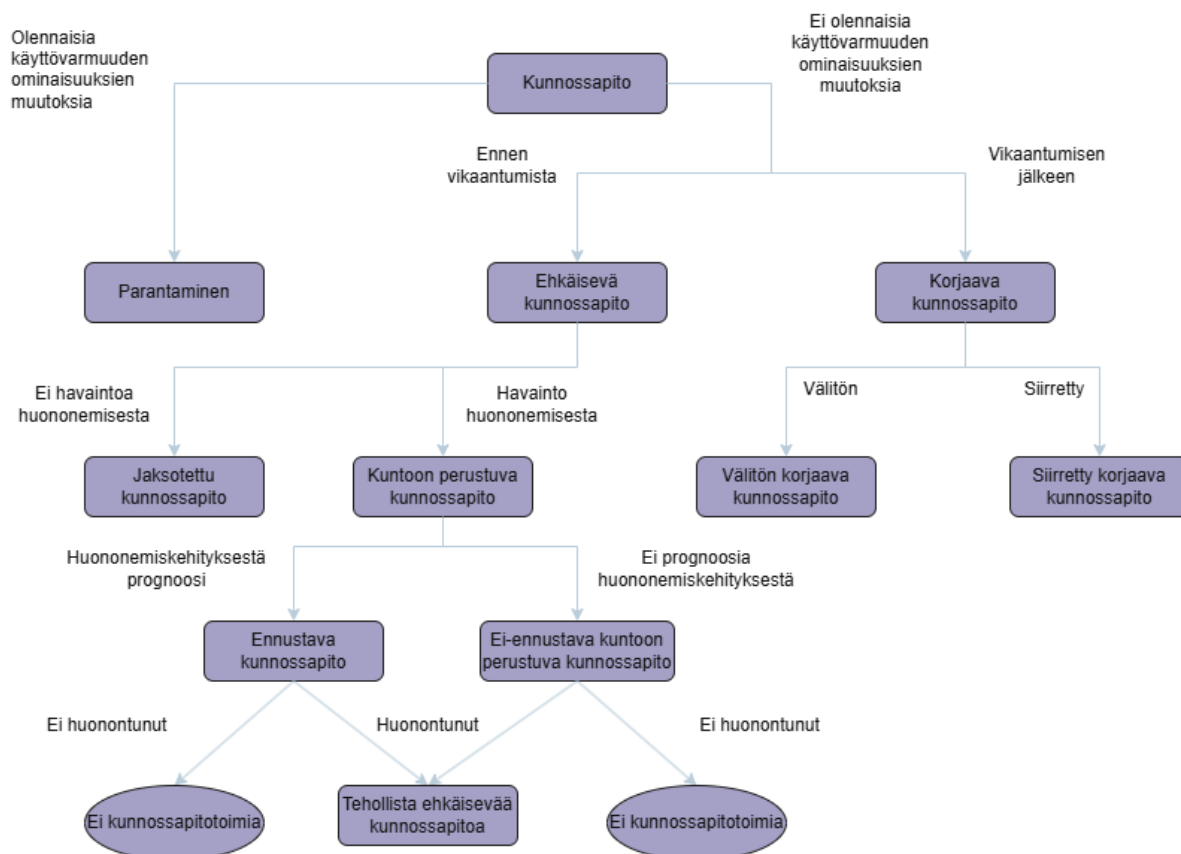
Kunnossapito on erittäin laaja käsite, ja se kattaa asioita, joita ei välttämättä tulisi heti mieleen. Se ei rajoitu pelkästään laitteiden korjaamiseen, vaan siihen sisältyy myös niiden toimintakunnon ylläpitäminen ja optimointi.

Kunnossapidon määritelmä on Suomen standardisoimisliitto SFS:n standardin SFS-EN 13306:2017 mukaan: ”Kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” (SFS-EN 13306:2017, 5). Kunnossapitolajit on esitetty kuvassa 3.

Standardiin perustuvia mahdollisia esimerkkejä teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kunnossapidon teknisiä, hallinnollisia sekä liikkeenjohdollisia toimenpiteitä (SFS-EN 13306:2017, 5).

Tekniset toimenpiteet	Hallinnolliset toimenpiteet	Liikkeenjohdolliset toimenpiteet
Laitteiden tarkastukset ja huollot	Kunnossapidon aikataulutus	Kunnossapitolajien valinta
Osien vaihdot	Varaosien ja tarvikkeiden hallinta	Kunnossapidon budjetointi ja investointipäätökset
Laitteiden tai koneiden säädöt	Kunnossapito-ohjeiden laatiminen	Kunnossapidon henkilöstön koulutus
Korjaukset	Kunnossapitohistorian ylläpito	Kunnossapidon tavoitteiden asettaminen ja seuranta



Kuva 3. Kunnossapitolajit (muokattu SFS-EN 13306:2017, 22).

3.1.1 Parantaminen

Parantaminen on kunnossapidon muoto, jolla pyritään kehittämään laitteiden tai järjestelmien luotettavuutta, käytettävyyttä tai huollettavuutta. Parantamisen tavoitteena ei ole korjata tai estää vikoja, vaan parantaa laitetta tai järjestelmää siten, että se on luotettavampi, kestävämpi tai turvallisempi. Parantamisen tarkoitus voi olla myös vähentää tarvetta huolloille.

Yksinkertainen esimerkki parantamisesta voisi olla tilanne, jossa tehdään tuotantolinjalla on jatkuvasti anturivika samassa paikassa. Syyksi selviää tuotantolinjaan kohdistuva värinä. Anturi voitaisiin siirtää toiseen paikkaan tai asentaa anturin ja linjan väliin värinävaimennin.

Parantamisen määritelmä on SFS:n standardin SFS-EN 13306:2017 mukaan: ”Yhdistelmä kaikista teknisistä, hallinnollisista, ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joilla on tarkoitus parantaa kohteen toimintavarmuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä ja/tai turvallisuutta ilman, että alkuperäinen toiminto muuttuu.” (SFS-EN 13306:2017, 14).

3.1.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään estämään laitteiden vikaantuminen ennen kuin se tapahtuu. Yleisiä ehkäisevän kunnossapidon tehtäviä ovat esimerkiksi mekaanisten komponenttien voitelu, koneiden suodattimien vaihdot ja erilaiset tarkastukset. Ehkäisevä kunnossapito on yleensä etukäteen suunniteltua ja sen tavoite on ehkäistä kulumista ja pidentää laitteiden elinkaarta.

Ehkäisevän kunnossapidon määritelmä on SFS:n standardin SFS-EN 13306:2017 mukaan: "Kunnossapito, jonka tarkoituksena on arvioida ja/tai vähentää kohteen heikentymistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä." (SFS-EN 13306:2017, 13).

