

Viilun tuotantolinjojen ennakkohuoltojen nykytilan kartoitus ja kehittäminen

Onni Piipponiemi

Opinnäytetyö

Toukokuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma

Kunnossapito

Tekijä(t) Piipponniemi Onni	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2017
	Sivumäärä 65	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Viilun tuotantolinjojen ennakkohuoltojen nykytilan kartoitus ja kehittäminen		
Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Harri Tuukkanen, Hannu Kivistö		
Toimeksiantaja(t) UPM-Kymmene Oy, Jyväskylän vaneritehdas		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli UPM Jyväskylän Vaneritehdas, ja työ tehtiin mekaanisen kunnossapidon osastolle. Työn tavoitteena oli selvittää viilun tuotannon pullonkaulalinjojen ennakkohuoltojen nykytilanne, ja mahdollisesti kehittää huolto-ohjelmia. Huolto-ohjelmien lisäksi tavoitteena oli kehittää myös ennakkohuoltotyötilausten sisältöä toiminnanohjausjärjestelmässä.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin toimintatutkimuksena, joka sisältää tutkimuksen lisäksi toiminnan kehittämistä yhteistoiminnan avulla. Kunnossapitohenkilöstön yhteistyön avulla linjojen ennakkohuoltojen nykytilanne selvitettiin havainnoimalla päivittäistä toimintaa, ja havainnoiteja tuettiin henkilöstön haastatteluilla. Nykytilanteen selvittämisen jälkeen ennakkohuolto-ohjelmia lähdettiin kehittämään luotettavuuskeskeisen kunnossapidon periaatteita seuraten. Ennakkohuoltojen kehittämistyökaluksi käytettävissä olevien resurssien perusteella päätettiin valita kokemuskeskeisen kunnossapidon ECM-analyysi. Kehitetystä ennakkohuolto-ohjelmista koottiin linjakohtaisen ennakkohuoltotyötilauksen alle huoltovälien perusteella huoltopaketteja, jolloin myös harvemmin suoritettavat toimenpiteet saatiin kirjattua toiminnanohjausjärjestelmään.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena viilun tuotantolinjoille saatiin selkeälukuiset ennakkohuolto-ohjelmat, jotka sisältävät kaikki linjoille suoritettavat ennakoivat huoltotoimenpiteet. Huolto-ohjelmien kehittämisen lisäksi ne saatiin myös siirrettyä tietojärjestelmään helppolukuisina paketteina, jolloin työn seuranta helpottuu.</p> <p>Kunnossapitohenkilöstön kanssa käytyjen palavereiden perusteella käsiteltävistä linjoista saatiin kattavat yleistilanteen katsaukset, joissa ilmeni myös uusia kehitysideoita linjojen käytettävyyden nostamiseen.</p>		
Avainsanat (asiasanat) kunnossapito, ennakkohuolto, huolto-ohjelma, toiminnanohjausjärjestelmä, ECM-analyysi, toimintatutkimus		
Muut tiedot		

Author(s) Piipponniemi, Onni	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 65	Permission for web publication: x
	Title of publication Current state survey and development of a preventive maintenance program for veneer production lines	
Degree programme Degree Programme in Mechanical and Production Engineering		
Supervisor(s) Tuukkanen, Harri; Kivistö, Hannu		
Assigned by UPM-Kymmene Wood Oy, Jyväskylä Plywood Mill		
Abstract <p>The thesis was assigned by the mechanical maintenance department at UPM Jyväskylä Plywood Mill. The goal of the thesis was to survey the current state of the preventive maintenance program for the bottleneck lines in veneer production and develop the programs if possible. Additionally, the goal of the thesis was to improve the content of the preventive maintenance orders in the ERP system.</p> <p>The thesis was conducted as an action research, which also contains researching and improving the operations with cooperation. The current state of the PM programs was surveyed by observing the daily operations with the help of the maintenance personnel, and the observations were supported by conducting interviews. After the current state of the PM program was surveyed, developing the programs started by following the principles of reliability centred maintenance. Based on the resources, the PM programs were developed according to the experience centred maintenance method, ECM. As a result, remodelled maintenance packages were placed under the line-specific PM orders based on their service intervals. Therefore, the less frequent measures were also recorded in the ERP system.</p> <p>As a result of the thesis, veneer production lines received clear PM programs, which include all the preventive maintenance measures executed on those lines. In addition to developing the maintenance programs, they were also transferred into the ERP system as clear packages, which makes the follow-up of the measures easier.</p> <p>Based on the meetings with the maintenance personnel, the production lines were examined by extensive general overview. Meetings also revealed some new development ideas which will increase the usability of the lines.</p>		
Keywords/tags (subjects) maintenance, preventive maintenance, maintenance program, ERP system, ECM analysis, action research		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	UPM Kymmene Oyj.....	6
1.1.1	Jyväskylän vaneritehdas	6
1.1.2	Vaneritehtaan kunnossapito.....	7
1.2	Tutkimusstrategia ja -menetelmät	8
1.2.1	Tutkimusstrategia.....	8
1.2.2	Toimintatutkimus	8
1.2.3	Tutkimuksen toteutus	9
2	Kunnossapito.....	10
2.1	Määritelmä	10
2.2	Tuotannon kokonaistehokkuus (KNL)	11
2.2.1	Käyttövarmuus	13
2.3	Kunnossapitolajit	17
2.3.1	Korjaava kunnossapito	18
2.3.2	Ehkäisevä kunnossapito.....	19
2.4	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito	22
2.5	ECM - Kokemuskeskeinen kunnossapito	24
2.5.1	Analyysin vaihe A.....	24
2.5.2	Analyysin vaihe B.....	26
2.5.3	Analyysin vaihe C.....	27
2.6	Kunnossapidon tietojärjestelmät	28
2.6.1	SAP.....	30
3	Työn toteutus.....	30
3.1	Ennakkohuoltojen nykytilan kartoitus	30
3.1.1	Sorvauslinjat.....	31
3.1.2	Kuivauslinjat	34

3.1.3	Leikkaus- ja lajittelulinjat	35
3.2	Ennakkohuoltojen kehittäminen	37
3.2.1	Sorvauslinjat.....	37
3.2.2	Kuivauslinjat	39
3.2.3	Leikkaus- ja lajittelulinjat	41
3.2.4	Seuranta.....	43
3.3	Ennakkohuoltojen vaiheistus toiminnanohjausjärjestelmään.....	43
3.3.1	Ennakkohuoltojen ajankohdat	43
3.3.2	EH-työtilauksen sisältö	44
4	Tulokset.....	45
4.1	Nykytilan selvitys	45
4.1.1	Sorvauslinjat.....	45
4.1.2	Kuivauslinjat	46
4.1.3	Leikkaus- ja lajittelulinjat	46
4.2	Uudistetut ennakkohuolto-ohjelmat	47
4.2.1	Sorvauslinjat.....	47
4.2.2	Kuivauslinjat	47
4.2.3	Leikkaus- ja lajittelulinjat	48
4.3	Uusi ennakkohuoltojen esittämismalli.....	48
5	Pohdinta.....	49
5.1	Tulosten arviointi	49
5.2	Luotettavuuden arviointi.....	50
5.3	Kehitysideat	51
5.4	Johtopäätökset	52
	Lähteet.....	53
	Liitteet	55
	Liite 1. Sorvauslinjojen ennakkohuolto-ohjelma nykytilassaan	55

Liite 2.	Kuivauslinjojen ennakkohuolto-ohjelma nykytilassaan	56
Liite 3.	Leikkaus- ja lajittelulinjojen ennakkohuolto-ohjelma nykytilassaan .	58
Liite 4.	Sorvauslinjojen uudistettu ennakkohuolto-ohjelma.....	59
Liite 5.	Kuivauslinjojen uudistettu ennakkohuolto-ohjelma.....	61
Liite 6.	Leikkaus- ja lajittelulinjojen uudistettu ennakkohuolto-ohjelma	63
Liite 7.	Päivittäisten toimenpiteiden uudistettu ennakkohuolto-ohjelma	65

Kuviot

Kuvio 1. Vanerin tuotantoprosessi (Plywood production process, N.d.).....	7
Kuvio 2. Koneen suorituskyky ja sen osatekijät (Järviö ym. 2011, 35 - 36, muokattu)	13
Kuvio 3. Toimintavarmuuteen vaikuttavat tekijät (Järviö ym. 2011, 36, muokattu)...	14
Kuvio 4. Kunnossapidettävyyteen vaikuttavat tekijät (Järviö ym. 2011, 37 - 38, muokattu)	15
Kuvio 5. Kunnossapitovarmuuteen vaikuttavat tekijät (Järviö ym. 2011, 38 - 39, muokattu)	16
Kuvio 6. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan (Järviö & Lehtiö 2012, 46).....	17
Kuvio 7. Kunnossapitolajit PSK 6201 mukaan (Järviö & Lehtiö 2012, 47).....	18
Kuvio 8. Ennakoivan kunnossapidon vaikutus kokonaiskustannuksiin (Kunnossapidon käsitteet ja määritteet N.d., luku 2.1.2, muokattu)	20
Kuvio 9. 2. sorvauslinjan vikahistoria	38
Kuvio 10. 3. sorvauslinjan vikahistoria	38
Kuvio 11. 2. kuivauslinjan vikahistoria	40
Kuvio 12. 3. kuivauslinjan vikahistoria	40
Kuvio 13. 2. leikkaus- ja lajittelulinjan vikahistoria	42
Kuvio 14. 3. leikkaus- ja lajittelulinjan vikahistoria	42
Kuvio 15. 2. sorvauslinjan uudistettu EH-työtilaus	49

Taulukot

Taulukko 1. ECM-analyysin vaihe A (Smith 2004, 179, muokattu).....	25
Taulukko 2. ECM-analyysin vaihe B (Smith 2004, 180, muokattu).....	26
Taulukko 3. ECM-analyysin vaihe C (Smith 2004, 181, muokattu).....	27
Taulukko 4. Ennakkohuolto-ohjelman lomake	31

1 Johdanto

Kunnossapidon rooli yrityksen toiminnassa on vuosien myötä muuttunut paljon. Perinteisesti kunnossapito on mielletty pääasiassa kunnossapito-osaston suorittamiksi vikojen korjaamisiksi, mutta nykyaikaisessa yhteiskunnassa tämä mieltymys koetaan kauttaaltaan liian suppeaksi. Vastaavasti ennakoivan kunnossapidon merkitys on nostanut hyvin paljon asemaansa yritysten kunnossapitostrategioita määritettäessä. Tänä päivänä kunnossapidon vastuualueelle mielletään osaltaan myös laitteiden turvallisuus sekä ympäristöpolitiikka.

Kyseinen opinnäytetyö on osa toimeksiantajan suurempaa projektia, jonka tavoitteena on tuotannon kokonaistehokkuusprosentin nostaminen. Opinnäytetyön osalta kehittämisessä keskitytään kokonaistehokkuuden käytettävyys -osioon. Linjastojen käyttöastetta tulisi saada korkeammaksi, ja ennakoivan kunnossapidon optimointi on yksi tärkeä menetelmä käyttöasteen nostamisessa.

Opinnäytetyön tavoitteena olikin selvittää UPM Jyväskylän vaneritehtaan viulun tuotantolinjojen ennakkohuoltojen nykytila mekaanisen kunnossapidon näkökulmasta, ja mahdollisesti kehittää nykyisiä huolto-ohjelmia. Ennakkohuolto-ohjelmien tarkastelu rajattiin viulun sorvaus-, kuivaus-, leikkaus- ja lajittelulinjastoihin 2 & 3.

Linjoille suoritettavat ennakkohuoltotoimenpiteet ovat lähinnä asentajien muistin varassa, joten toimeksiantaja halusi selvityksen linjoille nykyisin suoritettavien ennakkohuoltojen tilanteesta ja siitä, ovatko toimenpiteet ja niiden huoltovälit perusteltuja. Nykytilanteen selvityksen jälkeen täytyi miettiä, kuinka huoltoja voitaisiin kehittää nykyisestä, ja kuinka huolto-ohjelmat tulisi esittää toiminnanohjausjärjestelmässä niiden tarkastelun helpottamiseksi.

Ennakkohuolto-ohjelmia tarkastellessa opinnäytetyön tekijän täytyi työn alkuvaiheessa perehtyä käytännössä linjastojen toimintaan haastatteluiden ja havainnoinnin avulla. Vaneritehtaan kunnossapidon työntekijät ja toimihenkilöt olivat alusta asti hyvällä asenteella mukana, ja auttoivat allekirjoittanutta haasteita kohdattaessa.

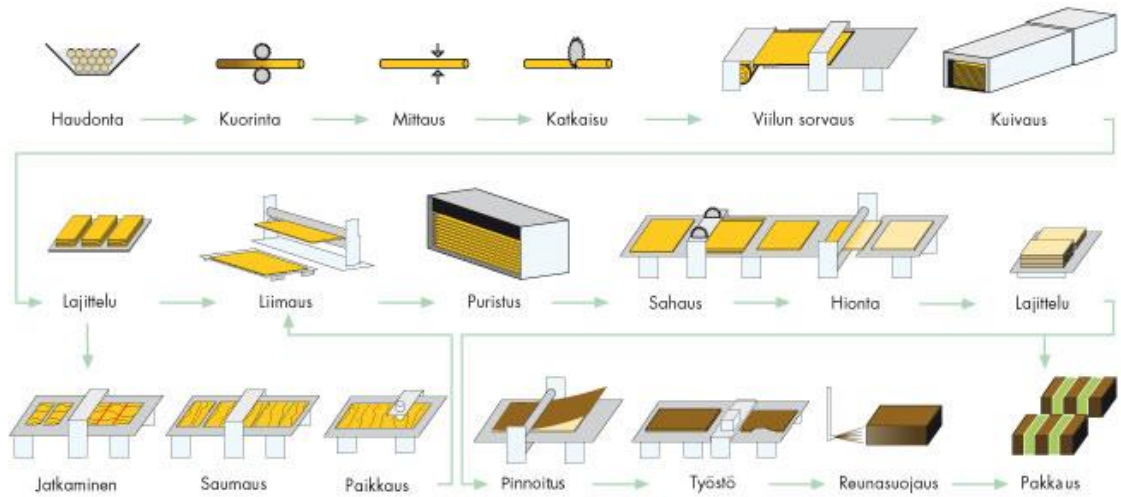
1.1 UPM Kymmene Oyj

UPM-Kymmene Oyj on suomalainen vuonna 1996 perustettu bio- ja metsäteollisuus-yhtiö, jonka kaikki tuotteet valmistetaan vastuullisesti hankituista, uusiutuvista raaka-aineista. Yhtiö syntyi, kun Repolan tytäryhtiö Yhtyneet Paperitehtaat Oy sekä Kymmene Oy fuusioituivat. Samalla yhtiöön sulautui myös Finnpap. (Kauppalehti 2017.) Tällä hetkellä UPM:llä on tuotantoa 13 eri maassa ja sen myyntiverkosto kattaa kaikki 6 mannerta. UPM koostuu kuudesta liiketoiminta-alueesta, joita ovat UPM Biorefining, UPM Energy, UPM Raflatrac, UPM Specialty papers, Paper ENA sekä UPM Plywood. UPM-Kymmene Oyj:n tuotteita on muun muassa biokemikaalit, paperi, vaneri, sellu sekä sahatavara. (UPM vuosikertomus 2016, 2 - 3.)

1.1.1 Jyväskylän vaneritehdas

UPM Plywood on keskittänyt liiketoimintansa vanerin sekä viilun valmistukseen. Plywoodilla on yhteensä 9 tuotantoyksikköä, jotka sijaitsevat Suomessa, Virossa sekä Venäjällä. Tehtaiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti on noin miljoona kuutiota vaneria ja viilua vuodessa. (Production units, N.d.)

Säynätsalossa 1913 perustettu vaneritehdas siirtyi UPM:n omistukseen vuonna 2004. Ennen omistajanvaihdosta tehdas oli Schauman Wood Oy:n omistuksessa. Nykyään UPM Jyväskylän vaneritehtaan kapasiteetti on noin 100 000 kuutiometriä valmista vaneria vuodessa. Tuotteita tehtaalla on pinnoittamattomat sekä pinnoitetut perusvanerit koivusta ja kuusesta, sekä näiden lisäksi erikoisvanerit kuten lämpömuovattava Grada. Käyttökohteita vanerilla on muun muassa rakentaminen, betonointi, huonekalut, parketti- sekä kuljetusvälineteollisuus. (UPM Jyväskylä Plywood Mill, N.d.) Kuviossa 1 on kuvattu vaihe vaiheelta vanerin valmistukseen tarvittava prosessi. Opinnäytetyössä keskitytään ennakkohuoltojen tarkastelun osalta viilun sorvauslinjoista lajitteluun saakka.



Kuvio 1. Vanerin tuotantoprosessi (Plywood production process, N.d.)

1.1.2 Vaneritehtaan kunnossapito

Jyväskylän vaneritehtaalla on kunnossapidon osalta käytössä keskitetty kunnossapito, eli kunnossapito toimii omana erillisenä keskitettynä organisaationaan. Käytössä on myös osittain kunnossapidon ostoa palveluna silloin, kun omat resurssit eivät työn toteuttamiseen riitä, tai kyseisessä operaatiossa tarvitaan esimerkiksi tiettyjä pätevyksiä tai muita oman alaansa erikoistuneita ammattilaisia. Mekaanisen kunnossapidon puolella työntekijöitä tällä hetkellä on yksitoista, joista neljä työskentelevät vuorotyössä korjausmiehenä. Sähkö- ja automaatiopuolen kunnossapito työllistää 9 asentajaa, joista neljä työskentelevät samaisesti vuorossa. Käyttäjäkunnossapidon osuus tehtaalla vaihtelee linjasta riippuen hyvin paljon. (Kainu 2017.)

Jyväskylän vaneritehtaalla muiden UPM:n tuotantolaitosten mukaisesti toiminnanohjausjärjestelmänä niin tuotannonohjauksessa, varastonhallinnassa, myynnissä kuin kunnossapidossakin on käytössä SAP R/3 (Kainu 2017).

Toiminnanohjausjärjestelmään on määritetty jokaiselle linjalle ennakkohuolto-ohjelmat, jotka näkyvät päivittäisissä työtilauksissa niille linjakohtaisesti määriteltyjen huoltovälien mukaan. Mekaanisella puolella ennakkohuollon toimenpiteet sisältävät lähinnä visuaalista kunnonvalvontaa sekä esimerkiksi laakereiden rasvausta. Huoltopäivinä suoritetaan myös siirrettyjä korjauksia mahdollisuuksien mukaan. (Kainu 2017.)

1.2 Tutkimusstrategia ja -menetelmät

1.2.1 Tutkimusstrategia

Tutkimusstrategialla tarkoitetaan tutkimuksen menetelmällisten ratkaisujen kokonaisuutta. Valittu strategia ohjaa pitkälti tutkimuksen menetelmien valintaa ja käyttöä niin teoreettisella kuin käytännölliselläkin tasolla. Useiden menetelmien käyttämisessä on omat vaaransa, mutta se voi toisaalta tuottaa yhtä menetelmää kattavamman tulokinnan. Valittu strategia ei välttämättä määritä tutkimuksen hyvyttä, mutta eri lähestymistavoilla saavutetaan luonnollisesti erilaisia tuloksia. Strategian valinnassa tulee pohtia tutkimuksen kohdetta, käytettävää aineistoa sekä lähestymistapaa. Tutkimusstrategiat voidaan Kananen mukaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään. Näitä ovat kvantitatiivinen, eli määrällinen tutkimus sekä kvalitatiivinen, eli laadullinen tutkimus. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 119, 128; Kananen 2008, 7, 26.) Opinnäytetyön tehtävänä oli ennakkohuoltojen nykytilan selvittäminen ja huolto-ohjelmien kehittäminen, ja tutkimus tehtiin soveltavana tutkimuksena. Soveltava tutkimus mielletään kvalitatiiviseksi tutkimukseksi, ja sen tyypillisiä piirteitä ovat ongelmien ratkaisu ja vaikutusten ennustaminen, toimenpiteiden kehittäminen sekä tutkimuksen suuntaaminen suoraan asiakkaalle. Tunnusomainen toimintaympäristö soveltavalle tutkimukselle on kentällä, ja tutkimuksessa sovelletaan eri tutkimusmetodeita. (Hirsjärvi ym. 2007, 129.) Kyseisessä työssä tutkimusmenetelmänä ongelman ratkaisemisessa käytettiin toimintatutkimusta, ja tiedonkeruumenetelminä havainnointia, haastatteluja sekä kirjallisia lähteitä.

