

Anna-Riitta Karhunen

## **FMS-LINJOJEN KUNNOSSAPITO- JA ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA**

# **FMS-LINJOJEN KUNNOSSAPITO- JA ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA**

Anna-Riitta Karhunen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2023  
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä(t): Anna-Riitta Karhunen

Opinnäytetyön nimi: FMS-linjojen kunnossapito- ja ennakkohuoltosuunnitelma

Työn ohjaaja(t): Timo Kiviahde (OAMK), Pekka Aho (Hollmén & Co)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 30

---

Työn toimeksiantaja on Hollmén & Co ja toimipaikka Nivalan tehdas. Yrityksen toimialaan kuuluvat erilaisten lämmönhallintaelementtien suunnittelu ja valmistus. Työn tarkoituksena on suunnitella ja toteuttaa kunnossapito- ja ennakkohuoltosuunnitelma tehtaalla sijaitsevalle kolmelle FMS-linjalle. FMS-linjat koostuvat CNC-ohjatuista työstökoneista ja hyllystöhisseistä. Linjoihin on liitetty myös automaattinen briketointijärjestelmä sekä leikkuunesteiden kierrätys- ja puhdistusjärjestelmä. Huoltosuunnitelma rajataan koskemaan vain työstökoneita ja hyllystöhissiä.

Nivalan tehtaan FMS-linjoilla ei ole kattavaa kunnossapito- ja ennakkohuoltosuunnitelmaa. Käyttäjähuoltojen osalta linjojen luota löytyy kansiosta ajan tasalla oleva lista erilaisista toimenpiteistä. Osa käyttäjähuolloista tehdään asianmukaisesti, mutta osaan ei ole resursoitu riittävää aikaa. Mekaanista kunnossapitoa tekee pääasiassa oma huoltohenkilökunta, joissakin tilanteissa kutsutaan ulkopuolinen suorittaja. FMS-linjoilla olevien työstökoneiden ja hissien ennakkohuoltoja on suoritettu satunnaisesti vuosien varrella.

Huoltosuunnitelma sovitettiin sopivaksi yrityksen tarpeisiin niin kustannusten kuin työn suorittajienkin kannalta. Suunnittelun pohjana käytettiin koneiden huoltohistoriaa, ulkopuolisen työn ja varaosien hintaa sekä huoltohenkilökunnan ja koneiden käyttäjien haastatteluja. Tuloksena syntyi FMS-linjojen työstökoneita ja hyllystöhissejä koskevat huoltolistat, jotka ajastettiin yrityksen pilvipohjaiseen huolto- ja kunnossapitojärjestelmään. Käyttäjäkunnossapidon osalta päädyttiin ehdottamaan resursoitua aikaa koneiden ja hissikuilun puhdistukselle kuuden kuukauden välein sekä uudistettiin jaksottaiset huoltotoimenpiteet.

---

Asiasanat: ennakkohuolto, kunnossapito, FMS

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Energy Technology

---

Author(s): Anna-Riitta Karhunen

Title of thesis: Maintenance and preventive maintenance plan for FMS lines

Supervisor(s): Timo Kiviahde (AMK), Pekka Aho (Hollmén & Co)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023

Number of pages: 30

---

The subject of this thesis was given by Hollmén & Co and the research focuses on the production systems of the company's Nivala factory. The company's business includes the design and manufacture of various heat management elements. The purpose of the work is to plan and implement a maintenance and preventive maintenance plan for the three FMS lines located in the factory.

The FMS lines of the Nivala factory do not have a comprehensive maintenance or preventive maintenance plan. Some of the user maintenance is done appropriately, but some of it has not been resourced enough time. Mechanical maintenance is mainly carried out by maintenance staff, in some situations an external contractor is called. On-site maintenance of machine tools and elevators on FMS lines has been performed sporadically over the years.

The maintenance plan was adjusted to suit the company's needs, both in terms of costs and the people performing the work. The design was based on the maintenance history of the machines, the price of external work and spare parts, as well as interviews with the maintenance staff and machine users. The result was the maintenance lists for the machine tools and shelf lifts of the FMS lines, which were scheduled in the company's cloud-based service and maintenance system.

---

Keywords:

preventive maintenance, maintenance, FMS

# SISÄLLYS

SANASTO.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 OY HOLLMÉN & CO .....	8
3 TYÖN LÄHTÖKOHDAT .....	10
4 HUOLTO JA KUNNOSSAPITO .....	12
4.1 Ennakoiva kunnossapito.....	13
4.2 Korjaava kunnossapito .....	13
4.3 Parantaminen ja muuttaminen.....	14
4.4 Ennakoivan kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan .....	14
5 JOUSTAVIEN VALMISTUSJÄRJESTELMIEN HISTORIAA.....	15
6 FMS-LINJAT NIVALASSA .....	17
7 KUNNOSSAPITOSTRATEGIAN LUOMINEN.....	20
7.1 Prosessin määrittely .....	20
7.2 Tulevaisuus .....	21
8 ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMAN LUOMINEN .....	22
8.1 Käyttäjahuollot.....	22
8.2 Huoltohenkilöstö ja ulkopuoliset toimijat .....	23
9 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAN TOTEUTUS.....	24
9.1 Käyttäjien suorittamat määräaikaishuollot .....	24
9.2 Oman huoltohenkilökunnan ja ulkopuolisen toimijan suorittamat huollot.....	25
9.3 Suunnittelemattomat vikatilanteet.....	27
10 YHTEENVETO .....	28
LÄHTEET.....	30

## SANASTO

CNC	Computer Numerical Control eli tietokoneen numeerinen ohjaustapa
FMS	Flexible Manufacturing System eli joustava valmistusjärjestelmä, joka perustuu automaattisen varaston ja sen ympärille sijoitetuiden työstökoneiden ympärille
Hissi	FMS-linjoilla liikkuva laite, hyllystöhissi, joka vie palettiin kiinnitetyn tuotteen työstökoneelle, latausasemalle tai varastoon
Kara	Työstökoneen sylinterinmuotoinen osa, johon työkalut kiinnitetään
Latausasema	Paikka FMS-linjalla, jossa tuotteet ladataan paletteihin
Paletti	Teline, johon työstettävä kappale kiinnitetään
RCM	Reliability Centered Maintenance eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito
SRCM	Streamlined RCM eli virtaviivaistettu RCM
MIT	Massachusetts Institute of Technology