Ehkäisevän kunnossapidon alalajeja ovat jaksotettu kunnossapito ja kuntoon perustuva kunnossapito. Hierarkia on esitetty kuvassa 3. Jaksotetussa kunnossapidossa toimenpiteet suoritetaan ennalta määritettyjen käytäntöjen mukaan. Kunnossapito voi olla määritelty joko aika- tai käyttöperusteisesti eli tietyin väliajoin tai käytön määrän mukaan. Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa arvioidaan ja analysoidaan kohteen tilaa ja kuntoa. Tämän tiedon perusteella voidaan suorittaa kunnossapitotoimenpiteitä, mikäli sille nähdään tarve (SFS-EN 13306:2017, 14).

3.1.3 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on työtä, jossa toimenpiteitä tehdään vasta vian tai laiterikon jälkeen. Tällä kunnossapidon muodolla pyritään saamaan laite takaisin toimintakuntoon. Korjaava kunnossapito voi kylläkin olla myös ennalta suunniteltua, mikäli vika on jo ollut tiedossa, mutta korjauksien ajankohta on voitu siirtää myöhempään ajankohtaan kuten esimerkiksi tehdasseisakin ajalle.

Korjaavan kunnossapidon määritelmä on SFS:n standardin SFS-EN 13306:2017 mukaan: "Kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena palauttaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon." (SFS-EN 13306:2017, 14).

Korjaavan kunnossapidon alalajeja ovat välitön korjaava kunnossapito ja siirretty korjaava kunnossapito. Hierarkia on esitetty kuvassa 3. Välittömässä korjaavassa kunnossapidossa toimenpiteet suoritetaan välittömästi vian havaitsemisen jälkeen. Tämä edellyttää sitä, että kaikki kunnossapitoon vaaditut resurssit kuten varaosat, työkalut ja työvoima ovat heti saatavilla. Siirrettyä korjaavaa kunnossapitoa taas ei suoriteta välittömästi, vaan se siirretään sallituissa puitteissa. (SFS-EN 13306:2017, 15).

3.2 Kriittisten laitteiden luokittelu ja hallinta

Kriittisten laitteiden hallinta ja luokittelu perustuu siihen, että kunnossapidon resurssit ovat aina rajallisia. Tällöin niitä halutaan keskittää laitteisiin ja kokonaisuuksiin, joiden toiminta on tuotannon, turvallisuuden ja ympäristön kannalta kriittisimpiä. Tämän kuvauksen mukaiset laitteet voidaan luokitella kriittisiksi.

Kriittisten laitteiden luokittelulle ja hallinnalle on monia olemassa olevia menetelmiä. Tässä kappaleessa käsitellään kriittisyyden määritelmää ja luokitusta PSK 6800 standardin näkökulmasta, sekä kriittisten laitteiden hallintaa sekä osittain luokittelua RCM-prosessin kautta. RCM (Reliability-Centered Maintenance) ja PSK 6800 ovat molemmat hyödyllisiä työkaluja kriittisten laitteiden hallinnassa ja luokittelussa, mutta ne eivät ole suoraan verrattavissa toisiinsa. Niitä on kuitenkin mahdollista hyödyntää yhdessä.

3.2.1 PSK 6800

PSK Standardisointiyhdistys ry:n standardi PSK 6800 kuvailee kriittisyyden määritelmää näin: "Kriittisyys on ominaisuus, joka kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Kohde on kriittinen, jos siihen

liittyvä riski (henkilöiden loukkaantumiseen, merkittäviin aineellisiin vahinkoihin ja tuotannon menetykseen tai muihin ei hyväksyttäviin seurauksiin liittyvä riski) ei ole hyväksyttävällä tasolla.” (PSK 6800, 2).

Standardin menetelmällä tuotetaan kunnossapidon lähtötiedot, ja sitä voidaan myös käyttää tukena hankintavaiheessa, kun tarkastellaan kriittisten laitteiden laatua sekä ominaisuuksia. PSK 6800:ssa kriittisyysluokittelua tarkastellaan erityisesti taloudellisesta näkökulmasta. Kriittisyyden arviointi standardin mukaisesti aloitetaan määrittämällä tarkastelun laajuus sekä tuotannon menetyksen painoarvo. Seuraavaksi arvioidaan, soveltuvatko standardissa annetut painoarvot kyseiselle teollisuudenalalle. Tarvittaessa niitä voidaan muuttaa vastaamaan paremmin tiettyä toimintaympäristöä (PSK 6800, 3–4).

Tämän jälkeen arvioitavat laitteet listataan taulukkolaskentaohjelmaan, ja valitaan niille kertoimet. Laitteiden kriittisyyden arviointi toteutetaan määrittämällä niille kriittisyysindeksi (K), joka koostuu osaindeksistä, kuten turvallisuusriski (K_s), ympäristöriski (K_e), tuotantovaikutukset (K_p), laatukustannus (K_q) ja korjaus- tai seurauskustannukset (K_r). Osaindeksien arvot määräytyvät laitekohtaisesti valittujen painoarvojen ja kertoimien perusteella. Lopuksi laitteet luokitellaan kriittisyysindeksin mukaisesti, jolloin kriittisimmät laitteet nousevat esiin (PSK 6800, 3–4). Lopputuloksena syntyy taulukko, jossa laitteet on kriittisyysluokiteltu.

3.2.2 RCM (Reliability-Centered Maintenance)

RCM eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito (Reliability-Centered Maintenance) on kunnossapidon suunnittelumenetelmä. Sen tavoitteena on varmistaa laitteiden ja järjestelmien luotettava toiminta mahdollisimman tehokkaalla ja tarkoituksenmukaisella kunnossapidolla (Moubray, 1997, 7–11). Sen tavoitteena on myös suunnitella kunnossapito kunnossapidettävälle kohteille (Järviö ym. 2007, 125).

Menetelmä perustuu systemaattiseen analyysiin, jonka avulla tunnistetaan laitteiden tärkeimmät toiminnot, niiden mahdolliset vikamuodot sekä vikojen vaikutukset tuotantoon, turvallisuuteen ja ympäristöön (Moubray, 1997, 7–11). RCM:n keskeisiin päämääriin kuuluu prosessien laitteiden priorisointi, laitteiden vikaantumismekanismien selvittäminen, passiivisten laitteiden saattaminen kunnossapidon piiriin, valmiiden toimintaohjeiden laatiminen, koneiden käyttöhenkilökunnan opastaminen sekä kunnossapidon kohdistaminen sinne, missä sitä tarvitaan (Järviö ym. 2007, 125–126).

RCM-prosessi sisältää seitsemän peruskysymystä (Moubray, 1997, 7):

- Mitkä ovat laitteen toiminnot ja niihin liittyvät suorituskykyvaatimukset sen nykyisessä käyttöympäristössä?
- Millä tavoin se epäonnistuu täyttämään nämä toiminnot?
- Mikä aiheuttaa jokaisen toimintahäiriön?
- Mitä tapahtuu, kun kukin vika ilmenee?
- Millä tavalla kukin vika vaikuttaa?
- Mitä voidaan tehdä, jotta vika voidaan ennakoida tai estää?
- Mitä tulisi tehdä, jos sopivaa ennaltaehkäisevää toimenpidettä ei voida löytää?

