

Kunnossapito-ohjelman suunnittelu ja käyttöönotto automatisoidussa logistiikkakeskusessa

Jani Majanmaa

OPINNÄYTETYÖ

Lokakuu 2021

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaatio

MAJANMAA, JANI:

Kunnossapito-ohjelman suunnittelu ja käyttöönotto automatisoidussa logistiikkakeskuksessa

Opinnäytetyö 27 sivua

Lokakuu 2021

Opinnäytetyö seurasi prosessia, jossa suunniteltiin kunnossapito-ohjelma automatisoidulle elintarvikkeiden logistiikkakeskukselle. Suunnitelma kattoi kuivatuotevaraston, joka oli ensimmäinen osa laajempaa viisiosaista projektia. Työ käsitti lisäksi suunnittelua seuraavan ohjelman käyttöönoton sekä seurannan. Työn tarkoitus oli luoda ehkäisevän kunnossapidon ohjelma, joka on aikataulullisesti ja huollon määrän kannalta järkevästi mitoitettu sekä mahdollisimman toimiva. Tärkeässä osassa suunnitteluprosessia oli tutustuminen hieman vastaavanlaiseen logistiikkakeskukseen Chicagossa sekä syvälinen perehtyminen järjestelmään vaatimuksiin.

Suunnittelutyön lopputuloksena oli toimiva ehkäisevän kunnossapidon strategiaan perustuva kunnossapito-ohjelma, mutta se hioutui edelleen toimivammaksi seurannan aikana tehtyjen huomioiden avulla. Tämä oli odotettavissa, sillä monet seikat eivät olleet vielä tyhjentävästi tiedossa ennen ohjelman käyttöönottoa. Ohjelman käyttöönotto ja sen seuranta olivat tärkeässä roolissa prosessissa, ja tuotannon käynnistyminen auttoi näkemään suunnitellun ohjelman käytännössä sekä arvioimaan sen toimivuutta entistä kriittisemmin. Tuotannon käynnistyttyä ohjelmassa havaittiin erilaisia kehityskohteita, jotka optimoitiin paremmin järjestelmän vaatimuksia vastaaviksi.

Työ täytti tarkoituksensa toimivan ja järjestelmän erityispiirteet huomioivan kunnossapito-ohjelman luomisesta automatisoituun elintarvikkeiden logistiikkakeskukseen, mutta ohjelma vaatii optimointia ja tarkastelua myös tulevaisuudessa. Ohjelman vaatima optimointi jatkossa riippuu pitkälti laitteiston elinkaaren aikana muuttuvista tarpeista sekä siitä, että pidempi seuranta tuo taas uudenlaisia mahdollisuuksia tarkastella ohjelman toimivuutta uusin tavoin. Työ onnistui odotusten mukaisesti.

Asiasanat: automaatio, kunnossapito-ohjelma, ehkäisevä kunnossapito

ABSTRACT

Tampereen Ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Machine Automation

MAJANMAA, JANI:
Maintenance Program Planning and Commissioning in an Automated Logistics Center
Bachelor's thesis 27 pages
October 2021

This thesis followed the process of planning a maintenance program for an automated logistics center. The plan covered a dry goods warehouse, which was the first part of a larger five-part project. The work and thesis also included the implementation and monitoring of the program that followed the planning phase. The purpose of this study was to create a preventive maintenance program that is reasonably sized in terms of schedule and amount of maintenance, and also as efficient as possible.

The result of the planning stage was a well-functioning maintenance program based on a preventive maintenance strategy, but it was further refined through observations made during the follow-up period. This was expected, as many issues were not yet fully known before the program was introduced. The implementation of the program and its monitoring played an important role in the process, and the start of production helped to see the planned program in practice and to evaluate its functionality more critically. After the start of the production, various developments were identified in the program, which were better optimized to meet the requirements of the system.

The work served the purpose of creating a functional maintenance program for an automated food logistics center that takes into account the specifics of the system, but the program requires some optimization and review in the future as well. Aims of this study were reached successfully.

Key words: automation, maintenance program, preventive maintenance

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	WITRON ON SITE SERVICES GMBH	8
3	MITÄ KUNNOSSAPITO ON?	9
3.1	Yleistä kunnossapidosta	9
3.2	Kunnossapidon työlajit	9
3.3	Kunnossapito-ohjelman suunnittelu	14
4	KUNNOSSAPITO-OHJELMAN SUUNNITTELUN ALOITTAMINEN... ..	16
4.1	Tutustuminen logistiikkakeskuksen automaatioon	16
4.2	Järjestelmän rakenne	17
5	KUNNOSSAPITOSTRATEGIA JA HUOLTORYHMÄT	19
5.1	Huoltoryhmien kriittisyysjaottelu	19
5.2	Huoltoryhmien määritys	20
6	KUNNOSSAPITO-OHJELMA	22
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	25
	LÄHTEET	27

LYHENTEET JA TERMIT

Asset	Osa laitetta tai järjestelmää
CPU	Central Processing Unit
Downtime	Keskeytysaika
Group	Ryhmä assetteja
LAC	Local Area Control
SPOF	Single point of failure
WIOSS	Witron On Site Services
Witool	Witron GmbH:n kunnossapitojärjestelmä

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on suunnitella ja käyttöönottaa kunnossapito-ohjelma automatisoidussa elintarvikkeiden logistiikkakeskuksessa. Sipoossa sijaitseva uusi logistiikkakeskus on yksi maailman suurimmista automatisoiduista logistiikkakeskuksista elintarvikealalla. Automaatiojärjestelmän logistiikkakeskukseen toimittaa saksalainen yritys Witron GmbH. Projekti toteutetaan viidessä vaiheessa. Ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa uuteen keskukseseen siirtyvät kuivatuotteet, kolmannessa vihannekset ja hedelmät, neljännessä jalosteet ja maitotuotteet sekä viimeisessä pakasteet. Tässä työssä suunnittelen kunnossapito-ohjelman ensimmäisen vaiheen osalta, eli kuivatuotevaraston automaatiolle.

