



Prosessinhoitajien valvontakierrosten kehittäminen

Sanna Vasarainen

Opinnäytetyö, AMK

Tammikuu 2022

Tekniikan ala

Insinööri (AMK) Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Vasarainen, Sanna

Prosessinhoitajien valvontakierroksen kehittäminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Joulukuu 2021, 52 sivua

Tekniikan ala. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusala. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Yara Suomi Oy:n Siilinjärven toimipaikan rikastamo. Rikastamo rikastaa fosfaattimalmista apatiittia lannoitteiden ja rehufosfaattien valmistuksen raaka-aineeksi. Rikastamon tavoitteena on lisätä kunnossapidon tehokkuutta ja suunnitelmallisuutta käynnissäpidon avulla. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää prosessinhoitajien valvontakierrosta selkiyttämällä kierroksien sisältöä, parantamalla niiden laatua ja dokumentointia. Valvontakierrokset luotiin malmin murskausosastoille ja malmin laadun tasausvarastolle.

Opinnäytetyö suoritettiin toimintatutkimuksena. Lähtötilanteen selvittäminen suoritettiin sähköisellä kyselyllä, jonka vastaukset koostettiin ja niitä tarkasteltiin prosessinhoitajien kanssa keskustellen. Muuna aineistona käytettiin vikailmoitushistoriaa ja käytössä ollutta valvontakierrosmallia. Näiden aineistojen perusteella suoritettiin ECM-analyysi, joka soveltuu käytössä olevien ennakkohuoltotoimien tarkasteluun hyvin. Analyysin tuloksia tarkasteltiin yhdessä kunnossapito- ja tuotannonasiantuntijoiden kanssa. Analyysin perusteella luotiin valvontakierrosmalli hyödyntäen Forms-lomaketta.

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin. Opinnäytetyön tuloksena syntyi kahdeksan prosessinhoitajien valvontakierrosta, jotka dokumentoidaan sähköisellä Forms-lomakkeella. Prosessinhoitajien valvontakierrosmallia voidaan jatkossa hyödyntää rikastamolla myös muissa osaprosesseissa ja Siilinjärven toimipaikan muilla tehtailla.

Avainsanat (asiasanat)

Kunnossapito, käynnissäpito, käyttäjäkunnossapito, toimintatutkimus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Vasarainen, Sanna

Development of process controllers' routes

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2021, 52 pages

Engineering and technology. Degree Programme in Mechanical Technology. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The Bachelor's thesis was commissioned by Yara Suomi Oy's Siilinjärvi sites concentrating plant. Concentrating plants goal is to increase efficiency and systematic planning of maintenance by using methods of keeping in operation. The aim of the Bachelor's thesis was to develop the process operators' routes by clarifying content of routes and by improving the quality and documentation of routes. Routes were created for the ores crushing plant and the homogenizing storage area.

The Bachelor's thesis is action research. Source information was collected by using an electronic survey. Compiled responses were reviewed with process operators. Also, notification history and the former route model was used as source of information. Based on notification data and the former route model, the ECM-analysis was made. ECM-analysis is suitable for investigating preventive maintenance tasks. Based on the analysis, the new routes model was created.

The goals of the thesis were reached. As result of the thesis, eight control round were created. The Forms will be used for documentation of control rounds. The route model can be used in other sub-processes at concentrating plant and other plants at Siilinjärvi site.

Keywords/tags (subjects)

Maintenance, keeping in operation, operator driven reliability, action research

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Johdanto	3
1.1	Tausta ja tavoitteet	3
1.2	Yara Suomi Oy	4
2	Tutkimusasetelma	5
2.1	Tutkimusmenetelmät	5
2.2	Tutkimuksen eettisyys	7
3	Kunnossapito	8
3.1	Kunnossapidon tehtävä ja määritelmä	8
3.2	Kunnossapitolajit	9
3.3	Käyttäjäkunnossapito	11
4	Tuottava kunnossapito (TPM)	13
4.1	TPM:n perusajatus	13
4.2	TPM:n peruspilarit	15
4.3	Itseohjautuva kunnossapito eli autonomous maintenance	16
5	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM)	16
6	Turvallisuus	18
6.1	Lait ja asetukset	18
6.2	Turvallisuuskulttuuri	18
6.3	Riskien hallinta	20
7	Tutkimuksen toteutus	22
7.1	Nykytilan kartoitus	22
7.2	Sähköinen kysely	24
7.3	Valvontakierrosten suunnittelu	25
7.4	Valvontakierrosten dokumentoinnin suunnittelu	26
7.5	Riskien arviointi	28
7.6	Valvontakierrosten käytäntöön soveltaminen	28
8	Tulokset	29
9	Pohdinta ja johtopäätökset	38
9.1	Tulosten tarkastelu	38
9.2	Tutkimuksen luotettavuus	39
9.3	Jatkotoimenpiteet	40

Lähteet	41
Liitteet	44
Liite 1. Lähtötilanteen kartoittamisen vastauslomake.....	44
Liite 2. ECM-analyysi	45
Liite 3. Riskiarvio.....	50

Kuviot

Kuvio 1 Kysymyksiä ongelman hahmottamisen avuksi	6
Kuvio 2 Kunnossapitolajit.....	10
Kuvio 3 Käyttäjäkunnossapidon jakaantuminen.....	12
Kuvio 4 Tuotannon kokonaistehokkuus.....	14
Kuvio 5 TPM-talon pilarit	15
Kuvio 6 Bradleyn käyrä.....	19
Kuvio 7 Riskien arvioinnin toteus.....	21
Kuvio 8 Riskimatriisi	22
Kuvio 9 Hihnakuuljettimien suojauksia.....	29
Kuvio 10 Hihnakuuljettimien tarkastuskohteet	30
Kuvio 11 Vaunusyötin ilman suppiloa	31
Kuvio 12 Vaunusyöttimien tarkastettavat kohteet.....	32
Kuvio 13 Karkeamurskaimen eli karan kita.....	33
Kuvio 14 Hienomurskaamon murskat rivissä.....	33
Kuvio 15 Murskien tarkastettavat kohteet	34
Kuvio 16 Seulan konesuojauksia	35
Kuvio 17 Seulojen tarkastettavat kohteet	36
Kuvio 18 Kasauslaitteen tarkastettavat kohteet.....	36
Kuvio 19 Tasausrasto. Etualalla ketjupurkauslaite, takana kasauslaite	37
Kuvio 20 Purkauslaitteen tarkastettavat kohteet	38

Taulukot

Taulukko 1 ECM-analyysi	17
Taulukko 2 Käytössä ollut valvontakierrosten kuittauslista	23

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tavoitteet

Kunnossapidolla on merkittävä vaikutus Suomen kansantalouteen, koska kunnossapitoa tarvitaan jokaisella yhteiskunnan osa-alueella. Taloudellista vaikuttavuutta mitataan tuotannollisissa yrityksissä eri tavalla kuin laitevalmistukseen keskittyvissä yrityksissä. Tämä johtuu siitä, että tuotannollisissa yrityksissä taloudellista merkitystä katsotaan tuotannon menetyksien ja kustannusten välillä. Laitevalmistajille kunnossapito on liiketoimintaa, jolloin vaikuttavuutta seurataan liiketalouden mittareilla esim. liikevaihdon avulla. (Mikkonen 2009, 37.) Järviö (2007, 11) kuvaa kunnossapidon kustannuksia osuvasti lääketieteen näkökulmasta, joka on myös eräänlaista kunnossapitoa. Terveystenhoito on yhteiskunnalle halvempaa kuin jo puhjenneen sairauden hoitaminen. Potilaan näkökulmasta ennaltaehkäisy on usein myös miellyttävämpää kuin sairauden hoito. (Järviö 2007, 11.) Saarinen (2021, 13) painottaakin, että laitteiden kunnossapidosta on pidettävä hyvää huolta, koska sillä on merkitystä sekä yrityksen että koko teollisuuden kilpailukyvyille.

Perinteisesti kunnossapitäjät pitävät koneista ja laitteista huolta, tuotannon työntekijät tekevät tuotantoa. Käynnissäpidossa perinteistä asetelmaa on muokattu, tuotannon työntekijät ottavatkin enemmän vastuuta koneista ja laitteista ja kunnossapitäjät keskittyvät enemmän asiantuntijuutta vaativiin kunnossapitotehtäviin. Tavoitteena on havaita vikaantumiset mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja pitää koneista ja laitteista huolta. Toiminnan tehostuessa vaikutus kunnossapidosta syntyviin kustannuksiin on positiivinen. (Järviö 2007, 20–24.) Käynnissäpidon perusajatuksen Järviö (2007, 24) kiteyttääkin osuvasti: ”käyttöhenkilöstön tärkein tehtävä on käyttää koneita, mutta tähän sisältyy myös sellaisia toimia, jotka aikaisemmin on tehnyt kunnossapitaja”.

Yara Suomi Oy:n Siilinjärven rikastamon tavoitteena on lisätä kunnossapidon tehokkuutta ja suunnitelmallisuutta käynnissäpidon avulla. Koneiden ja laitteiden käynninaikaisella valvonnalla voidaan vaikuttaa laitteiden käytettävyyteen. Valvontakierroksilla suoritettava havainnointi on usein aistinvaraista havainnointia, joka perustuu havainnoijan kuulo-, näkö- ja tuntoaistiin. Näillä havainnoilla on suuri merkitys koneen tai laitteen toiminnan muutoksien seurannassa ja reagoimalla oikea-aikaisesti havaittuihin muutoksiin, pystytään korjaavat toimenpiteet suunnittelemaan ja re-

sursoimaan mahdollisimman tarkasti ja mahdollisesti välttämään vikaantumiset kokonaan. Valvontakierroksilla koneen tai laitteen toiminnasta saadaan arvokasta tietoa. Dokumentoimalla näitä tietoja, lisätään koneista ja laitteista jääviä havaintoja muutenkin kuin vikailmoitusten muodossa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selkiyttää prosessinhoitajien tekemiä valvontakierroksia ja parantaa valvontakierrosten laatua, jotta ne palvelisivat paremmin rikastamon kunnossapitoa ja tuotantoa. Tärkeimmät kysymykset, joihin haluttiin vastaus, olivat: millainen on laadukas valvontakierros ja kuinka usein se pitää suorittaa vai vaihtelee tarkastustaajuus kohteittain? Kuinka dokumentointi suoritetaan? Koska rikastamon tavoitteena on lisätä suunnitelmallista kunnossapitoa, tukivat laadukkaat ja dokumentoidut valvontakierrokset yhtenä osa-alueena tätä tavoitetta.

Opinnäytetyössä keskityttiin kehittämään vain prosessinhoitajien suorittamia tehtäviä käynnin aikaisia valvontakierroksia. Kunnanvalvontatiimin ja kunnossapitohenkilöstön suorittamat tarkastuskierrokset eivät siten kuuluneet opinnäytetyössä käsiteltäviin asioihin, jotta opinnäytetyöstä ei olisi tullut liian laaja-alaista. Tämän lisäksi opinnäytetyö rajattiin koskemaan karkea- ja hienomurskausta ja malmin laadun tasaamista tasausvarastolla, koska tällä alueella vikaantumisia tapahtui eniten.

Aiheesta on tehty aikaisemmin opinnäytetöitä, joissa pureudutaan hyvin saman tapaisiin ongelmiin. Salmijärvi (2013) lähestyy opinnäytetyössään Laitosmieskierrosten luominen DuPontin Jämsänkosken tehtaalle aiheutta kunnossapidon työnsuunnittelun näkökulmasta. Metsäranta (2020) käsittelee opinnäytetyössään Savukaasujärjestelmän teknisen rakenteen suunnittelu ja käynnissäpito-operaattorin kierroksen laatiminen aiheutta lyhyesti, opinnäytetyö sijoittuu kuitenkin erityyppiseen tuotantoympäristöön ja käsittelee vain yhden laitteen operaattorikierrosta. Molemmilla opinnäytetöillä on kuitenkin yhtymäkohtia aiheeseen.

1.2 Yara Suomi Oy

Yara International, jonka tytäryhtiö Yara Suomi Oy on, työllistää 60 maassa noin 16 000 henkilöä. Yara Suomi Oy työllistää Suomessa noin 900 henkilöä, joista Siilinjärven toimipaikalla työskentelee n. 400 henkilöä, kumppanit mukaan luettuna noin 700 henkilöä. Tehtaita Siilinjärven lisäksi sijaitsee Uudessakaupungissa ja Kokkolassa, lisäksi Kotkaniemessä Vihdissä sijaitsee tutkimusasema. Yara Suomen pääkonttori sijaitsee Espoossa. (Yara Suomessa ja maailmalla 2021.)

Yara Suomi Oy:n päätuotteita ovat lannoitteet ja teollisuustuotteet. Lannoitteista valmistetaan vuodessa 1,8 miljoonaa tonnia, joista $\frac{3}{4}$ menee vientiin. Vastaavasti teollisuustuotteita valmistetaan vuodessa 160 000 tonnia, joista $\frac{1}{4}$ menee vientiin. Vuonna 2018 viennin arvo oli 490 miljoonaa euroa. (Yara Suomessa ja maailmalla 2021.)

Siilinjärven toimipaikalla sijaitsee kemiantehtaiden lisäksi EU-alueen ainoa fosfaattikaivos, josta louhitaan apatiittimalmia. Kaivosalueella sijaitsee kaksi louhosta ja rikastamo, jossa fosfaatti (apatiittirikaste) erotetaan malmista. Fosfaattia käytetään lannoitteiden ja rehufosfaattien valmistuksessa. Apatiittirikasteen tuotantomäärä on 1 000 000 tonnia vuodessa. Tätä määrää varten malmia louhitaan 11 000 000 tonnia vuodessa kokonaislouhinnan ollessa 20 000 000–30 000 000 tonnia vuodessa. (Yara Suomessa ja maailmalla 2021.)

2 Tutkimusasetelma

2.1 Tutkimusmenetelmät

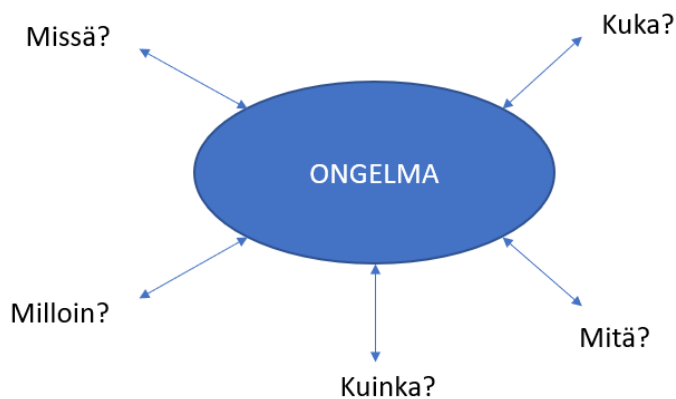
Tutkimuksessa käytettiin kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen menetelmää. Opinnäytetyö tehtiin toimintatutkimuksena, joka on osallistavaa laadullista tutkimusta, jossa yhdessä tekeminen ja oma-aloitteisuus korostuu. Suojasen (2004) mukaan toimintatutkimuksella pyritään vaikuttamaan siihen, miten käytännön toiminnot kehittyvät. Samalla pyritään lisäämään tutkimukseen osallistujien ymmärrystä toiminnoista ja toimintatilanteen kehittymisestä. Toimintatutkimus on hyvä väline työelämän kehittämiseen, jolla etsitään konkreettisia vastauksia työelämässä esiintyviin ongelmiin työntekijöitä osallistavalla otteella. Suojanen (2004) määrittelee toimintatutkijan roolia seuraavasti: ”toimintatutkija onkin kiinnostunut vanhojen tapojen kriittisestä tarkastelusta ja työnsä uudelleen muotoilusta”. Toimintatutkimus etenee sykleissä. Niiden vaiheita ovat Kanasen (2014, 34) mukaan ratkaistavan ”ongelman määrittely, ratkaisun esitys, ratkaisu kokeilu ja arviointi”. Syklejä voi olla useita peräkkäin.