Neljän ensimmäisen kysymyksen tarkoituksena on selvittää, mihin kunnossapitotoimet kannattaa keskittää. Viidennen kysymyksen tarkoituksena on priorisoida kyseiset kunnossapitotoimien kohteet. Kahden viimeisen kysymyksen tarkoituksena on puolestaan etsiä tehokkaimmat toimintamallit, joilla sekä vikaantumista että vikojen vaikutusta voidaan hallita mahdollisimman hyvin (Järviö ym. 2007, 127).

3.3 Teollinen Internet of Things (IIoT) ja sen rooli kunnossapidossa

IIoT eli teollinen esineiden internet (Industrial Internet of Things) tarkoittaa IoT-tekniikan hyödyntämistä teollisissa ympäristöissä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että koneet, laitteet ja sensorit liitetään verkkoon, jolloin ne voivat tuottaa ja välittää tietoa reaaliajassa. Kun IIoT-laitteiden tuottamaa dataa käsitellään nykyaikaisella toiminnanohjausjärjestelmällä, jossa on tekoälyn ja koneoppimisen ominaisuuksia, niin tietoa voidaan analysoida ja hyödyntää esimerkiksi tehokkuuden, tuotettavuuden ja toiminnan läpinäkyvyyden parantamisessa (SAP 2025).

Tämä teknologia mahdollistaa kunnossapidon kehittämisen ennakoivaan ja analytiikkaan perustuvaan suuntaan. Sensorit keräävät reaaliaikaisesti tietoa laitteiden kunnosta, kuten lämpötilasta, paineesta ja värinästä, muodostaen jatkuvaa aikasarjadataa. Tämä data kuvaa laitteiden suorituskykyä ja mahdollistaa poikkeamien tunnistamisen jo ennen varsinaista vikatilanteen syntymistä (IIoT World 2025).

Analytiikkaa hyödyntämällä voidaan havaita poikkeamia laitteiden toiminnassa ja ennakoita mahdollisia vikaantumisia. Datan jatkuva kerääminen ja seuranta mahdollistavat kunnossapitotoimenpiteiden ajoittamisen todelliseen tarpeeseen perustuen, mikä vähentää turhia huoltotoimia ja pienentää seisakkien määrää. Ennakoiva kunnossapito mahdollistaa toimenpiteiden kohdentamisen niihin laitteisiin ja osiin, jotka niitä aidosti tarvitsevat. Tämä voi säästää kustannuksia ja pidentää laitteiden elinkaarta (Collin, ym. 2016, 73–81).

Etäkunnonvalvonta mahdollistaa laitteiden toimintatilan seuraamisen ilman, että henkilöstön tarvitsee olla paikan päällä. Tämä mahdollistaa reaaliaikaisen ja jatkuvan valvonnan, mikä parantaa kunnossapidon reagoitokykyä ja auttaa tunnistamaan poikkeamat laitteiden toiminnassa nopeasti. Analytiikan hyödyntäminen etäkunnonvalvonnassa tukee kunnossapitotoimenpiteiden oikea-aikaista suunnittelua ja vähentää yllättäviä tuotantokatkoksia (Collin, ym. 2016, 73–81).

4 TYÖN TOTEUTUS JA SEN KUVAUS

Tämä työ oli kehittämistyö, jossa kartoitettiin tuotantolaitoksen laitteiden nykytilanne, tunnistettiin kriittiset komponentit, tarkastettiin varaosasaatavuudet ja tarvittaessa etsittiin korvaavat laitteet. Lopuksi tehtiin toimenpideohjeistuksia korvaavien laitteiden ja komponenttien hankintaa, asennusta ja käyttöönottoa varten. Toimenpideohjeistuksia tehtiin vain erikseen valituille laitteille. Joidenkin valittujen laitteiden kohdalla tehtiin laajempaa tutkimusta siitä, miten ne voitaisiin tarvittaessa korvata.

Työ suoritettiin 2.5.2024 - 31.8.2024 välisenä aikana Kuopiossa Orionin tuotantolaitoksella. Opinnäytetyön aloituspalaverissa päätettiin tuotantolaitoksen alueet ja laitekokonaisuudet, jotka olisivat osaa tätä ylläpitosuunnitelmaa. Ylläpitosuunnitelmaan sisällytettiin suurin osa tuotantolaitoksen laitekokonaisuuksista.

Laitteet rajattiin enemmänkin automaatioon liittyviin laitteisiin, eli esimerkiksi mekaanisia laitteita, kuten sähkömoottoreita ja pumppuja ei pakollisesti edes sisällytetty työhön. Työssä läpikäytyjä tiloja olivat pesukeskus, emäsvarasto, palavien aineiden varasto, säiliövarasto, tekniset tilat, pesula, valmistushuoneet sekä osa täyttöhuoneista ja pakkauslinjoista. Täyttöhuoneiden ja pakkauslinjojen kokonaisuuksista valittiin kaksi kriittisintä linjaa tarkasteltavaksi. Kaikkien linjojen läpikäymiseen ei olisi ollut aikaa. Tarkastelun ulkopuolelle jäi myös punnitushuone, isolaattoritila ja kiinteistön sähköjärjestelmät (talotekniikka).

Työ aloitettiin listaamalla kaikki työn piiriin kuuluvat laitteet yhteen varaosaluetteloon. Tätä listausta varten luotiin Excel-tiedosto, jonne laitteet sekä niiden tiedot lisättiin. Varaosaluettelo luotiin käymällä läpi tuotantolaitoksen jo olemassa olevaa laiteluetteloa, sekä kiertäen tuotantolaitoksen eri tiloja. Suurin osa tuotantolaitoksen laitteista saatiin kopioitua suoraan laiteluettelosta varaosaluetteloon. Laitteet, jotka eivät olleet tässä laiteluettelossa, käytiin kuvaamassa paikan päällä, jotta laitteet saatiin lisättyä varaosaluetteloon kuvien sisältämän tiedon, eli tyyppikilpien, avulla.

Kun laite oli lisätty varaosaluetteloon, niin sen kriittisyysluokka määriteltiin. Laitteiden kriittisyysluokat määriteltiin käymällä varaosaluettelo läpi ensin automaatiotiimin kanssa. Myöhemmässä vaiheessa, kun olin saanut kokemusta, sain määritellä itsenäisesti laitteiden kriittisyysluokat. Jos laite kuului muuhun kuin matalimpaan kriittisyysluokkaan, niin laitteelle etsittiin ensin varaosaa Orionin varastoista. Matalimman kriittisyysluokan laitteita ei tarkasteltu enempää. Jos varaosaa ei ollut Orionin varastoissa, niin toimittajilta pyydettiin tarjouksia varaosista tai korvaavista laitteista tai komponenteista.

