

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2022

Lassi Suikkanen

Kuorimon mekaanisten laitteiden kriittisyysluokittelu ja niiden varaosaselvitys

– Sappi Finland Oy



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2022 | 25 sivua

Lassi Suikkanen

Kuorimon mekaanisten laitteiden kriittisyysluokitus ja niiden varaosaselvitys

- Sappi Finland Oy

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Sappi Kirkniemen kuorimoalueen mekaanisten laitteiden kriittisyys PSK6800-standardin mukaan ja kriittisten laitteiden varaosaselvitys. Tavoitteena on parantaa tehtaan käyntivarmuutta tunnistamalla kriittisimmät kohteet ja selvittää näiden varaosien saatavuus. Nykyään monissa varaosissa on todella pitkät toimitusajat ja näin ollen ennakoiva varautuminen kriittisten laitteiden korjaamiseen häiriötilanteissa pienentää mahdollisten tuotantokatkosten pituutta.

Opinnäytetyön teoriaosassa tutkitaan kuorimoalueen prosessia ja kunnossapidon käsitteitä. Toiminnallinen osuus keskittyy kriittisten laitteiden sekä varaosien selvittämiseen ja tapoihin, miten ne on saatu selville. Toteutettu selvitys vaati paljon käytännön tietoa prosessista. Työtä tukivat Sappi Kirkniemen kunnossapitoinsinööri, päivämestari ja operaattorit alueella. Työn tuloksena syntyi konkreettinen käsitys toimeksiantajalle kuorimon alueen kriittisistä laitteista ja varaosatilanne kriittisille laitteille. Yhteensä kriittisiä toimintopaikkoja löytyi 58 kappaletta ja jokaiselle näille on listattu varaosat.

Asiasanat:

Käyntivarmuus, PSK6800-standardi, kunnossapito, kuorimo

Bachelor's | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2022 | 25 pages

Lassi Suikkanen

Criticality classification of the mechanical devices in debarking area and their spare parts statement

- Sappi Finland Oy

The aim of thesis is to determine the criticality of the mechanical devices and spare parts of the Sappi Kirkniemi mill in debarking area. The PSK 6800-standard is used to classify criticality. The aim is to improve the reliability. Identifying the most critical devices and determining the availability of these spare parts can be used to improve reliability. Many spare parts nowadays have very long delivery times and that is why preventive maintenance is important. Proactively preparing to repair devices in the event of breakdown will reduce the length of potential production stops.

My thesis consists of a theoretical and functional part. The theoretical part examines debarking area process and concepts of maintenance. The functional part consists of research to identify critical devices and spare parts. It goes through the ways in which this has been done. The research carried out required a lot of practical knowledge of the process. I was supported by Sappi Kirkniemi's maintenance engineer, area supervisor and operators. The result of the study, the client got an idea of which devices are the most critical and what is the spare parts situation for these devices.

Keywords:

Reliability, PSK 6800-standard, Maintenance, Debarking area

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
2 SAPPI	8
3 Kunnossapito	10
3.1 Kunnossapidon määritelmä	10
3.2 Kunnossapitolajit	11
3.3 Kunnossapito Kirkniemen tehtaalla	12
4 Massan valmistuksen tuotantoprosessi	14
4.1 Puunkäsittely	14
4.2 Puun vastaanotto ja katkaisu	14
4.3 Sulatus	15
4.4 Kuorinta	15
4.5 Haketus	15
4.6 Hakkeen seulonta	15
4.7 Mekaanisen massan valmistus	16
4.8 Hierteen valmistus	16
4.9 Hiokkeen valmistus	16
4.10 Kemihierteen valmistus	17
4.11 Valkaisu	17
5 Mekaanisten laitteiden kriittisyysluokitus	18
5.1 Mekaanisten laitteiden kriittisyysluokittelu PSK6800-standardin mukaan	18
5.2 Kriittisyysluokittelun toteutus	21
6 Varaosien selvitys kriittisille laitteille	23
7 Pohdinta ja loppupäätelmä	24
Lähteet	25