# 1 JOHDANTO

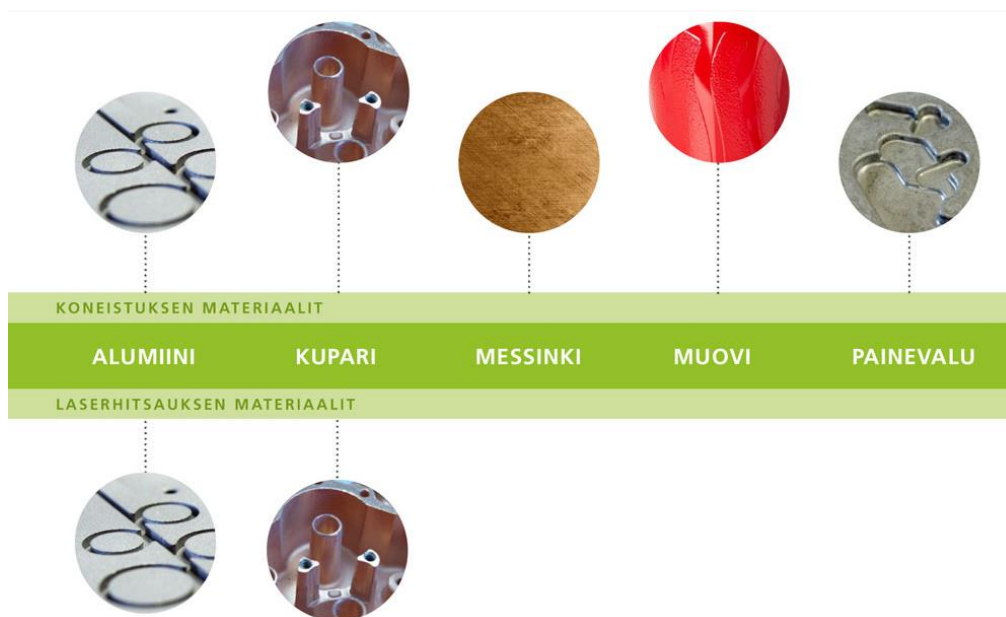
Työn tilaajana on Hollmén & Co, joka valmistaa lämmönhallintaelementtejä monenlaisiin teollisuuden tarpeisiin. Yrityksellä on kolme toimipistettä, kaksi Ulvilassa ja yksi Nivalassa, johon työ tehdään. Taustalla on luoda Nivalan tehtaalla sijaitseville kolmelle FMS-linjalle kunnossapito- ja ennakkohuoltosuunnitelma. Yrityksellä ei ole kaiken kattavaa ja yhdenmukaistettua kunnossapito- ja/tai ennakkohuoltosuunnitelmaa, vaan FMS-linjoihin liitettyjä CNC-työstökoneita ja muita osia on huollettu tarpeen mukaan ja laiterikkojen sattuessa. Osa suoritettavista tehtävistä on hyvin dokumentoitu, osassa on puutteita.

Työn tarkoituksena on laatia ennakkohuolto- ja kunnossapitosuunnitelma FMS-linjoille, mihin eritellään tehtävät, niiden aikataulut sekä suorittajatahot. Osa suoritettavista tehtävistä kootaan yrityksessä käytettävään pilvipohjaiseen huolto- ja kunnossapitojärjestelmään, jossa tehtävät voidaan ajastaa ja osoittaa määritetyille suorittajille. Tehtäville, joita ei ole järkevää ajastaa kunnossapitojärjestelmään, kuten päivittäiset puhdistukset, laaditaan työpistekohtaiset ohjeistukset näkyville pa- perisena versiona.

Tavoitteena on vähentää työstökoneiden rikkoutumista ja ehkäistä pitkiä huoltoseisokkeja sekä varmistaa keskeytymätön tuotanto. Lisäksi tavoitteena on laatia ennakkohuoltosuunnitelma siten, että se ei ole ylimitoitettu; tarkoituksena on pienentää kustannuksia, ei lisätä niitä. Huoltosuunnitelma käsittää FMS-linjojen työstökoneet ja hissit.

## 2 OY HOLLMÉN & CO

Hollmén & Co on vuonna 1997 perustettu yritys, jonka palveluihin kuuluvat erilaisten lämmönhallintaelementtien suunnittelu ja valmistus. Yrityksellä on käytössään useita koneistuslinjoja, robottisoluja ja laserhitaustekniikkaa, joiden avulla onnistuu niin yksittäisten prototyyppien kuin piensarjajenkin valmistus. Hollmén & Co tarjoaa myös lämpö- ja virtaussimulointipalveluita, kokoonpano- ja painetestausta sekä tuotteiden pintakäsittelyä uunissa kivetettävällä jauhemaalilla. Lisäpalveluina on saatavilla esimerkiksi tiivistepursotusta, täryhiontaa ja kuulapuhallusta. Yritys tarjoaa yhteistyökumppaneiden kautta myös muita lisäpalveluita, kuten pinnoitusta ja painopalvelua. Pääasiallisena koneistusmateriaalina on alumiini, mutta myös muita materiaaleja, kuten kuparia ja messinkiä, työstetään. (Kuvio 1). (1, s. 39; 2.)



KUVIO 1. Yrityksessä työstettävät materiaalit (2)

Yrityksellä on kolme toimipistettä, joista kaksi sijaitsee Ulvilassa ja yksi Nivalassa. Ulvilan toimipisteet keskittyvät pääasiassa proto- ja piensarjatoimituksiin nopealla aikataululla. Lisäksi Ulvilassa otettiin käyttöön vuonna 2015 oman kehityksen tuloksena laserhitaustekniikka, jolla voidaan joustavasti valmistaa tuotteita niin prototyyppinä kuin suurempana sarjana. Nivalan toimipisteellä keskitytään enemmän suuriin volyymeihin ja siellä sijaitseekin yrityksen kolme FMS-työstökoneinjaa (kuva 2). (1; 3.)



*KUVA 2. Yleiskuva Hollmén & Oy:n Nivalan toimipisteestä ulkoapäin*

Yrityksen liikevaihto oli 9,7 miljoona euroa vuonna 2021 ja siellä työskenteli 69 henkilöä. Nivalan toimipisteen osuus oli 36 henkilöä. Koko yrityksen liikevaihto nousi 13,9 prosenttia verrattuna edellisvuoteen. (4.)

### 3 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

Hollmén & Co:n Nivalan toimipisteellä on FMS-linjoilla ollut käytössä aukikirjoitettu käyttäjähuolto-opas, joka löytyy kansioista linjojen läheltä. Siinä on määritelty koneiden käyttäjille erilaisia toimenpiteitä, joita suoritetaan tietyin aikavälein. Koneen käyttäjiä haastateltaessa kävi ilmi, että osa käyttäjähuolloista tehdään asianmukaisesti ja osa huolloista, kuten hissien alueen ja työstökoneiden puhdistus alumiinilastuista, on jäänyt tekemättä esimerkiksi ajanpuutteen ja/tai puutteellisen perehdytyksen tai ohjeistuksen vuoksi. Myös osa suoritettavista tehtävistä ei ollut enää ajan tasalla. Perehdytys työstökoneiden ja yleensä FMS-linjaston käyttäjähuoltoon on kulkenut suullisesti koneemmilta käyttäjiltä. Osa käyttäjien suorittamista huolloista, kuten karan vetovoiman mittaaminen, on merkitty erilaisiin taulukko- ja tekstitiedostoihin, jotka on tallennettu yrityksen verkkoasemalle.