Työn alkaessa tuotantolaitoksen ensimmäinenkin vaihe on vielä rakennusvaiheessa. Ensimmäisen vaiheen käyttöönotto alkaa kesäkuussa 2016. Aloitin työn huhtikuussa 2016 tutustumalla työhön ja sen tavoitteisiin. Ennen käyttöönottoa vierailin yhdessä Witronin yksikössä Chicagossa tutustumassa järjestelmään ja sen asettamiin vaatimuksiin huoltojen suhteen. Chicagossa minua ohjasi yksikön päällikkö Holger Breunig, jolta sain paljon vuosikymmenten kokemukseen perustuvaa tietoa kunnossapito-ohjelman suunnittelusta Witronilla. Tämä matka oli silmiä avaava kokemus ja ilman sitä en olisi varmasti työstä selvinnyt.

Ennen työn aloittamista määrittelimme tavoitteet työlle yhdessä kunnossapitopäällikön kanssa. Työn tavoitteena on luoda aikataulullisesti ja huollon määrän kannalta järkevästi mitoitettu ehkäisevän kunnossapidon ohjelma. Työn ulkopuolelle rajattiin huolto-ohjeet, vaikka nekin ovat olennainen osa kunnossapito-ohjelmaa. Työssä kyllä liitettiin ohjeet yrityksen kunnossapitojärjestelmä Witoolin aikatauluihin, mutta ohjeita en itse tehnyt. Ohjeet pohjautuvat laitevalmistajien manuaaleihin ja vuosien saatossa löydettyihin parhaisiin käytänteisiin.

Ennakkotietoihin perustuen kunnossapito-ohjelmasta on mahdoton tehdä kerralla täysin optimoitua ja järkevästi mitoitettua, siksi suunnitelma tehtiin paljolti

yrityksen aiempaan kokemukseen perustuen. Tässä työssä ei käsitellä yksittäisten laitteiden kunnossapitostrategioita tai vikaantumisanalyyseja, vaan keskitytään kokonaisuuden rakentumiseen. Yksittäiset laitteet, niiden strategiat ja analyysit toki muodostavat kokonaisuuden, mutta tässä työssä nojataan yrityksen vankkaan kokemukseen ja historiaan perustuvaan tietoon yksittäisten laitteiden kunnossapidosta. Ohjelmaa on helppo optimoida ja muokata käyttöönoton jälkeen ja näin varmasti tullaan tekemäänkin. Tavoitteena on kuitenkin saada mahdollisimman pitkälle viety ohjelma heti alusta asti. Huolto-ohjelman optimointia on tehtävä jatkuvasti laitteiston ikääntyessä, kustannustehokkaimman ratkaisun löytämiseksi, joka palvelee tuotannon tarpeita parhaiten.

2 WITRON ON SITE SERVICES GMBH

Witron GmbH konserni jakautuu useaan eri yritykseen, joista yksi on Witron On Site Services. WIOSS keskittyy paikalliseen käynnissä- ja kunnossapitoon On Site-kohteissa. Witron GmbH toimittaa automatisoituja logistiikan ratkaisuja teollisuuteen. Suurin osa asiakkaista toimii elintarviketeollisuudessa, mutta myös auto- ja lääketeollisuudesta löytyy Witronin asiakkaita. Witron luo asiakkaalle logistisia ratkaisuja yksittäisestä laitteistosta lähtien aina täyden palvelun ratkaisuun. Täyden palvelun ratkaisu tarkoittaa sitä, että Witronin paikallinen tiimi vastaa koko automaatiosta, laitteiston operoinnista sen kunnossapitoon ja myös asiakkaan prosesseista logistiikkaan liittyen.

Suomessa Witron On Site Services-tiimissä on 168 jäsentä (10/2018). Sipoon logistiikkakeskuksessa Suomessa operoinnista ja logistisista toiminnoista vastaa asiakas itse ja WIOSS vastaa laitteiston toiminnasta, kunnossapidosta ja kehityksestä. Sipoon automatisoitu logistiikkakeskus toimii samalla periaatteella kuin manuaalisetkin varastot, mutta Sipoossa suuren osan työtehtävistä tekee ihmisen sijasta automaatio. Pieni osa tehtävistä on edelleen manuaalisia, ihmistä tarvitsevia. Keskuksessa työskentelee kuitenkin satoja ihmisiä, heistä suurin osa tuotannon tehtävissä, eli he käyttävät, valvovat ja kunnossapitävät järjestelmää.

3 MITÄ KUNNOSSAPITO ON?

3.1 Yleistä kunnossapidosta

Useimmat asiat elämässämme vaativat kunnossapitoa. On kyse sitten autosta, kiinteistöstä tai teollisuuden laitteesta, niin yksikään näistä ei toimi kunnolla, jos niitä ei pidetä kunnossa. Jopa ihminen tarvitsee kunnossapitoa ravinnon, levon ja liikunnan muodossa. Teollisuudessa toimiville tuotantolaitoksille toimiva kunnossapito on elinehto. Kunnossapidon avulla pidetään huolta laitteistosta ja sen käytettävyydestä sekä taataan tuotanto- tai valmistusprosessin käynnissä pysyminen. Oikein suunniteltuna ja hyvin toteutettuna kunnossapito on positiivisesti tuottavuuteen vaikuttava tekijä, eikä vain pakollinen kulu.

Kunnossapidon tehtävä on pitää huolta laitteiden käytettävyydestä ja pitää ne toimintakuntoisina jatkuvasti. Kunnossapidolle löytyy useita eri määritelmiä, esimerkiksi Mikkonen ym. (2009, 26) määrittelee kunnossapidon PSK 6201 Standardin mukaisesti teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuudeksi, joiden tarkoituksena on joko säilyttää kohde tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon koko sen elinjakson aikana.