Tutkimusta aloitettaessa ei ongelmaa välttämättä vielä tiedetä, joten sen määrittämiseen on syytä varata aikaa. Tutkimuksen kohteena voi olla esimerkiksi jonkin järjestelmän kehittäminen tai parantaminen, mutta järjestelmän toimimattomuuden syistä ei ole tarkkaa tietoa. Ongelman hahmottamisessa ja määrittämisessä käytetään apuna kysymyssarjoja, jotka esitetään ongelman

kanssa tekemisissä oleville henkilöille. Kysymyksien asetteluun tulee kiinnittää huomioita, jotta ongelman ydin saadaan määritettyä. (Kananen 2014, 38.)

Kuviossa 1 on esitetty kysymyksiä ongelman hahmottamisen ja määrittämisen avuksi. Ongelmaa voidaan lähestyä kysymällä esimerkiksi:

- Missä ongelma ilmenee?
- Kuinka ongelma vaikuttaa jokapäiväiseen työhön?
- Mitä seurauksia ongelmalla on?
- jne.



Kuvio 1 Kysymyksiä ongelman hahmottamisen avuksi (Kananen 2014, 38, muokattu)

Kysymykset voidaan kysyä haastattelemalla henkilöitä tai kyselyn avulla. Toimintatutkimuksessa kysymykset esitetään avoimina kysymyksinä, jolloin kyselyyn vastaajat pääsevät kertomaan paremmin oman näkemyksensä ongelmasta. Kysymyksiin voidaan liittää myös niin fakta- kuin asennekysymyksiä. (Routio 2006, 237.)

Tutkimusta varten aineistoa voidaan kerätä myös muillakin tavoilla kuin kyselyillä ja haastatteluilla. Hyviä aineistolähteitä ovat esimerkiksi yritysten erilaiset tietokannat kuten toiminnanohjausjärjestelmä, josta aineistoa löytyy yleensä kattavasti kvalitatiivista analyysiä varten.

Kun ongelma on määritetty, muutetaan se tutkimuskysymyksi, joilla pyritään löytämään keinot ongelman poistamiseksi. Kysymyksien muotoilu tulisi tehdä huolella ja muuttaa niitä tarvittaessa tutkimuksen edetessä. Tutkimuskysymyksiä käytetään jälleen avoimia kysymyksiä eikä niihin saa liittää vastausta, myös kysymyksen laajuuden tulee olla sopiva. Ongelman määrittäminen ja muuttaminen tutkimuskysymyksi, jotka tähtäävät tutkimussuunnitelman laatimiseen. Suunnitelmalla on vahva linkki tutkimuksen luotettavuuteen ja on siksi tärkeä. (Kananen 2014, 44–47.)

Tutkimussuunnitelman luomisen jälkeen päästään varsinaiseen toimintaan eli toimintavaiheeseen. Tässä vaiheessa havaittuja ongelmia pyritään ratkaisemaan, tämän lisäksi toimintatutkimuksessa haetaan myös uusia ratkaisuja. Toimintatutkimuksen tärkeä piirre on, että suunnitelma elää tutkimuksen aikana ja toimintaa havainnoidaan ja arvioidaan eli reflektoidaan koko ajan. Havainnoinnin pääasiallinen tehtävä on kerätä tietoa analysointia ja arviointia varten. Tulokset on hyvä dokumentoida tarkasti. Toimintatutkimuksessa loppuarviointi tehdään yhdessä tutkimukseen osallistuvan ryhmän kanssa. Usein ratkaisun arviointi on jonkinlainen kompromissi, sillä yhteisymmärrystä voi olla vaikea löytää ryhmäläisten kesken. Toimintatutkimuksesta on hyvä muistaa, että vaikkakin tutkimuksella pyritään toiminnan kehittämiseen, tavoitteena on myös tutkimukseen osallistuvien työntekijöiden kehittyminen (Suojanen 2004; Routio 2006, 239.)

Tutkimuksen haastattelut olivat avoimia haastatteluja eli aiheesta keskusteltiin vapaamuotoisesti. Keskustelujen aikana kirjattiin ylös aiheeseen liittyviä pääkohtia, jotka kirjoitettiin keskustelun jälkeen puhtaaksi tutkimuspäiväkirjaan. Sähköisen kyselyn tuloksista saatiin yhteenveto Excel-taulukon muodossa, josta koostettiin vastaukset kyselyssä esitettyihin kysymyksiin. Kvalitatiivisena menetelmänä käytettiin ECM-analyysia, jolla kunnossapidollista aineistoa analysoitiin.

2.2 Tutkimuksen eettisyys

Opinnäytetyö tehtiin noudattaen Jyväskylän ammattikorkeakoulun eettisiä periaatteita erotta-
malla omat ajatukset selkeästi muiden ajatuksista kirjaamalla viittaukset lähdeluetteloon JAMKin raportointiohjeen mukaisesti. Tutkimusaineistoa kerättiin ja käsiteltiin asianmukaisesti. Aineisto jäi toimeksiantajan käytettäväksi, alkuperäinen kyselyaineisto hävitettiin tutkimuksen päättyttyä. Kyselystä tehty yhteenveto jäi toimeksiantajan käyttöön. Tutkimustulokset ovat muiden käytettä-

vissä. Opinnäytetyöhön liitteisiin ei liitetty salassa pidettäviä dokumentteja. Tutkimuksessa ei kerätty henkilötietoja kyselyiden yhteydessä, tutkimuksen tuloksen kannalta henkilöllisyydellä ei ollut merkitystä.

3 Kunnossapito

3.1 Kunnossapidon tehtävä ja määritelmä

Kunnossapidon tehtävänä on pitää koneet ja laitteet sellaisessa kunnossa, jossa ne täyttävät niille asetut tehtävät ja vaatimukset. Tehtävät ja vaatimustason määrittelee koneiden ja laitteiden käyttäjät. Kunnossapito ei kuitenkaan ole pelkästään vikojen korjaamista, vaan siihen sisältyy erilaisia toimenpiteitä, joilla vikaantuminen pyritään estämään. Yleisesti voidaan kunnossapidon tavoitteena pitää tuotannon kokonaistehokkuutta ja käyttövarmuutta. Näiden tavoitteiden lisäksi ei voida unohtaa kustannustehokkuutta, turvallisuutta ja ympäristöä, kun määritellään kunnossapidon tavoitteita. (Mikkonen 2009, 25–26; PSK 6201:2011, 4.) Tavoitteiden toteutumista seurataan erilaisilla kunnossapidon tunnusluvuilla, esimerkiksi Tolonen (2011, 330–332) mainitsee, että käyntiaste on kaivoksen rikastamolla tärkein kunnossapidon mittari ja sillä on suuri merkitys kaivoksen liikevaihtoon ja tulokseen. Voidaan siis sanoa, että hyvällä kunnossapidon organisoinnilla pidetään huolta yrityksen taloudesta. Tehtävä ei ole helppo, sillä kunnossapidon tasoa määriteltäessä täytyy päättää, minkälainen kunnossapidon taso on hyväksyttävää suhteessa kunnossapidosta aiheutuviin kustannuksiin.

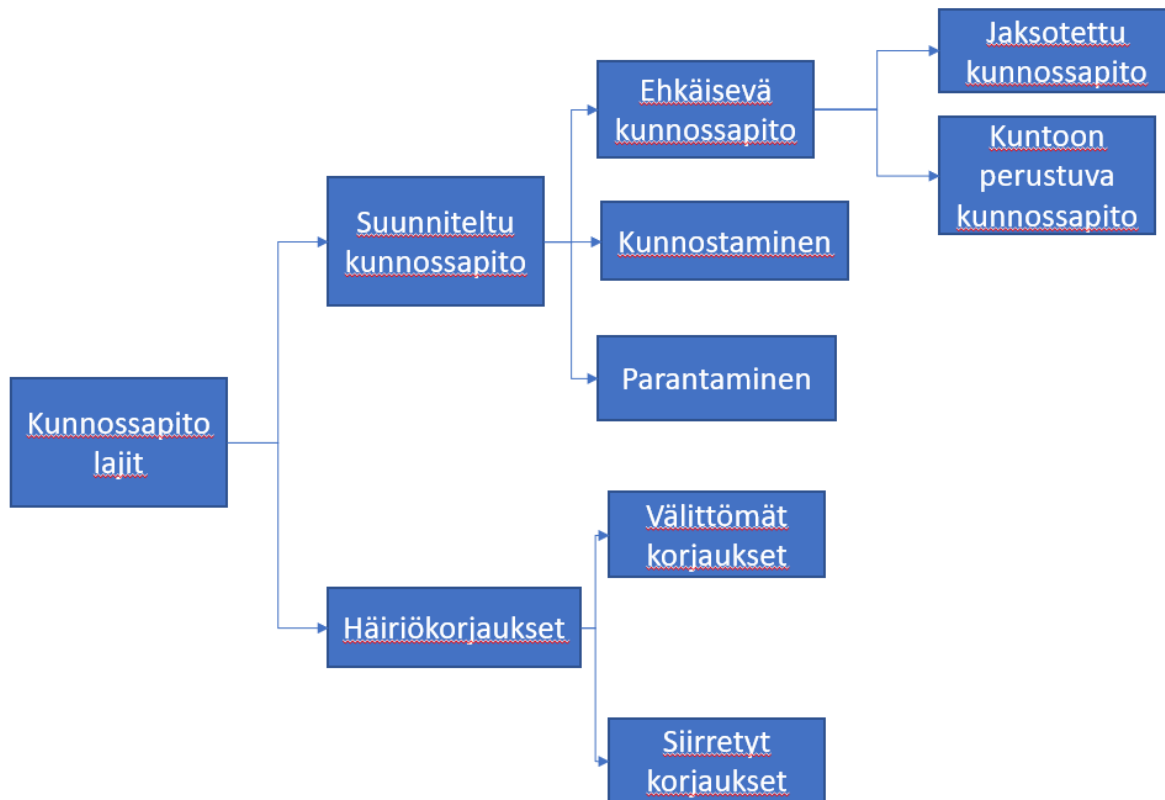
Kunnossapito käsitteenä määritellään kansainvälisessä standardissa (SFS-EN 13306:2017, 5) seuraavalla tavalla: ”Kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon”.

Kansallinen standardi (PSK 6201:2011, 2) esittää kunnossapidon määritelmän 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”.

Kummankin standardin kunnossapidon määritelmät ovat hyvin samantapaiset. Molemmat standardit lähtevät siitä, että kunnossapidon tarkoituksena on kohteen kunnossa pysyminen ja vikaantumisen tapahtuessa kohde pyritään samaan takaisin toimintakuntoon. Tämän lisäksi kunnossapito on muutakin kuin varsinaista kohteen kunnossapitoa, siihen kuuluu siis myös hallinnollisia ja johtamiseen liittyviä näkökulmia ja se koostuu monesta eri osatekijästä.

3.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapito jaetaan edelleen kunnossapitolajeihin. Kunnossapitolajit ovat toimenpiteitä, joilla kohde saadaan pidettyä kunnossa, toimintakyky voidaan todeta tai kohde saatetaan jälleen alkuperäistä vastaavaan toimintakuntoon (PSK 6201:2011, 21). Kuviossa 3 on esitetty kaavion muodossa eri kunnossapitolajit. Kaaviossa kunnossapito jakautuu kahteen eri luokkaan: häiriökorjauksiin ja suunniteltuun kunnossapitoon. Näistä häiriökorjaukset ovat jonkinlaisen usein odottamattoman vikaantumisen seurauksena syntyneitä korjaustarpeita, jotka korjataan joko välittömästi tai muuna ajankohtana esim. suunnitellussa seisokissa. Suunnitellulla kunnossapidolla pyritään vaikuttamaan siihen, että häiriökorjauksia olisi mahdollisimman vähän.



Kuvio 2 Kunnossapitolajit (PSK 6201:2011, 22, muokattu)

Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito määritetään standardissa (PSK 6201:2011, 22) seuraavasti: ”ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen”. Ehkäisevä kunnossapito jaetaan edelleen kahteen eri luokkaan: jaksotettuun kunnossapitoon ja kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Standardissa PSK 7501 (2010, 32) kuntoon perustuva kunnossapito on jaettu vielä kahteen eri osaan: kunnonvalvontaan ja kuntoon perustuvaan suunniteltuun korjaukseen.

Säännöllisyys on ehkäisevän kunnossapidon peruspilari. Sitä tehdään aikatauluihin perustuen tai jatkuvasti. Tarpeen määrittää kohteen käyttäjä. Päämääränä on pienentää vikaantumisen mahdollisuuden todennäköisyyttä tai estää vikaantuminen kokonaan. Ehkäisevää kunnossapitoa voidaan toteuttaa esimerkiksi tarkastamalla, käynninvalvonnalla tai analysoimalla vikaantumistietoja. (Järviö 2017, 50.)

Kunnonvalvonta

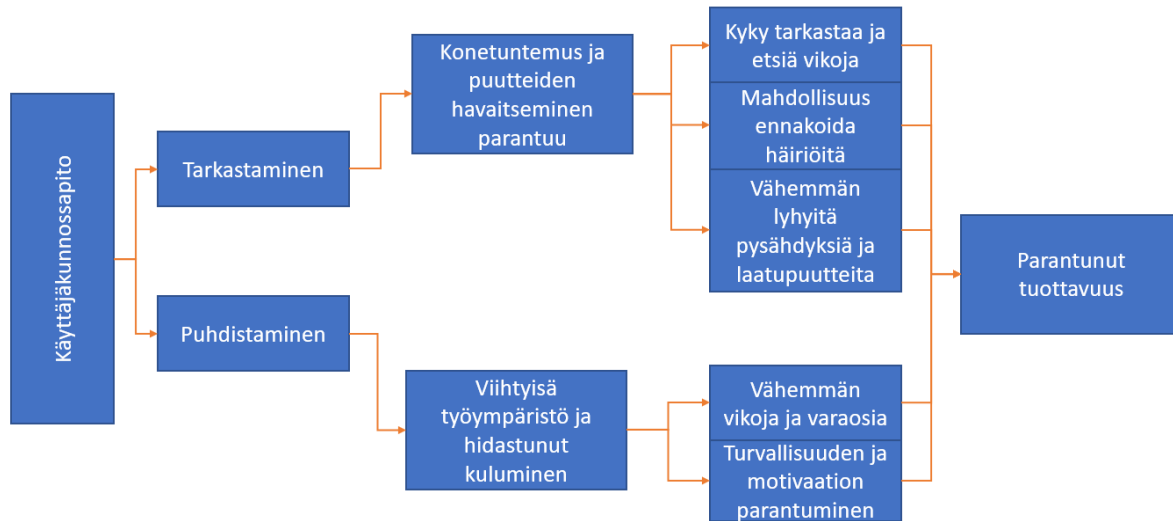
Kunnonvalvonta on kuntoon perustuvan kunnossapidon toimenpide. Sen tarkoituksena on arvioida, mikä on kohteen nykytila ja onko nykytilassa potentiaalia kehittyä vikaantumiseksi. Kunnonvalvontaa suoritetaan aistinvaraisesti ja erilaisien mittalaitteiden avustuksella. Saatua dataa, sekä mittalaitteista että aistinvaraisesta havainnoinnista, käytetään hyväksi kunnossapitotoimien suunnittelussa. (Mikkonen 2009, 97.) Kunnonvalvontaa voidaan suorittaa sekä käynninaikana että seisokeissa. Lisäksi Tolonen (2011, 338) huomauttaa, että kunnonvalvonnassa tehdyt havainnot tulisi kirjata kunnossapitojärjestelmään ja kunnossapitojärjestelmän tulisi myös ohjata kunnonvalvontatoimintaa.