Yrityksellä on käytössä omaa huoltohenkilökuntaa ja tarvittaessa kutsutaan ulkopuolisia toimijoita. Aiemmin käytössä oli yrityksen oman työntekijän valmistama huolto-ohjelmisto, joka lähetti vikailmoituksia määriteltyihin sähköposteihin. Yrityksen työntekijät käyttivätkin ko. ohjelmaa vikailmoitusten lähettämiseen, mutta sen toiminta lopetettiin, koska se oli toiminnoiltaan suppea, ennemminkin vain ilmoitusjärjestelmä, eikä siihen pystynyt lisäämään esimerkiksi kustannustietoja. Lisäksi ohjelma lähetti vikailmoitukset monelle henkilölle, jolloin usein epäselväksi jäi, kuka minkäkin tehtävän hoitaa tai missä vaiheessa vikailmoituksen tila on. Ohjelman käyttö alkoi hiipua ja lopulta vikatilanteiden sattuessa on henkilökunta yleensä ilmoittanut niistä suoraan huoltohenkilökunnalle.

Haasteena on ollut, että tieto on kulkenut vain suullisesti eri ryhmien välillä tai tieto ei ole kulkenut yleensäkään unohdusten vuoksi, jolloin huollosta tai vian korjauksesta ei ole välttämättä jäänyt kirjallista merkintää minnekään. Näin ollen sisäisiä huoltokustannuksia tai muita huoltotietoja on ollut haastavaa seurata. Ulkopuolisen toimijan huoltokustannuksia on voinut seurata yrityksen taloushallintajärjestelmästä, mutta se ei erittele konekohtaisia kustannuksia. Huoltohenkilökunta on jonkin verran tallentanut työstökoneisiin ja hisseihin suoritettavia korjauksia ja huoltoja erillisiin tekstitiedostoihin yrityksen verkkoasemalle. Lisäksi ulkopuolisen toimijan lähettämiä huoltoraportteja on tallennettu myös verkkoasemalle.

Ennen työn aloitusta yrityksessä rakennettiin ja otettiin käyttöön sisäinen huoltojärjestelmä. Järjestelmä on ulkopuolisen toimittajan tarjoama ratkaisu, joka sisältää tarvittavat toiminnot huoltokutsujen käsittelyyn ja niiden osoittamisen tietyille suorittajille. Huoltojärjestelmä sisältää lisäksi erilaisia

ominaisuuksia, kuten tehtävien ajastuksia, vikailmoitusten jaottelua tilastointeja varten ja työajan seurantomahdollisuuden. Myös kustannusten seuranta konekohtaisesti ja tiettyjen varaosien sekä ulkopuolisen huollon osalta ovat merkittäviä ominaisuuksia, joiden avulla huoltoa ja tarpeellisia investointeja on helpompi suunnitella. Huollon koordinaattorit pystyvät seuraamaan vikailmoitusten tilannetta tietokoneella käytettävän hallintapaneelin tai mobiilikäyttöliittymän kautta. Huoltojärjestelmään on tuotu lähes kaikki yrityksen koneet ja laitteet ja ne on yksilöity QR-tageilla. Henkilökunnalla on käytössään tunnukset ja sovellus, jonka kautta he pystyvät tekemään vikailmoituksia ja palvelupyynnöitä mobiililaitteilla skannaamalla laitteen QR-tagin. Tätä työtä tehtäessä järjestelmä on ollut käytössä noin puoli vuotta ja laitekohtaista tilastotietoa on jo hieman saatavilla. Huoltojärjestelmä on otettu henkilökunnan keskuudessa hyvin vastaan ja huoltokutsuja luodaan järjestelmään lähes päivittäin.

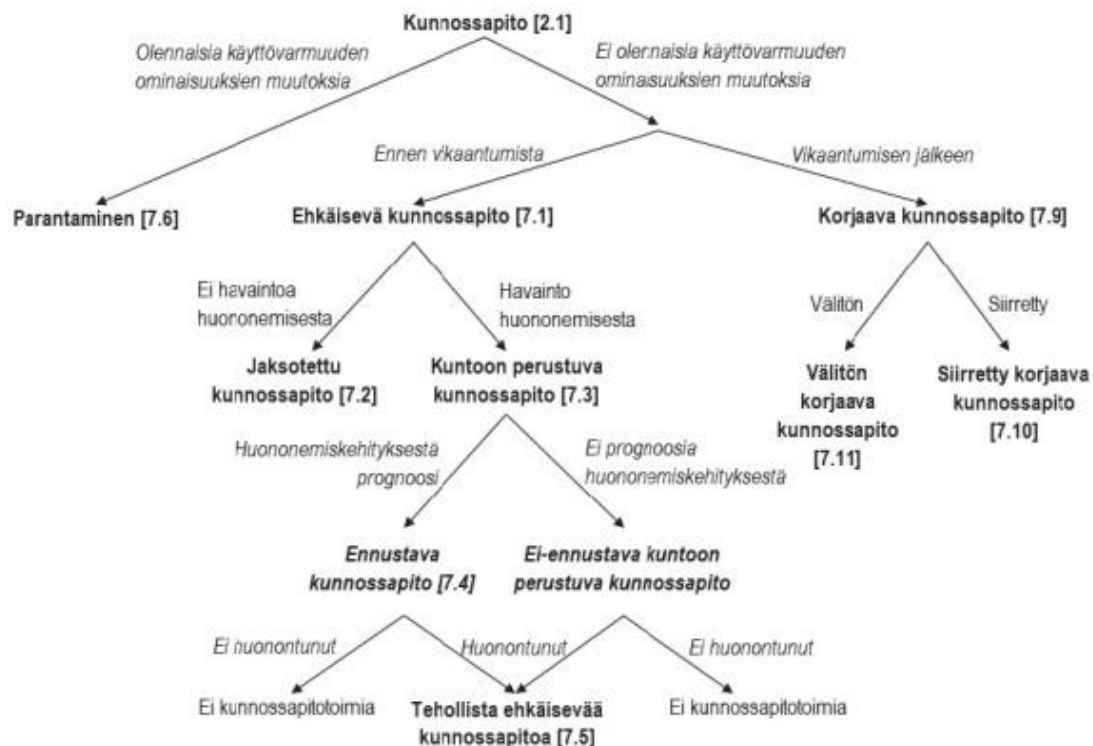
## 4 HUOLTO JA KUNNOSSAPITO

Yhteiskuntaan on ajan kuluessa ja kehityksen myötä syntynyt erilaisia prosesseja, jotka tuottavat hyödykkeitä. Prosessit muuttuvat ajan myötä ja aina huonompaan suuntaan, toisin sanoen tuotanto-omaisuus kuluu ja vikaantuu. Tuotanto-omaisuuden eli tuotannossa käytettävien koneiden ja laitteiden oikealla hoitamisella ja huollolla pyritään pitämään niiden kunto asiallisena ja toimivana. Oikeanlaisella ja oikein mitoitettulla ennakkohuoltosuunnitelmalla pidennetään kohteiden käyttöikää, säästetään korjaavassa kunnossapidossa ja lyhennetään odottamattomia huoltoseisokkiaikoja. Toisaalta taas ylimitoitettu ennakkohuoltosuunnitelma voi lisätä kustannuksia tarpeettomasti. Teollisuuden kunnossapito pitääkin sisällään laajan skaalan erilaisia toimenpiteitä, joilla laitteet, rakennukset ja infra pysyvät toimintakykyisinä sekä tuotanto tehokkaana ja turvallisena. (5, s. 17; 6; 7.) SFS-EN 13306:2017 -standardi (7, s. 4) määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