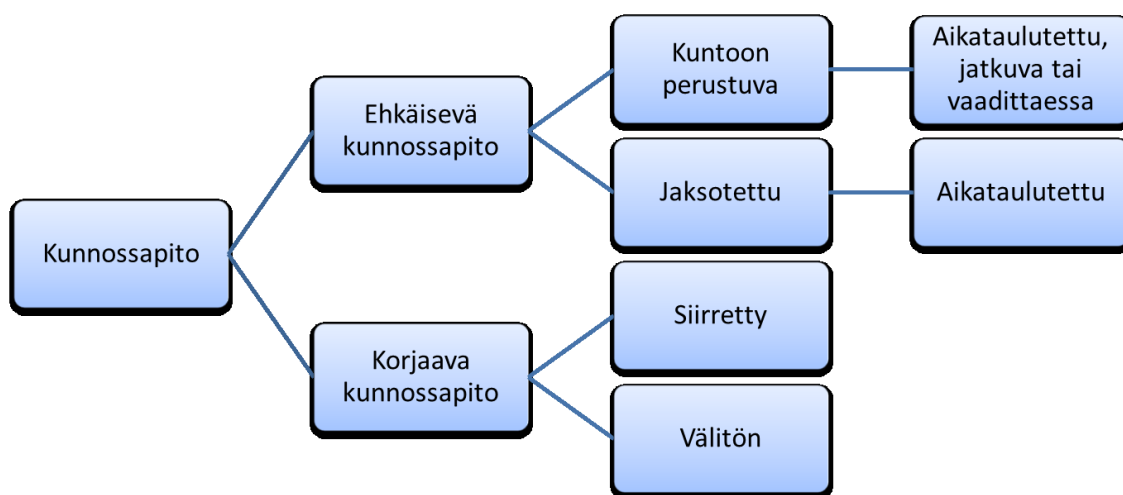
3.2 Kunnossapidon työlajit

Kunnossapito jaetaan perinteisesti kahteen lajiin: on ehkäisevää kunnossapitoa ja korjaavaa kunnossapitoa (KUVIO 1). Nykyään yritykset ymmärtävät paremmin ehkäisevän kunnossapidon merkityksen tuotantoa parantavana tekijänä, kun taas aiemmin nojattiin enemmän korjaavaan kunnossapitoon.

Vaikka ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään välttämään korjaavaa kunnossapitoa, niin siitä ei koskaan päästä täysin, koska kaikkia laitteen vikaantumisia ei voida ennustaa, eikä siten ehkäisevällä kunnossapidolla estää. Maksimaalisen hyödyn takaamiseksi korjaava kunnossapito pitää kuitenkin

yrittää minimoida. Huomioitavaa on myös, että edellä mainitut kaksi eri menetelmää tukevat toisiaan ja molemmille on paikkansa.

Alla oleva kuvio (KUVIO 1.) havainnollistaa kunnossapidon työlajeja perustuen kunnossapidon SFS-EN 13306 standardiin. Kuvio valottaa korjaavan- ja ehkäisevän kunnossapidon suurimpia eroavaisuuksia, ja luo hyvää yleiskuvaa molemmista erityispiirteineen. Kuvio toimii myös hyvänä tukena seuraaville alaluvuille.



KUVIO 1. Kunnossapidon lajit (SFS-EN 13306:2010; Mikkonen ym. 2009, 98).

Alla olevassa taulukossa (TAULUKKO 1.) kunnossapitolajit ovat kuvattuna ja jaoteltuna hieman tarkemmin.

TAULUKKO 1. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306:2010; Järviö ym. 2017, 53)

Kunnossapitolaji	Kuvaus
Ehkäisevä kunnossapito (Preventive Maintenance, PM)	Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Tavoite on vähentää rikkoontumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä.
Aikataulutettu kunnossapito (Scheduled Maintenance)	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa tehtävien jaksottaminen perustuu aikatauluun tai työjaksojen lukumäärään.
Jakotettu kunnostaminen (Predetermined Maintenance)	Ehkäisevää kunnossapitoa, jaksotus perustuu kalenteriaikaan tai käytön määrään (työjaksojen lukumäärä). Koneen kunto ei vaikuta tehtäviin toimenpiteisiin.
Kuntoon perustuva kunnossapito (Condition Based Maintenance)	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa seurataan kohteen suorituskykyä tai suorituskyvyn parametreja ja toimitaan havaintojen mukaisesti. Seuranta voi olla aikataulutettua, jatkuvaa tai sitä tehdään tarpeen mukaan.
Ennakoiva kunnossapito (Predictive Maintenance)	Kuntoon perustuva kunnossapito, joka perustuu niiden tekijöiden tarkkailuun ja analysointiin, jotka kuvaavat kohteen suorituskyvyn heikkenemistä. Joskus käytetään myös ennustava kunnossapito.
Korjaava kunnossapito (Corrective Maintenance)	Korjaava kunnossapito, suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen. Tarkoitus on palauttaa toimintakunto.
Etäkunnossapito (Remote Maintenance)	Kauko-ohjattu kunnossapito, joka tehdään siten, että kunnossapitohenkilökunta ei ole suoraan tekemisissä kohteen kanssa.
Siirretty kunnossapito (Deferred Maintenance)	Viivästetty korjaava kunnossapito, joka suoritetaan vikaantumisen jälkeen viivästettynä (viive sovittujen ohjeiden mukaisesti)
Välitön kunnossapito (Immediate Maintenance)	Välitön kunnossapito, suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta vältytään hyväksymättömiltä seurauksilta.
Käynninaikainen kunnossapito (On Line Maintenance)	Käynninaikainen kunnossapito
Lähikunnossapito (On Site Maintenance)	Paikan päällä tehtävä kunnossapito (samassa paikassa kuin kohde)
Käyttäjäkunnossapito (Operator Maintenance)	Koneen käyttäjän suorittama kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito

Järviö ym. (2017, 99) määrittelevät kirjassaan ehkäisevää kunnossapitoa standardien SFS-EN13306:2010 sekä PSK 6201:2011 mukaisesti seuraavasti: *”Ehkäisevän kunnossapidon keinoin toteutettuna määrätyn välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä (SFS-EN13306:2010).”* Lisäksi he (2017, 99) määrittelevät sen tarkoitusta seuraavalla tavalla: *”Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntymistä (PSK 6201:2011)”*.

Ehkäisevä kunnossapito sisältää säännöllisesti tehtäviä toimenpiteitä, joiden avulla koneet pystyvät toimimaan suunnitellulla tavalla. Toisin sanoen näillä erilaisilla toimenpiteillä pyritään estämään koneen vikaantuminen ja takaamaan häiriötön tuotanto. Säännöllisillä toimenpiteillä viat pyritään havaitsemaan niin varhaisessa vaiheessa, että ne saadaan suunnitellusti korjattua ennen kuin ne pysäyttävät koneen ja aiheuttavat seisokin.

