

Kunnossapidon kehittäminen

Case: Isku-Yhtymä

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Christian Sjöblom

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

SJÖBLOM, CHRISTIAN: Kunnossapidon kehittäminen
Case: Isku-Yhtymä

Mekatroniikan opinnäytetyö, 43 sivua, 6 liitesivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö tehtiin Isku-Yhtymän Lahden tuotantolaitoksen kunnossapidolle ja työn tilaajana toimi ISS Palvelut Oy, jonka kanssa Isku-Yhtymä on solminut sopimuksen Lahden tuotantolaitoksen kunnossapidon järjestämisestä, hallinnasta ja toteutuksesta.

Työn tavoitteena oli kehittää yrityksen uusitun purunpoistojärjestelmän kunnossapitoa ehkäisevän kunnossapidon mallin mukaisesti, pitäen sisällään laiterekisterin ja ennakkohuoltosuunnitelmien luomisen sekä niiden ajamisen kunnossapidon uuteen tietojärjestelmään, jatkuvan kunnonvalvonnan toteuttamisen ja laitteiston kriittisten varaosien määrittämisen.

Työn teoriaosuudessa käsitellään teollisuuden kunnossapitoa yleisellä tasolla, opinnäytetyön aiheiden näkökulmasta. Tietoa haettiin kunnossapitoa käsittelevästä kirjallisuudesta sekä yrityksen kunnossapidossa työskenteleviltä henkilöiltä. Osa tiedoista oli muodostunut omien työkokemusten pohjalta.

Käytännön osuus aloitettiin purunpoistojärjestelmän laiterekisterin koostamisella, jonka pohjalta järjestelmälle luotiin ennakkohuoltosuunnitelmat. Laiterekisteri ja ennakkohuoltosuunnitelmat ajettiin kunnossapidon uusittavaan tietojärjestelmään, jossa ne ovat valmiina odottamassa tietojärjestelmän käyttöönottoa. Lisäksi purunpoistolaitteistolle toteutettiin jatkuvan kunnonvalvonnan sovellus värähtelymittauksen avulla. Lopuksi purunpoistojärjestelmälle määriteltiin kriittisten varaosien lista, joka tulee toimimaan tukena varaosien tilauksessa ja lyhentää varaosien puutteesta johtuvaa seisakiaikaa.

Opinnäytetyön tavoitteet tulivat suoritetuiksi ja työn tuloksena saatiin pohja ehkäisevän kunnossapidon toteutukselle, joka toimii lähtöalustana tuotantolaitoksen kunnossapidon kehittämisessä. Kunnossapidon ehkäisevän mallin myötä tulisi nähdä positiivisia vaikutuksia purunpoistojärjestelmän hallinnassa ja takaisintuottokyvyssä.

Asiasanat: kunnossapito, tietojärjestelmä, värähtelymittaus, kriittinen varaosa

Lahti University of Applied Sciences
Degree programme in Mechanical and Production Engineering

SJÖBLOM, CHRISTIAN: Development of maintenance
Case: Isku Group

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 43 pages, 6 pages of appendices

Spring 2017

ABSTRACT

This thesis was carried out for the maintenance division of Isku Group's Lahti production plant and was commissioned by ISS Palvelut Oy, which has an agreement with Isku Group on the organization, management and implementation of the maintenance of the Lahti production facility.

The aim of the thesis was to develop the maintenance of the company's new sawdust removal system towards the preventive maintenance model, including creating of a device register and preventive maintenance plans, and entering them to a new maintenance information system. The objectives also included the implementation of continuous maintenance monitoring and determining critical spare parts for the sawdust removal system.

The theoretical part of the thesis deals with industrial maintenance on a general level, from the points of view relevant for the thesis. The information was sought from maintenance literature and from the maintenance personnel of the company. Some of the information was based on the author's own work experience.

The practical part started by compiling a device register for the sawdust system, which created the basis of preventive maintenance plans. The device register and the preventive maintenance plans were entered to the new maintenance information system, where they are ready waiting for the introduction of the information system. In addition, a continuous condition monitoring application was implemented for the sawdust system using vibration measurement. Finally, a list of critical spare parts was defined for the sawdust system, which will act as a back-up in spare parts ordering and shorten the downtime due to the lack of spare parts.

The objectives of the Bachelor's Thesis were fulfilled and as a result of the work, the foundation for preventive maintenance was established, which serves as a starting point for developing the maintenance of the production facility. The preventive model of maintenance should have positive effects on the control and recovery capability of the sawdust system.

Key words: maintenance, information system, vibration monitoring, critical spare part

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	YRITYSTEN ESITTELY	3
2.1	ISS Palvelut Oy	3
2.2	Isku-Yhtymä Oy	4
3	KUNNOSSAPIDON TEORIAA	6
3.1	Kunnossapidon määritelmiä	7
3.2	Kunnossapitolajien jaottelu	7
3.2.1	Standardien tasot	8
3.2.2	Kunnossapitolajit PSK:n mukaan	9
3.2.3	Kunnossapitolajit SFS:n mukaan	11
3.3	Kunnossapitolajien toimintatavat	13
3.3.1	Korjaava kunnossapito	13
3.3.2	Ehkäisevä kunnossapito	14
3.3.3	Kunnonvalvonta / kuntoon perustuva kunnossapito	16
3.3.4	Kunnonvalvonta värähtelymittauksen avulla	16
3.4	Kunnossapidon tietojärjestelmät	18
3.4.1	Tietojärjestelmän ominaisuuksia	19
3.4.2	Jatkuva kunnonvalvonta osana kunnossapitojärjestelmää	22
3.5	Kriittisten varaosien määrittely	23
3.5.1	Varaosien luokittelu	23
3.5.2	VED-luokittelu	24
4	KÄYTÄNNÖN OSA	25
4.1	Purunpoistojärjestelmän kunnossapidon kehittäminen	26
4.1.1	Järjestelmän rakenne	27
4.1.2	Lähtötilanteen kartoitus	28
4.1.3	Siirtyminen korjaavasta kohti ehkäisevää	29
4.1.4	Siirtyminen uuteen tietojärjestelmään	32
4.1.5	Jatkuvan kunnonvalvonnan toteutus värähtelymittauksella	35
4.1.6	Kriittisten varaosien määrittely	39
5	YHTEENVETO	40
	LÄHTEET	42

1 JOHDANTO

Työssä käsitellään siirtymistä korjaavasta kunnossapidon mallista kohti ehkäisevää kunnossapitoa, ehkäisevän kunnossapitomallin toteutusta yrityksen uusittavaan kunnossapidon tietojärjestelmään, jatkuvan kunnonvalvonnan toteutusta ja kriittisten varaosien määrittelyä. Nämä toteutetaan myös käytännössä yrityksen uusitun purunpoistolaitteiston osalta. Teoriaosuudessa käsitellään työhön liittyviä osa-alueita yleisellä tasolla.

Työn tilaajana on ISS Palvelut Oy, jonka kanssa Isku-Yhtymä on solminut sopimuksen Lahden tehtaiden kunnossapidon järjestämisestä ja palveluiden tuottamisesta. Isku-Yhtymä on päättänyt uudistaa Lahdessa sijaitsevan tehtaansa kokonaisuudessaan ja investoi muutokseen yli 20 miljoonaa euroa. Muutoksen seurauksena Isku keskittää tuotantonsa yhteen, lattiapinta-alaltaan noin viiden hehtaarin kokoiseen tehdasalueeseen. Tämä modernisointi on luonut tarpeen kunnossapidon voimakkaaseen kehittämiseen. Investointien johdosta kasvavat tuotantomäärät, sekä konekannan huomattava uusiminen, asettavat kunnossapito-organisaatiolle kasvavia vaatimuksia ja haasteita. Koneiden, laitteiden ja tietojärjestelmien tekninen kehitys on jatkuvaa ja nousujohdanteista. Tämä osaltaan heijastuu kunnossapitohenkilöstöön, jolta odotetaan alati monipuolisempaa osaamista ja tietotaitoa vaihtelevissa toimintaympäristöissä. Kunnossapitohenkilöstön määrä suhteessa konekantaan aiheuttaa myös tarpeen kunnossapidon toimintatapojen tarkastelulle ja kehittämiselle.

Asetettujen tuotantotavoitteiden saavuttamisessa on monia osa-alueita, joiden tulee toimia tehokkaassa yhteistyössä. Tästä kunnossapito muodostaa tärkeän sektorin tehtaan jatkuvan toiminnan kannalta, sillä riittävän kapasiteetin ja tuotannon varmistamisen perusedellytyksiä ovat koneiden ja laitteiden riittävä käyttöaste, toiminnan sujuvuuden ja jatkuvuuden varmistaminen sekä prosessien osa-alueiden asetetun laadullisen tason saavuttaminen. Kunnossapidon tehtävänä on tukea yrityksen kokonaistavoitteita, joten kunnossapitoa ei tulisikaan tarkastella

menoeränä, vaan ymmärtää, että sen avulla varmistetaan tuotantolaitoksen kilpailukyky. Kunnossapidon kehittämisen tuleekin kuulua kasvavan yrityksen perustoimintoihin. Tämä edellyttää johdon sitoutumista, investointeja ja koulutuksia sekä tuotantolaitoksen henkilöstön osallistumista ja asenteiden muutosta.

Työ rajattiin kattamaan tehtaan uusittua purunpoistojärjestelmää, joka on ensimmäisiä investointeja joita tehdasmuutos pitää sisällään.

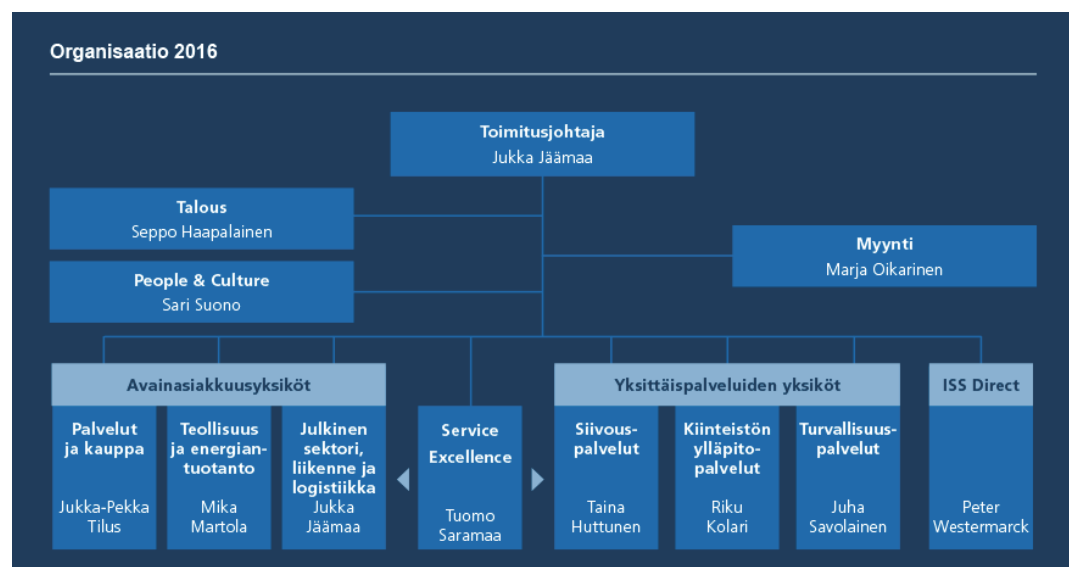
Kunnossapito-organisaation toimintatapojen kehittäminen kohti ehkäisevää kunnossapitoa on tarpeellista uuden järjestelmän myötä. Kun ehkäisevän kunnossapidon malli on luotu yhden järjestelmän osalta, se luo pohjan tuotantolaitoksen tuotanto-omaisuuden hoitamiseksi, joka toimii lähtöalustana koko tuotantolaitoksen kunnossapidon kehittämisessä.

2 YRITYSTEN ESITTELY

Isku-Yhtymä on ulkoistanut Lahden tuotantolaitoksen sekä pääkonttorin ja muiden hallinnassaan olevien kiinteistöjen kunnossapidon järjestämisen ISS Palveluille. Järjestelyn avulla Isku-Yhtymän on mahdollista saada teollisuuden muuttuviin tarpeisiin tarvittaessa nopealla aikataululla monenlaista osaamista. Samalla vältetään useamman alihankkijan käytöltä, kun tarvittava työvoima saadaan yhden palvelutuottajan kautta. Isku-Yhtymä voi keskittyä tuotannon toteuttamiseen, ISS Palveluiden varmistaessa tuotannon katkeamattomuuden.

2.1 ISS Palvelut Oy

ISS Palvelut on Suomen kolmanneksi suurin yksityinen työnantaja ja maan johtava kiinteistö- ja toimitilapalveluyritys. ISS Palvelut tuottaa henkilöstövaltaisia tukipalveluita yrityksille ja yhteisöille sekä julkiselle sektorille (kuvio 1). Tavoitteena on luoda laadullista ja taloudellista arvoa asiakkaiden liiketoimintaan. Vuonna 2016 ISS Palveluiden liikevaihto oli 487 miljoonaa euroa ja henkilökuntaa lähes 10 000 henkilöä. ISS Palvelut on osa kansainvälistä ISS-konsernia, joka toimii 77 maassa. (ISS Palvelut Oy 2017a.)



KUVIO 1. ISS-Palvelut Oy organisaatiokaavio (ISS-Palvelut Oy 2016)

ISS Palvelut tarjoaa asiakkaan prosesseihin räätälöityjä ja yhdessä asiakkaan kanssa kehitettyjä kokonaisvaltaisia palveluratkaisuja. Palveluiden ulkoistaminen ISS:lle antaa yritykselle mahdollisuuden kohdentaa omat resurssit toiminnan kannalta oleellisiin tehtäviin ja mitoittaa oma toimintakapasiteetti vastaamaan alati muuttuvan toimintaympäristön vaatimuksia. (ISS Palvelut Oy 2017b.)