*Kunnossapidon johdon vastuulla on määritellä kunnossapidon strategia seuraavien tavoitteiden mukaisesti:*

- *varmistaa kohteen käytettävyyden vaaditulla tavalla toimimiseen huomioiden optimaaliset kustannukset*
- *huomioida turvallisuus, henkilöstö, ympäristö ja muut pakolliset vaatimukset, jotka liittyvät kohteeseen*
- *huomioida kaikki ympäristövaikutukset*
- *ylläpitää kohteen kestävyyttä ja tuotteiden tai palveluiden laatua huomioiden kustannukset.*

Kunnossapito voidaan jakaa kolmeen osaan: ennakoiva ja korjaava kunnossapito sekä parantaminen (kuvio 3). Vika määriteltiin aiemmin tilaksi, jossa kohde, kuten laite tai kone, ei pysty suorittamaan haluttua toimintoa. Tästä näkökulmasta katsoen ennakoivaan kunnossapitoon sisältyvät kaikki ne toimenpiteet, joita tehdään, ennen kuin vika pysäyttää laitteen toiminnan. Korjaava kunnossapito suoritetaan vian ilmetessä ja parantamisella tarkoitetaan olennaisia käyttövarmuuden ominaisuuksien muutoksia. (5, s. 46; 7, s. 14.)



KUVIO 1. Kunnossapito – yleiskuva (7)

#### 4.1 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivalla kunnossapidolla pyritään suorittamaan määrävlein erilaisia tehtäviä, joiden avulla ehkäistään ennalta koneiden vikaantumista ja siitä johtuen esimerkiksi tuotannon pysähtymistä. Ennakoivat kunnossapidon menetelmät voivat olla esimerkiksi silmämääräisesti tarkastettavia asioita tai koneen käyttötunteihin perustuvia huoltotoimenpiteitä. Ehkäisevään kunnossapitoon liittyy myös ennustava kunnossapito, jossa tietoa saadaan toistuvista analyysistä ja tunnetuista tunnusmerkeistä sekä lisäksi tarkastelemalla kohteen huononemista kuvaavia arvoja. Ennakoivan kunnossapidon piiriin kuuluvat myös kohteen käyttäjien suorittama ja käynninaikainen kunnossapito, joka tapahtuu aikataulutetusti. (6; 7, s. 14; 8.)

#### 4.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla pyritään vian havaitsemisen jälkeen palauttamaan kohde tilaan, jossa se voi suorittaa vaaditun toiminnon. Korjaava kunnossapito jaotellaan ryhmiin sen mukaan, kuinka

kiireellinen vika on. Välitöntä korjaavaa kunnossapitoa tulee soveltaa silloin, jos vian havaitsemisen jälkeen on suuri riski haitallisille seurauksille. Siirrettyä korjaavaa kunnossapitoa ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan sitä viivästetään sallituissa rajoissa. (7, s. 15.)

#### **4.3 Parantaminen ja muuttaminen**

Parantamisella tarkoitetaan yhdistelmää kaikista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joilla muutetaan yhtä tai useampaa kohteen toimintoa tarkoituksena estää esimerkiksi väärinkäyttöä tai vikaantumista. Kohdetta voidaan parantaa myös modernisointimielessä, jolloin siihen tehdään parannuksia, jolla pyritään huomioimaan uudet tai muuttuneet vaatimukset. Muuttaminen ei itsessään ole kunnossapidollinen toiminto, vaan sillä muutetaan kohteen toiminto toiseksi. (7, s. 14.)

#### **4.4 Ennakoivan kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan**

On arvioitu, että sen sijaan, että laitetta käytetään rikkoutumiseen saakka, kuin että sitä huollettaisiin asianmukaisesti, voidaan kustannuksissa säästää kymmenkertainen hinta. Lisäksi asianmukaisesti huollettu laite kuluttaa vähemmän energiaa, lisää tuottavuutta ja laitteen käyttöikää. Ennakoiva huolto voi toisaalta olla aikaa vievää, lisätä kustannuksia ja huoltoon voi tarvita lisäosia ja tarvikkeita, joita ei ole helposti saatavilla. (8.)

## 5 JOUSTAVIEN VALMISTUSJÄRJESTELMIEN HISTORIAA

Numeerisesti ohjattuja koneita on kehitelty 1950-luvulta alkaen. Yleisesti integroitujen tuotantolaitteiden pioneerina pidetään Molins Company Ltd:n ”Molins System 24:ää”, joka esiteltiin vuosina 1965-1967. Siinä yhdistyivät numeerisen ohjauksen sekä kuljetus- ja muiden koneiden ajatukset. Systemi oli aikaansa kymmenen vuotta edellä, mutta sadoista esittelyistä huolimatta sitä ei saatu myytyä. Toisena alan pioneerina pidetään John I. Parsonia, joka teki lupaavia kokeita numeerisen ohjauksen parissa 1940-luvun lopulla ja sai ilmavoimat rahoittamaan hanketta. Projekti siirrettiin lopulta MIT:n alaisuuteen (kuva 4). 1970- ja 1980-luvuilla ilmestyi ensimmäisiä robotiikan sovelluksia työpajoihin, joissa automaattiset syöttö- ja poistoradat mahdollistivat lyhyitä miehittämättömiä jaksoja. FMS-järjestelmien määrä lähti kasvuun Japanissa vuoden 1975 aikoihin ja Euroopassa 1980-luvun alussa. (9, s. 8 - 9, 20; 10.)