1.2.2 Toimintatutkimus

Toimintatutkimuksella tarkoitetaan työntekijöiden päivittäisen työskentelyn tutkimusta ja kehittämistä. Toimintatutkimuksessa toteutuvat nimensä mukaisesti sekä tutkimus, että toiminta. Tutkimuksesta on vaikeaa antaa yksilöllistä määritelmää, sillä kyseessä on yhden tutkimusmenetelmän sijaan sekoitus useita menetelmiä. Oleellisia elementtejä toimintatutkimuksessa on kuitenkin toiminnan kehittäminen, yhteistoiminta sekä itse tutkimus. Toimintatutkimus rinnastetaan usein case-tutkimukseen, mutta peruserona tutkimusten välillä on tutkijan rooli. Case-tutkimuksessa tutkija toimii ulkopuolisena havainnoijana, kun taas toimintatutkimuksessa tutkija osallistuu

tutkittavan ilmiön toimintaan ja on näin ollen osa yhteisöä. Toimintatutkimuksessa pyrkimyksenä on myös ratkaista ongelmat ja testata toimenpiteet käytännössä. Toimintatutkimus edellyttää taustalla olevaa laadullista tutkimusta, ja se jatkuu ongelmien ratkaisujen myötä siitä mihin laadullinen tutkimus loppuu. (Kananen 2009, 9 - 11, 22 - 24.)

1.2.3 Tutkimuksen toteutus

Toimintatutkimuksen toteutuksen vaihekaavioita kirjoittajasta riippuen useita, mutta kärjistetyksi kaikki noudattavat samaa kaavaa: ongelman määrittely, ratkaisun esitys, ratkaisun kokeilu ja arviointi. Edellisistä tutkimuksen lopputuloksen kannalta kriittisin vaihe on ongelman määrittäminen, ja varsinkin tutkimuskysymysten luominen määrittelyn pohjalta. (Kananen 2009, 28 - 31.)

Opinnäytetyön tutkimusongelmana oli, kuinka pullonkaulalinjojen käytettävyyttä saataisiin parannettua kustannustehokkaasti ennakkohuoltojen avulla. Tutkimusongelman määrittelyn pohjalta se voidaan jaotella Hirsjärven ym. (2007, 122) mukaan alaongelmiin, ja niiden pohjalta tutkimuskysymyksiksi. Tutkimuskysymyksiä kyseisessä työssä voidaan määrittää seuraavasti:

- Miten linjojen ennakkohuollot suoritetaan nykyisen mallin mukaan?
- Miten linjojen ennakkohuoltoja voitaisiin kehittää nykyisestä?
- Miten linjojen ennakkohuollot tulisi esittää toiminnanohjausjärjestelmässä?

Ennakkohuoltojen kehittäminen voidaan jaotella edelleen alaongelman alaongelmiin, jotka voidaan määrittää seuraavasti:

- Mitkä tulisi olla ennakkohuoltotoimenpiteiden tarkennetut huoltovälit?
- Mitkä huoltotoimenpiteistä pystytään suorittamaan koneen käynnissä ollessaan?
- Onko huolto-ohjelmassa turhia toimenpiteitä?
- Puuttuuko huolto-ohjelmasta kriittisiä toimenpiteitä?

Tiedonkeruumenetelmät toimintatutkimuksessa ovat samat kuin muissakin laadullisissa tutkimuksissa. Tiedonkeruumenetelmät riippuvat aina kyseessä olevasta tutkimusongelmasta. Ongelman määrittämisen kriittisyys tulee ilmi myös tiedonkeruuvaiheessa, jotta tarvittavat menetelmät ja tietolähteet voidaan määrittää oikein. Laadullisen tutkimuksen tiedonkeruumenetelmiä Kanasen (2009, 61) mukaan ovat:

- haastattelu
- havainnointi
- kirjalliset lähteet
- kyselyt.

Kyseiseen työhön soveltuvia ja käytettäviä tiedonkeruumenetelmiä edellä mainituista ovat työntekijöiden ryhmähaastattelut, osallistuva havainnointi sekä kirjallisten lähteiden käyttö. Havainnoimisen tukena työssä käytettiin erilliselle lomakkeelle kirjattavia kenttämuistiinpanoja, jotka olivat suuressa roolissa ensimmäisen tutkimuskysymyksen selvityksessä. Ennakkohuoltojen kehittämisessä työkaluna päädyttiin käyttämään resursseista johtuen luotettavuuskeskeisestä kunnossapidosta johdettua kokemuskeskeistä ECM-analyysiä, joka on prosessina huomattavasti alkuperäistä RCM-analyysiä kevyempi.

Tutkimuskysymyksiin kerätty havainnointi- sekä haastattelumateriaali analysoitiin ja yhdenmukaistettiin datan vertailukelpoisuuden vuoksi, ja niitä käytettiin apuna tutkimuskysymyksiä ratkaistaessa. Havainnoinnin tukena käytettiin toiminnanohjausjärjestelmästä hankittuja alkuperäisiä ennakkohuolto-ohjelmia, jotka olivat apuna myös myöhemmin huolto-ohjelmien kehittämisvaiheessa.

2 Kunnossapito

2.1 Määritelmä

Kunnossapidolla tarkoitetaan käyttöomaisuuden tuottokyvyn ylläpitämistä ja säilyttämistä. Kunnossapidon tarkoituksena on siis varmistaa laitteen kyky suorittaa sille määritetyt tehtävät vaaditulla suorituskyvyllä. Perinteisesti kunnossapito on mielletty

pääasiassa vikojen korjaamiseksi, mutta nykyaikaisessa yhteiskunnassa tämä mieltymys koetaan aivan liian suppeaksi. Kunnossapidon kehittymisen myötä korjaavien toimien lisäksi kunnossapitoon kuuluvat myös laitteiden käytön turvallisuus, laadun- tuottokyky sekä elinjakson hallinta. Kunnossapidon määritelmään sisällytetään myös koneiden modernisoinnit, suunnitteluheikkouksien korjaamiset sekä käyttö- ja kunnossapitotaitojen kehittämiset. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2011, 12 - 13.) PSK:n standardissa 6201 kunnossapito on määritelty seuraavasti:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.

Kunnossapidon keskeisimpinä tavoitteina pidetään tuotannon kokonaistehokkuutta sekä hyvää käyttövarmuutta. Edellisten lisäksi merkittäviä tavoitteita ovat myös kokonaistehokkuus, turvallisuus ja ympäristön huomioiminen. (PSK 6201:2011, 4.)

2.2 Tuotannon kokonaistehokkuus (KNL)

Korkea tuotannon kokonaistehokkuus on yksi kunnossapidon keskeisimmistä tavoitteista. Tuotannon kokonaistehokkuuden lyhenne KNL tulee termeistä käytettävyys (K), toiminta-aste (N) ja laatukerroin (L). Englanninkielinen usein käytetty lyhenne tuotannon kokonaistehokkuudelle on OEE (Overall Equipment Efficiency). Kokonaistehokkuus on kolmen edellä mainitun osatekijän tulo, ja sillä saadaan mitattua nimensä mukaisesti toimivan koneen toiminnan tehokkuutta jakamalla se kolmeen perustekijään. (Järviö 2011, 40.) KNL-menetelmällä voidaan tunnistaa tuotannon ”six big losses”, eli kuusi hävikkityyppiä, ja tunnistamisen myötä ryhtyä poistamaan niitä. Kuudeksi hävikkityypiksi luokitellaan Novotekin (N.d. 7) mukaan seuraavat:

- odottamattomat laiteviat
- aloitus- ja asetusajat
- lyhyet pysähdykset
- alentunut käyntinopeus
- käynnistysvaiheessa syntyvät laatuvirheet

- laatuvirheistä ja uusintatyöstä aiheutuvat häviöt.

KNL:n parantamisessa ensiarvoisen tärkeää on odottamattomien seisokkien eliminointi. Laitevikojen ehkäisemisessä seisokkien määrä ja ajankohta on selvitettävä, menetetty tuotantoaika on merkittävä ja vikojen syyt selvitettävä mahdollisimman tarkasti. Kun vikaantumisista ja niiden syistä on kerätty tarpeeksi tietoa, voidaan hävikkien tarkastelu aloittaa suurimmista esim. vikapuuanalyysin avulla, ja reagoida soveltuvilla toimenpiteillä. Suurimpien hävikkien tarkastelun jälkeen voidaan siirtyä asteittain pienempiin hävikkeihin. (OEE-tietopaketti N.d. 8.)

N-kerroin ilmaisee tuotannon toiminta-asteen, eli nopeuden. Nopeushäviöillä tarkoitetaan kaikkia niitä häviöitä, jotka aiheutuvat ihanteellisesta käyntinopeudesta hitaammasta tuotantonopeudesta. Syitä alentuneeseen käyntinopeuteen voi olla mm. raaka-aineviat, tuotantolaitteiden kuluneisuus tai koneenkäyttäjän tehottomuus. Lyhyet pysähdykset ja alentunut käyntinopeus ovat kuudesta tuotantohävikistä vaikeimmat mitata, vaikkakin automaattinen käynninseuranta helpottaa osaltaan seuraamista. (Mts. 4,8.)

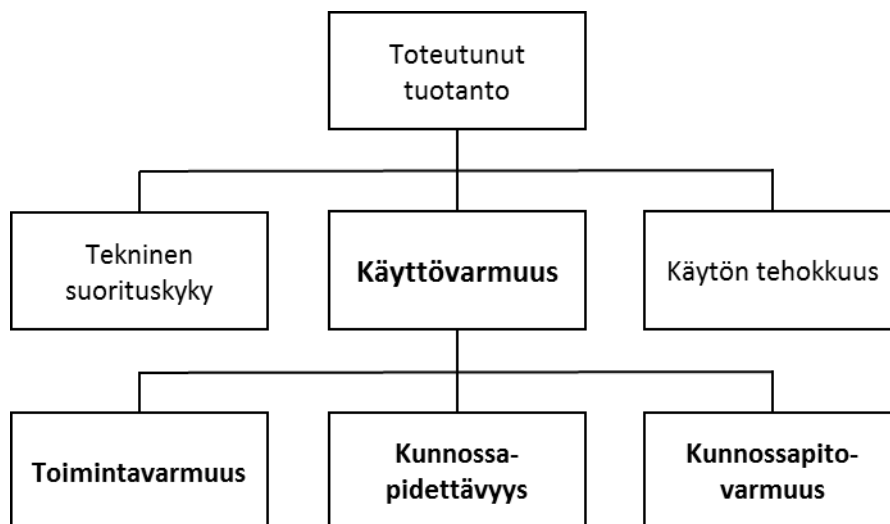
Laatukerroin ottaa huomioon kaikki ne häviöt, jotka aiheutuvat laatuksiteerit alittavasta tuotannosta. Laatuhäviöitä syntyy mm. valmistusvirheistä, ylimääräistä työtä vaativasta tuotannosta sekä alempaan laatuluokkaan luokitellusta tuotannosta. Laatuksiteerillisen tuotannon ajankohdan ja työvaiheen selvittämisellä pystytään usein ratkaisemaan perimmäinen syy laatuksiteeriksi, sillä hylkyä syntyy usein tietyn väliajoin toistuvan tapahtumaketjun seurauksena. (Mts. 4,8.)

”World Class” -tasoisena KNL-lukuna pidetään yleisesti 85 %:a, mutta käytännössä KNL:n tekijät ovat hyvinkin toimialakohtaisia. Useiden tutkimusten mukaan valmistavan teollisuuden kokonaistehokkuusprosentti jääkin noin 60:een. (Mts. 8 - 9.)

KNL on erittäin käyttökelpoinen ja nopea työkalu tehokkuuden tarkasteluun, eivätkä sen vaatimat toimenpiteet tarvitse suuria resursseja. KNL ei kuitenkaan ota millään tavalla huomioon kustannuksia, joten parantunut KNL-luku ei automaattisesti merkitse parempaa tulosta. Käytännössä laadun vaikutus kustannuksiin on kriittinen, sillä hyllyn kustannukset ovat erisuuret tekemättömään tuotantoon verrattuna. Käytävyyden nostaminen laadun kustannuksella siis nostaa kokonaistehokkuusprosenttia, vaikka kokonaiskustannukset puolestaan nousevat. (Järviö ym. 2011, 107.)

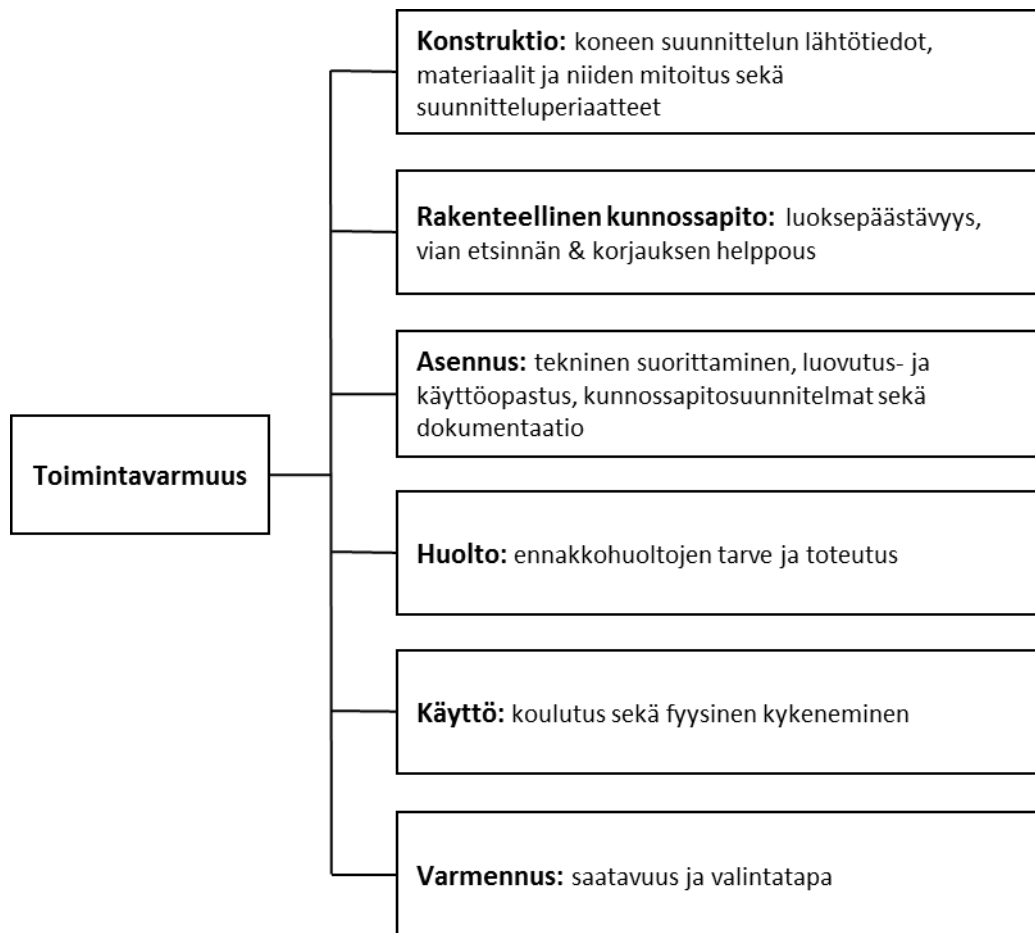
2.2.1 Käyttövarmuus

Kokonaistehokkuuden käytettävyydellä (K) kuvataan kohteen käyttövarmuutta, joka on toinen kunnossapidon keskeisimmistä käsitteistä. Käyttövarmuus voidaan jakaa karkeasti kahteen tekijään, joita ovat kohteen kyky toimia vikaantumatta sekä kohteen palautettavuus käyttökuntoon vikaantumisen tapahduttua. PSK 6201 (2011, 7) määrittelee käyttövarmuuden kohteen kyvyksi olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa olettaen että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla. Käyttövarmuus on yksi osatekijä, kun tuotantolaitoksen tehokkuutta tarkastellaan kunnossapidon näkökulmasta (ks. kuvio 2). Käyttövarmuus voidaan jakaa edelleen tarkemmin kolmeen osatekijään, joita ovat toimintavarmuus, kunnossapidettävyyys sekä kunnossapitovarmuus. (Järviö ym. 2011, 35 - 36.)



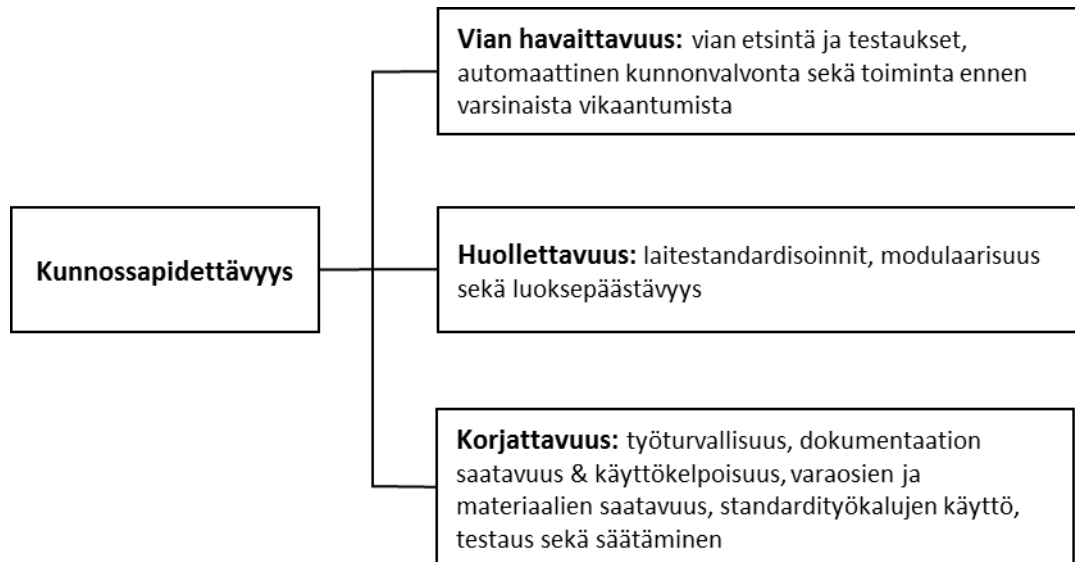
Kuvio 2. Koneen suorituskky ja sen osatekijät (Järviö ym. 2011, 35 - 36, muokattu)

Toimintavarmuudella tarkoitetaan PSK 6201 standardin (2011, 7) mukaan kohteen kykyä suorittaa vaadittu toiminto määrättyissä olosuhteissa vaaditun ajanjakson. Toimintavarmuus voidaan nähdä myös todennäköisyytenä, ja sitä voidaan mitata tarkastelemalla kohteen vikaantumisvälejä. Kuviossa 3 on avattu toimintavarmuuteen vaikuttavia tekijöitä.