Myös vian synnyn tarkkailu ja tutkiminen ovat todella oleellinen osa ehkäisevää kunnossapitoa, jotta niiden synty pystytään korjaavilla toimenpiteillä jatkossa estämään. Vikojen havainnoinnin ja tutkimisen lisäksi ehkäisevän kunnossapidon säännöllisiä toimenpiteitä ovat esimerkiksi voitelu, säätö, öljynvaihto ja koneen osien sekä koneen ympäristön puhdistaminen. Suurilta osin ehkäisevä kunnossapito on suunniteltua ja aikataulutettua toimintaa, jota voidaan tehdä seisokkien lisäksi myös tuotannon aikana (Järviö 2007, 72).

Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon Järviö ym. (2017, 51) määrittelee standardien mukaan seuraavasti: *”Korjaava kunnossapito on kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena saattaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon (SFS-EN13306:2010). Korjaavaa kunnossapitoa on häiriökorjaus, kunnostaminen ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus (PSK 6201:2011).”* Korjaavaa kunnossapitoa tehdään siis vian havaitsemisen jälkeen, jolloin laite tai sen osa palautetaan käyttökuntoiseksi, eli suorittamaan normaalia toimintoansa. Korjaus voidaan tehdä häiriökorjauksena tai sitten kunnostuksena. (Järviö ym. 2017, 51). Korjaava kunnossapito voi olla myös suunniteltua, mikäli vian havaitsemisen jälkeen kone voidaan korjata suunnitellusti ennen kuin vika pysäyttää halutun toiminnon.

Ehkäisevän ja korjaavan kunnossapidon eroavaisuuksista

Ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat alussa korkeammat verrattuna korjaavaan kunnossapitoon, mutta nuo kustannukset maksavat itsensä takaisin

koneiden luotettavan toiminnan kautta. Ehkäisevä kunnossapito vähentää suurien konerikkojen määrää ja pitää koneen hyvässä kunnossa läpi sen elinkaaren, jopa pidentäen sitä. Haittana ehkäisevässä kunnossapidossa voidaan pitää ”ylihuoltamista”, joka on kuitenkin ehkäistävissä kunnossapito-ohjelman optimoinnilla. Ehkäisevällä kunnossapidolla on myös etua ajatellen kunnossapito-organisaatiota, jonka toiminta on tehokkaampaa ja suunnitellumpaa verrattuna korjaavaan, eli reaktiiviseen kunnossapitoon.

Korjaavan kunnossapidon etuna voidaan pitää lyhyen aikavälin alhaisia kustannuksia ja sen vähäistä tarvetta suunnittelulle. Pitkällä aikavälillä korjaava kunnossapito johtaa kuitenkin suunnittelemattomiin kustannuksiin, viiveisiin tuotannossa ja se vaikuttaa laitteen elinkaareen negatiivisesti. Edellä mainituista syistä johtuen korjaavan kunnossapidon strategiaa voidaankin suositella lähinnä laitteille, joiden merkitys tuotannolle on hyvin vähäinen. (Peycheva 2019).

Järviö on vertaillut kustannuksia korjaavan ja ehkäisevän kunnossapidon välillä hyödyntäen Outi Nurmilaukkaan diplomityön taulukkoa ”Ehkäisevän kunnossapidon taloudellinen vaikutus” (TAULUKKO 2.). Taulukosta selviää, että kun toimenpiteet tehdään suunnitellusti, niin kustannukset ovat huomattavasti alhaisemmat. Paperitehdas on oiva esimerkki siitä, miten kalliiksi suunnittelemattomat korjaukset voivat käydä, kun niitä mitataan hävittynä tuotantona. (Järviö 2007, 78).

TAULUKKO 2. ”Ehkäisevän kunnossapidon taloudellinen vaikutus” (Järviö 2007, 78)

Kohde A (mittaamalla löydetty)	Kustannukset euroina			
	suunniteltu	ei-suunniteltu	menetetty kate	ero
Kuivaussylintereiden laakeriviat (5 kpl)	9 420	11 100	127 150	128 830
Kuivaussylinterien käyttöhammaspyörät(3 kpl)	9 330	22 710	254 300	267 680
Kuivausosan huopatelojen laakerit (4 kpl)	2 620	11 990	139 870	149 240
Pickup telan moottorivika	1 610	19 690	8 480	26 560
Symsizerin ylätelan käyttövaihide	0	3 890	38 150	42 040
Sulzer-imupumpun moottoriviat (2 kpl)	5 580	81 270	4 240	79 930
Ensovac-imupumpun vika	790	4 870	101 720	105 800
Alaviiran imutelan laakerivika	7 870	7 870	50 860	50 860
Kohteet B (EH-kierroksella löydetyt)				
Kaikki kohteet yhteensä	20 720	39 780	500 090	519 150
Ennakkokierrosten kustannukset	56 240			462 910
Yhteensä	114 180	203 170	1 224 860	1 313 850

3.3 Kunnossapito-ohjelman suunnittelu

Yksi kunnossapidon vaikeimpia tehtäviä on ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu. Avaimet toimivan ehkäisevän kunnossapidon suunnitelman laadintaan ovat suunnitelmallisuus ja aikataulutus (Järviö 2007, 75). Hyvin suunniteltu ja aikataulullisesti järkevä kunnossapito-ohjelma takaa sen, että kunnossapitoa voidaan toteuttaa tuotannon ehdoilla, mutta kuitenkin tehokkaasti. Suunnittelussa tulee välttää ohjelman ylimitoittamista, ja kohdistaa toimenpiteitä enemmän tuotanto- tai valmistusprosessin kannalta kriittisille koneille tai sen osille. Hyvä kunnossapito-ohjelma luo perustan myös toimivalle kunnossapito-organisaatiolle, kun resurssit ovat oikein mitoitettu ja toiminta on suunnitelmallista, eikä reaktiivista.

Ohjelman suunnittelu kriittisyysanalyysin avulla

Kriittisyysanalyysi on laajalti käytetty malli ehkäisevän kunnossapito-ohjelman suunnittelussa ja se on todettu toimivaksi useissa yrityksissä (Järviö ym. 2017, 104). Kriittisyysanalyysiä käytettäessä koneet jaetaan toiminnallisiin yksiköihin, eli huoltoryhmiin. Huoltoryhmä on siis yksittäinen kone tai ryhmä useampia koneita. Usein ne ovat esimerkiksi kuljettimia, jotka ovat toiminnaltaan hyvin yksinkertaisia ja helppoja huoltaa, joten niitä voidaan laittaa yhteen huoltoryhmään useampia, vaikka tietyltä alueelta.