Varaosasaatavuudet tarkastettiin Orionin käytössä olevalla varaosanhallintaohjelmistolla. Kuopion tuotantolaitoksen varaosia ei ollut lisätty järjestelmään, joten ne käytiin läpi etsimällä ne paikan päältä. Mikäli varaosia ei ollut saatavilla Orionin varastoista, niin niiden saatavuutta tiedusteltiin eri toimittajilta, ja niistä pyydettiin toimitusajan ja hinnan arviot. Jos varaosia ei ollut saatavilla, niin silloin pyydettiin tarjous korvaavasta laitteesta samoilla tiedoilla. Työhön sisältyi myös valittujen taa-juusmuuttajien parametrien varmuuskopiointi.

4.1 Varaosaluettelo

Tämän opinnäytetyön todennäköisesti tärkein tuotos oli varaosaluettelo. Varaosaluettelo toteutettiin Microsoft Excel-taulukkona. Tähän varaosaluetteloon lisättiin kaikki tuotantolaitoksen laitteet, jotka kuuluivat työn piiriin. Varaosaluettelo alettiin kehittämään käyttäen valmista Excel-pohjaa, jota oli käytetty yksittäisen Orionin Espoon tuotantolaitoksen laitteiston logiikan listauksessa. Taulukkoon lisättiin lisää sarakkeita ja toimintoja, koska tähän taulukkoon tuli kaikki Kuopion laitteet ja niistä haluttiin myös enemmän tietoja kuin alkuperäisessä pohjassa. Luettelossa oli toiminto, jolla pystyi suodattamaan esillä näkyvät laitteet eri tietojen perusteella. Oli esimerkiksi mahdollista suodattaa vain tietyn valmistajan laitteet näkyviin. Kaikissa sarakkeissa oli tämä suodatustoiminto. Laitteita lisättiin luetteloon nelinumeroisen lukumäärä. Varaosaluettelon koko rakenne on eritelty taulukoissa 2, 3, 4 ja 5. Varaosaluettelon sarakkeet on jaettu neljään taulukkoon. Taulukossa 2 esitetään ensimmäiset sarakkeet ja taulukot 3, 4 ja 5 esittävät varaosaluettelon loput sarakkeet. Luettelon sarakkeista on poistettu joitain tietoja, jotka on korvattu kirjaimilla X.

Taulukossa 2 on esitetty varaosaluettelon ensimmäiset sarakkeet A-F, jotka käsittelevät seuraavat tiedot: sijainti/toiminto, Orionin laitenumero, positio, kriittisyysluokitus, laitetyyppi sekä valmistaja.

Taulukko 2. Varaosaluettelo esimerkki 1.

Sijainti/toiminto	SAP laitenumero	Positio	Kriittisyysluokitus	Laitetyyppi	Valmistaja
Sijainti/toiminto	Column1	Positio	Kriittisyysluokitus	Laitetyyppi	Valmistaja
PUHDASVESILAITTEISTO / PESUKESKUS 1111	XXX		2	CPU	SIEMENS
PUHDASVESILAITTEISTO / PESUKESKUS 1111	XXX		2	COMMUNICATIONS MODULE	SIEMENS
PUHDASVESILAITTEISTO / PESUKESKUS 1111	XXX		3	DIGITAL INPUT	SIEMENS
PUHDASVESILAITTEISTO / PESUKESKUS 1111	XXX		3	DIGITAL OUTPUT	SIEMENS
PUHDASVESILAITTEISTO / PESUKESKUS 1111	XXX		3	ANALOG INPUT	SIEMENS
PUHDASVESILAITTEISTO / PESUKESKUS 1111	XXX		2	ANALOG OUTPUT	SIEMENS
PUHDASVESILAITTEISTO / PESUKESKUS 1111	XXX		2	POWER SUPPLY	SIEMENS
PUHDASVESILAITTEISTO / PESUKESKUS 1111	XXX		2	ETHERNET MODULE	SIEMENS
PUHDASVESILAITTEISTO / PESUKESKUS 1111	XXX		2	HMI	SIEMENS

Taulukossa 3 on esitetty varaosaluettelon sarakkeet G-L, jotka käsittelevät seuraavat tiedot: komponentin nimi/tuotenumero, määrä (kyseisessä kohteessa käytössä olevien laitteiden määrä), kuvaus, varaosatilanne (OK/NA), varaston määrä ja varaosan materiaalinumero.

Taulukko 3. Varaosaluettelo esimerkki 2.

Komponentin nimi/ tuotenumero	Määrä	Kuvaus	Varastotilanne ok(korvaava tai alkuperäinen tuote, väh. 1)	Varastossa	Materiaalinumero (SAP)
SIMATIC S7-300 CPU315-2DP (Model No. 6ES7315-2AH14-0AB0)	1	Tuottolaitteen logiikka		0	
Communications Module (Model No. 6AG1340-1AH02-2AE0)	1	Tuottolaitteen logiikka		0	
Digital Input Card SM321 (Model No. 6ES7321-1BL00-0AA0)	1	Tuottolaitteen logiikka	OK	1	XXX
Digital Output Card SM322 (Model No. 6ES7322-1BL00-0AA0)	1	Tuottolaitteen logiikka	OK	1	XXX
Analogue Input Card SM311 (Model No. 6ES7331-7KF02-0AB0)	3	Tuottolaitteen logiikka	OK	3	XXX
Analogue Output Card SM332 (Model No. 6ES7332-5HF00-0AB0)	1	Tuottolaitteen logiikka		0	
5A Power Supply (Model No. 6ES7 307-1EA00- 0AA0)	1	Tuottolaitteen logiikka		0	
Ethernet Module CP343-1 (Model No. 6GK7 343-1CX10-0XE0)	1	Tuottolaitteen logiikka		0	
SIMATIC HMI TP1500 COMFORT PANEL (Model No. 6AV2124-0QC02-0AX0)	1	Tuottolaitteen logiikka		0	

Taulukossa 4 on esitetty varaosaluettelon sarakkeet M-P, jotka käsittelevät seuraavat tiedot: elinkaaritilanne (Aktiivinen, Varaosavaiheessa, Elinkaari lopetettu), varaosan arvioitu hinta/toimitusaika, kommentti ja korvaavan komponentin nimi.

Taulukko 4. Varaosaluettelo esimerkki 3.

