



SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TUOTANTO- JA TESTAUSLAITTEISTON KUNNOSSAPIDON SUUNNITTELU

FINJECTOR.COM / MKS Autobusiness Oy

Tekijä: Ville Ahtiainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Ville Ahtiainen			
Työn nimi Tuotanto- ja testauslaitteiston kunnossapidon suunnittelu			
Päiväys	15.5.2019	Sivumäärä/Liitteet	33 + 13
Ohjaajat Tuntiopettaja Sami Ipatti, Lehtori Pertti Varis, Autoteknikko Marko Suurnäkki, tj. MKS Autobusiness Oy			
Toimeksiantaja Finjector.com / MKS Autobusiness Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä opinnäytetyö laadittiin Helsinkiläiselle MKS Autobusiness Oy:lle ja opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia yrityksen käytössä olevalle modifioitujen polttoainesuutinten tuotanto- ja testauslaitteistolle strategisesti kannattavat ja samalla mahdollisimman kattavat kunnossapito-ohjeet. Lisäksi tavoitteena oli saada muutettua yrityksen kunnossapitoon liittyvää kulttuuria kuntoon perustuvasta enemmän ennakkoivaan ja ennaltaehkäisevämpään suuntaan.</p> <p>MKS Autobusiness Oy:n laitteistolle laadittiin laitetyyppikohtaiset kunnossapitosuunnitelmat käyttämällä MS Excel –ohjelmaa. Lopulliset laitekohtaiset kunnossapitostrategiavalinnat integroitiin laitekohtaisiin kunnossapito-ohjetaulukoihin, joissa käyvät ilmi kunnossapitotoimet eri vikaantumistilanteissa, eri kunnossapitolajien mukaiset kunnossapitotoimet ja niiden prioriteetit ja toteuttamisfrekvenssit, sekä eri toimien raportointitarve ja raportoitavien asioiden sisältö.</p> <p>Kunnossapitosuunnitelmia tukemaan laadittiin myös laitetyyppikohtaisesti laaditut vikahistoriaraporttitaulukot, joita kunnossapitoa suorittava henkilöstö täydentää kunnossapitotoimia suorittaessaan. Näiden taulukoiden avulla pystytään laskemaan yrityksen tarkat kunnossapitokustannukset tapahtuma- ja laitekohtaisesti. Yhdessä nämä taulukot muodostavat kunnossapidon toteuttamisen kannalta oleellisen työkalun.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena MKS Autobusiness Oy sai hyödynnettäväkseen työkalun, joka ohjeistaa kunnossapitohenkilöstöä toimimaan oikeaoppisesti eri vikatilanteissa, suorittamaan oikeanlaista kunnossapitoa ja ehkäisemään vikaantumisten syntymistä, Lisäksi kyseinen työkalu tarjoaa mahdollisuuden laskea helposti yrityksen kunnossapitokustannukset esimerkiksi vuositasolla.</p> <p>Tämä opinnäytetyö esittelee toteutuksen kannalta oleellisen teorian sekä käytännön toteutuksen. Opinnäytetyön lopussa on kirjoittajan pohdintaa mahdollisista tulevaisuuden kehityskohteista liittyen tuloksena syntyneisiin kunnossapito-ohjeisiin ja vikahistoriaraportointipohjiin.</p>			
<p>Avainsanat</p> <p>Kunnossapito, kunnossapidon suunnittelu, kunnossapito-ohjeet, kunnossapitostrategia, NC-sorvi, suutintesteripenkki, vikahistoriaraportti, 5S, MS Excel.</p>			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Ville Ahtiainen			
Title of Thesis Maintenance planning for production and testing machinery			
Date	15.5.2019	Pages/Appendices	33 + 13
Supervisors Mr Sami Ipatti, teacher; Mr Pertti Varis, Senior Lecturer; Mr Marko Suurnäkki, Automotive Technician, CEO / MKS Autobusiness Oy			
Client Organisation Finjector.com / MKS Autobusiness Oy			
<p>Abstract</p> <p>This final project was conducted for a company called MKS Autobusiness which is based in Helsinki. The aim of this final project was to create a strategically valid and comprehensive maintenance plan for the company's manufacturing and testing machinery, both of which are used in their production of modified automotive fuel injectors. Another main goal was to convert the maintenance culture of the company from repairing maintenance towards proactive and upholding maintenance.</p> <p>The maintenance plans for the machinery of MKS Autobusiness were made individually for all machine types by using the Ms Excel software. The final maintenance strategy choices were integrated into the created maintenance guideline tables, which indicate the proper maintenance measures for all maintenance required scenarios, the measures based on maintenance categories and also their necessity and contents of reporting and the frequency of the maintenance measures in question.</p> <p>The fault history report tables were also created to support the maintenance plans and they were designed to be filled in by the personnel conducting the maintenance for the company. These tables allow the calculation for exact maintenance costs for the company and their machinery on a total level or individual level. Together with the maintenance guideline tables these tables form an effective tool for conducting the company's maintenance.</p> <p>As a result, MKS Autobusiness acquired a utilizable tool which guides in taking the proper action and procedure in different fault and error situations, to conduct the correct type of maintenance and to prevent faults and defects. In addition, the tool in question offers the possibility to calculate easily the maintenance cost on an annual level for example.</p> <p>This thesis showcases the essential theory and the conducting of this final project. The conclusion, analysis of the results and the plans and suggestions for improvements related to the fault history report tables and the maintenance guideline tables are found at the end of this thesis.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Maintenance, maintenance planning, maintenance instructions, maintenance strategy, NC-lathe, fuel injector testing bench, defect history report, 5S, MS Excel.</p>			

ESIPUHE

Ensimmäiseksi haluan kiittää MKS Autobusiness Oy:n Marko Suurnäkkiä mahdollisuudesta suorittaa opintojeni työharjoittelut sekä erikoistumisprojektit kyseiselle yritykselle ja mahdollisuudesta työskennellä yritykselle valmistumiseni jälkeen. Lisäksi olen kiitollinen aiheesta ja toteutusmahdollisuudesta tälle opinnäytetyölle sekä tuesta sen toteutuksessa.

Toiseksi haluan kiittää koko Savonia-ammattikorkeakoulun opetusryhmää saamastani opetuksesta, Sami Ipattia tämän opinnäytetyön ohjauksesta sekä erityismaininnalla Tatu Westerholmia laadukkaasta opinto-ohjauksesta sekä tsemppaamisesta opintojen viimeistelyssä.

Viimeisenä ja tärkeimpänä haluan kiittää avopuolisoani Jonnaa väsymättömästä tuesta, avusta ja uskosta koko opintojeni ja erityisesti tämän opinnäytetyön suorittamisen aikana.

Vantaalla 17.5.2019

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	OPINNÄYTETYÖN POHJANA TOIMINEET PROJEKTIT	8
2.1	Erikoistumisprojekti 1	8
2.2	Erikoistumisprojekti 2	8
3	KUNNOSSAPITO YLEISESTI	9
3.1	Kunnossapidon määritelmä ja standardit	9
3.2	Kunnossapidon tavoitteet	10
3.3	Kunnossapidettavuus	10
3.3.1	Luoksepäästävyys	11
3.3.2	Huollettavuus	11
3.3.3	Vaihdettavuus	11
3.3.4	Testattavuus	11
3.3.5	Vian paikannettavuus	12
3.4	Kunnossapitovarmuus	12
3.4.1	Hallinto ja ohjaus	12
3.4.2	Yhteistyö ja rutiinit	12
3.4.3	Dokumentaatio	13
3.4.4	Kunnossapitovälineet	13
3.4.5	Varaosat ja materiaalit	13
3.4.6	Kunnossapidon tekijät	13
3.5	Kunnossapidon tunnusluvut	14
3.5.1	Tuotantojärjestelmän tehokkuus	14
3.5.2	Tuotannon luotettavuus	15
3.5.3	Kunnossapidon kustannukset	16
3.6	Kunnossapidon lajit yleisesti	17
3.7	Ehkäisevä kunnossapito	18
3.7.1	Kuntoon perustuva kunnossapito	18
3.7.2	Jaksotettu ehkäisevä kunnossapito	18
3.8	Korjaava kunnossapito	19
3.8.1	Parantava kunnossapito	19

3.8.2	Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen.....	19
4	KUNNOSSAPITOSTRATEGIAT	21
4.1	Kunnossapitostrategian valinta.....	21
4.2	Laatujohdannaiset strategiat.....	21
4.3	Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito	22
4.3.1	5S-menetelmä	22
4.3.2	Huippukuntovaihe – TPM-ohjelman tavoite	23
4.4	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito.....	23
4.4.1	Asset Management.....	24
4.5	Kuntoon perustuvan kunnossapidon huomiointi kunnossapitostrategiasuunnittelussa	24
5	YRITYKSEN JA LAITTEISTON ESITTELY	25
5.1	MKS Autobusiness Oy.....	25
5.2	Polttoainesuutinten modifiointi- ja testausprosessit yleisesti.....	25
5.3	Tuotannossa ja testauksessa käytettävä laitteisto	26
5.3.1	Bernardo Proficenter 700 TOP.....	26
5.3.2	ASNU Classic GDI – suutintesteripenkit.....	27
5.3.3	Parkside – hiomakone	29
6	KUNNOSSAPIDON SUUNNITTELU YRITYKSEN LAITTEISTOLLE.....	30
6.1	Tuotannossa ja testauksessa käytettävän laitteiston kunnossapitostrategia.....	30
6.2	Laitteille laaditut kunnossapito-ohjetaulukot	30
6.3	Laitteille laaditut vikahistoriaraporttitaulukot	31
7	LAADITTUJEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMIEN KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET	32
7.1	Kunnossapito-ohjetaulukkojen kehittäminen	32
7.2	Vikahistoriaraporttitaulukkojen kehittäminen.....	32
8	YHTEENVETO.....	33
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	34
	LIITE 1 KUNNOSSAPITO-OHJETAULUKKO, SORVIJYRSIN.....	35
	LIITE 2 KUNNOSSAPITO-OHJETAULUKKO, ASNU-TESTERIT.....	39
	LIITE 3 KUNNOSSAPITO-OHJETAULUKKO, HIOMAKONE	42
	LIITE 4 VIKAHISTORIRAPORTTITÄULUKKO, SORVIJYRSIN	44
	LIITE 5 VIKAHISTORIRAPORTTITÄULUKKO, ASNU-TESTERIT	45
	LIITE 6 VIKAHISTORIRAPORTTITÄULUKKO, HIOMAKONE.....	46

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyö on tehty toimeksiantajana toimivalle yritykselle MKS Autobusiness Oy, viralliselta toiminimeltään Finjector.com. Yritys on erikoistunut kilpa- ja viritysautojen globaaliin varaosamyyntiin ja on maailman johtavia modifioitujen polttoainesuutinten toimittajia. Yritys testaa ja sarjoittaa modifioimansa polttoainesuuttimet itse.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia kokonaisvaltainen ja mahdollisimman kattava kunnossapitosuunnitelma MKS Autobusiness Oy:n suutintuotannon molempien osa-alueiden laitteistoille. Tällainen kunnossapitosuunnitelma puuttui yrityksen tämän hetkisestä toiminnasta. Tavoitteina oli, että laadittuja suunnitelmia noudattamalla yrityksen käytössä olevan tuotanto- ja teslauslaitteiston käyttövarmuus kasvaa, vikaantumisherkyys minimoidaan, laitteita käyttävän henkilökunnan kunnossapito-osaaminen ja – valmius kasvaa ja laitteiston käyttöaste olisi korkeampi. Lisäksi tavoitteena oli, että kunnossapitokulttuuria pystyttäisiin muuttamaan nykyisestä: Tähän asti laitteiston kunnossapito on ollut täysin kuntoon perustuvaa. Lisäksi pääasiallisena tavoitteena oli, että tämän opinnäytetyön avulla yrityksen henkilökunnalle syntyy laajempi kuva kunnossapidon tärkeydestä, merkityksestä sekä suorista ja epäsuorista vaikutuksista kaikkiin yrityksen tuotannon ja testauksen osa-alueisiin. Opinnäytetyön teoriaosuus on kirjoitettu siten, että osa teoriaa tukee käytännön empiiristä toteutusta ja loput teoriasta tuovat esille kunnossapidon merkitystä yrityksen näkökulmasta.

Tämä työ liittyy olennaisesti tämän opinnäytetyön kirjoittajan kone- ja tuotantotekniikan opintojen aikana suoritettuihin projektiluontoisiin opintojaksoihin, Erikoistumisprojekteihin 1 ja 2, joiden tulosten perusteella asettajan toimeksiantona syntyi aihe tälle opinnäytetyölle.

Opinnäytetyön alussa kerrotaan tämän opinnäytetyön taustatekijöinä vaikuttaneista erikoistumisprojekteista, sekä käydään läpi kunnossapidon teoriaa, tunnuslukuja, merkitystä sekä suunnittelun perusteita. Tämän jälkeen esitellään yritys ja sen toiminta, sekä laitteisto jolle kunnossapitosuunnitelmat laaditaan. Tämän jälkeen esitellään yrityksen laitteistolle laaditut kunnossapitosuunnitelmat ja niiden potentiaaliset kehittämismahdollisuudet.

2 OPINNÄYTETYÖN POHJANA TOIMINEET PROJEKTIT

Tässä opinnäytetyön luvussa käydään läpi opinnäytetyötä edeltäneiden projektien sisältö ja tulokset sekä niiden liitynnät tähän opinnäytetyöhön. Erikoistumisprojektit 1 ja 2 ovat osa Ville Ahtiaisen suorittamia Savonia-ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan opintoja. Kyseiset erikoistumisprojektit ovat projektiluontoisesti suoritettavia opintojaksoja. Molemmat projektit toteutettiin MKS Autobusiness Oy:lle ja Ville Ahtiainen toimi molemmissa projekteissa projektipäällikkönä.

2.1 Erikoistumisprojekti 1

Erikoistumisprojekti 1 suoritettiin syksyn 2018 aikana. Projektin tarkoituksena oli tutkia sekä yrityksen tuotantoprosessia että sen laadunvalvontaa, laatia lista mahdollisista kehityskohteista molemmille osa-alueille sekä laatia suunnitelma kehitystoimien käyttöönotosta. (Ahtiainen, 2018)

Projektin tuloksena tehtiin muutamia muutoksia tuotanto- ja testausolosuhteiden layout-rakenteisiin, organisoitiin työtiloja uudelleen sekä parannettiin tuotantoon liittyvää tiedotusta, jotta työskentely olisi hieman organisoidumpaa ja tehokkaampaa. Laadunvalvontaan liittyvän tutkimuksen tuloksena päätettiin kehittää polttoainesuuttimien testaukseen tarkoitettua laitteistoa tarkemmiksi sekä polttoainesuuttimiin liittyvää teknistä raportointia hieman monipuolisemmaksi. Tärkeimpänä lopputuloksena päätettiin yhdessä asettajan kanssa, että yritys tarvitsee uutta ja monipuolisempaa tuotantolaitteistoa. Tästä syntyi pohja seuraavalle projektille, nimeltään erikoistumisprojekti 2. Laitteiston kehittävät muokkaukset suunniteltiin toteutettavaksi aikataulun sallimissa puitteissa määrittelemättömänä ajankohtana vuoden 2019 aikana. (Ahtiainen, 2018)

2.2 Erikoistumisprojekti 2

Erikoistumisprojekti 2 suoritettiin alkukevästä 2019. Projektin pohjana toimivat erikoistumisprojekti 1:den tulokset. Projektin tarkoituksena oli suorittaa hankintatoimet yhdelle yrityksen käyttötarkoituksiin sopivalle NC-ohjatulle sorvijyrsin – yhdistelmälaitteelle. Projektin organisaatorakenne oli sama kuin edellisen projektin toteutuksessa. Projektin tuloksena yritys sai käyttöönsä NC-ohjatun Bernardo Proficenter 700 TOP- sorvijyrsinlaitteen, jonka avulla yritys pystyi tehostamaan projektin suorituksen aikasta tuotantoon sekä tarvittaessa laajentamaan tuotevalikoimaansa ja tarjoamaan lisäpalveluja, kuten pienimuotoisia koneistustöitä. Laitteisto hankittiin kotimaiselta toimittajalta saatujen tarjousten perusteella. (Ahtiainen, 2019)

Laitteen käyttöönoton ja projektin päättämisen yhteydessä todettiin, että yritykseltä puuttuu kokonaisvaltainen ja selkeä kunnossapitosuunnitelma. Kyseisestä havainnosta syntyi aihe tälle opinnäytetyölle.

