



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Pekka Pelkonen

Kunnossapitosuunnitelman luominen ja käyttöönottaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

25.4.2019

Tekijä Otsikko	Pekka Pelkonen Kunnossapitosuunnitelman luominen ja käyttöönotto
Sivumäärä Aika	25 sivua + 1 liite 25.4.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Tuotantotekniikka
Ohjaajat	Tuotantopäällikkö - Hannu Stenholm Lehtori - Markku Saarnio
<p>Tämä insinööri työ käsittelee kunnossapitosuunnitelman luontia ja käyttöönottoa. Tavoitteena oli laatia kunnossapitojärjestelmä laitteille ja koneille niiden luotettavuuden ja käytettävyyden parantamiseksi.</p> <p>Työn teoriaosiossa tarkasteltiin kunnossapidon tavoitteita, tehtäviä ja menetelmiä. Työn käytännön osio sisälsi laitteiden tutkimista sekä huoltotoimintojen tarkastuksen operaattorien ja huolto-organisaation kanssa.</p> <p>Työhön sisältyi ajoitettujen huoltojen sekä ennakoitujen huoltojen suunnittelu. Niissä otettiin huomioon laitevalmistajan sekä huolto- ja kunnossapitotiimien informaatio, jota käytettiin laitekohtaisesti tai ryhmitetysti. Lisäksi suoritettiin varaosavaraston optimointi, johon kuului varastonohjausjärjestelmän käyttöönotto päivitettävillä varaston materiaali- ja osatiedoilla.</p> <p>Ennakoivan huollon järjestelmä koneistuskeskuksille sekä tuotantolaitteistolle otettiin käyttöön, ja se tulee vähentämään laitteiden huoltokertoja.</p> <p>Työn tuloksena käyttöön saatiin myös helppokäyttöinen ja avoin tietopankki. Se sisältää laitetiedot ja vikaraportit, joita voidaan käyttää nopeasti laitteiston toiminnan tarkistukseen sekä vikaraporttien luontiin, muokkaamiseen ja merkitsemiseen.</p>	
Avainsanat	Kunnossapitosuunnitelma, Arrow Engineering, Huolto

Author Title	Pekka Pelkonen Creation and Implementation of a Maintenance System
Number of Pages Date	25 pages + 1 appendix 25 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Professional Major	Production Engineering
Instructors	Hannu Stenholm, Production Manager Markku Saarnio, Senior Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis examines the design and implementation of a maintenance plan. The aim was to create a maintenance system for devices and machinery to improve their operation, usability and reliability.</p> <p>The project was carried out as follows. Firstly, the project work was started with an introduction to the working environment and the project team. Secondly, topic-related literature and online material were examined, followed by interviews of the company's operators and maintenance organization. Thirdly, the project work consisted of the creation of maintenance tasks and setting scheduled timings to the maintenance software.</p> <p>Furthermore, the optimization of spare part storage was carried out, which contained the implementation of an inventory management system to create a storage with an up-to-date item and material log.</p> <p>In addition, a time-directed and proactive maintenance system was arranged and implemented for machining centres and production machinery. When designing the maintenance system, the relevant information from device manufacturers, as well as maintenance and operation teams was considered. The introduction of the time-directed maintenance system is expected to reduce the number of maintenance tasks and shutdown time significantly.</p> <p>Finally, a system with an easy access open data log was implemented, containing device information and fault findings, which can be accessed instantaneously. Thus, the changes in the condition of the devices can be recorded and viewed by the entire organisation.</p>	
Keywords	Maintenance system, Maintenance plan, Arrow Engineering

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lähtökohdat ja tavoitteet	2
3	Kunnossapito	3
3.1	Kunnossapidon tehtävät ja tavoitteet	3
3.2	Kunnossapidettävyys	5
3.3	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito	6
3.4	Kunnossapidon suunnittelu	7
4	Kunnossapidettävät laitteet	8
4.1	Tankomakasiinilla varustetut koneistuskeskukset	9
4.2	Vaaka- ja pystykaraiset koneistuskeskukset	10
4.3	Sorvauskeskukset	10
5	Käytetty ohjelmisto	11
5.1	Laiterekisteri ja käyttäjätiedot	12
5.2	Raportointi ja työpyynnöt	13
6	Huoltosuunnitelman luominen	15
6.1	Ajoitetut huollot	15
6.2	Ajoitettujen huoltojen tyypit	16
6.2.1	Vuosihuolto	16
6.2.2	Puolivuosi- ja kuukausihuolto	16
6.2.3	Kuukausihuolto	17
6.2.4	Viikkohuollot	17
6.2.5	Muut huollot	17
6.2.6	Yhdistetyt huollot	18
6.3	Huoltosuunnitelmien tarkistaminen ja vienti järjestelmään	18
7	Varastot	20

8 Tulokset ja yhteenveto	21
Lähteet	22
Liite	
Mansner Oy - ARROW Novi projektisuunnitelma_03062019.pdf (vain työn tilaajan käyttöön)	

Lyhenteet

CD	Toimintakuntoon perustuva huolto (<i>Condition Directed</i>)
FF	Vian etsintä (<i>Failure Finding</i>)
KNL (OEE)	Tuotannon kokonaistehokkuus (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)
RCM	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (<i>Reliability Centered Maintenance</i>)
RTF	Ei ehkäisevää kunnossapitoa (<i>Run to Failure</i>)
TD	Ajoitettu huolto (<i>Time Directed</i>)
TDI	Ajoitettu ja purettu huolto (<i>Time Directed Intrusive</i>)
TKHJ	Tietokannan hallintajärjestelmä, ohjelmisto, jonka avulla hallinnoidaan tietokantoja
TPM	Tuottava kunnossapito (<i>Total Productive Maintenance</i>)

1 Johdanto

Tämän insinööriyön aiheena on kunnossapitosuunnitelman luonti ja käyttöönotto hienomekaniikkaan erikoistuneelle Konepaja Mansner Oy:lle.