Havainnoivaan kunnonvalvontaan on kehitetty nk. 3K-menetelmä eli Katselen, Kuuntelen ja Kokeilen -menetelmä. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että käyttäjät ja kunnossapitäjät havainnoivat laitteiden kuntoa sekä käynnin että pysäyksissä olon aikana, etsien viitteitä mahdollisesta vikaantumisen alkamisesta. Esimerkiksi käynnin aikana voidaan stroboskoopilla mitata pyörimisnopeuksia, kuunnella ruuvimeisselin avulla ääniä tai mitata pH-paperilla happamuutta. Avainasemassa on kuitenkin laitteiden tuntemus sekä kokemus niiden käyttäytymisestä eri olosuhteissa, jotta eri tavoilla oireilevat viat pystytään tunnistamaan ja diagnosoimaan. Apuna havainnoivassa kunnonvalvonnassa voidaan käyttää erilaisia datan lähteitä ja historiatietoa, esimerkiksi prosessiautomaation mittalaitteista saadaan paljon erilaisia mittaustietoja, joiden avulla voidaan vikaantumisen alkamista tarvittaessa jäljittää. (Heinonkoski 2013, 190–191; Leinonen 2009, 170.) Sekä Heinonkoski (2013) että Leinonen (2009) toteavat, että kunnonvalvontaan liittyy olennaisena osana myös mittaustulosten analysointi. Ilman analysointia kerätystä datasta ei saada täyttä hyötyä irti. Heinonkoski (2013) lisäksi huomauttaa, että datan analysointi vaatii aina kokemusta.

3.3 Käyttäjäkunnossapito

Kappaleessa 3.1 todettiin, että kunnossapidon tehtävänä on pitää koneet ja laitteet toimintakunnossa vaatimuksien täyttämiseksi. Käyttäjäkunnossapidossa (ODR eli operator driven reliability) vastuu koneiden ja laitteiden toiminnasta ja toimintaympäristöstä on suurimmalta osalta koneiden ja laitteiden käyttäjillä. Tällöin kunnossapitohenkilöstö voi keskittyä enemmän asiantuntijuutta vaativiin kunnossapitotehtäviin. Käyttäjäkunnossapito jakautuu karkeasti kahteen osatekijään:

puhdistamiseen ja tarkastamiseen (kuvio 2). Pyrkimyksenä on päästä parempaan tuottavuuteen. (Laine 2010, 221.)



Kuvio 3 Käyttäjäkunnossapidon jakaantuminen (Mikkonen & Komonen 2008, 84, muokattu)

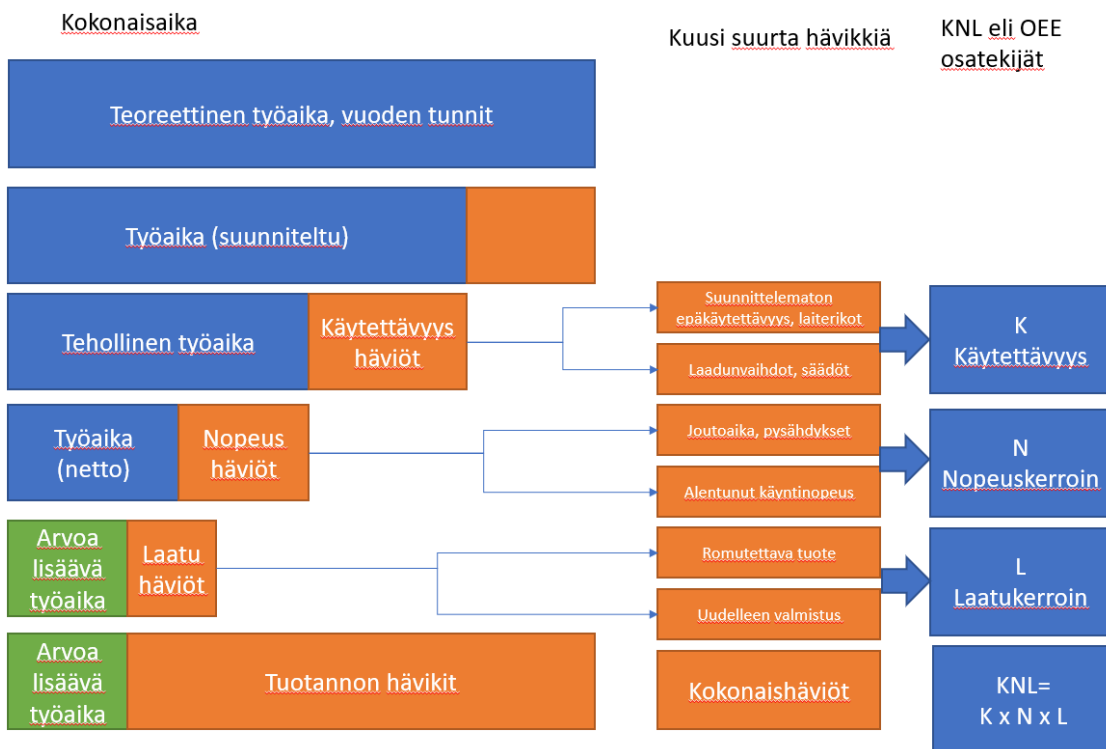
Käyttäjien suorittamat kunnossapitotehtävät voidaan jakaa edelleen päivittäin tai viikoittain suoritettaviin tehtäviin. Tyypillisesti päivittäin suoritettavat tehtävät ovat esimerkiksi puhdistuksia, tarkastuksia ja kunnonvalvontaa, joista raportoidaan vain tarvittaessa, jos ollenkaan. Viikoittain suoritettavat tehtävät voivat olla visuaalisesti suoritettavia tarkastuksia ja huoltoja, jotka raportoidaan kirjallisesti eteenpäin. (Laine 2010, 120.) Gulatin ja muiden (2009, 167) mukaan käyttäjäkunnossapito rohkaisee tuotantoa yhteistyöhön sekä kunnossapidon että muiden osastojen kanssa vikaantumisten vähentämiseksi.

Käyttäjäkunnossapidon yhteydessä puhutaan myös itseohjautuvasta kunnossapidosta, joka on yksi TPM:n peruspilareista. Asiaa käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.2.

4 Tuottava kunnossapito (TPM)

4.1 TPM:n perusajatus

Lyhenne TPM tulee englanninkielisistä sanoista Total Productive Maintenance. TPM:n tärkein tavoite on hukan eli hävikin poistaminen. Perusajatuksena on, että etsitään kunnossapidollisesti eniten huomiota vaativa kohde. Edellisen kohteen tulee olla kunnossapidollisesti toimintakunnossa ennen kuin voidaan siirtyä seuraavaan kohteeseen. Tärkeää on että, yrityksen koko henkilökunta työskentelee yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi tiiminä ja sitoutuu myös kehittämään toimintaa, erityisesti kunnossapitäjät ja tuotantohenkilöstö tekevät yhteistyötä. TPM:n tavoitteena on maksimoida OEE-luku mahdollisimman lähelle 100 %:a. OEE (Overall Equipment Effectiveness) mittaa tuotannon tehokkuutta, se yhdistää yhdeksi luvuksi käytettävyyden, nopeuden ja laadun. (Beecroft, Duffy & Moran 2003, 142.) Laineen (2010, 20) mukaan Suomessa OEE:sta käytetään myös nimitystä KNL ja TPM:stä käytetään nimitystä käynnissäpito. Kuviossa 4 on tarkemmin esitetty, mistä osatekijöistä OEE muodostuu.



Kuvio 4 Tuotannon kokonaistehokkuus (Kortelainen, Komonen, Laitinen, Valkokari & Hanski 2021, 42, muokattu)

Käytettävyyden laskennassa lähdetään siitä, että käytettävissä ovat kaikki vuoden tunnit. Tämä toimii silloin, jos tuotantolaitos toimii kellon ympäri vuoden jokaisena päivänä. Muussa tapauksessa järkevämpää voi olla käyttää sitä aikaa, minkä tuotantolaitos todellisuudessa toimii eli esimerkiksi 8 tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa. Käytettävyyteen voidaan vaikuttaa kunnossapidolla, mukaan lasketaan suunnitellut seisokit ja vikaantumisesta johtuvat laiteviat, säädöt ja laadunvaihdot. (Laine 2010, 21–22.)

Nopeuskertoimen avulla pyritään selvittämään, kuinka paljon tuotantolaitos pystyy tuotantoa tekemään verrattuna maksimituotantoon. Nopeustekijän määrittäminen saattaa usein olla ongelmallista, sillä se voi koostua monesta eri tekijästä eikä sille voida antaa yksittäistä mittauskohdetta. Ratkaisut tulee aina miettiä tuotantolaitoskohtaisesti. (Laine 2010, 22.)

Laatukertoimen avulla selvitetään koko tuotannosta virheellisen osuuden määrä. Laskentaa on syytä tehdä tarpeeksi pitkällä aikavälillä turhan työn välttämiseksi. Sopiva aikaväli riippuu siitä, miten hyvin laatuun vaikuttavat asiat saadaan tietoon asiakkaalta (sisäiseltä tai ulkoiselta). (Laine 2010, 23.)

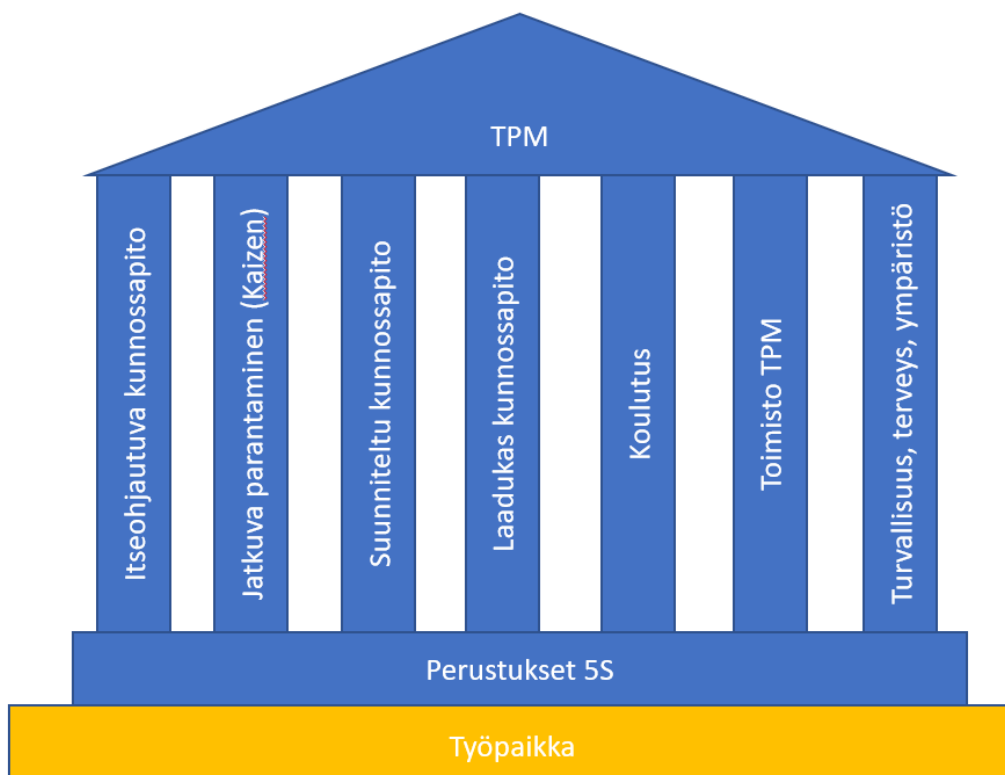
TPM:n eli käynnissäpidon hyötyjä ovat Laineen (2010) ja Beecroft ja muut (2010, 142) mukaan:

1. Työympäristö on turvallinen
2. Työvälineet/laitteet ovat aina tarvittaessa saatavilla
3. Tuotteen parempi laatu
4. Koneet toimivat huipputeholla jatkuvasti ja prosessitehokkuus on optimaalista
5. Kunnossapitokustannukset ovat kilpailukykyiset
6. Huoltoseisokit ovat lyhyitä ja hyvin suunniteltuja
7. Vähemmän suunnittelemattomia seisokkeja
8. Läpimenoaika lyhenee
9. Moniosaava henkilöstö

4.2 TPM:n peruspilarit

Agustiady ja muut (2016) kuvaavat osuvasti TPM:n rakennetta käyttäen vertauskuvana taloa. Jotta talo pysyy pystyssä, täytyy sillä olla vahvat perustukset eikä taloa voida rakentaa vain yhden pilarin varaan. Talo rakentuu näistä kaikista elementeistä. (Agustiady & Cudney 2016, 148.)

TPM-talo rakentuu kahdeksan pilarin varaan, joista siisteys ja järjestys (5S) toimii koko järjestelmän perustana (kuvio 5). Laineen (2010, 81) mukaan ”hyvä siisteys ja järjestys on perusedellytys TPM:n soveltamiselle”. TPM-toiminta aloitetaan 5S-järjestelmän luomisella, joka on syytä tehdä huolellisesti yhteistyössä laitteiden käyttäjien kanssa. 5S-toiminta yhdistetään usein Lean-johtamismalliin. TPM:llä ja Leanilla onkin paljon yhteistä ja Laineen (2010) mukaan Lean-johtamismalli perustuukin TPM:ään. Erona Laine mainitsee, että TPM:ssä keskitytään käynnissäpitoon ja Leanissa ajatusmaailmaa laajennetaan koskemaan organisaation muutakin tekemistä. Molemmat tähtäävät kuitenkin samaan asiaan eli luvun alussa mainittuun hukan poistamiseen. (Laine 2010, 49, 81.)



Kuvio 5 TPM-talon pilarit (Agustiady & Cudney 2016, muokattu)

4.3 Itseohjautuva kunnossapito eli autonomous maintenance

Itseohjautuvassa kunnossapidossa laitteiden käyttäjät suorittavat pieniä kunnossapitotoimia ja pitävät laitteet puhtaina, voideltuina ja turvallisina käyttää. Sen avulla käyttäjät oppivat enemmän tuotantolaitoksen laitteista. Itseohjautuva kunnossapito ohjaa käyttäjiä aktiiviseen yhteistyöhön kunnossapito-organisaation kanssa laitteiden suorituskyvyn ja luotettavuuden parantamisessa ja edesauttaa ongelmien varhaisessa havaitsemisessa. (Agustiady & Cudney 2016, 151.) Laine (2010, 222) huomauttaa, laitteiden käyttäjien tärkeimpiä päivittäisiä tehtäviä on toimintakunnon mittaaminen ja seuraaminen. Pelkkä havainnointi ei kuitenkaan riitä, vaan huomiota pitää kirjata ylös riittävällä tarkkuudella. Agustiady ja muut (2016, 151) lisäävät, että laitteiden käyttäjillä ja kunnossapitäjillä on erilainen rooli laitteiden kunnossapidossa: käyttäjät huolehtivat laitteiden ulkokuoresta ja kunnossapitäjät laitteiden sisäpuolesta, joka yleensä vaatii enemmän asiantuntijuutta ja osaamista.

Gulati ja muut (2009, 171) painottavat käyttäjien kouluttamisen tärkeyttä itseohjautuvaan kunnossapitoon siirryttäessä. Usein kyseessä on iso organisaatiomuutos, jolloin on varmistuttava siitä, että laitteiden käyttäjien osaamisen taso vastaa vaatimuksia. Agustiady ja muut (2016, 157) huomauttavatkin, että koulutuksella luodaan moniosaavaa henkilöstöä, joka pystyy suoriutumaan vaa- dituista tehtävistä itsenäisesti.

5 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM)

RCM:ssä tutkitaan kohteita niiden kriittisyyden valossa ja ensimmäiseksi kohteeksi valitaan koko tuotantoprosessin kriittisin kohde. RCM ei itsessään ole kunnossapitoa, vaan sen avulla valitaan kyseiselle kohteelle sopivin tapa suorittaa kunnossapitoa. (Järviö 2007, 124). Järviön (2007, 125) mukaan Moubray (1997) määrittelee RCM:n kunnossapidon suunnittelun työkaluksi. Moubrayn määritelmä onkin varsin kuvaava. Järviö (2007, 124) huomauttaa myös, että koska RCM pohjautuu kohteiden kunnossapidon tarpeen määrittämiseen ja niihin kohdistuvien kunnossapitotehtävien valintaan ja TPM taas kunnossapidolliseen yhteistyöhön kunnossapidon ja tuotannon kesken, toimintamallien käyttö yhdessä olisi perusteltua. Nyholm (2021) väittää, että RCM:n hyötyinä voidaan nähdä tuloksen parantuminen kolmella osa-alueella: turvallisuuden, tuottavuuden ja käytettävyyden osa-alueilla, näiden lisäksi syntyisi vielä säästöjä.