Huoltoryhmät jaetaan A-, B- ja C- kategorioihin. A-kategorian laitteet ovat kriittisimpiä ja C-ryhmän vähiten kriittisiä. C-ryhmän laitteilla on niin sanotusti lupa rikkoutua. Ohjelmaa suunnitellessa C-ryhmän laitteille ei välttämättä laadita toimenpiteitä lainkaan tai sitten niitä laaditaan hyvin karsitusti, verrattuna A- ja B-kategorian laitteisiin.

4 KUNNOSSAPITO-OHJELMAN SUUNNITTELUN ALOITTAMINEN

4.1 Tutustuminen logistiikkakeskuksen automaatioon

Aloitin paitsi tämän tutkimusprosessin myös työn kunnossapito-ohjelman suunnittelun parissa tutustumalla tarkasti logistiikkakeskuksen automaatioon, toimintaympäristöön ja sen erityispiirteisiin. Tutkimustani johdatteli alusta saakka vaatimus mahdollisimman hyvän kunnossapito-ohjelman aikaansaamisesta uuteen logistiikkakeskukseen Sipooseen. Tutkimuskysymykseni, joka johdattelee laajasti tätä työtä, on: Millainen kunnossapito-ohjelma toimii parhaiten automatisoidussa logistiikkakeskuksessa kuivatuotevaraston kohdalla?

Työssäni kunnossapito-ohjelman suunnittelun parissa ja tutkimuksessani kaikki alkoi toimintaympäristöön ja sen erityispiirteisiin perehtymällä sekä työn vaatimusten ja toivotun lopputuloksen määrittämisellä. Työ sisälsi paljon tutustumista suureen määrään laitteita ja niiden ominaisuuksiin, dokumentaatioon laitteiston toiminnasta ja sen prosesseista. Tämä oli välttämätön askel sekä tutkimus- että ohjelman suunnitteluprosessissa. Etenkin materiaalivirta on tärkeä tuntea, jotta saa suunniteltua kunnossapito-ohjelman niin, että se palvelee tuotannon tarpeita huomioiden kunnossapidettävyyden. Materiaalivirtaa tutkin paljon vain kävelemällä logistiikkakeskuksessa samalla dokumentaatioon perehtyen. Näin hahmotin fyysisesti, mitä erityispiirteitä järjestelmässä on ja mitä tulee ottaa huomioon kunnossapito-ohjelmaa tehdessä. Materiaalivirtaa on esitelty tarkemmin kappaleessa 4.2.

Kaikki Witron GmbH:n suunnittelemat ja toteuttamat järjestelmäkokonaisuudet ovat uniikkeja ja juuri asiakkaan tarpeisiin suunniteltuja, joten aloitin tutustumalla juuri Sipoon logistiikkakeskuksen automaatioon. Huhtikuussa 2016 matkustin Chicagoon tutustumaan osittain vastaavaan järjestelmään ja siihen, miten heillä on kunnossapito toteutettu. Matkalle lähdin, jotta näkisin keskuksen, jossa tuotantoa jo ajetaan ja kunnossapito-ohjelmaa toteutetaan. Chicagon keskuksessa tuotantoa ajettiin huomattavasti vähemmän kuin Sipoossa tullaan ajamaan, joten siellä on myös huomattavasti enemmän aikaa huoltaa laitteistoa. Kun tuotantoa ei ajeta, on paras aika tehdä kunnossapitotoimenpiteitä

järjestelmälle. Vierailu Chicagossa antoi paljon tärkeitä tietoja ja reissun jälkeen työtä Sipoossa oli huomattavasti helpompia jatkaa.

Suuren osan laitteista tai sen osista voi huoltaa sekä tarkastaa tuotannon aikana, mutta tuotannon kannalta kaikkein kriittisimmät laitteet täytyy huoltaa tuotantokatkon aikana. Tuotantokatkoja Sipoossa on lähinnä viikonloppuisin, eikä aina silloinkaan, joten työn haastetta lisää se, että kuinka aika riittää kaikkien laitteiden riittävään kunnossapitämiseen ja vielä oikeana ajankohtana, eli tuotannon aikana tai tuotantokatossa.

Automaatiojärjestelmän valtava koko teki työstä erittäin haasteellisen sekä laajan. Valtava koko tarkoittaa, että järjestelmässä on kymmeniä tuhansia asetteja, jotka yhdessä muodostavat satoja koneita. Jotta kunnossapito-ohjelman sai suunniteltua, oli tehtävä paljon pohjatyötä ja tutustuttava laitteistoon sekä tuotantoon huolellisesti. Juuri tuotanto on se, mikä määrittää hyvin pitkälti kunnossapidon suunnittelun. Seuraavissa kappaleissa esittelen konkreettisen työn ja tutkimukseni eri vaiheita.

4.2 Järjestelmän rakenne

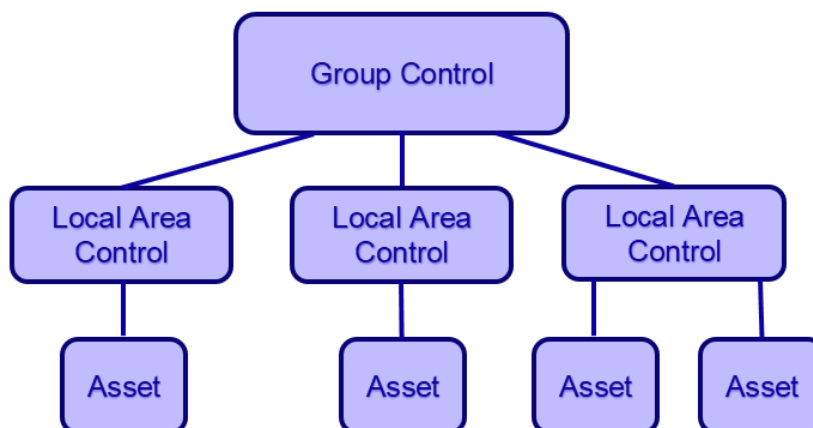
Automaatiojärjestelmän tunteminen on myös tärkeää, ja osaltaan keskeisessä roolissa kunnossapito-ohjelman suunnittelussa. Järjestelmän rakenne olikin seuraava asia, johon perehdyin tutkiessani parasta mahdollisuutta järjestää kunnossapito-ohjelma kuivatuotevarastoon. Logistisessa mielessä järjestelmä ja alueet on jaettu muutamiin eri osiin, jotka ovat lueteltuna alla:

- Vastaanotto
- Korkeavarasto
- Purku
- Välivarasto
- Keräily
- Pakkaus
- Lähettämö

Tuolla karkealla jaottelulla järjestelmä on siis jaettu osiin myös kunnossapidossa. Koneiden assetit sekä huoltoryhmät ovat nimettynä isoilta osin tuon jaottelun mukaisesti, jotta ne olisi helpompaa löytää järjestelmästä.