Työn aluksi perehdyttiin yrityksen toimintaan, toiveisiin, laitteistoon, kunnossapito-ohjelmistoon sekä muihin tärkeisiin elementteihin, jotka vaikuttavat suunnitteluun. Yrityksen omat tiedot laitteiden toiminnasta ja työlle kriittisistä kohdista kirjattiin ylös ja otettiin huolto-ohjelman suunnittelussa huomioon. Lisäksi tutustuttiin konevalmistajien tietoihin ja suosituksiin.

Työn toteutuksessa hyödynnettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun kunnossapitotekniikka-kurssin materiaaleja, joissa suositellaan useasti toistuvien vikaantumisten asettamista lyhytväliseen jaksottaiseen tarkkailuun. Siihen kuuluu ylläpitävä tihennetty toiminta, jotta epäkohdat laitteiden toiminnassa voitaisiin välttää tai estää.

Teorian perusteella tunnistettiin tarve kunnossapitojärjestelmälle sekä varastonohjausjärjestelmälle, kun taas varastojärjestelmää suunniteltiin mahdollisimman laajasti ennalta saatujen kokemusten perusteella.

Vähentämällä vikakorjauksia pystytään lisäämään tuotantoa ja vähentämään tuotannon poiskäytöstä olevaa aikaa, tämä pystytään tekemään ottamalla käyttöön kunnossapitosuunnitelma.

Järjestelmää suunnitellessa huomattiin muiden osapuolien mukanaolon tärkeys projektissa. Paljon tietoa tarvittiin laitehuoltajilta sekä operaattoreilta huoltosuunnitelmien valmistelussa, ja suunnitellessa töiden asetusta sähköiseen järjestelmään todettiin kriittiseksi töiden hallintajärjestelmän sekä huollonohjausjärjestelmien yhdistäminen, jotta tehtäviä ei asetettaisi päällekkäin samoille kohteille.

2 Lähtökohdat ja tavoitteet

Insinööriyön aluksi käytiin läpi toimeksiantajayrityksen nykyinen tilanne ja määriteltiin ongelma, joka oli tarkoitus ratkaista. Ensin esiteltiin laitteet ja niiden nykyiset huoltotavat. Suurin osa huolloista tehtiin laitteen rikkoutuessa eikä ehkäisevää kunnossapitoa ollut käytössä. Ehkäisevän kunnossapidon puuttuminen aiheutti pitkiä huoltoseisokkeja ja vaaratilanteita koneen käyttäjille sekä laitteen ympäristölle.

Työlle suunniteltiin aikataulu ja se ositettiin seuraavien tavoitteiden mukaisesti:

- Laitetietojen kerääminen eri lähteistä ja talletus järjestelmään
- Järjestelmän käyttöönottoaminen ja tutustuminen
- Tietojen muokkaaminen järjestelmään ja ajoitus toiminnoille
- Varaston ja varastonimikkeiden laatiminen
- Järjestelmän tarkistus, testaus, ja raportointi
- Tiedotus ja käyttötiedon jakaminen.

Työssä sovittiin käytettäväksi Arrow Engineering Oy:n Novi-kunnossapito-ohjelmistoa, jolla hallitaan laitteiden huoltoa ja ylläpitoa. Arrowilla tutustuttiin yrityksen arvoihin, tavoitteisiin ja visioon, sekä heidän tuottamiinsa palveluihin, varsinkin Novi- järjestelmään, sen toimintaan ja hierarkiaan. Järjestelmän käytön ymmärtämiseksi siitä luotiin yhdessä esimerkkitoimintoja ja -kohteita.

Luotua järjestelmää tulnaisiin vertailemaan aikaisempaan resurssienkulutusmittareiden avulla.

Tavoitteena työlle oli kunnossapitosuunnitelman luominen ja käyttöönottoaminen, joka sisältää koulutuksen sähköisen huoltojärjestelmän käytöstä, laitetunnusten asetuksen sähköiseen järjestelmään, käyttäjätietojen asetuksen ja luonnin sähköiseen huoltojärjestelmään, kohdetietojen keräämisen laitekirjastosta sekä organisaatiolta, oikeiden huoltotöiden valitsemisen ja asettamisen huoltojärjestelmään, varaosavaraston inventaarion ja listoituksen sähköiseen järjestelmään, sekä lopuksi sähköisen järjestelmän hienosäädön ja muokkauksen.

3 Kunnossapito

Kunnossapito on monien eri tyyppisten päätösten ja toimenpiteiden kokonaisuus, johon on luettavissa tekniset, hallinnolliset, ja johtamisen sekä toiminnalliset ratkaisut. Tarkoitus on säilyttää kohteen tila tai palauttaa se alkuperäiseen tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana (PSK 6201:2011).