ISS auttaa asiakkaitaan saavuttamaan omat päämääränsä tuottamalla palveluja ydinosaamisalueillaan, asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. ISS vastaa asiakkaitensa tarpeisiin esimerkiksi suunnittelusta ja rakennuttamisesta, kiinteistöjen käytön aikaisiin ylläpito- ja käyttäjäpalveluihin. Tavoitteena on huolehtia kokonaisvaltaisesti yhä laajemmista ja vaativammista palvelukokonaisuuksista, jolloin asiakasyritykset voivat vapauttaa omia voimavarojaan ja keskittyä omaan ydintoimintaansa. ISS:n strategiana on tuottaa palvelut mahdollisuuksien mukaan omana tuotantona tai tarvittaessa yhteistyössä valikoitujen alihankkijoiden ja toimittajien kanssa. Näin kontrolli ja vaikutusmahdollisuudet kokonaistoimintaan ja tilaajaketjuun pysyvät mahdollisimman suurina. (ISS Palvelut Oy 2017c.)

2.2 Isku-Yhtymä Oy

Isku-Yhtymä Oy on suomalainen, vuonna 1928 perustettu huonekalualan perheyritys, joka suunnittelee, valmistaa ja markkinoi kalusteita ja kokonaisvaltaisia sisustusratkaisuja. Palveluja tarjotaan koteihin, kouluihin, yrityksille ja julkisiin tiloihin. Sisustusratkaisut sisältävät työ-, oppimis- ja hoivaympäristöt kotimaassa ja yhä etenevässä määrin myös kansainvälisesti. Isku-Yhtymällä on koko Suomen kattava myymäläketju ja lisäksi toimintaa Pohjoismaissa, Baltiassa, Puolassa, Venäjällä sekä Lähi-idässä. (Isku-Yhtymä Oy 2017a.)

Isku-Yhtymä Oy jakautuu eri liiketoimintayhtiöihin ja konserniin kuuluu:

Isku Interior - Julkisten tilojen kalusteet, valmistus

Isku Koti Oy - Kodin kalusteet

Isku Invest Oy - kiinteistöt ja hallinto

Isku keskittää tuotantonsa yhteen, Lahdessa sijaitsevaan tuotantolaitokseen, jossa tuotannossa ja palveluissa noudatetaan ISO 9001-standardin mukaista laatujärjestelmää (kuva 1).



KUVA 1. Isku-Yhtymän tuotantolaitos, taustalla pääkonttori (Isku-Yhtymä Oy 2017b)

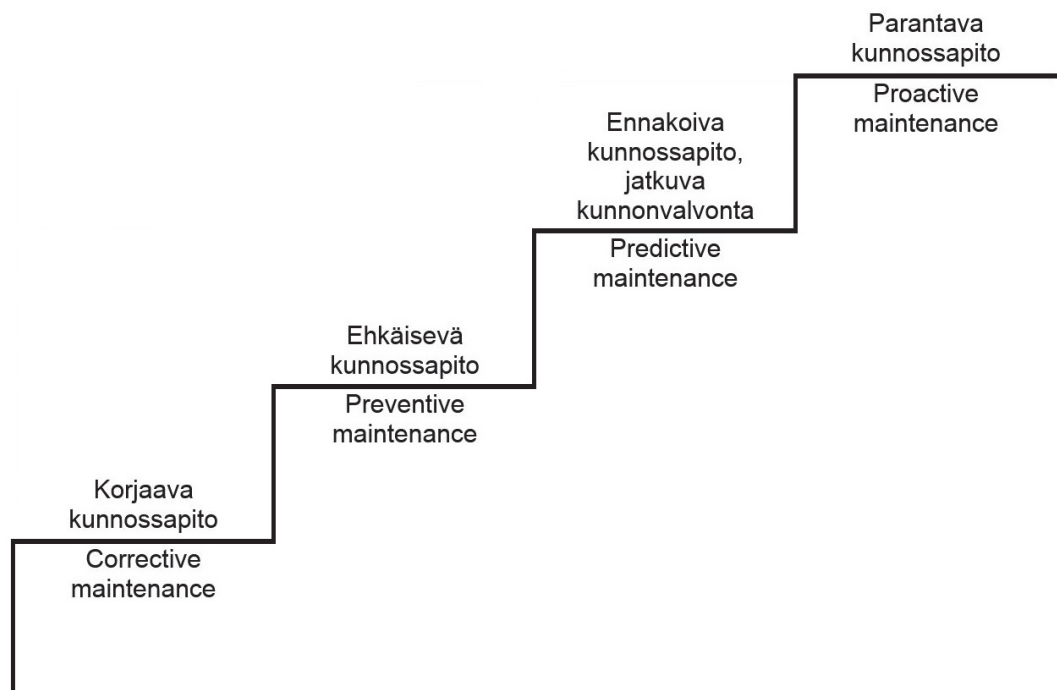
Iskulla on myös käytössä ISO 14001-standardin mukainen sertifioitu ympäristöjärjestelmä, joka kattaa tuotannon, tukipalvelut sekä logistiikan, varastoinnin ja myynnin. Tavoitteena on pienentää kasvihuonepäästöjä. Isku-Yhtymä sai maaliskuussa 2013 PEFC (Chain of Custody) sertifikaatin. Sertifioidulla puun alkuperän seurantajärjestelmällä varmistetaan, että tuotteissa käytetty puu tulee kestävän kehityksen periaatteiden mukaan hoidetuista metsistä. (Sertifikaatit 2017.)

Isku-Yhtymän liikevaihto vuonna 2015 oli 135 miljoonaa euroa. Suomessa Isku työllistää suoraan 700 henkilöä ja sopimuskumppaneiden kautta välillisesti 1300 henkilöä. (Isku-Yhtymä Oy 2016.)

3 KUNNOSSAPIDON TEORIAA

Kunnossapito on osa jokaista tuottavaa teollisuusyritystä. Toimivalla tuotanto-omaisuuden hoitamisella varmistetaan koneiden ja laitteiden, kuin myös rakennusten toimintakyky, saavutetaan asetetut tuotantotavoitteet ja varmistetaan tuotantolaitoksen kilpailukyky. Kunnossapidon avulla vaikutetaan siis välillisesti tuotanto-omaisuuteen sijoitettujen investointien takaisintuottokykyyn, joka lopulta on osatekijä määrittäessä yrityksen kannattavuutta.

Kunnossapito voidaan jakaa tasoihin seuraavan porrasmallin mukaisesti (kuvio 2).



KUVIO 2. Kunnossapidon tasot (Kuntoon perustuva kunnossapito 2009, 22)

Tuotantolaitoksien yleisimmät käytössä olevat tasot ovat korjaava- ja ehkäisevä kunnossapito, joista korjaava toiminta on mukana jokaisen teollisuusyrityksen kunnossapidossa. Tasot edustavat kehitysaskelia KP-toiminnassa, joista nykypäivänä käytössä tulisivat ehdottomasti olla ainakin kaksi edellä lueteltua tasoa, pääpainon keskittyessä etenevissä määrin ehkäisevään kunnossapitoon.

3.1 Kunnossapidon määritelmiä

Kunnossapito tarkoittaa tiivistetysti koneiden, laitteiden, alueiden ja rakennusten kunnan huolehtimisesta siten, että ne pystyvät suorittamaan niille varattua tehtävää.

Seuraavassa on esitelty kunnossapidon määritelmiä PSK- ja SFS-EN-standardien mukaan:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. (PSK 6201:2011; Mikkonen 2009, 26.)

Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. (SFS-EN 13306:2010; Mikkonen 2009, 26.)

3.2 Kunnossapitolajien jaottelu

Kunnossapitotoimintaa on varmasti harjoitettu yhtä kauan kuin ihminen on koneita rakentanut ja niitä käyttänyt. Kunnossapidon kehittyessä on syntynyt uusia toimintatapoja KP-toiminnan suorittamiseksi, jotka ovat voineet vaihdella voimakkaastikin yrityksiä välillä. On huomattu, että kustannustehokas KP on muutakin, kuin koneiden ja laitteiden korjaamista vian ilmentyessä. Tästä huolimatta ja osin tästä syystä, kunnossapitotoimintojen jaottelu ja siihen liittyvä terminologia on varsin kirjavaa, mikä osaltaan aiheuttaa haasteita ja väärinymmärryksiä.

Yrityksien sisällä on tärkeää varmistaa, että kunnossapitotoimintojen jaottelussa noudatetaan yhtenäistä käytäntöä ja suositeltavaa onkin ottaa käyttöön standardien mukainen luokittelu.

Seuraavassa on esitelty PSK- ja SFS-EN-standardien tasot ja kunnossapitolajit standardien mukaisesti.

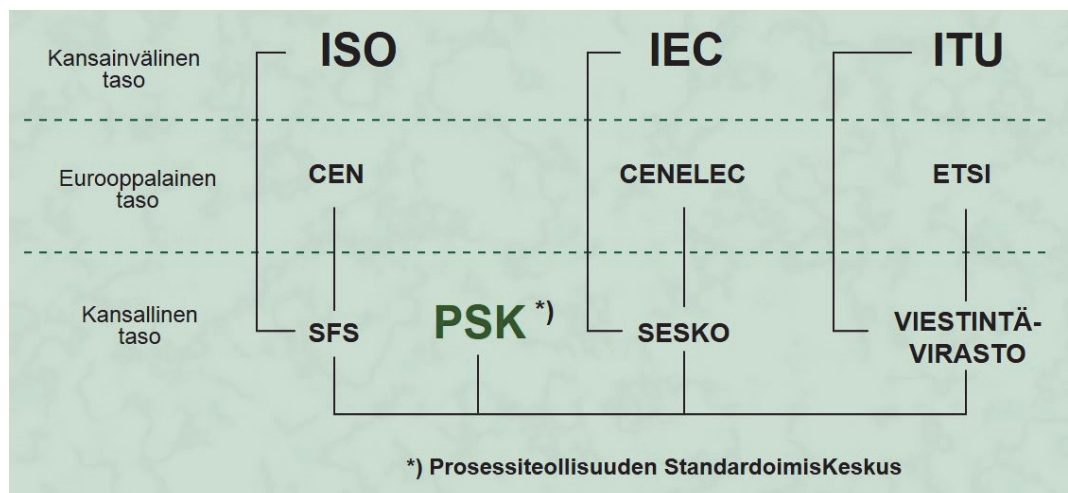
3.2.1 Standardien tasot

PSK-standardisointi on suomalainen teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen kehitysyksikkö, josta on yli 40 vuoden kuluessa tullut merkittävä eri osapuolten puolueeton kohtaamispaikka. PSK:n tavoitteena on tukea jäsenistönsä kotimaista sekä kansainvälistä liiketoimintaa standardisoinnilla ja koulutuksilla. Yhdistyksen jäsenistö edustaa monipuolisesti teollisuuden eri toimialoja. Jäsenyritysten yhteenlaskettu liikevaihto on yli 60 miljardia euroa. (PSK Standardisointi 2017.)

Suomen Standardisointiliitto SFS ry on standardisoinnin keskusjärjestö maassamme. Jäseninä liitossa on elinkeinoelämän järjestöjä ja Suomen valtio. SFS:n päätehtäviä ovat SFS-standardien laadinta, vahvistaminen, julkaiseminen, myynti ja tiedottaminen. (SFS 2017a.)

Kirjainyhdistelmät SFS, EN ja ISO ilmoittavat organisaation, jossa standardin teksti on vahvistettu. Suomessa se on SFS, eurooppalaisessa CENissä EN ja kansainvälisessä standardisointijärjestössä ISO. Tunnusyhdistelmä SFS-EN tarkoittaa, että sama standardi on voimassa sekä Suomessa että Euroopassa, mutta sitä ei ole vahvistettu ISO:ssa. SFS-EN ISO tarkoittaa, että standardi on vahvistettu kaikissa kolmessa organisaatiossa. (SFS 2017b.)

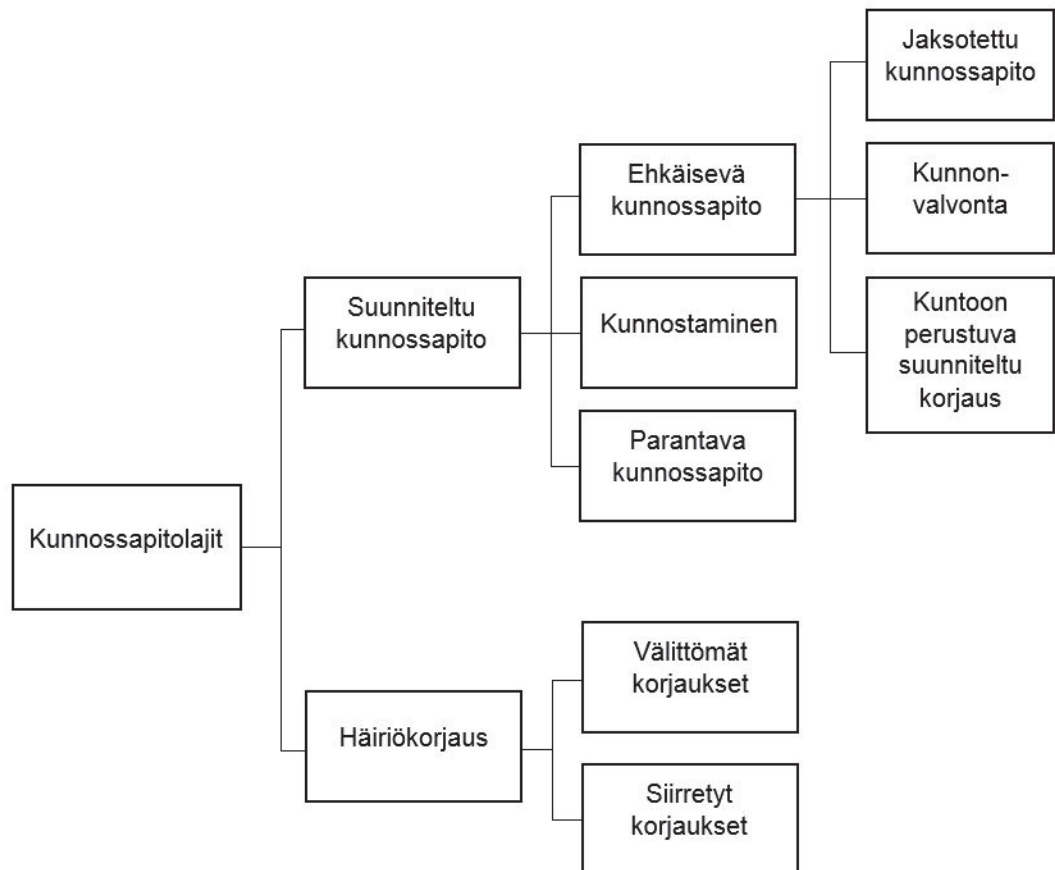
Standardit voidaan jakaa tasoihin niiden toimikentän mukaan (kuviot 3).