Aktiivinen/ Varaosavaiheessa/ Elinkaari lopetettu	Varaosan arvioitu hinta/toimitusaika	Kommentti	Korvaavan komponentin nimi
Aktiivinen/varaosavaiheessa/Elinkaari lopetettu	Varaosan arvioitu hinta/toimitusaika	Kommentti	Korvaavan komponentin nimi
Elinkaari lopetettu	XXXX, toimitusaika n. X viikkoa (Toimittaja X)	Ei löytynyt MM03 haulia SAPista	6ES7315-2AH14-0AB0
Varaosavaiheessa	XXXX, toimitusaika X-X viikkoa (Toimittaja X)	Ei löytynyt MM03 haulia SAPista	
Varaosavaiheessa	XXXX, toimitusaika X-X viikkoa (Toimittaja X)	Fermion Hanko Kunnossapito	
Varaosavaiheessa	XXXX, toimitusaika X-X viikkoa (Toimittaja X)	Fermion Hanko Kunnossapito	
Varaosavaiheessa	XXXX, toimitusaika X-X viikkoa (Toimittaja X)	Fermion Hanko Kunnossapito	
Varaosavaiheessa	XXXX, toimitusaika X-X viikkoa (Toimittaja X)	Ei löytynyt MM03 haulia SAPista	
Elinkaari lopetettu	XXXX, toimitusaika X-X viikkoa (Toimittaja X)	Ei löytynyt MM03 haulia SAPista	6AG1307-1EA01-7AA0
Varaosavaiheessa	XXXX, toimitusaika X-X viikkoa (Toimittaja X)	Ei löytynyt MM03 haulia SAPista	
Elinkaari lopetettu		Ei löytynyt MM03 haulia SAPista	SIMATIC HMI TP1500 Comfort (Model No. 6AV2124-0QC02-0AX1)

Taulukossa 5 on esitetty varaosaluettelon sarakkeet Q-T, jotka käsittelevät seuraavat tiedot: Korvaavaa tuotetta varastossa (määrä), korvaavan materiaalinumero, korvaavan tuotteen arvioitu hinta/toimitusaika ja varmuuskopiotilanne (KYLÄ/EI/NA).

Taulukko 5. Varaosaluettelo esimerkki 4.

Korvaavaa tuotetta varastossa	Korvaavan materiaalinumero (SAP)	Korvaavan tuotteen arvioitu hinta/toimitusaika	Backup-tilanne
Korvaavaa tuotetta varastossa	Korvaavan materiaalinumero	Column1	Column2
			EI
			NA
			NA
			NA
			NA
			NA
			NA
			NA
		XXXX, toimitusaika n. X viikkoa (Toimittaja X)	KYLÄ

Tähän Excel-tiedostoon tehtiin myös kaksi muuta taulukkoa, joista toisessa oli listattu Kuopiossa sijaitsevat varaosataajuusmuuttajat sekä toinen, jossa oli listattu kaikki käytössä ja varaosina olevat I/O-kortit sekä niiden virtalähteet. Kuopion tuotantolaitoksen varastoissa olevat taajuusmuuttajat olivat kaikki yhtä lukuun ottamatta eri merkkisiä ja mallisia kuin käytössä olevat laitteet. Varaosaluetteloon lisättiin vain käytössä olevia laitteita, joten varaosaluetteloon tehtiin erillinen taulukko varaosataajuusmuuttajista. Varastossa oli paljon IV-taajuusmuuttajia ja niiden väliaikaista käyttöä korvaavana laitteena harkittiin palavereissa. Virallista suunnitelmaa ei tehty, mutta taajuusmuuttajat ovat nyt luetteloitu ja asiaan voidaan palata rikkoutumistilanteessa.

4.2 Taajuusmuuttajien parametrit

Osana tätä työtä otettiin uudet varmuuskopiot kaikkien taajuusmuuttajien parametreista lukuun ottamatta pakkaus- ja täyttölinjoilla sijaitsevia laitteita. Varmuuskopiot tallennettiin projektikansioon. Osa taajuusmuuttajista oli vanhemman mallisia ja niistä oli otettava parametrit talteen selaamalla ne manuaalisesti läpi. Uudemmissa taajuusmuuttajissa oli mahdollisuus kytkeä ne tietokoneeseen ja ladata parametrit sinne käyttäen valmistajien ohjelmistoja. Varmuuskopioita otettiin ABB:n, SEW EURODRIVE:n ja Siemensin taajuusmuuttajista. Lista seuraavaksi taajuusmuuttajien eri mallit:

- ABB SAMI MINISTAR
- ABB ACS150
- ABB ACS350
- ABB ACS400
- ABB ACS550
- ABB ACS600
- SEW EURODRIVE MOVITRAC 3000
- SIEMENS SINAMICS G120C

Parametrit oli mahdollista ladata tietokoneelle vain ABB ACS150, ACS550 ja Siemens Sinamics G120C taajuusmuuttajien tapauksissa. ACS150 ja ACS550:n parametrit oli mahdollista ladata tietokoneelle käyttämällä ABB:n DriveWindow Light 2 -ohjelmistoa sekä sopivaa kaapelia. Tämä on esitetty kuvassa 4. Siemens Sinamics G120C taajuusmuuttajien parametrit ladattiin käyttäen Siemens PG-laitetta eli ohjelmointitietokonetta. Parametrit ladattiin PG:lle käyttäen Siemensin STARTER-ohjelmistoa.



Kuva 4. Parametrien talteenotto ABB ACS550 taajuusmuuttajasta.

Muissa tapauksissa, joissa parametrejä ei ollut mahdollista ladata tietokoneelle, käytiin parametrit läpi käyttäen taajuusmuuttajien ohjauspaneelleita. Parametrit oli mahdollista selata läpi painellen ohjauspaneelien näppäimiä ja ne kirjattiin kynällä valmiiksi tulostettuihin paperipohjiin, jotka löytyivät taajuusmuuttajien käyttöohjeista. Taajuusmuuttajien käyttöohjeet löytyivät valmistajien verkkosivustoilta. Lopuksi valmiit paperiset parametrilistat skannattiin ja siirrettiin projektikansioon. Kuvassa 5 on esitetty SEW EURODRIVE MOVITRAC 3000 taajuusmuuttaja, joka on yksi esimerkki vanhemmanmallisista taajuusmuuttajista, joissa ei ole mahdollisuutta ohjelmoida tietokoneella.



Kuva 5. SEW EURODRIVE MOVITRAC 3000 taajuusmuuttaja.

Parametrien talteenotolla oli tarkoitus helpottaa uuden taajuusmuuttajan käyttöönottoa siinä tilanteessa, jossa käytössä oleva taajuusmuuttaja rikkoutuu ja parametreihin ei pääse enää käsiksi. Tämä myös varmisti, ettei varmuuskopioista puutu mahdollisia vuosien mittaan tehtyjä dokumentoimattomia muutoksia.

4.3 Orionin varaosien läpikäynti

Osana työtä käytiin läpi kaikki Orionin tuotantolaitoksien varastoissa olevat varaosat läpi, etsien löytykö Kuopion tuotantolaitteisiin varaosia. Varaosia oli mahdollista etsiä Orionin käyttämällä SAP ERP-ohjelmistolla. Kuopion tuotantolaitoksella oli myös osia, joita ei ollut kirjattu järjestelmään, joten ne käytiin läpi kiertämällä varastot. Kaikki varaosat lisättiin varaosaluetteloon tietoineen ja sijainneen.