Automatisoidussa logistiikkakeskuksessa tavara otetaan vastaan manuaalisesti, mutta se syötetään sisään järjestelmään suoraan rekasta. Lavat syötetään sisään järjestelmään ja ensimmäisenä lava kulkee skannereiden ohi, jotka tallioivat lavan datan järjestelmään. Lavat kulkeutuvat ensimmäisenä korkeavarastoon, jota voisi kuvailla raaka-ainevarastoksi. Sieltä lavat menevät kuljettimia pitkin purkuun ja sieltä edelleen pienempinä kolleina välivarastoon. Välivarastosta tuotteet ohjataan tietyille keräyspisteille, jossa kootaan tilaukset kuljetusyksiköihin. Kun kaikki määritellyt tuotteet ovat kuljetusyksikössä, se jatkaa matkaa kelmutukseen, tarroitukseen ja sieltä buffer-varastoon odottamaan lastausta.

Kuviossa 2. esitetään, miten automaatiojärjestelmä on jaettu osiin. Kutakin edellä mainittua aluetta ohjaa yksi Group Control, joka on siis ohjelmoitava logiikka (CPU). Logiikan perässä on useita LACceja, joilla ohjataan useita asetteja. Käytännössä siis yksi Group Control ohjaa yhtä aluetta, esimerkiksi vastaanottoa.



KUVIO 2. Automaatiohierarkia.

5 KUNNOSSAPITOSTRATEGIA JA HUOLTORYHMÄT

Kunnossapito-ohjelmaa suunniteltaessa on valittava kunnossapidolle strategia. Kävimme työn yhteydessä teoreettisesti läpi eri strategioita, mutta alusta alkaen oli selvää, että tulemme päätymään ehkäisevään kunnossapitostrategiaan. Tähän päädyimme siksi, että kunnossapito-ohjelmaa piti alkaa tekemään jo ennen kuin yksikään tuote oli virrannut järjestelmän läpi. Kun ei ole kokemusta ja asiantuntemusta juuri kyseisestä laitteistosta, niin turvallisinta ja helpointa on tukeutua ehkäisevään strategiaan. Ehkäisevä kunnossapitostrategia verrattuna korjaavaan, on perustamiskustannuksiltaan kalliimpi sekä hieman vaikeampi toteuttaa, mutta hyödyt tulevaisuudessa ovat merkittävät. Korjaavan kunnossapidon strategia ei ole enää tätä päivää, eikä se sovi myöskään logistiikkakeskuksen tarpeisiin, kun tavoitteena on häiriötön tuotanto.

5.1 Huoltoryhmien kriittisyysjaottelu

Käytin huoltoryhmien suunnittelussa hyväkseni kappaleessa kolme esiteltyä kriittisyysanalyysiä. Tosin sillä poikkeavuudella, että kategorioiden ja A-, B- ja C-lisäksi selvitin laitteistosta niin kutsutut spof-laitteet. Spof-laitteet ovat tuotannon jatkuvuuden kannalta kriittisiä laitteita. Esimerkiksi Avi Networks (Avi Networks n.d.) määrittelee spof-laitteen systeemin tai laitteiston osaksi, joka rikkoutuessaan pysäyttää koko prosessin tuotannosta.

Kunnossapito-ohjelmaa suunniteltaessa, me sovelsimme tätä määritelmää siten, että laskimme spof-laitteiksi ne laitteet, jotka vikaantuessaan pysäyttävät kuivatuotevaraston tuotannosta 50 % tai enemmän. Näitä laitteita on hyvin pieni osa koko järjestelmästä, mutta ne vaativat kunnossapidollisesti suurimman huomion. Määritimme spof-laitteita yhteensä 7 kappaletta.

Näitä laitteita on huollettava määrällisesti enemmän ja niille tehtiin myös erillinen korjaussuunnitelma, jonka avulla on mahdollista minimoida mahdollinen downtime. Spof-laitteiden komponentit käytiin hyvin tarkasti läpi ja varaosia tilattiin enemmän kuin muiden kriittisyyskategorioiden laitteille. Lisäksi varaosille perustettiin pieni satelliittivarasto, joka sijaitsee lähellä konetta. Näin ollen

kriittiset varaosat ovat lähellä konetta breakdownin sattuessa. Näistä koneista järjestimme myös lisäkoulutusta henkilöstölle, jotta voimme minimoida niistä mahdollisesti aiheutuvat haitat parhaamme mukaan.

5.2 Huoltoryhmien määrittäminen

Taulukko 3. kuvaa yhtä huoltoryhmää, joka koostuu 4 LACista, jotka sisältävät yhteensä 34 assettia. Kaikki assetit sijaitsevat vastaanotossa ja kuuluvat ketjukuljetinverkostoon. Tämä, kuten muutkin huoltoryhmät ovat koottu sijainnin, huollettavuuden ja huollon kokonaisuuden kannalta mahdollisimman järkeväksi kokonaisuudeksi. Huomioon pitää ottaa etenkin huoltotyön kesto. Yhden huoltoryhmän huollon kesto saisi olla mielellään maksimissaan 8 tuntia, jotta työ voidaan suorittaa yhden työvuoron aikana samojen henkilöiden toimesta. Huoltoryhmät koostuvat pääosin 1-50 assetista, riippuen millaisista aseteista on kyse. Taulukon 3. esimerkissä on paljon ketjukuljetinta, ja niitä voi laittaa reilustikin samaan ryhmään. Vertailun vuoksi, varastohissi koostuu vain muutamista aseteista ja on oma huoltoryhmänsä. Huoltoryhmiä on kunnossapito-ohjelmassa satoja. Huoltoryhmien määrittäminen oli suurin osa tätä työtä.