KUVIO 3. Standardisoinnin toimikenttä (PSK Standardisointi 2015)

3.2.2 Kunnossapitolajit PSK:n mukaan

Standardi PSK 7501 esittää kunnossapitolajit seuraavan kuvion mukaisesti (kuvio 4):



KUVIO 4. Kunnossapitolajit (PSK 7501; Mikkonen 2009, 96)

Kuviosta nähdään, että kunnossapito jaetaan kahteen pääosaan, suunniteltuun ja häiriökorjaukseen. Häiriökorjaus taas on suunnittelematonta kunnossapitoa, eli korjaavaa KP-toimintaa, jolla palautetaan vikaantunut kohde takaisin toimintakuntoon. Toimivan KP-mallin tulee painottua suunniteltuun kunnossapitoon tavoitteena minimoida häiriökorjauksen osuus kaikista suoritetuista toimista.

Standardissa PSK 6201 on sanallisesti kuvattu eri kunnossapitolajit taulukon 1 mukaisesti.

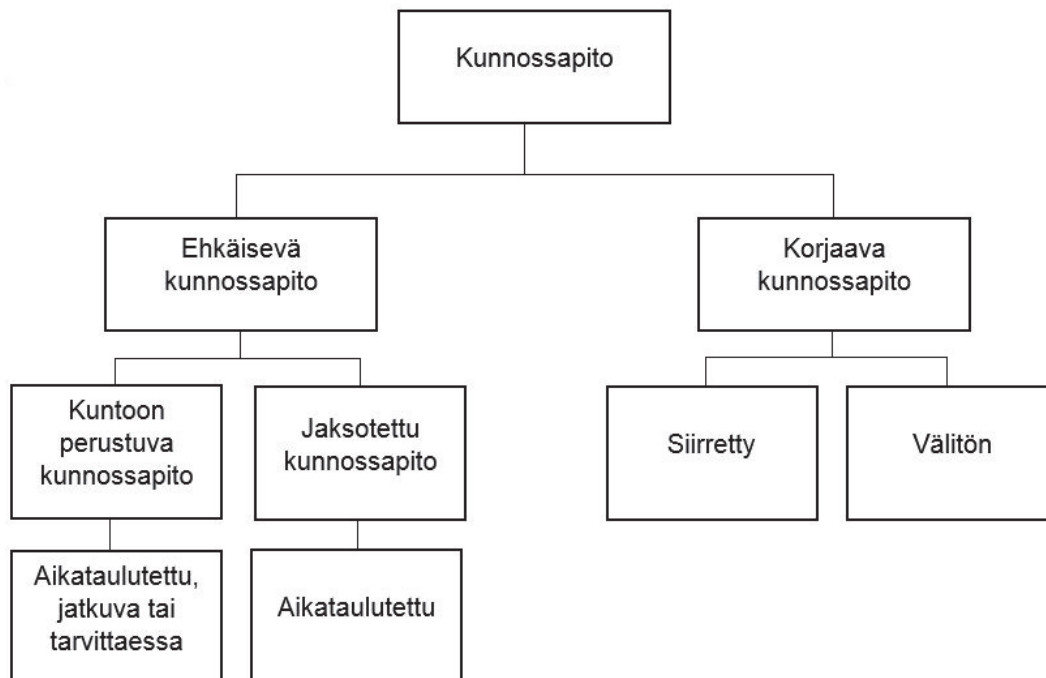
TAULUKKO 1. Kunnossapitolajit (PSK 6201; Mikkonen 2009, 97)

Kunnossapitolaji	Kuvaus
Ehkäisevä kunnossapito	Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.
Jaksotettu kunnossapito	Ehkäisevän kunnossapidon toimenpide, joka tehdään suunnitelluin jaksotuksin esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan, tuotantomäärän tai energian käytön mukaisesti.
Huolto	Jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet.
Tilanteenmukainen huolto	Jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka tehdään kohteen, tuotannon tai organisaation tilan salliessa.
Kunnonvalvonta	Kunnonvalvonnalla määritellään kohteen toimintakunnon nykytila ja arvioidaan sen kehittyminen mahdollisen vikaantumis-, huolto- ja korjausajankohdan määrittämiseksi. Kunnonvalvonnan toimenpiteitä ovat aistein sekä mittalaittein tapahtuvat tarkastukset ja valvonta sekä mittaustulosten analysointi. Kunnonvalvonta tuottaa lähtötietoja ehkäisevän kunnossapidon ja korjauksen suunnitteluun.
Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus	Kunnonvalvonnalla, aistinvaraisesti ja tarkastustoiminnalla havaittujen kohteiden suunniteltu korjaus, kohteita ei havaita, niitä esim. tarkkaillaan, viat havaitaan.
Kunnostaminen	Kuluneen tai vaurioituneen käytöstä pois otetun kohteen palauttaminen käyttökuntoon.
Parantava kunnossapito	Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintoa.
Häiriökorjaukset	Häiriökorjauksella palautetaan vikaantunut kohde toimintakuntoon ja käyttöturvallisuudeltaan alkuperäiseen tilaansa.
Välitön häiriökorjaus	Välitön korjaus suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta voidaan palauttaa toimintakunto tai rajoittaa vian aiheuttamat seuraukset hyväksyttävälle tasolle.
Siirretty häiriökorjaus	Korjaus, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan se on siirretty tehtäväksi kohteen, tuotannon tai organisaation tilan salliessa.
Korjaava kunnossapito	Korjaava kunnossapito on häiriökorjausten, kunnostamisen ja kuntoon perustuvan suunnittelun korjauksen summa.
Kuntokartoitus	Kuntokartoituksen tuloksena saadaan kokonaiskuva kohteesta. Kuntokartoituksella selvitetään merkittävimmät korjaustarpeet sekä esimerkiksi muiden tarkempien tutkimuksien tarve. Kuntokartoituksen terminologia on määritelty tarkemmin standardissa PSK 6202.

Taulukon avulla saadaan nopea kokonaiskuva kunnossapitolajeista, jotta esimerkiksi KP-organisaatiolla on yhdenmukainen terminologia suoritettavista tasoista väärinymmärrysten välttämiseksi.

3.2.3 Kunnossapitolajit SFS:n mukaan

Suomessa ja Euroopassa vahvistettu SFS-EN 13306-standardi jakaa KP:n toiminnan seuraavan kuvion mukaan (kuvio 5).



KUVIO 5. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306; Mikkonen 2009, 98)

Kuviosta nähdään, että kunnossapito jaetaan kahteen pääosaan, ehkäisevään- ja korjaavaan kunnossapitoon. Korjaava KP on pääosin suunnittelematonta kunnossapitoa, jolla palautetaan vikaantunut kohde takaisin toimintakuntoon tai suoritetaan siirretty korjaustoimenpide. Toimivan KP-mallin tulee painottua ehkäisevään kunnossapitoon tavoitteena minimoida korjaavan KP osuus kaikista suoritetuista toimista.

Standardissa on myös sanallisesti kuvattu kunnossapitolajit taulukon 2 mukaisesti.

TAULUKKO 2. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306; Mikkonen 2009, 99)

Kunnossapitolaji	Kuvaus
Ehkäisevä kunnossapito	Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Tavoite on vähentää rikkoontumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä.
Aikataulutettu kunnossapito	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa tehtävien jaksottaminen perustuu aikatauluun tai työjaksojen lukumäärään
Jaksotettu kunnostaminen	Ehkäisevää kunnossapitoa, jaksotus perustuu kalenteriaikaan tai käytön määrään (työjaksojen lukumäärä). Koneen kunto ei vaikuta tehtäviin toimenpiteisiin.
Kuntoon perustuva kunnossapito	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	Kuntoon perustuva kunnossapito, joka perustuu niiden tekijöiden tarkkailuun ja analysointiin, jotka kuvaavat kohteen suorituskyvyn heikkenemistä. Joskus käytetään myös ennustava kunnossapito.
Korjaava kunnossapito	Korjaava kunnossapito, suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen. Tarkoitus on palauttaa toimintakunto.
Etäkunnossapito	Kauko-ohjattu kunnossapito, joka tehdään siten, että kunnossapitohenkilökunta ei ole suoraan tekemisissä kohteen kanssa.
Siirretty kunnossapito	Viivästetty korjaava kunnossapito, joka suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen viivästettynä (viive sovittujen ohjeiden mukaisesti).
Välitön kunnossapito	Välitön kunnossapito, suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta vältytään hyväksymättömiltä seurauksilta.
Käynninaikainen kunnossapito	Käynninaikainen kunnossapito.
Lähikunnossapito	Paikan päällä tehtävä kunnossapito (samassa paikassa kuin kohde).
Käyttäjäkunnossapito	Koneen käyttäjän suorittama kunnossapito.

Taulukon avulla saadaan nopea kokonaiskuva kunnossapitolajeista, jotta esimerkiksi KP-organisaatiolla on yhdenmukainen terminologia suoritettavista tasoista väärinymmärrysten välttämiseksi.

3.3 Kunnossapitolajien toimintatavat

Kuten huomataan, kunnossapitolajeja on useita, eikä ole yhtä oikeaa tapaa suorittaa tuotanto-omaisuuden hoitoa. Käsitteet ja toimintamallit vaihtelevat yrityksiensä sisällä ja jokaisella kunnossapidon parissa työskentelevällä henkilöllä on varmasti oma käsitys kunnossapidosta. Tärkeää onkin ottaa tuotantolaitoksien yksilölliset prosessit ja menetelmät huomioon ja suunnittelun kautta päätellä juuri kyseiseen tehdasympäristöön parhaiten toimivat tuotanto-omaisuuden hoitomallit. Kun kunnossapito-ohjelma on saatu määriteltyä, on ehdottoman tärkeää käydä malli läpi kunnossapito henkilöstön kanssa ja varmistaa, että jokaisella on oikea käsitys miten kunnossapitoa halutaan suoritettavan. Usein KP suorittava henkilöstö tuntee tehtaansa tuotanto-omaisuuden paremmin kuin henkilöt, jotka KP-ohjelmaa valmistelevat. Suositeltavaa onkin tehdä ohjelman valmistelussa tiivistä yhteistyötä KP-henkilöstön kanssa.

3.3.1 Korjaava kunnossapito

”Perinteinen” käsitys kunnossapidon toiminnasta. Suoritettava kunnossapito ei yleensä ole suunniteltua vaan toimiin ryhdytään, kun prosessia suorittava yksikkö vikaantuu. Tavoite on saada huoltokohde tilaan, jossa se oli ennen häiriötä, tai vähintään tilaan, jossa se pystyy suorittamaan sille määriteltyä tehtävää. Väliaikainen korjaus on hyväksyttävää siinä tapauksessa, kun huoltoon vaadittava seisakka aika aiheuttaa hyväksymättömiä kustannuksia yrityksen toiminnalle. Kohteen korjaus tulee saattaa loppuun heti kun siihen on mahdollisuus, jotta ei pääse syntymään tilannetta, jossa väliaikaisten korjausten aiheuttamien toimien johdosta koneen muu toiminta on vaarassa, tai aiheuttaa tarpeetonta kulumista.

Korjaavan kunnossapidon toimia ovat yleensä itse vian määrittäminen, jotta se voidaan tunnistaa ja paikallistaa. Tämän jälkeen toimintaan sisältyy aina jonkinasteista suunnittelua tarpeellisten päätöksiensä suorittamiseksi, jotta huoltokohde voidaan palauttaa aiempaan tilaan. Näitä toimia ovat yleisesti

rikkoontuneiden komponenttien vaihdot ehjiin tai rikkoontuneen komponentin korjaus ja uudelleenkäyttö.

Korjaavan kunnossapidon heikkous on, että korjauksen suorittaminen vaatii lähes aina tuotantokoneiden pysäyttämisen kesken suunnitellun tuotannon. Jo yhden koneen lyhytkin seisakki voi heijastua laajamittaisesti tuotantolaitoksen toimintaan ja pahimmassa tapauksessa pysäyttää kokonaisia konelinjoja. Tämä tekee korjaavasta kunnossapidosta yleisesti hyvin kalliin toimintamallin, jonka johdosta se ei koskaan saisi olla tuotantolaitoksen ainoa tapa suorittaa kunnossapitoa. Varautumattomiin korjauksiin ryhdyttäessä kustannuksia nostaa entisestään se, että korjauksen suorittamiseksi tarvittavia varaosia ja välineitä joudutaan usein tilaamaan ulkopuoliselta toimijalta vian jo vaikuttaessa tuotantoon.

3.3.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon avulla pyritään välttämään tilanteita, joissa konerikot ja häiriöt aiheuttavat korjaavaa kunnossapitoa. EK:n avulla pidetään yllä tuotanto-omaisuuden jatkuvaa toimintakykyä säännöllisillä tarkastuksilla, huolloilla ja testeillä. Päivittäisten tarkastustoimenpiteiden suorittajina voidaan käyttää koneen käyttäjiä, jotka ovat jatkuvasti kohteen luona ja tuntevat sen toiminnan. Tarkoituksena on taata tasainen tuotannon sujuvuus havaitsemalla alkavat viat hyvissä ajoin ja ennakoida tuotanto-omaisuuden kulumisen niin, että tarvittavat huoltotoimenpiteet voidaan suorittaa suunnitellusti ja estää hyväksymättömien vaurioiden syntyminen. Täten EK on lähtökohtaisesti aina suunniteltua, suorittaa sen sitten koneen käyttäjä tai KP-henkilöstö. Tarvittavat resurssit voidaan varata huollolle etukäteen ja varmistaa, että ne ovat paikalla silloin kun huoltoa halutaan suoritettavan.

Tuotanto-omaisuuden takaisintuottokyky kasvaa pidemmän käyttöiän, tasaisen laadun säilymisen ja suurempien kappalemäärien johdosta. Lopputuotteen toimitusvarmuus ja toimitusaika paranevat ja tuotteiden läpimenoajat ovat tarkemmin määriteltävissä. Myös työturvallisuuden taso säilyy koneiden toimiessa suunnitellusti.