Tilanteessa, jossa kohde rikkoutuu tai tarvitsee korjausta, voidaan käyttää kunnostamista, jossa laite palautetaan korjaamalla toimintakuntoon prosessin toiminnan häiriintymättä tai mahdollisimman lyhyellä häiriöajalla. Tämä tapahtuu vaihtamalla osa uuteen varastosta saatavalla varaosalla ja käytetty kohteen osa voidaan kunnostaa sekä asettaa varastoitavaksi. Kunnostaminen suoritetaan yleensä korjaamalla.

Kunnossapidolle tärkeää on, että kunnossapidettävät kohteet pysyvät tilassa, jossa kyseinen kohde pystyy suorittamaan tietyn toiminnon.

Luotettavuuden kannalta on tärkeää, että käytettävyyks on korkea, jotta kohde voi suorittaa tietyn toiminnon loppuun.

3.1 Kunnossapidon tehtävät ja tavoitteet

Keskeisiä tavoitteita kunnossapidolle ovat tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) sekä hyvä käyttövarmuus, joka koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta.

Tärkeimpiä kunnossapidon tavoitteita ovat turvallisuuden ja ympäristön huomioiminen. Ongelmatilanne voi aiheuttaa suuremmat vahingot ympäröiville kohteille kuin itse kohteelle, jossa ongelma ilmenee. Tämä on arvioitava, ja mahdollisten vahinkojen estämiseksi kohde on eristettävä ympäristöstä.

Seisokkien ja tuotannon keskeytymisten ehkäiseminen sekä vähentäminen ovat osa kunnossapidon tavoitteita. Jotta kunnossapitoa voidaan tehdä, on laitteen käyttö kuitenkin huollon ajaksi keskeytettävä. Nämä huollot pyritään tekemään ajoitetusti sekä nopeasti tuotannon palauttamiseksi normaaliksi. Seisokit kestävät ajallisesti vikakorjauksiin

verrattaessa paljon vähemmän aikaa ja ovat ennalta suunniteltuja, ajoitettuja, sekä suhteutettuja tehtäviä.

Kunnossapidon ulkoisista tavoitemuuttujista (PSK 7501) yksi tärkeimmistä on tuotannon kokonaistehokkuus. Se on kolmen taulukossa 1 määritellyn osatekijän, käytettävyyden (K), toiminta-asteen (N) ja laatukertoimen (L) tulo.

Taulukko 1. Kunnossapidon laskentakaavataulukko (PSK 7501, 2010)

Nimi	Yksikkö	Laskentakaava tai määrittely
Name	Unit	Definition
Käyttöaste	%	$\frac{\text{Käyttöaika}}{\text{Kalenteriaika}}$
Utilization rate		$\frac{\text{Utilization time}}{\text{Calendar time}}$
Käytettävyys (K)	%	$\frac{\text{Käyntiaika}}{\text{Käyntiaika} + \text{Seisokkiaika}}$
Availability		$\frac{\text{Operating time}}{\text{Operating time} + \text{Down time}}$
Toiminta-aste (N)	%	$\frac{\text{Tuotanto}}{\text{Nimellistuotantokyky} \times \text{Käyttöaika}}$
Performance rate		$\frac{\text{Production volume}}{\text{Nominal production capacity} \times \text{Operating time}}$
Laatukerroin (L)	%	$\frac{\text{Tuotanto} - \text{Hylätty tuotanto}}{\text{Tuotanto}}$
Quality rate		$\frac{\text{Production-Reject}}{\text{Production}}$
Kokonaistehokkuus (KNL)	%	Käytettävyys x Toiminta-aste x Laatukerroin
Overall equipment effectiveness (OEE)		Availability x Performance rate x Quality rate

Taulukon 1 laskukaavoilla voidaan määrittää tuotannon kokonaistehokkuus (KNL). Kunnossapidon näkökulmasta on tärkeää, että seisokkiaika pystytään pienentämään mahdollisimman pieneksi. Parhaaksi tavaksi toteuttaa tämä on todettu ylläpitää kohdetta tietyn aikavälein, jolloin seisokkiaika vähenee huomattavasti, ja laiterikot vähenevät.

Käytettävyys riippuu toimintavarmuuden, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuuden yhteisvaikutuksesta.

On selkeämpää käyttää tunnuslukutarkasteluja määritellyllä aikarajalla.

Käytettävyyden määritelmä riippuu tarkastelukohteesta ja käyttötarkoituksesta (PSK 6201:2011).

3.2 Kunnossapidettävyys

Kunnossapidettävyys on kohteen kyky olla toimintakuntoinen, siten että se pystyy suorittamaan vaaditun toimenpiteen määritellyissä olosuhteissa, ja olemaan kunnostettavissa käyttäen määriteltyjä toimenpiteitä, resursseja sekä materiaaleja.

Laitteen luokse päästävyys on tärkeä osa kohteen kunnossapidettävyyttä. Jos kohteen laite on hankalasti saatavissa ja siihen pääsemiseksi on tehtävä paljon työtä, ennen kuin varsinainen toimenpide voidaan aloittaa, kuluu toimintaan huomattavasti enemmän resursseja ja aikaa, mikä laskee kunnossapidettävyyttä.