*KUVA 4. Teknikot tarkkailevat työstökoneetta (10)*

Kun 1980- ja 1990-luvuilla tekniikka kehittyi, autonomisesta tuotannosta alettiin kiinnostua yhä enemmän. Tuolloin Japani oli miehittämättömän konepajavalmistuksen edelläkävijä ja sillä olikin muutamia kunnianhimoisia kokeiluja, mutta tekniikka ei vielä sallinut taloudellisesti kannattavaa ja toimintavarmaa miehittämätöntä tuotantoa. Automaatio ja tekniikka jatkoi kuitenkin kehittymistään varsinkin lastuamistekniikan osalta. 1990-luvulla terästeknologian, ohjausten, käyttöjen ja anturien

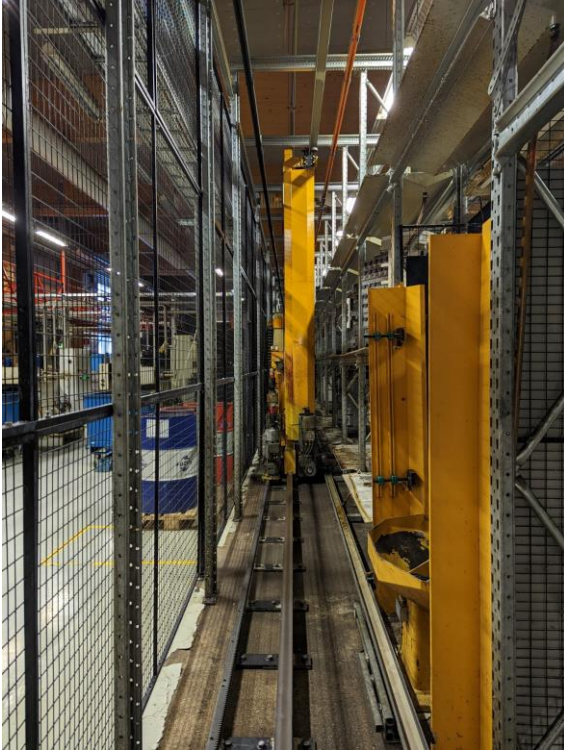
kehitys alkoi mahdollistamaan tehokkaan, joustavan ja kustannustehokkaan tuotannon. (9, s. 9, 20 - 21.)

## 6 FMS-LINJAT NIVALASSA

Hollmén & Co:n Nivalan toimipisteellä on kolme FMS-koneistuslinjaa. Kahdella ensimmäisellä linjalla on käytössä Makino A55-A60 -mallin CNC-työstökoneita ja kolmannella linjalla lisäksi hieman uudempia Makino A55e-A90 -malleja (kuva 5). Yhteensä FMS-linjojen CNC-koneita on 20. Jokaisessa linjassa on lisäksi hissi (kuva 6), kolme vaihtosamaa sekä pc-tietokoneet, joilla työstöä ohjataan. FMS-linjojen hissit kuljettavat työstettäviä kappaleita paleteissa työstökoneille (kuva 7), vaihtosamille ja varastoon. FMS-linjoilla on käytössä myös keskitetty alumiinilastujen briketointijärjestelmä ja leikkuunesteiden puhdistus- ja kierrätysjärjestelmä.



*KUVA 5. Nivalan tehtaassa kolme FMS-linjaa: kaksi sivuilla ja kolmas kauempana oikealla varastohyllyjen jälkeen*



*KUVA 6. Hyllystöhissi ja hissikuilu sekä vaihtoasemia FMS 1 -linjalla*



*KUVA 7. FMS-linjan CNC-työstökoneita takaa kuvattuna*

FMS-linjoilla työskennellään arkena kahdessa vuorossa, viikonloppuisin vain poikkeustilanteissa. Hyllystöhissien ohjelmoitavan logiikan ansiosta CNC-koneet työstävät kappaleita välillä myös

arkiöinä ilman miehitystä. Työntekijät koostuvat linjojen pääkäyttäjistä ja kappaleiden vaihtajista latausasemilla. FMS-linjoilla koneistetaan huomattava osa tuotteista ja niiden käyttöaste on korkea.

## 7 KUNNOSSAPITOSTRATEGIAN LUOMINEN

Kunnossapitostrategiaa luotaessa on hyvä määrittää huollettavien koneiden tai keskuksien kriittisyystaso, jolloin on helpompi määrittää suunnitelma ja resurssit niiden huoltamista varten. Toimintamalleja kunnossapitostrategiaa luodessa on useita, kuten RCM tai siitä johdettu kevyempi malli SRCM. Yleisesti ottaen teollisuudessa vain 10 % käytettävistä koneista on tuotannon kannalta niin kriittisiä, että niiden kunnossapitostrategian luomiseen kannattaa käyttää täyttä RCM-mallia sen kalleuden ja aikaa vievän prosessin vuoksi. Lisäksi RCM-malli koetaan useimmiten raskaaksi, koska se ”ei ole mitään, vaan tutkii kaikki”. (5, s. 112.)

### 7.1 Prosessin määrittely

RCM on prosessi, jonka avulla määritellään, mitä on tarpeellista tehdä, jotta mikä tahansa tuotantoväline jatkuvasti tekee omistajansa siltä haluamaa toimintoa senhetkisessä toimintoympäristössään (5, s. 164). Prosessissa määritellään tarkasti esimerkiksi toiminnallisen vikaantumisen syyt, mitä vahinkoja vikaantuminen voi aiheuttaa tai mikä on niiden todennäköisyys ja vaikutukset taloudellisesti. Kun laitteiden toiminnot on määritelty, voidaan määrittää, mitä kunnossapidolla halutaan saavuttaa. (5, s. 164; 6.)

Yrityksen FMS-linjojen kunnossapitostrategiaa suunniteltaessa päädyttiin siihen, että RCM-malli on liian raskas, kallis ja aikaa vievä sovellettavaksi tähän tapaukseen. Vaikka FMS-linjojen käyttöaste on suuri ja merkittävä osa tuotteista koneistetaan kyseisillä linjoilla, yleisesti ottaen erilaisilla tuotannonohjausratkaisuilla voidaan suhteellisen normaalia tuotantoa pitää yllä, vaikka linjaan kytettyihin CNC-työstökoneisiin sattuisi huoltoiseisokkia vaativia laiterikkoja. FMS-linjojen CNC-työstökoneissa yhdellä koneella on muita suurempi kappaleen koneistusalue, eli sillä pystyy koneistamaan kappaleita, joita muilla koneilla ei pysty. Tästä syystä kyseisen koneen kuntoon tulee kiinnittää erityistä huomiota ja reagoida vikaantumisiin nopeasti. Lisäksi määräaikaishuoltoja suunniteltaessa tämän koneen huoltoaika tulee olla ensimmäisten joukossa.