Ehkäisevän kunnossapidon avulla on mahdollista alentaa huomattavasti KP kustannuksia. Etukäteen valmisteltu huoltojen suunnittelu ja seisakkien aikataulutukset mahdollistavat huollossa tarvittavien materiaalien hankinnan jo hyvissä ajoin ja samalla henkilöstöressurssien käyttö pystytään mitoittamaan tarvittavien toimenpiteiden mukaisesti. Kun alkavat viat huomataan ajoissa, voidaan huoltotoimenpiteet suorittaa nopeasti ja kustannustehokkaasti. Kun EK on saatu toimivalle tasolle, KP-organisaation työtaakka kevenee rikkojen vähentyessä, jolloin korjaava osasto voi keskittyä syntyviin rikkoihin tehokkaammin. Suunnittelun avulla mahdollistetaan siis KP-organisaation mahdollisimman tehokas ja tuottava toiminta.

Ehkäisevään kunnossapitoon osallistuu KP-osaston lisäksi koneiden käyttäjät, sillä he yleensä tuntevat koneen normaalin toiminnan ja havaitsevat epänormaalin toiminnan ensimmäisinä. Koneiden käyttäjien suorittamat pienet ehkäisevät huoltotoimenpiteet kuten siivous ja silmämääräiset tarkistukset ovat nopeita ja halpoja tapoja joiden avulla voidaan välttää isommat kone- ja laiterikot.

Ehkäisevän kunnossapidon positiiviset vaikutukset saattavat jäädä näkymättömiin lyhyellä aikavälillä. Tarpeellisuus huomataan vasta, kun jokin pieni suorittamatta jätetty tekijä esim. johteiden siisteyden varmistaminen aiheuttaa konerikon ja häiriön tuotannolle. Tähän kuluu aikaa, rahaa ja resursseja, jotka olisivat vältettävissä yksinkertaisella ehkäisevällä toimenpiteellä.

Ehkäisevällä kunnossapidolla aikaansaatu hyöty:

- Tasainen tuotannon sujuvuus
- Toimitusvarmuuden parantuminen
- Tuotanto-omaisuuden takaisintuottokyvyn kasvu
- Työtaakan keveneminen ja toiminnan tehostuminen
- Ylityön tarpeen vähentyminen
- Laadunhallinta helpottuu
- Työturvallisuuden parantuminen

3.3.3 Kunnonvalvonta / kuntoon perustuva kunnossapito

Kunnonvalvonta tai kuntoon perustuva kunnossapito tarkoittavat pohjimmiltaan samaa asiaa. Tässä työssä käytetään nimitystä kunnonvalvonta. Molemmat kuuluvat ehkäisevän kunnossapidon piiriin, jossa erilaisilla mittauksilla saadaan tietoa tuotanto-omaisuuden juuri sen hetkisestä kunnosta. Tällaisia tekniikoita ovat mm. värähtelymittaukset, voiteluaineanalyysit sekä erilaiset NDT-menetelmät. Kunnonvalvonta voi olla jatkuvaa tai hetkittäistä, sekä suoraa (esim. värähtelymittaus) tai epäsuoraa (esim. öljyanalyysit). Kunnonvalvonnan on tarkoitus tukea EK suunnittelua tarjoamalla dataa kohteesta, jota ei muuten saisi selville. Näin kohteen kokonaistilanne on mahdollista määrittää tarkemmin ja havaita alkavia vikoja ennen niiden vaikuttamista koneen normaaliin toimintaan.

Kunnonvalvonta on siis ehkäisevää kunnossapitoa, jossa erilaisin mittauksin seurataan tuotanto-omaisuuden suorituskykyä tai muita haluttuja parametreja ja arvioidaan niiden pohjalta tilanteen kehittyminen mahdollisen vikaantumisen, huolto tai korjausajankohdan määrittämiseksi.

Ennakoivan kunnonvalvonnan etuja:

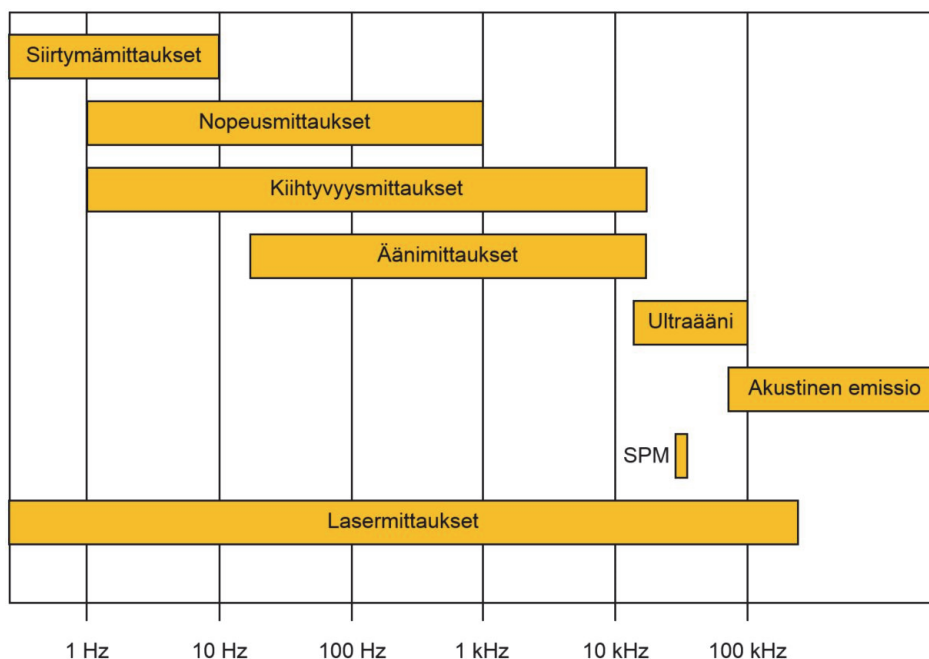
- Nopea vaurioiden toteaminen → enemmän aikaa suunnitteluun
- Optimoitujen korjausten johdosta varaosakulut pienenevät
- Käyntiasteen parantuminen
- Tehokkuuden ja turvallisuuden parannus

3.3.4 Kunnonvalvonta värähtelymittauksen avulla

Kunnonvalvonnassa käytetyin menetelmä on värähtelymittaus, joka on tehokkaimmillaan silloin kun tutkitaan dynaamisia ilmiöitä.

Värähtelymittaus on siis erinomainen keino teollisuuden pyörivien koneiden ja laitteiden kunnonvalvontasovelluksissa, erityisesti laakereiden kuluneisuuden ja akseleiden tasapainotuksen seuraamiseksi. Periaatteena on, että mitattavaa dataa saadaan tuotanto-omaisuuden käydessä, ilman että mittaus vaikuttaa haitallisesti tuotantoon.

Värähtelymittauksessa laitteeseen tai rakenteeseen kiinnitetään yksi tai useampi värähtelyanturi, joista yleisimmät anturityypit mittaavat joko siirtymää, nopeutta tai kiihtyvyyttä eri taajuusalueilla (kuvio 6). Anturin antama signaali käsitellään analysaattorilla haluttuun muotoon. Tietojen tallennus ja varsinainen analysointi tehdään yleensä tietokoneella. Tärinää analysoimalla voidaan havaita esimerkiksi epätasapaino, mekaaniset välykset, rakenteen resonanssitaajuudet, taipunut akseli ja asennusvirheet. Tärinän analysointiin on olemassa monia erilaisia menetelmiä, joista yleisimpiä ovat nopeuden tehollisarvon mittaaminen (tärinärasitus) sekä spektrianalyysit. Näitä kahta voidaan pitää perusmenetelminä, joilla suurin osa vaurioista voidaan löytää. (ABB TTT-käsikirja, 2000-7.)

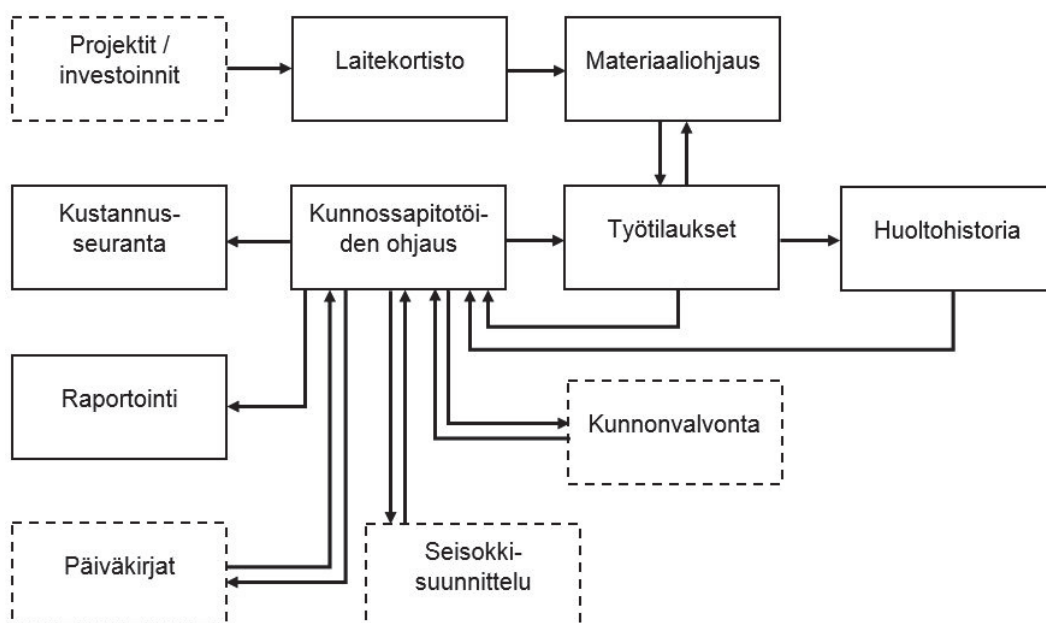


KUVIO 6. Värähtelymittauksille tyypilliset taajuusalueet (ABB TTT-käsikirja, 2000-7)

Värähtelymittaus voi olla jatkuvaa tai jaksottaista. Jatkuvassa värähtelymittauksessa käytetään kiinteästi asennettavia valvontalaitteita kohteissa, joissa mittaustiheyden tarve on suuri. Jaksottaista värähtelymittausta voidaan suorittaa yksinkertaisilla käsimittareilla ja muilla kannettavilla laitteilla, mutta tarkkuus ei ole yhtä suuri kuin kiinteällä järjestelmällä.

3.4 Kunnossapidon tietojärjestelmät

Kunnossapito-organisaation suunnitelmallinen ja tuottava johtaminen, materiaalien- ja prosesseista syntyvän suuren tietomäärän tehokas käsittely sekä jatkuvan kunnonvalvonnan toteutus vaativat tuekseen erilaisia kunnossapidon tietojärjestelmiä (kuvio 7). Järjestelmien avulla hallittavan suuren tietomäärän systemaattisella käsittelyllä voidaan kunnossapitotoimia ja resursseja suunnitella, ennakoida ja kohdistaa oikeaan aikaan oikeaan paikkaan. Erityisesti ehkäisevän kunnossapidon tehokas toiminta vaatii tuekseen toimivat tietojärjestelmät.



KUVIO 7. Esimerkki kunnossapitotietojärjestelmän ominaisuuksista (Mikkonen 2009, 116)

Kunnossapidon tietojärjestelmä on keskeinen osa teollisuuden kunnossapidon tietojen hallintaa. Toiminta ilman omaan käyttöön soveltuvaa ohjelmistoa sekä reaaliaikaista yhteyttä tietokantoihin hidastaa ja vaikeuttaa päivittäistä kunnossapitotoimintaa, dokumentointia, suunnittelua, materiaalitoimintoja, resurssien hallintaa sekä raportointia. Reaaliaikaisten yhteyksien kautta toiminnan seuranta ja ohjaus mahdollistuvat paikasta riippumatta ja samalla ulkopuoliset yhteistyökumppanit voivat luoda ja käyttää kunnossapitoaineistoa. (Vekara 2003, 1.)

3.4.1 Tietojärjestelmän ominaisuuksia

Kunnossapitojärjestelmien toteutustavat vaihtelevat valmistajan mukaan, mutta ne sisältävät yleensä hyvinkin monipuolisia laajennusmahdollisuuksia. Ydintoimintojen osalta, eli kunnossapidon ohjauksessa, ohjelmistojen ominaisuudet noudattavat samankaltaista rakennetta.

Seuraavassa on lueteltu toimintoja, joita järjestelmät yleensä pitävät sisällään ja jotka muodostavat perustan kunnossapito-ohjelmistolle. Esimerkki on otettu lähteestä (Mikkonen 2009, 117-118).

Laitekortisto

Laitekortisto on kunnossapitojärjestelmän ydin. Kortisto muodostaa järjestelmän tietokannan, joita muut järjestelmän sovellukset käyttävät hyväkseen. Laitekortiston avulla siis parametroidaan ohjelma halutuista kunnossapidon kohteista. Näitä tietoja ovat mm:

- Tuotanto-omaisuus (mm. kiinteistöt, koneet, laitteet jne)
- Varaosat
- Laittepaikat
- Huolto-ohjeet, dokumentit, tekniset tiedot

Tilaukanta

Kunnossapitojärjestelmissä on oma sisäinen postitusjärjestelmä, jonka avulla hallitaan kunnossapidollisia tuotanto-omaisuuteen liittyviä työtilauksia ja tilauskehotuksia. Sovelluksen avulla tuotantolaitoksen henkilöstö heti vian havaittuaan, tai huomattessaan tietyn materiaaliarpeen vähyyden, voi kirjata tiedot järjestelmään, josta se siirtyy välittömästi kunnossapito-organisaation tietoon. Käyttäjillä on omat henkilökohtaiset postilaatikkonsa, joihin kertyvät työtehtävät, joita käyttäjille on osoitettu järjestelmän kautta. Sovelluksen avulla vähennetään kunnossapidon reaktioaikaa ja yksinkertaistetaan KP toimintaketjua.