Vaihdettavuuden eli kohteen vaihtamisen toiseen tulisi olla mahdollisimman nopeaa ja yksinkertaista. Kohteissa tulisi käyttää mahdollisimman paljon standardoituja osia, joita on helppoa löytää valmiina monelta eri valmistajalta. Sellaisen valmistajan tuotteet, joka käyttää standardoituja tarvikkeita, joita on saatava helposti myös muilta valmistajilta ja jälleenmyyjiltä, jotka toimivat lähellä kohdetta, ovat hyvin vaihdettavissa. Se, että valmistaja ei varastoi tai luovuta jälleenmyyntiin tarvikkeita ja toimittaa tarvittavia materiaaleja pitkien välimatkojen päästä tarkoittaa, että laitteen vaihdettavuus on kriittinen.

Testattavuus on kohteeseen suunniteltu ominaisuus sen kunnon, toiminnan valvonnan ja tarkastamisen toteamiseksi. Tähän tarkoitukseen käytetään mittareita, indikaattoreita ja hälyttimiä.

Itsediagnostiikka nostaa laitteen kunnossapidettävyyttä. Tällöin laite osaa ja pystyy itse antamaan ohjeita ja kertomaan, mikä on aiheuttanut ongelman ja miten laitetta tulisi huoltaa.

Huollettavuuteen, jossa katsotaan kohteen huoltotoimenpiteiden tekemisen helppoutta, sisältyy erilaisia kohteita kuten kansien ja peltien poistotarve, puhtaana pidettävyyden

helppous, huoltokohteiden sijainti laitteessa, kohteen pysäytyksen tarve, osavaliokoman suuruus sekä huoltotoimenpiteiden turvallisuus ja niiden kesto.

Yrityksen uusien DMG MORI- sekä INDEX TRAUB -koneistuskeskusten TPM-toimintamalli eroaa muista laitteista. Käyttäjät oli koulutettu laitteen toiminnan ja valvonnan osaviksi, sekä laitteen huoltajat pystyivät selaamaan laitteeseen liittyviä ongelmia ja vikoja koneelta. Sen muistiin oli kirjoitettu erilaiset ongelmatilanteet ja ratkaisut sekä varaosaluettelo. Laitteen osan rikkoutuessa kone voi automaattisesti antaa hälytyksen, kertoa rikkiinäisen osan sekä näyttää varaosaluettelosta ehdotettua korjausosaa, ja tietokoneelta on myös mahdollista tilata varaosa korjaustoimintoa varten.

3.3 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM (Reliability Centered Maintenance) on menetelmä, jonka avulla ennakoivaa kunnossapitoa voidaan kehittää. Alun perin RCM kehitettiin 1960-luvulla ilmailun tarpeisiin, mutta tänä päivänä sitä hyödynnetään sovelletusti useilla eri teollisuuden aloilla.

Menetelmällä tavoitellaan parantunutta turvallisuutta, tuottavuutta, käytettävyyttä sekä säästöjä. RCM-menetelmällä pyritään tehokkaasti saavuttamaan laitteistolta vaaditut turvallisuus- ja käytettävyydetasot.

Käytännössä ennakoiva kunnossapito muodostuu tehtäväjoukosta, jotka RCM-analyysin tuloksena saadaan. RCM-analyysillä on mahdollista tehdä seuraavat tutkimukset:

- määritellään toiminnallisesti merkittävät huoltokohteet
- määritellään toiminnallisen vikaantumisen syyt
- arvioidaan vikaantumisten vaikutukset (€, h) ja niiden todennäköisyys.
- tunnistetaan tehokkaat kunnossapitotehtävät vikaantumisen estämiseksi

(Arrow Engineering Oy 2019.)

Tuottava kunnossapito TPM on tärkeä osa Lean-valmistusprosessia, sillä se auttaa varmistamaan laitteiden käytettävyyden, nopeuden ja suorituskyvyn. Toisin kuin perinteinen toimintamalli, ei ehkäisevä kunnossapito (RTF), jossa laitetta käytetään, kunnes se ei enää pysty suorittamaan siltä vaadittua toimintoa, TPM korostaa tarvetta korjata mahdolliset ongelmat ennen kuin ne aiheuttavat seisokkeja.

TPM-järjestelmä siirtää kunnossapitotapahtumia, päivittäiseen ja ajoitettuun diagnosointiin, korjaamalla pieniä ongelman aiheuttajia. Tämä toteutetaan suurelta osin antamalla toimintaohje operaattoreille laitteille tehtävistä aikakausihuolloista. Lean-toimintamalli kutsuu tätä operaattorien suorittamaksi huolloksi (Autonomous Maintenance).

Suunnitellut huollot on ajoitettu säännöllisesti korjaamaan normaalia kulumista, ennen kuin se aiheuttaa seisokkeja.

(Total Productive Maintenance, 2019)

3.4 Kunnossapidon suunnittelu

Tässä työssä pyritään ottamaan käyttöön suunnitellun kunnossapidon tavat, joihin sisältyvät ehkäisevä kunnossapito, kunnostaminen ja parantava kunnossapito.

Kunnossapitosuunnitelma on toimintasuunnitelma, jolla pyritään pidentämään kohteiden käyttöikää sekä ennaltaehkäisemään mahdollisia ongelmia, joita kohteeseen tai kohteen ympäristöön voi tulla. Suunnitelma tehdään kohteen ja sitä ympäröivien sekä tukevien kohteiden mukaiseksi.