4.4 Laitteiden kriittisyysluokitukset

Varaosaluetteloon kerättyjen laitteiden ja komponenttien kriittisyys haluttiin luokitella laitekohtaisesti. Alkuperäinen kriittisyysluokittelu oli itse laatimani ja se ei tietääkseni seurannut mitään yleistä toimintatapaa alalla. Työn loppuvaiheessa luokittelua muokattiin vastaamaan paremmin Orionin tarpeita.

Lopullisessa luokittelutavassa kriittisyyden merkitys ja määritelmä oli se, miten suuri vaikutus laitteen rikkoutumisella olisi tuotannon toimintaan ja minkä asteinen suunnitelma tilanteelle on olemassa. Esimerkiksi, laite, jolle on varaosa hyllyssä, on vähemmän kriittinen, kuin toinen laite, jolle on saatavilla varaosan sijaan korvaava laite toimittajalta kahden viikon toimitusajalla.

Varaosan tai korvaavan laitteen toimitusaika pidentää laiterikon negatiivista vaikutusta tuotannon toimintaan. Korvaavan laitteen asentaminen voi myös viedä enemmän aikaa varaosaan verrattuna.

Laitteen kriittisyys siis luokiteltiin suuremmaksi, mikäli laitteen vaihtamiseksi tai korvaamiseksi ei ollut suunnitelmaa. Luokitukseen vaikutti myös se, miten paljon laitteen vaihtamiseen tai korvaamiseen kuluu aikaa sekä miten haastavaa se on. Työssä ei käytetty esimerkiksi PSK Standardisointiyhdistys ry:n standardin PSK 6800 mukaista riskinarviointimenetelmää tai standardia, jossa lasketaan riskin suuruus, joka on vikaantumisen vaikutuksen ja todennäköisyyden tulo (PSK 6800, 2).

Tässä työssä kriittinen laite ei myöskään aina vastannut standardin PSK 6800 määritelmää. PSK 6800-standardi määrittää kriittisen laitteen siten, että siihen liittyvä riski ei ole hyväksyttävällä tasolla (PSK 6800, 2). Tässä työssä kriittiseen laitteeseen liittyvä riski voi olla hyväksyttävällä tasolla, koska sitä ei millään erityisellä tavalla mitattu.

Laitteet luokiteltiin automaatiotiimin palavereissa perustuen käytännön kokemukseen ja asiantuntijoiden näkemyksiin. Työn loppuvaiheessa sain luokitella laitteita jo itsenäisesti, kun kokemusta aiheesta oli kertynyt. Tässä työssä käytetyillä luokittelukriteereillä pyrittiin nostamaan esille tuotannolle tärkeitä laitteita, joille ei ole suunnitelmaa rikkoutumistilanteessa. Luokittelun ansiosta olisi siis mahdollista keskittää helpommin huomiota niihin kohteisiin, joille ei ole varaosia tai riittävää suunnitelmaa rikkoutumistilanteessa.

Projektin alussa laitteet luokiteltiin kolmeen eri kriittisyysluokkaan. Tässä luokittelutavassa kriittisyyden määritelmä oli yksinkertaisesti se, miten tärkeäksi laite koettiin tuotannon toiminnalle. Kriittisyysluokkien 1 ja 2 laitteet olivat kriittisiä ja luokan 3 laitteet jätettiin työn ulkopuolelle. Alkuperäinen kriittisyysluokittelu on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Alkuperäiset kriittisyysluokitukset ja niiden määritelmät.

Kriittisyysluokka	Määritelmä
1	Kaikista kriittisimmät laitteet, tulee tarkastella tarkimmin.
2	Kriittisiä, mutta matalamman riskin omaavia ja/tai tuotannon toimintaan vähemmän vaikuttavia.
3	Suurimmalta osin ei-kriittisiä, ei tutkita tarkemmin.

Työn loppuvaiheessa kriittisyysluokituksia kuitenkin muutettiin. Haluttiin lisätä yksi luokka lisää ja muokata luokkien merkityksiä. Laitteet käytiin uudestaan läpi ja ne luokiteltiin uuden mallin mukaisesti. Uusi luokitusjärjestelmä on kuvattu taulukossa 7.

Taulukko 7. Lopulliset kriittisyysluokitukset ja niiden määritelmät.

Kriittisyysluokka	Määritelmä
1	Kriittinen laite, ei suunnitelmaa rikkoutumistilanteessa ja/tai laitteen vaihto/korvaaminen erittäin haastavaa.
2	Kriittinen laite, varaosa tai korvaava laite tiedossa/varastossa ja laitteen vaihto/korvaaminen haastavaa.
3	Kriittinen laite, varaosa tai korvaava laite tiedossa/varastossa, laite helposti vaihdettavissa.
4	Ei kriittinen laite tai osia helposti saatavilla (hyllytavaraa). Laite helposti vaihdettavissa. Ei tutkita tarkemmin.

Tämä uusi luokitusjärjestelmä korosti paremmin sitä, missä olisi eniten paranneltavaa. Tämä luokitustapa helpottaa Orionia keskittämään aikansa ja resurssinsa sinne missä niitä tarvitaan eniten. Orion voi halutessaan keskittyä luomaan suunnitelmia luokan 1 laitteisiin ja sen jälkeen siirtää ne matalampaan luokitukseen. Täydellinen tilanne olisi se, että mahdollisimman moni laite voitaisiin siirtää luokkiin 3 ja 4.

Luokituksen kuvaus ei aina välttämättä kuvannut siihen sijoitettua laitetta täydellisesti. Lopullinen päätös luokituksesta tehtiin kahden eri luokan välillä riippuen siitä, kumpaa laite vastaa paremmin. Osalle luokan 1 laitteista ei ole olemassa mitään suunnitelmaa rikkoutumistilanteessa. Tämä tarkoittaa sitä, että varaosia tai suoraan korvaavia laitteita ei ole löytynyt varastosta tai markkinoilta. Joissain tilanteissa varaosa tai korvaava laite voi olla saatavilla, mutta laitteen vaihtaminen olisi erittäin haasteellista.

Luokan 2 laitteille on löytynyt varaosa tai korvaava laite joko Orionin varastoista tai markkinoilta. Laitteen vaihtaminen voi kuitenkin olla haasteellista ja/tai viedä aikaa. Myös luokan 3 laitteille on varaosa tai korvaava laite tiedossa, mutta laite on kuitenkin helposti vaihdettavissa. Luokan 4 laitteet ei joko ole kriittisiä tai osia on helposti saatavilla ja ne ovat helposti vaihdettavissa. Tämä luokitus vastaa täysin alkuperäisen järjestelmän luokitusta 3.

Kriittisyysluokkaan vaikutti paljon laitteen vaihtamisen haasteellisuus. Laitteen vaihtamisen tai korvaamisen haasteellisuus riippuu monesta eri asiasta. Joidenkin laitteiden toimitusaika voi olla erittäin pitkä, varsinkin laitteissa, jotka valmistetaan tilauksesta. Monissa eri laitteissa on myös ohjelmistoja tai parametreja, joita ei voi suoraan siirtää uuteen korvaavaan laitteeseen, vaan niitä pitää muokata. On otettava myös huomioon se, että onko varmuuskopioita edes olemassa.