Kunnossapitotöiden ohjaus

Sovelluksen avulla hallitaan työtilauksia, vikailmoituksia, määriteltyjä ennakkohuoltoja sekä työsuunnittelua, joka pitää sisällään seisokki- ja projektisuunnittelun. Kunnossapitotöillä tarkoitetaan tässä kaikkia laitoksen kunnossapidollisia töitä riippumatta siitä, suorittaako tehtävät laitoksen oma huoltohenkilöstö vai ulkopuolinen toimija. Kunnossapitotyöt jaetaan kolmeen erilaiseen ryhmään, joita varten on omat osasovelluksensa:

- Vikaseuranta:
 - Ryhmään kuuluvat viat ja häiriöt jotka vaativat nopeaa korjausta.
 - Sovelluksella voidaan seurata vikoja ja häiriöitä.
 - Sovelluksella voidaan ohjata korjaavan KP toimia.
- Ennakkohuolto:
 - Ryhmään kuuluvat säännölliset toimenpiteet, esimerkiksi voitelut, määräaikaistarkastukset ja kalibroinnit.
 - Ennakkohuollot voidaan määrittellä generoitumaan tietyin aikavälein automaattisiksi tilauksiksi.
 - Sovelluksella voidaan valvoa ennakkohuoltojen oikea-aikaista suorittamista.
- Työsuunnittelu:
 - Ryhmään kuuluvat kertatyöt, joita on aikaa suunnitella, kuten muutos- ja uudistustyöt sekä ei kiireelliset korjaukset.
 - Sovellus mahdollistaa esim. projektin eri vaiheiden, kustannusarvioiden ja työhön liittyvien materiaalien suunnittelun.

Materiaalien ohjaus

Kunnossapitojärjestelmä pitää kirjaa laitoksen varastoista ja varaosista: sovellukseen on kirjattu mitä varaosia varastoissa on sekä varaosien toimittajat, hinnat ja arvioidut toimitusajat. Osasovelluksen rekisteriin voidaan kirjata varastotapahtumat ja hälytysrajat minimivarastosta. Varastojärjestelmän lisäksi yhteyteen kuuluu yleensä ostojärjestelmä joka vastaa tilausten kirjaamisesta ja seuraamisesta.

Kustannuslaskenta

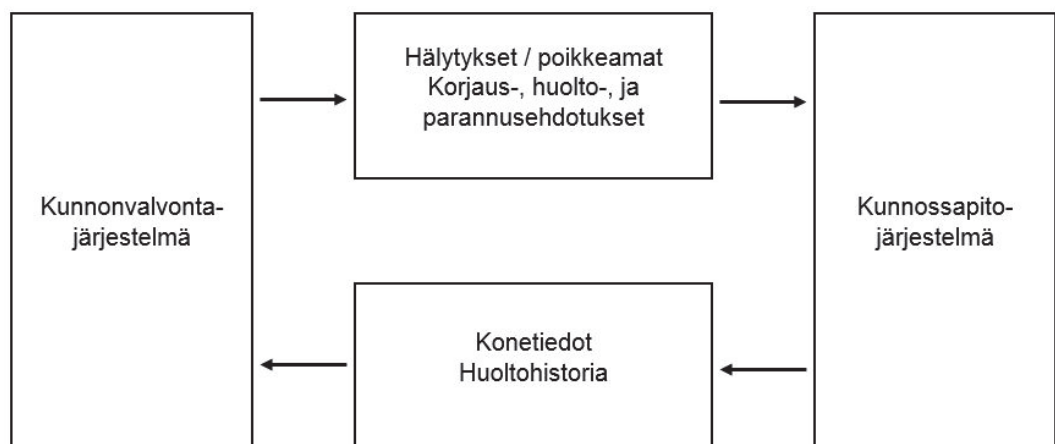
Sovellus kirjaa ylös kaikki kunnossapidon saralla syntyneet kustannukset ja selkeyttää niiden valvontaa. Tavoitteena on kohdistaa laitoksen KP kustannukset yrityksen tuotteille mahdollisimman realistisesti ja seurata KP-toiminnan taloudellisuutta.

Uuden tuotantokoneen asennuksesta ja käyttöönotosta lähtien alkaa syntyä juuri kyseiselle käyttöympäristölle tyypillistä tietoa, joka on tarpeellista mm. vikojen analysoinnissa, kunnonvalvonnassa ja huollonajoituksissa. Kokoamalla tietokantaan tietoa laitteiden kunnosta, toimenpiteistä, tapahtumista, käytetyistä materiaaleista, huolloista ja korjauksista, saadaan alati kasvava määrä informaatiota tuotanto-omaisuuden hoidon onnistumisesta. Analysoimalla kerättyä tietoa, saadaan suunnittelua varten tarkempi kuva juuri kyseiseen käyttöympäristöön soveltuvasta koneen huolto-ohjelmasta. Samalla myös helpotetaan tulevia kunnossapidollisia toimia. (Vekara 2003, 10.)

Mukana kannettavien älylaitteiden yleistyessä kunnossapitohenkilöstön käytössä, avautuu uudenlaisia mahdollisuuksia KP toiminnalle. Tietojen vastaanottaminen, välittäminen ja muokkaaminen mahdollistuvat suoraan kentältä, eikä henkilöstö ole sidoksissa vain tietokoneeseen. Älylaiteteknologia mahdollistaa mukana kannettavan työkalun, josta on suora pääsy yrityksen KP-järjestelmään. Näin kaikilla KP työskentelevillä henkilöillä on käytössään aina ajantasainen informaatio. Koneet ja laitteet ovat mahdollista yksilöidä esim. RFID-tekniikalla tai QR-koodilla. Tämä antaa mahdollisuuden viedä ja tuoda tietoa nopeasti. Esimerkiksi vikatilanteessa tunnisteiden lukemalla, järjestelmästä aukeaa kohteena olevan koneen data, kuten sähköpiirustukset, mekaaniset kuvat jne. Tämä säästää huomattavasti tietojen käsittelyyn kohdistuvaa aikaa.

3.4.2 Jatkuva kunnonvalvonta osana kunnossapitojärjestelmää

Yhdistettäessä kunnonvalvontajärjestelmä kiinteäksi osaksi kunnossapidon tietojärjestelmää, voidaan kunnonvalvonnasta tulevia tietoja tarkastella yhden sovelluksen kautta (kuvio 8). Kunnonvalvonnasta syntyvä hälytystieto voidaan ohjata kulkemaan KP tietojärjestelmän kautta välittömästi oikeille henkilöille, jolloin hälytyksen ja hälytyksestä aiheutuvien toimenpiteiden väliin jäävä aika saadaan pieneksi. Kun sovellukset saadaan tukemaan toisiaan, on niistä saatava hyöty suurempi kuin mitä järjestelmät yksittäin tarjoavat.



KUVIO 8. Kunnonvalvonta- ja kunnossapitojärjestelmän välinen yhteys (Mikkonen 2009, 120)

Kunnonvalvontajärjestelmään voidaan myös määrittää sellaiset hälytysrajat, joiden ylittyessä järjestelmä ajaa alas automaattisesti hälytyksen aiheuttavan kohteen. Tilanne tulee kysymykseen esimerkiksi tapauksessa, jossa suuret pyörivät massat pääsevät epätasapainoon aiheuttaen vakavan vaaratilanteen.

3.5 Kriittisten varaosien määrittely

Varaosa-analyysissä tarkoituksena on selvittää tuotannon kannalta kriittiset osat, joiden vikaantumiset aiheuttavat katkoksia tuotantoprosesseissa. Näiden varaosien kohdalta selvitetään osien toimittajat, hinnat, saatavuudet ja toimitusajat, jotta koneiden vikaantuessa voidaan seisakkiajat ja sitä myöten tuotantomenetykset minimoida. Lisäksi määritellään, mitkä osat tilataan tarvittaessa ja mitkä tulee pitää omassa varastossa. Päätökseen vaikuttavat varastointikustannukset ja toisaalta toimituksista aiheutuvat lisäkustannukset sekä toimitusviiveet.

Varaosien kriittisyyden luokitteluun ei ole yksiselitteistä laskennallista kaavaa, vaan luokittelu on tehtävä ainakin osin manuaalisesti. Lähtötietojen keräämisessä käytetään vikahistoriaa, tarkastusraportteja ja haastatellaan kunnossapitohenkilöstöä. Määrittelyssä hyödynnetään koneen toimittajan varaosalistaa, materiaalihistoriaa ja muita kerättyjä määrittelyä tukevia tietoja, joita analysoimalla tehdään tarvittavat päätökset varaosien suhteen.

3.5.1 Varaosien luokittelu

Varaosien luokittelu aloitetaan jakamalla ne karkealla tasolla eri kategorioihin: kulutustarvikkeisiin, yleisiin varaosiin, erikoisvaraosiin ja strategisiin varaosiin. Kulutustarvikkeita käytetään jatkuvasti ja tasaisesti, niitä ovat esimerkiksi öljyt, suodattimet ja puhdistusaineet. Yleisiä varaosia ovat sellaiset osat, joita voidaan käyttää monessa eri tuotantolaitteessa, kuten venttiilit, sylinterit, kytkimet ja valaisimet. Tyypillisesti näitä voidaan hankkia usealta eri toimittajalta. Erikoisvaraosat ovat osia, joita käytetään vain tiettyyn laitteeseen ja tarkoitukseen. Nämä hankitaan yleensä tuotantokoneen toimittajalta. Strategisten varaosien tarvetta on vaikea ennustaa, ne ovat kalliita ja niiden toimitusajat ovat pitkiä. Luokittelun avulla voidaan karkeasti arvioida eri osien kriittisyyttä. (Hankintalehti 2010.)

Kulutustarvikkeiden ja yleisten varaosien kohdalla varastointi on suositeltavaa suuren tai kohtalaisen menekin vuoksi. Erikois- ja strategisten varaosien suhteen tulee tarkastella osan kriittisyyttä koneelle ja koko tehtaan toiminnalle. Jos varaosa on merkittävässä asemassa tuotantoprosessille, se kannattaa varastoida. Muussa tapauksessa riittää, että tiedetään osan toimittaja ja toimitusaika, jolloin osa voidaan tarpeen vaatiessa tilata nopeallakin aikataululla. (Hankintalehti 2010.)

3.5.2 VED-luokittelu

Varaosan kriittisyyden määrittämiseen on olemassa kolmiportainen luokittelumenetelmä, VED-menetelmä (kuvio 9).

Kriittisyysluokka	Puuttumisen vaikutus tuotantoprosessiin	Onko osa korvattavissa muulla osalla
V (Vital), elintärkeä	Pysäyttää prosessin	Ei
E (Essential), tärkeä	Haittaa prosessia	Kyllä, väliaikaisesti
D (Desirable), toivottava	Ei välitöntä vaikutusta	Kyllä

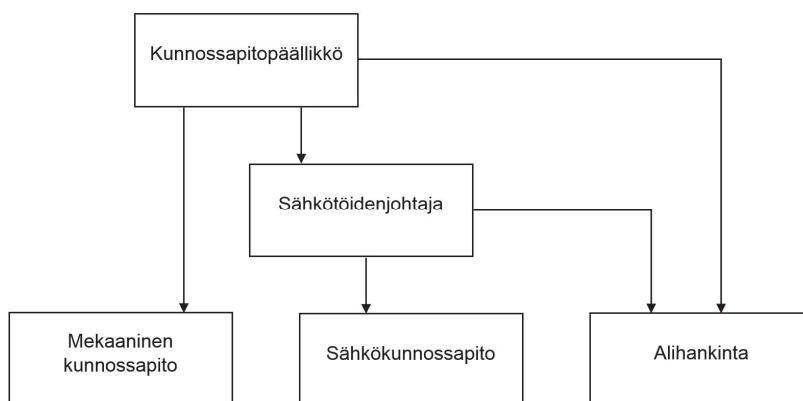
KUVIO 9. Kriittisyyden VED-luokitus (Hankintalehti 2010)

Menetelmässä on kolme luokkaa: Vital, Essential ja Desirable. Luokittelumenetelmä perustuu arvioon osan puutteen aiheuttamista vahingoista tuotantoprosessille. Jos varaosan puuttuminen pysäyttää tuotantoprosessin kokonaan, eikä korvaavaa osaa ole saatavilla, kyseessä on ”elintärkeä” Vital-varaosa. Mikäli varaosan puuttuminen haittaa tuotantoprosessia, mutta ei pysäytä sitä kokonaan, kyseessä on ”tärkeä” Essential-varaosa. Kun varaosan puuttumisella ei ole välitöntä vaikutusta tuotantoprosessiin, kyseessä on ”toivottava” Desirable-varaosa. (Hankintalehti 2010.)

4 KÄYTÄNNÖN OSA

Isku-Yhtymän tuotanto on kappaletavaratuotantoa ja tehtaan prosesseihin kuuluu mm. sahaavaa ja lastuavaa työstöä, käsin viimeistelyä ja kokoonpanoa. Tuotannon malli on siirtymässä kohti tilauspohjaista tuotantoa, jossa lopputuote valmistetaan asiakkaan tilauksen mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että suuria lopputuotevarastoja ei ole, vaan tuotannon varastot ovat välivaiheen tuotevarastoja sekä materiaaleja, komponentteja ja osia. Tämä malli ei salli suunnittelemattomia pysähdyksiä tuotannolle, jotta toimitusvarmuus saadaan pidettyä hyväksyttävällä tasolla.

Kunnossapito-organisaatio on jaettu kahteen pääosaan: mekaaninen- ja sähkökunnossapito, alihankinnan tukiessa ydinorganisaatiota (kuvio 10).



KUVIO 10. Kunnossapidon organisaatiorakenne

Kunnossapidon työnjohto vastaa töiden jakamisesta ja suunnittelusta sekä huoltoihin ja korjauksiin tarvittavien resurssien hankinnasta. Alihankinnan kautta kunnossapidossa työskentelee mm. hitsaajia, laitoshmiehiä ja ajoneuvoasentajia, resurssien määrittämisen tarpeen mukaisesti.