Tutkimalla kohteiden toiminnot ja tutustumalla niiden toimintaan selviää, onko niillä tarvetta ajoitetuille ehkäisevälle kunnossapidolle.

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin toteutettuna määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä (SFS-EN 13306:2017).

Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen (PSK 6201:2011).

Moni asetettavista ajoitetuista tehtävistä on hyväksi tarkastaa eri henkilöiden kanssa ja muokata, jotta tehtävät ovat yksinkertaisia sekä antavat tarvitun tiedon työn suorittamiseksi.

4 Kunnossapidettävät laitteet

Yrityksessä käytetään tankomakasiinikoneistuskeskuksia, vaakakaraisia koneistuskeskuksia, pystykaraisia koneistuskeskuksia sekä sorvauskeskuksia. Laitteiston toimintaan tutustuminen ja huoltojen suunnitteleminen vaatii kohdennusta ryhmän tai laitteen mukaisesti, jotta taataan oikea toiminta jokaista laitetta kohden.

Yrityksen laitteisto on siis monimuotoista ja vaatii keskittymistä laitekohtaisesti. Tämän vuoksi koneitten käyttäjiltä tiedusteltiin yleisimmät vikaantumisen syyt ja se, voiko niitä ennakoimalla välttää.

Jokaiselle laitteelle tai laiteryhmälle kirjoitetaan ohjelmaan toimintaohje käytön jälkeiselle toiminnalle, jotta ne kestäisivät käyttöä pidempään.

Laitteiden vuosimalli ja tyyppi vaihtelevat paljon. Koneet, joissa on alkeellinen tietokoneohjaus, voivat tehdä vaarallisia toimintoja vikatilanteissa. Esimerkiksi koneistuskeskus jäähdytyspaineen laskiessa tietylle korkeudelle pysäyttää koneen kaikki liikkeet, mikä voi rikkoa konetta tai koneen työkaluja.

Huoltosuunnitelmaa suunnitellessa on hyvä huomioida, että uudemmissa koneissa on asennettuna koneen tietokoneeseen oma huolto-ohjelma ja ajoitus, joka hälyttää huolto-toimenpiteestä ja vaatii sen kuittausta. Jos hälytys tulee tuotannon käydessä, tuottaa kone seuraavan tuotteen, mutta sen jälkeen antaa asettaa seuraavan vasta, kun koneen

huoltotoimenpide on kuitattu. Uusilla laitteilla on myös mahdollista tilata etätukiohjaus tietokoneen vikatilanteen varalta.

Laitteiden koissa ja työkappaleiden painoissa on paljon eroja. Tämä on syytä huomioida, sillä useimmiten suurikokoiset laitteet kuluttavat enemmän varaosia sekä käyttönesteitä kuten hydraulikkaöljyä, leikkuunestettä, voiteluöljyä tai voitelurasvaa.

4.1 Tankomakasiinilla varustetut koneistuskeskukset

Tankomakasiinilla varustetut koneistuskeskukset (kuva 1) muokkaavat autonomisesti pienillä materiaalikululuilla kappaleita makasiiniin ladatuista pitkistä materiaalitangoista.

Tankomakasiiniin voidaan ladata tarvittava materiaali jatkuvaan tuotantoon, ja laite pysyy valmistamaan tuotteita kaikista ladatuista tangoista.



Kuva 1. Tankomakasiinikoneistuskeskus (INDEX C200, 2019)

4.2 Vaaka- ja pystykaraiset koneistuskeskukset

Vaaka- ja pystykaraiset koneistuskeskukset toimivat samantyyppisellä periaatteella. Laitteiden työstöakselin suunta ja asetetut aksiaalissuunnat kuitenkin muuttuvat työkalukaran suuntauksen mukaan, joka voi muuttaa laitteen kokoa sekä muotoa. (Kuva 2.)



Kuva 2. Pysty- ja vaaka koneistuskeskukset (S4 CNC Milling Machine, 2019)

4.3 Sorvauskeskukset

Sorvauskeskusten toiminta perustuu ohjattuun pyörivään liikkeeseen, jolla tuotetaan haluttu muoto lastuavalla työstöllä työkappaleelle. Kappaletta pyöritetään istukassa, ja sen muotoa muutetaan erilaisilla työkaluilla, jotka poistavat siitä materiaalia lastuavalla liikkeellä. (Kuva 3.)



Kuva 3. Sorvauskeskus (DMG MORI, 2019)

5 Käytetty ohjelmisto

Laitteiston ylläpitoon päätettiin ottaa ohjelmisto, joka sisältää kunnossapidon, kunnan seurannan, raportoinnin ja vikailmoitusten syötön. Järjestelmäksi valittiin Arrow Novi- ohjelmisto, jolla ajoitetaan aikakaushuoltoja sekä tehdään tarkistuslistat koneen toiminnan varmistamiseksi.

Arrow Oy on yritystoiminnan ratkaisuihin erikoistunut tuottaja, joka tarjoaa erilaisia palveluja yrityksille päivittäisen toiminnan, tuottavuuden, käynnissä pidon ja päivittäisjohtamisen parantamiseen.

Novi-ohjelmisto on kehitetty kunnossapidon hallintaan ja käytönseurantaan. Ohjelma hyödyntää ennakoivaa kunnossapitoa, ja digitaalinen järjestelmä auttaa tuomaan esiin tuotannossa tapahtuvat ongelmat helpottaen työnjohdon tehtäviä.