4.5 Toimenpideohjeistukset

Toimenpideohjeistukset tehtiin valituille taajuusmuuttajille, Steris pesukoneen PLC:lle ja HMI-näytölle. Toimenpideohjeistuksia olisi haluttu tehdä enemmän, mutta ajan puutteessa päädyttiin näihin. Toimenpideohjeistukseen kuului selvittää laitteen korvaaminen tarkemmalla ohjeistuksella.

4.5.1 Steris PLC

Steris-pesukoneen logiikan tilanne haluttiin selvittää tarkemmin. Laitteet käytiin kuvaamassa paikan päällä ja Siemens-logiikan laitteet lisättiin varaosaluetteloon. Kaikki osat olivat saatavilla markkinoilta varaosina ja niistä saatiin myös tarjous toimittajalta. Tarjoukseen sisältyi hinta ja toimitusaika. Siemens CPU:sta oli varmuuskopio jo olemassa. Varmuuskopion palautusta uudelle CPU:lle tutkittiin myös hieman, mutta sille ei lopulta ollut tarvetta, koska osaaminen löytyy jo Orionin omalta henkilökunnalta.

Varmuuskopio voidaan palauttaa tietokoneella käyttäen Siemensin Simatic Manager Softwarea. Tarvitaan myös sopivat kaapelit ja adapteri (PC Adapter MPI A2 USB (6GK1571-0BA00-0AA0)). Adapteri esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Siemens PC adapteri MPI A2 USB (6GK1571-0BA00-0AA0) (Siemens, 2025).

4.5.2 Steris HMI

Steris pesukoneen HMI-näytön tilannetta oli jo aiemmin pohdittu Orionilla. Osana työtä selvitettiin, millä näyttö tarvittaessa korvataan ja miten se voidaan tehdä. Kohde kuvattiin kentällä ja lisättiin varaosaluetteloon. Valmistajalle lähetettiin tarjouspyyntö varaosasta tai korvaavasta osasta. Valmistaja ohjasi kysymään tarjousta suomalaiselta toimittajalta. Toimittajan tarjoukseen sisältyi uusi HMI-paneeli, asennuskaulus ja uuden paneelisarjan ohjelmointityökalu. Tämä paneeli oli uudempi malli.

Varaosan saatavuutta kysyttiin myös toiselta toimittajalta, joka myy käytettyjä laitteita. Varaosasta saatiin tarjous, mutta vaikka osa oli käytetty, sen hinta oli huomattavasti kalliimpi kuin uusi paneeli.

Uudenmallisen paneelin etuna olisi se, että se ei ole käytetty ja siinä on takuu. Vanhan ohjelman siirtäminen uuteen paneeliin olisi kuitenkin haastavaa. Sitä varten toimittaja tarjosi ohjelmointityökalua, mutta Orionin pitäisi silti palkata ulkopuolista osaamista ohjelmiston muokkaamiseen uuteen paneeliin. Paneelin ohjelmoiminen voisi myös kestää kauan. Pesukonetta ei voida käyttää ilman HMI-näyttöä ja vaikutus tehtaan toimintaan olisi suuri.

Varaosapaneelin hinnaksi arvioitiin suunnilleen sama hinta kuin uudelle paneelille muokatulla ohjelmalla (pesukoneen toimimattomuuden vaikutusta tuotantolaitoksen toimintaan ei arvioitu rahallisesti). Varaosapaneeli on kallis verrattuna uuteen, mutta osaaminen paneelin vaihtamiseen ja varmuuskopion palauttamiseen löytyy Orionin henkilökunnalta Kuopion tehtaasta. Varaosapaneelilla pesukone saataisiin takaisin toimintaan noin viikossa, toimitusajan ollessa ensin 2 viikkoa, ellei sitä ole mahdollista nopeuttaa. Varaosapaneelin asentaminen olisi verrattain helpompaa, koska käytössä olevan ohjelman varmuuskopio voitaisiin siirtää suoraan siihen. Uuden paneelin asennusaikaa ei arvioitu, mutta sen oletettiin olevan huomattavasti pitempi.

Tuotantolaitoksen sulkemisen valossa olisi todennäköisesti järkevämpää hankkia varaosa rikkoutumistilanteessa uuden sijaan. Paneelin korvaaminen varaosalla olisi helpompaa ja tehokkaampaa sekä

se olisi todennäköisesti halvempi ratkaisu. Näytön modernisoimisesta ei ole hyötyä tuotantolaitoksen sulkemisen vuoksi. Päätös ei kuitenkaan ollut osa tätä työtä, vaan Orion tekee sen, mikäli laite rikkoutuu tehtaan toiminnan aikana. Tämän työn myötä siihen on luotu suunnitelma.

4.5.3 Taajuusmuuttajat

Toimenpideohjeistuksia haluttiin tehdä myös tietyille taajuusmuuttajille. Tarkasteltaviksi laitteiksi valittiin useassa kohteessa käytössä olevat vanhat ABB:n ACS550 ja SAMI MINISTAR taajuusmuuttajat. Tarkoituksena oli selvittää, millä ja miten tämän tyyppinen taajuusmuuttaja korvattaisiin väliaikaisesti rikkoutumistilanteessa. Ensin tarkastettiin taajuusmuuttajien saatavuus Orionin omista varastoista. ACS550 taajuusmuuttajia löytyi Orionin varastoista. ACS550- tyyppisiä taajuusmuuttajia on kuitenkin Kuopion tuotantolaitoksella käytössä useammassa eri teholuokassa, mutta löytyneillä varaosilla voisi korvata vain osan taajuusmuuttajista. SAMI MINISTAR- taajuusmuuttajia ei löytynyt Orionin varastoista.

Toimenpideohjeistusta varten käytiin läpi myös Orionin Kuopion tuotantolaitoksella varastoidut IV- varaosataajuusmuuttajat. Kuopion tuotantolaitokselle oli hankittu muutama vuosi sitten taajuusmuuttajia varaosiksi tehtaan ilmanvaihdon laitteisiin. Näiden taajuusmuuttajien tiedot lisättiin varaosaluettelon varaosataajuusmuuttajat- taulukkoon. IV-taajuusmuuttajien sopivuutta väliaikaiseksi korvaajaksi ei tutkittu tarkemmin, mutta niitä oli saatavana varastossa useassa eri teholuokassa.