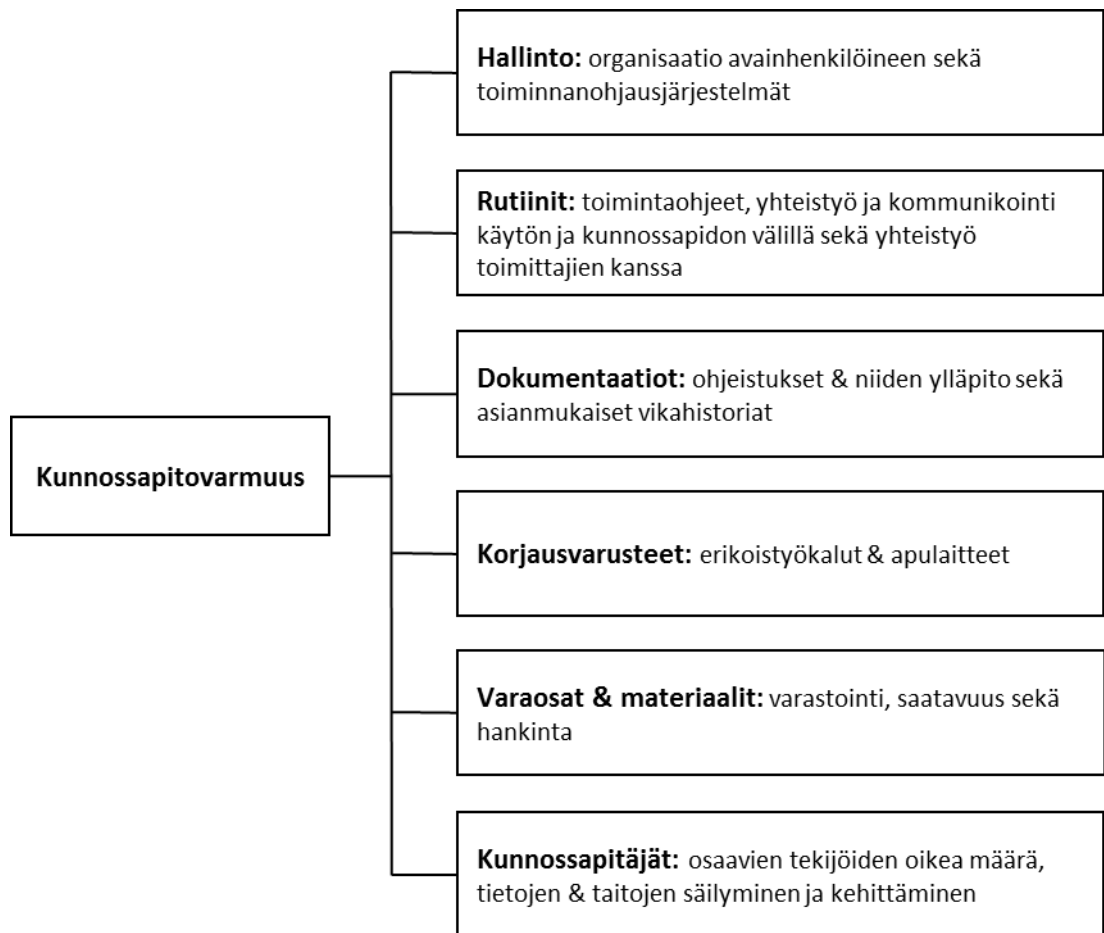
Kuvio 3. Toimintavarmuuteen vaikuttavat tekijät (Järviö ym. 2011, 36, muokattu)

Kunnossapidettävyys määritellään PSK 6201 standardissa (2011, 8) kohteen kyvyksi olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon määritellyissä olosuhteissa oletuksena, että kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa vaadituilla menetelmillä ja resursseilla. Kunnossapidettävyttä voidaan mitata tarkastelemalla korjauksiin kuluvaan aikaan. Standardin mukaan kunnossapidettävyyden tekijöitä ovat kunnossapidettävyyden todentaminen, luoksepäästävyys, vaihdettavuus, testattavuus, itsediagnostiikka, huollettavuus sekä vian paikannettavuus. Käsitteet ovat jossain määrin päällekkäisiä, joten tekijät voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan (ks. kuvio 4).



Kuvio 4. Kunnossapidettävyyteen vaikuttavat tekijät (Järviö ym. 2011, 37 - 38, muokattu)

Kunnossapitovarmuudella puolestaan kuvataan kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa vaadittu tehtävä tehokkaasti määrätyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä tai ajankohtana. Olosuhteilla viitataan itse kohteen lisäksi myös paikkaan, jossa kyseistä kohdetta käytetään tai kunnossapidetään. Kunnossapitovarmuutta voidaan mitata tarkastelemalla logistista viivettä vikaantumisen tapahduttua. Kunnossapitovarmuuteen vaikuttavat tekijät on esitetty kuviossa 5. (PSK 6201:2011, 7; Järviö ym. 2011, 38.)



Kuvio 5. Kunnossapitovarmuuteen vaikuttavat tekijät (Järviö ym. 2011, 38 - 39, muokattu)

Yksittäisen koneen tai konekokonaisuuden käytettävyyttä voidaan laskea tarkoituksesta riippuen usealla eri metodilla. **Kunnossapidollisessa ominaiskäytettävyydessä** tuotantoaika verrataan tuotantoajan ja kunnossapidollisen seisokkiajan summaan. Kunnossapidon seisokkiaikaan sisällytetään myös joutoaikana ja ulkoisena toimintakyvyttömyysaikana suoritettavat kunnossapidon toimet. Kyseistä tunnuslukua käytetään erityisesti kunnossapidon kehittämisessä. (PSK 6201:2011, 5.)

Kokonaiskäytettävyyttä laskettaessa puolestaan verrataan käyntiajan suhdetta käyntiajan sekä käytön ja kunnossapidon seisokkiaikojen summaan. Tunnusluvussa ei huomioida kunnossapidollista aikaa yksilöllisesti, ja sitä käytetäänkin tuotannon kokonaisvaltaisessa kehittämisessä. (Mts. 5.)

Kunnossapidosta johtuvalla toiminnallisella käytettävyydellä tarkoitetaan käyntiajan suhdetta käyntiajan ja käytön seisokit ylittävän kunnossapitoajan summaan.

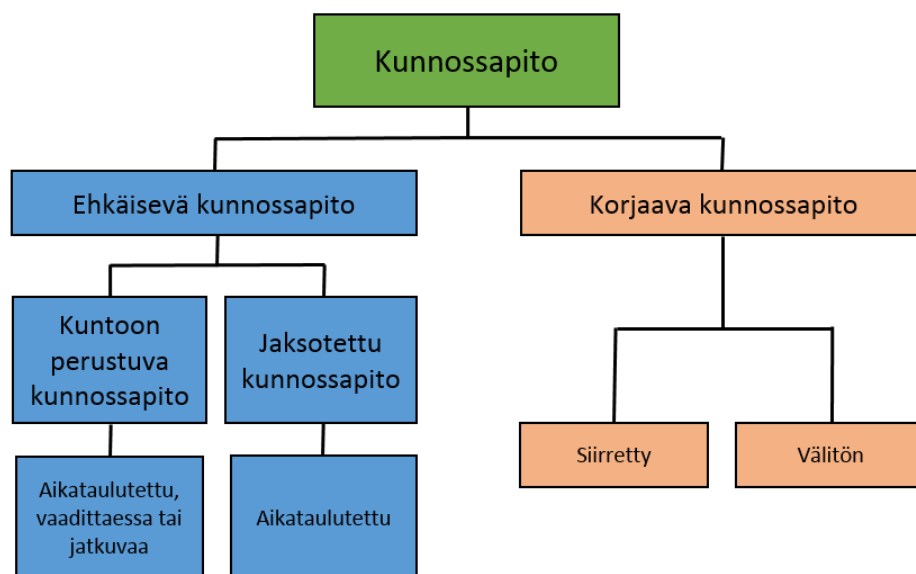
Kyseinen tunnusluku ottaa huomioon vain tuotantoaikana tapahtuvan kunnossapidon, joten joutoaikana ja ulkoisena toimintakyvyttömyysaikana suoritettavat toimenpiteet eivät heikennä käytettävyytlukua. Tunnuslukua voidaan käyttää kunnossapidon arvioinnissa. (Mts. 6.)

Kun halutaan seurata erityisesti koneiden vikaantumisesta aiheutuvaa epäkäytettävyyttä, tunnuslukuna voidaan käyttää **häiriötöntä käytettävyyttä**. Häiriöttömässä käytettävyydessä tarkastellaan käyntiajan suhdetta käyntiajan ja häiriötoipumisajan summaan. (Mts. 6.)

Tuotantojärjestelmän käytettävyyttä tarkasteltaessa järjestelmä voidaan arvioida pullonkaulakoneen tai -linjan käytettävyyden mukaisesti, mikäli kyseessä on integroitu eli edellisestä työvaiheesta riippuvainen tuotantolinja. Vaihtoehtoinen lähestymistapa ei-integroidulle järjestelmälle on tarkastella rinnakkaisten koneiden tai linjojen käytettävyytlukujen painotettua keskiarvoa. Tällöin linjojen käytettävyyttä tarkasteltaessa voidaan käyttää edellä esitettyjä käytettävyyden määrittelyjä. (Mts. 6.)

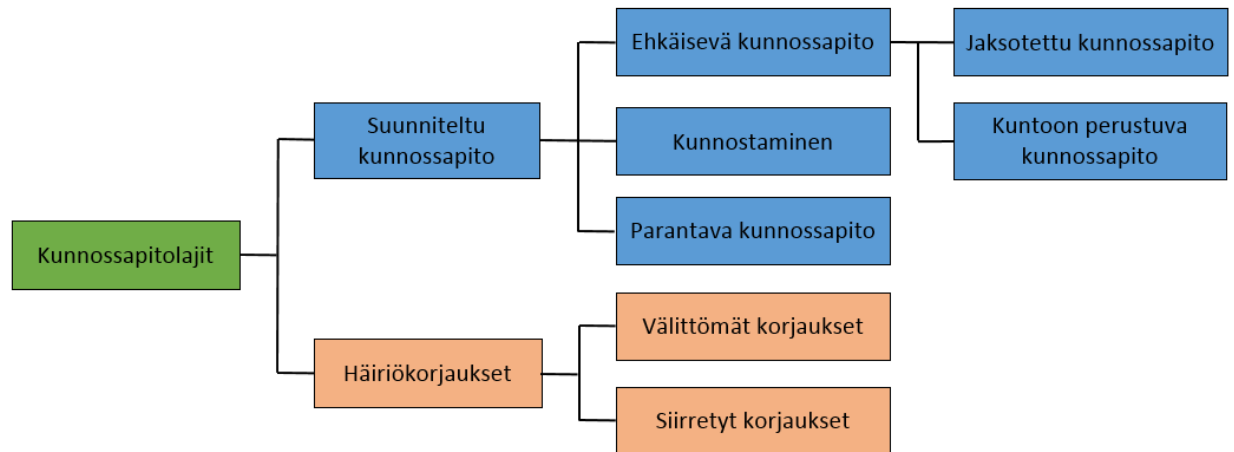
2.3 Kunnossapitolajit

Kunnossapitotoiminnot voidaan jaotella yleisesti vian havaitsemisen mukaan proaktiivisiin ja reagoiviin toimintoihin. Standardi SFS-EN 13306 jaottelee toiminnot joko ehkäisevään tai korjaavaan kunnossapitoon (ks. kuvio 6).



Kuvio 6. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan (Järviö & Lehtiö 2012, 46)

PSK 6201 standardin mukaan kunnossapitotoiminnot jaotellaan sen perusteella, ovatko ne suunniteltuja vai reagoidaanko niillä tuotantohäiriöihin. PSK:n kuvaus kunnossapitolajeista on esitetty kuviossa 7.



Kuvio 7. Kunnossapitolajit PSK 6201 mukaan (Järviö & Lehtiö 2012, 47)

Standardeissa käsitteet poikkeavat hieman toisistaan, mutta noudattavat kuitenkin samaa linjausta. Anthony Smithin (2004, 20) mukaan jokainen kunnossapidon toiminto voidaan jaotella joko ehkäisevän tai korjaavan kunnossapidon piiriin, eikä niiden välimuotoa ole. Kunnossapitotoiminnon jaottelulla pystytään esimerkiksi seuraamaan kunnossapidon tehokkuutta vertailemalla eri työlajien kustannuksien ja työtuntien suhteita. (Järviö & Lehtiö 2012, 46.)

2.3.1 Korjaava kunnossapito

SFS-EN 13306 (2010) määrittelee korjaavan kunnossapidon kunnossapidoksi, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena saattaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon. Korjaavaksi kunnossapidoksi mielletään häiriökorjausten lisäksi myös kunnostaminen ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus. Häiriökorjaus voidaan jaotella edelleen välittömiin sekä siirrettyihin korjauksiin. Välitön korjaus

suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta laitteen toimintakunto saadaan palautettua, tai vaihtoehtoisesti vian aiheuttamat seuraukset saadaan minimoitua. Siirrettyä korjausta ei suoriteta välittömästi vian havaittua, vaan korjaus siirretään suoritettavaksi parempana ajankohtana olosuhteiden salliessa. Kunnostamisessa kulunut tai vaurioitunut laite korvataan vastaavanlaisella, ja käytöstä pois otettu kohde palautetaan käyttökuntoon korjaamalla. (PSK 6201:2011, 23.)

Yleisenä sääntönä korjaavaa kunnossapitoa voidaan pitää aina kustannuksiltaan kalliimpana kuin ehkäisevää kunnossapitoa, sillä vikaantumisiin ja korjaustoimiin ei ke- retä varautua. Valitettavasti korjaavan kunnossapidon roolia ei voida täysin poissul- kea nostamalla ehkäisevän kunnossapidon astetta, mutta häiriöihin voidaan varautua muilla keinoin. Voidaan esimerkiksi panostaa vikaantumisten havaitsemiseen, jolloin vian seuraukset eivät pääse äitymään niin pahoiksi. Kriittisten varaosien saatavuutta voidaan myös varmistaa, jolloin varaosien odottamisiin ei mene turhaa aikaa. (Smith 2004, 21 - 22.)

2.3.2 Ehkäisevä kunnossapito

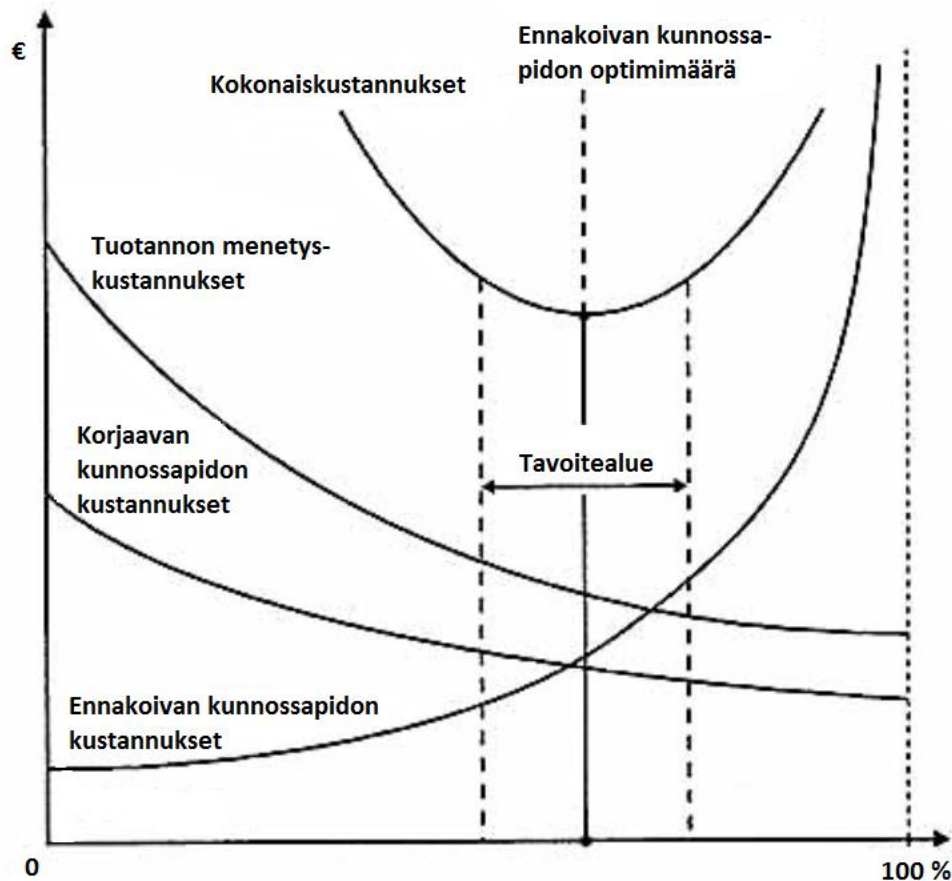
PSK 6201 standardissa ehkäisevä kunnossapito määritellään seuraavasti:

Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.

Ehkäisevä kunnossapito on suunnitellun kunnossapidon osa-alue kunnostamisen ja parantavan kunnossapidon rinnalla. Ehkäisevä kunnossapito voidaan jaotella edelleen jaksetettuun kunnossapitoon ja kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. (PSK 6201:2011, 22.)

Perusedellytykset tehokkaalle ehkäisevälle kunnossapidolle ovat suunnitelmallisuus sekä aikatauluttaminen. Töiden huolellisella suunnittelulla saadaan poistettua työn tekemisessä esiintyviä viiveitä, ja aikatauluttamisella töiden väliin jäävät viiveet saadaan minimoitua. Tehokkaalla ehkäisevällä kunnossapidolla työt voidaan suunnitella ja aikatauluttaa monta viikkoa etukäteen. Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuusas-

tetta määritettäessä on otettava huomioon ennakointiasteen nostamisen sitova pääoma, jotta kokonaiskustannukset pysyvät optimaalisena (ks. kuvio 8). (Järviö & Lehtiö 2012, 100.)



Kuvio 8. Ennakoivan kunnossapidon vaikutus kokonaiskustannuksiin (Kunnossapidon käsitteet ja määritteet N.d., luku 2.1.2, muokattu)

Ehkäisevää kunnossapitoa on perusteltua suorittaa silloin, kun ehkäisevän kunnossapidon kustannukset pysyvät pienempänä kuin sen puutteen aiheuttamat menetykset. Ehkäisevää kunnossapitoa suoritettaessa edellytyksenä on myös se, että kohteelle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä, ja huollolla ehkäistävää vikamuotoa pystytään määrittämään. (Järviö ym. 2011, 73.)

Ennakoivan kunnossapidon menetelmää valittaessa pohjana on neljä peruskategoriaa, joista jokaiselle kohteelle käytetään soveltuvinta:

1. vikaantumisen esiintymisen estäminen
2. alkavien vikaantumisten havaitseminen
3. piilevien vikojen etsintä
4. vikaantumisen salliminen.

(Smith 2004, 22.)

Vikaantumisen esiintymistä pyritään estämään jaksotetulla kunnossapidolla (Time-Directed Maintenance), jonka intervallit perustuvat kohteesta riippuen esimerkiksi kalenteriajan, tuotantomäärän tai tietyn vuodenajan mukaan. Jaksotetun kunnossapidon toimenpiteet voivat olla niin ikään kohteesta riippuen kustannuksiltaan ja laajuudeltaan hyvinkin poikkeavia. Jaksotettu kunnossapito voi pitää sisällään erinäisiä tarkastuksia ja esimerkiksi laakereiden rasvauksia tai osien vaihtoja. Mikäli tietty osa on määrätty uusittavaksi esimerkiksi kalenteriajan pohjalta, sen kunto on täysin riippumaton tekijä vaihtotyötä suoritettaessa. Mikäli kohteelle päätetään suorittaa jaksotettua kunnossapitoa, on varmistuttava, että kyseisillä toimenpiteillä on tiettävästi ehkäisevä tai lievittävä vaikutus vikaantumiselle, ja huoltoväli on perusteltu. (Mts. 23 - 24.)

Mikäli kohteelle ei pystytä määrittämään käyttökelpoista huoltotoimenpidettä tai huollon suorittaminen on mahdotonta, vikaantumisiin pystytään kuitenkin varautua kunnonvalvonnalla (Condition-Directed Maintenance). Kunnonvalvontaa käytetään alkavien vikaantumisien havaitsemisiin esimerkiksi mittaamalla kohteen tiettyjä ominaisuuksia, tai visuaalisesti havainnoimalla kohdetta. Näin tilanteeseen voidaan puuttua ennen varsinaista suurempaa häiriötä. Kunnonvalvonnan tarkastusykliä ovat jaksotetun kunnossapidon mukaisesti ennalta määritellyt, mutta varsinainen signaali toimenpiteille annetaan vasta alkavan vikaantumisen havaitsemisen perusteella. Kunnonvalvonnan mittaukset voidaan tehdä usein normaalin käytön aikana, ja kohteille onkin ennalta määritettävä raja-arvot joiden ylityttyä huoltotöihin ryhdytään. (Mts. 24.)