Toiminnan ohjauksen pääjärjestelmän osia ovat

- kone, ja laite, rekisteri
- töiden hallinta
- tuotannon työpyyntö
- ennakoiva kunnossapidon hallinta
- varaosat
- dokumentit
- toimittajat
- raportointi

Ohjelmassa on monia erilaisia toimintoja, joita yritys voi muokata ja käyttää tarpeittensa mukaan.

(Arrow Engineering Oy, 2019.)

5.1 Laiterekisteri ja käyttäjätiedot

Järjestelmään luotiin laiterekisteri, jolle asetettiin tasot ja hierarkia, jotta laitteet voitiin asettaa mahdollisimman yksinkertaiseen järjestykseen. Osa laitteista kuten puhdistimet ja imurit laitettiin päälaitteiden alaisiksi, jotta nähtiin mihin laitteeseen mikäkin lisäosa kuuluu.

Laiterekisterin käyttöön sekä muokkaukseen annettiin ohjeistus ja sen tekeminen aloitettiin heti. Laiterekisteriin kirjoitettiin kaikkien yrityksen koneistuslaitteiden tyyppi ja merkkitiedot sekä sijoitettiin kuva tyyppikilvestä. (Kuva 4.).



Kuva 4. Laitekilpi (Mansner Oy Kitagawa, 2019)

Järjestelmään lisättiin käyttäjätiedot. Tietojen lisääminen aloitettiin rakentamalla henkilölista, joka tuotiin järjestelmään, seuraavaksi jokaiselle käyttäjälle lisättiin oikeudet käyttää järjestelmän osia. Työntekijöille annettiin luvat tehdä vikailmoituksia ja muokata niitä, sekä tarkistaa huollon kohteet. Kunnossapidolle annettiin luvat muokata kunnossapidetäviä laitetietoja ja vastata vikapyyntöihin sekä tehdä ilmoitukset laitteen kunnosta järjestelmään.

5.2 Raportointi ja työpyynnöt

Tuotannon tekemät raportit kulumasta tai viasta tahdottiin tuoda nopeasti huolto-organisaation näkyville, samoin kuin huolto-organisaation päätökset huoltotavasta ja huoltoajasta.

Tätä varten ohjelmaan sisällytetään työpyyntöosio, jolla kohteenkäyttäjät voivat ilmoittaa muutokset laitteen käynnissä ja luoda vikaraportteja. Tämä toimenpide mahdollistaa korjaavan kunnossapidon, johon kuuluvat kunnostaminen ja häiriökorjaukset.

Koneen operaattoreille pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertainen tapa ilmoittaa vika. Ilmoituksessa kysytään vain tärkeimmät tiedot, vian syy, mikä kone, onko kone pysähdyksissä, ja tarkemman tiedon kirjoitus kenttään, jos käyttäjä pystyy kuvailemaan vikaa.

Koneitten huoltajat voivat nähdä laitteen hetkellisen tilan järjestelmässä, onko laite korjattavana, korjattu, korjattu ja rekisteröity, sekä vian raportointiajan ja sen, kuka huoltaa kohdetta.

Raportteja voidaan tutkia ja vertailla, ja niistä voidaan päätellä korkeimman määrän raportointeja aiheuttaneet viat ja ongelmat. Näihin kohteisiin voidaan ohjata parantavaa kunnossapitoa, joka koostuu toimenpiteistä, joilla muutetaan laitteen rakennetta toimintavarmuuden ja kunnossapidettävyyden parantamiseksi.

Raporteista kerätyillä tiedoilla voidaan perustella laitteen parannusta tai vaihtoa uuteen yksikköön, joka parantaisi tuotantoa ja jonka toiminta ja huoltoväli olisivat lyhemmät kuin laitteen joka sillä hetkellä on käytössä. Tämä lisäisi tuottavuutta ja vähentäisi kokonaisuutannon huoltojen määrää.

Nämä ilmoitukset päätettiin kirjata ylös. Järjestelmä tekee automaattisesti tallennuksen tapahtuneesta, ja se jää näkyviin ja selattavaksi siltä varalta, että tietoa edellisestä tullaan tulevaisuudessa tarvitsemaan elinkaaren tarkkailua varten.

6 Huoltosuunnitelman luominen

Kunnossapitosuunnitelman suunnittelussa lähtökohtana ovat tuotannon toiminta sekä toimintaympäristö, joka asettaa eri muuttujia projektille. Nämä muuttujat on hyvä huomioida ja eritellä suunnitelman selkeyttämiseksi.

Laitteista tulee huomioida niiden toiminta sekä ominaisuudet, jotka määrittelevät huoltosuunnitelman tarpeita, joista huoltotehtävät luodaan.

Hyviä kohteita kerätä tietoa suunnittelun alaisen kohteen tarpeista ovat tuottajat, maahantuojat, käyttäjät, huoltajat ja muut ympäröivät toimihenkilöt.

Tuottajat ja maahantuojat jakavat tuotteista ja palveluista käyttöohjeita ja tietopaketteja, joista on hyvä lähteä rakentamaan kunnossapitosuunnitelmaa. Kohteen käyttäjällä, huollolla sekä ohjausorganisaatioilla on kohteesta hyödyllistä tietoa, jota voidaan käyttää suunnitelman luonnissa.