Ainoa koko FMS-linjan pysäyttävä laiterikko on hissien vikaantuminen, jolloin koneistettavat tuotteet eivät kulkeudu työstökoneille. Tästä syystä ennakkohuoltosuunnitelmassa erityisesti hissien kunnossapidon huomiointi on tärkeää. Näin ollen päädyttiin soveltamaan RCM-mallia kevyempään

SRCM-malliin, joka tekee erilaisia oletuksia päätösten pohjaksi. SRCM-malleja on erilaisia, joissa usein yhteisenä teemana ovat erilaiset laitteita käyttävien ja huoltavien henkilöiden kokemukset ja havainnot laitteiden kunnosta, vikojen ilmenemisestä ja osien kulumisesta. Huoltojen suunnitteluun vaikuttavat esimerkiksi koneen käyttäjien, huoltohenkilökunnan ja ulkopuolisen toimijan kokemukset huoltovälien pituuksista ja niiden vaikutuksista koneiden toimivuuteen. Lisäksi listataan huolto-raporttien ja haastatteluiden perusteella ne laitteet, jotka ovat tuotannon toimivuuden kannalta kriittisimpiä ja siten vaativat erityishuomiota, esimerkiksi sijoitusta huoltolistan kärkeen.

## **7.2 Tulevaisuus**

Tulevaisuudessa laitteiston ja hissien modernisointi konekannan iän vuoksi on suunnitelmassa, mutta se ei ole tällä hetkellä ajankohtaista. Investoinnin suuruuden vuoksi esimerkiksi koneistettavien kappaleiden volyymit ja sopivuus sekä mahdollinen energiansäästöpotentiaali on määritettävä tarkasti. Investoinnin on myös tuotava kilpailuetua muihin yrityksiin nähden tekniikan ja tuotantomenetelmien kehittyessä koko ajan. Muita tuotantoon liittyviä, pienempiä laitteita ja työkaluja uusitaan ja modernisoidaan tarpeen mukaan. Huoltosuunnitelma päädyttiin siis kattamaan useita vuosia eteenpäin ja sen vaikutuksia seurataan sekä tarvittaessa toimenpiteitä muokataan tai lisätään.

## 8 ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMAN LUOMINEN

Ennakkohuoltosuunnitelmaa tehtäessä huomioon on otettu konekannan ikä, kustannukset ja koneen käyttäjiltä ja niihin huoltoja tehneiden henkilöiden antama palaute SCRM-prosessia mukailen. Ennakkohuoltosuunnitelman tavoitteena on varmistaa FMS-linjojen toiminta niin, että kokonaistuotanto ei häiriinny. Tämä tarkoittaa sitä, että linjaan liitettyjen CNC-koneiden tulee pääasiassa toimia asianmukaisesti, mutta yksittäisten koneiden väliaikaiset rikkoontumiset hyväksytään, ellei kyse ole aiemmin mainitusta, suuremman koneistusalueen omaavasta koneesta. Hissien tulee toimia aina, joten niiden huoltoon ja toimivuuteen kiinnitetään erityisesti huomiota ja vikatilanteissa hissien korjaus sijoitetaan ensimmäisenä työlistalle. Suunnitelma on laadittu yhteistyössä kaikkien sidosryhmien kanssa.

### 8.1 Käyttäjahuollot

FMS-linjojen päivittäis- ja viikkohuolloista pidettiin palaveri pääkäyttäjien kanssa. Siinä käytiin läpi jo aiemmin listatut koneiden käyttäjien päivittäis-, viikko- ja kuukausihuollot ja niiden toteutuminen. Osa listatuista tehtävistä, kuten päivittäiset lastujen puhdistukset työstökoneista ja öljyjen lisääminen, suoritetaan ajallaan ja on hyvin muistissa. Osa listatuista tehtävistä ei ollut enää ajantasaisia ja osaa tehtävistä ei muistettu olevan. Haasteena on myös ollut ajan resursointi perusteellisemmalle puhdistukselle niin työstökoneiden kuin hissikulun ympäristön osalta.

Sekä oman huoltohenkilökunnan että ulkopuolisen toimijan huoltoraporteista käy ilmi, että melko usein koneen vikaantumisen syynä on liian vähäinen puhdistus. Lisäksi lastujen kertyminen karan kartioon voi lisätä koneistettavan tuotteen mittavirheitä, pahimmassa tapauksessa rikkoa karan. Lyhyellä aikavälillä suoritettaviin kunnossapitotehtäviin ei koettu olevan tarvetta laittaa muistutusta ja kuittausvelvoitetta kunnossapitojärjestelmään. Pidemmän aikavälin tehtävät, kuten karojen vetovoimamittaukset, koettiin olevan järkeviä ajastaa kunnossapitojärjestelmään tietyn aikavälein suoritettaviksi. Vetovoimamittausten suorittaminen ajallaan on tärkeää, koska liian alhaisilla vetovoimilla ja kovassa kuormituksessa työkalu voi lähteä karasta irti ja samalla rikkoa karan rakennetta. Liian suurilla vetovoimilla on taas se vaikutus, että työkalua on vaikea saada karasta irti.

## 8.2 Huoltohenkilöstö ja ulkopuoliset toimijat

Valmistajien käyttöohjeista löytyy työstökoneisiin ja hissin huoltoon löytyvät tarkat ohjeistukset mekaanista ja sähköhuoltoa sekä yleistä kunnossapitoa varten. Tässä tapauksessa huoltoa katsotaan kuitenkin myös resurssien näkökulmasta, joten ennakkohuoltoa sovelletaan myös kokemuskulmasta. Vuosittaisia mekaanisen ja sähköhuollon ennakkohuolto-ohjeistuksia käsiteltiin huoltohenkilöstön kanssa ja verrattiin niitä saatavilla olevaan FMS-linjojen koneiden huoltohistoriaan. Näin pystyttiin arvioimaan, mitkä ennakkohuoltotehtävät kannattaa tehdä milläkin aikavälillä. Päätettiin myös, mitkä tehtävät hoitaa oma huoltohenkilöstö ja mitkä tilataan ulkopuoliselta toimijalta, jolloin oman huoltohenkilökunnan resursseja vapautuu muihin kunnossapitotöihin.

## 9 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAN TOTEUTUS

Kunnossapitosuunnitelman toteutus jaettiin useampaan osaan. Siinä määritellään, mitkä tehtävät kuuluvat koneiden käyttäjille, mitkä omalle huoltohenkilökunnalle ja mitkä ulkopuoliselle toimijalle. Siinä määritellään myös toiminta erilaisissa vikatilanteissa.