3 KUNNOSSAPITO YLEISESTI

Tämä opinnäytetyön pääluku käsittelee kunnossapitoa konepajateollisuudessa yleisesti, sen peruskäsitteitä, merkitystä sekä teoriaa. Kuitenkin pyritään esittämään tämän opinnäytetyön toteutuksen kannalta sekä yrityksen tarpeiden kannalta oleellimmat kunnossapitoon liittyvät asiat. Samalla esitetään peruseriaatteita kunnossapidon suunnittelusta. MKS Autobusiness Oy:n käytössä olevalle laitteistolle laaditut kunnossapitosuunnitelmat käsitellään laitekohtaisesti omana päälukunaan ja alalukuinaaan yritys- ja laite-esittelyjä käsittelevän luvun jälkeen.

3.1 Kunnossapidon määritelmä ja standardit

Kun puhutaan tuotantolaitosten tai yritysten toteutuneesta tuotannosta, voidaan siihen kokonaisvaltaisesti vaikuttaviksi osatekijöiksi niin ikään määritellä tekninen suorituskyky, käyttövarmuus ja käytön tehokkuus. Voidaan myös todeta, että kunnossapito vaikuttaa oleellisesti kaikkiin näihin osa-alueisiin. (Vuoti 2018, 3)

Kunnossapito on erittäin laaja käsite ja sen sisältö saattaa hieman vaihdella teollisuudessa ja yritys-toiminnassa yritys- ja toimialakohtaisten eroavaisuuksien vuoksi. Eurooppalainen standardi SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavalla tavalla: ”Kunnossapito on käsite, joka pitää sisällään kaikki koneen tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden pääasiallisena tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen tai laitteiston toimintakyky sellaiseksi, että haluttu toiminto pystytään suorittamaan” (Järviö ym. 2017, 17).

Eurooppalaista standardointia tukemaan on suomessa otettu rinnakkaiseksi käyttöön PSK-standardointi. Suomalainen PSK 602 -standardi määrittelee puolestaan kunnossapidon seuraavalla tavalla: ”Kunnossapito on niiden kaikkien teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden pääasiallisena tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se sellaiseen tilaan, jossa se kykenee suorittamaan halutun toiminnon sen koko elinjakson aikana” (Vuoti 2018, 5).

Niin ikään suomalainen PSK 6201 – standardi määrittelee kunnossapidon määritelmän tarkennukseksi kunnossapidon osiksi seuraavat käsitteet: Käyttö, käynnissäpito, logistiikka, parannus ja muutos. (Järviö ym. 2017, 18)

Kunnossapidon yleisesti käsitteenä määrittelevät standardit eivät huomioi tai ota kantaa esimerkiksi turvallisuuteen, joka on kunnossapitoa ajatellen tärkeä aspekti. Yritysten kunnossapitostrategiaa laatiessa tulee myös huomioida yleinen turvallisuus sekä toimintaa koskevat maa- ja aluekohtaiset viralliset turvallisuus-, ympäristö- sekä muut pakolliset vaatimukset. Tästä käytetään yleiskäsitettä kunnossapidon suorituskyky. Vuoti 2018, 3)

Kunnossapidon suorituskyky ja kunnossapito määritellään yleisstandardin mukaista määritystä laajemmin eurooppalaisen standardin SFS-EN 15341 mukaan seuraavalla tavalla: ”Kunnossapidon suo-

rituskyky on tulos sellaisten resurssien aktiivisesta käytöstä, joilla ylläpidetään tai palautetaan kohteen toimintakyky sellaiseksi, että se pystyy suorittamaan halutun toiminnon. Siitä voidaan myös käyttää ilmaisua saavutettu tai todotettu tulos. Kunnossapidon suorituskyky riippuu sekä ulkoisista että sisäisistä tekijöistä, kuten sijainnista, kulttuurista, toiminta- ja palveluprosesseista, koosta, käytöstä ja iästä. Kunnossapidon suorituskyky saavutetaan käyttämällä korjaavaa, ehkäisevää ja parantavaa kunnossapitoa, jotka yhdistävät eri tavoin työtä, informaatiota, materiaaleja, organisaation metodeja, työkaluja ja työtekotekniikoita” (Järviö ym. 2017, 17).

3.2 Kunnossapidon tavoitteet

Kunnossapidolla pyritään parantamaan tuotantolaitteiston käyttöastetta ja toimintavarmuutta, turvallisuutta, sekä parantamaan kustannustehokkuutta. SFS-EN 15341 – standardin mukaisesti tuotantoa kokonaisvaltaisen tuotantosysteemien sekä tuotantolinjojen tasolla tarkastellessa voidaan kunnossapidon yleisiksi tavoitteiksi ottaa kunnossapidon suorituskyky- käsitteen mukaisesti erilaisia tekijöitä. Näitä tavoitteita voivat olla käytettävyyden parantaminen, kunnossapidon kustannustehokkuuden parantaminen, alihankintojen hallinta, kunnossapidon varastojen kustannustehokkaampi johtaminen sekä turvallisuuden ja toimintaympäristön kehittäminen. Saman standardin kautta tutkittaessa tuotantolinjastoa laitetasolla, voidaan määrittää, että kunnossapidon avulla pyritään parantamaan laitekohtaisia kustannuksia, laitteiden luotettavuutta sekä kunnossapidettävyyttä ja kunnossapitovarmuutta. (Järviö ym. 2017, 17)

Kunnossapidolla on suora vaikutus tuotantolaitteiston tai sen osien käyttövarmuuteen ja sitä kautta tuotannon tulokseen. Tuotannon kokonaistehokkuuden parantaminen onkin ehkä keskeisin kunnossapidon tavoite käyttövarmuuden parantamisen ohella. Tuotannon kokonaistehokkuus on määritetty PSK 7501 –standardissa tärkeimmäksi kunnossapidon ulkoiseksi tavoitemuuttajaksi. Tästä käytetään lyhennettä KNL, jonka mukaan kokonaistehokkuus määräytyy kolmen osatekijän eli käytettävyyden (K), toiminta-asteen (N) ja laatukertoimen (L) tulona. K-kerroin ilmaisee työajan laskennallisen tehokkuuden, N-kerroin tuotantotoiminnan tehokkuuden tuotantomäärinä ja L-kerroin valmistettujen tuotteiden kelpoisuusosuuden. (Järviö ym. 2017, 59)

Kun tutkitaan yrityksen toteutunutta tuotantoa, voidaan todeta siihen vaikuttaneita päätekijöitä olevan tekninen suorituskyky, käyttövarmuus sekä käytön tehokkuus. Näistä kaikkiin voidaan vaikuttaa oleellisesti onnistuneella kunnossapitostrategialla ja sen toteutuksella. Laitteistoa käyttävän henkilöstön on helpompi käyttää laitteita niiden ollessa turvallisesti tarkistettuja sekä täydessä toimintakunnossa. Näistä tekijöistä käyttövarmuuden voidaan katsoa olevan kunnossapidollisen kehittämisen kannalta oleellisin tekijä. Käyttövarmuuden osa-alueita ovat toimintavarmuus, kunnossapidettävyyttä sekä kunnossapitovarmuus. (Järviö ym. 2017, 3)

3.3 Kunnossapidettävyyys

Kunnossapidettävyyys kuvaa hyvin sitä, kuinka hyvin laitteiston huoltaminen ja korjaaminen on otettu huomioon strategian suunnitteluvaiheessa. Käsitteinä kunnossapidettävyyys sekä toimintavarmuus

ovat lähellä toisiaan ja siksi joskus vaikeita erottaa toisistaan. Kunnossapidettävyyys on määritetty suomalaisessa PSK 6201 – standardissa seuraavalla tavalla: ”Kunnossapidettävyydellä tarkoitetaan kohteen tai sen osa-alueen kykyä olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon määritellyissä käyttöolosuhteissa olettaen, että kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja menetelmiä ja resursseja” (Vuoti 2018, 10)

Kunnossapidettävyyteen liitettävät vaikuttavia tekijöitä ovat laitteiston tai laitteen konstruktio sekä tuotantoprosessin layout. PSK 6201 – standardin mukaisesti Kunnossapidettävyyden osatekijät voidaan jakaa viiteen pääasialliseen kategoriaan: Luoksepäästävyys, huollettavuus, vaihdettavuus, testattavuus sekä vian paikannettavuus. (Vuoti 2018, 9)

3.3.1 Luoksepäästävyys

Luoksepäästävyydellä tarkoitetaan kohteeseen suunniteltua ominaisuutta, jolla kuvataan sitä kuinka helppoa laitetta tai laitteistoa on lähestyä ja päästä kohteen luokse suorittamaan kunnossapidollisia tehtäviä. Luoksepäästävyymittauksessa käytettäviä ja siihen vaikuttavia tekijöitä ovat sijainti, kuljetusväylät, nostomahdollisuudet ja rakenteet sekä tuotantosolun layout. Etenkin layoutsuunnittelussa tulisi ottaa huomioon luoksepäästävyymittauksen lisäksi turvallisuusvaatimusten täyttäminen, kuten sammutuskaluston ja turvakytkimien luoksepäästävyys erityisesti ahtaissa tiloissa. (Järviö ym. 2017, 59.)

3.3.2 Huollettavuus

Huollettavuudella tarkoitetaan suunniteltua ominaisuutta, jonka avulla kuvataan huoltotoimenpiteiden suorittamisen ja toteuttamisen helppoutta. Tällaisia toimenpiteitä ovat laitteiston pysäytystarve, huollettavien kohteiden ja laitteiden sijainti, rakenteiden ja suojarakenteiden ja –laitteiden mahdollinen poistamisen tarve ennen huoltoa sekä puhtaana pidettävyyden helppous. Tähän ominaisuuteen voidaan laskea myös materiaaliset tekijät kuten varaosien valikoiman suuruus sekä saatavuus. Myös turvallisuusaspekti on syytä huomioida huollettavuuskäsitettä tarkastellessa – tähän liittyen tulee ottaa huomioon kohteelle suoritettavien huoltotoimenpiteiden turvallisuus ja niiden ajallinen kesto. (Järviö ym. 2017, 60)

3.3.3 Vaihdettavuus

Vaihdettavuudella tarkoitetaan suunniteltua ominaisuutta, jonka avulla määritellään vaihtoyksiköiden ominaisuudet ja rajat suunniteluvaiheessa korjauksen, huollon tai varaosakustannusten optimoimiseksi. Tämän määrittelee vaihtoyksiköiden käytön laajuus. (Järviö ym. 2017, 59)

3.3.4 Testattavuus

Testattavuudella tarkoitetaan suunniteltua ominaisuutta joka mahdollistaa kohteen, laitteen tai laitteiston tilan, kunnon tai toiminnan tarkistamista ja valvomista kohtuullisessa ajassa. Testaukset voidaan suorittaa koneen ollessa joko käynnissä tai pysähdyksissä. Testaustoimenpiteitä ovat esimer-

kiksi öljyjen ja jäähdytinnesteiden näyteotanta ja –analysointi, kunnonvalvonta ja käyntiseuranta sekä värähtelymittaukset käytön aikana. Järviö ym. 2017, 59)

Testattavuuteen liittyy myös oleellisesti käsite itsediagnostiikka. PSK 6201 – standardissa kuvataan itsediagnostiikka kohteeseen sisällytetyllä tai rakennetulla laitteistolla tai ohjelmistolla, joka testaa, analysoi ja mittaa kohteen kuntoa automaattisesti joko jatkuvasti, jaksoittaisesti tai ajoittaisesti. (Vuoti 2018, 9)

3.3.5 Vian paikannettavuus

Vian paikannettavuudella tarkoitetaan vian etsimisen ja paikannuksen mahdollistavaa ominaisuutta. Hyvä vian paikannettavuus helpottaa laitteiston tai kohteen vian suunnitellun tai akuutin korjaamisen ja kohteen toimintakelpoisuuden nopeamman palauttamisen toteutusta. (Järviö ym. 2017, 59)

3.4 Kunnossapitovarmuus

Käsitteenä kunnossapitovarmuus on myös melko laaja. PSK 6201 – standardissa kunnossapitovarmuus määritellään seuraavalla tavalla: ”Kunnossapitovarmuus kuvaa kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa vaaditut tehtävät tehokkaasti määrätyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä tai ajanjaksona” (Vuoti 2018, 10).

Kunnossapitovarmuus kuvaa yrityksen kunnossapito-organisaation kykyä järjestää tarvittaessa huolto- ja korjausvälineet sekä tarvittavan henkilöstön laitteiston huoltoa tai korjausta varten oikeana ajankohtana. Kunnossapitovarmuuteen vaikuttavia osatekijöitä ovat hallinto ja ohjaus, yhteistyö ja rutiinit, dokumentaatio, kunnossapitovälineet, varaosat ja materiaalit sekä kunnossapidon tekijät. (Vuoti 2018, 10)

3.4.1 Hallinto ja ohjaus

Hallinnon ja ohjauksen osatekijöiden ryhmä muodostuu yleisellä tasolla organisaatorakenteesta ja sen avainhenkilöistä, kunnossapidon ohjausjärjestelmistä ja kunnossapidon mittareista sekä tietojärjestelmistä. Kunnossapidon käyttövarmuuden mittareita ovat sekä PSK 6201 – standardin mukaiset kunnossapidon toiminta-, vikaantumis- ja korjausaikoja käsittelevät aikakäsitteet että SFS-EN 13306 mukaiset laitteistojen tilakäsitteet, jotka kattavat mm. toiminta-, vikaantumis-, standby- ja joutokäyntitilat kunnossapito- ja huoltotilojen lisäksi. (Vuoti 2018, 10, 12–16)

3.4.2 Yhteistyö ja rutiinit

Yhteistyö- ja rutiinit – osatekijäryhmä muodostuu yhteistyöstä koneiden ja laitteiden sekä laitteistokokonaisuuksien käyttäjä- ja kunnossapitohenkilöstön välillä jos oletetaan niiden olevan erillisiä kokonaisuuksia, sekä yhteistyöstä yrityksen ja toimittajien välillä sekä korrektista toimittajien valinnan toteutuksesta. (Vuoti 2018, 10)

Kunnossapitovarmuutta nostaa omalta osaltaan huomattavan paljon se, jos laitteita käyttävät työntekijät huomaavat työskennellessään mahdollisia vikaantumisherkkyyksiä tai mahdollisia kehityskohteita laitteissa ja heidän toimintamalliinsa kuuluu, että kyseisistä asioista raportoidaan mahdollisimman kattavasti kunnossapidosta vastaavalle henkilöstölle. Näin kunnossapidosta vastaava henkilöstö osaa keskittää fokuksensa oikeisiin aspekteihin kunnossapitovarmuuden ja toimintavarmuuden parantamiseksi ja näin parantaa yrityksen tuotantolaitteiston käyttöastetta.