Piilevien vikojen etsimistä (Failure-Finding) käytetään pääasiassa rinnakkaisille varajärjestelmille, joiden vikaantumista ei pystytä havaitsemaan normaalin käytön aikana. Vian etsimisessä varajärjestelmää esimerkiksi testataan tietyin väliajoin, jotta

voidaan olla varmempia sen toimintakunnosta sitä siltä vaadittaessa. Näin varajärjestelmä keretään huoltaa kuntoon normaalin käytön aikana, mikäli koekäytöissä sen toiminnassa havaitaan puutteita. (Mts. 25 - 26.)

Vikaantumisen salliminen (Run-To-Failure) on vaihtoehtona silloin, kun kohteelle ei ole olemassa soveltuvaa huoltotoimenpidettä, tai sen suorittaminen ei ole kustannuksien näkökulmasta järkevää. Mikäli kyseessä olevan komponentin vikaantumisesta ei aiheudu varsinaista haittaa prosessille, turvallisuudelle tai ympäristölle, vikaantumisen salliminen voi olla järkevämpi vaihtoehto kuin kohteen ennakoiva huoltaminen. (Mts. 28.)

2.4 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (Reliability-centred Maintenance, RCM) on kehitetty seurauksena suunnattomasti lisääntyneeseen kunnossapidon tuotannollisen, turvallisuuden ja ympäristöllisen merkityksen tietoisuuteen ja tarpeeseen. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito tarjoaa tehokkaan menetelmän ehkäisevän kunnossapito-ohjelman luomiseksi. RCM:n avulla voidaan saavuttaa:

- turvallisempi työympäristö
- pienemmät ympäristöriskit
- parempi suorituskyky (käytettävyys, laatu)
- parempi kunnossapidon kustannustehokkuus
- pidempi laitteiden elinkaari
- laajempi tietokanta (laitetiedot, huolto-ohjelmat)
- parempi työmotivaatio.

(Moubray 1997, 1, 18 - 20.)

Alun perin RCM-menetelmä kehitettiin Yhdysvalloissa 1960-luvulla United Airlines -lentoyhtiön toimesta lentokoneiden ennakkohuolto-ohjelmien kehittämiseksi. 1970-luvulla United Airlines laati Yhdysvaltain puolustusministeriön pyynnöstä raportin siviililentokoneiden huolto-ohjelmien kehittämiseksi. Raportin nimeksi annettiin Reliability Centered Maintenance. RCM-menetelmä on ollut lentokoneteollisuuden lisäksi

käytössä muun massa laivastolla, ydinvoimaloissa sekä öljynjalostuksessa. (Järviö & Lehtiö 2012, 162.)

Yleisimmin käytettävät RCM-mallit huolto-ohjelmien luomiseksi ovat Anthony Smithin sekä RCM-metodin tunnetuksi tehneen John Moubrayn mallit. Mallit poikkeavat hieman toisistaan mm. tehtävien vaiheistuksessa, mutta pääsääntöisesti sisällöt ovat samankaltaisia. RCM-prosessi käsittää käytettävästä mallista riippumatta seuraavia osioita:

- järjestelmän ja/tai osajärjestelmän rajojen määrittäminen
- kunkin järjestelmän tai osajärjestelmän toimintojen ja suorituskykyvaatimusten määrittäminen
- toiminnallisesti merkittävien kohteiden tunnistaminen
- toiminnallisten vikaantumisten syiden tunnistaminen ja seurausten ennustaminen
- vikaantumisten vaikutusten ja niiden todennäköisyyden ennustaminen
- päätöslogiikka-analyysiä käyttäen toiminnallisesti merkittävien kohteiden vikaantumisten vaikutusten luokittelu
- kunnossapito-ohjelman muodostaminen soveltuvilla ja tehokkailla kunnossapitotoimenpiteillä
- laitteiden tai prosessien uudelleensuunnittelu tai vikaantumisen salliminen, mikäli soveltuvaa tehtävää ei tunnisteta.

(Smith 2004, 73 - 114; Moubray 1997, 8 - 14.)

Alkuperäinen RCM-menetelmä on todettu hyvin raskaaksi ja kalliiksi toteuttaa, sillä huolto-ohjelman laatimisen kohteena oleva järjestelmä käydään kauttaaltaan läpi, eikä olettamuksia suoda. Tämän johdosta alkuperäisen menetelmän tilalle on kehitetty soveltavia kevyempiä versioita, jotka tunnetaan SRCM-menetelminä (Streamlined RCM). Näissä versioissa materiaalia voidaan ottaa pohjaksi esimerkiksi samankaltaisista järjestelmistä, jolloin prosessia ei tarvitse aloittaa joka kerralla puhtaalta pöydältä. (Järviö & Lehtiö 2012, 162.)

2.5 ECM - Kokemuskeskeinen kunnossapito

Kokemuskeskeinen kunnossapito (Experience Centered Maintenance, ECM) on alkuperäisen RCM-menetelmän rinnalle luotu kevyempi ennakkohuolto-ohjelman muokausväline, jonka avulla laitteiden ennakkohuolto-ohjelmiin voidaan tehdä nopea yleiskatsaus ilman suurempia sitoumuksia ja kustannuksia. ECM-analyysin tarkoituksena on määrittää nykyisten ennakkohuoltotoimenpiteiden hyödyllisyys sekä mahdollinen puutteellisuus keskittyen mahdollisimman paljon käytännön kokemukseen ja ajattelumalliin teoreettisen analysoinnin jäädessä pienempään rooliin. (Smith 2004, 177 - 178.)

ECM-analyysi koostuu kolmesta erillisestä vaiheesta, joista jokaisessa haetaan vastausta tiettyyn avainkysymykseen. Jokainen näistä vaiheista juontaa juurensa alkuperäisen RCM:n periaatteisiin. ECM-analyysin käyttöönotto ei vaadi suuria investointeja, sillä sen suorittamiseen ei tarvita erillistä ohjelmistoa. Analyysin vaiheet voidaan kirjata käsin soveltuvalle alustalle, oli se sitten tietokonepohjainen tai yksinkertaisesti muistiinpanovihko. (Mts. 178.)

Normaalisti ECM-analyysin suorittaminen kestää 2-4 työpäivää. Analyysin läpikäymisessä tulee käyttää asiantuntijaryhmää, jotka työskentelevät kohteen parissa normaalisti, ja kyseessä olevan kohteen toiminnot ovat henkilöille tuttuja. Koska ECM-analyysissä tarkastellaan jo olemassa olevaa huolto-ohjelmaa, analyysin tulokset eivät välttämättä poikkea huomattavasti alkuperäisestä. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että pienilläkin toimenpiteillä voi olla huomattava vaikutus kohteen käytettävyyteen, ja sitä kautta myös tuotannon kokonaistehokkuuteen. (Mts. 182.)

2.5.1 Analyysin vaihe A

ECM-analyysin ensimmäisessä vaiheessa tarkoituksena on tarkastella kohteelle nykyisin suoritettavia huoltotoimenpiteitä, ja miettiä ovatko ne sekä soveltuvia että tehokkaita. (Smith 2004, 178.) Esimerkki ECM-analyysin ensimmäisestä vaiheesta on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. ECM-analyysin vaihe A (Smith 2004, 179, muokattu)

1	2	3	4	5	6	7
Nykyiset EH-toimenpiteet	Komponentin nimi	Vikamuoto, jota EH:lla pyritään ehkäisemään	Vian vaikutukset	Onko EH-toimenpide tehokas? (K/E)	Pidetäänkö toimenpide? Muokataanko sitä? Vikaantumisen salliminen?	Kuvaile uusi EH-toimenpide, tai alkuperäiseen tehdyt muutokset
Moottorin ilmakanavan puhtauden tarkastus	C92 Kompressorin moottori	Tukkiintunut ilmansuodatin	Moottorin ylikuumeneminen	K	Tehtävän muokkaus	Uusi EH-toimenpide suodattimen vaihtamiseksi 1 kk välein

- taulukon ensimmäiseen sarakkeeseen luetellaan nykyiset ennakkohuoltotoimenpiteet
- toiseen sarakkeeseen ilmoitetaan komponentin nimi, jolle kyseistä ennakkohuoltotoimenpidettä suoritetaan
- kolmanteen sarakkeeseen kuvataan mahdollisimman tarkasti vikamuoto/muodot, joita ennakkohuoltotoimenpiteellä pyritään välttämään
- neljännessä sarakkeessa on kuvattu tarkemmin vian vaikutuksia, mikäli mahdollista
- sarakkeessa viisi mietitään asiantuntijaryhmän kesken, onko kyseinen ennakkohuoltotoimenpide tarpeeksi tehokas siihen sitoutuvien kustannuksien näkökulmasta
- kuudennessa sarakkeessa päätetään edellisten vastausten perusteella, pitäydäänkö nykyisessä toimenpiteessä, muokataanko toimenpidettä vai sallitaanko kohteen vikaantuminen poistamalla toimenpide kokonaan listalta
- mikäli sarakkeessa kuusi toimenpidettä päätetään muokata, viimeiseen sarakkeeseen kuvaillaan ennakkohuoltotoimenpiteelle tehdyt muutokset.

(Smith 2004, 178 - 180.)

2.5.2 Analyysin vaihe B

Analyysin toisessa vaiheessa tarkastellaan kohteen vikahistoriaa muutaman vuoden takaa, ja mietitään olisiko jotkin korjaavan kunnossapidon toimet voitu ehkäistä soveltuvalla ennakoivan kunnossapidon toimenpiteellä (Smith 2004, 180). Esimerkki ECM-analyysin toisesta vaiheesta on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. ECM-analyysin vaihe B (Smith 2004, 180, muokattu)

1	2	3	4	5	6	7	8
Korjauksen pvm.	Komponentin nimi	Korjaustoimenpiteen kuvaus	Vikamuoto	Vian syyt	Vian vaikutukset	Ovatko vian vaikutukset niin vakavia, että ne tulisi ehkäistä? (K/E)	Kuvaile uusi Ehtoimenpide, tai alkuperäiseen tehdyt muutokset
5.3.1993	C92 Kompressorin moottori	Vesivuodon korjaus	Jäähdyttäjän tiiviste - - pieni vuoto	Tärinä	Vähäinen veden vuoto	K	Muuta EH XXX sisältämään "Varmista jäähdyttäjän kiinnityspulttien tiukkuus"

- taulukon ensimmäiseen sarakkeeseen merkitään korjaavan kunnossapitotoimen suorittamispäivämäärä
- toiseen sarakkeeseen ilmoitetaan komponentin nimi, jolle kyseistä korjausta on suoritettu
- kolmannessa sarakkeessa häiriökorjaustoimenpiteet kuvataan lyhyesti
- neljännessä sarakkeessa vikamuoto pyritään kuvailemaan mahdollisimman tarkasti
- viidennessä sarakkeessa ilmoitetaan vikaantumisen syy, mikäli se on mahdollista
- kuudennessa sarakkeessa kuvaillaan vikaantumisen vaikutukset
- seitsemännessä sarakkeessa mietitään, ovatko edellisen kohdan vaikutukset niin vakavia, että niiden syntyminen tulisi ehkäistä
- mikäli edelliseen vastattiin kyllä, viimeisessä sarakkeessa määritetään, mikäli mahdollista, soveltuva ja tehokas ennakkohuoltotoimenpide. Mikäli kyseistä

vikaantumista pyritään jo ennestään estämään ennakkohuollolla, täytyy miettiä voisiko toimenpidettä muokata soveltuvammaksi. Kyseisessä kohdassa täytyy myös miettiä sopiva huoltoväli kyseiselle toimenpiteelle.

(Smith 2004, 180 - 181.)

2.5.3 Analyysin vaihe C

Analyysin viimeisessä vaiheessa mietitään, onko A ja B kohdan tilanteiden lisäksi mahdollisia vikamuotoja joiden seuraukset ovat niin vakavia, että niiden esiintyminen täytyy estää soveltuvalla ennakkohuoltotoimenpiteellä (Smith 2004, 181). Esimerkki ECM-analyysin viimeisestä vaiheesta on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. ECM-analyysin vaihe C (Smith 2004, 181, muokattu)

1	2	3	4	5
Komponentin nimi	Vikamuoto	Vian syy	Vian vaikutukset	Kuvaile uusi EHToimenpide
Voiteluöljyn yllilämpösuoja	Mittarivirhe	Ikä tai tärinä	Epätodellinen lukema, turhia hälytyksiä	Kalibrointi 6 kk välein

- taulukon ensimmäiseen sarakkeeseen ilmoitetaan komponentin nimi, jonka vikaantuminen pyritään estämään
- toiseen sarakkeeseen ilmoitetaan kohteen mahdollinen vikamuoto
- kolmanteen sarakkeeseen arvioidaan vian syyt
- neljänteen sarakkeeseen kuvaillaan lyhyesti vian vaikutukset
- viimeiseen sarakkeeseen määritetään soveltuva ja tehokas ennakkohuoltotoimenpide huoltoväleineen, jolla mahdollinen vikaantuminen pyritään estämään.

(Smith 2004, 181.)

2.6 Kunnossapidon tietojärjestelmät

Tuotantolaitokseen ja sen kunnossapitoon voi liittyä nykypäivänä useitakin eri tietojärjestelmiä, jotka ovat joko itsenäisiä- tai integroituja kokonaisuuksia. Integroidussa järjestelmässä kunnossapitojärjestelmä on osa muita järjestelmiä, kuten tuotannosuunnittelua tai talouden hallintaa. Erillisjärjestelmissä jokaista osa-aluetta ohjataan itsenäisellä järjestelmällä, ja järjestelmien välille voidaan rakentaa liittymiä, jolloin ne keskustelevat keskenään. (Järviö ym. 2011, 219.) Usean järjestelmän integraatiosta saattaa muodostua monimutkaisia kokonaisuuksia, jolloin niiden tarjoamia ominaisuuksia ja mahdollisuuksia voi olla vaikea hahmottaa. Toiminnanohjausjärjestelmän pyrkimyksenä luonnollisesti on parantaa toiminnan tehokkuutta ja edistää liiketoimintaa, joten järjestelmää valittaessa sen vaatimukset ja käyttöönottosuunnitelmat täytyy olla selvästi määritellyt. (Kettunen & Simons 2001, 7 - 8.)

Kunnossapidon tietojärjestelmä toimii työkaluna haluttujen toimintojen saavuttamisessa, ja vaatimuksena edelliseen on järjestelmän säännöllinen ja oikeaoppinen käyttö. Muutoin tietojärjestelmä kuormittaa organisaatiota ennestään, ja se nähdään vain ylimääräisenä kustannuksena ja riesana. Parantaisen (2011, 220 - 221) mukaan kunnossapidon tietojärjestelmät sisältävät seuraavia osioita:

- laitepaikkojen ja laiteyksilöiden perustiedot
- materiaalihallinta (varaosat, raaka-aineet)
- vika- / häiriöilmoitusjärjestelmä
- työmääräinjärjestelmä
- ennakkohuoltojärjestelmä
- ostotilausjärjestelmä
- palvelun myynti ja laskutus
- dokumenttien hallinta
- yhteystietorekisteri (toimittajat, valmistajat, asiakkaat)
- resurssihallinta
- työtuntien kirjaus
- projekti / seisokkihallinta.

Tietojärjestelmiä tarkastellessa on kuitenkin otettava huomioon, että ohjelmistot ovat räätälöityjä kokonaisuuksia, eivätkä välttämättä sisällä kaikkia edellä mainittuja osioita (Järviö ym. 2011, 221).

Ehkäisevän kunnossapidon näkökulmasta yksi tärkeimmistä tietojärjestelmän osiosta on ennakkohuoltojärjestelmä, jonka avulla hallinnoidaan määrätyn aikavälein suoritettavia huolto-, tarkastus- ja mittaustöitä. Kun linjastot tai laitteet kytketään ennakkohuolto-ohjelman piiriin, laitteille täytyy määrittää huollossa suoritettavat toimenpiteet sekä töiden jaksotus. Jaksotus tapahtuu yleisimmin kalenteri-, käyntitunti-, tai tuotantomääräperusteisesti. Nykyisin toiminnanohjausjärjestelmiin optiona töiden vaiheistukseen voi olla myös laitteista saatavat reaaliaikaiset kuntotiedot, jotka toimivat usein integroidusti erillisen järjestelmän kautta. (Mts. 233 - 234.)

Usein käytössä on kalenteriaikaan perustuva töiden vaiheistus, sillä sen hyvänä puoleena viikoittaiset huoltotyöt resurssineen voidaan suunnitella pitkälle etukäteen. Toisaalta kiinteä aikataulu tuo mukanaan huonojakin puolia, sillä olosuhteisiin reagoitavuus heikkenee. Huoltovälit joudutaan usein määrittämään keskiarvo-olosuhteisiin, jolloin kuormitusasteeltaan poikkeavien laitteiden huoltotarpeet eivät vastaa tarjontaa. Toisaalta edelliseen ongelmaan ratkaisu löytyy määräjain suoritettavasta kunnonvalvonnasta, jolloin huolto-ohjelmat voidaan sopeuttaa mittaustiedon mukaan. (Mts. 233.)

Mikäli tietojärjestelmää käytetään säännöllisesti ja oikeaoppisesti, sinne kertyy hyvin paljon erilaisia tapahtumia, kuten vika- ja kustannustietoa, sekä tietoa eri resurssien käytöstä. Vikojen osalta kunnossapidon toiminta voidaan jaotella esimerkiksi kunnossapitolajeittain, jolloin nähdään töiden jakautuminen mm. korjaavan ja ehkäisevän kunnossapidon piireihin, ja näin ollen kehitysideat osataan kohdistaa oikeille kohteille. Tietojärjestelmän raporteja tarkastellessa täytyy kuitenkin muistaa, että pelkkä tiedon kerääminen ei itsessään tehosta toimintaa, vaan kerätty data täytyy myös analysoida perusteellisesti hyödyn maksimoimiseksi. Kunnossapidon mittaointi perustuukin nykypäivänä pääsääntöisesti kunnossapidon tietojärjestelmän raportointiin. (Mts. 243 - 244.)

2.6.1 SAP

SAP SE, alun perin Systemanalyse und Programmentwicklung, on Saksalainen vuonna 1972 perustettu liiketoimintaohjelmistojen toimittaja. Lyhenne SAP muodostuu alun perin saksan kielen sanoista Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung, suomennettuna tietojenkäsittelyn järjestelmät, sovellukset ja tuotteet. SAP on yksi tunnetuimmista toiminnanohjausjärjestelmistä, ja yhtiöllä on toimipisteitä yli 130 maassa. (SAP History, N.d.)

SAP SE tarjoaa yritysten käyttöön integroituja tietojärjestelmäpalveluita, jotka kattavat muun muassa taloushallinnon, logistiikan, kunnossapidon ja myynnin työkaluja. Tietojärjestelmäpaketit voidaan räätälöidä asiakkaan tarpeen mukaisesti, joten SAP palvelee asiakkaiden tarpeita toiminta-asteen suuruudesta riippumatta. (Mts.)

3 Työn toteutus

3.1 Ennakkohuoltojen nykytilan kartoitus

Linjastojen nykytilanteen kartoittaminen aloitettiin tutustumalla linjastojen toimintaan ja tarkastelemalla nykyisiä ennakkohuolto-ohjelmia toiminnanohjausjärjestelmästä. Näin huolto-ohjelmien laajuudesta saatiin suurpiirteinen käsitys. Järjestelmän tarkastelun lisäksi kohteille suoritettavia ennakkohuoltotoimenpiteitä käytiin linjastoihin erikoistuneiden asentajien kanssa läpi päivittäisessä toiminnassa. Näistä jälkimmäiseen panostettiin huoltojen kartoitusvaiheessa enemmän, sillä tarkoituksena oli nimenomaan selvittää kohteille käytännössä suoritettavat ennakkohuollot. Edellisten toimenpiteiden tuloksia vertailemalla linjojen ennakkohuoltojen nykytilanteesta saatiin vertailukelpoista tietoa, jota pystyttiin hyödyntämään jatkossa. Tarkastelun kohteiksi valittiin viulun tuotantolinjat 2 ja 3 sorvauksesta lajitteluun saakka. Kyseisillä linjoilla viilu kuivataan verkkokuivaimilla, ja linjastot ovat ennakkohuoltojen näkökulmasta lähes identtiset. Kolmatta säännöllisesti käytössä olevaa linjastoa ei otettu tarkastelussa huomioon, sillä tarkoituksena oli keskittyä tuotannon pullonkaulalinjastoihin. Ennakkohuollot järjestetään kyseisille linjastoille vuoroviikoin, jolloin yhden linjan huoltoväliksi tulee kolme viikkoa.