RCM:n perusajatuksena on, että selvitetään ja tunnistetaan kohteiden vikaantumistavat ja niistä johtuvat seuraukset. Kohteet asetetaan kriittisyysjärjestykseen nimenomaan vikaantumisesta johtuvien seurauksien perusteella. (Järviö 2007, 124). Apuna tässä voidaan Järviön (2007, 133) mukaan käyttää erilaisia analysointitekniikoita, kuten vika- ja vaikutusanalyysia (FMEA), juurisyyanalyysia (RCA). Vaihtoehtoisena analyysitapana voidaan käyttää RCM-analyysijä kevyempää ECM-analyysia.

Kokemusperäinen kunnossapito (ECM)

ECM (Experience-Centered Maintenance) tarkoittaa kokemusperäistä kunnossapitoa. ECM-analyysin avulla voidaan tarkastella RCM-analyysijä kevyemmin ja nopeammin olemassa olevia ennakkohuoltotoimenpiteitä. ECM-analyysin avulla voidaan tehdä hienosäätöä jo olemassa olevaan ennakkohuolto-ohjelmaan silloin, kun ennakkohuolto-ohjelma toimii entuudestaan hyvin. ECM:n soveltamiseen ei ole olemassa erillisiä ohjelmistoja, esimerkiksi Excel toimii analyysityökaluna oikein hyvin. (Smith & Hinchcliffe 2004, 177,182.)

Analyysi jakautuu kolmeen eri osaan. Ensimmäisessä osassa listataan ennakkohuoltotehtävät ja tarkastellaan niiden vaikutuksia kysymysten avulla (taulukko 1). Toisessa vaiheessa tarkastellaan enemmän historiassa tapahtuneita vikaantumisia ja niiden toimenpiteiden kuvauksia. Kolmannessa vaiheessa etsitään vikamuotoja, joita ei aiemmissa ole tullut esille. (Smith & Hinchcliffe 2004, 177–182.)

Taulukko 1 ECM-analyysi

Nykyinen EH-toimenpide	Laite	Vikamuoto, johon ennakkohuoltotoimenpide kohdistuu	Vian vaikutusten kuvaus	Onko EH-toimenpide toiminut tehokkaasti?	Säilytetäänkö, sallitaanko vikaantuminen, muutetaanko toimenpidettä?	Kuvaile muutokset toimenpiteeseen ja aikaväliin
Toimintopaikka: Voiman välitys						
Kiilahihnojen tarkastus	Kaikki laitteet, joissa kiilahihnat voimavälitykseen	Kiilahihnat vaurioituneet tai katkenneet	voimavälityksen katkeaminen	kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastusväliä. Kiilahihnat tarkastetaan kerran viikossa visuaalisesti
Vaihdelaatikon tarkastus (ulkoapäin)	Kaikki laitteet, joissa vaihdelaatikko	Vaihdelaatikon tiiviste vuotaa	Vaihdelaatikon rikkoontuminen	ei	muutetaan	Muutetaan toimintatapaa. Dokumentoidaan vaihdelaatikoiden ulkopuolen puhtaus viikottain.

6 Turvallisuus

6.1 Lait ja asetukset

Työympäristön ja työolosuhteiden turvallisuuteen kiinnitetään nykypäivänä paljon huomioita. Työnantajille ja työntekijöille on määritelty erilaisia velvollisuuksia mm. työturvallisuuslaissa ja työ-sopimuslaissa. Näiden lisäksi koneiden ja laitteiden turvallisuutta ohjaa laki eräiden teknisten lait-teiden vaatimuksenmukaisuudesta ja EU:n konedirektiivi eli koneasetus ja asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta eli käyttöasetus. (Siirilä & Tytykoski 2016, 30–31, 44.)

Lakien ja asetusten nojalla työnantajilla on velvollisuus huolehtia työntekijöidensä ja työn tekemi-seen tarvittavien välineiden turvallisuudesta sekä työntekijöiden terveydestä. Työntekijöillä on puolestaan velvollisuus noudattaa annettuja ohjeita ja määräyksiä. Lisäksi työntekijöillä on velvolli-suus huolehtia muidenkin työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä omansa lisäksi.

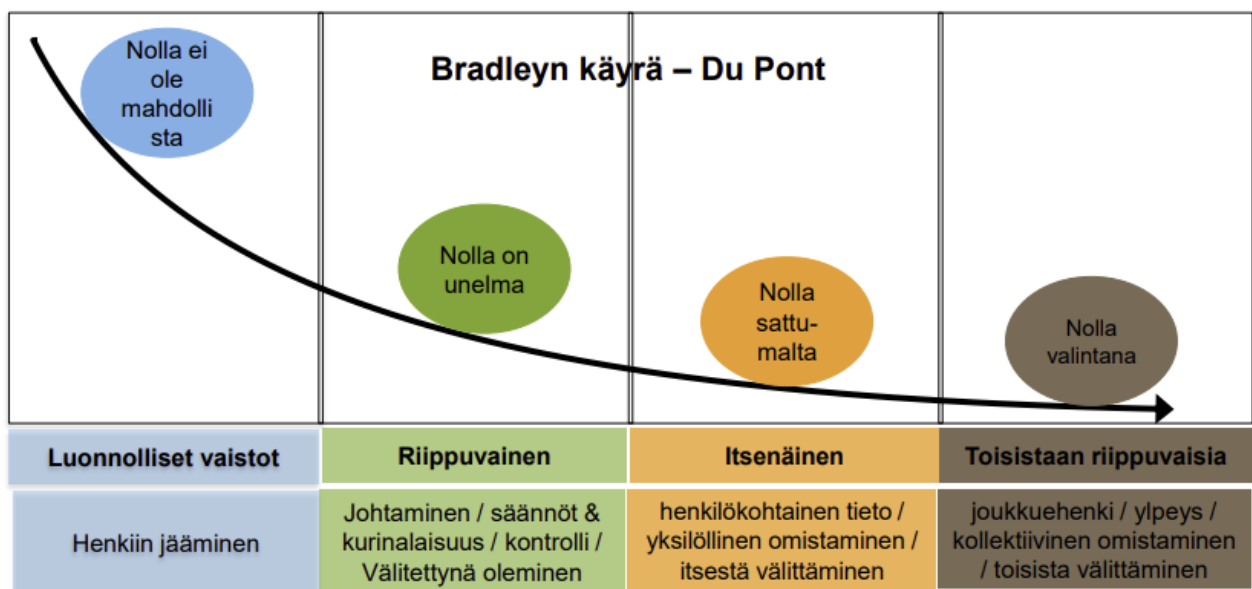
(L738/2002.) Lakien ja asetusten lisäksi koneturvallisuuden hallintaan on luotu standardeja, esi-merkiksi erilaisille kuljetinlaitteille ja -järjestelmille (kts. SFS-EN 617). Lait ja asetukset ohjaavat sekä työnantajia että työntekijöitä ja koneiden ja laitteiden valmistajia kohti turvallisempaa työyhy-teisöä. Lait ja asetukset asettavat minimitasen turvallisuusvaatimuksille.

6.2 Turvallisuuskulttuuri

Termiä turvallisuuskulttuuri käytettiin ensimmäisen kerran IAEA:n (International Atomic Energy Agency) raportissa Tšernobylin ydinvoimalaonnettomuuden jälkeen vuonna 1986 ja vuonna 1993 Iso-Britannian HSE Advisory Committee julkaisi siitä oman määritelmänsä. Määritelmässä organi-saation turvallisuuskulttuuri kuvataan olevan tulos yksilön ja tiimin arvoista, asenteista, käsityk-sistä, osaamisesta ja käyttäytymismalleista. Nämä yhdessä määrittävät työterveys- ja turvallisuus-johtamisen tyylin ja niiden tason ja sen, miten niihin sitoudutaan (What is Safety Culture? 2015.) Myös Australian Queenslandin osavaltio määrittelee turvallisuuskulttuurin samaan tapaan turvalli-suuden arvon ilmentymäksi, jossa työntekijät kantavat vastuuta turvallisuudesta. Määritelmässä turvallisuuskulttuuria kuvataan myös organisaation persoonallisuudeksi, organisaation yhteiseksi turvallisuuden arvoksi. (Safety climate and safety culture n.d.)

Sekä HSE:n että Queenslandin osavaltion määritelmät kertovat siitä, kuinka moninainen turvallisuuskulttuuri terminä oikeastaan on, kuinka siihen vaikuttavat monet eri tekijät eikä yhtä oikeaa määritelmää oikeastaan ole. Porkka (2012, 4–5) väittääkin, että kokemukset organisaation turvallisuuskulttuurista ovat helposti harhaanjohtavia, koska turvallisuus ei ole käsinkosketeltava fyysinen ilmiö tai asia.

DuPont on kehittänyt turvallisuuskulttuurin kehitysaskeleita kuvaavan ns. Bradley'n käyrän (kuvio 6), jota voidaan käyttää organisaation turvallisuuskulttuurin tilan kartoittamiseen.



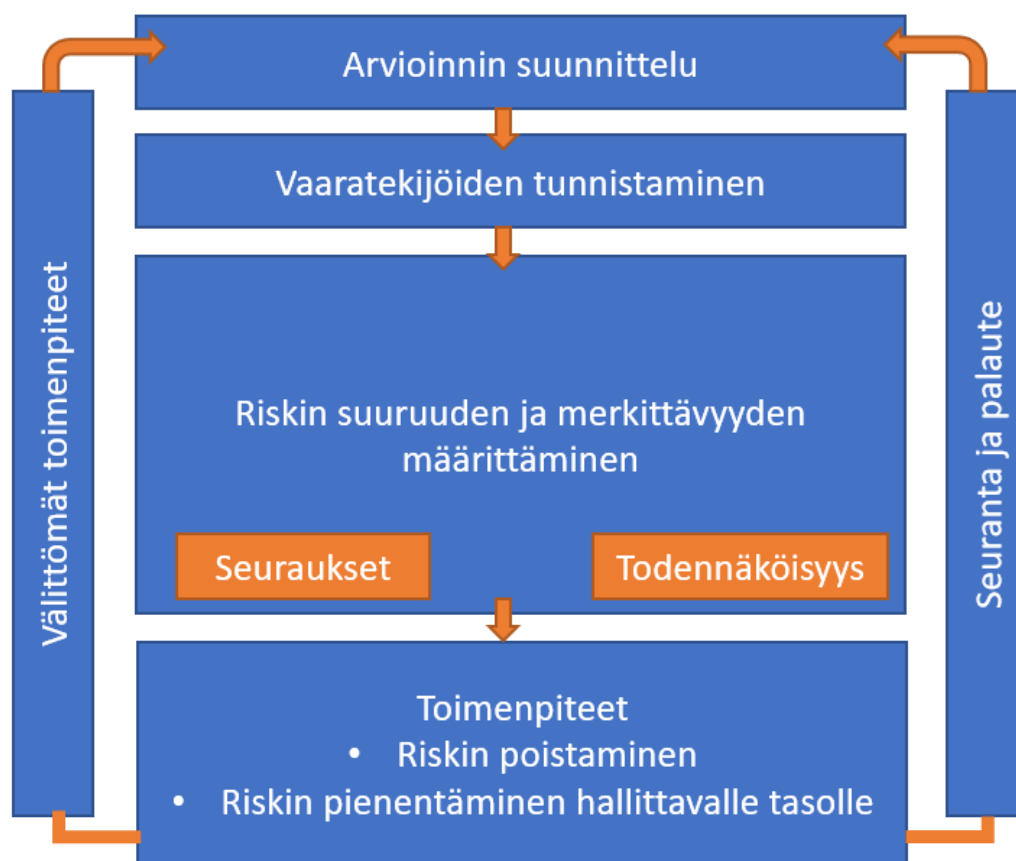
Kuvio 6 Bradley'n käyrä (Taskinen 2021)

Hyvän turvallisuuskulttuurin syntymiseksi on tärkeää luoda hyvä perusta, joka aloitetaan luomalla turvallinen työympäristö esim. panostamalla siisteyteen ja järjestykseen, laatimalla työohjeet ja perehdyttämällä työntekijät tehtävään työhön. Tässä vaiheessa toiminta on vielä vaistonvaraista eli tapahtumiin reagoidaan vasta tapaturman sattuessa eikä uskoa ennaltaehkäisyyn juurikaan ole. Alussa turvallisuuskulttuuri kehittyy nopeasti. Mitä pitemmälle Bradley'n käyrällä kuljetaan, sitä enemmän joudutaan työtä turvallisuuskulttuurin eteen tekemään. Tavoitteena on toisistaan riippuvainen turvallisuuskulttuuri, jossa välitetään oman turvallisuuden lisäksi myös muista ympärillä työskentelevistä. (Turvallisuuskulttuurin kehitysaskeleet ja Bradley'n käyrä n.d; The DSS Bradley Curve 2019.)

Taskinen (2021) tuokin esille, että hyvän turvallisuuskulttuurin rakentaminen ja kehittäminen vaatii aina aikaa ja työn tulee olla johdonmukaista, koska henkilöstö täytyy sitouttaa uuteen ajattelu-tapaan. Muutokselle täytyy siis antaa aikaa hyvän lopputuloksen mahdollistamiseksi. On kuitenkin syytä muistaa, kuten Reiman, Pietikäinen ja Oedewald (2008) huomauttavat, että hyvä turvallisuuskulttuuri ei aina johda turvalliseen organisaatioon. Reiman ja muut lisäksi korostavat, että organisaation jokaisella työntekijällä asemasta riippumatta on vaikutusta organisaation turvallisuuden ja johdon sitoutuminen turvallisuuskulttuurin kehittämiseen on erittäin tärkeää. Molemmat kuitenkin painottavat, että edellytykset työn turvalliseen suorittamiseen tulee olla olemassa ja turvallisuuskulttuurin kehittämiseen on jokaisen työntekijän pystyttävä vaikuttamaan. Taskinen lisää vielä, että ”ole itse esimerkkinä kaikessa tekemissä!”. (Reiman ym. 2008, 82–89; Taskinen 2021.) Tällöin mahdollisuudet luoda hyvä, toiset huomioon ottava turvallisuuskulttuuri on olemassa.

6.3 Riskien hallinta

Riskien hallinta on tärkeä osa työpaikan turvallisuuden varmentamista ja työnantajia veloitetaan kin huolehtimaan vaarojen tunnistamisesta ja riskien arvioimisesta. Työturvallisuuslain (L738/2002) mukaan ”*työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja työstä, työajoista, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuh-teista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä, jos niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle.*”



Kuvio 7 Riskien arvioinnin toteus (Työturvallisuus- ja työterveysriskien tunnistaminen ja arviointi n.d, muokattu)

Kuviossa 7 on havainnollistettu riskien arviointi prosessia. Riskien hallinnassa avainasemassa on vaaratekijöiden tunnistaminen, koska ilman sitä ei vaaratekijöistä aiheutuvia riskejäkään pystytä arvioimaan. Huomioon otettavia asioita voi olla useita, joten vaarojen arviointia tulisi tehdä eri alojen asiantuntijoiden kanssa yhteistyössä laajan katsontakannan aikaansaamiseksi. (Siirilä & Tytykoski 2016, 178.) Vaaratekijöiden tunnistamisessa tulee ottaa huomioon myös laitteiden normaalin käyntiajan vaaratekijöiden lisäksi kunnossapitotöistä aiheutuvat vaaratekijät. Riskin suuruus koostuu kahdesta eri tekijästä: todennäköisyydestä ja vakavuudesta. Apuna määrittämisessä voidaan käyttää riskimatriisia (kuvio 8). Merkittävyyttä arvioitaessa pohditaan, onko riskin taso hyväksyttävä vai tarvitaanko riskin hallitsemiseksi toimenpiteitä. Ensisijaisesti vaarat tulisi pyrkiä poistamaan. Mikäli tämä ei onnistu, arvioidaan riskin suuruus ja pyritään vaaroista aiheutuvia riskejä pienentämään erilaisilla toimenpiteillä. Tärkeintä on, että toimenpiteillä riskit saadaan hallittavalle tasolle. (Työturvallisuus- ja työterveysriskien tunnistaminen ja arviointi n.d.)