6.1 Ajoitetut huollot

Huoltojen ajoitukset asetetaan järjestelmään laitekohtaisesti, jokaiselle laitteelle asetetaan arvioitu määräaika.

Asetettua kausihuollon kestoaikaa sekä päivämäärää voidaan muokata jälkepäin tarvittaessa, esimerkiksi työn pituuteen nähden.

Järjestelmästä löytyy kaksi osiota, toinen on huoltojen asetusta varten ja toinen on graafinen järjestelmä, jossa huoltotyöt pystytään näkemään kalenteripäivän ja laitteen mukaisesti taulukossa.

Järjestelmään lisättiin operaattorien huolto-ohje, joka sisältää viikoittaitarkastuksen ja huoltotoimenpiteet. Nämä työt eivät luo hälytystä ajoitetussa järjestelmässä vaan vaativat konekohtaisen kuittauksen. Jokainen operaattori pystyy katsoman oman koneensa suositellut viikoittaiset tarkastus- ja huollon kohteet, näitä pystytään lisäämään ja muuttamaan tarpeen tullen yksinkertaisesti.

Puolivuosihoitoihin lisättiin kuulajohdelaitteiden voiteluaineen lisäys. Kuulajohteella varustetut laitteet eivät tarvitse yhtä tiheää voiteluaineen lisäystä kuin liukujohdelaitteistot, joita monet muut työpisteen koneet käyttävät. Voiteluaineen kulutus on siis huomattavasti pienempi, ja ajoitus päätettiin asettaa pidemmäksi.

6.2.3 Kuukausihuolto

Kuukausihuollot on varattu kriittisimmille tapahtumille. Niillä varmistetaan, että tärkeät elementit eivät pääse vaurioitumaan. Tähän huoltoryhmään kuuluvista kohteista tulee tarkistaa, ovatko tehtävät huollot todella siihen sopivia, sillä tähän huoltotyyppiin kuluu paljon käyttäjän ja kohteen pois käytöstä oloaika. Tähän luokkaan otetaan ympäristön turvallisuutta vaarantavien kohteitten huollot ja tarkistukset.

6.2.4 Viikkohuollot

Viikoittaisiin huoltoihin lisättiin nopeasti tehtävät, jotka suoritetaan maanantaisin tai perjantaisin ennen viikonloppua tai sen jälkeen.

Viikoittaisia huoltoja ovat esimerkiksi

- öljynpintojen tarkastukset ja tarvittaessa öljyn lisäys
- käyttölaitteiden voitelu
- vikatilanteiden ja huomioiden raportoinnit
- muut laitekohtaiset työt.

6.2.5 Muut huollot

Muihin huoltoihin kuuluvat erilaiset tehtävät, joita laitevalmistaja tai yritys ovat suositelleet. Ne ovat asioita, joita tarkkaillaan tai joita vaihdetaan sekä korvataan hyvin pitkällä aikavälillä.

Tällaisia ovat esimerkiksi koneistuskeskuksen suojalasi, joka vaihdetaan laitteen mukaan 5–8 vuoden välein, sekä tilanteessa, jossa lasin läpinäkyvyys on laskenut huomattavasti.

Mansner Oy tekee laitteiden istukoiden puristuspuheen testauksia tietyn aikamäärän mukaisesti. Tämä asetettiin kolmen kuukauden välisesti toistuvaksi tarkastukseksi, Istukka huolletaan toleranssin ylittyessä.

6.2.6 Yhdistetyt huollot

Osalle laitteistoista suositeltiin yksinkertaistettua huoltotyyppiä, jossa moni huollettavista kohteista yhdistettäisiin ja huollot tehtäisiin kerralla. Tämä huolto ajoitettaisiin ajalle, jossa työtä ei häirittäisi, ja sille asetettaisiin tarvittavat resurssit, sekä huollon osaavat tiimit, jotka keskittyisivät monen laitteen huoltoon samanaikaisesti. Tämä huolto ajoitettaisiin vuoden, sekä puolen vuoden väliseksi. Huolto-ohjelma on suunniteltu niin, että se hyväksyy tämän huoltotavan. Ajoituksista huolimatta huollot voidaan asettaa sekä kirjata, jotta laiteryhmän huolto onnistuisi myös kerralla tehtävänä kokoonpanona.

6.3 Huoltosuunnitelmien tarkistaminen ja vienti järjestelmään

Kun kausihuoltosuunnitelma oli rakennettu, tarkistettiin laitteen huolto ja käyttö henkilöstön kanssa. Tällöin heidän näkemyksensä ja kokemuksensa laitteesta ja sen toiminnasta otettiin huomioon suunnitelman valmistelussa, ja suunnitelmia editointiin saatujen tietojen perusteella.

Huoltosuunnitelmien valmistuttua, ne lähetettiin laiteryhmän esimiehille kommentoitaviksi, ja sen jälkeen listoihin tehtiin viimeiset muutokset.

Valmiit kausihuoltosuunnitelmat lisättiin järjestelmään ja ajoitettiin portaittain huomioon ottaen huoltojen kesto sekä nykyiset laitteiden suunnitellut työvaraukset.