Liitteet

Liite 1: Kriittisyysindeksin laskentataulukko PSK6800-standardin mukaan

Liite 2: Raja-arvon ylittäneet toimintopaikat

Kuvat

Kuva 1. Sappin toimipisteet maailmalla (Sappi 2021b)	8
Kuva 2. Kirkniemen tehdas (Sappi 2021c)	9
Kuva 3. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 -standardin mukaan (Järviö ym. 2007, 47)	11
Kuva 4. Kunnossapitolajit PSK7501-standardin mukaan (Järviö ym. 2007, 48)	12
Kuva 5. SAP-toiminnanohjausjärjestelmä	13
Kuva 6. Puun käsittely tuotantoprosessi (Knowpap 2021b.)	14

Taulukot

Taulukko 1. PSK6800-standardin kriittisyysluokittelun arviointi vaiheet. (PSK 6800-standardi, 2008)	19
Taulukko 2. Laitetason kriittisyyden tekijät (PSK6800-standardi, 2008)	20
Taulukko 3. Varaosalistaus	23

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

BCTMP	(Bleached Chemithermomechanical Pulp) valkaistu kemikuumahierre
CMP	(Chemimechanical Pulp) kemihierre
CTMP	(Chemithermomechanical Pulp) kuumakemihierre
PSK	Teollisuuden standardisoinnin kehitysyksikkö (PSK Standardisointiyhdistys ry).
SAP	Toiminnanohjausjärjestelmä
Sappi	South Africa Pulp and Paper Industries
SFS	Suomen standardisoimisliitto ry
Seisokkityö	Tuotannon tila, jolloin kohteelle on mahdollista tehdä kunnossapidon töitä.

1 Johdanto

Teollisuudessa tavoitellaan mahdollisimman korkeaa käytävyyttä ja vikatilanteiden ennaltaehkäisemisestä. Vikaantumiset ja häiriöt vaikuttavat kuorimon alueella suoraan mekaanisen massan tuotantoon. Pahimmassa tapauksessa ne aiheuttavat suuria tuotannon menetyksiä ja toimitusaikojen viivästyksiä.

Kriittisyysluokittelun ja varaosaselvityksen avulla saadaan selville laitteet, jotka ovat kriittisimpiä. Tiedon avulla kyseisten toimintopaikkojen tullessa esille voidaan panostaa näiden ennakkohoitoon ja hankkia tarvittavat varaosat tarpeeksi ajoissa.

Kriittisyysluokittelussa käytettiin apuna PSK6800-standardia ja valmista excel-pohjaa, johon listattiin SAP-järjestelmästä toimintopaikat kuorimolta. Varaosalistaus tehtiin SAP-järjestelmään luotujen toimintopaikkojen rakenneluettelosta, johon on listattu, mitä varaosia kyseinen toimintopaikka sisältää.

2 SAPPI

Sappi - South African Pulp and Paper Industries on perustettu Etelä-Afrikkaan vuonna 1936. Sappi on kansainvälinen puukuituyhtiö, joka tarjoaa asiakkailleen paperiteollisuuden tuotteita yli 150 maassa. (Sappi 2021a.)

Sappi on maailmalla johtava puukuitupohjaisista uusiutuvista materiaaleista valmistettujen arkipäiväisten tuotteiden toimittaja. Sappilla on maailmalla yli 12 800 työntekijää, 35 eri maassa, kolmella eri mantereella. Tehtaat tuottavat vuodessa yhteensä 5,7 miljoonaa tonnia paperia, 2,4 miljoonaa tonnia paperimassaa ja 1,4 miljoonaa tonnia sellua. (Sappi 2021b.)



Kuva 1. Sappin toimipisteet maailmalla (Sappi 2021b)

Sappi Kirkniemen tehtaan sijainti on Lohjalla, Länsi-Uusimaalla. Kirkniemessä on työntekijöitä noin 550. (Sappi 2021c.)



Kuva 2. Kirkniemen tehdas (Sappi 2021c)

Kirkniemen tehtaaseen kuuluu kolme paperikonelinjaa, massaosasto, voimalaitos ja jätevedenpuhdistamo. Vuosittainen tuotanto on kaikilla kolmella paperikoneella noin 750 000 tonnia korkealaatuisia Galerie-papereita. Galerie-paperit on räätälöity julkaisu ja -mainontakäyttöön. (Sappi 2021c.)

Kaikkien Sappilla työskentelvien ja Sappin läheisyydessä työskentelevien turvallisuus on ensisijaisen tärkeää. Turvallisuuden jatkuvaan parantamiseen kuuluu turvallisuuskäyttäytymisen parantaminen ja kestävä turvallisuskulttuurin rakentaminen.