Tapahtuman todennäköisyys	Seurausten vakavuus		
	1. Vähäiset	2. Haitalliset	3. Vakavat
1. Epätodennäköinen	1. Merkityksetön riski	2. Vähäinen riski	3. Kohtalainen riski
2. Mahdollinen	2. Vähäinen riski	3. Kohtalainen riski	4. Merkittävä riski
3. Todennäköinen	3. Kohtalainen riski	4. Merkittävä riski	5. Sietämätön riski

Kuvio 8 Riskimatriisi (Riskienhallinta n.d)

7 Tutkimuksen toteutus

7.1 Nykytilan kartoitus

Nykytila oli tarpeellista kartoittaa, jotta saataisiin selville ongelmakohdat käytössä olevan valvontakierroksen suorittamisesta ja dokumentoinnista. Kartoittamista suoritettiin sähköisellä kyselyllä ja keskustelemalla tuotannon ja kunnossapidon asiantuntijoiden kanssa sekä tutustumalla käytössä olleeseen valvontakierrosmalliin ja sen dokumentointiin.

Käytännössä prosessinhoitajat suorittivat valvontakierroksia jokaiselle henkilölle sopivalla tavalla. Valvontakierrokset olivat siis rutinoituneet prosessinhoitajakohtaisesti. Lisäksi eri vuoroilla oli oma tapansa hoitaa valvontakierrokset. Rikastamalla työaikamuotona on 12 tunnin vuorosysteemi, joka tarkoittaa sitä, että vuorokauden aikana töissä on kaksi vuoroa. Osa vuoroista vaihtaa kuuden tunnin jälkeen aluetta, osa vuoroista taas ei. Valvontakierrosten osalta tämä tarkoitti sitä, että vuorot olivat luoneet oman systeeminsä tarkastuskierrosten tekemiselle. Standardoitua mallia ei siis ollut. Käytössä ollut valvontakierrosmalli oli hyvinkin yksityiskohtainen, johon oli laadittu yleisten tarkastusohjeiden lisäksi laitekohtaisia ohjeita. Valvontakierrosmalli oli luotu kunnossapidon asiantuntijuuteen perustuen.

Käytössä ollut valvontakierros dokumentoitiin hyvin yksinkertaisella tavalla laittamalla rasti ohjaamon seinällä olevaan listaan (taulukko 2). Valvontakierrokset tehtiin päivittäin, osa kierroksista

suoritettiin yövuorossa ja osa aamuvuorossa, taulukossa 2 määriteltyjen kohteiden mukaisesti. Käytännössä valvontakierrosmallin noudattamisesta ei jäänyt muuta jälkeä, kuitenkin vikaantumisen tapahtuessa kohteesta luotiin vikailmoitus toiminnanohjausjärjestelmään prosessinhoitajien toimesta. Muut havainnot jäivät vähemmälle huomiolle tai niitä kirjattiin vaihtelevasti prosessinohjausjärjestelmän päiväkirjaan. Kirjausaktiivisuudessa oli havaittavissa vuorokohtaisia eroja. Valvontakierroksella olisi pitänyt esimerkiksi puhdistaa tarvittaessa vaihdelaatikoiden päälliset ja sähkömoottoreiden jäähdytysrivat, mutta käytännössä näin ei tehty tai havaintoja puhdistuksien tarpeesta ei kirjattu päiväkirjaan. Tieto puhdistusten tarpeesta ei siten välittynyt eteenpäin.

Taulukko 2 Käytössä ollut valvontakierrosten kuittauslista

Operaattoreiden valvontakierrokset.

kk/vuosi: Tammikuu/2020

Nimikirjaimet kun kierros on suoritettu ja raportoitu (SAP tai päiväkirja)

Ulkoalueen hoitaja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1. Karkeamurskaus																															
2. Metrotunneli																															
4. Tasausvarasto																															
12. Rantapumppaamo																															
13. Vuoromiesten auto																															
15. Pastalaitos																															
16. Pumppaamot																															

Jauhimomies

3. Himu																															
5. Jauhimo																															
6. Floatexit ja Hiva																															
13. Bobcat + pyöräkuormain																															

Vaahdottaja

7. Hiva sakeuttimet ja vesipumput																															
8. Vaahdottamo																															
9. Väli- ja tuotesakeuttimet																															
10. Tuotekuljettimet ja varasto																															
Kemikaalisäiliöt, putkistot ja pumput																															
14. Näytteenottimet																															

Kierrokset

Ulkoalueen mies	Jauhimomies	Vaahdottaja
Aamuvuoro 1 4 12 13	3 13	8 14
Yövuoro 2 7 13 15 16	6 5 9	10 11

Kunnossapito suorittaa murskien ja seulojen sisäpuoliset tarkastukset kerran viikossa. Murskaamoissa pidetään seisokki säännöllisin väliajoin, jolloin tarkastuksissa ilmenneitä isompia vikaantumisia korjataan. Pienet vikaantumiset suoritetaan viikkotarkastuksen yhteydessä. Prosessinhoitajat mittaavat viikkotarkastusten yhteydessä murskien välykset ja suorittavat tarvittavat säädöt.

Hihnakuljettimien reunaraja- ja hätäseisvaihjereiden tarkastukset suoritetaan myös säännöllisin väliajoin. Lisäksi rikastamolla on jo käytössä siisteyden ja järjestyksen parantamiseen tähtäävä 5S-järjestelmä.

7.2 Sähköinen kysely

Kysely suoritettiin sähköisenä kyselynä, johon prosessinhoitajia ja heidän tuuraajiaan pyydettiin vastaamaan (liite 1). Kyselyn tarkoituksena oli selvittää kierroksien suorittajien ajatuksia ongelmakohdista ja kysymykset esitettiin avoimina kysymyksinä. Kysymykset oli jaettu selkeästi kahteen eri kokonaisuuteen: valvontakierroksen suorittamiseen ja sen dokumentointiin. Kyselyn vastausprosentti on 44 %.

Vastauksista kävi ilmi, että suurin ongelma käytössä olevassa valvontakierrosmallissa oli ajan riittämättömyys kierrosten suorittamiseen. Lisäksi valvontakierroksen alueet oli jaettu tarkastamisen kannalta liian suuriin ja epäjohdonmukaisiin kokonaisuuksiin. Aistinvaraista havainnointia pidettiin tärkeimpänä työkaluna valvontakierrosta suorittaessa, mutta mittalaitteiden käytöstäkin koettiin olevan hyötyä tarkentavana toimenä esimerkiksi lämpötilaa arvioitaessa. Valvontakierroksen sisältöä pidettiin hyvänä, etenkin uusille työntekijöille lisäarvoa antavana. Dokumentointitavasta ei nähty suurta hyötyä kenellekään. Valvontakierroksen merkitseminen listaan koettiin herkästi unohtuvan. Lisäksi kynnyistä merkitsemiseen nosti tulosten perusteella se, että alueiden ollessa suuria, ei merkitsemistä haluttu tehdä, ellei kaikkia kohteita ollut tarkastettu.

Kyselyssä kysyttiin myös, kuinka valvontakierroksen suorittajat kehittäisivät valvontakierrosmallia ja dokumentointia. Valvontakierroksen dokumentointiin toivottiinkin erilaista kirjaustapaa, esimerkiksi sähköistä. Myös apuvälineistä arveltiin olevan hyötyä valvontakierroksen suorittamisessa. Samoin painotettiin uusien laitteiden käytönaikaiseen havainnoinnin opastusta ja ajantasaisien toimintaohjeiden tärkeyttä, jotka löytyvät prosessinohjausjärjestelmästä. Sähköisestä kyselystä koostettuja vastauksia tarkasteltiin prosessinhoitajien kanssa. Samassa yhteydessä aiheesta keskusteltiin.

Keskusteluissa kävi ilmi, miten eri tavalla eri vuorot ajattelevat valvontakierroksista. Osa prosessinhoitajista ei ymmärtänyt, miksi valvontakierroksia ylipäättään tarvitsee dokumentoida. Osalle dokumentointi oli luontevampi osa valvontakierroksen suorittamista. Yleisenä huolena oli työmäärän

lisääntyminen, mitä ei tietysti alkuvaiheessa pystytä poissulkemaan. Valvontakierroksien suorittamisen suhteen keskusteluissa nousi erityisesti esille se, miten vuorot suorittavat eri tavalla valvontakierroksia, mikä näkyi myös kyselyn vastauksissa. Tästä todettiin, ettei tämä välttämättä ole huono asia. Tärkeänä huomiona keskusteluiden perusteella oli myös se, että valvontakierrosten dokumentointivaade koettiin työn jäljen tarkastamisena. Keskusteluissa painotettiin valvontakierroksen tavoitteena olevaa laitteiden toimintavarmuuden varmistamista ja siten luotettavuuden parantamista.

7.3 Valvontakierrosten suunnittelu

Valvontakierroksien suunnittelu aloitettiin hakemalla toiminnanohjausjärjestelmästä jokaisesta murskausosaston laitteesta vikailmoitustiedot vuodesta 2009 lähtien. Vanhempia tietoja ei ollut saatavilla. Vikailmoitusaineistosta luotiin Excelillä pivot-raportti, jossa aineistoa pystyttiin paremmin lajittelemaan. Aineistosta selvitettiin laitetyypeittäin vikailmoitustyyppisiä eli esimerkiksi hihnakuljettimien, murskien ja vaunusyöttimien tyypillisimpiä vikailmoituksia. Esimerkiksi hihnakuljettimille eniten vikailmoituksia oli tehty rikkoontuneisiin rullastoihin liittyen. Hihnakuljettimet erottuivat vikailmoituksien määrässä selvästi muista ryhmistä. Vikailmoituksia oli tehty hihnakuljettimille 4466 kpl, murskille 303 kpl ja seuloille 362 kpl. Hihnakuljettimien vikailmoitusten suuren määrän selittää osin suuri laitemäärä. Tasausvarastolla malmin laadun tasauksen laitteistosta ketjupurkauslaitteelle vikailmoituksia oli tehty 923 kpl, malmin kasausrakennuksen vikailmoitukset olivat suurimmalta osalta tyypillisiä hihnakuljettimien vikailmoituksia. Vikailmoitusten määrän perusteella tärkeimpinä tarkastuskohteina voidaan pitää hihnakuljettimia ja ketjupurkauslaitetta.

Vikailmoitusaineiston ja käytössä olleen valvontakierrosmallin perusteella suoritettiin ECM-analyysi (liite 2), jolla tarkasteltiin käytössä olevaa prosessinhoitajien valvontakierrosta. Lisäksi analyysitaulukkoon lisättiin kunnossapidon suorittamat EH-työt, jotka kirjataan toiminnanohjausjärjestelmään. Tarkastusvälin määrittämisessä käytettiin kunnossapidon ja tuotannon asiantuntijoiden kokemukseräistä tietoa vikaantumisväleistä ja toiminnanohjausjärjestelmästä löytyvää vikailmoitushistoriaa. Tarkastelussa kävi nopeasti ilmi, että osa valvontakierroksen tarkastuksista voidaan suorittaa harvemmin kuin kerran vuorossa. Joka vuorossa suoritettavat valvontakierrokset suoritettaisiin kuten tähänkin asti. Tällä tavoin pystytään hyödyntämään prosessinhoitajien erilaisia valvontakierrosten suorittamisenmalleja ja osaamista. Analyysin avulla voitiin todentaa, että käytössä ollut valvontakierrosmalli oli varsin toimiva.

Valvontakierroksen suunnittelussa oli myös tärkeää ymmärtää, että tarkastukset suoritetaan laitteiden käynnin aikana. Osa laitteistoista on erittäin hyvin suojattuja, joka asettaa laitteen toiminnan tarkastamiselle reunaehdoja. Tärkein huomioon otettava asia oli valvontakierroksen turvallinen suorittaminen. Lähtökohtaisesti valvontakierrokset suunniteltiin siten, ettei konesuojauksia poisteta.

Murskaamoiden ja tasausvaraston alue on 5S-toiminnan piirissä. Tästä syystä osa siisteyteen ja järjestykseen liittyvistä toimenpiteistä on jätetty valvontakierroksesta pois. Jos siisteydellä ja järjestyksellä on merkitystä kyseisen laitteen toiminnalle, on valvontakierroksella pyritty siihen kohdistamaan toimenpiteitä.

7.4 Valvontakierrosten dokumentoinnin suunnittelu

Valvontakierrosten dokumentointia lähdettiin kehittämään kyselyssä tulleiden ajatusten pohjalta. Tärkeintä oli jakaa tarkastettavat kohteet sopivan kokoisiin kokonaisuuksiin ja tehdä kirjaustavasta mahdollisimman helppo käyttää. Koska kyselystä kävi ilmi, ettei käytössä ollut dokumentointitapa palvellut ketään, lähdettiin dokumentointia miettimään kokonaan uudesta näkökulmasta. Kunnossapitopäällikön ja rikastamon tuotantopäällikön kanssa käydyissä keskusteluissa todettiin, ettei valvontakierroksia ollut järkevää dokumentoida toiminnanohjausjärjestelmään. Tämä johtui siitä, että valvontakierrosten kirjaamisesta olisi tullut vaikeaa. Muut EH-kierrokset, kuten reunarajojen ja hätäseisrajojen testaukset, kirjattaisiin edelleen toiminnanohjausjärjestelmään, koska kirjaukset suorittavat pääasiallisesti asiantuntijat.

Sähköiselle valvontakierrokselle jäi siis kaksi vaihtoehtoa. Joko käytetään alustana siisteys ja järjestyksierroksilta tuttua Microsoftin Forms-sovellusta tai käytetään Parsable-sovellusta, joka on käytössä Yaran toisella toimipaikalla. Molemmilla sovelluksilla on yhteneväisyyksiä valvontakierrosten luomisen ja suorittamisen suhteen. Tuotannon ja kunnossapidon asiantuntijoiden sovittiin, että valvontakierrosten dokumentointiin käytetään Forms-sovellusta, koska se oli jo valmiiksi käytössä ja tässä vaiheessa uuden sovelluksen opettelu olisi ollut turhaa. Lisäksi Forms-sovellus oli prosessinhoitajille tuttu sovellus, joten valvontakierroksen dokumentointi ei oletettavasti tuottaisi suuria vaikeuksia.

Ensimmäisessä valvontakierroksen versiossa kierroksia luotiin kaksi, ulkoalueille ja hienomurskaamoon. Kierroksia testattiin ja hyvin nopeasti kävi ilmi, että kierrosten koko on liian suuri, vaikka ne oli jaettu pienempiin osakokonaisuuksiin. Tämä johtui siitä, että valvontakierrosta ei pystynyt välittämään, jolloin jo tehdyt merkinnät saattoivat kadota. Tämän perusteella valvontakierrokset pilkottiin omiksi kierroksiksi, jolloin yhden osakokonaisuuden pystyi tallentamaan ja havainnot jäivät talteen. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että kierrosten määrä nousi kahdesta kierroksesta kahdeksaan valvontakierrokseen. Isoimmaksi kokonaisuudeksi jäi hienomurskaamon hihnakuljettimet ja vaunusyöttimet.

Varsinkin hihnakuljettimien valvontakierrosta suunniteltaessa, piti kiinnittää huomioita kierroksen loogiseen etenemiseen. Valvontakierros piti luoda siten, että sähköisellä lomakkeella ei tarvitsisi hyppiä eteenpäin vaan tarkastettavat kohteet olisivat loogisessa järjestyksessä, jolloin prosessinhoitajan ei tarvitsisi kävellä kohtuuttoman paljon edestakaisin. Tästä syystä esimerkiksi hihnakuljettimien valvontakierrokseen yhdistettiin vaunusyöttimien tarkastus. Vaunusyöttimien hydraulikkakoneikot taas sijaitsevat öljyhuoneessa, kuten myös murskien öljykoneikot, joten öljyhuoneelle luotiin oma valvontakierros.