3.4.3 Dokumentaatio

Dokumentaation osatekijäryhmä muodostuu laitteiden, laitteistokokonaisuuksien ja erilaisten tuotannollisesti oleellisten kokoonpanojen osapiirrustusten, osaluetteloiden sekä huolto- että rakennusohjeiden huolellisesta säilytyksestä sekä hallinnonnista. Tämän lisäksi osa-alueeseen kuuluu varmistaa, että kyseisten dokumenttien ylläpito tapahtuu suunnitelmallisesti ja organisoidusti niiden helpon saatavuuden varmistamiseksi. (Vuoti 2018, 10)

Lisäksi oleellisena asiana dokumentaatioon liittyen tulee huomioida, että laitteiden ja laitteistojen vikahistorian selvittäminen on oleellinen osa kunnossapidon suunnittelua ja toteutusta. Hyvin laaditulla vikahistoriaraportoinnilla on suuri merkitys kunnossapitostrategiaa suunnitellessa ja toteutettaessa ja sen avulla voidaan helpommin ennakoida tulevia tuotantoseisauksia. Vikaraporttien huolellinen laattaminen, hallinnointi ja säilytys on tärkeää kunnossapitovarmuuden parantamisessa (Lapinleimu ym. 1997, 372–373)

3.4.4 Kunnossapitovälineet

Kunnossapitovälineiden osatekijäryhmään voidaan laskea mukaan tuotantolaitteiden ja –kohteiden ominaiset vakio- ja erikoistyökalut sekä kunnossapitokoneet, kunnonvalvonnan välineet sekä diagnostiikan toteuttamiseen tarvittavat välineet ja työkalut. Vuoti 2018, 10)

3.4.5 Varaosat ja materiaalit

Varaosien ja materiaalien osaryhmä on kenties selkosisältöisin kunnossapitovarmuuden osaryhmistä. Tähän sisältyvät koneiden ja laitteiden tai laitteistokokonaisuuksien vara- ja vaihto-osat, muut materiaalit sekä tarvikkeet. Lisäksi oleellista on näiden resurssien korrekti hallinta ja logistinen suunnittelu liittyen näiden materiaalien sijainteihin ja saatavuuteen. Tarvittavien varaosien ja huoltoresurssien oikeanlainen ennakkotilaus ja –varastointi nopeuttaa niiden vaihtamista ja laitteiden huoltamista ja näin ollen parantaa laitteistojen kunnossapitovarmuutta. (Vuoti 2018, 10)

3.4.6 Kunnossapidon tekijät

Viimeinen kunnossapitovarmuuden osa-alue ovat kunnossapidon tekijät. Tämä ryhmä koostuu ennen kaikkea inhimillisistä tekijöistä, joilla on suora vaikutus kunnossapitovarmuuteen ja kunnossapidon toteutuksen toimivuuteen. Tähän osaryhmään kuuluvat kunnossapitoa suorittavan henkilöstön ammattiosaaminen ja sen ylläpito ja kehittäminen, motivaatio sekä moniosaaminen. Lisäksi henkilös-

tölogistiikalla on oma merkityksensä: Kuinka helposti saatavilla kyseinen henkilöstö on suorittamaan kunnossapidollisia toimia. (Vuoti 2018, 10)

Kunnossapitovarmuuden parantamiseksi myös koneiden käyttäjien sekä kunnossapitoa suorittavan henkilöstön välinen yhteistyöhön ja kommunikointiin keskittyvä työskentelykulttuuri ja sen kehittäminen ovat oleellisessa asemassa kunnossapitovarmuuden kehittämisessä ja ylläpidossa. (Järviö ym. 2017, 162)

3.5 Kunnossapidon tunnusluvut

Kunnossapidon tunnusluvut toimivat indikaattoreina, kun halutaan selvittää tuotannolle ja kunnossapidolle asetettujen tavoitteiden saavuttamisen tehokkuus. Nämä tunnusluvut ovat oleellinen työkalu tuotantoa omaaville yrityksille alasta riippumatta. Yleisesti tarkasteltaessa kunnossapidon toimivuutta tunnuslukujen kautta, tarkastellaan sen osa-alueiden tunnuslukuja. Tärkeimmät tunnusluvut on esitetty suomalaisessa PSK 7501 – standardissa, jossa ne on lajiteltu seuraavanlaisiin kategorioihin: kunnossapidon taloudellinen merkitys, kunnossapidon kustannusrakenne, henkilöstö, varaosat, kunnossapidon ympäristövaikutukset sekä kunnossapidon lajit. Kunnossapidon taloudellisen merkityksen ryhmä on ryhmäkäsittelenä melko laaja ja se käsittää tuotantojärjestelmän tehokkuuteen, luotettavuuteen sekä liiketoiminnan luotettavuuteen ja tehokkuuteen liittyvät tunnuslukuryhmät. Standardia käytetään yleisesti teollisuudessa sekä täydentämään SFS-EN 15341 standardin mukaisia kunnossapidon tunnuslukuja. PSK 7501 – standardi ohjeistaa tunnuslukujen laskemiseen sekä antaa suositukset niiden käyttöön liittyen. Standardilla pyritään yhdenmukaisuuteen tunnuslukujen laskennassa ja käytössä. (Vuoti 2018, 17)

3.5.1 Tuotantojärjestelmän tehokkuus

Kun halutaan mitata tuotannon tehokkuutta tai kehittää kunnossapitotoimintoja, voidaan tehokkuutta mittaavia tunnuslukuja tarkastella yhdessä kunnossapidon tunnuslukujen kanssa. Perusajatus on, että suorituskykyä ja tuotantojärjestelmän tehokkuutta voidaan kokonaisuutena parantaa lisäämällä panostusta kunnossapidon osa-alueeseen. On kuitenkin todettava, ettei vaikutus tähän osa-alueeseen ole suora. (Vuoti 2018, 17)

Tunnusluvut, joiden avulla tuotantojärjestelmän tehokkuutta voidaan mitata, ovat käyttöaste, käytettävyys, toiminta-aste, laatukerroin sekä kokonaistehokkuusluku (KNL). Näistä tunnusluvuista oleellisin tuotannon tehokkuuden tarkastelun työkalu on kokonaistehokkuus KNL, jota laskiessa voidaan selkeästi havaita jonkin osa-alueen (laatukerroin, käytettävyys tai toiminta-aste) selkeät puutteet, alhaisuudet tai heikkoudet. Kaikkien näiden tunnuslukujen perusyksikkönä mittaamisessa käytetään prosentteja (%). Tehokkuuden tunnusluvut lasketaan PSK 7501 – standardin mukaisesti seuraavasti:

Käyttöaste:

$$\frac{\text{Käyttöaika}}{\text{Kalenteriaika}}$$

Käytettävyys (K):	$\frac{\text{Käyntiaika}}{\text{Käyntiaika} + \text{Seisokkiaika}}$
Toiminta-aste (N):	$\frac{\text{Tuotanto}}{\text{Nimellistuotantokyky} \times \text{laitteiston käyttöaika}}$
Laatukerroin (L):	$\frac{\text{Tuotanto} - \text{hylätty tuotanto}}{\text{Tuotanto}}$
Kokonaistehokkuus (KNL):	Käytettävyys x Toiminta-aste x Laatukerroin
(Vuoti, 2018, 18)	

3.5.2 Tuotannon luotettavuus

Tuotannon ja tuotantojärjestelmien luotettavuutta kuvaavat tunnusluvut ovat keskimääräinen häiriökorjaus, häiriökorjausosuus, keskimääräinen korjausaika, keskimääräinen vikaväli, keskimääräinen odotusaika, häiriökorjaustyön osuus sekä toiminnan hallittavuus. Keskimääräisellä häiriökorjauksella tarkoitetaan häiriökorjausten ja niiden kulujen sekä häiriöiden lukumäärän välistä suhdetta ja sitä mitataan rahallisesti euroina.

Keskimääräinen häiriökorjaus:	$\frac{\text{Häiriökorjaus}}{\text{Häiriöiden lukumäärä}}$
-------------------------------	------------------------------------------------------------

Häiriökorjausosuudella tarkoitetaan häiriökorjauksiin kuluviin kustannusten suhdetta kunnossapidon kokonaiskustannusten, materiaalien sekä yrityksen ostamien palvelujen kokonaissummaan. Tätä mitataan prosentuaalisesti. Häiriökorjaus osuus lasketaan seuraavasti:

$$\frac{\text{Häiriökorjaus}}{\text{Kunnossapidon kustannukset} + \text{Materiaali} + \text{Ostetut palvelut}}$$

Keskimääräisen vikavälin avulla pystytään mittaamaan ja arvioimaan tuotannon toimintavarmuutta. Tunnusluvun laskemista varten tarvitaan kaksi tekijää: Häiriöiden lukumäärä sekä kokonaisaika. Tässä tapauksessa kokonaisaika sisältää käyntiajan sekä kunnossapidon ja käytön vaatimat seisokit. Kokonaisajan sijaan voidaan myös vaihtoehtoisesti puhua käyttöajasta, koska se tarkoittaa vaaditun tuotannon toteutumiseen tarvittavaa aikaa. Tätä mitataan tunteina.

Keskimääräinen vikaväli:	$\frac{\text{Kokonaisaika}}{\text{Häiriöiden lukumäärä}}$
--------------------------	-----------------------------------------------------------

Keskimääräinen odotusaika mittaa suoraan kunnossapito-organisaation ja henkilöstön reagoitokykyä vikatilanteiden ilmetessä. Toisin sanoen keskimääräinen odotusaika mittaa kunnossapitovarmuutta.

Odotusajan käsitteeseen liittyviin odotustekijöihin voidaan sisällyttää myös korjauksen aikana tapahtuvat odotusajat. Tätä mitataan tunteina.

Keskimääräinen odotusaika:
$$\frac{\text{Odotusajat yhteensä}}{\text{Häiriöiden lukumäärä}}$$

Häiriökorjaustyön osuuden tunnusluvulla mitataan häiriökorjaukseen käytetyn työn osuutta suhteutettuna kunnossapitoon käytettyihin kokonaisaikaresursseihin. Tätä mitataan prosentteina. Kunnossapitotyötunteihin lasketaan mukaan kunnossapidon työn, käytön kunnossapitotyön sekä ostetun työn tuntimäärät.

Häiriökorjaustyön osuus:
$$\frac{\text{Häiriökorjaustyö}}{\text{Kunnossapitotyö}}$$

Toiminnan hallittavuuden tunnusluku määritellään yleisesti ylitöihin ja suunnittelemattomien töiden suorittamiseen käytettyjen tuntien suhteena kunnossapidon suorittamiseen käytettyihin tunteihin nähden. Kunnossapidon ylityötunnit muodostuvat kokonaisuutena sekä kunnossapitotyöhön käytetyistä ylityötunneista että käytön kunnossapitoylityöstö ja kunnossapitotyön työtunnit puolestaan suunnitelluista käytön kunnossapitotunneista, kunnossapidon työn sekä ostetun työn tunneista. Tätä tunnuslukua mitataan prosentteina.

Toiminnan hallittavuus:
$$\frac{\text{Ylityö+suunnittelematon työ}}{\text{Kunnossapitotyö}}$$

Tuotannon luotettavuuden tunnusluvut ovat kaiken kaikkiaan kohtuullisen olennaiset, sillä niiden avulla yritys voi mitata tuotantojärjestelmiensä häiriökehitystä sekä kunnossapidon vaikutuksia paremman luotettavuuden saavuttamiseksi ja tuotannon kehittämiseksi. Yhdessä muiden tunnuslukujen kanssa näitä voidaan käyttää hyväksi arvioidessa kunnossapidon vaikutuksia tuotannon tehokkuuteen ja laatuun. (Vuoti 2018, 23–26)

3.5.3 Kunnossapidon kustannukset

Kunnossapito täyttää joiltain osin liiketoiminnan tunnusmerkit, koska siinä toteutuvat normaalit liiketoimintaan yhdistettävät toimintamallit, joista yksi tärkeimmistä on talous. Kunnossapito-osaston tulee pyrkiä parempaan tuottavuuteen tärkeimpänä tavoitteenaan. Tuottavuuden voidaan katsoa olevan tuottojen ja kustannusten erotusta vastaava luku. Kunnossapidon kustannusten kautta voidaan omalta osalta tutkia liiketoiminnan tuottavuutta. (Järviö ym. 2017, 183)

Kunnossapidon kustannustyypit ovat välittömät ja välilliset kustannukset sekä aineettomat menetykset ja kustannukset. Välittömät kustannukset kattavat ne toiminnan tekemisestä johtuvat kustannukset, joiden syyt ja alkuperät voidaan jäljittää suoraan kunnossapidon tekemisestä johtuviksi. Näitä kustannuksia ovat työkustannukset ja palkat, varaosat, varastointikustannukset, materiaalikulut,

alihankintana toteutetut työt sekä hankinta- ja yleiskustannukset, joita ovat mm. hallinto-, kiinteistö- ja vuokratulot. Niiden tunnusmerkkinä ovat helppo mitattavuus mutta yleensä luultua pienemmät vaikutukset koko toiminnan tulokseen. (Järviö ym. 2017, 184)

Välillisiä kustannuksia ja niiden vaikutuksia kunnossapidon eri toiminnoille on tunnusomaisesti vaikea kohdentaa tai jaotella. Välilliset kustannukset ovat kokonaisuutena suurempia kuin välittömät. Kustannussäästöjä on helpompi saavuttaa, jos säästötoimia fokusoidaan välillisiin kustannuksiin niiden ollessa määrällisesti suurempia kuin välittömien kustannusten. Välillisiin kustannuksiin kuuluvat tuotannon huono laatu ja uusimiserät, huonosti organisoidut varastot, käyttöomaisuuden ylivoimaisuus, resurssien epätaitava käyttö ja epäsuhtainen rahoitusomaisuus, ylityö- ja tuotannonsuunnittelun kustannukset sekä kasvaneet laitteistojen elinaikakustannukset. (Järviö ym. 2017, 184)

Aineettomia kustannuksia ja menetyksiä johtuvat huonolaatuisesta, epätasaisesta tai epäluotettavasta toiminnasta, joista aiheutuneet seuraukset vaikuttavat oleellisesti kunnossapito-organisaation toimintaan kuitenkin siihen suoraan kohdistumatta. Aineettomia kustannuksia ja menetyksiä ovat sisäiset vaikutukset eli turvallisuuteen, motivaatioon sekä koulutusprosesseihin liittyvät tekijät. Esimerkiksi turvallisuusaspektien ylikatsominen ja huono työturvallisuuden organisointi vaikuttavat sekä työntekijöiden turvallisuuteen, tehokkuuteen että motivaatioon sekä myös yrityksen tuotannon maineeseen. Maine onkin toinen aineeton menetystekijä, joka vaikuttaa toimintaan kokonaisuutena. Epäluotettavuus toimittajassa on yksi luotaan pois työntävä tekijä toimittajaa valitessa tai asiakkuussuhdetta jatkettaessa. (Järviö ym. 2017, 185)

3.6 Kunnossapidon lajit yleisesti

Kunnossapitotoimet voidaan jakaa SFS-EN 13306 – ja PSK 6201 – standardien mukaisesti kahteen pääryhmään: Ehkäisevään sekä korjaavaan kunnossapitoon alaryhmineen. Jaottelu tapahtuu sillä perusteella, tapahtuuko kunnossapitotoiminta ennen vai jälkeen vian havaitsemisen. Kunnossapitolajeja voidaan tarkastella myös tasoittain. Tämän ajattelumallin mukaan ensimmäinen, niin sanottu pohjataso on Korjaava kunnossapito alalajeineen. Toinen pohjataso on ehkäisevän kunnossapidon taso alalajeineen. (Järviö ym. 2017, 46: Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan)

Kunnossapidon kehittämisen avulla voidaan päästä seuraavaan tasoon, jota kutsutaan ennakoivan kunnossapidon tasoksi, johon sisältyvät myös kunnonvalvonta sekä kuntoon perustuva kunnossapito. Kunnossapidon ollessa tehokasta ja toimivaa voidaan fokusoida kunnossapito parantavaksi ja kehittäväksi. Tästä voidaan johdatella yleisimmät Suomessa käytettävät kunnossapitostrategiat: Ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito ja parantava kunnossapito. (Vuoti 2018, 2 – 3)