Tavoite on nolla tapaturmaa. Kaikki tehtaalla työskentelevät, mukaan lukien yhteistyökumppanit, ovat velvollisia noudattamaan Sappi Kirkniemen turvallisussääntöjä ja -periaatteita.

3 Kunnossapito

Kunnossapidon tärkeimpänä tehtävänä nykäsityksen mukaan on pyrkiä pitämään laitteet toimintakunnossa. Kunnossapitoon kuuluu rikkimenneiden laitteiden ja komponenttien korjaava toiminta. Pelkkä korjaustoiminta itsessään ei ole kunnossapidon päätehtävä. Kunnossapito ei ole lisäkustannus eri tuotantolaitoksille vaan nykäsityksen mukaan tuotannon tekijä. Kunnossapidon avulla varmistetaan kilpailukyvyyn säilyminen tehtailla. Tehtaiden tuotanto riippuu täysin siitä, miten laitteet pysyvät kunnossa. (Mikkonen 2009, 25.)

3.1 Kunnossapidon määritelmä

Kunnossapitoa määritellään eri tavoin. Järviä ja Lehtiö (2012, 17–18) määrittelevät kunnossapidon SFS- ja PSK-standardeilla seuraavasti:

SFS-EN 13306:2010 -standardi:

Kunnossapito

Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.

PSK 6201:2011

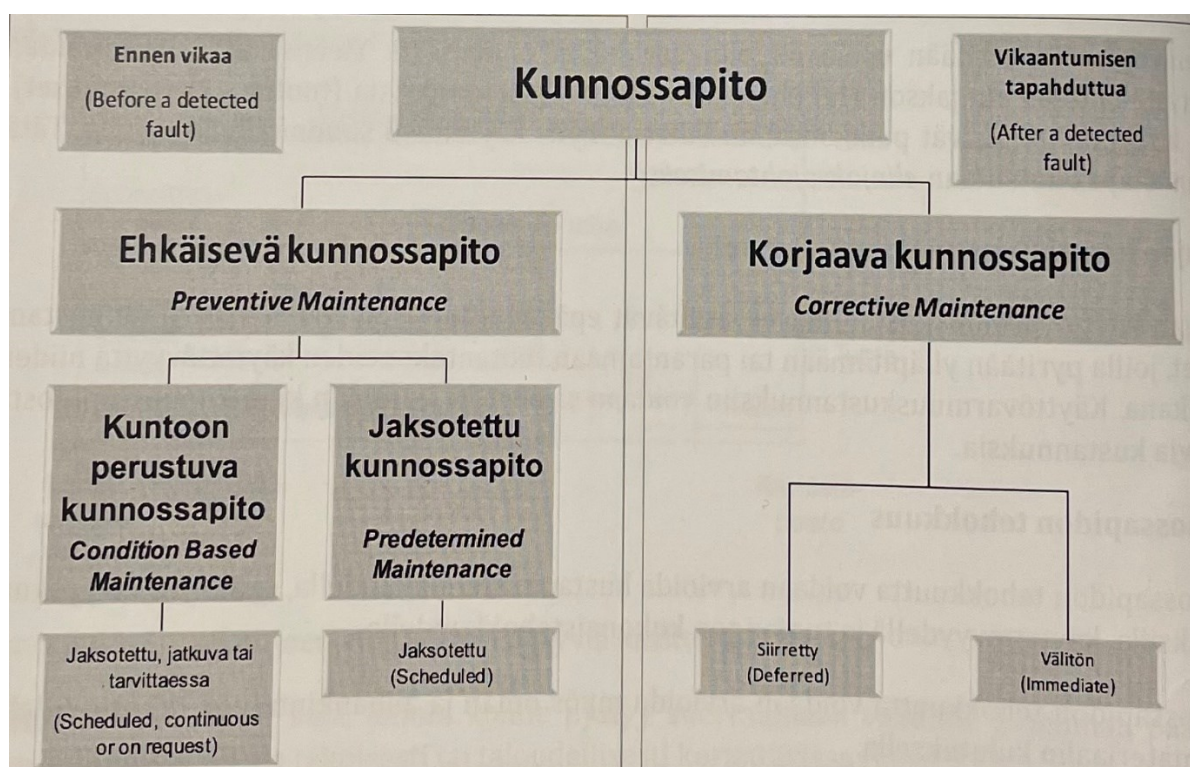
Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai paluttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.