Valvontakierroksien dokumentointi suoritetaan aina kohteessa hyödyntäen rikastamalla valmiina olevia alueiden omia kännyköitä tai yhteiskäytössä olevaa tablettitietokonetta. Forms-lomakkeista luotiin QR-koodit, jolloin valvontakierroksen suorittaja saa helposti luettua haluamansa valvontakierroksen laitteelle ennen kierroksen suorittamista. QR-koodit tulostettiin ja sijoitettiin valvomoon selityksineen.

Valvontakierroksien dokumentointiin liittyy myös pohdinta siitä, miten kierroksista saatua tietoa käsitellään. Rikastamalla on käytössä yhteinen Teams-kanava, jonne 5S-kierroksien havainnot kerätään automaattisesti Forms-lomakkeelta. Tätä periaatetta päätettiin soveltaa myös valvontakierroksilta syntyvien havaintojen käsittelyyn ja hallintaan. Alkuvaiheessa rikastamon vuorotyönjohtajat käyvät havainnot läpi ja organisoivat resurssit toimenpiteiden suorittamiseen. Esimerkiksi, jos valvontakierroksella havaitaan, että jonkun laitteen sähkömoottorin jäähdytysrivat ovat likaiset, vuorotyönjohtaja organisoii resurssit ja sopivan ajankohdan puhdistukselle. Teamsissa toimenpiteiden hallinnointi on helppoa, sillä valmiit toimenpiteet voidaan poistaa listalta sitä mukaa, kun ne valmistuvat. Tämä toimintatapa on todettu toimivaksi 5S-kierrosten havaintojen kohdalla.

7.5 Riskien arviointi

Riskiarviointi suoritettiin ennen valvontakierrosten koekäytön aloittamista. Käytössä olleelle valvontakierrosmallille oli riskiarviointi tehty, mutta järjestelmän uusiutumisen myötä katsottiin tarpeelliseksi tehdä riskienarviointia uudelleen. Aikaisemmin valvontakierrosten suorittaminen oli riskienarvioinnin perusteella katsottu ns. matalan riskin työksi, jolloin valvontakierroksen suorittaminen ei vaatinut työlupaa. Käytännössä yksinkertaisen turvallisuusarvio -lomakkeen täyttäminen riittää kaikissa matalan riskin töissä.

Vanhassa valvontakierrosmallissa tästä löytyikin ristiriitaisuuksia, sillä käytännössä kaikkia määriteltyjä tarkastuskohteita ei pystynyt tarkastamaan ilman konesuojauksien poistamista. Vanhassa mallissa esimerkiksi seulojen jousien tarkastus tehtiin käynnin aikana avaamalla sivuluukut. Riskiarviointi suoritettiin sillä perusteella, että valvontakierros säilyisi edelleenkin matalan riskin työnä. Tämä tarkoittaa sitä, että valvontakierros suoritetaan siten, että konesuojauksia ei poisteta eikä luukkuja avata. Ennen valvontakierroksen suorittamista tulee riskit arvioida täyttämällä yksinkertainen turvallisuusarvio -lomake. Riskiarviossa tarkasteltiin sekä joka vuorossa että kerran viikossa suoritettavaa valvontakierrosta. Molemmissa kierroksissa on samat riskit, mutta kerran viikossa suoritettavassa valvontakierroksessa otettiin huomioon havaintojen dokumentointi kohteessa. Päivitetty riskiarvio löytyy liitteestä kolme.

7.6 Valvontakierrosten käytäntöön soveltaminen

Valvontakierrokset päätettiin suorittaa alussa aina viikonloppuisin, jolloin prosessinhoitajilla on enemmän aikaa harjoitella uuden valvontakierroksen suorittamista. Rikastamalla sovittiin kolmen kuukauden koekäyttöajasta, jolloin kerätään kehittämistarpeita niin valvontakierroksilta saatavan informaation käytöstä kuin itse valvontakierroksen suorittamisesta. Havaintojen perusteella valvontakierrosta tarvittaessa muutetaan.

Vikailmoitusten tekemisen helpottamiseksi, rikastamalla aloitettiin koekäyttämään selainpohjaista vikailmoituksen luomista toiminnanohjausjärjestelmään. Käytännössä vikailmoituksen pystyy jatkossa tekemään myös kohteessa kännykällä tai tablettitietokoneella. Tämä helpottaa myös valvontakierroksen suorittamista, koska vikailmoitukset voidaan tehdä suoraan paikan päällä valvontakierroksen yhteydessä.

8 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena syntyi prosessinhoitajien valvontakierrosmalli, joka dokumentoidaan käyttämällä sähköistä Forms-lomaketta. Näin ollen esitettyihin tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset. Uudessa valvontakierrosmallissa lähtökohtana on käynnin aikana turvallisesti suoritettava valvontakierros. Alla on esitelty tuloksia laiteryhmäkohtaisesti.

Hihnakuljettimet

Hihnakuljettimet ovat usein pitkiä kuljettimia, jotka on varustettu kuljetintunnelilla. Hihnakuljettimien etu muihin siirtotapoihin onkin juuri pitkät siirtomatkat. Kuljetinhihna kulkee kannatusrullastojen päällä, mikä tekee kuljettimesta lisäksi melko hiljaisen. Hihnakuljettimen huonona puolena voidaan nähdä, että sitä on vaikea rakentaa pölytiiviiksi (Koivisto 2018, 154.) Hihnakuljettimien pölynpoistoon tuleekin kiinnittää huomiota.



Kuvio 9 Hihnakuljettimien suojauksia

Kuviossa 9 voidaan nähdä rajoitteita, joita konesuojaukset aiheuttavat hihnakuiljettimien tarkastukselle. Tässä kohteessa esimerkiksi vetotelan tarkastaminen ilman suojien poistoa on mahdollista. Kuviossa 10 on listattu hihnakuiljettimien tarkastuskohteet. Hihnakuiljettimet ovat rikastamon murskausosastojen herkimmin vikaantuvia laitteistoja. Erityisesti rullastoja vaihdetaan viikossa useita kappaleita, joten rullastojen kunnan tarkkaileminen päivittäin on perusteltua. Rullastojen kunnolla on myös suora vaikutus kuljetinhihnan ja rungon kuntoon. Rikastamalla oli tiedossa useita tapauksia, joissa katkenneet rullastot olivat vaurioittaneet sekä kuljetinhihnaa että runkoa. Konesuojauksien osalta on tärkeää huomioida, että niulusuojalla (eli nippisuojalla) varustetut rullastot ovat niille määritetyillä paikoilla.

Kuljetinhihnan silmämääräinen tarkastus
 Kuljetinhihnan kiristysmekanismi (vastapaino)
 Rungon kunto (varsinkin vaijerit)
 Kaavaus
 Reunakumit ja –pellit
 Veto- ja taittelotelojen pinnoituksen kunto
 Konesuojaukset
 Oikeat rullastot oikeassa paikassa (nippisuoja)
 Moottorien ja vaihdelaatikoiden puhtauden ja
 lämpötilan tarkastus
 Kytkinkoppien puhtaus
 Kiilahihnojen kunnan tarkastus
 Kuljettimen alusten puhtauden tarkastus
 Suppiloiden tarkastus
 Rullastojen kunto
 Yleinen toiminta (äänet, hajut, värinat..)

Kuvio 10 Hihnakuiljettimien tarkastuskohteet

Ulkoalueilla sijaiseviin hihnakuiljettimiin vaikuttavat erityisesti vallitsevat sääolosuhteet. Varsinkin talvella tulee erityisesti seurata jään muodostumista veto- ja taitteloteloille kuljetinhihnan vaurioiden välttämiseksi.

Vaunusyöttimet

Vaunusyöttimet syöttävät malmia hihnakuuljettimille esimerkiksi siiloista hihnakuuljettimille. Vaunusyötin toimii hydraulisesti eli hydraulisylinteri liikuttaa vaunua edestakaisin ja syöttää malmin eteenpäin. Vaunun liikkeen voi havainnoida ulkoapäin, malmin liikettä vaunusyöttimen sisällä taas ei. Vaunusyöttimiin liittyy aina jonkinlainen suppilorakenne sekä yläpuolelle että alapuolelle.



Kuvio 11 Vaunusyötin ilman suppiloa (SH Reciprocating plate feeders 2021)

Kulumisen ehkäisemiseksi vaunusyöttimet ja suppilot on vuorattu kovametallilla eli ”kulutuspa-loilla”. Kulutuspalat on kiinnitetty pulteilla. Kuviossa 11 on esitelty vaunusyöttimen perusrakenne ilman suppilota. Kuviossa 12 esitelty vaunusyöttimiltä tarkastettavia asioita käynnin aikaisella val-vontakierroksella. Vaunusyöttimien hydraulikoneikot sijaitsevat fyysisesti eri paikassa kuin varsi-nainen vaunusyötin, joten valvontakierrokset suoritetaan kahdessa osassa.

Koneikoiden öljyn määrä ja laatu
 Öljyvuodot
 Konesuojaukset
 Koneikoiden puhtaus
 Sylinterien toiminnan tarkastus
 Moottorien, äänet ja lämpötilat
 Reunakumien kunto
 Kannatinpyörien toiminta
 Kulutuspalojen kiinnitykset ulkoapäin
 (Syöttimien sisälle kurkkaus, jos mahdollista)
 Liukupalkkien kunto
 Rasvausautomaatiikan toiminta
 Yleinen toiminta (äänet, hajut, värinat..)

Kuvio 12 Vaunusyöttimien tarkastettavat kohteet

Murskat

Murskien tehtävänä on murskata malmia jauhatukselle sopivaan raeluokkaan kolmessa eri vaiheessa. Murskien sisäpuolen tarkastus tehdään säännöllisesti kerran viikossa kunnossapidon toimesta. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota sisäpuoliseen kulumiseen ja arvioidaan esimerkiksi murskan terien vaihdon ajankohtaisuutta kulumiseen perustuen. Prosessinhoitajien valvontakieroksella tarkastellaan murskien toimintaa käynninaikana. Kuviossa 13 nähdään karkeamurskaimen kippauskartio ja kita, jonka tarkastus tehdään kidassa ollessa tyhjä ja murskan pyöriessä. Karkeamurskaukseen malmia syötetään kiviautoilla. Karkeamurskauksessa malmin murskautumisen voi nähdä.

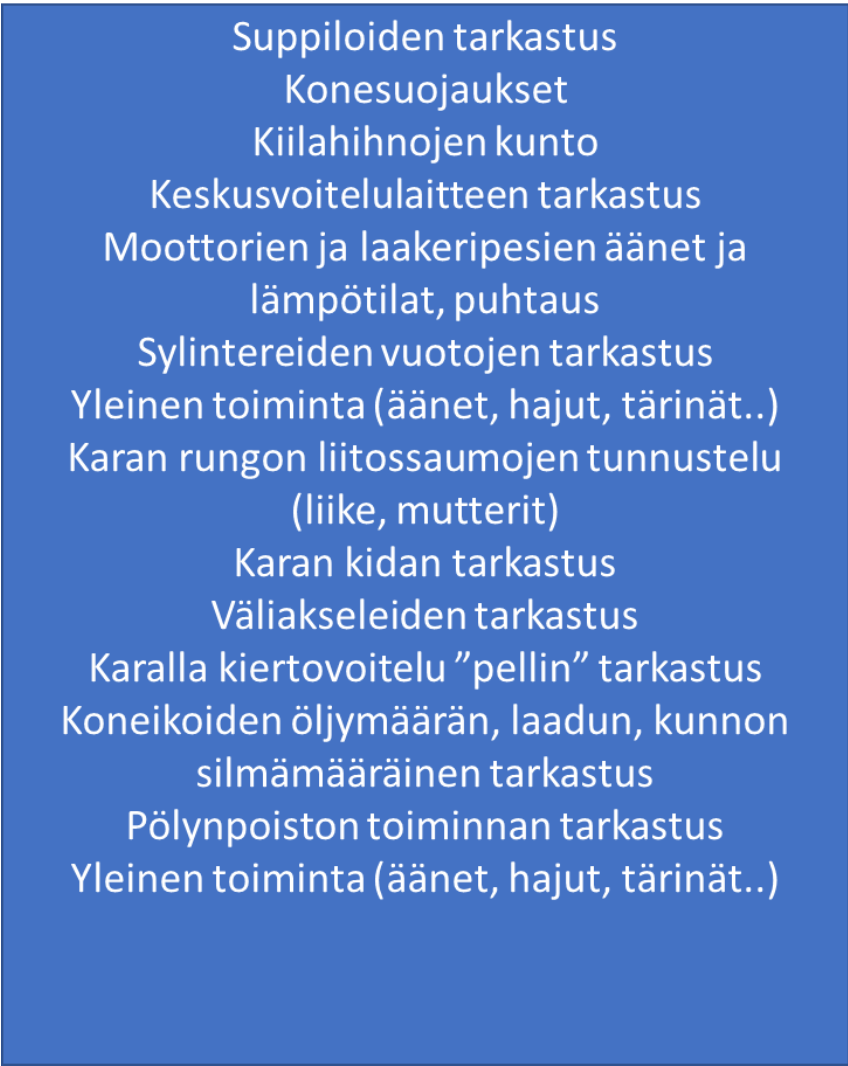


Kuvio 13 Karkeamurskaimen eli karan kita



Kuvio 14 Hienomurskaamon murskat rivissä

Hienomurskaamossa malmi syötetään murskattavaksi seulonnan jälkeen (kuvio 14). Yleisesti hienomurskaamossa malmin liikkeitä voidaan visuaalisesti havainnoida ainoastaan hihnakuljettimilta. Hienomurskaamon murskiin liittyvät kiertovoitelu- ja hydraulikkakoneikot sijaitsevat öljyhuoneessa, joten murskien valvontakierros suoritetaan kahdessa osassa. Öljyhuoneen valvontakierrokseen on yhdistetty myös vaunusyöttimien koneikoiden tarkastus. Murskien tarkastettavat kohteet on lueteltu kuviossa 15.



Suppiloiden tarkastus
 Konesuojaukset
 Kiilahihnojen kunto
 Keskusvoitelulaitteen tarkastus
 Moottorien ja laakeripesien äänet ja lämpötilat, puhtaus
 Sylintereiden vuotojen tarkastus
 Yleinen toiminta (äänet, hajut, värinat..)
 Karan rungon liitossaumojen tunnistelu (liike, mutterit)
 Karan kidan tarkastus
 Väliakselien tarkastus
 Karalla kiertovoitelu ”pellin” tarkastus
 Koneikoiden öljymäärän, laadun, kunnon silmämääräinen tarkastus
 Pölynpoiston toiminnan tarkastus
 Yleinen toiminta (äänet, hajut, värinat..)

Kuvio 15 Murskien tarkastettavat kohteet

Seulat

Seulonnan tarkoituksena on erottaa malmin eri raekoot toisistaan jatkokäsittelyä varten. Seulat ovat erittäin hyvin suojattuja, joten seulojen liikettä ei voida ulkoapäin havainnoida. Seulat tarkastetaan kerran viikossa kunnossapidon toimesta. Prosessinhoitajien suorittamat valvontakierrokset kohdentuvat tästä syystä seulojen ulkopuolelle jääviin kohteisiin eli sähkömoottoreihin ja vaihtelaatikoihin. Kuviossa 16 voidaan nähdä seulojen konesuojauksia. Seulan runko on piilotettu kokonaan koteloiden sisään.



Kuvio 16 Seulan konesuojauksia

Seulat liikkuvat tietyllä ominaistaajuudella ja taajuuden muutokset voi havaita kuulo- ja tuntoaistein käynnin aikana. Mikäli taajuudessa havaitaan muutoksia, tulee muutoksen syytä tutkia. Seula tulee pysäyttää tutkimuksen ajaksi ja vahinkokäynnistymisen estosta tulee huolehtia ohjeistuksen mukaisesti. Kuviossa 17 on listattu käynninaikaisilla valvontakierroksilla tarkkailtavia asioita.