Toiminnanohjausjärjestelmästä löytyvissä huolto-ohjelmissa oli lähinnä lueteltu tarkasteltavia kohteita ottamatta kantaa muun muassa työtehtävien tarkennettuihin

huoltoväleihin tai huollossa tarvittaviin varaosiin. Huolto-ohjelmia ei myöskään tulostettu järjestelmästä asentajille toimenpiteiden seurantaan varten, vaan toimet olivat pääasiassa asentajien muistin varassa. Jotta huoltojen nykytilasta saatiin mahdollisimman selkeää ja vertailukelpoista dataa, oli seuranta aloitettaessa määritettävä yhtenäinen ennakkohuolto-ohjelmien lomake, johon suoritteet merkittiin (ks. taulukko 4). Samaista lomaketta käytettiin myös kehitettyjen huolto-ohjelmien esittämisessä.

Taulukko 4. Ennakkohuolto-ohjelman lomake

Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdysten?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok

Linjastojen käyttövarmuutta tarkasteltiin sekä toiminnanohjausjärjestelmästä vika-historian muodossa, että pääasiassa tuotannon työkaluna toimivasta käynninseurantaohjelmasta. Toiminnanohjausjärjestelmästä saatiin selvitettyä esimerkiksi toistuvat vikaantumiskohteet niissä määrin, kun vikaantumisista oli kirjattu järjestelmään vi-kailmoitus. Vikahistoriasta löytyviä tuloksia pystyttiin käyttämään apuna asentajien muistin varassa olevien tietojen lisäksi ennakkohuolto-ohjelmia kehitettäessä. Käynninseurannasta oli tarkoituksena selvittää linjastojen käytettävyyssasteet ja poimia suunnittele mattomien seisokkien ajankohdat ja kestoajat, mutta tarkasteluvaiheessa törmättiin erinäisiin haasteisiin. Tietojärjestelmästä hankittuihin tuloksiin täytyy aina muistaa suhtautua pienellä varauksella, eikä niihin voi täysin sokeasti luottaa.

3.1.1 Sorvauslinjat

Sorvauslinjasto käsittää itse sorvin lisäksi myös pöllin syöttölaitteiston sekä viulun jakolaitteiston tray-tasoiheen. Kummatkin tarkkailun alla oleva sorvauslinjat ovat Rauten valmistamia, ja niiden toimintaperiaatteet ovat identtisiä. Sorvauslinjastoilla on yhteinen varastokuljetin, jolla katkaistut pöllit kuljetetaan sorveille. Kuljettimelta

pölli pukataan oikean sorvauslinjaston välivarastokuljettimelle mekaanisilla työntimillä. Välivarastokuljettimelta pölli siirtyy edelleen pöllikiramolle, jossa puut ”kirra-
taan” toisiaan vasten tarkoituksena mahdollistaa mahdollisimman monta puuta kuljet-
timelle välivarastoon. Kiramolta pöllit pudotetaan yksitellen keskittäjälle. Keskittä-
jältä pölli nostetaan nostovarsilla mittakaroille, jotka pyöryttävät pöllin mittausta
varten. Mittauksella saadaan määritettyä optimaalinen pöllin keskityskohta, jolloin
viilun tuottoaste on maksimissaan. Mittauksen jälkeen pölli siirretään siirtovarsilla
sorvin karoille, jotka hoitavat pyörimisliikkeen sorvattaessa. Sorvin karat ovat kaksi-
osaiset sisältäen sisä- ja ulkokarat. Sisäkarat tarttuvat ensimmäisenä pölliin ulkokaro-
jen seurattessa. Kun ulkokaratkin ottavat pölliin kiinni, siirtovarret aukeavat ja siirty-
vät hakemaan seuraavaa pölliä. (Kullaa 2017.)

Sorvausta aloittaessa pölli täytyy pyöristää ensin sylinteriksi, jotta viilusta saadaan
yhtenäistä mattoa. Kun pölli on pyöristetty, sitä painatetaan erillisellä tukilaitteella
sorvattaessa, jotta sorvaustapahtumasta johtuva voima ei kohdistu pelkästään ka-
roille. Sorvissa on leikkaavan terän lisäksi vastaterä, joiden välisen etäisyyden täytyy
olla hieman haluttua viilun paksuutta kireämpi. Kun puuta puristetaan vastaterää
vasten sorvattaessa, viilusta saadaan vetolujuudeltaan kestävämpää. Esimerkiksi
1,5mm viilua sorvattaessa teräraon tulee olla noin 1,35 mm. Kun puu on sorvattu lä-
hes kokonaan, ulkokarat aukeavat, ja sorvaus suoritetaan loppuun pelkästään sisäka-
rojen pyörittäessä pölliä. Näin yhdestä pöllistä saadaan tuotettua viilua mahdollisim-
man paljon. Sorvauksen sivutuotteena syntyy pyöristysjätteen lisäksi sisempien karo-
jen paksuinen purilas, eli puun ”sydän”, jotka jatkojalostetaan selluhakkeeksi. (Kullaa
2017.)

Sorvauksen tuloksena syntyvä viilumatto jaotellaan sorvin jälkeisellä jakolaitteella
kolmelle tray-kuljetintasolle. Viilu on sorvauksen jälkeen sorvausominaisuuksien opti-
moimiseksi kosteusprosenttiltaan liian korkea jatkojalostusta varten, joten se täytyy
prosessin jälkeen kuivattaa. Tray-tasoilta viilu ohjataan kaarikuljettimelle, josta se
siirtyy kuivaajaan. (Kullaa 2017.)

Sorvauslinjojen ennakkohuoltojen nykytilannetta lähdettiin tarkastelemaan tutustu-
malla linjojen nykyisiin ennakkohuolto-ohjelmiin, jotka sisälsivät kohteiden tarkastus-
listat tehtäviin sen tarkemmin puuttumatta. Linjoille suoritettavia ennakkohuoltotoi-
menpiteitä tarkasteltiin havainnoimalla kunnossapitohenkilöstön toimintaa normaali-
lissa tilanteessa, jolloin suoritettavista toimenpiteistä saatiin suurpiirteinen käsitys.

Havainnot kirjattiin uudistetun huolto-ohjelman lomakkeeseen, jota käytettiin myöhemmin apuna käydessä toimenpiteitä läpi. Kunnossapitohenkilöstön kanssa pidettiin havainnointien jälkeen palavereita, joissa käytiin lomakkeen avulla läpi toimenpiteiden paikkaansa pitävyyttä ja korjausta vaativia kohteita. Palaverissa asentajien kanssa keskusteltiin myös normaalin huoltopäivän tehtävien lisäksi suoritettavista toimenpiteistä, kuten suuremmissa huoltoseisokeissa suoritettavista huolloista. Sorvauslinjat poikkeavat huoltojen osalta tehtaan muihin linjastoihin siten, että linjaston operaattorit suorittavat linjastolle joissain määrin ennakkohuoltoja. Operaattorit muun muassa suorittavat sorvien terien vaihdot ja paininpyörästöjen rasvaukset teränvaihtojen yhteydessä, sillä kyseiset tapahtumat tulevat ajankohtaiseksi yleisesti vähintään yhden kerran vuoron aikana. Tästä johtuen kyseisiä toimenpiteitä ei merkitty mekaanisen kunnossapitohenkilöstön ennakkohuolto-ohjelmaan. Sorvauslinjojen ennakkohuollot suoritetaan vuoron perään järjestyksessä aina maanantaisin, jolloin myös kyseisen linjan kuivaimella on huoltopäivä. Olosuhteista johtuen kyseinen ajankohta ennakkohuolloille on perusteltu, joten siihen ei paneuduttu sen tarkemmin.

Sorvauslinjojen käytettävyyttä oli tarkoitus tarkastella kunnossapidosta johtuvan toiminnallisen käytettävyyden näkökulmasta, jota käytetään yleisesti kunnossapidon arvioinnissa. Kunnossapidosta johtuvassa toiminnallisessa käytettävyydessä käyntiaikaa verrataan käyntiajan ja käytön seisokin ylittävän kunnossapitoajan summaan, eli tunnusluku ottaa huomioon kaiken tuotantoaikana tapahtuvan kunnossapidon, kuten häiriökorjaukset ja pitkittyneet huollot. Käytettävyyden määrittelemiseksi sorvauslinjat tarkasteltiin linjakohtaisesti käynninseurantajärjestelmästä. Koska opinnäytetyön osalta keskityttiin tuotannon kokonaistehokkuuden käytettävyyden -osioon, ei tuotantolinjojen toiminta-asteeseen eikä laatuosioon keskitytty sen tarkemmin. Käynninseurantaohjelmaa tarkastellessa kuitenkin selvisi, että tuotantokatkoksien merkitsemisessä järjestelmään olisi parantamisen varaa. Häiriöajasta noin kolmasosalle ei oltu merkitty syytä, joten järjestelmän dataa ei voitu luotettavuuteen vedoten juurikaan hyödyntää kunnossapidon kehittämisen näkökulmasta. Kehitysideoihin käynninseurantaohjelman käytöstä tullaan ottamaan kantaa myöhemmin työssä.

3.1.2 Kuivauslinjat

Linjoilla 2 sekä 3 viilun kuivaamiseen käytetään niin ikään Rauten valmistamia verkkokuivaimia, joissa viilu kuivataan metallisten verkkojen välissä vesihöyryllä lämmitäten. Viilu ohjataan sorvin tray-tasolta kaarikuljettimelle, joka ohjaa viilun kuivaimen verkkojen väliin. Kuivaajassa on kuusi erillistä verkkoa, joiden välissä viilumatto kierretään kuivaimen päästä päähän yhteensä kuusi kertaa. Verkot ovat hyvin herkkiä vikaantumisille mikäli ne pääsevät löystymään tai ajautumaan toiseen reunaan. Verkkojen kireyttä ja kulkua ohjataan paineilmasylinterein säädettävillä teloilla kuivaimen päissä. Kuivaajien keskiosassa verkkoja kannatellaan useilla kymmenillä aputeloilla. Viilun kuivaus tapahtuu kierrättämällä ilmaa höyrypattereiden läpi kiertoilmapuhaltimien avulla. Kierrätettävän ilman lämpötilaksi säädetään noin 160 astetta, ja se ohjataan viilumaton pintaan suutinlaatikoiden avulla. (Kullaa 2017.)

Kierrätettävän ilman tulee olla tarpeeksi kosteaa, jotta viiluun sitoutunut kosteus saadaan irrotettua. Kostealla ilmalla saadaan myös minimoitua tulipalon riski, sillä kuivaimet ovat lämpötilansa puolesta hyvin alttiita viilun syttymiselle. Kuivauksen jälkeen viilu kiertää kuivaimen pohjalla sijaitsevan jäähdytyskuljettimen läpi, jonka jälkeen viilumatto on valmis leikattavaksi. Optimaalinen kosteus kuivausprosessin jälkeen on noin 2-6 %, ja ratkaisevia tekijöitä sitä säädetessä ovat kuivaajan nopeus, lämpötila sekä kosteus. (Kullaa 2017.)

Kuivaajien ennakkohuollot ottavat toimenpiteistä johtuen hyvin paljon aikaa, mutta näistä ei ole järkevää tinkiä linjaston toiminnan kustannuksella. Olosuhteista johtuen on erittäin tärkeää, että linjastot pysyvät toimintakunnossa huoltopäivien välillä. Ennakkohuollossa tingitty aika kostautuu moninkertaisena, mikäli kuivain joudutaan ajamaan alas kesken ajon. Mikäli joidenkin linjojen ennakkohuolloista joudutaan sattuneista syistä karsimaan, kyseisten linjojen ei tulisi olla tällä listalla. Linjojen ennakkohuoltojen ajankohdat viikon alussa ovat perusteltuja, sillä kuivaimet pystytään jäähdyttämään huoltoja varten viikon lopussa, kun ajoa ei silloin ole. Vaihtoehtoinen hetki linjaston huoltamiselle on torstaisin, kun tuotanto keskeytetään kuivaajien palokuormien tyhjennystä varten. Kyseinen pysähdys on ajallisesti kuitenkin paljon nopeampi, joten ennakkohuolto-ohjelmaa ei keretä tällöin täydellisesti suorittaa. Tällöin ehditään kuitenkin suorittaa joissain määrin esimerkiksi siirrettyjä korjaustöitä.

Kuivauslinjojen osalta käytettiin samaista periaatetta ennakkohuoltojen nykytilan selvityksessä. Ennakkohuoltoja tarkastellessa selvisi, ettei kyseisten linjojen huoltojen suorittajilla ollut tarkasti selvillä, mihin huoltokohteet rajataan, ja mitkä kohteet ovat heidän vastuualueellaan. Epäselvyydet koskivat lähinnä tray- ja kaarikuljettimia kuivaajien päällä, ja niiden huoltovastuut tullaan ottamaan huomioon päivitettyissä huolto-ohjelmissa.

Kuivauslinjojen käytettävyyksiä käynninseurantaohjelmasta selvisi, että asiat olivat katkosten merkitsemisen suhteen vielä sorvauslinjoja heikommalla tasolla. Katkoksista noin 85 % oli merkitty ”syytä ei annettu” -statuksella, joten käytännössä seurannasta ei saada kunnossapitoa arvioidessa lainkaan käyttökelpoista dataa.

3.1.3 Leikkaus- ja lajittelulinjat

Viilumaton jäähdyttämisen jälkeen siitä täytyy mitata kosteus ja laatuluokka ennen leikkaamista, jotta viilu saadaan jalostettua mahdollisimman tehokkaasti. Kosteuden mittausta tapahtuu mikroaalloilla viilun ylä- ja alapuolelle sijoitettujen antureiden avulla. Laatuluokan määrittämiseksi viilumatto skannataan kameralla, jolloin siitä huomataan esimerkiksi paikkausta vaativat reiät. Mittauksien jälkeen matto leikataan iskumaisella liikkeellä leikkurin terällä tarpeiden mukaan sopiviin mittoihin. (Kullaa 2017.)

Valmiit arkit siirtyvät leikkauksen jälkeen alipaineen avulla jättökuljettimelle roskien pudotessa hakkuriin menevälle roskakuljettimelle. Viilujäte ohjataan haketuksen jälkeen tehtaan voimalaitokselle, jossa sitä käytetään höyryn tuottamiseen muun muassa kuivaajille. Viiluarkit siirtyvät jättökuljettimelta sivusiirtorullastolle, jossa arkit tasataan pystyhihnakuljetinta vasten. Tasauksen jälkeen arkit siirtyvät pinontalaitteiston imukuljettimelle, josta se isketään oikean lokeron kohdalla pois imusta paineilmasylintereihin kiinnitetyillä aisoilla tasaisiin pinoihin automaattisesti laskevien saksihissien päälle lavoille. Kumpikin linja sisältää kaksi pinontalaitteistoa, joista ensimmäiseen pinotaan kantikkaiden viilujen lisäksi jatkamista ja leikkaamista vaativat arkit. Jälkimmäiselle pinontalaitteistolle ohjataan leveät keskimmais- ja pintaviilut. Ensimmäisessä pinontalaitteistossa lokeroita on yhdeksän, ja jälkimmäisessä neljä. Pinontalaitteistojen välissä on kaarikuljetin, joka kääntää viilun kulkua 90 astetta, ja

oikaisun jälkeen arkit ohjataan jälleen jälkimmäisen pinontalaitteiston imukuljettimelle. (Kullaa 2017.)

Pinontalokeron lavan täytyttyä se puretaan automaattisesti toimivalla siirtokuljettimella, joka hoitaa myös uuden tyhjän lavan syöttämisen saksihissin päälle. Siirtokuljettimelta viilupinot siirretään trukeilla niiden tapauskohtaisille jatkojalostuspisteille. (Kullaa 2017.)

Leikkaus- ja lajittelulinjojen ennakkohuoltoja tarkasteltaessa kävi ilmi, ettei linjoille ehditä juurikaan suorittaa ennakoivaa huoltoa niille merkittyinä ajankohtina. Linjojen ennakkohuollot on tällä hetkellä määritelty tehtäväksi kuivaajien huoltojen jälkeen, mutta tuotannon paineesta leikkaus- ja lajittelulinjojen ennakkohuolloista joudutaan usein karsimaan. Tämä on osaltaan perusteltua ja mahdollista siksi, että kyseisillä linjastoilla pystytään ajamaan vaikka jokainen lajittelulokero ei olisikaan käytössä. Linjoille suoritettava huolto onkin pääasiassa korjaavaa kunnossapitoa, joka syö pienetkin ennakkohuolloille varatut ajankohdat. Pitkässä juoksussa ennakkohuoltojen laiminlyönti kuitenkin aina kustautuu. Ennakkohuolto-ohjelmaa kehitettäessä kyseisille linjoille täytyykin ottaa huomioon muut mahdolliset huoltojen suoritusajankohdat, jotta ennakkohuollot ehdittäisiin suorittaa niille määrättyinä aikoina. Haasteista huolimatta leikkaus- ja lajittelulinjojen ennakkohuoltojen nykytilanne saatiin selvitettyä asentajien kanssa pidettyjen palaverien tukemana.

Myöskään leikkureilla terien vaihdot eivät kuulu mekaanisen kunnossapitohenkilöstön vastuulle, vaan niistä huolehtii terien teroittaja. Tästä syystä kyseistä toimenpidettä ei otettu huomioon huolto-ohjelmassa.

Käynninseurantaa tarkastellessa leikkaus- ja lajittelulinjojen tilanteet vastasivat kuivaajia, joten kunnossapidosta johtuvaa toiminnallista käytettävyyttä ei pystytty mittaamaan myöskään kyseisiltä linjoilta. Käynninseurantaohjelmasta saataisiin toki linjakohtaisesti käynnissäoloaikojen perusteella tarkasteltua kokonaiskäytettävyyksiä, mutta kyseiset tunnusluvut on jo kertaalleen ilmoitettu yhtiön omissa raporteissa. Tästä syystä kokonaiskäytettävyyden laskeminen ei tuo opinnäytetyölle lisäarvoa, ja sitä pystytään tulevaisuudessa tarkastella yhtiön sisäisistä raporteista myöskin opinnäytetyön tuloksien hyödyllisyyden näkökulmasta.

3.2 Ennakkohuoltojen kehittäminen

Ennakkohuoltoja lähdettiin kehittämään ECM-analyysin pohjalta kolmessa eri vaiheessa. Kehityspalaverihin osallistui linjojen huoltohenkilöstön lisäksi mekaanisen kunnossapidon esimies, jotta asioita tulisi tarkasteltua mahdollisimman laajasti eri näkökulmista. Analyysin eri vaiheissa käytettiin apuna muun muassa toiminnanohjausjärjestelmästä löytyviä huolto-ohjelmia ja vikaantumisdataa, sekä asentajien päiväkirjoja ja muistitietoa.

3.2.1 Sorvauslinjat

Vaihe A

Analyysin ensimmäisessä vaiheessa tarkoituksena oli käydä nykyisen huolto-ohjelman kohdat läpi, ja miettiä toimenpiteiden käyttökelpoisuus ja tehokkuus. Nykytilanteen kartoituksen pohjalta huolto-ohjelman tehtävät käytiin yksitellen läpi asiantuntijaryhmän kesken, ja pohdittiin toimenpiteitä niin suorittamisen kuin huoltovälienkin kannalta. Sorvauslinjojen huolto-ohjelmien tehtävät koettiin kauttaaltaan tehokkaiksi ja käyttökelpoisiksi. Muutoksia toimenpiteisiin kuitenkin tehtiin huoltovälien uudelleen määrittämisten osalta, jotta ne saatiin mahdollisimman yhtenäisiksi ja käytännöllisiksi.