Isku-Yhtymän investointien- ja tuotannon profiilin vaihtumisen johdosta on päätetty myös kunnossapidon rooli ja resurssit päivittää vastaamaan tämän päivän haasteisiin. Iskun asettamia tavoitteita ei ole mahdollista saavuttaa, mikäli myös kunnossapitoa ei uudisteta voimakkaasti. Uudistuminen on luonut lähtökohdat tämän työn tarpeellisuudelle. Tarkastelun kohteeksi valikoitui tuotantolaitoksen kehittämisen johdosta uusittu purunpoistojärjestelmä.

4.1 Purunpoistojärjestelmän kunnossapidon kehittäminen

Purunpoistojärjestelmän tehtävänä on nimensä mukaisesti poistaa tuotannossa syntyvä puupuru ja ohjata se hallitusti purukontteihin tyhjennystä ja jatkokäsittelyä varten. Isku-Yhtymän tehdasinvestointien johdosta kasvavat tuotantomäärät, tuotannon profiilin muuttuminen ja uusittava konekanta aiheuttavat purunpoistojärjestelmälle vaatimuksia, joihin vanha järjestelmä ei kyennyt vastaamaan. Jotta tuotanto voi toimia tehokkaasti, täytyy purunpoistojärjestelmän olla oikein mitoitettu. Näiden syiden takia purunpoistojärjestelmä oli ensimmäinen uusittava kohde (kuva 2). Uusittu purunpoistojärjestelmä luo pohjan tuotannon sujuvuudelle, mutta pelkän järjestelmän uusiminen ei riitä, vaan samalla tulee suunnitella ne toimet, joilla varmistetaan järjestelmän pitkäkestoinen luotettava ja tehokas toiminta.



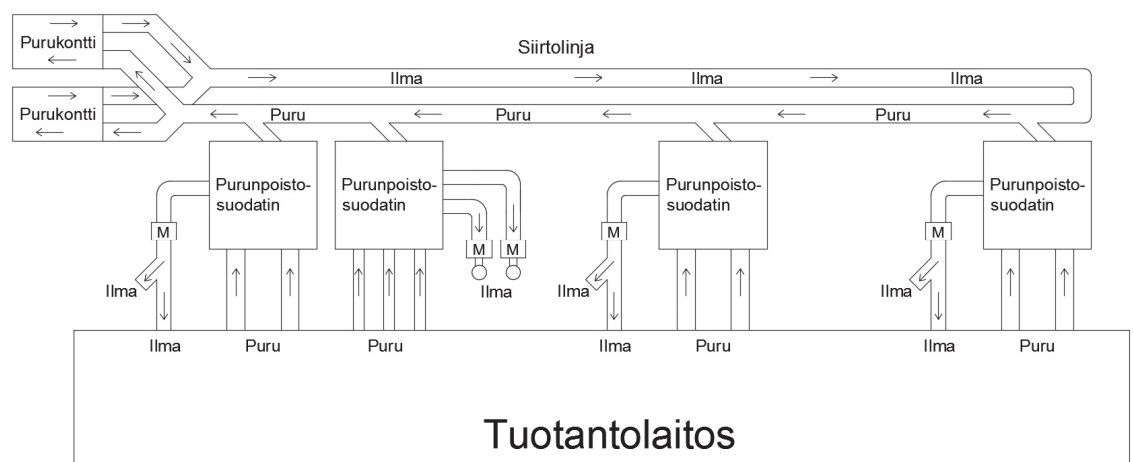
KUVA 2. Uusitun purunpoistojärjestelmän siilot

Koska purunpoistojärjestelmän pysähtyminen käytännössä pysäyttää tuotannon, tai ainakin haittaa sitä merkittävästi, oli järjestelmän kunnossapidon kehittäminen ja jatkuvan toiminnan varmistaminen tarpeellista ja loi hyvän lähtökohdan tuotantolaitoksen kunnossapidon kehittämiseksi.

4.1.1 Järjestelmän rakenne

Purunpoistojärjestelmän tärkeimmät yksittäiset komponentit muodostavat neljä purunpoistosuodatinta, purunpoistosuodattimien alipaineen tuottavat oikosulkumoottorit ja puhaltimet, siirtolinjan kuljetuspuhaltimet, purukontit ja järjestelmän ohjauskeskukset.

Toiminnan perusajatuksena (kuvio 11) on, että purunpoistosuodattimilta tuodaan purulinjan runkoputket tuotantolaitokseen, jossa runkoputkista haarautuu yksittäisiä purulinjoja aina tuotantokoneille asti.



KUVIO 11. Periaatekuva purunpoistojärjestelmän toiminnasta

Purunpoistosuodattimiin kytketyt oikosulkumoottorit luovat puhaltimien avulla voimakkaan alipaineen suodattimien sisälle, jolloin purulinjoihin syntyy imua. Puru imetään tuotantokoneilta purulinjoja pitkin suodatinsiiloihin, jossa puru erotetaan ilmasta. Puhdistettu ilma puhalletaan takaisin tuotantolaitokseen, jolloin myös lämpöenergia saadaan talteen ja ilmanpaineen taso pysyy hallinnassa. Vaihtoehtoisesti järjestelmässä on mahdollisuus puhaltaa puhdistettu ilma suoraan ulos, esimerkiksi suodattimen vikaantuessa, mikäli tuotannon keskeytys ei juuri sillä hetkellä ole mahdollista. Puru siirretään suodattimen pohjalta pohjapurkaimen ja sulkusyöttimen kautta siirtolinjaan. Siirtolinjan kuljetuspuhaltimien avulla puru puhalletaan linjan päässä oleviin purukontteihin. Järjestelmä ilmoittaa automaattisesti, kun konttien täyttöaste saavuttaa hälytysrajan, jolloin konteille tilataan tyhjennys.

4.1.2 Lähtötilanteen kartoitus

Tuotantolaitoksessa ei ollut käytössä järjestelmällistä, ehkäisevää kunnossapitotoimintaa, jonka johdosta suorittavan kunnossapidon malli on ollut korjaavaa kunnossapitoa. Ehkäiseviä ja parantavia toimia on suoritettu satunnaisesti ja tuotanto-omaisuutta on huollettu vasta, kun se on rikkoontumassa tai jo rikkoontunut. Koneenkäyttäjien raportointi koneen epäsäännöllisen toiminnan alettua on ollut kirjavaa ja kunnollisten ohjeiden puute on aiheuttanut tilanteita, joissa koneella on ajettu, vaikka vian vakavuus olisi vaatinut koneen pysäyttämisen. Tämänkaltaisen kunnossapidon malli ei sovellu Isku-Yhtymän kaltaiseen tuotantolaitokseen, jossa investointien ja kehittämisen johdosta tuotanto-omaisuudelta vaaditaan korkeampaa käyttöastetta, tasaista laaduntuottokykyä, varmuutta ja nopeampia toimitusaikoja.

Kunnossapidossa on käytössä tietojärjestelmä työtilauksien organisointia ja huoltohistorian seurantaan varten, mutta perusominaisuuksiltaan se on rajoittunut ja laajennuskorttien mahdollisuus on suppea. Ohjelma on todettu rittämättömäksi tulevassa KP-toimintamallissa. Myös jatkuvan kunnonvalvonnan toteutus kiinteäksi osaksi kunnossapidon tietojärjestelmää vaatii oikein mitoitettuja ohjelmistot, jotta ratkaisusta saadaan suurin mahdollinen hyöty. Nykyinen ohjelma ei palvele tätä käyttötarkoitusta. Näiden syiden johdosta on päädytty järjestelmän uusimiseen.

Kunnossapidolla on omat varastot, jotka on jaettu varaosa- ja voiteluainevarastoon. Varastojen materiaalitalanne on hyvä ja varastomalli otetaan huomioon kriittisten varaosien määrityksessä.

Kartoituksen perusteella suoritettavat toimenpiteet:

- Luodaan purunpoistojärjestelmälle EK malli
- Ajetaan purunpoistojärjestelmän EK malli uuteen KP tietojärjestelmään
- Kunnonvalvonnan toteutus purunpoistojärjestelmään
- Purunpoistojärjestelmän kriittisten varaosien määrittely

4.1.3 Siirtyminen korjaavasta kohti ehkäisevää

Ehkäisevän kunnossapidon toteutuksessa lähdettiin liikkeelle rakentamalla Excel-pohjaan laiterekisteri, johon kerättiin kaikki purunpoistojärjestelmään kuuluvat laitteet. Rekisterin avulla luodaan runko purunpoistojärjestelmän kunnossapidon hallinnalle sekä ennakkohuoltojen suunnittelulle ja toteuttamiselle. Järjestelmään kuuluvien laitteiden selvityksessä ja tietojen keräämisessä hyödynnettiin valmistajien manuaaleja ja yrityksen tilaustietokantaa, mutta lopullinen selvitystyö suoritettiin kiertämällä järjestelmä yksityiskohtaisesti läpi (kuva 3).



KUVA 3. Purunpoistojärjestelmän laitteistoa

Selvitystyön aikana laitteet valokuvattiin ja niistä kerättiin tarkat tyyppitiedot ja sarjanumerot rekisteriin syöttöä varten. Laittehierarkia muodostettiin siten, että laitteet on jaoteltu purunpoistosuodattimien mukaan laitekokonaisuuksiksi, jossa ylimmän tason muodostavat neljä purunpoistosuodatinta. Laitteita ei lähdetty purkamaan komponenttitasolle saakka, johtuen laitteiden suuresta määrästä. Laiterekisteriin kerättiin purunpoistojärjestelmästä yli 70 laitetta.

Rekisteriin määritettiin laitteista seuraavat tiedot:

- Laitteen nimi
- Laitetunnus
- Omistaja
- Valmistaja
- Tyyppinimi
- Sarjanumero
- Sijainti

Rekisterin avulla saadaan selkeä lista purunpoistojärjestelmään kuuluvista laitteista, jolla helpotetaan kokonaisuuden hallintaa ja voidaan nopeasti tarkastaa yksittäisen laitteen tietoja (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Laiterekisteri

Laitteen nimi Täytettävä kohta	Huomioita ja/tai lisätietoja laitteesta Täytettävä kohta	Omistaja Täytettävä kohta	Valmistajan tyyppinimi tai sarjanumero Täytettävä kohta	Valmistaja Täytettävä kohta	Urakoitsija / huolto Täytettävä kohta	Yhteyshenkilö 1 Täytettävä kohta	Tietojen yhteyshenkilöstä 1 Täytettävä kohta	Vastaaika Täytettävä kohta	Laitteen sijainti Täytettävä kohta
	Täytä tiedot mikäli mitään on saatavilla	Täytä tiedot mikäli mitään on saatavilla	Liitä valmistajan tyyppinimi tai sarjanumero, mikäli se on tiedossa	Liitä valmistajan nimi, mikäli se on tiedossa	Mikäli huollon suorittaa joku muu kuin ISS	Täytä tiedot mikäli mitään on saatavilla	Täytä tiedot mikäli mitään on saatavilla	Laitekohtaisesti	Täytä laitteen tarkempi sijaintitieto
SUPERJET FILTER 5.0 ERR PURUNPOISTSUODATIN 2	Jos suodattimeen on mentävä sisälle, asettakaa ohjaujärjestelmä huoltotilaan tai kytkössä se pois käytöstä. Suodattinta huolletessa siihen tulee järjestää valaistus. Asettakaa suodatin öljyn määrä: 1 litra vaihteistoöljyä. Suositellut merkit: CLP 680 mineraaliöljy tai vastaavat.	Isku Teollisuus Oy	TYYPPIIMI: SUPERJET FILTER 5.0 ERR SARJANUMERO: [REDACTED]	JKF					VR-SILTA
KAAVINPOHJAN MOOTTORI PURUNPOISTSUODATIN 2	Öljyn määrä: 1 litra vaihteistoöljyä. Suositellut merkit: CLP 220 mineraaliöljy tai vastaavat.	Isku Teollisuus Oy	TYYPPIIMI: SAF67 DRE90L6 SARJANUMERO: [REDACTED]	SEW-EURODRIVE					VR-SILTA
SULKUSYÖTTIMEN MOOTTORI PURUNPOISTSUODATIN 2	Öljyn määrä: 0,65 litraa vaihteistoöljyä. Suositellut merkit: CLP 220 mineraaliöljy tai vastaavat.	Isku Teollisuus Oy	TYYPPIIMI: RF47 DR571M4 SARJANUMERO: [REDACTED]	SEW-EURODRIVE					VR-SILTA
KUIJETUSPUHALIN PURUNPOISTSUODATIN 2	Käytä hyppin LGMT 2 (litium) tai vastaavaa laakerirasvaa voiteluun.	Isku Teollisuus Oy	TYYPPIIMI: T-200K SARJANUMERO: [REDACTED]	JKF					VR-SILTA
JAKOPELTI 2		Isku Teollisuus Oy	TYYPPIIMI: VAHDINHAARA 45° TIUKKA SARJANUMERO: [REDACTED]	JKF					VR-SILTA
LINEARINEN KÄYTTÖLAITE JAKOPELTI 2	TOIMINTATAPA: SÄHKÖINEN	Isku Teollisuus Oy	TYYPPIIMI: 123500-11302428 SARJANUMERO: [REDACTED]	LINAK					VR-SILTA
PUHTAAN ILMAN PUHALTIMEN MOOTTORI PURUNPOISTSUODATIN 2	Käytä hyppin Polyrex EM-2 tai vastaavaa laakerirasvaa voiteluun.	Isku Teollisuus Oy	TYYPPIIMI: HMC2 280M-4 SARJANUMERO: [REDACTED]	HOYER					KATTO
PUHTAAN ILMAN PUHALTIMEN MOOTTORIN JÄÄHDYTYSPUHALIN PURUNPOISTSUODATIN 2		Isku Teollisuus Oy	TYYPPIIMI: F50 IL-4-2 17.00.2770.2800001282W SARJANUMERO: [REDACTED]	WISTRO					KATTO
TAKAISUPELTI 2.1 PURUNPOISTSUODATIN 2	HUOMIO: Ennen tarkastuksen aloittamista tulee varmistaa että järjestelmässä ei ole painetta sekä räjähdys-, myrkyllisten tai muuten haitallisten yhdisteiden	Isku Teollisuus Oy	TYYPPIIMI: SNR 160 / 700 SARJANUMERO: [REDACTED]	AIRCOM					KATTO

Rekisteri mahdollistaa töiden kohdistamisen oikeille laitteille ja auttaa kunnossapidon kustannusten seurantaa. Rekisterin sisältämät lisätiedot toimivat myös tukena varaosien ja tarvikkeiden tilauksessa sekä nopeuttavat tilausprosessia. Laiterekisteri muodostettiin siten, että se voidaan ajaa uuteen kunnossapidon tietojärjestelmään. Rekisteri toimii pohjana tehtaan muille kohteille, joille tullaan suorittamaan vastaavat toimenpiteet tehdasmuutoksen edetessä.