PSK7501 – standardi puolestaan luokittelee kunnossapidon pääryhmät suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin. Näistä ensin mainitun alalajeja ovat ehkäisevä kunnossapito, kunnostaminen sekä parantava kunnossapito. Näistä ehkäisevän kunnossapidon alalajeja ovat kunnonvalvonta, kuntoon perustuvat suunnitellut korjaukset sekä jaksotettu kunnossapito. Häiriökorjauksiin puoles-

taan jaotellaan välittömästi suoritettaviin sekä siirrettyihin korjauksiin, jotka eivät ole täysin akuutteja. (Vuoti 2018, 5 – 6)

3.7 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevään kunnossapitoon ryhmänä voidaan sisällyttää kaikki kunnossapidolliset toimenpiteet, joiden pääasiallisena tavoitteena ja tarkoituksena ovat kohteen tai laitteiston vikaantumisen ja vian aiheuttaman toiminnan heikentymisen tai menetyksen ennaltaehkäisy. Nimensä mukaisesti ehkäisevän kunnossapidon toimia suoritetaan suunnitellusti siten, ettei koneen tai laitteen toiminnan pysäyttävää vikaa pääsisi tapahtumaan. Pääasiallisena tavoitteena on vähentää tai kokonaan ennaltaehkäistä koneen tai laitteiston toimintakunnon huononeminen sekä mahdolliset laite- tai lisäosarikkoutumiset. Ehkäisevän kunnossapidon toimia tulisi suorittaa säännöllisin väliajoin tai kunnossapidolle asetettujen vaatimusten tai laitteiston toiminnassa esiintyvien, kunnossapitoa vaativien tunnusmerkkien täytyessä. Ehkäisevä kunnossapito voidaan jaotella SFS-EN 13306 – standardin mukaisesti kuntoon perustuvaan kunnossapitoon ja jaksotettuun kunnossapitoon. (Vuoti 2018, 3)

3.7.1 Kuntoon perustuva kunnossapito

Kuntoon perustuvasta kunnossapidosta voidaan puhua, kun kunnossapitoa suoritetaan potentiaalisen tai alkavan vian havaintovaiheessa tai käynnin aikana tai tuotantosyklin loputtua. Kuntoon perustuvaa kunnossapitoa ovat ne kaikki kunnossapidon suoritettavat toimet, jotka voidaan toteuttaa jaksotetusti eli aikataulutuksen avulla, jatkuvalla tahdilla tai tarpeen vaatiessa. Näistä aikataulutettu kunnossapito toteutuu joko perinteiseen aikataulutukseen tai käytön määrään. Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa fokusoidaan tarkkailu kohteen suorituskyvyn parametreihin ja toteutetaan kunnossapitotoimet tarkkailuhavaintojen ja johtopäätösten avulla. (Vuoti 2018, 3 – 4)

Kunnonvalvonnan toimien, kuten tarkastusten ja testausten avulla saavutettujen tulosten analysoinnin avulla voidaan myös suunnitella kunnossapidon toimet ja aikataulutukset kokonaan uudelleen, jos tulosten perusteella voidaan todeta nykyisten toimien olevan toimimattomia tai riittämättömiä. (Järviö ym. 2017, 53)

3.7.2 Jaksotettu ehkäisevä kunnossapito

Jaksotettu kunnossapito, englanniksi ”predetermined maintenance”, käsittää ne ehkäisevän kunnossapidon suoritettavat toimet, jossa kunnossapidon toteuttaminen perustuu tiettyihin, yleensä ennalta määrättyihin ajanjaksoihin, käytön määrään tai tiettyjen käyttökertojen määrään. Jaksotettu kunnossapito voidaan toteuttaa ilman kuntoon perustuvaa tarkistusta ja tarvekartoitusta. (Järviö ym. 2017, 53)

Jaksotetun kunnossapidon ohella toteutettavaa kunnossapitoa ovat laitteistoille ja niiden lisäosille toteutettavat huollot. Huoltojen avulla pyritään ylläpitämään laitteiden toimintakykyä, vähentämään vikaantumisherkkyyttä ja parantamaan luotettavuutta. Lisäksi oikein toteutetulla huollolla voidaan vaikuttaa oleellisesti tuotannon tehokkuuteen, laatuun ja tuottavuuteen. Huollolla voidaan palauttaa

laitteiston heikentynyt toimintakyky ennen varsinaisen vikaantumisen tapahtumista. Huollolla vaikutetaan koneiden ja laitteiden ominaisuuksien lisäksi myös niiden käyttö- ja toimintaympäristöön ja niiden parametreihin, kuten koneen käyttäjän työympäristön toimivuuteen. Huoltotoimenpiteet suoritetaan yleensä jaksotetusti, tietyin aikavälein tai tietyn käyttötuntimäärän tullessa täyteen. Huoltotoimenpiteisiin kuuluvat yleisimmin kohteen yleistarkistus, puhdistamiset ja säädöt, rasvaus sekä öljyjen ja suodattimien vaihdot. Huollot toteutetaan joko niille varattuina ajankohtina tai kohteen käytön, organisaatiotilanteen tai tuotannon tilan salliessa. (Vuoti 2018, 7)

3.8 Korjaava kunnossapito

Yleisesti voidaan sanoa, että korjaava kunnossapito käsittää kunnossapidon toimet, jotka suoritetaan vian havaitsemisen jälkeen ja joiden pääasiallisena tarkoituksena on palauttaa kohteen tai laitteiston täysi toimintakunto. Niin ikään korjaavan kunnossapidon toimet voidaan jakaa kahteen pääryhmään. Nämä ryhmät ovat siirretyn korjaavan kunnossapidon toimet sekä välittömän korjaavan kunnossapidon toimet. Siirrettyjä korjaavan kunnossapidon toimia ovat kaikki ne, jotka voidaan suorittaa viiveellä, esimerkiksi tuotantosyklin päätteeksi siten, ettei laitteen toiminta keskeydy kriittisellä hetkellä. Välittömän korjaavan kunnossapidon toimet puolestaan suoritetaan nimensä mukaisesti välittömästi vian havaitsemisen jälkeen toimintakyvyn palauttamiseksi. Korjaavaa kunnossapitoa voidaan suorittaa joko etä- tai lähikunnossapitona, käyttäjä- tai kunnossapito-organisaation suorittamana kunnossapitona sekä käynninaikaisena kunnossapitona. Etäkunnossapito on nykyaikana mahdollista esimerkiksi lähiverkkopalvelujen avulla kun taas lähikunnossapito suoritetaan fyysisesti laitteiston tai kohteen toiminnallisessa sijainnissa. Osa kunnossapidon toimista voidaan suorittaa käynninaikaisesti ilman laitteiston sammuttamista ja tuotannon täyttä keskeytymistä. Kunnossapitoa voivat suorittaa sekä laitteiston käyttäjät eli operaattorit tai kunnossapidosta vastaava erillinen henkilöstö. (Vuoti 2018, 4)

3.8.1 Parantava kunnossapito

Parantavaa kunnossapitoa voivat olla perinteisten mekaanisten ja käytettävyyden muutosten lisäksi esimerkiksi erilaiset parannellut anturoinnit tai väyläkytkennät, joiden avulla voidaan helpottaa sekä laitteen itsediagnosointikykyä tai etäkunnossapidettävyyttä. Parantavan kunnossapidon toimiksi voidaan laskea ne kaikki suunniteltavat ja toteutettavissa olevat toimenpiteet, joiden pääasiallisena tarkoituksena on parantaa kohteen tai laitteiston toiminnallista luotettavuutta ja kunnossapidettävyyttä. Tämä saavutetaan muuttamalla laitteiston toimintoja, rakennetta ja teknisiä ominaisuuksia tai lisäämällä siihen muita uusia ominaisuuksia, joiden avulla laitteiden toimintavarmuus ja kunnossapidettavuus kehittyvät halutulle tasolle. (Vuoti 2018, 5)

3.8.2 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vian ja vikaantumisten tarkat määritelmät on esitetty eurooppalaisessa SFS-EN 13306 -standardissa. Tätä tukevat myös EU:n alueen maakohtaiset kansalliset standardit, kuten suomalaiset PSK-standardit. Vika määritellään vikaantumisen jälkeisenä tilana, jossa kohde tai laite ei ole toimintonsa suorittamisen edellyttämässä kunnossa joko kunnossapidon, suunnitellun toimenpiteen tai ulkoisen

resurssin puuttumisen vuoksi. Vika voi ilmetä joko häiriönä tai vauriona. Häiriö on tila, jossa kohde ei ole rikki, mutta tilasta aiheutuu tuotannollisia tai muita menetyksiä jonka vuoksi laite on korjattava tai palautettava toimintakuntoonsa. Vauriossa kohde puolestaan on rikki, jolloin se on korjattava korjaavan kunnossapidon menetelmien avulla. (Järviö ym. 2017, 71, 74)

Vikojen ja vikaantumisten selvitystyö ja siihen tarvittavat resurssit tulisi sisällyttää ja mieltää kunnossapitoon kuuluviksi toimiksi vaikka niitä ei yleisimpiin standardeihin sisällytetä kovin tarkasti. Kaikkia vikoja ja niiden syitä ei voida erotella tai havaita välittömästi joten niiden selvittämiseen tulee väkisinkin kulumaan aikaa, erityisesti laitteissa joissa ei ole erillistä itsediagnostiikkaa. Yleisesti ottaen, vikojen sekä vikaantumisten aiheuttajien selvittämisellä ja analysoinnilla pyritään sellaiseen tilanteeseen, jossa analysoinnin pohjalta suoritettujen toimien seurauksena pystyttäisiin ehkäisemään tai jopa estämään saman ongelman uusiutuminen. Vikoja ja vikaantumisen aiheuttajia selvittäessä hyödynnetään vika-analyysijä, uudelleenmallintamista, materiaali- ja suunnitteluanalyysijä sekä riskinhallintaa. (Vuoti 2018, 9)

Vikojen ja vikaantumisten selvitys- ja ehkäisytyössä tulee myös ottaa huomioon väärän käytön sekä liiallisen kunnossapidon vaikutukset vikojen ja vikaantumisten syy-seuraussuhteisiin. Häiriöttömään toimintaan voidaan päästä viiden tyyppin toimenpiteiden avulla: Laitteen toimintakunnon ylläpito, käyttöolosuhteiden ylläpito, toimintojen palauttaminen uutta vastaaviksi, käyttö- ja kunnossapitotojen jatkuva kehittäminen sekä suunnitteluheikkouksien parantaminen uudelleensuunnittelun avulla. (Järviö ym. 2017, 78, 83, 87)

4 KUNNOSSAPITOSTRATEGIAT

Tässä opinnäytetyön pääkappaleessa käsitellään yleisimmät ja tärkeimmät kunnossapitostrategioiden lajit sekä kunnossapitostrategian valintaan vaikuttavat tekijät. Asiaa tarkastellaan yleisellä tasolla, toimeksiantajana toimineen yrityksen kunnossapidon suunnittelu tullaan toteuttamaan yrityksen tuotannon ja tarpeiden pohjalta ja se käsitellään omana pääkappaleenaan ja alakappaleinaan.

4.1 Kunnossapitostrategian valinta

Nykyään käytössä olevia kunnossapitostrategioita on useita erilaisia. Osa niistä kattaa kunnossapidon kokonaisvaltaisesti ja laajasti, osa keskittyy kunnossapidon suunnitteluun laatufokuksella, osa puolestaan luotettavuusfokuksella. Lisäksi osana kunnossapitostrategian toteuttamiseen liittyvää valvontaa tulee käytettäviä strategioita ja menetelmiä analysoida ja optimoida, jotta päästään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. Tähän on myös kehitetty toimintamalleja ja työkaluja. Yleisesti voidaan ajatella, että yrityksen ottaessa käyttöön tai suunnitellessa uutta kunnossapitoon liittyvää strategiaansa, kannattaa strategiasuunnittelu toteuttaa sen mukaan, mikä on tärkein osa-alue yrityksen tuotantoa ajatellen: Korkea laatu, korkea luotettavuus vai kokonaisvaltainen kunnossapito, johon panostaminen on näistä strategioista hintavinta. Oikeita toimintatapoja on useita ja kaikkien strategioiden tehokas ja taloudellinen yhtäaikaisten hyödyntäminen olisi monelle tuotantoa omaavalle yritykselle optimaalinen tilanne. (Järviö ym. 2017, 115–116)

Laitetasolla kunnossapitostrategian valintaan vaikuttavat monet tekijät, kuten turvallisuuteen, talouteen, ympäristöön, sekä tuotannon osa-alueiden näkökulmat. Kunnossapitostrategian valinta on osa yrityksen riskinhallintaa. Oikein valitulla strategialla voidaan vaikuttaa riskienhallintaan ja sen onnistumiseen sekä suunnittelu- että toteutusvaiheessa. (Vuoti 2018, 10)

4.2 Laatujohtannaiset strategiat

Ensimmäiseen kunnossapitostrategioiden ryhmään kuuluvat laatujohtannaiset, toisin sanoen parempaan laatuun tähtäävät kunnossapidon strategiat ja niiden työkalut. Tähän strategiaryhmään voidaan myös jakaa joitain kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon työkaluja, kuten Six Sigma, joka pyrkii epäluotettavien toimintojen ja tuotantovirheiden eliminointiin. Näissä strategiamalleissa keskitytään siis työtehtävien ja niiden osavaiheiden suorittamisen optimointiin. (Järviö ym. 2017, 115)

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että parempaan laatuun tähtäävällä kunnossapidon strategialla pyritään tuhmaavan tuotannon eliminoimiseen, tasaisen ja vaaditun tuotannon laadun luotettavaan toteutumiseen, sekä laatuongelmien eliminointiin ja ennaltaehkäisemiseen. Voidaan katsoa, että tuotannossa olevien laitteiden laatujohtannaisen strategian mukainen kunnossapito keskittyy laitteiston käyttämiin työkaluihin, työstöpintoihin, kulumiseen sekä nykyaikaisemmissa tuotantolaitteissa mahdollisiin käyttöliittymiin ja asianmukaisten päivitysten suorittamiseen ajallaan. Tietokoneohjaus on

pitkältä osin korvannut perinteiset menetelmät etenkin tuotannossa, ja NC-ohjaus mahdollistaa paremman, tarkemman ja tasaisemman laadun. (Lapinleimu ym. 1997, 382 – 383)

4.3 Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

Kokonaisvaltaisesta, tuottavasta kunnossapidosta käytetään nimitystä TPM eli Total Productive Maintenance. Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito on osittain myös kytköksissä laatujohtannaisiin strategioihin ja sen tavoitteena on optimoida kunnossapidon kokonaistehokkuus ja sitä kautta yrityksen tuotannon laatukerros. TPM-mallin mukaan tavoitteena on, että tämä onnistuminen saavutetaan motivoituneen ja osaavan käyttäjähenkilöstön sekä osastojen välisen kommunikoinnin kehityksen avulla. (Järviö ym. 2017, 116, 118)

TPM-ajattelumalliin kuuluu se perusajatus, että käyttäjät suorittavat mahdollisimman paljon kunnonvalvontaa tai jopa kunnossapidon toimia. Tähän kuuluvat käyttöä edeltävät, käytönaikaiset sekä käytön jälkeiset puhdistukset ja siistimiset, kohteiden tarkastukset sekä yhteistyö muiden työntekijöiden ja osastojen välillä. Esimiesportaan tehtävänä puolestaan on laatia selkeät huolto- ja tarkistusohjeet sekä vastata riittävästä koulutuksesta ja perehdytyksestä. Toimintamalli tulisi kulkea kaavalla valmistautuminen, koulutus, tarkastus, varmistaminen. (Järviö ym. 2017, 156 – 161)

Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon strategiaan kuuluu oleellisimpana TPM-ohjelman luominen, jonka neljä perusaskelmaa jotka ovat suunnittelu, mittaus, kunnostus ja huippukuntovaihe eli Worldclass-vaihe. Suunnitteluvaiheessa määritellään toiminnan rajapinnat, kunnossapidon konseptit ja ohjausmallit, dokumenttien hallinta, talousasiat (budjetti ja kustannuslaskenta), laatuavoitteet sekä raportointi- ja seuranta-asiat. Periaatteessa suunnitteluvaiheessa nimensä mukaisesti suunnitteluun kaikki kunnossapitoon liittyvät asiat, joiden kehittämisen ja toteuttamisen kautta voidaan lopulta päästä huippukuntovaiheeseen. Mittausvaiheessa analysoidaan kunnossapidon toteutumisen seurauksena saatuja vika- ja korjausraportteja, analysoidaan koneiden oikeanlaista käyttöä sekä tutkitaan laitteiden tai kohteiden vikahistoriaa. Mittausvaiheen lopputuloksena saavutetaan kohteiden tai laitteiden raja, jonka avulla voidaan erottaa laiteryhmät joille voidaan suorittaa uusia, erilaisia toimia parempien tulosten saavuttamiseksi. Seuraavaksi saavutetaan kunnostusvaihe, jonka aluksi laitteet ja koneet puhdistetaan ja kunnostetaan. Kunnostusvaiheen aikana hyödynnetään 5S-menetelmää. (Järviö ym. 2017, 118 – 119)

4.3.1 5S-menetelmä

Japanilaista 5S-menetelmää käytetään TPM-strategian kunnostusvaiheessa. Nimi 5S tulee viidestä japaninkielisestä verbistä (seiri, seiton, seiso, seiketsu ja shitsuke), jotka määrittävät kunnostusvaiheen työtehtävät. Ensimmäinen verbi seiri tarkoittaa lajittelua. Lajittelussa työpisteeltä raivataan kaikki sinne kuulumaton ja tarpeeton työtehtävien suorittamisen tehostamiseksi. Toinen verbi seiton tarkoittaa järjestystä. Tässä työvaiheessa työpisteelle jäävät tarvikkeet ja materiaalit lajitellaan omille paikoilleen siten, että niiden uudelleen käyttöön otto tapahtuu mahdollisimman ripeästi ja tehokkaasti. Lisäksi jokaisen tavaran sijainti merkitään seuraavaa käyttökertaa ja käyttäjää varten. Kolmas

verbi seiso tarkoittaa siivousta. Ajattelu on, että jokainen työpisteissä liikkuva ja laitteita käyttävä henkilö vastaa omista jäljistään ja niiden siivouksesta sekä yleisestä siisteydestä. Tähän kuuluu myös siisteysvastaavien henkilöiden nimeäminen. Neljäs verbi seiketsu tarkoittaa ohjeistusta. Tämä kattaa siisteyskäsitteen määrittelyn, siisteyden mittaamiskriteerit sekä oikeat suoritettavat toimenpiteet näiden kriteerien täyttymiseksi. Viides verbi shitsuke tarkoittaa sitoutumista. Jokainen sitoutuu siis noudattamaan yhteisiä pelisääntöjä ja ohjeistuksia sekä seuraamaan yhteisiä arvoja jokapäiväisessä toiminnassa. 5S-menetelmän avulla työyhteisö saavuttaa tehokkaamman toimintakyvyn kokonaisuutena sekä nopeamman koulutuksen. (Järviö ym. 2017, 119 – 122)

4.3.2 Huippukuntovaihe – TPM-ohjelman tavoite

Lopulta voidaan päästä huippukuntovaiheeseen. Huippukuntovaiheen tavoitteena on eri tekijöiden ja asioiden optimointi. Näitä ovat kunnossapidon alihankkijoiden käytön optimointi, ostotoiminnan tehostaminen, varastoinnin kehittäminen, aikataulutus sekä ennen kaikkea koneiden ja laitteistojen elinaikatuottojen maksimointi. Lisäksi laaditaan selkeät tavoitteet ja mittarit kunnossapidon toiminnan suorituskyvylle huippukuntovaiheen aikana, jotta pystytään maksimoimaan mahdollisuudet pysyä huippukuntovaiheessa mahdollisimman pitkään. Huippukuntovaiheen aikana voidaan fokusoida resursseja myös korkeimman portaan kunnossapidolliseen kehittämiseen. Tästä esimerkkinä voidaan mainita koneiden vikaantumisherkkien tai huonolaatuisten komponenttien tai osien uudelleensuunnittelu ja hankinta. (Järviö ym. 2017, 123)

4.4 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Luotettavuuskeskeisestä kunnossapidosta käytetään usein lyhennettä RCM eli Reliability Centered Maintenance. RCM on strategiamalli, jonka toteuttamisella pyritään kehittämään jollekin laitteelle tai sen komponentille kunnossapito-ohjelma. Tämän edellytyksenä on, että tunnetaan laitteet ja niihin liittyvät prosessit niin hyvin, että jokaiselle osa-alueelle voidaan valita sille parhaiten sopiva kunnossapitostrategia. Lähtökohtana RCM-lähestymistavassa selvitetään eri prosessien osa-alueet, joissa tarvitaan kunnossapitoa kaikkein eniten. Prosessien priorisoinnin jälkeen alkaa selvitystyö, jonka päämääränä on selvittää prosesseissa käytettävien laitteiden ja koneiden määrä ja tyyppi. Sen jälkeen selvitetään laitteiden mahdolliset vikaantumiset ja edelleen priorisoida laitteet sen mukaan, kuinka suuret niiden vikaantumisten kokonaisvaltaiset vaikutukset ovat. Lopuksi tutkitaan, voidaanko käytössä olevilla kunnossapitomenetelmillä vaikuttaa kyseisiin tekijöihin. Sen perusteella voidaan määrittää kokonaisvaltaiset kunnossapito-ohjelmat uudelleen. (Järviö ym. 2017, 165)

Kunnossapidon suunnittelun metodina luotettavuuskeskeisellä kunnossapidolla on useita tavoitteita. Niistä tärkeimpänä voidaan pitää laitteiden priorisointia laadun, turvallisuuden ja kustannusten perusteella sekä vikaantumismekanismien selvittämistä. Samalla RCM pyrkii kunnossapidon toimien laatimiseen sellaisille laitteille, joille ei ole toteutettavissa ehkäisevän kunnossapidon toimia. Lisäksi luodaan mahdollisuus kunnossapidon kustannusten analysoinnille, prosessien kehittämiselle sekä luotettavuuden parantamiselle. RCM-metodilla pyritään myös parempaan käyttöhenkilökunnan perehdytykseen. (Järviö ym. 2017, 167)

Luotettavuuskeskeisellä kunnossapidolla pyritään loppupäämääränä niin sanotusti ehdottomaan luotettavuuteen. On kuitenkin havaittu, että oikein toteutetulla kunnossapidolla ei välttämättä yksin päästä tällaiseen skenaarioon. Tähän voidaan päästä erikoistekniikoiden avulla. Näitä erikoistekniikoita ovat mm. käytön monitorointi ja laitteiden lisääntymisen, erikoisvahvistettujen komponenttien käyttö, uudelleensuunnittelu, vikasietoisten osien ja lisälaitteiden käyttö sekä varmentaminen eli redundanttisuus. Redundanttisuudesta esimerkkinä voidaan mainita esimerkiksi kaksitoimiset moottorit, kahdennetut turvakytkimet tai turva-anturoinnit sekä erilliset, ulkoiset ohjaukset suurille tuotantolaitteille. (Järviö ym. 2017, 180)

4.4.1 Asset Management

Asset management eli käyttö- tai tuotanto-omaisuuden hallinta tarkoittaa menetelmää, jonka pääasiallisena tarkoituksena on toteuttaa tuotantolaitteiston toimintaa kokonaisvaltaisesti siten, että yrityksen liiketoiminnan tavoitteet toteutuvat minimaalisilla kustannuksilla. Toteutuakseen kaikkien tämän tavoitteen osa-alueiden tulee olla hoidettuna kunnollisesti ja tehokkaasti. Osa-alueet ovat päivittäistyöskentelyn hallinta, ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu ja hallinta, koneiden ja laitteiden hyvä luotettavuus sekä yrityksen eri osastojen saumaton yhteistyö. Kyseinen hallinta voidaan saavuttaa projektiluontoisella työskentelyllä. Asset Management – projektin toteutuksen aikana suunnitellaan tehokkuuden mittarit ja niiden seuranta, siirrytään reagoivasta toiminnasta ehkäisevään, yhdistetään kunnossapidon ja käynnissäpidon osa-alueet samaksi kunnossapidon tasoksi, kehitetään luotettavuutta koulutuksen avulla sekä lopulta optimoidaan tuotanto ja tuotantolaitteiston kunnossapito. Lopullisena ajatuksena on, että 20 % syistä aiheuttaa 80 % kaikista tapahtuvista vioista. Tämän vuoksi Asset Management keskittyy 20 % laitteistosta, joka määritellään kriittisimmän ryhmän laitteiksi ja joiden vaikutukset kustannuksiin ovat suurimmat. (Järviö ym. 2017, 126 – 128)

4.5 Kuntoon perustuvan kunnossapidon huomiointi kunnossapitostrategiasuunnittelussa

Kuntoon perustuvan kunnossapidon oleellisuutta ja merkitystä ei ole täysin sisäistetty monissa yrityksissä, etenkin sellaisissa joissa tuotanto ei ole jatkuvaa vaan jaksottaista. Toisin sanoen perinteinen käsitys on, että laitteiston kunnossapito tulisi tapahtua tuotantoprosessien ulkopuolella jaksottaisen tuotannon perusteella. Tämä kuitenkin ilmenee usein alentuneena laatuna tai alentuneena laitteiston suorituskykynä. Siksi olisikin hyvä ottaa huomioon kuntoon perustuvan kunnossapidon toteutus osana kunnossapitostrategiaa, joka yleensä määritellään tuotantolaitoksen ja tuotannon ominaispiirteiden ja valmistettavien tuotteiden perusteella. (Vuoti 2018, 1)

5 YRITYKSEN JA LAITTEISTON ESITTELY

Tässä opinnäytetyön pääluvussa esitellään opinnäytetyön tilannut yritys eli MKS Autobusiness Oy. Lisäksi esitellään yrityksen polttoainesuutinten tuotanto- ja testausprosessit pääpiirteittäin sekä tuotantoon ja testaukseen käytettävät laitteet. Yksityiskohtia tai tarkkoja teknisiä tietoja yrityksen suutintuotannosta tai testauksesta ei ole tässä opinnäytetyössä esitetty tietosuojasyistä.

5.1 MKS Autobusiness Oy

MKS Autobusiness Oy on Helsingissä vuonna 2010 perustettu autoalan yritys. Yrityksen on perustanut Marko Kalevi Suurnäkki. Yritys myy varaosia myymälässään sekä pyörittämässään verkkokaupassa lähinnä kilpa- ja virityskäyttöön tarkoitettuihin autoihin ja se on erikoistunut Bosch-merkkisten polttoainesuutinten modifiointiin ja testaukseen. Tuotevalikoimiin kuuluvat mm. erilaiset anturit, sytytys- ja polttoaineen suihkutuksen komponentit sekä johtosarjojen rakentamiseen tarvittavat sähkökomponentit. Myös yksityis- ja yritysasiakkaiden polttoainesuutinten testaukset kuuluvat olennaisesti yrityksen tarjoamiin palveluihin. (MKS Autobusiness Oy 2019)

Yrityksen toimitilat sijaitsevat Helsingissä ja yrityksen verkkokauppa toimii osoitteessa www.finjector.com. Yritys pyrkii tarjoamaan mahdollisimman laadukkaat osat sekä edulliset hinnat. Yrityksen asiakaskuntaan kuuluu niin kotimaisia kuin ulkomaisia yksityis- ja yritysasiakkaita ja myytäviä tuotteita toimitetaan asiakkaille globaalisti. (MKS Autobusiness Oy 2019)

5.2 Polttoainesuutinten modifiointi- ja testausprosessit yleisesti

Modifioitavat polttoainesuuttimet ovat Bosch – merkkisiä ja kuuluvat valmistajan uusimpaan, EV14 – tuoteperheeseen. Modifiointiprosessin perusideana on muokata polttoainesuutinten suihkutuskuvioita sekä kasvattaa niiden virtauskapasiteettia, jotta ne sopisivat paremmin virityskäyttöön. Tällä hetkellä yritys käyttää modifiointiprosessissa sekä Parkside-merkkistä hiomakonetta, että NC-ohjattua Bernardo-merkkistä sorvijyrin-yhdistelmälaitetta. Tehdasvalmisteisissa polttoainesuuttimissa suuttimien suihkutuskärkiin on asennettu hajotinlevy, jonka pääasiallisina tehtävinä ovat polttoainesuihkun suuntaus tiettyyn kulmaan sekä tietynlaisen suihkutuskuvion muodostaminen. Suihkutuskuvioita voivat olla mm. pistemäinen, kaksihaarainen tai vaikka kolmihaarainen suihkutuskuvio. Polttoainesuutinten modifioinnin tarkoituksena on siis poistaa kyseinen hajotinlevy. Modifioitujen suutinten suihkukuvio on yleisesti ottaen laajemmalle alueelle leviävä, erittäin hienojakoinen sumu. Hajotinlevyn poiston seurauksena myös suutinten virtausarvot kasvavat oleellisesti, jonka vuoksi uusien virtausarvojen sekä suihkukuvioiden testaus ja määrittäminen ovat oleellisia, modifiointiprosessin jälkeen suoritettavia toimenpiteitä. Testaukseen avulla varmistetaan suutinten muuttuneet virtausarvot sekä todennetaan oikeanlainen toiminta. (Suurnäkki 2019)

Modifioidut polttoainesuuttimet testataan polttoainesuutinten puhdistukseen ja testaukseen tarkoitettuilla ASNU-merkkisillä suutintestauspenkeillä, joita yrityksen käytössä on kolme kappaletta. Nämä laitteet kuuluvat olennaisesti osaksi yrityksen tuotanto- ja testaukseen ja niiden avulla myös huolletaan yksityis- ja yritysasiakkaiden polttoainesuuttimet normaaleista henkilöautoista aina kilpa-

ajoneuvoihin asti. Modifiointiprosessin jälkeen modifioidut suuttimet puhdistetaan ultraäänipesurin avulla. kyseiset ultraäänipesurit ovat ASNU-testauspenkkeihin integroituja moduuleita, joissa voidaan puhdistaa kahdeksan polttoainesuutinta kerrallaan. Ultraäänipuhdistus suoritetaan kaikille modifioitaville polttoainesuuttimille, jotta tehtaalla mahdollisesti kiinni palanut teollisuusrasva saadaan puhdistettua pois. (Suurnäkki 2019)

Ultraäänipesun jälkeen uudet polttoainesuuttimet ikäännytetään, toisin sanoen niille suoritetaan testiohjelma-ajoa jonkin aikaa ennen varsinaista testausta, lisäksi tällä tavoin varmistutaan polttoainesuutinten oikeanlaisesta toiminnasta. Ikäännyttämisprosessin jälkeen modifioituille suuttimille suoritetaan maksimiainemäärätesti sekä dynaamisen ainemäärän testi ja molempien testien arvot kirjataan excel-taulukkoon, jossa jokaiselle suuttimelle näkyvät testiarvot yksilöidysti. Testinesteenä käytetään käyttöön valmistettua ASNU-merkkistä testerinestettä, joka muistuttaa rakenteeltaan bensiiniä. Polttoainesuuttimien testataan käyttämällä ajoneuvoissa yleisimmin käytettävää polttoainepainetta. Maksimiainemäärätestissä selvitetään suutinten maksimaalinen virtauskyky tietyllä sekuntimäärällä kyseisen testipaineen alaisuudessa. Tämä vastaa käytännössä suuttimen toimintaa kiihdyttäessä täyskaasulla autoa ajettaessa. (Suurnäkki 2019)