Hierarkia eroteltiin konetyyppien mukaisesti, osa koneitten huolloista tehtiin erillisinä, toiseen osaan koneista yhdistettiin saman tyyppin koneet, joihin tehtäisiin samat huollot. Nämä huollot ajoitettiin erikseen joka konetyypille.

7 Varastot

Insinööriyötä aloitettaessa järjestelmään suositeltiin luotavaksi varastonohjausjärjestelmä ja varaosaluettelo, jotta varastotietoja pystyttäisiin tarkastamaan suoraan. Varastoihin pyritään keräämään prosessissa tarvittava kunnossapidon materiaali.

Yrityksellä ei ollut käytössään varastonohjausjärjestelmää, ja sen rakentamiseen tarvittaisiin tilat, jotka voitaisiin myös fyysisesti määrittää varastoksi. Hylly- ja rivijärjestys tulisi asettaa ja ladata ohjelmaan, jotta nopea osien paikantaminen olisi helppoa.

Varaston tietojen tulisi olla kokoaikaisesti synkronoituna järjestelmän kanssa, jotta voidaan nähdä ja hakea oikeaa osaa helposti.

Osan hakijan on ilmoitettava järjestelmään, montako osaa kävi hakemassa, jotta järjestelmän luvut ovat samat kuin varaston. Näin varastosta vastaavat voivat täydentää varastoa ennen kuin sen saldo on tyhjä.

Huoltajille sekä operaattoreille annettiin oikeudet tuoda saapuvia tarvikkeita varastoon ja ottaa tarvikkeita varastosta tarvittaessa.

8 Tulokset ja yhteenveto

Tässä insinööriyössä luotiin ja otettiin käyttöön kunnossapitojärjestelmä, jonka tarkoituksena on vähentää vikakorjauksia ja siten tehostaa tuotantoa.

Tilannekatsaus pidettiin projektin jälkeen. Työn katsottiin onnistuneen hyvin, se oli tarpeeksi kattava sekä siinä oli otettu laajasti laitteiden tarpeet huomioon. Uuteen huolto-ohjelmistoon oli asetettu laitekirjasto sekä huoltojen ajoitukset, järjestelmää testattiin ja sen todettiin toimivan tarkoitetulla tavalla. Mahdollisia lisätietoja ja muutoksia operaattoreiden sekä tuotannon työnjohdon pyynnöstä kerättiin ja muokattiin järjestelmään, työtä viimeistellessä.

Aikataulussa pysyttiin ja työt pystyttiin tekemään aikarajojen sisällä. Työhön osallistuneet olivat tyytyväisiä työn kokonaisuuteen, ja työn nähtiin tuovan etuja organisaation toimintamalleihin. Laitteisto sekä ohjelmisto toivat uusia haasteita sekä uutta tietoa, jota pystytään hyödyntämään tulevaisuudessa. Ohjelmiston käyttöön tutustuminen toi uuden haasteen, josta edettiin ohjelman muokkaamiseen. Uusi järjestelmä tulee parantamaan nykyistä toimintaa.

Työn jälkeen operaattoreille tarvitaan koulutusta järjestelmän toiminnasta ja sen käytöstä (liite). Laitteiden ja varastotarvikkeiden numeroiminen erillisellä QR-tunnuksella voidaan lisätä tietojen luvun nopeuttamiseksi.

Lähteet

Arrow Engineering Oy. 2019. Arrow Novi. Paranna Laitoksesi käyttövarmuutta. Verkkomateriaali. Jyväskylä. <https://www.arroweng.fi/ratkaisut/novi/>. Viitattu 18.3.2019.

Arrow Engineering. 2019. Työsuunnittelu. Verkkomateriaali. <https://www.arroweng.fi/en/solutions/novi/>. Viitattu 15.3.2019.

DMG MORI. 2019. CTX beta 800. Saksa. Verkkomateriaali. <https://en.dmgmori.com/products/machines/turning/universal-turning/ctx/ctx-beta-800>. Viitattu 3.5.2019.

INDEX C200. 2019. INDEX C200 INDEX CNC Lathe | Used Screw Machines. Amerikka. Verkkomateriaali. <https://graffpinkert.com/inventory/index-c200-index-cnc-lathe>. Viitattu 15.3.2019.

Mansner Oy Kitagawa. 2019. Kitagawa CK160 Ultra Compact NC Rotary Table. Japani. Verkkomateriaali. Kitagawa Global. <https://www.kitagawa.global/en/products/nc-rotary-tables/4th-axis-rotary-tables/ck160>. Viitattu 15.3.2019.

PSK 6201. 2011. Kunnossapito käsitteet ja määritelmät. 3 painos. Kunnossapitolaji. Osa 5.6. Helsinki: PSK Standardisointi.

PSK 7501. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. 2 painos. Osa 7.1.1 Ehkäisevä kunnossapito. Helsinki: PSK Standardisointi.

SFS-EN 13306. 2017. Maintenance. Maintenance Technology. Viitattu 1.4.2019.

S4 CNC Milling Machine. 2019. Features & Specification. Kiina. Verkkomateriaali. <http://www.cncmachinecenters.com/cnc-mills/stable-long-life-of-the-s4-cnc-milling.html/>. Viitattu 3.5.2019.

Total Productive Maintenance. 2019. Lean Manufacturing | Lean Consulting. Amerikka.
Verkkomateriaali. <https://www.lsicg.com/total-productive-maintenance/>. Viitattu
3.5.2019.