Ennakkohuollon toimenpiteet koostuivat kaiken kaikkiaan silmämääräisistä tarkastuksista, puhdistuksista, öljynvaihdosta ja rasvauksista sekä komponenttien määräaikaista vaihdoista. Ennakkohuoltosuunnitelma pystytään ajamaan kunnossapidon tietojärjestelmään ja se toimii pohjana tuotantolaitoksen muiden koneiden ennakkohuoltojen suunnittelussa.

4.1.4 Siirtyminen uuteen tietojärjestelmään

MyMCS on MCS-yhtiön tuottama toiminnanohjausjärjestelmä, jonka tavoitteena on mahdollistaa tuotanto-omaisuuden hallinta erillisen sovelluksen tai web-pohjaisen selaimen kautta (kuva 4). Ohjelmisto on yleiskäyttöinen ja se toimii työkaluna tuotanto-omaisuuden kokonaistehokkuuden parantamiseksi. MyMCS soveltuu kaikkialle, missä on tarve ohjata joko satunnaisesti tai jaksotetusti tehtäviä kunnossapidon töitä. Ominaisuuksien puolesta se soveltuu siis ehkäisevän kunnossapidon käyttöön ja sisältää monipuoliset laajennuskortistot.

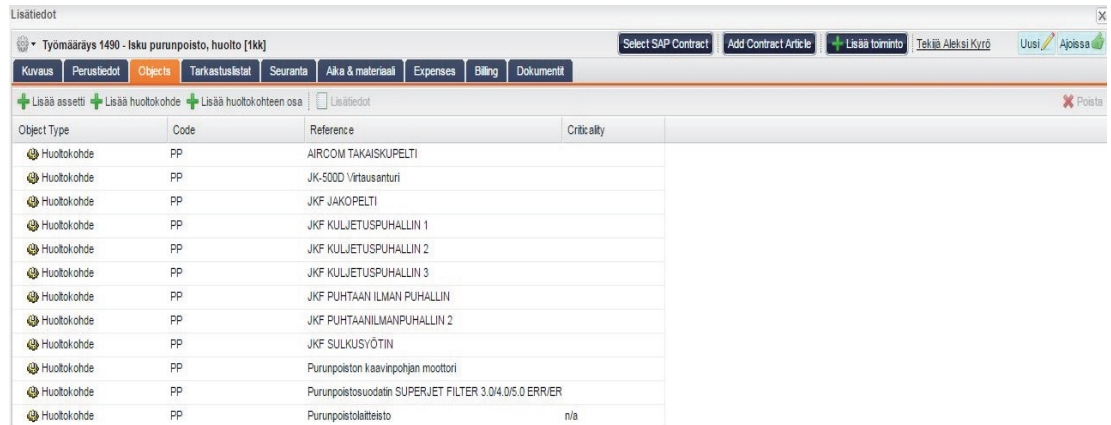
The screenshot displays the myMCS WebPortal interface. The main area shows a table of work orders with the following columns: Work Order, Registered On, Reference, Customer, Priority, Site, Site Address, Work O..., Date..., Call ID, Status, Assignee, and SAP Soc. The table contains several rows of data, including work orders for various sites like Ristimäenkatu 3, Pikotunmaenk., Puotkatu 1, Ostokatu 12 C 32, Pikotunmaenk. S B 28, Mastokatu 3 A 14, Huppukatu 2 B 14, Katsastajankatu 17, Mastokatu 8, Mastokatu 8, Nininte 56 B 18, and Vaaksakatu 6 as 61. The interface also features a navigation menu on the left with options like 'myMCS Account', 'Administration', and 'HelpDesk'. On the right, there are summary statistics: Average Actual Work, Average Planned Work, Total Actual Work, and Total Planned Work. At the bottom, there is a section for 'Lisäneidot' (Additional notes) with instructions on how to use the search and print functions.

KUVA 4. myMCS toiminnanohjausjärjestelmä

Tätä kirjoitettaessa kunnossapidon uutta tietojärjestelmää ei ole vielä otettu käyttöön ja neuvottelut Iskun ja ISS:n välillä järjestelmän yksityiskohdista ovat yhä kesken. Järjestelmällä on kuitenkin suoritettu

testiajoja ja purunpoistojärjestelmän laiterekisteri ja ennakkohuoltosuunnitelmat on saatu siirretty järjestelmään.

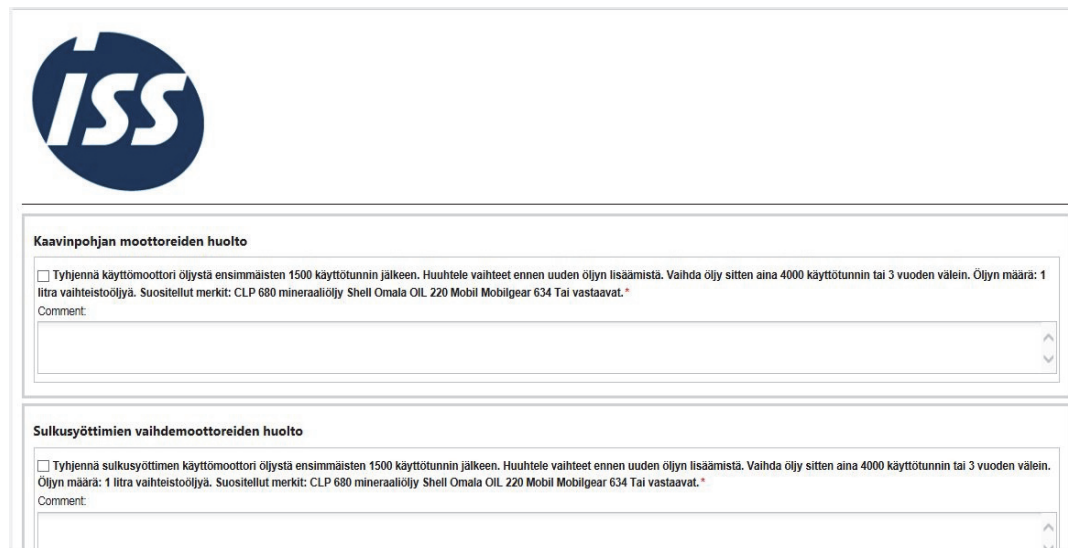
Laiterekisterin avulla muodostettiin ohjelman laitekortisto purunpoistojärjestelmän kunnossapidon kohteista (kuva 5).



Object Type	Code	Reference	Criticality
Huoltokohde	PP	AIRCOM TAKAISUPELTI	
Huoltokohde	PP	JK-5000 Virtausanturi	
Huoltokohde	PP	JKF JAKOPELTI	
Huoltokohde	PP	JKF KULJETUSPUHALLIN 1	
Huoltokohde	PP	JKF KULJETUSPUHALLIN 2	
Huoltokohde	PP	JKF KULJETUSPUHALLIN 3	
Huoltokohde	PP	JKF PUHTAAN ILMAN PUHALLIN	
Huoltokohde	PP	JKF PUHTAANILMANPUHALLIN 2	
Huoltokohde	PP	JKF SULKUSYÖTIN	
Huoltokohde	PP	Purunpoiston kaavinpohjan moottori	
Huoltokohde	PP	Purunpoistosuodatin SUPERJET FILTER 3.0/4.0/5.0 ERR/ER	
Huoltokohde	PP	Purunpoistolaitteisto	n/a

KUVA 5. Purunpoistolaitteiston kunnossapidon kohteita tietojärjestelmässä

Ennakkohuoltosuunnitelma on sidottu laitekortistoon ja järjestelmässä on osasovellus, joka pitää huolta ennakkohuoltotöiden ohjauksesta ennalta määrättyjen huoltovälien mukaan (kuva 6).



ISS

Kaavinpohjan moottoreiden huolto

Tyhjennä käyttömootori öljystä ensimmäisten 1500 käyttötunnin jälkeen. Huuhtelevaihteet ennen uuden öljyn lisäämistä. Vaihda öljy sitten aina 4000 käyttötunnin tai 3 vuoden välein. Öljyn määrä: 1 litra vaihteistoöljyä. Suositellut merkit: CLP 680 mineraaliöljy Shell Omala OIL 220 Mobil Mobilgear 634 Tai vastaavat.*

Comment:

Sulkusyöttimien vaihdemoottoreiden huolto

Tyhjennä sulkusyöttimen käyttömootori öljystä ensimmäisten 1500 käyttötunnin jälkeen. Huuhtelevaihteet ennen uuden öljyn lisäämistä. Vaihda öljy sitten aina 4000 käyttötunnin tai 3 vuoden välein. Öljyn määrä: 1 litra vaihteistoöljyä. Suositellut merkit: CLP 680 mineraaliöljy Shell Omala OIL 220 Mobil Mobilgear 634 Tai vastaavat.*

Comment:

KUVA 6. Purunpoistolaitteiston huoltosuunnitelmaa tietojärjestelmässä

Tietojärjestelmää on myös mahdollista käyttää puhelimitse web-pohjaisen selaimen kautta, jolloin laitteiston tietojen vastaanottaminen, välittäminen

ja muokkaaminen on mahdollista suoraan kentältä (kuva 7). Järjestelmä on myös mahdollista parametroida siten, että se lähettää automaattisesti ennakkohuoltomääräykset huollon suorittajien puhelimeen ennalta määrättyjen huoltovälien mukaisesti.



KUVA 7. Laitteiston huoltosuunnitelmaa puhelimessa

Laitekortisto muodostaa kunnossapitojärjestelmän ydinosan ja muut järjestelmän sovellukset hyödyntävät sen sisältämiä tietoja. Tämä mahdollistaa esim. yksilöllisten työpyyntöjen luomisen laitteiston vikaantuessa. Järjestelmän muiden osasovelluksien mahdollista käyttöä pohditaan myöhemmin, mutta ainakin jatkuvan kunnonvalvonnan toteutus kiinteäksi osaksi uutta tietojärjestelmää on seuraavana kehitysaskelena, kun järjestelmän käyttöönotosta käytävät neuvottelut on saatu päätökseen.

4.1.5 Jatkuvan kunnonvalvonnan toteutus värähtelymittauksella

Purunpoistolaitteiston jatkuvan kunnonvalvonnan kohteeksi päätettiin ottaa suodatussiilojen alipaineen tuottavat oikosulkumoottorit, jotka ovat järjestelmän toiminnan kannalta kriittiset komponentit (kuva 8).

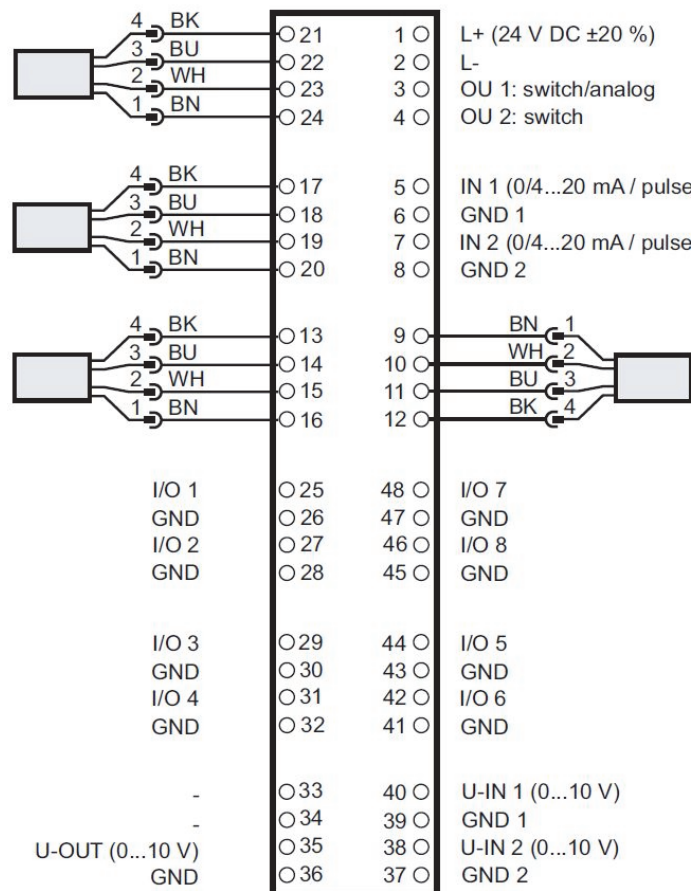


KUVA 8. Alipainejärjestelmän oikosulkumoottori

Moottoreiden akselin päähän kiinnitetyt puhaltimet tuottavat pyöriessään järjestelmään vaadittavan alipaineen. Moottoreiden pyörivät massat ovat suuria ja epätasapainoon joutuessaan ne voivat aiheuttaa vakavia vaaratilanteita ihmisille ja vahingoittaa tuotanto-omaisuutta. Näiden ominaisuuksien perusteella kunnonvalvonnan toteutustavaksi valikoitui värähtelymittaus, joka on yleisin jatkuvan kunnonvalvonnan sovellus.

Työhön valittiin kunnonvalvontajärjestelmäksi Ifm:n valmistama värähtelymittauksen diagnostiikkajärjestelmä. Järjestelmä koostuu VSE100-diagnostiikkayksiköstä sekä siihen liitettävistä VSA001-kiihtyvyyssantureista. Järjestelmä valittiin sen helpon asennuksen, laajennettavuuden ja aikaisempien Ifm:stä muodostuneiden hyvien kokemusten johdosta.

VSE100 diagnostiikkayksikköön voidaan liittää yhteensä neljä kiihtyvyyssanturia, jolloin yhdellä yksiköllä voidaan valvoa neljää laakeria. Diagnostiikkayksikössä on kaksi hälytyslähtöä ja kahdeksan digitaalista ohjelmoitavaa tuloa/lähtöä. Yksikköön voidaan kytkeä samanaikaisesti kaksi kierroslukutuloa. Kierroslukutieto tuodaan laitteelle joko pulssimuodossa, 0-10 V jänniteviestinä tai 0/4-20 mA virtaviestinä (kuvio 12). Diagnostiikkayksikkö ohjelmoidaan Ifm:n omalla efector octavis-ohjelmistolla. (IFM 2017; Eklund 2016.)