### 9.1 Käyttäjien suorittamat määräaikaishuollot

Koneiden käyttäjäkunnossapidon päivittäin suoritettavat tehtävät ovat osittain ajan tasalla ja niitä pyritään noudattamaan. Päivittäis- ja viikko- ja kuukausihuoltoja varten tehtiin uudet listat työpiste-kohtaisesti näkyvälle paikalle. Koneen käyttäjien suorittamat huoltotoimenpiteet sisältävät esimerkiksi koneiden eri osien puhdistusta, erilaisten anturien tarkistusta sekä kara- ja hydraulioöljyn määrän seuraamista ja tarvittaessa lisäämisestä. Käyttäjien suorittamat kunnossapitotehtävät ovat toteutuneet usein sen mukaan, paljonko koneistus- ja muulta työltä jäi aikaa käytettäväksi ja missä kunnossa työstökoneet ovat. Jos työstökoneissa on esimerkiksi öljyvuoja tai lastuja päässyt kertymään paljon, riittäviin puhdistustoimenpiteisiin ei välttämättä ole aika riittänyt, koska aika on mennyt öljyvuoja siivoamiseen. Viikoittain suoritettavat CNC-koneiden tarkemmat puhdistukset jaettiin kahden viikon sykleihin, jolloin joka vuorossa puhdistetaan yksi määrätty kone, perjantaisin kolme. Koneen arvioitu puhdistusaika on 15 minuuttia, jolloin aikaa puhdistukseen voi mitoittaa työpäivän loppuun. Tällä tavalla jokainen kone tulee käytyä läpi kahden viikon aikana. Käyttäjien suorittamia päivittäis- ja viikkohuoltoja seurataan haastatteluilla ja työn seuraamisella. Tarvittaessa ohjeistuksia tai työajan resursointia muokataan.

FMS-linjan koneiden perusteellisempaan puhdistukseen tarvitaan aikaa, joten päädytään ehdottamaan puhdistukselle tarkoitettua huoltoseisokkia kuuden kuukauden välein. Tämä aika käytetään FMS-linjojen koneiden, latausasemien, hissien ja hissikuilun perusteellisempaan puhdistukseen. Aiemmin siivouspäivä on pidetty noin kerran vuodessa, mutta huoltoraporttien mukaan se on liian pitkä aikaväli.

Käyttäjähuoltoihin kuuluva työstökoneiden karojen vetovoimamittaukset on ajastettu huoltojärjestelmään, johon pääkäyttäjät voivat merkitä mitatut lukemat ja kuitata tehtävän suoritetuksi mobiililaitteella (kuva 8). Kun tehtävä kuitataan suoritetuksi, se ajoittuu automaattisesti uudelleen

määritellyn ajanjakson päähän. Järjestelmään on lisätty näkyviin myös mittausten raja-arvot ja käyttäjiä ohjeistettu tekemään vikailmoitus, jos mittausta jää raja-arvojen ulkopuolelle.

**Karan vetovoimamittaus BT40**

---

**Perustiedot** PDF-asetukset

**Nimi \*** **Tila \***

Karan vetovoimamittaus BT40 Käytössä

Piilota tehtävälomake mobiilisovelluksessa

**Kuvaus**

Käytetään työstökoneen karan vetovoimamittauksessa, jossa on BT40-istukka. Raja-arvot ovat: 8 - 12 kN. Jos arvo alittuu, tee työstökoneesta palvelupyyntö.

---

LOMAKKEEN OSIOT

Osiot eivät ole muokattavissa, sillä lomake on käytössä ja sillä on vähintään yksi aktiivinen tehtävä

---

**Karan vetovoima** +

KUVA 8. BT40-istukalla olevan karan vetovoimamittauslomake.

## 9.2 Oman huoltohenkilökunnan ja ulkopuolisen toimijan suorittamat huollot

FMS-linjan CNC-työstökoneita (kuva 9) ja hyllystöhissiä varten laadittiin tarkistus- ja huoltolista ennakkohuoltoja varten (kuva 10). Huoltolista sisältävät muun muassa listat työstökoneen tarkistettavista osista, kuten johdesuojien ja karalle menevien kaapelien suojaputkien kunto sekä hydraulijyn puhtaus. Lisäksi huoltolistoista löytyvät erilaiset suoritettavat toimenpiteet, kuten työkalumakasiinin puhdistus ja voitelu sekä karaöljysäiliön suodattimen vaihto ja tarvittaessa säiliön puhdistus. Lomakkeet on ajastettu jokaiselle huollon piirissä olevalle CNC-koneelle ja ne voidaan suorittaa tarvittavassa järjestyksessä. Ennakkohuollot suorittaa ulkopuolinen yritys vuoden välein luukun ottamatta oman huoltohenkilökunnan puolen vuoden välein suorittamaa työstökoneiden voitelua. Listat laadittiin huoltojärjestelmään ja ajastettiin sopiviin aikaväleihin. Kyseiset listat toimivat omalle huoltohenkilökunnalle muistutuksena tulevista huolloista ja mahdollisten varaosien tilaamisesta. Ulkopuolista toimijaa varten työmääräimet tulostetaan paperille huoltojärjestelmästä, jossa

näky listat suoritettavista toimenpiteistä. Huoltojen valmistuttua huoltohenkilökunta tai koordinaattori kuittaa tehtävän järjestelmästä suoritetuksi ja liittää siihen suorittajan huoltoreportin. Vuosihuollot pyritään ajoittamaan tuotannon kannalta hiljaisemmalle ajalle loppuvuodelle, jolloin voi pitää pidemmän huoltoseisokin. Kaikkia koneita ei loppuvuoden huoltoseisokin aikana ehdi huoltaa, jolloin tärkeimmät koneet huolletaan sitä ennen erikseen määriteltynä, tuotantoon sopivina aikoina.

### A55-työstökoneiden vuosihuoltotehtävät



**Perustiedot** **PDF-asetukset**



**Nimi \*** A55-työstökoneiden vuosihuoltotehtävät **Tila \*** Käytössä

Piilota tehtävälomake mobiilisovelluksessa

**Kuvaus**  
Käytetään Makino A55 -työstökoneiden vuosihuollossa (vuoden ja kolmen vuoden välein suoritettavat tehtävät). Vuosihuolto suoritetaan ulkopuolisen yrityksen toimesta. Tarvittavan kattoikkunan lasin korjauksen suorittaa oma henkilöstö. Tarkista ennen huollon tilaamista, milloin kolmen vuoden välein

LOMAKKEEN OSIOT

1 vuoden välein suoritettavat tehtävät  

3 vuoden välein suoritettavat tehtävät  

KUVA 9. Makino A55e-A90 -työstökoneiden vuosihuoltotehtävät

## FMS-hissien vuosihuoltotehtävät

Perustiedot PDF-asetukset









**Nimi \*** FMS-hissien vuosihuoltotehtävät **Tila \*** Käytössä

Piilota tehtävälomake mobiilisovelluksessa

**Kuvaus**

Käytetään FMS-linjojen hissien vuosihuoltotehtävissä. Sisältää sekä mekaanisen- että sähköhuollon ohjeet. Osa tehtävistä on neljän vuoden välein suoritettavia, tarkista huoltoa tilattaessa, milloin on tehty.