TAULUKKO 3. Huoltoryhmä.

Asset-Ident	GC	LAC	Assigned Group	Asset-Category	Asset-Priority
CC-012003	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-012004	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-012005	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-012007	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-012008	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-012009	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-012010	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
LD-012002	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
LT-012006	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
RC-012006	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
SC-012004	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
SC-012007	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
SC-012009	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
VC-012001	GC-01	LAC-20	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013301	GC-01	LAC-33	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013303	GC-01	LAC-33	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
LT-013301	GC-01	LAC-33	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
TD-013302	GC-01	LAC-33	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013502	GC-01	LAC-35	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013504	GC-01	LAC-35	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013505	GC-01	LAC-35	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013506	GC-01	LAC-35	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
LT-013501	GC-01	LAC-35	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
LT-013503	GC-01	LAC-35	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
RC-013501	GC-01	LAC-35	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
RC-013503	GC-01	LAC-35	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013601	GC-01	LAC-36	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013602	GC-01	LAC-36	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013603	GC-01	LAC-36	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013604	GC-01	LAC-36	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013605	GC-01	LAC-36	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013606	GC-01	LAC-36	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
CC-013607	GC-01	LAC-36	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C
SC-013607	GC-01	LAC-36	GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	C

Asset = Laitteen tai laitekokonaisuuden osa. Esimerkiksi varastohissin nostoyksikkö tai nostopöytä. Järjestelmä sisältää yhteensä kymmeniä tuhansia asetteja.

Huoltoryhmä = Huoltoryhmäjaottelu tehdään huollettavuuden vuoksi. Huoltoryhmä sisältää asetteja muutamasta muutamaan kymmeneen. Ryhmä huolletaan kokonaisuutena. Huoltoryhmä nimetään laitenumeron ja sen sijainnin perusteella, jotta se on helpompi löytää kartalta sekä myös fyysisesti tuotantolaitoksesta.

Kategoria = Kategoriolla määritellään assetin lokaatio järjestelmässä, esimerkiksi vastaanotto.

6 KUNNOSSAPITO-OHJELMA

Itse kunnossapito-ohjelma laadittiin Excel-tiedostoon, joka sitten ladattiin Witronilla käytössä olevaan kunnossapitojärjestelmä Witoolin tietokantaan. Valtavasta Excel tiedostosta ladattiin tietokantaan jokaisen laitteen ja laitteiden osakokonaisuuksien(asset) huoltotiedot; huoltoryhmä ja sen nimi, työlajit ja työn kesto huollon ja tarkastuksen työlajille, työlajien sykli, aikataulu viikon tarkkuudella, kriittisyys sekä kategoria. Edellä mainittujen lisäksi Excel sisältää vielä huolto-ohjeita, moottorilistoja sekä hyvin yksityiskohtaista tietoa huoltotöiden kestoista kullekin erilaiselle assetille. Yksityiskohtainen huoltotyön kesto on todella oleellista tietoa, jotta suunnitelmasta saa mahdollisimman tarkan. Alla havainnollistan suunnitelmaa esimerkkitaulukolla 4.

TAULUKKO 4. Kunnossapito-ohjelman suunnittelu.

Group	Category	Cycle(weeks)	Preventive maint. duration(h)		Inspection duration(h)	x	Week nr.							
			728,0	90,9			38,5	41	41,5	39,5	40,5	37,5		
GC01-LAC11-17 - Inbound-Chain conveyor 11-17	Inbound	26	4,0	0,8	2016-43			x						
GC01-LAC1-6 - Inbound-Chain conveyor 1-6	Inbound	26	4,0	0,8	2016-44				x					
GC01-LAC20/33/35/36 - Inbound-Chain conveyor 20/33/35/36	Inbound	26	4,5	0,9	2016-44				x					
GC01-LAC21-26 - Inbound-Chain conveyor 21-26	Inbound	26	4,0	0,8	2016-42		x							

Taulukko 4. näyttää neljän huoltoryhmän nimen, kategorian, huoltosyklin, työlajien keston tunneissa sekä suunnitellun viikkonumeron. Lisäksi taulukko laskee viikkokohtaista työkuormaa suunnittelua helpottamaan. Tarkoitus oli saada viikkokohtainen työkuorma mahdollisimman tasaiseksi. Työt suunniteltiin valmiiksi ohjelmaan viikkokohtaiseksi, ja tulevaisuudessa kunnossapidon suunnittelija valitsee niille sopivan ajankohdan viikon sisällä.

Sykli = Huollon, puhdistuksen, tarkastuksen tai muun kunnossapitotoiminnon aikaväli. Useimpien laitteiden määräaikaishuolto tehdään kahdesti vuodessa, ja kun syklien määre on viikko, niin tuollaisen laitteen sykli huollolle on 26 viikkoa.

Kriittisyys = Assetin kriittisyysluokka.

Työlaji = Huolto ja tarkastus ovat perustyölajit, jotka sisältyvät kunnossapito-ohjelmaan. Edellä mainittujen lisäksi joillekin aseteille tai huoltoryhmille käytetään myös puhdistus-työlajia, esimerkiksi virtakiskon imurointi kerran vuodessa.

Seuranta ja analysointi

Tuotannon alettua kesäkuussa 2016 oli kunnossapito-ohjelma saatu ladattua onnistuneesti kunnossapitojärjestelmään. Tuosta hetkestä lähtien alkoi ensimmäisen huoltosyklin seuranta. Vuoden aikana kaikki ohjelman sisältämät toimenpiteet tulivat tehdyksi vähintään yhden kerran, joka antoi meille tärkeää informaatiota ohjelman toimivuudesta sekä mahdollisti suunnitelman toimivuuden näkemisen käytännössä. Tuotannon käynnistyminen tarjosi paljon sellaista lisätietoa, jota ei ollut mahdollista saada dokumentteihin ja muihin tutustumalla, vaikka silläkin osalla tutkimusprosessia oli tärkeä roolinsa.