Konesuojaukset
 Moottorien äänet, lämpötila, puhtaus
 Kytkimien kunto, kopan puhtaus
 Suppiloiden kunto
 Voitelujärjestelmien toiminta
 Yleinen toiminta (äänet, hajut, tärinät..)

Kuvio 17 Seulojen tarkastettavat kohteet

Kasauslaite

Malmin kasauslaite on monimutkainen automaattisesti liikkuva laite (kuvio 19). Vikailmoitusten perusteella kasauslaitteeseen sovelletaan suurelta osin hihnakuljettimien tarkastuksia vastaavia tarkastuksia. Laite sijaitsee ulkona, joten sääolosuhteet vaikuttavat käyttöolosuhteisiin erityisesti talvella. Talvella seurataan erityisesti jään muodostumista teloille ja kuljettimen alle. Automaattiseen kasanmuodostukseen on syytä kiinnittää huomiota jatkuvasti. Kuviossa 18 on listattu kasauslaitteesta tarkastettavia kohteita.

Suppilon tarkastus
 Konesuojaukset
 Kiskojen silmämääräinen tarkastus (erityisesti saumat)
 Puomihihnan silmämääräinen tarkastus
 Keskusvoitelulaitteen tarkastus
 Moottorien, äänet ja lämpötilat
 Kääntökehän puhtaus
 Rullien tarkastus
 Kasanmuodostuksen tarkkailu
 Voitelujärjestelmän toiminta
 Yleinen toiminta (äänet, hajut, tärinät..)

Kuvio 18 Kasauslaitteen tarkastettavat kohteet



Kuvio 19 Tasausvarasto. Etualalla ketjupurkauslaite, takana kasauslaite

Ketjupurkauslaite

Ketjupurkauslaite on perusperiaatteeltaan kiskoilla liikkuva kolakuljetin (kuvio 19). Kolakuljetin soveltuu hyvin raemaiselle materiaalille, kuten hiekalle. Vikaantumiselle herkimmät osat ovat ketjut ja kolat, joiden kunnon seuraaminen on perustelua jokaisessa vuorossa. Ketjupurkauslaite on myös herkkä sääolosuhteiden muutoksille, erityisesti talvella. Talvella suurimman ongelman purkauslaitteelle aiheuttaa purettavan kasan pintaan satanut runsas lumi. Kasaa purettaessa lumi muodostaa hiekan kanssa koliin jäätä, joka rasittaa ketjua. Samoin jätynyt tasausvarastokentän pinta vaikeuttaa purkauslaitteen toimintaa. Jokaisessa vuorossa on myös hyvä seurata purkuautomaatiikan toimintaa. Kuviossa 20 on listattu ketjupurkainlaitteesta tarkastettavat kohteet.

Moottorien äänet, lämpötila, puhtaus
 Vaihdelaatikoiden lämpötila, äänet, puhtaus
 Ketjun ja kolien kunto
 Ketjun voitelujärjestelmän toiminta
 Rasvausjärjestelmän toiminta
 Kiskojen kunto (erityisesti liitoskohdat)
 Purkukäyrän seuranta
 Yleinen toiminta (äänet, hajut, tärinät..)

Kuvio 20 Purkausalaitteen tarkastettavat kohteet

9 Pohdinta ja johtopäätökset

9.1 Tulosten tarkastelu

Käynnissäpito rakentuu toimivalle kunnossapidon ja tuotannon yhteistyölle. Kaiken perustana on 5S-toiminta, jonka päälle käynnissäpidon peruspilarit rakennetaan. Laine (2010, 41) toteaaakin 5S-toimintatavan olevan varma tapa tuottavuuden ja laadun parantamiseen. Toimeksiantajalla on käytössä toimivaksi todettu 5S-toimintatapa ja ensimmäisiä askeleita itseohjautuvan kunnossapidon suorittamiseen oli jo otettu. Valvontakierrosten uudelleen organisointi oli käynnissäpidon näkökulmasta seuraava looginen askel. Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa prosessinhoitajien valvontakierrosten laatua, selkiyttää kierroksia ja parantaa dokumentointia. Valvontakierrosten osalta tarkasteltiin myös aiemmin tehtyä valvontakierrosten riskiarviota ja se päivitettiin vastaamaan uutta toimintatapaa.

Valvontakierrosten tarkasteluun käytettiin ECM-analyysia. Analyysin avulla ennakkohuoltotöistä saatiin yleiskuva. Parempi ja tarkempi analyysitapa olisi ollut RCM:n FMEA-analyysi eli vika-vaikutusanalyysi ja siitä johdetut ennakoivan kunnossapidon tehtävät. Tämä olikin alkuperäinen suunnitelma, mutta suunnitelmasta luovuttiin resurssien riittämättömyydestä ja laitemäärän suuruudesta johtuen. ECM-analyysin avulla pystyttiin kuitenkin havaitsemaan, että käytössä ollut

valvontakierros oli varsin toimiva, mutta riskiarvioinnin perusteella luovuttiin joistakin käytännöistä (esimerkiksi luukkujen avaamisesta käynnin aikana).

Tuloksena syntyi prosessinhoitajien valvontakierros, joka suoritetaan kerran viikossa ja dokumentoidaan sähköiselle lomakkeelle. Jokaisessa vuorossa suoritettava valvontakierros pidetään entisellään. Parhaimmillaan kerran viikossa suoritettava valvontakierros parantaa myös jokaisessa vuorossa suoritettavan valvontakierroksen laatua, kun prosessinhoitajat oppivat kiinnittämään uudella tavalla huomiota laitteista tarkkailtaviin kohteisiin. Oppimiselle pitää kuitenkin antaa aikaa ja valvontakierrosta kehitetään jatkossakin prosessinhoitajilta tulevien ehdotusten perusteella. Kolmen kuukauden koeajalla valvontakierroksia testataan käytännössä ja kokemusten perusteella käytäntöä hiotaan paremmaksi.

9.2 Tutkimuksen luotettavuus

Lähtötilanteen kartoittamista varten suoritettuun kyselyyn vastasi vain 44 %:ia prosessinhoitajista ja heidän tuuraajistaan, mitä voidaan pitää melko alhaisena vastausprosenttina. Syitä alhaiseen vastausprosenttiin voi olla monia. Koettiin kyselyyn vastaamisella olevan merkitystä valvontakierrosten suunnittelussa? Voi olla, että aikaisempien kokemusten perusteella kyselyyn ei haluttu vastata, jos hyötyjä ei ole pystytty todentamaan. Toki voi olla, että kyselyyn vastaaminen on vain unohtunut tai sopivaa väliä vastaamiselle ei ole ollut. Korkeampi vastausprosentti olisi kuitenkin lisännyt tutkimuksen luotettavuutta. Kyselyn vastauksia on pyritty käsittelemään siten, että puolueettomuus säilyy koosteessa.

Tutkimuksen aineisto koostuu kvalitatiivisista aineistoista, mikä vaikeuttaa aineiston käsittelyä. Puolueettomuutta voi olla lisäksi vaikea säilyttää, varsinkin kun tutkimuksen kohde on läheinen tutkimuksen tekijälle. Tutkimuksen aikana pidettiin päiväkirjaa, johon kirjattiin ylös tutkimuksen eri vaiheita ja ajatuksia tutkimuksen kulusta. ECM-analyysin tulokset tarkastettiin yhdessä kunnossapitoasiantuntijan kanssa oikean tulkinnan varmentamiseksi. Opinnäytetyön luotettavuutta heikentää kuitenkin se, että analyysi on tehty yksin.

Tutkimuksen luotettavuuden parantamiseksi teoriapohjaa on rakennettu useiden erilaisten lähteiden varaan. Aiheesta on myös käyty keskusteluja sekä prosessinhoitajien että kunnossapidon ja tuotannon asiantuntijoiden kesken luotettavuuden parantamiseksi.

9.3 Jatkotoimenpiteet

Seuraavan kolmen kuukauden aikana rikastamalla testataan valvontakierroksien toimivuutta käytännössä. Samalla hiotaan valvontakierroksilta saatujen havaintojen käsittelytapaa. Pidemmällä koeajalla voidaan järjestelmää hioa paremmaksi ja opettaa prosessinhoitajia valvontakierrosten suorittamisessa. Tällä tavoin muutokselle annetaan aikaa, sillä kun käyttäjien vastuuta kunnon seuraamisesta lisätään, alkaa usein muutosvastarinta nousemaan.

Kun valvontakierrokset on saatu kunnolla käyttöön murskausosastolla ja tasausvarastolla, voidaan valvontakierrosmallia laajentaa osaprosessi kerrallaan myös rikastamon muihin prosesseihin. Järjestelmä on myös käyttökelpoinen Yaran Siilinjärven muille osastoille, mikäli osastoilla on halukkuutta järjestelmän käyttöönottoon. Tulevaisuudessa voitaisiin myös harkita valvontakierrosten kirjaamista toiminnanohjausjärjestelmään, mutta se vaatii toiminnanohjausjärjestelmän lisäkoulutusta prosessinhoitajille.

Lähteet

Agustiady, T. & Cudney, E. 2016. Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation Guide. Boca Raton: CRC Press. Viitattu 25.11.2021. <https://janet.finna.fi>, EBSCOhost Ebooks.

Beecroft, G., Duffy, G. & Moran, J. 2003. The Executive Guide to Improvement and Change. Milwaukee: ASQ Quality Press. Viitattu 1.10.2021. <https://janet.finna.fi>, Knovel.

The DSS Bradley Curve. 2019. Video. DuPont Sustainable Solutions. Viitattu 7.11.2021. <https://www.consultdss.com/bradley-curve-video/>

Gulati, R. & Smith, R. 2009. Maintenance and Reliability Best Practices. New York: Industrial Press. Viitattu 25.11.2021. <https://janet.finna.fi>, Google Books.

Heinonkoski, R. 2013. Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito. Helsinki: Opetushallitus.

Kananen, J. 2014. Toimintatutkimus kehittämistutkimuksen muotona. Miten kirjoitan toimintatutkimuksen opinnäytetyönä? Suomen Yliopistopaino. Viitattu 20.10.2021. <https://tahtijulkaisut.pika-kirjakauppa.fi/>

Kortelainen, H., Komonen, K., Laitinen, J., Valkokari, P. & Hanski, J. 2021. Tietämysperusteinen elinjakson hallinta. 1.p. Helsinki: Promaint ry. Viitattu 7.10.2021. https://cris.vtt.fi/ws/portal-files/portal/44305471/Tiet_mysperusteinen_elinjakson_hallinta.pdf#page=97

Koivisto, K. 2018. Kuljetintekniikka. Helsinki: Books on Demand.

Järviö, J. 2007. Julkaisussa Kunnossapito. 4.p. Toim. J. Järviö. Helsinki: KP-Media Oy, 11–156.

Järviö, J. 2017. Julkaisussa Kunnossapito. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6.p. Helsinki: Promaint ry, 13–194.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito. Tuottavuutta käynnissäpidolla. 1.p. Helsinki: KP-Media.

Leinonen, P. 2009. Julkaisussa Kuntoon perustuva kunnossapito. Käsikirja. 1.p. Helsinki: KP-Media, 167–176.

L 738/2002. Työturvallisuuslaki. Viitattu 19.10.2021. <https://finlex.fi/fi/laki/smur/2002/20020738>

Metsäranta, S-P. 2020. Savukaasujärjestelmän teknisen rakenteen suunnittelu ja käynnissäpito-operaattorin kierroksen laatiminen. Opinnäytetyö, AMK. Vaasan ammattikorkeakoulu, tekniikan ala, konetekniikan koulutusohjelma. Viitattu 19.12.2021. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/333486/Savukaasuj%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20teknisen%20rakenteen%20suunnittelu%20ja%20k%C3%A4ynniss%C3%A4pito-operaattorin%20kierroksen%20laatiminen.pdf?sequence=2>

Mikkonen, H & Komonen, K. 2009. Julkaisussa Kuntoon perustuva kunnossapito. Käsikirja. 1.p. Helsinki: KP-Media, 69–94.

Mikkonen, H. 2009. Julkaisussa Kuntoon perustuva kunnossapito. Käsikirja. 1.p. Helsinki: KP-Media, 25–48, 95–165.

Nyholm, J. 2021. Mitä on ennakoiva kunnossapito? Ohjelmistoyhtiö Pinjan blogi. Julkaistu 11.5.2021. Viitattu 18.10.2021 <https://blog.pinja.com/mita-on-ennakoiva-kunnossapito>

Porkka, P. 2012. Harjavallan teollisuuspuiston turvallisuuskulttuurin kartoitus. Pro-Turva projektin loppuraportti. Tutkimus. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 25.10.2021. <https://oma.tsr.fi/api/projects/ca1e29fd-a653-4065-9afc-0a34d2929cad/attachment/dc557eb4-df8b-47cf-8aca-31da64f420be>

PSK 6201:2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Aihealueet: kunnossapito. PSK Standardoimisyhdistys ry. Viitattu 23.9.2021. <https://janet.finna.fi>, PSK Standardit.

PSK 7501:2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. Aihealueet: kunnossapito. PSK Standardoimisyhdistys ry. Viitattu 28.9.2021. <https://janet.finna.fi>, PSK Standardit.

Reiman, T., Pietikäinen, T. & Oedewald, P. 2008. Turvallisuuskulttuuri. Teoria ja arviointi. VTT. Viitattu 4.11.2021. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/2008/P700.pdf>

Riskienhallinta. N.d. Työturvallisuuspakki. Rakennusteollisuus ry. Viitattu 14.11.2021. <https://xn--tyturvallisuuspakki-r6b.fi/riskienhallinta/>

Routio, P. 2006. Tuotetiede – Tuotteiden kehittämistä avustava tutkimus. Viitattu 20.10.2021. <https://docplayer.fi/2843619-Routio-tuotetiede-tuotteiden-kehittamista-avustava-tutkimus.html>

Saari, P. 2021. Kunnossapidolla kilpailukykyä teollisuuteen ja koko kansantalouteen. Promaint 3, 11–13. Viitattu 7.10.2021. <https://www.yumpu.com/fi/document/read/65873253/promaint-lehti-3-2021>

Salmijärvi, T. 2013. Laitosmieskierrosten luominen DuPontin Jämsänkosken tehtaalle. Opinnäyte-työ, AMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ala, paperikoneteknologian koulutusohjelma. Viitattu 19.12.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/63958/Salmijarvi_Tomi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Safety climate and safety culture. N.d. Queensland Government. Viitattu 25.10.2021. <https://www.worksafe.qld.gov.au/safety-and-prevention/creating-safe-work/safety-leadership-and-culture/safety-climate-and-safety-culture>

SFS-EN 617 + A1:2002. Kuljetinlaitteet ja -järjestelmät. Turvallisuusvaatimukset ja sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset. Massatavaran varastointi siiloissa, bunkkereissa, säiliöissä ja suppiloissa. Aihealueet: turvallisuus. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 4.3.2002. Viitattu 15.11.2021. <https://janet.finna.fi>, SFS Online.

SFS-EN 13306:2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologiaa. Aihealueet: kunnossapito. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 8.12.2017. Viitattu 23.9.2021. <https://janet.finna.fi>, SFS Online.

SH Reciprocating plate feeders. 2021. Sandvik. Viitattu 10.12.2021. <https://www.rocktechnology.sandvik/en/products/stationary-crushers-and-screens/stationary-screens-and-feeders/sh-reciprocating-plate-feeders/>

Siirilä, T. & Tytykoski, K. 2016. Koneturvallisuuden käsikirja. Keuruu: Otavan kirjapaino

Smith, A. & Hinchcliffe, G. 2004. RCM. Gateway to world class maintenance. Amsterdam: Butterworth-Heinemann. Viitattu 13.12.2021. <https://janet.finna.fi>, Ebook Central.