Vaihe B

Analyysin toisessa vaiheessa tarkoituksena oli tarkastella lähihistoriassa tapahtuneita vikaantumisia ja miettiä, olisiko kyseiset vikaantumiset pystytty välttämään kohteelle suoritettavalla ennakkohuollolla. Analyysin B-vaiheessa vikahistoriaa päätettiin tarkastella toiminnanohjausjärjestelmästä vikailmoitusten pohjalta pidemmältä aikaväliltä muutamana vuoden ajalta, jotta linjakohtaisesti usein vikaantuvat kohteet nousivat esille, ja niille voitiin miettiä tehokkaita ennakkohuoltotoimenpiteitä. Linjastot jaoteltiin komponenttitasolle, joiden perusteella myös vikahistorian tapahtumat merkittiin. Vikahistoriasta luotiin havainnollistavat pylväsdiagrammit, jotta kohteiden väliset erot oli helposti nähtävissä. Samaa kaavaa noudattamalla pystyttiin tarkastelemaan linjakohtaisia eroavaisuuksia vikahistorioissa, ja miettimään mahdollisia vikaantumisten syitä.

Sorvauslinjojen vikahistoriaa tarkasteltaessa esiin nousi muutamia toistuvia vikaantumiskohteita (ks. kuviot 9 ja 10), jotka otettiin huomioon uudistetuissa huolto-ohjelmissa. Salassapitosyistä linjojen komponentteja ei ole nimetty opinnäytetyössä yksityiskohtaisesti.



Kuvio 9. 2. sorvauslinjan vikahistoria



Kuvio 10. 3. sorvauslinjan vikahistoria

Vikahistorian tarkastelun pohjalta voitiin perustellusti lisätä nykyiseen ohjelmaan tarkastuskohteita, jotka eivät juurikaan kuormittaneet huoltopäivän tehtäväälistää. Tarkastelu osaltaan myös vahvisti kunnossapitohenkilöstön mielipiteitä linjaston ”heikoista” komponenteista, ja niihin voitiin miettiä kehitysideoita asiantuntijaryhmän kesken. Uusien tarkastuskohteiden lisäksi vikahistorian tarkastelun perusteella saatiin optimoituja kohteiden huoltovälejä.

Vaihe C

Analyysin kolmannessa vaiheessa tarkoituksena oli miettiä asiantuntijaryhmän kesken mahdollisia vikaantumisia, joiden seuraukset olisivat niin vakavia, että niiden esiintyminen tulisi ehkäistä. Tässä vaiheessa keskityttiin nimenomaan niihin vikamuotoihin, jotka eivät olleet tulleet ilmi analyysin kahdessa ensimmäisessä vaiheessa, mutta olisivat silti mahdollisia kyseisessä prosessissa.

Sorvauslinjojen osalta asiantuntijaryhmän keskusteluissa saatiin tarkennettua eräiden komponenttien tarkastuskohteita, jolloin asentajasta riippumatta kriittiset kohteet tulevat tarkastettua oikeaoppisesti. Muutoin sorvauslinjojen kehitetyt ennakkohuolto-ohjelmat koettiin kattaviksi ja tehokkaiksi.

3.2.2 Kuivauslinjat

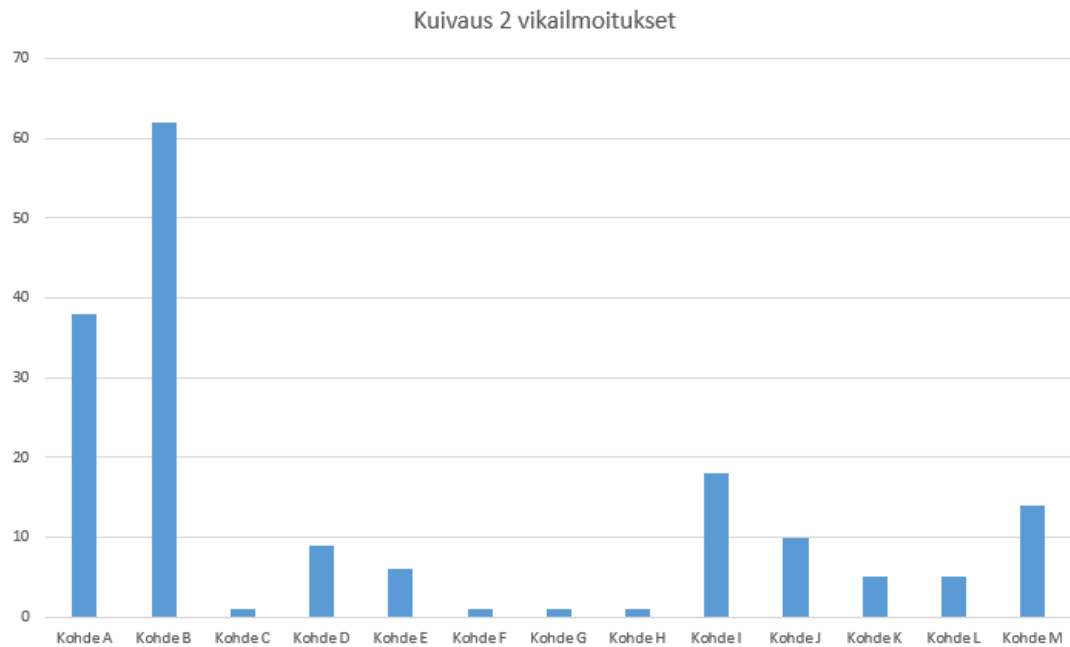
Vaihe A

Kuivauslinjojen nykyisten ennakkohuolto-ohjelmien tehtävät koettiin pääsääntöisesti soveltuviksi ja tehokkaiksi, joten radikaaleja muutoksia niihin ei ECM-analyysin ensimmäisessä vaiheessa tehty. Muutamaa toimenpidettä kuitenkin muokattiin lähinnä huoltovälien osalta. Harvemmin, kuin jokaisena huoltopäivänä suoritettavien kohteiden huoltovälejä yhtenäistettiin, jolloin saman kategorian laitteiden huoltovälit saatiin vastaamaan toisiaan. Osaa muutoksien kohteista intervallin supistamista puolsivat myös analyysin seuraavassa vaiheessa ilmenneet vikahistoriat.

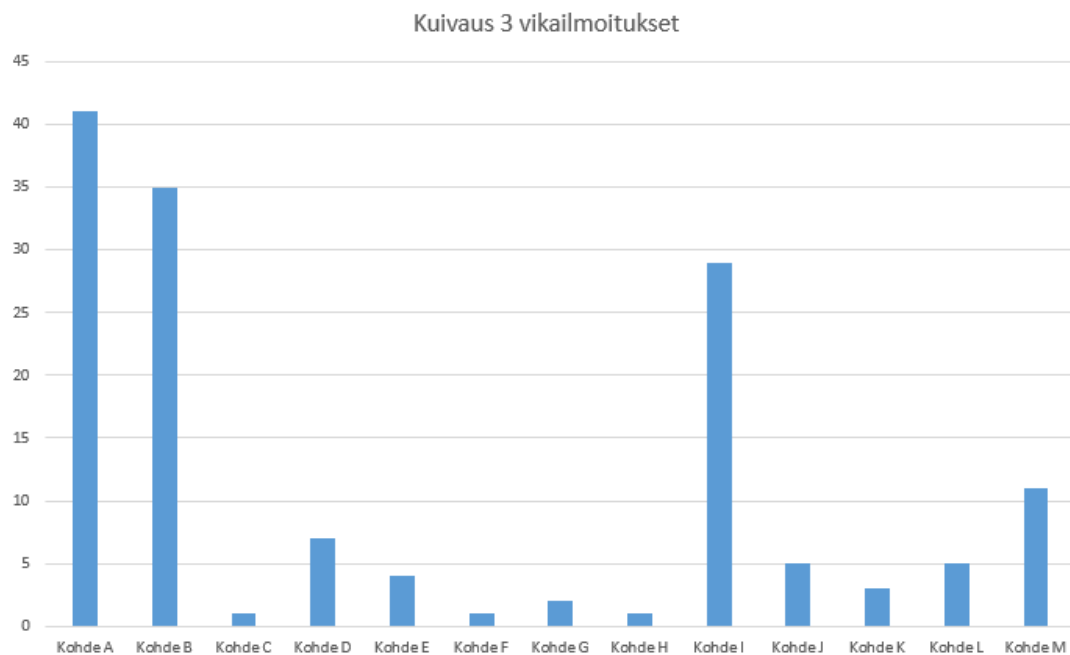
Vaihe B

ECM-analyysin toisessa vaiheessa tarkasteltiin linjakohtaisesti kuivaajien vikahistoriaa SAPin vikailmoitusten pohjalta. Vikahistorian tarkastelussa ennakkohuoltojen kehityksen osalta keskityttiin kohteisiin, joiden vikaantumisten määrä tarkastelujakson

aikana erottui negatiivisessa mielessä edukseen (ks. kuviot 11 ja 12). Kummankin linjan kohdalla vikaantumiskohteet noudattivat pääsääntöisesti samaa linjaa, joten huomio voitiin keskittää linjasta riippumatta samoihin kohteisiin.



Kuvio 11. 2. kuivauslinjan vikahistoria



Kuvio 12. 3. kuivauslinjan vikahistoria

Asiantuntijaryhmän pohdintojen perusteella huolto-ohjelmaan päätettiin lisätä uusi tarkastuskohde, jolla kyseisen kohteen vikaantumisia pyritään ehkäisemään. Lisätty tehtävä ei juurikaan kuormita asentajien huoltopäivän tehtävää nykyisestäään sen mukanaan tuomiin hyötyihin nähden, joten se on näin ollen soveltuva.

Vikahistorian tutkimisen perusteella löydettiin myös käyttövarmuutta parantavia kehitysideoita kohteille, joiden ennakkohuoltotehtäviä ei varsinaisesti pystytty kehittämään. Kyseiset ideat vaativat kuitenkin lisää tutkimista, joten niiden toteuttamiseen ei tämän opinnäytetyön osalta otettu sen enempää kantaa.

Vaihe C

ECM-analyysin kolmannessa vaiheessa ei kuivaajien osalta löydetty asiantuntijaryhmän kesken uusia niin kriittisiä mahdollisia vikaantumisia, jotka olisivat vaatineet lähempää tarkastelua. Nykyiset ennakkohuollon toimenpiteet koettiin varsinkin kehitysideoiden jälkeen niin kattaviksi, että toimenpiteiden lisäystä ei nähty kannattavaksi.

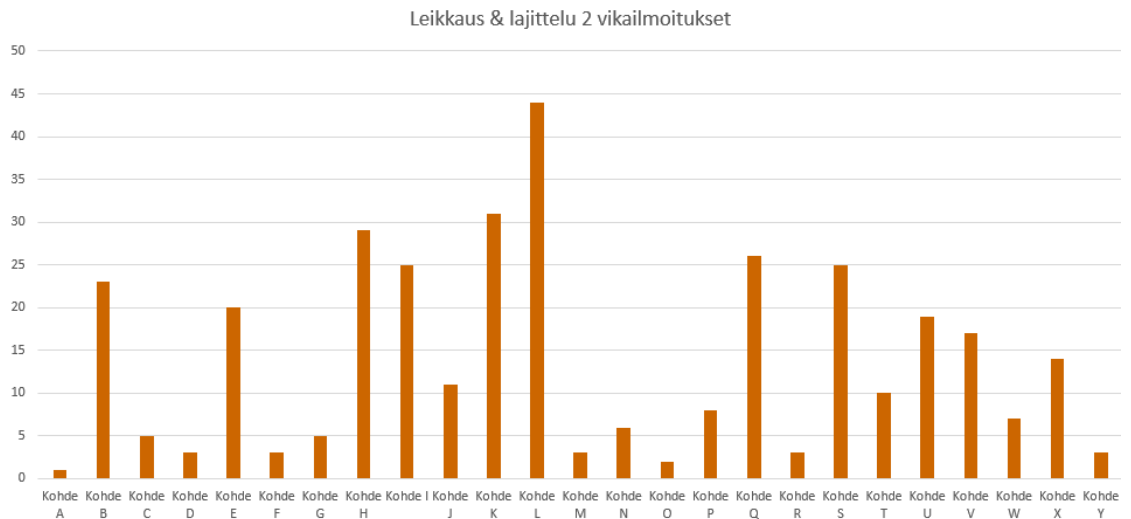
3.2.3 Leikkaus- ja lajittelulinjat

Vaihe A

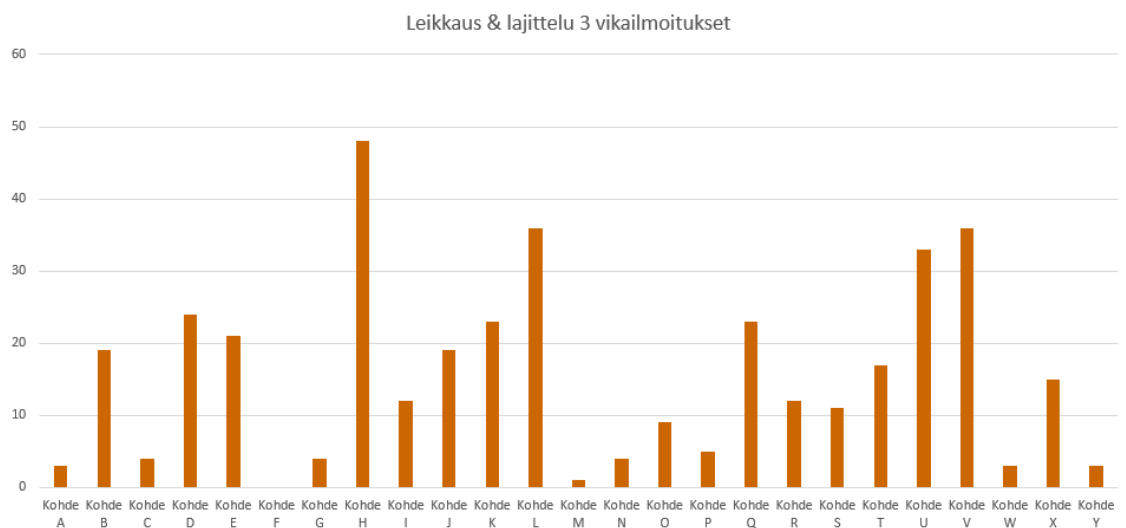
Leikkaus- ja lajittelulinjojen kohdalla nykyiset ennakkohuoltotoimenpiteet koettiin kauttaaltaan tehokkaiksi sekä soveltuviksi. Ongelmana kyseisillä linjoilla puolestaan nähtiin ennakkohuolloille varatun ajan ja huoltojen suorittajien puute. Huoltovälien hienosäätöä lukuun ottamatta analyysin ensimmäisessä vaiheessa kyseisille linjoille ei tehty juurikaan muutoksia.

Vaihe B

Leikkaus- ja lajittelulinjojen vikahistorioissa havaittiin linjojen välillä hiukan eroavaisuuksia vikaantumiskohteissa (ks. kuviot 13 ja 14), mutta pääosin vikaantumisten jakaantuminen noudatti myös kyseisten linjojen kohdalla samaa kaavaa.



Kuvio 13. 2. leikkaus- ja lajittelulinjan vikahistoria



Kuvio 14. 3. leikkaus- ja lajittelulinjan vikahistoria

Linjastoja tarkasteltaessa pystyttiin nimeämään niin vikahistorian, kuin asentajien kokemuksenkin perusteella vikaherkimmät komponentit. Kyseisille komponenteille ei tarkastelun perusteella pystytty nimeämään tehokkaampaa ennakkohuoltotoimenpidettä kuin nykyiset tarkastukset, mutta palaverissa nousi esiin parannusehdotuksia, jotka tullaan viemään eteenpäin lähitulevaisuudessa. Kyseisellä parantavalla kunnossapidolla saadaan parannettua komponenttien käytettävyyttä, mikä vaikuttaa positiivisesti koko linjan käytettävyyteen.

Vaihe C

Analyysin kolmannessa vaiheessa löydettiin asiantuntijaryhmän kesken suhteellisen monta kohdetta, joille löydettiin soveltuva ja tehokas ennakkohuoltotoimenpide. Kyseisiä toimenpiteitä ei löytynyt nykyisistä huolto-ohjelmista, koska näiden kohteiden huolto ei sisällynyt perinteisen huoltopäivän tehtäviin, eikä niistä oltu myöskään luotu omaa työtilaustaan. Tästä syystä kohteille suoritettiin ennakkohuoltoa hyvinkin epäsäännöllisesti, jos ollenkaan. Asiantuntijaryhmän kesken kohteille mietittiin sopivat ja yhtenäiset huoltovälit, jolloin huollot tullaan varmuudella suoritettua. Uudet tehtävät lisättiin sen jälkeen päivitettyihin huolto-ohjelmiin.

3.2.4 Seuranta

Nykytilanteessa kohteiden ennakkohuolto-ohjelmia ei tulosteta toiminnanohjausjärjestelmästä huoltojen suorittajille, vaan huoltotoimenpiteet ovat pääasiassa asentajien muistin varassa. Ennakkohuolto-ohjelmia kehitettäessä on otettava huomioon myös niiden seuranta päivittäisessä toiminnassa. Huollossa olevien linjojen huolto-ohjelmat tulisivat joko jakaa aamuissa tehtävänjaossa huoltojen suorittajille, tai vaihtoehtoisesti vaatia asentajia tarkastamaan huoltojen sisällöt toiminnanohjausjärjestelmästä. Ohjelmat toimisivat asentajien muistilistana, johon olisi myös helppo lisätä muistiinpanoja esimerkiksi kohteiden huoltotoimenpiteistä, joita ei ennakkohuollossa ehditä suorittamaan, tai jotka vaihtoehtoisesti kaipaavat suurempaa huoltoa. Seurannan kannalta huolto-ohjelmia järjestelmään ladattaessa on otettava huomioon ohjelmien tulostamisen helppous. Huolto-ohjelmien on oltava helposti saatavilla järjestelmästä, ja ulkoasun on sovittava A4-paperille. Tällöin asian tiimoilta ei synny lisää muutosvastarintaa, eikä siihen kulu ylimääräistä aikaa.

3.3 Ennakkohuoltojen vaiheistus toiminnanohjausjärjestelmään

3.3.1 Ennakkohuoltojen ajankohdat

Nykyisten ennakkohuoltojen ajankohdat on määritetty tuotannon ehdoilla, joten ne pysyvät hyvin pitkälti alkuperäisenä. Poikkeuksena kuitenkin palaverieissakin esiin nousseet leikkaus- ja lajittelulinjojen huollot, joita ei normaalissa toiminnassa juurikaan ehditä suorittamaan. Syitä tähän on muun muassa alkuviikon huoltotöiden

kuormittavuus kunnossapitohenkilöstön määrään nähden. Tämän takia kyseisten linjojen ennakkohuoltojen suoritusajankohdat tuli ottaa tarkempaan tarkasteluun. Kuten aiemmin ilmeni, leikkaus- ja lajittelulinjojen ennakkohuollot pystytään suorittamaan myös torstaisin, kun kyseisen linjan kuivain ajetaan alas palokuorman puhdistusta varten. Tämä ajankohta on suotuisampi leikkaus- ja lajittelulinjojen huoltamiselle, sillä linjan tarkastukset ja rasvaukset ehditään suorittaa aamupäivän aikana, ja huoltohenkilöstöä on tuolloin paremmin saatavilla. Kun tarkastukset suoritetaan torstaisin, tilanteen vakavuudesta riippuen suuremmat huoltotyöt voidaan siirtää maanantaille, jolloin myös toimenpiteisiin keretään varautua niin henkilöstön kuin varaosienkin puolesta. Kun tarkastukset tehdään säännöllisesti, ei tilanne pääse niin sanotusti riistäytymään käsistä.