KUVIO 12. VSE100 kytkentäkaavio (IFM 2017)

Värähtelyantureiden asentamista varten valvottavien moottoreiden runkoon tehtiin asennuspisteet, joihin anturit kiinnitettiin antureissa olevilla standardi M8 x 1,25 kierteillä (kuva 9). Anturit tulisi sijoittaa kohtisuoraan valvottavaa laakeria kohti sellaiseen kohtaan, jossa on mahdollisimman suora metallinen yhteys mitattavaan kohteeseen.

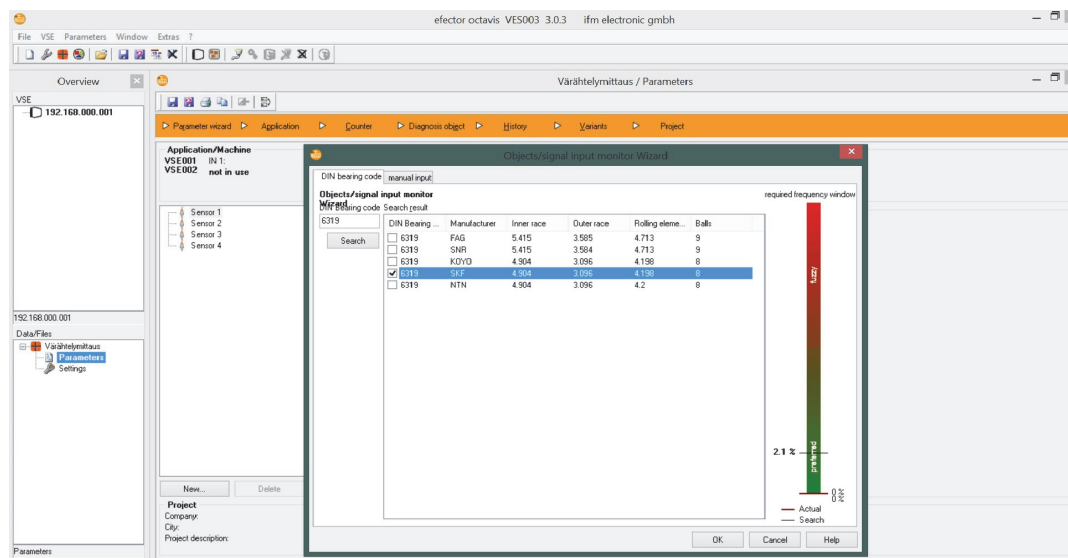


KUVA 9. Värähtelyantureiden kiinnitys

Diagnostiikkayksikkö tarvitsee anturitulojen lisäksi valvottavien moottoreiden nopeustiedon. Nopeustieto saatiin moottoreita ohjaavilta taajuusmuuttajilta ja tuotiin 4 - 20 mA virtaviestinä diagnostiikkayksikköön.

Tarvittavien kytkentöjen jälkeen moottoreista selvitettiin laakerityypit- ja valmistajat sekä moottoreiden maksimipyörimisnopeus, diagnostiikkayksikön lopullista parametointia varten. Järjestelmän ohjelmointi ja monitorointi tapahtuvat diagnostiikkayksikössä olevan ethernet-liitännän kautta. Laite voidaan kytkeä yrityksen käytössä olevaan lähiverkkoon, jossa sille määritellään oma ip-osoite. Vaihtoehtoisesti ohjelmointi voidaan suorittaa kentällä kannettavan tietokoneen ja ristiinkytketyn ethernet-kaapelin avulla, kuten tässä työssä tehtiin.

Ohjelmoinnissa diagnostiikkayksikölle kerrottiin, minkälaisia laakereita se valvoo ja mihin tuloon tulee valvottavien laakerien pyörimisnopeustieto. Ohjelmisto sisältää kattavan laakerikirjaston, josta laakerin tyyppinumeron mukaan löytyy eri valmistajien tiedot kyseiselle laakerille (kuva 10). Koska laakereilla on valmistajakohtaisia eroja, parhaan tarkkuuden saavuttamiseksi tulee selvittää, minkä valmistajan laakerit valvottavaan kohteeseen on asennettu. Mikäli tämä ei ole tiedossa voidaan ohjelmistosta valita useampi valmistaja, mutta tämä aiheuttaa epätarkkuutta värähtelymittaukseen, joten suositeltavaa on valita valmistajan mukaan juuri kyseessä oleva laakerityyppi.



KUVA 10. Laakerityypin valinta

Laakerityypin valinnan jälkeen määritellään valvottavan kohteen normaali värähtelyn taso ja kuinka moninkertaisilla arvoilla normaaliin tasoon nähden laite tekee hälytyksen. Diagnostiikkayksikössä on kaksi hälytyslähtöä, jotka voidaan kytkeä esimerkiksi valvottavaa kohdetta ohjaavaan logiikkaan. Tässä sovelluksessa hälytyslähdöt tullaan kytkemään purunpoistojärjestelmää ohjaaviin logiikoihin myöhemmässä vaiheessa.

Ohjelmoinnin jälkeen järjestelmä on heti käyttövalmis ja laitteistolla pystytään seuraamaan valvottavan kohteen tuottamaa kokonaisvärinää ja pyörievien komponenttien tasapainoa vikaantumisasteen määrittämiseksi.

4.1.6 Kriittisten varaosien määrittely

Purunpoistojärjestelmän kriittisten varaosien määrittelyssä pyydettiin laitetoimittajan suosituksia varaosista, koska järjestelmä on uusi ja takuunalainen. Laitetoimittajan suositusten pohjalta muodostettiin varaosalista, johon kerättiin varaosista tarvittavat tiedot (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Purunpoistojärjestelmän kriittisten varaosien lista

Varaosan kohde	Varaosa	VED-luokka	Valmistaja	Valmistajan tyyppinimi	Toimittaja	Toimittajan tyyppinimi ja osanumero	Hinta alk. 0%	Saatavuus	Toimitusaika	Huomiot ja/tai lisätietoja
SUPERIET FILTER 5.0 ERR PURUNPOISTOSUODATIN	Suodatinpussit (pituus 5180mm)	E	JKF	TYYPINIMI: [REDACTED]	Enerac					Suodatinpussin pituus 5180mm
SUPERIET FILTER 5.0 ERR PURUNPOISTOSUODATIN	Suodatinpussit (pituus 4680mm)	E	JKF	TYYPINIMI: [REDACTED]	Enerac					Suodatinpussin pituus 4680mm
SUPERIET FILTER 5.0 ERR PURUNPOISTOSUODATIN	Suodatinpussin tukikehikko (pituus 5180mm)	D	JKF	TYYPINIMI: [REDACTED]	Enerac					Suodatinpussin pituus 5180mm
SUPERIET FILTER 5.0 ERR PURUNPOISTOSUODATIN	Suodatinpussin tukikehikko (pituus 4680mm)	D	JKF	TYYPINIMI: [REDACTED]	Enerac					Suodatinpussin pituus 4680mm
SUPERIET FILTER 5.0 ERR PURUNPOISTOSUODATIN	Jälkisuodattimen suodatinpussi	E	JKF	TYYPINIMI: [REDACTED]	Enerac					
SUPERIET FILTER 5.0 ERR PURUNPOISTOSUODATIN	Pohjajuurikaivon vaihdemoottori	E	SEW-EURODRIVE	TYYPINIMI: [REDACTED]	Enerac					
SUPERIET FILTER 5.0 ERR PURUNPOISTOSUODATIN	Palopellin sulake	D		TYYPINIMI: [REDACTED]	Enerac					
SUPERIET FILTER 5.0 ERR PURUNPOISTOSUODATIN	Sulkusyöttimen vaihdemoottori	E	SEW-EURODRIVE	TYYPINIMI: [REDACTED]	Enerac					

Varaosalistaan sisällytettiin paikat seuraaville tiedoille:

- Varaosan kohde
- Varaosa
- VED-luokka
- Valmistaja, tyyppinimi, osanumero
- Toimittaja, tyyppinimi, osanumero
- Hinta
- Saatavuus
- Toimitusaika

Kaikkia kriittiseksi määriteltyjä varaosia ei ole tarkoitus pitää yrityksen omassa varastossa eikä se olisi mahdollistakaan, vaan listan avulla nopeutetaan tarvittavien varaosien tilausprosessia. Yritys voi myös neuvotella toimittajan kanssa voiko toimittaja mahdollisesti pitää osan varaosista omassa varastossaan, jolloin osa saataisiin tarvittaessa nopeallakin aikataululla.

5 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli kehittää kunnossapidon toimintaa ehkäisevän kunnossapidon mallin mukaisesti yrityksen uusitun purunpoistojärjestelmän osalta. Työhön sisältyi purunpoistolaitteiston laiterekisterin luominen ja ennakkohuoltosuunnitelman teko sekä näiden ajaminen kunnossapidon uuteen tietojärjestelmään. Lisäksi purunpoistojärjestelmälle toteutettiin jatkuvan kunnonvalvonnan sovellus värähtelymittauksen avulla ja laitteistolle määriteltiin kriittisten varaosien lista.

Laiterekisterin ja ennakkohuoltosuunnitelmien avulla laitteiston kunnon ylläpidon taso ja jatkuvan toiminnan varmistaminen parantuvat ja kustannusten seuranta ja töiden kohdistaminen helpottuvat. Kunnossapidon kustannusrakenne muuttuu korjaavan kunnossapidon kulujen siirtyessä ehkäisevän kunnossapidon kuluiksi, mutta pitkällä tähtäimellä tulisi kunnossapidon kokonaiskustannustason laskea.

Kunnossapidon uutta tietojärjestelmää ei ole saatu vielä käyttöönotettua, sillä neuvottelut tietojärjestelmän yksityiskohdista ovat Iskun ja ISS:n välillä yhä kesken. Laiterekisteri ja ennakkohuoltosuunnitelmat ovat kuitenkin saatu ajettua järjestelmään ja ne ovat siellä valmiina odottamassa tietojärjestelmän käyttöönottoa.

Purunpoistojärjestelmälle toteutettu värähtelymittaus antaa jatkuvaa dataa purunpoistojärjestelmän kriittisten oikosulkumoottorien kunnon tasosta. Värähtelymittauksen avulla voidaan moottoreiden kunnon muutoksiin puuttua välittömästi ja suunnitella korjaavat toimet etukäteen.

Kriittisten varaosien listan avulla pystytään vastaamaan nopeammin tuleviin varaosatarpeisiin ja lyhentämään varaosien puutteesta johtuvaa seisakkaikaa.

Opinnäytetyön tavoitteet tulivat suoritetuiksi ja työn tuloksena saatiin pohja ehkäisevän kunnossapidon toteutukselle, joka toimii lähtöalustana tuotantolaitoksen kunnossapidon kehittämisessä. Kunnossapidon

ehkäisevän mallin myötä tulisi nähdä positiivisia vaikutuksia purunpoistojärjestelmän hallinnassa ja takaisintuottokyvyssä.

LÄHTEET

ABB:n TTT-käsikirja. 2000. TTT-käsikirja 2000-7, Kunnonvalvonta ja huolto

Hankintahetki. 2010. Varaosien varastonhallinta. HUB logistics Oy:n asiakaslehti 1/2010

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP-media Oy

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

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

Tuominen, K. 2010. Tehoa ja laatua kunnossapidon kehittämiseen. Jyväskylä: WS Bookwell Oy

Vekara, K. 2003. Kunnossapidon hallinnan ohjelmistot Suomen markkinoilla. Tampere: Kunnossapitoyhdistys ry.

IFM. 2017. VSE Datasheet [viitattu 20.3.2017]. Saatavissa: <http://www.ifm.com/products/uk/ds/VSE100.htm>

Isku-Yhtymä Oy. 2017a. ISKU [viitattu 17.2.2017]. Saatavissa: <https://www.sttinfo.fi/uutishuone?publisherId=3756>

Isku-Yhtymä Oy. 2016. Isku nimettiin vuoden päähankkijaksi [viitattu 7.2.2017]. Saatavissa: <http://www.isku.com/2016/09/isku-yhtyma-nimettiin-vuoden-paahankkijaksi-2016/>

Isku-Yhtymä Oy. 2017b. Kuvapankki [viitattu 6.4.2017]. Ei saatavissa.

Isku-Yhtymä Oy. 2017. Sertifikaatit [viitattu 7.2.2017]. Saatavissa: <http://www.isku.com/tietoa-meista/sertifikaatit/>

ISS Palvelut Oy. 2017c. ISS lyhyesti [viitattu 14.3.2017]. Saatavissa:
<http://www.issyritysvastuuraportti.fi/vastuullinen-kumppani.html>

ISS Palvelut Oy. 2017a. ISS Palveluiden esittely [viitattu 26.1.2017].
Saatavissa: <http://www.fi.issworld.com/iss-palvelut-yrityksena-about/iss-palveluiden-esittely>

ISS Palvelut Oy. 2016. Organisaatio [viitattu 14.3.2017]. Saatavissa:
<http://www.issyritysvastuuraportti.fi/vastuullinen-kumppani.html>

ISS Palvelut Oy. 2017b. Tukipalvelut [viitattu 29.1.2017]. Saatavissa:
<https://www.fi.issworld.com/palvelumme-service/tukipalvelut>

PSK Standardisointi. 2017. PSK lyhyesti [viitattu 17.2.2017]. Saatavissa:
http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/PSK_lyhyesti.htm

PSK Standardisointi. 2015. PSKkalvot. Powerpoint.

SFS. 2017a. Mikä SFS on? [viitattu 12.2.2017]. Saatavissa:
http://www.sfs.fi/sfs_ry

SFS. 2017b. SFS, EN, ISO? [viitattu 12.2.2017]. Saatavissa:
http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/sfs_en_iso

Eklund, D. 2017. Ifm kunnonvalvontalaitteistojen esittely. 16.11.2016

LIITTEET

Kaikki liitteet ovat määrätty salaisiksi.