Suojanen, U. 2004. Toimintatutkimus ammatillisen kehittymisen välineenä. Menetelmäartikkeli Metodixin verkkosivuilla. Viitattu 20.10.2021. <https://metodix.fi/2014/05/19/suojanen-toimintatutkimus/>

Taskinen, J. 2021. Turvallisuus on kilpailuvaltti. Viitattu 25.10.2021. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/tyoturvallisuus/2020-kilpailut/yara-turvallisuus-on-kilpailuvaltti.pdf>

Turvallisuuskulttuurin kehitysaskeleet ja Bradley'n käyrä. N.d. Video. HSEQ Online. Viitattu 25.10.2021. <https://www.hseonline.fi/node/117>

Tolonen, S. 2011. Julkaisussa Kaivos- ja louhintatekniikka. 2.p. Toim. A. Hakapää & P. Lappalainen. Helsinki: Opetushallitus, 329–346.

Työturvallisuus- ja työterveysriskien tunnistaminen ja arviointi. N.d. Työturvallisuuskeskus. Viitattu 14.11.2021. https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyosuojelu_tyopaikalla/vastuut_ja_velvoitteet/tyon_vaarojen_selvittaminen_ja_arviointi#7e7dc7b7

What is Safety Culture? 2015. Video. Kertoja: Jennifer Webster. Youtube-videopalvelu. Julkaistu 16.11.2015. Viitattu 25.10.2021. <https://www.youtube.com/watch?v=mNbKEWuh814>

Yara Suomessa ja maailmalla. 2021. Yaran sisäinen esittelymateriaali. Viitattu 28.11.2021.

Liitteet

Liite 1. Lähtötilanteen kartoittamisen vastauslomake

Prosessinhoitajien valvontakierrosten kehittäminen

Tämän kyselyn tarkoituksena on kartoittaa nykyisen ohjaamon seinällä olevaan listaan kuitattavan valvontakierrosmallin ongelmakohtia. Vastausten avulla pyritään kehittämään valvontakierrosta ja sen dokumentointia siten, että se palvelisi kunnossapidon ja tuotannon tarpeita paremmin.

...

Hei, Sanna-Mari. Kun lähetät tämän lomakkeen, omistaja näkee nimesi ja sähköpostiosoitteesi.

1. Mikä nykyisessä valvontakierrosmallissa toimii/ei toimi. Perustele vastauksesi

Kirjoita vastaus

2. Miten kehittäisit valvontakierrosta?

Kirjoita vastaus

3. Kuinka hyvin mielestäsi nykyinen dokumentoititapa palvelee kunnossapitoa/tuotantoa?

Kirjoita vastaus

4. Miten kehittäisit valvontakierrosten dokumentointia?

Kirjoita vastaus

Lähetä

Liite 2. ECM-analyysi

Nykyinen EH-toimenpide	Laite	Vikamuoto, johon ennakkohuoltotoimenpide kohdistuu	Vian vaikutusten kuvaus	Onko EH-toimenpide toiminut tehokkaasti?	Säilytetäänkö, sallitaanko vikaantuminen, muutetaanko toimenpidettä?	Kuvaile muutokset toimenpiteeseen ja aikaväliin
Toimintopaikka: Voiman välitys						
Kiilahihnojen tarkastus	Kaikki laitteet, joissa kiilahihnat voimavälitykseen	Kiilahihnat vaurioituneet tai katkenneet	voimavälityksen katkeaminen	kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastusväliä. Kiilahihnat tarkastetaan kerran viikossa visuaalisesti
Vaihdelaatikon tarkastus (ulkoapäin)	Kaikki laitteet, joissa vaihdelaatikko	Vaihdelaatikon tiiviste vuotaa	Vaihdelaatikon rikkoontuminen	ei	muutetaan	Muutetaan toimintatapaa. Dokumentoidaan vaihdelaatikoiden ulkopuolen puhtaus viikottain.
Sähkömoottorin tarkastus	Kaikki laitteet, joissa sähkömoottori	Sähkömoottorin ylikuorma	moottorin vikaantuminen	ei	muutetaan	Tarkastetaan 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Kytkimien tarkastus	Kaikki laitteet, joissa kytkin	Jäähdytyksen heikkeneminen	Vaihdelaatikon rikkoontuminen	ei	muutetaan	Tarkastetaan 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Laakeripesien tarkastus	Kaikki laitteet, joissa laakeripesiä	Laakeripesän kuumuminen	Laakerivauriot	ei	muutetaan	
Vaihteiden vuositarkastus	Kaikki vaihteet	Vaihteen vikaantuminen		kyllä	säilytetään	
Konesuojauksien tarkastus	Kaikki laitteet, joissa on konesuojauksia	Konesuojauksia irti	Työturvallisuus	ei	muutetaan	Tarkastetaan 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot

Toimintopaikka: Hihnakuuljetin						
Kuljetinhihnan tarkastus	Hihnakuuljettimet	Hihnassa vaurioita, sauma huono	Hihnan katkeminen, ripettää paluuhihnalle	kyllä	säilytetään	Tarkastetaan 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Kiristuksen tarkastus	Hihnakuuljettimet	Hihna löysällä	Hihnakuuljetin ajaa reunaan	kyllä	säilytetään	Tarkastetaan 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Hihnakuuljetin rungon tarkastus (KA1160)	Hihnakuuljettimet	Kehto irti katosta	Vaijerin katkeaminen	kyllä	säilytetään	Tarkastetaan 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Kaavauksen tarkastaminen	Hihnakuuljettimet	Kaavari kulunut/harjat kuluneet	Kuljetinhihnan vaurioituminen	kyllä	säilytetään	Tarkastetaan 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Reunakumiin/-peltien tarkastaminen	Hihnakuuljettimet	Reunakumit kuluneet/reunapelleissä reikiä	Pölyäminen	kyllä	säilytetään	Tarkastetaan 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Veto/taittorummun tarkastus	Hihnakuuljettimet	Pinnoitus irti		kyllä	säilytetään	Tarkastetaan 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Rullastojen tarkastaminen	Hihnakuuljettimet	Rullastojen laakeroinnin rikkoontuminen/rullastojen irtoaminen kiinnikkeistä	Kuljetinhihnan vaurioituminen	kyllä	säilytetään	Tarkastus päivittäin
Vaakojen taaraus	Hihnakuuljettimet	Vaaka näyttää väärää lukemia		kyllä	säilytetään	
Hihnakuuljettimien öljyhuollot	Hihnakuuljettimet	Vaihdelaatikon vauriot	Vaihdelaatikon rikkoontuminen	kyllä	säilytetään	
Vetotelojen määräaikaistarkastukset	Hihnakuuljettimet	Akselin katkeaminen, pinnoituksen kuluminen	Telan särkyminen	kyllä	säilytetään	Kunnossapidon suorittama
Kuljettimien määräaikaistarkastukset	Hihnakuuljettimet	Kuljetinhihnan vauriot	Kuljetinhihnan rikkoontuminen ennen aikaisesta	kyllä	säilytetään	Kunnossapidon suorittama
Nestekytkimien öljynvaihto (KA1550)	Hihnakuuljettimet	Öljyn ikääntyminen	Voiteluominaisuuksien heikkeneminen	kyllä	säilytetään	Kunnossapidon suorittama
Reunarajojen tarkastus	Hihnakuuljettimet	Reunaraja ei toimi	Kuljetin ei pysähdy	kyllä	säilytetään	
Hätäseis-tarkastus	Hihnakuuljettimet	Hätäseis ei toimi	Kuljetin ei pysähdy	kyllä	säilytetään	
Kannatinrakenteiden tarkastus (KA1160)	Hihnakuuljettimet	Hihnakuuljetin rungossa vaurioita		kyllä	säilytetään	Kunnossapidon suorittama
Suppiloiden tarkastus	Hihnakuuljettimet	Suppiloissa vuotoja	Pölyäminen	kyllä	säilytetään	

Toimintopaikka: murskat						
Karan rungon tarkastus	murska	Rungon pultteja poikki	Rungon särkyminen	kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastusväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Karan kidan tarkastus	murska	Kulutuspaloja irti	Kuljetinhihnan vaurioituminen	ei	muutetaan	Tarkastetaan karan kidan kunto silmämääräisesti 1 krt/vko
Murskien öljykoneikoiden tarkastus	murska	Murskan öljyt ja tiivistevedet sekaisin	Murskan kiinni leikkautuminen	kyllä	säilytetään	Tarkastus päivittäin
KA1320 mutasihdin tarkastus	murska	Öljyn jäähdytyksen heikkeneminen	Liian lämmin öljy	kyllä	säilytetään	Dokumentoidaan havainnot
Murskien väliakselin tarkastus	murska	Laakerivaurio	Kuumuminen/tärinä	ei	muutetaan	Muutetaan tarkastusväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Sylintereiden tarkastus	murska	Öljyvuodot	Välyksen säätö ei onnistu	kyllä	säilytetään	Tarkastus 1krt/vko välyksien mittauksen yhteydessä
Huippulaakerin öljynvaihto	murska	Laakerien vikaantuminen	Kiinni leikkaantuminen	kyllä	säilytetään	
Karamurska tarkastus	murska	Kulutuspaloja irti	Kuljetinhihnan vaurioituminen	kyllä	säilytetään	
Murskien öljyhuollot	murska	Laakerien vikaantuminen	Kiinni leikkaantuminen	kyllä	säilytetään	
Murskien ilmansuodattimien vaihdot	murska	Ilmatiivistys puutteellinen	Kiertovoiteluöljy väärässä paikassa	kyllä	säilytetään	
Murskan alarungon tarkastus	murska			kyllä	säilytetään	
Murskatarkastukset	murska	Kulutusosien loppunkuluminen/muut murskien sisäpuoliset vauriot	Murskan särkyminen	kyllä	säilytetään	
Murskien öljysuodattimien vaihdot	murska	Öljyn puhtauden ylläpito	Laakerivauriot	kyllä	säilytetään	
Lämmönvaihtimien spuulaukset	murska	Öljyn jäähdytyksen heikentyminen	Liian lämmin öljy	kyllä	säilytetään	

Toimintopaikka: purkauslaite						
Ketjun tarkastus	purkauslaite	Ketjuvaurio	Ketjun katkeaminen	Kyllä	säilytetään	Joka vuorossa
Kolien tarkastus	purkauslaite	Kolien irtoaminen	Kuljetinhihnan vaurioituminen	Kyllä	säilytetään	Joka vuorossa
Kiskojen tarkastus	purkauslaite	Kiskonpätäkät irti toisistaan	purkauslaitteen liikkumisen vaikeus kiskoilla	Kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastuväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Kiskojen harjauksen tarkastus	purkauslaite	Harjat kuluneet	purkauslaitteen liikkumisen vaikeus kiskoilla	Kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastuväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Ketjun tarkastus öljyputkien tarkastus	purkauslaite	Ketjuvaurio	Ketjun katkeaminen	Kyllä	säilytetään	Tarkastus päivittäin
Rasvatynnyrin tarkastus	purkauslaite	Rasvausautomaatiikka häiriössä	purkauslaitteen liikkumisen vaikeus kiskoilla	Kyllä	säilytetään	Tarkastus päivittäin
Vaihdelaatikon tarkastus (ulkoapäin)	purkauslaite	Vaihdelaatikon rikkoontuminen	Laitteen pysähtyminen	Kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastuväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Toimintopaikka: kasauslaite						
Kiskojen tarkastus	Kasauslaite	Kiskonpätäkät irti toisistaan	purkauslaitteen liikkumisen vaikeus kiskoilla	Kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastuväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Rasvatynnyrin tarkastus	Kasauslaite	Rasvausautomaatiikka häiriössä	purkauslaitteen liikkumisen vaikeus kiskoilla	Kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastuväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Suppilon tarkastus	Kasauslaite	Suppilo tukossa	Malmin kasaus häiriytyy	Kyllä	säilytetään	Tarkastus päivittäin
Toiminnan tarkastelu	Kasauslaite	Vääränlainen kasaustapa	Purkauslaitteen toiminta häiriintyy	Kyllä	säilytetään	Tarkastus päivittäin
Muuten kuten hihnakuljettimet						

Toimintopaikka: vaunusyöttimet						
Sylinterin tarkastus	vaunusyötin	Sylinteri vuotaa, tapit väljät	Toiminnan heikkeneminen	Kyllä	säilytetään	Tarkastus päivittäin
Kulutuspalojen kiinnityksien tarkastus ulkoapäin	vaunusyötin	Kulutuspalojen pultteja poikki	Kuljetinhihnan vaurio	kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastuväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Poistosupplon tarkastus	vaunusyötin	Kuljetinhihna ohjautuu reunaan	Kuljetinhihnan vaurio	kyllä	säilytetään	
Kannatinpyörien tarkastus	vaunusyötin	Kannatinpyörät eivät pyöri	Vaunusyöttimen liike rajoittunutta	kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastuväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Vaunusyöttimien öljyhuollot	vaunusyötin			kyllä	säilytetään	
Liukupalkkien tarkastus	vaunusyötin	Ketjut poikki/vaurioituneet	Iskun vastaanotto-kyky heikentynyt	kyllä	säilytetään	Muutetaan tarkastuväliä 1 krt/vko. Dokumentoidaan havainnot
Toimintopaikka:seulat						
Seulatarkastus	seulat	Seulaverkkoja rikki	Liian isoja kiviä tasausvarastolle	kyllä	säilytetään	
	seulat	Rungossa säröjä	Seulan rikkoontuminen	kyllä	säilytetään	
	seulat	Suppiloista kulutuspalaa irti	Murskan rikkoontuminen	kyllä	säilytetään	
Akselien öljynvaihto	seulat	Laakerivaurio	Kiinnileikkautuminen	kyllä	säilytetään	
Kytinkumien vaihto	seulat	Kytikumat kappaleina	Seulomisen loppuminen	kyllä	säilytetään	
Muuten kuten voimanvälitys						
Toimintopaikka: voitelujärjestelmät öljyhuoneessa						
Öljyn tarkastus öljysäiliöistä	Murskat/vaunusyöttimet	Öljyn värin/koostumuksen muutokset	Toiminnan häiriöt, laakerivauriot	kyllä	säilytetään	

Liite 3. Riskiarvio

Yara Suomi Oy		Valvontakierrosten riskinarviointi				Projekti							
Siilinjärvi							Prosessinohjaintien valvontakierrokset						
Työryhmä Sva, Mirä, JMY							Pvm	16.12.2021					
			Toiminto										
			Osa-prosessi										
			Laitteisto										
			Kaavrit										
Työtehtävä		Nro	Ei-toivotut tapahtumat			Seuraukset		Nykyinen varautuminen	SOP- tai muuta ohjetta noudatettava	Riski	Muut huomiot		
Nimi		Kuvaus tapahtumasta		Syy	Todennäköisyys		Kuvaus	Vakavuus					
Valvontakierros kentällä joka vuorossa			Kompastuminen / liukastuminen, osuma vasten kiinteään esteeseen (pää kattoon tms.), liikenne ulkoalueella ja kulkuväylillä, melu pöly	Kulkuväylän olosuhteet, huolimattomuus / tarkkaavaisuus			Yleisin seuraus pieni raajan nyrjähdys, FAI tms.		Kulkuväylien kunnossapito käynnin aikana (leikutukset, hiekoitukset), merkityt kulkuväylät, suojatiet, yleisperheytysmateriaali		Valvontakierrokset suoritetaan käynnin aikana visuaalisin keinoin, ilman luukujen, suojien yms. Poistamista. Huomiota ei kirjata jätesselmään		
Valvontakierros kentällä kerran viikossa			Kompastuminen / liukastuminen, osuma vasten kiinteään esteeseen (pää kattoon tms.), liikenne ulkoalueella ja kulkuväylillä, melu pöly. Huomioiden kirjaaminen sähköiselle alustalle.	Kulkuväylän olosuhteet, huolimattomuus / tarkkaavaisuus. Keskittymisen häiriintyminen.			Yleisin seuraus pieni raajan nyrjähdys, FAI tms.		Kulkuväylien kunnossapito käynnin aikana (leikutukset, hiekoitukset), merkityt kulkuväylät, suojatiet, yleisperheytysmateriaali		Valvontakierrokset suoritetaan käynnin aikana visuaalisin keinoin, ilman luukujen, suojien yms. Poistamista. Huomiota ei kirjata jätesselmään		