3.3.2 EH-työtilauksen sisältö

Toiminnanohjausjärjestelmään päätettiin luoda linjoille täysin uudet EH-työtilaukset, jotta ne noudattaisivat samaa kaavaa linjasta riippumatta. Työtilauksille luotiin kohteiden huoltovälien perusteella erillisiä huoltopaketteja työtilauksen eri vaiheille. Huoltosuunnitelmia luodessa tilaukselle pystyttiin määrittelemään vaihekohtaisesti kunkin vaiheen työtilaussykli. Näin aiemmin muistinvaraiset linjoille suoritettavat huoltotoimenpiteet saatiin kirjattua toiminnanohjausjärjestelmään, ja vaiheistuksen avulla ne ilmaantuvat EH-työtilauslistalle määritetyllä ajankohdalla. Haastattelujenkin perusteella nämä harvemmin suoritettavat työt ovat jääneet jopa kokonaan tekemättä, kun töistä ei ole ollut mainintaa järjestelmässä.

Linjakohtaisista vuosittaisista seisokitöistä puolestaan luotiin järjestelmään suoraan revisiotyötilaukset, jotka sisältävät linjalle huoltoseisokeissa poikkeuksetta suoritettavat toimenpiteet. Linjakohtaiset revisiotyötilaukset helpottavat osaltaan huoltoseisokkien suunnittelemista ja hallintaa.

4 Tulokset

4.1 Nykytilan selvitys

Ennakkohuollot on määritetty toiminnanohjausjärjestelmään suoritettaviksi linjoitain kolmen viikon välein. Jokaiselle linjalle on luotu yksi pääasiallinen ennakkohuoltotyötilaus, joka kattaa huoltopäivänä suoritettavat toimenpiteet. Harvemmin kuin kolmen viikon välein suoritettavat toimenpiteet ovat olleet pääasiassa henkilöiden muistin varassa, poikkeuksena kuitenkin esimerkiksi sorvauslinjojen välysmittaukset sekä kuivaajien puhaltimien rasvaukset, jotka on esitetty omina työtilauksinaan.

Reviirimies-ajattelusta on pyritty pääsemään tehtaalla eroon, mutta vanhasta toimintamallista irtautuminen on usein pitkissä kantimissa. Opinnäytetyön aikana sekä sorvaus-, että kuivauslinjastojen ennakkohuollot suorittivat linjoille erikoistuneet asentajat, kun taas leikkaus- ja lajittelulinjojen huolloista vastasivat silloisessa tilanteessa vapaana olevat asentajat. Asentajien kierrätettävyyden nähtävissä monesta eri näkökulmasta, ja tarkempaa linjausta annettaessa tilannetta tulisi tutkia tarkemmin ja laajemmalla sektorilla.

4.1.1 Sorvauslinjat

Nykytilanteessa toiminnanohjausjärjestelmään on eritelty kaksi eri ennakkohuoltotyötilausta kullekin sorvauslinjastolle. Perinteisen ennakkohuolto-ohjelman lisäksi omalla tilausnumerolla on esitetty karojen välysmittaukset, jotka poikkeavat normaalista huoltopäivästä myös ajallisesti. Välysmittaukset on ajoitettu suoritettavan kuuden viikon välein, jolloin toimenpide tulee ajankohtaiseksi kullekin linjalle joka toisena huoltopäivänä. Erityisesti tämän kaltaisissa tarkoituksissa mittauksissa on tärkeää, että mittauksen suorittaa sama henkilö samoilla välineillä ja samalla tyyllillä, jolloin tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään. Näin ollen niiden perusteella voidaan luotettavasti suorittaa tarvittaessa karojen laakeroinnin vaihtotyöt, joka on toimenpiteenä hieman haastavampi kokonaisuus.

Sorvauslinjojen ennakkohuoltoja tarkasteltaessa selvisi, ettei nykyisissä huolto-ohjelmissa ole ilmoitettu päivittäin suoritettavia toimenpiteitä, ns. voitelukierroksen tehtäviä lainkaan. Kyseiset toimenpiteet kirjattiin ylös, ja tullaan kirjaamaan myös uudistettuun huolto-ohjelmaan omana tilauksenaan.

Nykytilan selvitykseen lisättiin palaverissa ilmi tulleet vuosittain suoritettavat suu-remmat ennakkohuoltotyöt. Niiden osuus sorvauslinjojen osalta jäi kuitenkin suhteellisen pieneksi oman kunnossapidon näkökulmasta, sillä sorvauslinjojen suuremmat huoltoseisokkityöt suoritetaan resursseista johtuen alihankintana oman kunnossapito henkilöstön kunnonvalvontaan perustuen. Edellisten huomioiden lisäksi tarkastuslistoilta jouduttiin myöskin karsimaan muun muassa tehtäviä, joiden suorittaminen kuului sähköosastolle.

Sorvauslinjat 2 ja 3 ovat ennakkohuoltojen näkökulmasta identtiset, joten nykytilanteen selvitys kummankin linjan osalta on esitetty liitteessä 1.

4.1.2 Kuivauslinjat

Nykytilanteessa kuivauslinjoille on toiminnanohjausjärjestelmään luotu perinteisen ennakkohuoltotyötilauksen lisäksi kiertoilmapuhaltimien rasvaukset, koska toimenpiteen suoritusväli poikkeaa perinteisestä huoltosyklistä. Muita harvemmin suoritettavia töitä ei ole kirjattu huolto-ohjelmiin, eikä niistä ole luotu omaa työtilaustaan.

Sorvauslinjoihin verrattuna kuivauslinjojen huolto-ohjelmiin lisättiin suhteellisen monta harvemmin, kuin jokaisena huoltopäivänä suoritettavaa toimenpidettä. Näitä olivat muun muassa niin kesä-, kuin talviseisokeissakin suoritettavat hieman enemmän aikaa vaativat työt. Kuivaajien ennakkohuolto-ohjelmista karsittiin sorvauslinjojen mukaisesti eräitä sähköosastolle kuuluvia toimenpiteitä.

Myös kuivauslinjat 2 ja 3 ovat ennakkohuoltojen näkökulmasta identtiset, joten nykytilanteen selvitys voidaan esittää samaisella lomakkeella, joka löytyy liitteestä 2.

4.1.3 Leikkaus- ja lajittelulinjat

Leikkaus- ja lajittelulinjastojen ennakkohuollot on nykytilanteessa esitetty toiminnanohjausjärjestelmään yhdellä linjakohtaisella ennakkohuoltotyötilauksella. Alkuperäiset huolto-ohjelmat vastasivat hyvin pitkälle työpisteillä suoritettavia toimenpiteitä, niissä määrin kun huollot ehdittiin suorittaa, muutamia korjauksia lukuun ottamatta. Nykytilanteen selvityksessä ei juurikaan ilmennyt suurempia vuosittain suoritettavia ennakkohuoltotöitä, joten muutosta alkuperäiseen ohjelmaan tuli lähinnä mekaaniselle kunnossapidolle kuulumattomien töiden karsimisesta sekä toimenpiteiden huoltovälien tarkentamisesta.

Sekä 2., että 3. linjan ennakkohuoltojen nykytilanteen selvitys on esitetty liitteessä 3.

4.2 Uudistetut ennakkohuolto-ohjelmat

4.2.1 Sorvauslinjat

Kokemuskeskeisen kunnossapidon menetelmää käyttäen sorvauslinjastojen ennakkohuolto-ohjelmista saatiin kehitettyä selkeälukuiset ja toimivat kokonaisuudet. Sorvauslinjojen vikahistorioiden perusteella ohjelmiin saatiin lisättyä tarkastuskohteita, joiden lisäksi myös alkuperäisiä huoltokohteita ja niille suoritettavia toimenpiteitä saatiin tarkennettua. Kehityspalaverissa kohteiden huoltovälit mietittiin yhtenäisiksi ja käytännöllisiksi. Normaalia huoltokierrosta harvemmin suoritettavista tehtävistä luotiin omat huoltopakettinsa, jotka ajoitettiin toiminnanohjausjärjestelmään huoltovälien mukaisesti.

Sorvauslinjoja tarkasteltaessa myöskin selvisi, että suhteellisen moni huoltotoimenpide pystyttiin suorittamaan linjan käydessä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tulevaisuudessa ”tiukan” paikan tullessa tehtävät voidaan priorisoida niin, että pysähdyksen vaativat toimenpiteet suoritetaan luonnollisesti ensin.

Sorvauslinjojen uudistetut ennakkohuolto-ohjelmat ovat keskenään identtisiä, ja ne on esitetty liitteessä 4.

4.2.2 Kuivauslinjat

Myös kuivauslinjojen osalta alkuperäisiin huolto-ohjelmiin verrattuna kehityspalaverissa saatiin tarkennettua huoltokohteita, ja kaiken kaikkiaan niistä saatiin selkeälukuisempia. Toimenpiteiden tarkentamisen lisäksi huolto-ohjelmiin lisättiin vikahistorian perusteella tarkastuskohteita, joilla pyritään parantamaan linjojen käytettävyyttä.

Harvemmin suoritettavista toimenpiteistä kasattiin intervallien perusteella huoltopaketteja, jolloin ne eivät ole ainoastaan asentajien muistin varassa, ja tulevat näin suoritettua. Kuivauslinjoilla huoltopaketteja jouduttiin olosuhteista johtuen luomaan hieman useampi muihin linjoihin verrattuna.

Kuivauslinjojen uudistetut ennakkohuolto-ohjelmat kummankin linjan osalta on esitetty liitteessä 5.

4.2.3 Leikkaus- ja lajittelulinjat

Leikkaus- ja lajittelulinjastojen ennakkohuolto-ohjelmien kehitysprosessit noudattivat hyvin pitkälti aikaisempien linjojen mallia. Niiden huoltokohteita ja toimenpiteitä saatiin tarkennettua, ja muiden linjojen kaltaisesti harvemmin suoritettavista tehtävistä koottiin huoltovälien perusteella huoltopaketteja. Näihin paketteihin saatiin alkupe- räiseen ohjelmaan verrattuna karsittua mekaaniselle kunnossapidolle kuulumatto- mat toimenpiteet, ja myöskin lisättyä soveltuvia huoltotoimenpiteitä.

Leikkaus- ja lajittelulinjojen uudistetut ennakkohuolto-ohjelmat on esitetty liitteessä 6.

4.3 Uusi ennakkohuoltojen esittämismalli

Palavereiden pohjalta päätettiin luoda linjojen yhteisistä päivittäisistä huoltotehtä- vistä oma tilauksensa, joka uusiutuu joka kuukausi. Tällä hetkellä näitä tehtäviä ei ole esitetty toiminnanohjausjärjestelmässä, ja niiden työtunnit kirjataankin pääasiassa linjojen ennakkohuoltotyötilausten päälle eivätkä kirjaukset näin vastaa todellisuutta. Linjojen yhteisten tehtävien työnumerolla kustannukset saadaan kohdistettua tar- kemmin, ja ennakkohuoltojen kuormittavuus saadaan paremmin selville. Uusimalla työtilaus kuukausittain vältetään ”roikkuvien” tilausnumeroiden ilmeneminen, joille tunteja kohdistettaisiin ympäri vuoden. Päivittäisten työtehtävien ohjelma on esi- tetty liitteessä 7.

Kuivaajien puhaltimien rasvauskierroksista päätettiin pitää oma työtilauksensa, sillä myös tämä työ sisältää kummallekin linjalle suoritettavia huoltotehtäviä. Nykyisen ti- lauksen vaiheisiin toki päivitettiin tarkemmin kierrokseen kuuluvat toimenpiteet. Uudistetun vaiheistamismallin ansiosta linjakohtainen ennakkohuoltotyötilaus sisäl- tää edellisiä linjastojen yhteisiä toimenpiteitä lukuun ottamatta kaikki kohteelle suo- ritettavat tehtävät (ks. kuvio 15), joten työtilauslistasta saatiin karsittua yksittäisiä toimenpidetilauksia. Ennakkohuoltotyötilauksen vaiheet tulevat nimensä mukaisen aikavälin sykleissä aktiiviseksi työtilauslistalle, ja vaiheiden tulostettavat huolto-ohjel- mat löytyvät vaihekohtaisista tekstikentistä.

Vhe	AVH	Työpiste	To...	Oh...	Malliav	T.	Vaiheen lyh. selitys	SE	V...	V...
0010		KO	0204	PM01			3 viikon välein suoritettavat huollot			
0020		KO	0204	PM01			6 viikon välein suoritettavat huollot			
0030		KO	0204	PM01			3 kuukauden välein suoritettavat huollot			
0040		KO	0204	PM01						

Kuvio 15. 2. sorvauslinjan uudistettu EH-työtilaus

Leikkaus- ja lajittelulinjojen huoltoajankohdan muutosta lukuun ottamatta ennakkohuoltotyötilaukset pysyivät pääsääntöisesti visuaalisesti alkuperäisen kaltaisina, ja niillä korvattiin aiemmin käytössä olleet työtilaukset. Teknisistä syistä huolto-ohjelmien ulkoasua jouduttiin hieman muokkaamaan tietojärjestelmään siirrettäessä.

5 Pohdinta

5.1 Tulosten arviointi

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ennakkohuoltojen nykyinen tilanne sekä mahdollisesti kehittää huolto-ohjelmia. Työn alussa määritettiinkin seuraavat tutkimuskysymykset:

- Miten linjojen ennakkohuollot suoritetaan nykyisen mallin mukaan?
- Miten linjojen ennakkohuoltoja voitaisiin kehittää nykyisestä?
- Miten linjojen ennakkohuollot tulisi esittää toiminnanohjausjärjestelmässä?

Jokaiseen määritettyyn tutkimuskysymykseen saatiin opinnäytetyössä kattavat vastaukset. Kohteiden ennakkohuoltojen kehittämiseen olisi voitu käyttää alkuperäistä RCM-menetelmää, mikäli resurssit olisivat sen suoneet. Tällöin kohteet olisi käyty

tarkemmin ja laajemmalla mittakaavalla läpi, ja huolto-ohjelmat olisivat yksityiskoh-
taisemmat ja toimenpiteet nykyistä perustellumpia. ECM-analyysin avulla kuitenkin
saatiin vastaukset kaikkiin ennakkohuoltojen kehittämistä koskeviin tarkennettuihin
kysymyksiin, joita olivat:

- Mitkä tulisi olla ennakkohuoltotoimenpiteiden tarkennetut huoltovälit?
- Mitkä huoltotoimenpiteistä pystytään suorittamaan koneen käynnissä olles-
saan?
- Onko huolto-ohjelmassa turhia toimenpiteitä?
- Puuttuuko huolto-ohjelmasta kriittisiä toimenpiteitä?

Kokemuskeskeisen kunnossapidon menetelmällä ennakkohuolto-ohjelmiin saatiin
päivitettyä tärkeitä huoltotoimenpiteitä, ja ne sisältävät nykyisellään kaikki kohteille
suoritettavat ennakkohuoltotoimenpiteet huoltoväleineen. ECM-analyysin avulla
myös huoltokohteiden vastuualueita saatiin tarkennettua, ja tiedot kirjattua toimin-
nanohjausjärjestelmään. Tällä varmistetaan sitä, että kaikki huoltojen piirissä olevat
kohteet tulee käytyä läpi, ja myöskin perinteiseen huoltopäivään kuulumattomien
toimenpiteiden intervallit pysyisivät määritettyinä. Analyysinkin pohjalta luotujen uu-
distettujen EH-työtilausten avulla kunnossapidon kustannustarkastelu parantuu ja
vastaa enemmän todellista tilannetta.

Asentajien kanssa käytyjen palaverien perusteella selvisi linjastojen ongelmakohtia
muistakin kuin ennakkohuoltojen näkökulmasta. Näin ollen saatiin melko kattava
yleiskatsaus linjojen nykytilanteesta, kehitysideoita linjojen käytettävyyden
parantamiseksi sekä myöskin tukea mahdollisten investointien kohdistamiselle.

5.2 Luotettavuuden arviointi

Opinnäytetyössä käytettiin lähteinä standardien lisäksi alan keskeistä kirjallisuutta
varmistaakseen tietoperustan luotettavuus ja kattavuus. Kirjallisten lähteiden lisäksi
tietoa hankittiin myös kohteiden kanssa työskentelevien ammattilaisten haastatte-
luilla ja havainnoinnilla. Tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin parantamaan useiden
tiedonkeruumenetelmien lisäksi myös mahdollisimman tarkalla kuvauksella tutki-
muksen toteuttamisprosessista vaiheineen.

Yhtenä tutkimuksen mittareista luotettavuuden arvioinnissa voidaan Hirsjärven, Remksen ja Sajavaaran (2007, 226) mukaan pitää sen reliabeliutta, eli kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Reliaabelius voidaan todeta esimerkiksi usean arvioijan päätymisellä samanlaiseen tulokseen. Ennakkohuolto-ohjelmien kehitysprosessin vaiheisiin osallistui asiantuntijaryhmä, joka koostui linjalla työskentelevistä asentajista sekä työnjohdosta. Asiantuntijaryhmän palaverissa päädyttiin ennakkohuoltojen osalta yksimielisiin tuloksiin, joten kehitettyjen huolto-ohjelmien sisältöä voidaan pitää luotettavana.

Toinen tutkimuksen arvioinnissa käytettävä mittari on tutkimuksen validius, eli tutkimusmenetelmän kyky mitata mitattavaa asiaa (Hirsjärvi ym. 2007, 226). Tutkimusmenetelmää valittaessa huomioon otettiin alusta alkaen tutkimuksen tavoitteet sekä tutkijan rooli toteutuksessa, joten toimintatutkimus oli sopiva valinta tutkimusmenetelmäksi. Kaiken kaikkiaan työ voidaan todeta käytettyjen menetelmienkin perusteella olevan sekä reliabeli, että validi.

5.3 Kehitysideat

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää tuotantolinjojen käytettävyyttä, ja linjoja olisi työssä tarkasteltu kunnossapidosta johtuvan toiminnallisen käytettävyyden näkökulmasta. Yrityksellä on käytössään käynninseurantaohjelma, josta pystytään tarkastella linjakohtaisesti pysähdysten syitä. Ohjelma merkitsee tietyn ajan ylittävät tuotantokatkokset pysähdyksiksi, jolloin operaattorin täytyy merkata pysähdyksen syy. Työn edetessä kuitenkin selvisi, että katkokset oli linjasta riippumatta merkattu pääsääntöisesti ”syytä ei annettu” -statuksella. Näin ollen käynninseurantaohjelmasta selviää käytännössä vain kokonaiskäytettävyys, eli linjan käyntiajan suhde seisokkiaikoihin. Jotta tiedonkeruun perusteella voitaisiin huomioida ongelmakohtat, ja myöskin puuttua niihin, se vaatisi operaattoreilta hieman paneutumista ohjelman käyttämiseen. Ohjelma tarjoaa toimintaan valmiit raamit, joten kehitystyö itsessään ei vaatisi suuria investointeja. Käynninseurantaohjelman kaltaisesta myös toiminnanohjausjärjestelmään kirjattavien vikailmoitusten kohdistamisessa olisi kehittämisen varaa. Mikäli vikailmoitukset kohdistettaisiin kyseessä olevalle toimintopaikalle, vikaistorian tarkastelu helpottuisi huomattavasti, sillä ilmoituksia pystyttäisiin tarkastelemaan

luotettavasti toimintopaikka kerrallaan. Opinnäytetyön aikana pahimmillaan ilmoitukset oli kirjattu jopa edellisen linjaston päälle, joten vikahistorian läpikäymiseen meni paljon aikaa. Oikean kirjaustavan myötä vikahistoriaa voitaisiin tarkastella pienellä vaivalla erottaakseen linjakohtaiset ongelmakohdat, jolloin myöskin kehitysideoita voitaisiin kohdistaa perustellusti.

Opinnäytetyön aikana myöskin huomattiin, että kunnossapitohenkilöstön vähäistä huoltoaikaa söi osaltaan kuivaajien käyttö-, ja kääntöpäiden siivoustoimet. Koska kyseisten linjojen ennakkohuoltoihin menevä aika on muutenkin hyvin niukka, siivoukset tulisi olla tehtynä huoltoja aloittaessa. Linjojen siivouksen hoitaa tällä hetkellä ulkopuolinen toimija, joten asia saattaisi olla ratkaistavissa siivouskohteiden järjestyksen uudelleenmäärittämisellä. Huolellinen siivoaminen kuivaajilla on ensisijaisen tärkeää myös kunnossapidon näkökulmasta. Sillä pystytään ehkäisemään hyvin suuri osa kuivaajien vioista, sillä moni vikaantumisen juontaa juurensa kuljettimien väliin menevästä viilumoskasta.