Tuotantoa alettiin ajamaan vain yhdessä vuorossa, joten tämä antoi alkuun joustoa suhteellisen raskaan kunnossapito-ohjelman toteuttamiselle. Tuotannon volyyomia kasvatettiin hiljalleen kohti joulua ja jo syksyllä 2016, tuotanto pyöri kolmessa vuorossa. Täysin odotetusti, tuotannon volyymin kasvettua ohjelmaa oli hankalampi toteuttaa, mutta jo ensimmäisten kuukausien aikana huomasimme useampia kehityskohteita ohjelmassa. Esimerkiksi hyvin helposti huollettavien laitteiden huoltosykli todettiin liian taajaksi, joten päädyimme muuttamaan sitä.

Seurannan aikana kunnossapidon mittarit kertoivat ohjelman tarvitsevan optimointia. Toimenpiteissä oli jättämää, jonka lisäksi korjaavaa kunnossapitoa tehtiin paljon enemmän kuin olimme alkuun ajatelleet. Tähän tietysti vaikutti sekin, että vie aikansa, kun uusiin koneisiin löydetään optimaaliset säädöt. Mittareista saatuun dataan kuitenkin reagoitiin seurantajakson aikana, ja kunnossapito-ohjelmaa kevennettiin tietyiltä osin. Ensimmäisen huoltosyklin päätyttyä mittarit osoittivat kuitenkin, että seurannan aikana ohjelmaan tehdyt muutokset olivat jo lyhyessäkin ajassa tuoneet toivottua tulosta.

Kaikki tämä data, mitä saimme suunnitelmaa tehdessä sekä seurantajakson aikana, oli hyödyksi seuraavien vaiheiden kunnossapito-ohjelmia suunnitellessa. Tekemääni ohjelmaa käytettiin siis pohjana myös seuraavien vaiheiden kunnossapito-ohjelmia tehdessä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Työni tavoitteena oli luoda toimiva ja järkevästi mitoitettu kunnossapito-ohjelma automatisoituun logistiikkakeskukseen. Tutkimustani siinä rinnalla taas johdatteli jo aiemmin luvussa neljä esitetty kysymys siitä, millainen kunnossapito-ohjelma toimii parhaiten Sipoon logistiikkakeskuksessa kuivatutevaraston kohdalla. Täydellinen ohjelma näin lyhyessä ajassa on mahdotonta luoda ottaen huomioon järjestelmän valtavan koon, eikä työssä myöskään vaadittu täydellisyyttä, vaan tehokkuutta ja toimivuutta, jotka saavutimme lopulta tekemällämme kunnossapito-ohjelmalla. Ylipäätään täydellistä huolto-ohjelmaa näin suuren kokoluokan järjestelmälle on lähes mahdoton tehdä.

Tärkeimmissä tavoitteissa kuitenkin onnistuimme ja nyt käytössä onkin todella hyvä kunnossapito-ohjelman aihio, jota on helppo optimoida jatkossa. Optimointia ja kehitystä kunnossapito-ohjelmat vaativat jatkossakin, mutta elinkaaren edetessä varmasti vähenevässä määrin. Myös tarvittavat toimenpiteet muuttuvat, kun laitteiden elinkaaren loppupäässä aletaan suunnitella laitteen isompia kunnostuksia tai jopa modernisointia.

Mielestäni ratkaisevassa roolissa työn onnistumisen kannalta oli oikea-aikainen tutustumismatka Chicagon logistiikkakeskukseen. Matkan aikana opin paljon uutta, ja ymmärsin kuinka paljon tuotantomäärät vaikuttavat kunnossapito-ohjelman suunnitteluun. Sain matkalta hyviä näkökulmia kunnossapito-ohjelman suunnitteluun, joita ilman suunnittelutyö olisi ollut paljon haasteellisempaa, vaikka monetkaan asiat eivät olleet suoraan sellaisinaan monistettavissa Sipoon logistiikkakeskukseen toimintaympäristöjen erilaisuuksien vuoksi. Kuitenkin juuri uudet näkökulmat avittivat tutkimusprosessia ja työtä toimivan kunnossapito-ohjelman eteen.

Sekä suunnittelutyö että tutkimus olivat kokonaisuutena mielenkiintoisia toteuttaa, mutta jälkeinpäin ajateltuna tiukempi rajaus esimerkiksi yksittäiseen laitteeseen tai laitetyyppiin olisi voinut toimia tutkielmassa paremmin. Työn luonne olisi muuttunut siten paljonkin nykyisestä, mutta rajaus olisi helpottanut syvemmän perehtymisen suuremman kokonaiskuvan antamisen sijaan, johon

olen nyt työssäni pyrkinyt. Prosessi oli haasteellinen tiukkojen tuotantoaikataulujen sekä laitteiden laajan kirjon vuoksi, mutta lopputulos on lopulta odotettua parempi, ja kunnossapito-ohjelman optimointi tulevaisuudessa mahdollistaa sen ajantasaisuuden jatkossakin. Tekemäni pohjatyö laitteiston ja tuotannon vaatimuksiin tutustuen oli myös ratkaiseva tekijä siinä, että kunnossapito-ohjelma onnistui lopulta niin hyvin.

Haluan kiittää WIOSS:n entistä kunnossapitopäällikköä Eerik Savolaista sekä yksikönpäällikkö Antti Marttalaa työn ohjaamisesta. Eerik ja Antti eivät ohjanneet vain opinnäytetyötäni, vaan opinnäytteen lisäksi he ohjasivat minua uudelle uralle kunnossapidon pariin.

LÄHTEET

Avi Networks. n.d. Single Point of Failure. Avinetworks.com. Viitattu 21.3.2021.
<https://avinetworks.com/glossary/single-point-of-failure/>

Breunig, H. Maintenance Manager. Haastattelu 26.4.2016. Haastattelija Majanmaa, J. Chicago.

Järviö, J., Lehtiö T. 2017 Kunnossapito – tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: Promaint ry.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito, tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-media Oy.

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media.

Järviö, J. 2007. Kunnossapito. Helsinki: KP-Media.

Psycheva, R. 2019. How to Choose the Maintenance Strategy that Best Suits Your Company's Needs? Maintworld.com. Viitattu 21.3.2021.
<https://www.maintworld.com/Asset-Management/How-to-Choose-the-Maintenance-Strategy-that-Best-Suits-Your-Company-s-Needs>