Dynaamisessa ainemäärätestissä puolestaan simuloidaan suutinten toimintaa tasakaasulla ajettaessa, toisin sanoen testiarvoiksi määritetään tietty määrä suihkutuspulsseja, tietyllä suuttimen aukioajalla, ennalta määritetyllä paineella ja tasaisella kierroslukumäärällä. Testiarvojen listauksen jälkeen polttoainesuuttimet merkitään malli- ja eräkohtaisilla sarjoituskoodilla sekä yksilöidyillä sarjanumeroilla. Näin jokaisen suuttimen tarkat virtausarvot ovat taulukoituna excelissä, ja huoltoon tullessaan voidaan suutinten testauksessa mitattavia arvoja verrata alkuperäisiin mittatuloksiin. Tätä kutsutaan niin sanotusti ”Flow Matching” – työksi. Yritys on harvoja maailmassa, jotka tekevät yhtä mittavaa ja perusteellista testaus- ja selvitystyötä myymiinsä polttoainesuuttimiin liittyen. Lisäksi jokainen suuttimia ostava asiakas saa jokaisen ostamansa suuttimen tarkat testaustulokset mukaansa erillisenä tulosteena. Yritys on tästä tarkasta toiminnastaan saanut erillistä tunnustusta Robert Bosch GmbH:lta vuonna 2019. (Suurnäkki 2019)

5.3 Tuotannossa ja testauksessa käytettävä laitteisto

Tuotannossa eli yrityksen tapauksessa polttoainesuutinten modifiointiprosessissa käytetään pääsääntöisesti kahta laitetta: Parkside-merkkistä, pöytään asennettavaa hiomakonetta sekä monipuolisempia käyttömahdollisuuksia tarjoavaa Bernardo-merkkistä, NC-ohjattua sorvijyrsin-yhdistelmälaitetta. Polttoainesuutinten testaukseen ja huoltamiseen käytetään ASNU-merkkisiä Classic GDI-mallisia polttoainesuutinten testaus- ja huoltopenkkejä, jotka ovat juuri kyseistä käyttöä varten valmistettuja erityislaitteita. (Suurnäkki 2019)

5.3.1 Bernardo Proficenter 700 TOP

Yrityksen käyttöön tulleen Bernardo-merkkisen sorvijyrsin-yhdistelmälaitteen, mallitarkennukseltaan Proficenter 700 TOP:n hankinta toteutettiin erikoistumisprojekti 2:den muodossa. Kyseessä on NC-

ohjattu sorvijyrsin, joka on varustettu mm. karkaistuilla ja hiotuilla johteilla, moottorin lämpötila-anturoinnilla, digitaalisella näytöllä sorvin ja jyrsimen kierrosluvuille sekä poraussyvyydelle. Sorvijyrsin-yhdistelmälaite mahdollistaa monipuolisuutensa ansiosta sekä nykyisen polttoainesuutinten modifiointituotannon toteuttamisen, että yrityksen muiden itsesuunniteltujen tuotteiden valmistamisen.

Näitä itsesuunnittelutja tuotteita ovat mm. polttoainesuutinten jatkoholkit ja adapterit sekä polttoaineen paineensäädinten säätökannet. Nämä tuotteet ovat yrityksen perustajan, Marko Suurnäkin itse suunnittelemia. (MKS Autobusiness Oy 2019)



KUVA 1. MKS Autobusiness Oy: n Bernardo Proficenter 700 TOP – sorvijyrsin (Ahtiainen 2019-04-10)

5.3.2 ASNU Classic GDI – suutintesteripenkit

MKS Autobusiness Oy:n käyttämät suutintesteripenkit ovat englantilaisen, ASNU Corporation Europe Ltd. suunnittelemia ja valmistamia polttoainesuutinten testaukseen ja huoltamiseen tarkoitettuja erityislaitteita. Yrityksellä on näitä käytössä tämänhetkisessä polttoainesuutinten testaus- ja huoltotoiminnassa kolme kappaletta. Kyseisillä suutintestereillä voidaan simuloida erilaisten bensiini-, meta-noli- tai etanolikäyttöisten polttoainesuutinten toimintaa realistisessa toimintaympäristössä, joka simuloi mahdollisimman hyvin niiden toimintaa autossa tai muussa ajoneuvossa toimiessaan. Testeri-penkillä voidaan testata kahdeksaa suutinta kerrallaan, suutintyyppistä riippuen. (Suurnäkki 2019)

Laitteiden perusrakenteeseen kuuluvat tehokas Bosch 044 Motorsport -polttoainepumppu, Bosch-polttoaineensuodatin sekä laitteiston oma pumpun esisuodatin, polttoaineen paineensäädin tasaisen

testipaineen varmistamiseksi, polttoainesäiliö testinestettä varten, polttoainekisko johon suuttimet kiinnitetään sekä mittaputket, joihin suuttimet suihkuttavat testinesteen testiohjelmien aikana. Yrityksen testerilaitteista kahta on muokattu siten, että niihin on lisätty erilliset paineensäätimet sekä tehokkaammat polttoainepumput sekä toiseen kyseisistä muokatuista laitteista on rakennettu erillinen jäähdytyslaite testinesteen jäähdytystä varten. Laitteen toimintaa ohjataan testeripenkkien oman emolevyn ja käyttöpaneelin avulla sekä ASNU Remote GDI – tietokoneohjelman avulla, jota puolestaan ohjataan erillisillä tietokoneilla. Tietokoneohjelman avulla voidaan ajaa suutintestereille erilaisia testiohjelmia, joiden kaikki parametrit kuten aukioloajat, peak-arvot, impulssimäärät ja kierroslukumäärät ovat täysin itse säädeltävissä. (Suurnäkki 2019)

Testauksessa käytettävä testerineste on hiilivetypohjaista, yleisimpiä polttoaineita muistuttavaa. Näin testit voidaan suorittaa mahdollisimman realistisessa ympäristössä käyttäen tavanomaista bensiiniä ympäristöystävällisempiä aineita. Laitteistolla on mahdollista paitsi käyttää suuttimien testaukseen erilaisia suihkutusohjelmia, myös mitata polttoainesuutinten kelainduktanssit sekä tiiveydet. Polttoainesuutinten testeripenkkeihin kuuluvat oleellisena osana myös integroidut ultraäänipesuri-moduulit, joiden avulla sekä modifioitua että asiakkaiden huollettavat suuttimet pystytään puhdistamaan luotettavasti. Yritys on hankkinut ASNU-testereihinsä myös saman toimittajan valmistamat lisälaitteet, joiden avulla voidaan testata kaksitahtisten moottorien suuttimia, veneiden ja kiihdytysautojen suuttimia sekä muita erityiskäyttöön tarkoitettuja suuttimia, joita ei tavanomaisilla testauslaitteistoilla pystytä käsittelemään. (Suurnäkki 2019)



KUVA 2. MKS Autobusiness Oy:n ASNU-suutintesteripenkki (Ahtiainen 2019-04-10)

5.3.3 Parkside – hiomakone

MKS Autobusiness Oy on ennen sorvijyrsinlaitteen hankintaa käyttänyt kaikkien uusien myytävien polttoainesuutinten modifiointiin pääasiallisesti Parkside-merkistä pöytäasenteista hiomakonetta. Laite on hankittu yrityksen käyttöön vuonna 2015 ja sen maahantuoja Suomessa toimii Lidl Suomi Ky. Laite on perustoiminnaltaan hyvin yksinkertainen eikä siinä ole esimerkiksi portaattomasti säädettävää kierroslukumäärää. Laitteen lisävarusteisiin kuuluu hiomakiven eteen asennettava hiomatuoki, jota on muokattu siten, että se sopii paremmin polttoainesuutinten modifiointiin. Lisäksi laitteessa on ylikuumenemissuoja. Suutinten modifioinnissa irtoaa paljon metallihiettä, jonka joutuminen suuttimen rungon sisään olisi hyvä estää. Tämä on toteutettu hiomakoneen tapauksessa liittämällä suuri-tehoinen pölynimuri hiomakiven juureen putken avulla, ja hiomakiven ympärys peitetään teippaamalla, jolloin hieet päätyvät imuriin eivätkä työympäristöön. (Suurnäkki 2019)



KUVA 3. MKS Autobusiness Oy:n suutinmodifiointiin käytettävä hiomakone (Ahtiainen 2019-04-10)

6 KUNNOSSAPIDON SUUNNITTELU YRITYKSEN LAITTEISTOLLE

Tässä opinnäytetyön pääluvussa esitellään ohjenuorana toimiva valittu kunnossapitostrategia sekä esitellään opinnäytetyn toteutuksessa suunnitellut kunnossapidon toimet ja vikahistoriaraporttipohjat sekä tuotannossa että testauksessa käytettävälle laitteistolle. Kunnossapito-ohjetaulukot ja vikahistoriaraporttitaulukot toimivat yhdessä kaksiosaisena työkaluna kunnossapidon toteutuksessa ja seurannassa.

6.1 Tuotannossa ja testauksessa käytettävän laitteiston kunnossapitostrategia

Kunnossapitostrategia ja kunnossapidon toimet eri laitteille on valittu siten, että MKS Autobusiness Oy:n tuotanto- ja testauslaitteiston kunnossapitotoimilla pyritään parempaan tuotannon laatuun ja laitteiston luotettavuuteen. Laatupuoleen vaikuttavien kunnossapitotoimien suunnittelussa on huomioitu six sigma-ajattelu, eli kaikki epätuottavat ja epähyödylliset toimet pyritään eliminoimaan tuotanto- ja kunnossapitotoimista pois. Lisäksi tullaan hyödyntämään 5S-menetelmää, jolloin tuotanto- tai testaustehtäviä suorittavan työntekijän työskentelystä saadaan huomattavasti tehokkaampaa ja organisoidumpaa. Myös kuntoon perustuvaa kunnossapitoa tullaan hyödyntämään osana toteutettavia kunnossapitotoimia. Lisäksi oleellisena osana jokaisen laitteen kunnossapitoa laitteiden vikaantumiset, korjausmenetelmät sekä vikaantumishistoria kirjataan ylös konekohtaisiin taulukoihin, jotta päästäisiin tulevaisuudessa parempiin tuloksiin. Kyseiset taulukot luotiin MS Excel-ohjelmalla ja taulukot luovutettiin yrityksen käyttöön, jolloin koneiden käyttäjät ja kunnossapidon toteuttajat pääsevät niihin käsiksi kaikkina ajankohtina ja pääsevät samalla itse kirjaamaan tapahtumia ylös laitteiden vikahistoriaan. Kunnossapito-ohjetaulukossa mainitut vikaskenaariot perustuvat yrityksen laitekäytön yhteydessä laitteen eliniän aikana toistaiseksi tapahtuneisiin vikaantumisiin sekä laitteen normaalikäytössä mahdollisesti esiintyviin vikatyyppeihin.

6.2 Laitteille laaditut kunnossapito-ohjetaulukot

Laitteet, joille kunnossapito-ohjeet ja vikahistoriaraporttipohjat laadittiin, olivat pääluvussa 5 jo esiintyneet Bernardo-sorvijyrsin, ASNU-testeripenkit sekä Parkside-hiomakone. Kunnossapito-ohjeet laadittiin Microsoft Excel – ohjelman avulla ja ne on esitetty tarkemmin tämän opinnäytetyön liitteinä 1, 2 ja 3. Jokaiselle eri laitetypille kirjoitettiin oma kunnossapitokortti Excel-taulukon muodossa ja kyseiset taulukot antavat kunnossapitoa suorittavalle henkilölle toiminta-ohjeet eri kunnossapitotilanteissa. Ohjeistukset eri tilanteissa suoritettaville kunnossapitotehtäville ja toimenpiteille laadittiin taulukoihin kiihtisyysjärjestyksessä. Sorvijyrsimen ja ASNU-testereiden kunnossapidon prioriteettina 1 olivat jokaisen laitteen korjaavan kunnossapidon suoritettavat toimet eri vikaantumistilanteissa, niiden välittömyysaste, raportoinnin tarve, raportoitavien asioiden sisältö (kuten esimerkiksi kunkin kunnossapitotapahtuman yhteydessä käytettyjen varaosanumeroiden ja varaosien lukumäärän ja hinnan sekä työ kustannusten suuruus), sekä frekvenssi, jolla kyseisiä toimia suoritetaan. Prioriteettina 2 olivat kuntoon perustuvat kunnossapitotoimet ja prioriteetilla 3 ennakoivan kunnossapidon suoritettavat toimet. Näiden sisällölle oli erikseen kerrottu, suoritetaanko kunnossapitotoimia jatkuvalla syklillä, tarvittaessa vai jaksotetusti. Prioriteettina 4 olivat laitteiden kunnostamiseen liittyvät

kunnossapitotehtävät kuten puhdistamiset, rasvaamiset, huollot sekä kalibroinnit. Prioriteetilla 5 eli vähiten kriittisimpänä ryhmänä olivat parantavan kunnossapidon toimet sekä tuotekehityssuunnitelmat. Yrityksen modifioitujen polttoainesuutinten tuotantokäytössä oleva hiomakone on puolestaan rakenteeltaan ja toiminnaltaan paljon yksinkertaisempi laite. Tälle laitteelle päätettiin rajata kunnossapito-ohjeistus ja kunnossapitostrategia korjaavan kunnossapidon, kuntoon perustuvan kunnossapidon sekä kunnostamisen toimenpiteisiin ja toiminta-ohjeisiin. Laadittujen kunnossapito-ohjetaulukoiden tukena toimivat opinnäytetyön toteutuksessa laaditut, kunnossapito henkilöstön täyttämät vikahistoriaraportit, jotka ovat myös taulukkomuodossa, samassa Excel-tiedostossa.

6.3 Laitteille laaditut vikahistoriaraporttitaulukot

Samoille laitteille laadittiin myös laitekohtaiset vikahistoriaraportit, jotka on havainnollistettu tämän opinnäytetyön liitteissä 4, 5 ja 6: Vikahistoriaraportit sorvijyrsimelle, ASNU-testereille sekä hiomakoneelle. Excel – ohjelmalla laaditut vikahistoriaraporttitaulukot toimivat seuraavalla tavalla: Kunnossapitotoimia suorittava henkilö kirjaa taulukkoon vian havaitsemis- tai korjauspäivämäärän sekä oman nimensä sekä vian tyypin ja suoritettut kunnossapitotoimet. Samaan taulukkoon omille sarakkeilleen kirjataan ylös korjaukseen käytettyjen varaosien nimet ja tuotenumerot, niiden lukumäärät sekä kappalekohtaiset hinnat. Lisäksi omille sarakkeilleen kunnossapitoa suorittanut henkilö kirjaa työhön ja sen eri vaiheisiin kuluneen ajan sekä oman tuntikohtaisen kulunsa, toisin sanoen oman palkkansa. Näiden tietojen avulla Excel – ohjelma laskee kunnossapitotapahtumakohtaiset kokonaisvaltaiset kunnossapitokulut, joita kirjanpitäjän ja yrityksen johdon on helppo seurata esimerkiksi kuukausi- tai vuositasolla laitekohtaisesti. Laadittu raporttipohja ei sisällä laitekohtaisia varaosaluetteloita varaosien vaihtuvuuden ja esimerkiksi suutintesterien kohdalla suuren varaosavalikoiman vuoksi. Kunnossapito-ohjetaulukon yhteydessä annettu ohjeistus raportoinnin tarpeesta koskee juuri tätä vikahistoriaraporttia. Raportoinnin tarve oli määritetty sillä perusteella, aiheutuuko kunnossapitotoimista suoria kustannuksia, joita voidaan tapahtumakohtaisesti laskea tai havaita.