LOMAKKEEN OSIOT

1 vuoden välein suoritettavat mekaaniset tehtävät		
4 vuoden välein suoritettavat mekaaniset tehtävät		
1 vuoden välein suoritettava sähköhuolto		
2 vuoden välein tehtävä sähköhuolto		

KUVA 10. FMS-linjan hissien vuosihuoltotehtävät

### 9.3 Suunnittelemattomat vikatilanteet

Erilaisissa suunnittelemattomissa vikatilanteissa työn suorittajana on ensisijaisesti oma huoltohenkilökunta ja koneiden käyttäjät. Kaikki viat ilmoitetaan huoltojärjestelmään, josta ne ohjautuvat automaattisesti oikeille suorittajille. Jos vikoja ilmenee paljon ja/tai ne ovat aikaa vieviä, voidaan ta-pauskohtaisesti tilata ulkopuolinen toimija. Huoltohenkilökunta, työnjohto ja muu huoltoa koordi-noiva henkilökunta määrittelee yhdessä koneiden huoltojärjestyksen ulkopuolisen toimijan kanssa, jotta tuotantoon tulee mahdollisimman vähän keskeytyksiä. Huoltohenkilökunnan ja huoltoa koor-dinoivien henkilöiden lisäksi vikailmoituksia huoltojärjestelmästä pystyy myös henkilökunta rajoite-tusti seuraamaan. Näin vian ilmoittaja voi esimerkiksi seurata korjauksen etenemistä tai kommentoida ilmoitukseen, jos vika onkin jo poistunut.

## 10 YHTEENVETO

Työn lopputuloksena yritykselle laadittiin FMS-linjojen ennakkohuolto- ja kunnossapitosuunnitelma. Suunnitelma laadittiin yhteistyössä koneen käyttäjien, yrityksen kunnossapidon ja johdon sekä opinnäytetyön työpaikkaohjaajan kanssa. Koneiden vuosihuoltoja ja muita ennakkohuoltotoimenpiteitä varten laadittiin suunnitelman mukaisesti työlistat, jotka ajastettiin huoltojärjestelmään ja otettiin käyttöön. Suunnitelman mukaisesti määriteltiin myös tehtävien suorittajatahot ja toiminta erilaisissa vikatilanteissa. Käyttäjäkunnossapidon osalta laadittiin päivitetty ohjeet ja aseteltiin ne työpisteille näkyville.

Tämän työn menestyksekkäs suorittaminen vaati tutustumista ja perehtymistä FMS-linjoilla käytettäviin koneisiin ja niiden toimintaan. Lisäksi oleellisena osana oli tutkia huoltohistoriaa, huoltojen kustannuksia ja haastatella koneiden käyttäjiä ja huoltohenkilökuntaa useaan otteeseen. Osansa haastetta toi se, että huollettavista koneista ei ollut kattavaa huoltohistoriaa pidemmältä ajalta, vaan koneita tutkimalla huoltohenkilökunnan kanssa pystyi osittain arvioimaan suoritettuja toimenpiteitä. Kustannusten osalta ulkopuolisen työn osuutta pystyttiin arvioimaan tiettyihin huoltotoimenpiteisiin kuluneiden työtuntien osalta ja yrityksen taloushallinnan järjestelmästä. Huolloissa käytettäviin varaosiin ja tarvikkeisiin sai melko helposti hintatiedot yrityksen järjestelmistä tai internetistä.

FMS-linjojen toimintaan tutustuessa ja työtä seuratessa vaikutti pääsääntöisesti siltä, linjojen työntekijät pyrkivät siihen, että määrätyin väliajoin tehtäviä huoltotoimenpiteitä ja puhdistuksia tehdään. Lisäksi vikailmoituksia luodaan huoltojärjestelmään kattavasti, jolloin tietynlaisia yhteenvetoja esimerkiksi työstökoneiden kunnosta voi määrittää. Koneiden käyttäjillä on monenlaista tietoa ja taitoja, mutta esimerkiksi koneiden viikkohuoltojen rytmittämisestä ei vallitse yhtenevää konsensusta. Tästä syystä tietyt huoltotoimenpiteet on hyvä määrittää tiettyinä päivinä suoritettaviksi, jotta aikaa ei mene huollettavien kohteiden valitsemiseen.

Omaa huoltohenkilökuntaa huoltojärjestelmän käyttöönotto on helpottanut huoltojen priorisointeja. Huoltojärjestelmään vian ilmoittaja pystyy määrittämään vian kiireellisyyden, joka osaltaan auttaa huoltojen suunnittelua. CNC-koneiden ja hyllystöhissien määräaikaishuoltojen siirryttyä ulkopuolisen toimijan suoritettavaksi, jää huoltohenkilökunnalla myös paremmin aikaa tehtaan muiden koneiden ja laitteiden huoltoon. Ajoittain huoltojen tärkeysjärjestyksistä on erilaisia mielipiteitä

esimerkiksi huoltohenkilökunnan ja huoltoa koordinoivien henkilöiden välillä, jolloin asioita käydään yhdessä läpi.

Yleisesti ottaen työ oli mielenkiintoinen ja opetti paljon erilaisten koneiden huollosta ja huollon suunnittelusta. Hollmén & Co:lla FMS-linjojen toimintavarmuus on suuren volyymituotannon kannalta erittäin merkittävää, joten siihen oikein kohdistetut huoltotoimenpiteet ovat yritykselle suureksi eduksi. Jatkossa huoltotoimien ja ennakkohuollon merkitystä ja seurataan huoltojärjestelmän tilastointityökaluilla, joilla saadaan tietoa esimerkiksi konekohtaisista vikailmoituksista ja ulkopuolisen työn kustannuksista. Nivalan tehtaassa FMS-linjoihin liittyvät myös keskitetty leikkuunesteen kierrätys- ja puhdistusjärjestelmä sekä briketöintikone, joiden ennakkohuoltoon on myös syytä tulevaisuudessa panostaa.

## LÄHTEET

1. Aho, Pekka 2015. Kohdeyrityksen tuotannon tavaravirtauksen ja layoutin kehittäminen. Centria ammattikorkeakoulu. Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 9.5.2022. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/93307/Aho\\_Pekka.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/93307/Aho_Pekka.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
2. Hollmén & Co 2022. Palvelut. Hakupäivä 18.4.2022. <https://hollmen.com/palvelut/>
3. Hollmén & Co 2022. Hollmén & Co. Hakupäivä 18.4.2022. <https://hollmen.com/yritys/#hollmenco>
4. Asiakastieto. Oy Hollmén & Co. Hakupäivä 18.4.2022. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/oy-hollmen-co/09533647/taloustiedot>
5. Järviö, Jorma 2012. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy.
6. Pinja 2020. Teollisuuden kunnossapito. Hakupäivä 18.4.2022. <https://blog.pinja.com/teollisuuden-kunnossapito>
7. Suomen Standardisoimisliitto SFS. SFS-EN 13306:2017.
8. TWI Ltd 2022. What is preventive maintenance? Hakupäivä 18.4.2022. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-preventive-maintenance>
9. Ahokas, Jarmo 2013. Fastems FMS : täydellä teholla.
10. Today's Machining World. Hakupäivä 5.2.2023. <https://todaysmachiningworld.com/magazine/origins-a-break-from-the-grind/>