SAMI MINISTAR- taajuusmuuttajia oli käytössä kahta eri tyyppiä. 07MB4-0M2 ja 029MD4-M0. Yksi 07MB4-0M2- tyyppinen taajuusmuuttaja oli poistettu käytöstä koska sille ei ollut käyttöä. Sitä voisi siten käyttää varaosana tarvittaessa. SAMI MINISTAR 029MD4-M0 taajuusmuuttajille ei löytynyt varaosia, mutta todettiin että rikkoutumistilanteessa päätettäisiin, voisiko ottaa toisen, vähemmän kriittisen taajuusmuuttajan käyttöön väliaikaisesti. Olisi myös mahdollista siirrellä yksittäistä taajuusmuuttajaa kahden käyttökohteen välillä, jos käytön tarve on vain satunnaista ja ei samanaikaista. Tämän tilanteen arviointi ennalta olisi mahdotonta tuotannollisista syistä, joten se on tehtävä vasta rikkoutumistilanteessa. Rikkoutumistilanteessa käytettäisiin näitä väliaikaisia ratkaisuja. Pitempiaikainen ratkaisu kaikille taajuusmuuttajille löytyi jo aiemmin osana muuta työtä.

5 POHDINTA

Työn tavoitteena oli luoda selkeä ylläpitosuunnitelma kriittisille tuotantolaitteille. Tämä tavoite toteutui mielestäni hyvin, ja työ toi esiin sellaisia puutteita laitetiedoissa, joita ei aiemmin ollut tunnistettu tai tiedostettu. Varaosaluettelo loi vähintään jonkinasteisen suunnitelman suurimmalle osalle tuotantolaitoksen kriittisistä laitteista ja sen avulla voidaan keskittyä parantamaan tilannetta niiden laitteiden suhteen, jotka sitä eniten tarvitsevat. Tuotantolaitoksen taajuusmuuttajien ja muiden laitteiden varmuuskopioiden tilanteiden selvittäminen ja tallentaminen auttaa kohdeyritystä rikkoutumistilanteissa sekä ohjaa yritystä paikkoihin, joissa asiat eivät ole vielä kunnossa.

Aikataulullisesti työ oli tiukka, ja olisin toivonut, että aikaa olisi ollut enemmän toimenpidesuunnitelmien ja laitteiden varmuuskopiotilanteiden selvittämiseen. Toimenpidesuunnitelmat olivat työn viimeinen vaihe ja niihin ei valitettavasti jäänyt paljoa aikaa. Tehdyt toimenpidesuunnitelmat voivat kuitenkin auttaa varaosien hankintojen päätöksissä sekä laitteiden rikkoutumistilanteissa. Varmuuskopioiden tilannetta voidaan jatkossa päivitellä varaosaluetteloon ja varmistaa että ne ovat laitteille olemassa.

Työn päätehtävä, joka oli kriittisten laitteiden tunnistaminen ja luokittaminen onnistui ja se suoritettiin täysimittaisesti. Tämän työn myötä Orionin Kuopion tehtaan automaatiolaitteiden nykytilanne on paljon paremmin kartoitettuna. Lopullinen kriittisyysluokittelun tapa auttaa Orionia keskittymään kunnossapidossa ensin laitteisiin, jotka ovat kriittisimpiä sekä puutteellisia rikkoutumistilanteiden suunnitelmiltaan.

Opinnäytetyöprosessin aikana osaamiseni kehittyi merkittävästi useilla osa-alueilla, erityisesti alan teknisessä ymmärryksessä, ongelmanratkaisukyvyissä ja projektinhallinnassa. Projektin aikana pääsin tutustumaan tehtaan automaatioon ja lääketehaan prosessiteollisuuteen. Lääketeollisuudesta tekee mielestäni mielenkiintoista se, miten tarkat laatuvaatimukset alalla ovat. Alalla vaaditun dokumentaation määrä ja laatu ovat moneen muuhun alaan verrattuna korkeita.

Työtä tehdessä syntyi myös jatkokehitysideoita. Osalle työn piiriin kuuluvista laitteista ei löytynyt varaosia tai suoraan korvaavia laitteita. Työ tulisi saattaa loppuun näiden puutteiden osalta. Työn pohjalta voitaisiin myös tehdä päätöksiä varaosien hankinnan ja varastoinnin suhteen.

Tehtaan automaatiolaitteiden nykytilannetta voitaisiin parantaa hankkimalla varaosia ja luomalla lisää tarkempia suunnitelmia laitteiden suhteen. Laitteiden kriittisyysluokkia voitaisiin laskea, kun näitä toimenpiteitä suoritetaan. Tätä ylläpitosuunnitelmaa voitaisiin jatkossa kehittää myös käsittelemään vähemmän kriittisiä laitteita laajemmin. Työssä kerätty tieto olisi mahdollista integroida digitaaliseen kunnossapitoalustaan, jossa tiedon käsittely olisi helpompaa.

LÄHTEET

Collin, Saarelainen 2016. Teollinen internet. Helsinki: Alma Insights

IIoT World 2025. Predictive Maintenance in IIoT: Leveraging Time Series Data for Equipment Longevity. Verkkojulkaisu. <https://www.iiot-world.com/predictive-analytics/predictive-maintenance/predictive-maintenance-iiot-time-series-data/> Viitattu 20.5.2025.

Järviö, Piispa, Parantainen, Åström 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Moubray, J. 1997. Reliability-centered Maintenance. 2. painos. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Orion 2024a. Lehdistöiedote. Verkkojulkaisu. <https://www.orion.fi/uutishuone/kaikki-uutiset/tiedotteet/lehdistotiedotteet/2024/orionin-kuopion-tehdasta-koskeneet-yhteistoimintalain-mukaiset-muutosneuvottelut-ovat-paattyneet--yhtio-on-paattanyt-jatkaa-tehtaan-tuotannon-ulkoistuksen-selvittamista/> Viitattu 3.4.2025.

Orion 2024b. Tietoa Orionista. Verkkojulkaisu. <https://www.orion.fi/tietoa-orionista/> Viitattu 3.4.2025.

Orion 2024c. Orionin toiminnasta. Verkkojulkaisu. <https://www.orion.fi/tietoa-orionista/missa-me-toimimme/> Viitattu 3.4.2025.

Orion 2024d. Orion Suomessa. Missä me toimimme. Verkkojulkaisu. <https://www.orion-pharma.com/fi/tietoa-orionista/missa-me-toimimme/> Viitattu 14.4.2025.

Orion 2024e. Tietoa Orionista. Liiketoimintamme. Verkkojulkaisu. <https://www.orion-pharma.com/fi/tietoa-orionista/liiketoimintamme/> Viitattu 22.4.2025.

PSK 6800 Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa, 2008. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

SAP 2024. What is the Industrial Internet of Things (IIoT)? Verkkojulkaisu. <https://www.sap.com/finland/products/scm/industry-4-0/what-is-iiot.html> Viitattu 20.5.2025.

SFS-EN 13306:2017 Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia, 2017. 3. painos. Helsinki: Suomen standardoimiskeskus.

Siemens 2025. PC adapter USB A2 USB adapter. Verkkojulkaisu. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6GK1571-0BA00-0AA0> Viitattu 14.4.2025.