Oikein täytettynä tämä laadittu kunnossapito-ohjetaulukon ja vikahistoriaraporttitaulukon yhdistelmä on yritykselle tärkeä ja hyödyllinen työkalu, jonka avulla kunnossapitoon kuluva aika- ja materiaali-resursseja on helppo seurata laitekohtaisesti ja mahdollisia vikaantumisherkenpiä osa-alueita tuotannossa tai testauksessa on helpompi havaita ja kehittää luotettavammaksi.

Liitteinä olevissa vikahistoriaraporttipohjissa esitetyt varaosahinnat ja työkustannukset eivät ole paikkaansa pitäviä tietosuojasyistä, kyseiset luvut ovat esitettynä tässä opinnäytetyössä ainoastaan suuntaa antavana esimerkkinä kaavojen ja taulukoiden toiminnan havainnollistamiseksi.

7 LAADITTUJEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMIEN KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET

Tässä opinnäytetyön pääluvussa esitellään laadittujen kunnossapito-ohjetaulukkojen ja vikahistoriaraporttitaulukkojen mahdollisia kehittämis- tai parannusmahdollisuuksia sekä tulevaisuuden kehityskohteita ja – tarpeita.

7.1 Kunnossapito-ohjetaulukkojen kehittäminen

Kunnossapito-ohjetaulukoista tuli yrityksen laitteistokantaa ja laitteiston käyttöfrekvenssiä ja – tapaa ajatellen melko kattavat. Kunnossapito-ohjetaulukoista löytyvät kaikki useimmiten tapahtuvat tai ajateltavissa olevat vika- tai häiriötilanteet, toiminta- ja prosessiohjeet jokaiselle mainitulle tilanteelle, raportoitavien asioiden sisältö sekä kunnossapitotoimien frekvenssit. Taulukot eivät kuitenkaan kata kaikkia mahdollisia vikaantumis- tai häiriötilanteita, koska listaus perustuu suurelta osalta yrityksen kokemuksiin sekä yleisimpiin mahdollisiin skenaarioihin. Kunnossapitotoimia vaativia skenaarioita tulee myös todennäköisesti olemaan enemmän ja suuremmalla variaatiolla, jos esimerkiksi sorvijyrsimellä tullaan valmistamaan nykyisestä tuotannosta poikkeavia kappaleita ja uusista materiaaleista. Lisäksi nykyisestä suuresti muuttuva käyttökulttuuri ja koneiden kuormituksen lisääntyminen saattaa vaikuttaa häiriöiden tyyppiin ja frekvenssiin. Tämän vuoksi laadittuja kunnossapito-ohjetaulukoita tulee täydentää tuotannon määrän tai tyyppin muuttuessa tai uusien vikaantumis- tai häiriötyyppien ilmetessä ja kirjata ylös niiden korjaamiseksi parhaaksi todettavat kunnossapitotoimet.

Lisäksi kunnossapito-ohjetaulukoiden parantavien kunnossapidon toimien prioriteettikategoriassa mainitun 5S-ajattelun mukaiset työskentelyn ja kunnossapidon optimointiohjeet olisi voitu laatia tässä samassa toteutusyhteydessä. Se voisi olla yrityksen toimintaa ajatellen yksi varteenotettava kehityskohta tulevaisuudessa.

7.2 Vikahistoriaraporttitaulukkojen kehittäminen

Vikahistoriaraporttitaulukko on nykyisessä muodossaan melko kattava ja monipuolinen ja hyödyllinen laskentatyökalu laitekohtaisten tai kokonaisvaltaisten kunnossapitokustannusten seurannan helpottamiseksi. Ainoa selkeä asia, joka taulukoista jäi puuttumaan, olivat laitekohtaiset varaosaluettelot. Tulevaisuuden kehityskohteeksi näitä varten voitaisiin luoda laitekohtaisille vikahistoriaraporttitaulukkovälilehdille Excel-tiedostoon tiputusvalikot, joihin listattaisiin saatavilla olevat varaosien nimet ja varaosakoodit sekä niiden hinnat. Tässä kuitenkin ongelmakohtana ovat toimittajien hinnannuutokset tai lisäykset tuotevalikoimiin, tämän vuoksi kyseisiä varaosatoimittajien tuotevalikoimaa ja hinnastoja tulisi seurata tietyin väliajoin ja hinnastopäivityksien yhteydessä päivittää vikahistoriaraporttitaulukkojen tiputusvalikoista löytyvät varaosaluettelot.

8 YHTEENVETO

Yleisesti ottaen kunnossapidon suunnittelu on laaja ja hankalasti toteutettava kokonaisuus ja se tulee suunnitella kunnossapitostrategiaa ja – suunnitelmaa tarvitsevan yrityksen tuotannon koon, kunnossapidolle asetettavan budjetin, kunnossapitoa suorittavan henkilöstön määrän ja yrityksen kunnossapidollisten tavoitteiden mukaan. Voidaan sanoa yleistävästi, että kunnossapidon pääasiallisia tavoitteita ovat laitteiston korkeampi käyttöaste, parempi luotettavuus sekä alhaisemmat tuotannon kokonaiskustannukset.

Täydellisen kunnossapitostrategian suunnittelu tai sen toteuttaminen ovat käytännössä mahdottomia, sillä kunnossapitoon tulee kulumaan resursseja joka tapauksessa ja tuotantomäärien tai -tyypin muuttuessa tai laitekantojen vanhetessa kunnossapitoon tulee kulumaan entistä enemmän resursseja. Kunnossapitostrategia ja kunnossapitotoimet tulee suunnitella yrityksen tarpeiden, tilanteen ja laitekannan sekä henkilöstövarojen pohjalta. Tämän vuoksi olisikin erityisen tärkeää, ettei laitteistokokonaisuuksia hyödyntävien yritysten sisällä väheksytä kunnossapidon merkitystä ja sen suoria tai epäsuoria vaikutuksia yrityksen tulokseen.

Ensisijaisena tavoitteena oli, että opinnäytetyön toteutuksen tuloksena MKS Autobusiness Oy saisi käyttöönsä sekä toimivat ja selkeät toiminta-ohjeet kunnossapitotoimista eri tilanteissa tuotanto- ja testauslaitteistoaan varten että toimivat työkalut kunnossapidon toteutuksen lisäksi myös kunnossapitokulujen seurantaan osana yrityksen toimintaa. Opinnäytetyön toteuttajan mielestä tässä tavoitteessa onnistuttiin hyvin.

Toinen pääasiallinen tavoite oli, että MKS Autobusiness Oy:n johto ja henkilökunta ymmärtäisivät paremmin kunnossapidon merkityksen sekä saavuttaisivat kokonaisvaltaisemman käsityksen kunnossapidon vaikutuksista yrityksen päivittäiseen toimintaan, yrityksen tulokseen vuositason ja pidemmällä aikavälillä. Opinnäytetyön toteuttajan mielestä myös tähän tavoitteeseen päästiin, koska tämän opinnäytetyön teoriaosuus antaa melko kokonaisvaltaisen ja monipuolisen selitteen kunnossapidolle konseptina sekä sen merkitykselle mille tahansa tuotanto- tai testauslaitteistoa omaavalle yritykselle.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

JÄRVIÖ, Jorma ja LEHTIÖ, Taina 2017. Kunnossapito – tuotanto-osuuden hoitaminen, 6. täydennetty painos, Helsinki: Promaint ry.

LAPINLEIMU, Ilkka, KAUPPINEN, Veijo ja TORVINEN, Seppo 1997. Kone- ja Metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät, 1. painos, Porvoo: WSOY.

ASNU (suutintestereiden tekniset tiedot, lisävarustetiedot) haettu 5.2.2019 osoitteista
<https://www.asnu.com/machines/gdi>
<https://www.asnu.com/uploads/pdfs/UsQTiGNMt7HV.pdf>

VUOTI, Ari 2018, Palveluliiketoiminta - Kunnossapito – kurssimateriaali, Savonia-ammattikorkeakoulu, Kuopio.

Haettu 5.2.2019 Palveluliiketoiminta – opintojakson Moodle-sivustolta osoitteista:

Kunnossapidon tunnusluvut ja käsitteet [viitattu 5.2.2019], saatavissa:
<https://moodle.savonia.fi/course/view.php?id=3755#section-11>

Kunnossapidon lajit [viitattu 1.4.2019], saatavissa:
<https://moodle.savonia.fi/course/view.php?id=3755#section-12>

Kuntoon perustuvan kunnossapidon suunnittelu [viitattu 10.4.2019], saatavissa:
<https://moodle.savonia.fi/course/view.php?id=3755#section-14>

AHTIAINEN, Ville 2018, Savonia-ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikka, Kuopio. Erikoistumisprojekti 1. Tiedot haettu projektin aikana tuotetusta materiaalista 5.2.2019.

AHTIAINEN, Ville 2019, Savonia-ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikka, Kuopio. Erikoistumisprojekti 2. Tiedot haettu projektin aikana tuotetusta materiaalista 5.2.2019.

AHTIAINEN, Ville 2019, Savonia-ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikka, Kuopio. Opinnäytetyössä esitetyt kuvat, 2019.

MKS AUTOBUSINESS OY 2019. *Yritys*. (MKS Autobusiness Oy) [Viitattu 5.2.2019] haettu:
www.finjector.com/fin/sivu/yritys

SUURNÄKKI, Marko 2019, MKS Autobusiness Oy. Opinnäytetyössä viitatut tiedot hankittu haastattelulla 2019.

SFS-Standardit 2018, Uudet ja kumotut SFS-standardit. haettu: https://www.sfs.fi/files/8470/SFS-luettelo_1_2018.pdf

2. KUNTOON PERUSTUVAT KUNNOSSAPITOTOIMET	Jatkuva / tarvittaessa / jaksotettu	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
Laitteen toiminnan silmämääräinen tarkastus	Jatkuva	Seurataan laitteen toimintakykyä käytön aikana	Ei raportoida	Aina käytön aikana
Kiinnikkeiden kiristykset / tarkistukset	Jaksotettu	Tarkistetaan mutterien, pulttien ym. kiinnikkeiden kireys, kiristetään tarvittaessa	Ei raportoida (raportoidaan, jos jokin tietty kohde löystyy muita kohteita useammin, tällöin merkitään seurattavaksi.)	Kerran viikossa
Työkalujen kunnan arviointi / työkalujen vaihto	Jatkuva	Seurataan ja arvioidaan työkalujen kuntoa, vaihdetaan tarvittaessa	Raportoidaan vikahistoriaan vaihdettujen osien tyyppi, hinta sekä työn kesto	Aina käytön aikana
Puhdistaminen, rasvaus	Tarvittaessa	Puhdistetaan laitteen kohteet, joiden puhtaus tai voitelu vaikuttavat suoraan tai epäsuorasti tuotannon laatuun	Ei raportoida	Aina käytön jälkeen, muuten kerran viikossa
Työkalujen, istukkojen ja kiinnittimien huoltaminen	Jaksotettu	Puhdistetaan, voidellaan ja huolletaan työkalut ja kiinnittimet	Ei raportoida	2-3 kertaa viikossa
Kalibroinnit / tarkistukset	Jaksotettu	Tarkistetaan laitteen ja näyttöjen asetukset ja säädöt	Ei raportoida (raportoidaan, jos havaitaan vikaa)	kerran viikossa
Lastujen poisto	Jaksotettu	Poistetaan käytössä syntyvät metalli- ja muovilastut koneen keruuastiasta ja käyttöympäristöstä	Ei raportoida	Kerran kahdessa viikossa
Nesteanalyysi	Jaksotettu	Suoritetaan nesteanalyysi, vaihdetaan jäähdytys- tai lastuamissenesteet tarvittaessa tuoreisiin nesteisiin	Raportoidaan, jos nesteitä vaihdetaan, tällöin merkitään uuden nesteen tyyppi ja määrä vikahistoriaan	Joka 4. kuukausi

3. ENNAKOIVAT KUNNOSSAPITOIMET	Jatkuva / tarvittaessa / jaksotettu	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
Käyttötuntiseuranta (käyttötuntimittarit)	Jatkuva	Käyttötuntiseuranta kiinnittimille, työkaluille ja muille osille, tietyn käyttötuntimäärän pääteeeksi uusitaan tarvittavat osat	Raportoidaan vaihdettavien osien lukumäärä ja hinnat niille osoitettujen käyttötuntimäärien ollessa täynnä	Päivittäin
Vikaantumistietojen analysointi	Jaksotettu	Analysoidaan kuluneen kuukauden vikaantumistiedot	Ei raportoida, ellei poikkeamia löydy	Kerran kuukaudessa
Käynninvalvonta	Jatkuva	Seurataan laitteen toimintaa käyntitilassa, havainnoidaan kaikki esiintyvät poikkeamat, kuten värähtelyt, tärinät, tihkumiset jne.	Ei raportoida, ellei poikkeamia löydy	Päivittäin
Testaukset	Jaksotettu	Testataan laitteen ja sen osien, sekä lisäosien oikeaa toimintaa	Ei raportoida, ellei poikkeamia löydy	Kerran viikossa
Määrittämismukaisuuden tarkistus	Jaksotettu	Tarkistetaan laitteen turvallisuuden, käyttöolosuhteiden sekä muiden standardinmukaisuuksien pätevyys	Ei raportoida, ellei poikkeamia löydy	Kerran vuodessa
Varaosien varastointi	Jatkuva	Seurataan varaosien hyllysaldoa, pidetään varaosien varastosal- dot niille asetettavissa optimitasoissa nopean saatavuuden var- mistamiseksi	Ei raportoida vikahistoriaan, raportoidaan erilliseen varas- toraporttiin	Kerran viikossa

4. KUNNOSTAMINEN	Jatkuva / tarvittaessa / jakotettu	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
Puhdistus	Jakotettu	Puhdistetaan laite, sen osat sekä työympäristö	Ei raportoida	Päivittäin
Voitelu ja rasvaus	Jakotettu	Voideellaan ja rasvataan kaikki voitelua vaativat kohteet	Ei raportoida	Kerran viikossa
Huolto	Tarvittaessa / Jakotettu	Toimintakunnan laskettua huomattavasti suoritetaan huolto, muuten laitteelle suoritetaan vuosihuollot	Raportoidaan vikehistoriaan suoritettun huollon tyyppi ja kyseisen huollon osa- ja työkulut	Tarvittaessa / kerran vuodessa
Kalibrointi	Tarvittaessa / jakotettu	Tarkkuuden laskettua huomattavasti suoritetaan kalibrointi joko itse laitteelle tai sen osille	Ei raportoida	Tarvittaessa / kahdesti vuodessa
5. PARANTAVAN KUNNOSSAPIDON TOIMET	Miksi suoritetaan?	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	
Työskentelyn optimointi 55:n avulla	Työskentelyn tehostamiseksi, 55 on osa kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon kunnostusvaihetta	TyöpiSTEEN ja tarvikkeiden lajittelu, järjestely, siivous, muiden työntekijöiden ohjeistus sekä sitoutuminen noudattamaan kyseistä toimintatapaa.	Raportoidaan, laaditaan selkeä layout tuotantotilalle	Tarvittaessa
Vaihtoehtoisten osien etsintä ja valinta	Laitteiden ja työkalujen eliniän pidentämiseksi	Etsitään laitevalmistajan ja vaihtoehtoisten toimittajien valikoidusta vaihtoehtoisia ja kestävämpiä komponentteja	Raportoidaan, merkitään myös kaikki vaihtoehdot, niiden toimittajat ja hankintahinnat	Tarvittaessa
Laadukkaampien lastuamisteiden käyttö	Paremmän jäähdytyksen sekä kappaleen voitelun aikaansaamiseksi	Valitaan laadukkaampia ja paremmat ominaisuudet omaavia lastuamisteitä ja -öljyjä paremman lopputuloksen aikaansaamiseksi ja koneen käyttöiän pidentämiseksi	Raportoidaan, tehdään vertailu ja merkitään raporttiin ensisijaiset käyttöön valittavat nesteet	Tarvittaessa