5.4 Johtopäätökset

Opinnäytetyö tarjoaa toimeksiantajalle hyvän ja kustannustehokkaan toimintamallin, mikäli muidenkin linjastojen ennakkohuoltoja halutaan optimoida. Työn tuloksena on myös uudistettu ennakkohuoltojen esittämistapa, jolloin ennakkohuoltotyötilauksen alle saadaan kerättyä kaikki kohteille suoritettavat huoltotoimenpiteet. Opinnäytetyön kaltaisella prosessilla muidenkin linjojen toiminnoista ja ongelmakohtista saataisiin varmasti lisää tietoa, ja sitä kautta kehitysideoita käyttövarmuuden parantamiseksi.

Ennakkohuoltojen optimointien vaikutuksia linjojen käytettävyyksiin on vaikea arvioida lyhyen aikavälin perusteella. Optimointien varsinaiset hyödyt käytettävyyden osalta on kuitenkin mahdollista nähdä yhtiön sisäisistä raporteista sopivan ajan kuluttua vertaamalla niitä nykyiseen tilanteeseen.

Lähteet

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. 15. – 16. p. Helsinki: Tammi.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP Media Oy.

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T & Åström, T. 2011. Kunnossapito. 4. painoksen lisäpainos. Helsinki: KP-Media Oy.

Kainu, V-M. 2017. Kunnossapidon työnjohtaja. UPM Jyväskylän vaneritehdas Oy. Haastattelu 30.3.2017

Kananen, J. 2008. Kvali. Kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Kananen, J. 2009. Toimintatutkimus yritysten kehittämisessä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kettunen, J. & Simons, M. 2001. Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto pk – yrityksessä. Teknologialähtöisestä ajattelusta kohti tiedon ja osaamisen hallintaa. Espoo: VTT julkaisuja 854.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/julkaisut/2001/J854.pdf>

Kullaa, M. 2017. Resurssimestari. UPM Jyväskylän vaneritehdas Oy. Haastattelu 22.3.2017

Kunnossapidon käsitteet ja määritteet. N.d. Artikkelit opetushallituksen oppimateriaaleissa. Viitattu 22.3.2017

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelmat.html

Moubray, J. 1997. Reliability-centered Maintenance, RCM II. Woburn MA: Butterworth-Heinemann

Novotek. 2016. Opi lisää OEE:stä/KNL:stä. Tietopaketti Novotekin verkkosivuilla. Viitattu 22.2.2017. <https://www.novotek.com/fi/ratkaisut/tehokkuudenseuranta-oee-knl/oee-mista-on-kyse>

Plywood production process. N.d. Vaneriprosessin esittely UPM Plywoodin internetsivuilla. Viitattu 30.3.2017. <http://www.wisaplywood.com/Products/about-plywood/Pages/default.aspx>

Production units. N.d. Tehtaiden esittelyt UPM Plywoodin internetsivuilla. Viitattu 30.3.2017. <http://www.wisaplywood.com/Contacts/production-units/Pages/default.aspx>

PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys. Viitattu 23.2.2017. <https://janet.finna.fi/>, PSK Standardit

SAP History. N.d. Artikkele SAP SE:n verkkosivuilla. Viitattu 29.3.2017. <https://www.sap.com/corporate/en/company/history.html>

SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2.p. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Viitattu 23.2.2017. <https://janet.finna.fi/>, SFS online.

Smith, A. & Hinchcliffe, G. 2004. RCM - Gateway to world class maintenance. Amsterdam: Butterworth-Heinemann.

UPM-Kymmene Oyj (UPM). 2017. Artikkele Kauppalehden verkkosivuilla. Viitattu 30.3.2017. <http://www.kauppalehti.fi/5/i/porssi/porssikurssit/osake/?klid=1135>

Liitteet

Liite 1. Sorvauslinjojen ennakkohuolto-ohjelma nykytilassaan

Linja:	Sorvauslinjat 2 & 3					
Osajärjestelmä:	Kuljettimet keskittäjälle					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Pöllin pukkarit	Kunnon tarkastus	3 vk	Ei			
Pöllin keskityssylinterit	Kunnon tarkastus	3 vk	Ei			
Siirtoketjut	Kunnon & öljynsaannin tarkastus	3 vk	Ei			
PI-järjestelmän veden-erotin	Tyhjennys	3 vk	Ei			
Annostelukuljettimen laakerointi	Rasvaus	6 vk	Ei	Vaseliini		
Osajärjestelmä:	Keskittäjä					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Jakotukit	Rasvaus	3 vk	Ei	Vaseliini		
Mittakaran sylinterit	Kiinnityksien rasvaus & kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä	Vaseliini		
Siirtovarsien sylinterit	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Siirtovarret	Piikkien & varsien kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Osajärjestelmä:	Sorvi					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Paininullat	Rasvaus	3 vk	Kyllä	Vaseliini	Operaattorin tulisi suorittaa teräsvaihdon yhteydessä	
Jakotukit	Rasvaus	3 vk	Ei	Vaseliini		
Karan sylinterin välitanko	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Karat	Välymittaukset	6 vk	Kyllä		Oma tilauksensa	
Hydraulikoneikot	Öljymäärän tarkastus	3 vk	Ei	Hydrauliöljy 46	Lisätään tarvittaessa	
Katkaisuläppä	Sylinterien korjaukset	1v	Kyllä		Kesäseisokissa	
Osajärjestelmä:	Tray-kuljettimet					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Traykuljettimien telat	Laakereiden tarkastus & rasvaus	3 vk	Kyllä	Vaseliini		
Traykuljettimien hihnat	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Traykuljettimien paineilma-eristimet	Sylinterien toiminnan tarkastus	3 vk	Kyllä			

Liite 2. Kuivauslinjojen ennakkohuolto-ohjelma nykytilassaan

Linja:	Kuivauslinjat 2 & 3					
Osajärjestelmä:	Kuljettimet					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Kaarikuljettimen telat	Laakereiden rasvaus & hihnapyörien tarkastus	3 kk	Kyllä/Ei	Vaseliini	Jakotukista rasvattavat rasvataan koneen pyöriessä	
Kaarikuljettimen hihnat	Kunnon tarkastus	3 kk	Kyllä			
Osajärjestelmä:	Paineilmajärjestelmä					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Sumuvoitelulaite	Säiliön täyttö	1 vk	Ei	Neste ilmatyö	Linjat 2 & 3	
Vedenerotin	Tyhjennys	1 vk	Ei		Linjat 2 & 3	
Osajärjestelmä:	Kuivain					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Käyttö/kääntöpään telat	Laakereiden tarkastus & rasvaus	3 vk	Kyllä/Ei	Kuumankestävä vaseliini	Jakotukista rasvattavat rasvataan koneen pyöriessä	
Paineilmakirstimet	Sylinterien toiminnan tarkastus	3 vk	Kyllä			
Ohjaussylinterit	Sylinterien toiminnan tarkastus	3 vk	Kyllä			
Paineilmaventtiilit	Venttiilien toiminnan tarkastus	3 vk	Kyllä			
Ohjausharjat	Kunnon tarkastus	3 vk	Ei			
Reunarahjat	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Aputelasto	Muovilaakereiden, telojen & ketjupyörien tarkastus	3 vk	Kyllä		Vaihdot kesän huoltoseisokissa	
Verkot	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä		Lyhennetään/korjataan tarvittaessa	
Ovet	Saranoiden öljyäminen	6 kk	Kyllä	Öljyseos		
Jäähdytyskuljetin	Rasvaus & kunnon tark.	1v	Kyllä		Kesän huoltoseisokissa	
Messinkiharjat	Vaihtaminen	1 v	Kyllä		Kesän huoltoseisokissa	
Käyttömootorit	Vaihdelaatikkoöljyn määrän tarkastus	1 v	Kyllä		Talven huoltoseisokissa	
Käyttömootorit	Vaihdelaatikkoöljyn vaihto	1 v	Kyllä	Neste vaihteisto 150 EP	Kesän huoltoseisokissa	

Osajärjestelmä: Puhaltimet						
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Kiertoilmapuhaltimet	Rasvaus & hihnojen tarkastus	1 kk	Ei	Kuumankestävä vaseliini		
Kärynpoistopuhaltimet	Rasvaus & hihnojen tarkastus	1 kk	Ei	Kuumankestävä vaseliini		
Poistoilmapuhaltimet	Rasvaus & hihnojen tarkastus	3 kk	Ei	Vaseliini		
Poistoilman säätöpellit	Kunnon tarkastus	3 kk	Ei		Rasvaus kesän huoltoseisokissa	
Jäähdytyspuhaltimet	Rasvaus	6 kk	Ei	Kuumankestävä vaseliini		
Kärynpoistopuhaltimet	Puhdistus	1 v	Kyllä		Kesän huoltoseisokissa	

Liite 3. Leikkaus- ja lajittelulinjojen ennakkohuolto-ohjelma nykytilassaan

Linja:	Leikkaus- ja lajittelulinjat 2 & 3					
Osajärjestelmä:	Leikkuri					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Syöttökuljetin	Ketjujen, rattaiden & hihnojen tarkastus	3 vk	Kyllä			
Telat	Laakereiden tarkastus & rasvaus	6 vk	Kyllä	Vaseliini		
Puhallussuuttimet	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Jättökuljetin	Ketjujen, rattaiden & hihnojen tarkastus	3 vk	Kyllä			
Roskaläppä	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Rähjämatot	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Sivusiirtokuljetin	Telojen & hihnojen tarkastus	3 vk	Kyllä			
Osajärjestelmä:	Lajittelija					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Kuljetin	Hihnojen & hihnapyörien tarkastus	3 vk	Kyllä			
Pinkkaajan sukset	Kumien & kiinnitysten tarkastus	3 vk	Kyllä			
Pinkkaajan sylinterit	Välyksien tarkastus & paineilmapuotojen etsintä	3 vk	Kyllä			
Hissi	Rasvaus	6 kk	Kyllä	Vaseliini		
Traverssi	Pyörien, ketjujen & turvapakureiden tarkastus	3 vk	Kyllä			
Kaarikuljetin	Pyörien, ketjujen & hihnojen tarkastus	3 vk	Kyllä			
PI-järjestelmän sumuvoitelu	Täyttö	1vk	Kyllä	Neste ilmatyö		

Liite 4. Sorvauslinjojen uudistettu ennakkohuolto-ohjelma

Linja:	Sorvauslinjat 2 & 3					
3 viikon välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä:	Kuljettimet keskittäjälle					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Pöllin pukkarit	Kunnon tarkastus	3 vk	Ei			
Pöllin keskityssylinterit	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Siirtoketjut	Kunnon & öljynsaannin tarkastus	3 vk	Ei			
PI-järjestelmän veden-erotin	Tyhjennys	3 vk	Ei			
Osajärjestelmä:	Keskittäjä					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Jakotukit	Rasvaus	3 vk	Ei	Vaseliini		
Nostohaarukka	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Mittakaran sylinterit	Kiinnityksien rasvaus & kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä	Vaseliini		
Siirtovarsien sylinterit	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Siirtovarret	Piikkien & varsien kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Osajärjestelmä:	Sorvi					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Tukilaite	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Purilaspukkarit	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Paininrullat	Rasvaus & kiinnitysten tarkastus	3 vk	Kyllä	Vaseliini		
Jakotukit	Rasvaus	3 vk	Ei	Vaseliini		
Karan sylinterin välitanko	Kunnon & kireyden tarkastus	3 vk	Kyllä			
Hydraulikoneikot	Öljymäärän tarkastus	3 vk	Ei	Hydrauliöljy 46	Lisätään tarvittaessa	
Viilun katkaisulaite	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Viilun jakolaite	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Osajärjestelmä:	Tray-kuljettimet					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Tray-kuljetin	Laakereiden & hihnojen tarkastus	3 vk	Kyllä			
Paineilmakiristimet	Sylinterien toiminnan tarkastus	3 vk	Kyllä			

6 viikon välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä:		Sorvi				
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Karat	Vällymittaukset	6 vk	Kyllä			
Osajärjestelmä:		Tray-kuljettimet				
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Tray-kuljettimet	Laakereiden rasvaus	6 vk	Kyllä	Vaseliini		
3 kk välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä:		Kuljettimet keskittäjälle				
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Välivarastokuljetin	Laakereiden rasvaus	3 kk	Ei	Vaseliini		
Annostelukuljetin	Laakereiden rasvaus	3 kk	Ei	Vaseliini		
Osajärjestelmä:		Sorvi				
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Viilun katkaisulaite	Laakereiden rasvaus	3 kk	Kyllä	Vaseliini		
Viilun jakolaite	Laakereiden rasvaus	3 kk	Kyllä	Vaseliini		
Kesän huoltoseisokkityöt:						
Osajärjestelmä:		Sorvi				
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Katkaisuläppä	Sylinterien korjaukset	1v	Kyllä			

Liite 5. Kuivauslinjojen uudistettu ennakkohuolto-ohjelma

Linja:	Kuivauslinjat 2 & 3					
3 viikon välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä:	Kuljettimet					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdysten?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Kaarikuljettimen hihnat	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Osajärjestelmä:	Paineilmajärjestelmä					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdysten?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Sumuvoitelulaite	Säiliön täyttö	1-2 vk	Ei	Neste ilmatyö	Linjat 2 & 3	
Vedenerotin	Tyhjennys	1-2 vk	Ei		Linjat 2 & 3	
Osajärjestelmä:	Kuivain					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdysten?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Käyttö/kääntöpään telat	Laakereiden tarkastus & rasvaus	3 vk	Kyllä/Ei	Kuumankestävä vaseliini	Jakotukista rasvattavat rasvataan koneen pyöriessä	
Paineilmakiristimet	Sylinterien toiminnan tarkastus	3 vk	Kyllä			
Ohjaussylinterit	Sylinterien toiminnan tarkastus	3 vk	Kyllä			
Paineilmaventtiilit	Venttiilien toiminnan tarkastus	3 vk	Kyllä			
Ohjausharjat	Kunnon tarkastus	3 vk	Ei			
Reunarat	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Aputelasto	Muovilaakereiden, telojen & ketjupyörien tarkastus	3 vk	Kyllä			
Verkot	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä		Lyhennetään/korjataan tarvittaessa	
Jäähdytyskuljetin	Hihnojen & hihnapyörien tarkastus	3 vk	Kyllä			
1 kk välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä:	Puhaltimet					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdysten?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Kiertoilmapuhaltimet	Rasvaus & hihnojen tarkastus	1 kk	Ei	Kuumankestävä vaseliini		
Kärynpoistopuhaltimet	Rasvaus & hihnojen tarkastus	1 kk	Ei	Kuumankestävä vaseliini		

6 viikon välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä: Kuljettimet						
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Kaarikuljettimen telat	Laakereiden rasvaus & hihnapyörien tarkastus	6 vk	Kyllä/Ei	Vaseliini	Jakotukista rasvattavat rasvataan koneen pyöriessä	
3 kk välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä: Puhaltimet						
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Poistoilmapuhaltimet	Rasvaus & hihnojen tarkastus	3 kk	Ei	Vaseliini		
Poistoilman säätöpellit	Kunnon tarkastus	3 kk	Ei			
Jäähdytyspuhaltimet	Rasvaus	3 kk	Ei	Kuumankestävä vaseliini		
6 kk välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä: Kuivain						
Ovet	Saranoiden öljyäminen	6 kk	Kyllä	Öljyseos		
Kesän huoltoseisokkityöt:						
Osajärjestelmä: Kuivain						
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Aputelasto	Muovilaakereiden, telojen & ketjupyörien vaihtotyöt	1 v	Kyllä			
Jäähdytyskuljetin	Rasvaus & kunnon tarkastus	1v	Kyllä			
Messinkiharjat	Vaihtaminen	1 v	Kyllä			
Käyttömoottorit	Vaihdelaatikkoöljyn vaihto	1 v	Kyllä	Kendall Super Three Star		
Osajärjestelmä: Puhaltimet						
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Poistoilman säätöpellit	Rasvaus	1 v	Kyllä			
Kärnpoistopuhaltimet	Puhdistus	1 v	Kyllä			
Talven huoltoseisokkityöt:						
Osajärjestelmä: Kuivain						
Käyttömoottorit	Vaihdelaatikkoöljyn määrän tarkastus	1 v	Kyllä	Kendall Super Three Star	Lisätään tarvittaessa	

Liite 6. Leikkaus- ja lajittelulinjojen uudistettu ennakkohuolto-ohjelma

Linja:	Leikkaus- ja lajittelulinjat 2 & 3					
3 viikon välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä:	Leikkuri					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Syöttökuljetin	Ketjujen, rattaiden, hihnojen ja laakeroinnin tarkastus	3 vk	Kyllä			
Puhallussuuttimet	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Jättökuljetin	Ketjujen, rattaiden, hihnojen ja laakeroinnin tarkastus	3 vk	Kyllä			
Roskaläppä	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Rähjämatot	Kunnon tarkastus	3 vk	Kyllä			
Sivusiirtokuljetin	Telojen & hihnojen tarkastus	3 vk	Kyllä			
Osajärjestelmä:	Lajittelija					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Hydraulikoneikko	puhdistus & öljymäärän tarkastus	3 vk	Kyllä	Hydrauliöljy 46	Lisätään tarvittaessa	
Pinkkaajan imukuljetin	Hihnojen, hihnapyörien ja laakeroinnin tarkastus	3 vk	Kyllä			
Pinkkaajan sukset	Kumien & kiinnitysten tarkastus	3 vk	Kyllä			
Pinkkaajan sylinterit	Välkyksien tarkastus & paineilmapuotojen etsintä	3 vk	Kyllä			
Traverssi	Pyörien, ketjujen & turvapuskureiden tarkastus	3 vk	Kyllä			
Välikuljetin	Hihnojen, hihnapyörien ja laakeroinnin tarkastus	3 vk	Kyllä			
Kaarikuljetin	Pyörien, ketjujen, hihnojen ja laakeroinnin tarkastus	3 vk	Kyllä			
PI-järjestelmän sumuvoitelu	Täyttö	1vk	Kyllä	Neste ilmatyö		

6 viikon välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä:		Leikkuri				
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdysten?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Telat	Laakereiden tarkastus & rasvaus	6 vk	Kyllä	Vaseliini		
3 kk välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä:		Leikkuri				
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdysten?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Syöttökuljetin	Laakereiden rasvaus	3 kk	Kyllä	Vaseliini		
Jättökuljetin	Laakereiden rasvaus	3 kk	Kyllä	Vaseliini		
Rähjämatot	Laakereiden rasvaus	3 kk	Kyllä	Vaseliini		
Osajärjestelmä:		Lajittelija				
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdysten?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Pinkkaajan imukuljetin	Laakereiden rasvaus	3 kk	Kyllä	Vaseliini		
Välikuljetin	Laakereiden rasvaus	3 kk	Kyllä	Vaseliini		
Kaarikuljetin	Laakereiden rasvaus	3 kk	Kyllä	Vaseliini		
6 kk välein suoritettavat:						
Osajärjestelmä:		Lajittelija				
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdysten?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok
Hissi	Rasvaus	6 kk	Kyllä	Vaseliini		

Liite 7. Päivittäisten toimenpiteiden uudistettu ennakkohuolto-ohjelma

Linja:		Sorvaus- ja kuivauslinjat yhteiset					
Komponentti	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Vaatiiko operaatio pysähdyksen?	Varaosat	Huomioitavaa	Ok	
Suodatussäiliö	Suodattimien vaihto	1 pv	Ei	Suodatin, öljy 5w-40	Öljyn lisäys tarvittaessa, suodattimien pesu viikottain		
Voiteluöljyn annostelija	Toiminnan tarkastus	1 pv	Ei				
Pinteli	Öljynsaannin tarkistus	1 pv	Ei				
Telakuivaajan käyttöketju	Ketjun voitelu	1 pv	Ei	Öljy Kendall 100			