LIITE 2 KUNNOSSAPITO-OHJETAULUKKO, ASNU-TESTERIT

FINJECTOR		KUNNOSSAPITOKORTTI	Selitteet	
MKS Autobusiness Oy			Välittömyys = Toteutetaan kunnossapitotoimet heti, voidaanko ne siirtää toiselle ajankohdalle vai suoritetaan ko toimet jaksotetusti.	
LAITE: Suutintesteri			Häiriönpoisto = Palautetaan laite esimerkiksi vikatilasta tai SAFE-tilasta normaaliin toimintatilaansa	
ASNU Classic GDI - suutintesteri			Suorittamistiheys = suoritetaan ko jatkuvasti, tarvittaessa vai jaksotetusti	
			Kunnostaminen = palauttaminen optimaaliseen toimintakykyyn	
KUNNOSSAPITOLAJIT KRIITTISYYSIÄRIESTYKSESSÄ				
1. KORJAAVAT KUNNOSSAPITOTOIMET	VÄLITÖN / SIIRRETTÄVÄ	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
Rikkiinäisen pumpun tai pääsuodattimen vaihto	Välitön	Vaihdetaan rikkiinäinen polttoainepumppu tai vaihdon tarpeessa oleva polttoainesuodatin uuteen	Raportoidaan käytetyt varaosat, niiden lukumäärät ja hinnat sekä työaika raporttiin, myös käyttötunnit jos mahdollista	Aina tarvittaessa
Rikkiinäisen emolevyn tai virtalähteen vaihto	Välitön	Vaihdetaan rikkiinäinen emolevy tai päävirtalähde uuteen	Raportoidaan käytetyt varaosat, niiden lukumäärät ja hinnat sekä työaika raporttiin, myös käyttötunnit jos mahdollista	Aina tarvittaessa
Rikkiinäisten polttoaineletkujen vaihto	Välitön	Vaihdetaan rikkiinäiset polttoainelekut ja letkukristimet uusiin vastaavanlaisiin	Raportoidaan käytetyt varaosat, niiden lukumäärät ja hinnat sekä työaika raporttiin, myös käyttötunnit jos mahdollista	Aina tarvittaessa
Epäkuntoisten paineensäädinten vaihto	Välitön	Vaihdetaan rikkiinäiset tai epäkuntoiset polttoaineen paineensäätimet uusiin	Raportoidaan käytetyt varaosat, niiden lukumäärät ja hinnat sekä työaika raporttiin, myös käyttötunnit jos mahdollista	Aina tarvittaessa
Polttoainekiskon tiivisteiden vaihto	Välitön	Vaihdetaan testeripenkin polttoainekiskon o-rengastiivisteet uusiin vastaaviin niiden alkaessa vuotamaan	Raportoidaan käytetyt varaosat, niiden lukumäärät ja hinnat sekä työaika raporttiin, myös käyttötunnit jos mahdollista	Aina tarvittaessa
Ultraäänipesurin emolevyn vaihto	Siirrettävä	Vaihdetaan ultraäänipesurimoduulin viallinen emolevy uuteen vastaavanlaiseen sen rikkoutuessa	Raportoidaan käytetyt varaosat, niiden lukumäärät ja hinnat sekä työaika raporttiin, myös käyttötunnit jos mahdollista	Aina tarvittaessa
Suojaseinän vaihto	Siirrettävä	Vaihdetaan rikkiinäinen tai samaa suihkutuksen suojaosina uuteen alkupeärisosaan	Raportoidaan käytetyt varaosat, niiden lukumäärät ja hinnat sekä työaika raporttiin, myös käyttötunnit jos mahdollista	Aina tarvittaessa

2. KUNTOON PERUSTUVAT KUNNOSSAPITOIMET	Jatkuva / tarvittaessa / jaksotettu	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
Silmämääräinen tarkastelu	Jatkuva	Tarkastellaan laitteen kuntoa ja mahdollisia alkavia vikoja (vuodot, pulttien ja kiristimien kireys, puhtaus, pumpun toiminta, testiohjelmien ja tietokoneohjauksen toiminta)	Raportoidaan kaikki poikkeamat ja havaitut epäkohdat	Aina käytön yhteydessä
Testinesteen lämpötilaseuranta	Jatkuva	Seurataan testerin testinesteen lämpötilaa, jäähdytetään lämpötilan nousussa liian kuumaksi	Raportoidaan selkeät ohjearvot ylittävät lämpötilan nousut, merkitään ylös tilanteet, joissa kyseinen tapahtuma ilmenee	Aina käytön yhteydessä
Paineenvalvonta	Jatkuva	Seurataan testerin polttoainepaineen tasaisuutta, säädetään tarvittaessa. Jos paine ei säily, tarkastetaan säädin	Raportoidaan poikkeamat ja osien vaihdoissa tyypit, lukumäärät, hinnat ja vaihtotyön kesto	Aina käytön yhteydessä
Johtosarjojen tarkistus	Jaksotettu	Tarkistetaan johtosarjojen ja adapterimoduulien eheys, uusitaan tarvittaessa	Raportoidaan, jos vaihdetaan osia tai komponentteja	Kerran kuukaudessa
Suihkutusikkunan puhdistus	Tarvittaessa	Puhdistetaan suihkustilan väliseinän ikkuna	Ei raportoida	Aina tarvittaessa
Ultraäänipesuneen vaihto	Tarvittaessa	Vaihdetaan ultraäänipesurimoduulin pesuneste	Raportoidaan vaihdetun nesteen määrä ja ajankohta	Aina tarvittaessa
Imusuodattimien puhdistaminen	Jaksotettu	Puhdistetaan testereiden imusuodattimet (4 kpl), tarpeen vaatiessa vaihdetaan uudet tilalle	Raportoidaan vain, jos suodattimia vaihdetaan	Joka 2. kuukausi
Pääsuodattimien vaihtaminen	Jaksotettu	Vaihdetaan testerien kaksi pääsuodatinta	Raportoidaan vaihdetut osat, kpl-määrät, hinnat ja työn kesto	Kerran vuodessa
Testinesteen vaihto	Jaksotettu	Vaihdetaan testerien säiliöissä oleva testineste uuteen	Raportoidaan vaihdetun nesteen määrä ja ajankohta	Joka 3. kuukausi
Letkujen ja letkukiristimien tarkastus/vaihto	Jaksotettu	Tarkistetaan letkujen ja kiristimien eheys, vaihdetaan tarvittaessa uusiin vastaaviin komponentteihin	Raportoidaan vain, jos vaihdettavia osia	Kerran kuukaudessa


3. ENNAKOIVAT KUNNOSSAPITOTIIMET			Jatkuva / tarvittaessa / jaksotettu	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
	Paineensäädintä kalibrointi		Jaksotettu	Kalibroidaan testereiden omat ja jälkiasennetut paineensäätimet	Raportoidaan, jos poikkeamia	Kerran kuussa
	Testinesteen viskositeettimittaus		Jaksotettu	Testerien testinesteiden viskositeettimittaukset ja nesteen laadun tarkastelu	Ei raportoida	Joka 2. kuukausi
	Varaosien varastointi		Jatkuva	Seurataan varaosien hyllysaldoja, pidetään varaosien varastosalidot niille asetettavissa optimitasoissa nopean saatavuuden varmistamiseksi	Ei raportoida vikaistoriaan, raportoidaan erilliseen varastoraporttiin	Kerran viikossa
4. KUNNOSTAMINEN			Jatkuva / tarvittaessa / jaksotettu	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
	Pumppujen kunnostaminen tai vaihto		Tarvittaessa	Toimintakyvyn laskettua kunnostetaan pumppu jos mahdollista, vaihdetaan jos ei kunnostettavissa	Raportoidaan työhön kulunut aika, vaihdon yhteydessä osatiedot	Aina tarvittaessa
	Suodattimien puhdistaminen tai vaihto		Tarvittaessa	Toimintakyvyn laskettua puhdistetaan suodattimet, vaihdetaan jos puhdistus ei ole riittävän tehokas keino	Raportoidaan työhön kulunut aika, vaihdon yhteydessä osatiedot	Aina tarvittaessa
	Paineensäädintä kunnostaminen tai vaihto		Tarvittaessa	Toimintakyvyn laskettua kunnostetaan paineensäädin jos mahdollista, vaihdetaan jos ei kunnostettavissa	Raportoidaan työhön kulunut aika, vaihdon yhteydessä osatiedot	Aina tarvittaessa
	Laitteiston kalibrointi		Tarvittaessa	Kalibroidaan paineanturit, painemittarit sekä lämpötila-anturit	Ei raportoida	Aina tarvittaessa
	Laitteen ja lisäosien puhdistaminen		Tarvittaessa	Puhdistetaan laite ja sen pinnat, lisälaitteet sekä johtosarjat	Ei raportoida	Aina tarvittaessa
5. PARANTAVAN KUNNOSSAPIDON TOIMET			Miksi suoritetaan?	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	
	Käyttötuntimittaus testereille		Tiedetään eri komponenttien käyttötuntimäärät	Asennetaan erilliset käyttötuntimittarit pumppua, suodattimia, ja paineensäätimiä varten, jotka resetoidaan komponenttien vaihdon yhteydessä	Raportoidaan mittareiden lukemat komponenttien vaihdon yhteydessä sekä kirjataan ylös kunkin komponentin kestoikä	Uuden komponentin vaihdon yhteydessä
	Sähköinen pinnanvalvonta		Tiedetään testinesteen ja ultraäänepesurimoduulin että nipesunesteen tasot testereissä	Asennetaan erilliset anturit sekä ultraäänepesurimoduulin että testinestesäiliöön, antureita luetaan erillisellä mittarilla tai tietokoneella, jotta tietous nestetasoista on parempi	Ei raportoida	Suunnitellaan ja toteutetaan

LIITE 3 KUNNOSSAPITO-OHJETAULUKKO, HIOMAKONE

			Selitteet		
	KUNNOSSAPITOKORTTI			Välttömyys = Toteutetaan kunnossapitotoimet heti, voidaan ne siirtää toiselle ajan kohdalle vai suoritetaan toimet jaksotetusti.	
MKS Autobusiness Oy				Häiriöpoisto = Palautetaan laite esimerkiksi vikatilasta tai SAFE-tilasta normaaliin toimintatilaansa	
LAITE: Hiomakone				Suorittamistiheys = suoritetaan jatkuvasti, tarvittaessa vai jaksotetusti	
Parkside -hiomakone				Kunnostaminen = palauttaminen optimaaliseen toimintakykyyn	
KUNNOSSAPITOLAITUKRIITTISYYSJÄRJESTYKSESSÄ					
1. KORJAAVAT KUNNOSSAPITOTOIMET	VÄLITÖN / SIIRRETTÄVÄ		TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
Laitteen hiomatuki, hiomakivi, hiomakiven kiinnitys tai hiomakiven suojakotelon irtoa tai löystyvy	Välitön		Kiristetään kohteet ja niiden kiinnikkeet	Ei raportoida	Aina tarvittaessa
Hiomakivi hajoaa tai kuluu liikaa	Välitön		Vaihdetaan uuteen hiomakiveen	Raportoidaan osa, hinta ja työhön kulunut aika	Aina tarvittaessa
Laitte ylikuumenee	Välitön		Tutkitaan ylikuumenemisen syy, korvataan vialliset osat ja suoritetaan häiriöpoistot, poistetaan roskat	Raportoidaan ylikuumenemisen syy sekä mahdollisesti vaihdetut osat, niiden hinnat ja työhön kulunut aika	Aina tarvittaessa
Imurin kiinnitys ei pidä	Välitön		Korjataan imurin kiinnitys	Ei raportoida	Aina tarvittaessa
Hiomakivi pitää kääntää	Siirrettävä		Käännetään hiomakivi uuden hiomapinnan aikaansaamiseksi	Ei raportoida	Aina tarvittaessa

2. KUNTOON PERUSTUVAT KUNNOSSAPITOIMET	Jatkuva / tarvittaessa / jaksotettu	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
Hiomakiven tarkastaminen	Jatkuva	Tarkistetaan hiomakiven kunto ja paksuus, vaihdetaan tarvittaessa	Raportoidaan vain, jos vaihdetaan	Aina käytön jälkeen
Laitteen kunnon silmäääräinen tarkastelu	Jatkuva	Pidetään silmällä laitteen toimintakykyä ja kuntoa	Ei raportoida	Aina käytön aikana
Laitteen puhtauden ylläpito	Tarvittaessa	Puhdistetaan laite ja sen osat sekä työympäristö	Ei raportoida	Aina tarvittaessa
3. KUNNOSTAMINEN	Jatkuva / tarvittaessa / jaksotettu	TOIMENPITEET	Raportointi: Raportoidaan / Ei raportoida	Frekvenssi
Kiinnikkeiden vaihto uusiin	Tarvittaessa	Vaihdetaan kaikki mutterit, ruuvit ja aluslevyt uusiin laitteen toimintakyvyn tai kunnan laskettua oleellisesti	Raportoidaan osat, hinnat ja työhön kulunut aika	Aina tarvittaessa
Hiomakiven kotelointien uusiminen	Tarvittaessa	Uusitaan koteloinnit niiden tullessa huonokuntoisiksi	Raportoidaan osat, hinnat ja työhön kulunut aika	Aina tarvittaessa
Laitteen totaalinen puhdistaminen	Jaksotettu	Avataan laite ja koteloinnit, irroitetaan hiomatuot, poistetaan hieet ja lastut sekä muut irtorokat	Ei raportoida	Kerran kuukaudessa
Hiomatukien säätäminen / uusinta	Jaksotettu	Tarkistetaan ja säädetään hiomatuot, tarvittaessa uusitaan	Raportoidaan, jos pitää uusia	Kerran kuukaudessa
Imurin kiinnikkeiden tarkistaminen / uusinta	Jaksotettu	Tarkistetaan ja säädetään imurin kiinnitys, uusitaan väliputki tarvittaessa, jos ei pysy kunnolla kiinni	Ei raportoida	Kerran kahdessa kuukaudessa

LIITE 5 VIKAHISTORIARAPORTTITÄULUKKO, ASNU-TESTERIT

									
MKS Autobusiness Oy									
LAITE: Suutintesteri									
ASNU Classic GDI - suutintesteri									
Myynti / varaosat: ASNU (ENG)									
www.asnu.com									
VIKAHISTORIA									
Päivämäärä, vian havaittaja	Vian tyyppi	Korjauksessa käytetyt varaosat (nimi / varaosakoodi)	Hinta (€ / kpl)	Lukumäärä	Korjaukseen kulunut aika (h)	Työkustannukset (€ / h)	Rivikohtaiset kunnossapitokustannukset		
xx.xx.xx, Matti Mainio	Polttoainepumppu rikki	Bosch 0580254044 -pumppu	189	1	2,75	15	230,25		
		Letkukiristin 066-T8-16	0,95	2	0,1	15	3,4		
		Polttoainelietku (2240.0800)	16	0,4	0,2	15	9,4		
		Kuparitiiviste 8814.1824	0,25	2	0,1	15	2		
Kunnossapitokustannukset (yht.)									
	245,05								
Päivämäärä, vian havaittaja	Vian tyyppi	Korjauksessa käytetyt varaosat (nimi / varaosakoodi)	Hinta (€ / kpl)	Lukumäärä	Korjaukseen kulunut aika (h)	Työkustannukset (€ / h)	Rivikohtaiset kunnossapitokustannukset		
xx.xx.xx,							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
Kunnossapitokustannukset (yht.)									
	0								