Yleisesti ja suurpiirteittäin monet määritelmät muistuttavat paljon toisiaan. Lähtökohtaisesti voidaan kuitenkin ajatella, että näissä toistuvat samat perusoletukset. Kunnossapidon tarkoituksena on laitteiden kunnostus ja varmistua siitä,

että laitteet pysyvät käynnissä. Pelkän kunnostamisen ja teknisten suoritusten lisäksi tärkeää on hallinta ja johtaminen. (Mikkonen 2009, 26.)

3.2 Kunnossapitolajit

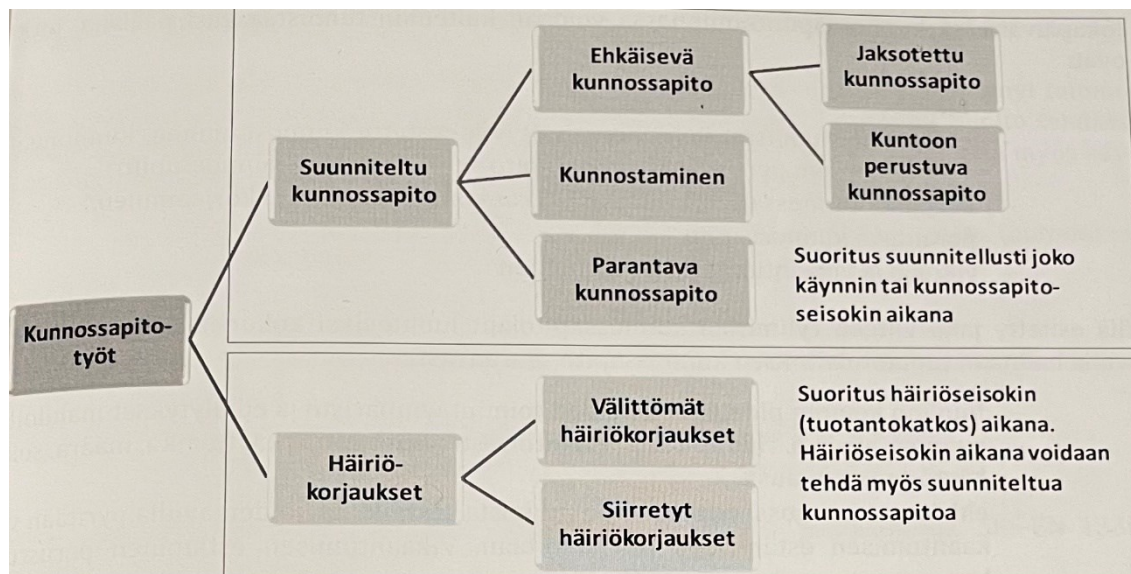
Kunnossapitolajit on esitetty PSK- ja SFS-standardeissa hieman eri tavalla. SFS-EN 13306 -standardissa (kuva 3.) on jaettu toimenpide vian havaitsemisen mukaan. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy toimenpiteet, jotka suoritetaan ennen vikaantumisesta aiheutuvaa laitteen toiminnan pysähtymistä. (Järviö ym. 2007, 47.)



Kuva 3. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 -standardin mukaan (Järviö ym. 2007, 47)

PSK7501-standardi määrittelee lajit kahteen pääluokkaan hieman eri tavalla kuin SFS:ssä. Nämä ovat suunnitellut ja suunnittelemattomat eli niin sanotut häiriökorjaukset. Häiriökorjauksiin kuuluu välittömät ja siirretyt häiriökorjaukset,

riippuen, mikä vaikutus tällä on tuotantoon. Suunniteltuun kunnossapitoon kuuluu ehkäisevä kunnossapito, kunnostaminen ja parantava kunnossapito. (Järviö ym. 2007, 47-48.)



Kuva 4. Kunnossapitolajit PSK7501-stadardin mukaan (Järviö ym. 2007, 48)

3.3 Kunnossapito Kirkniemen tehtaalla

Sappi Kirkniemin johto määrittää tavoitteet kunnossapidon strategialle, resursseille ja kunnossapidon kustannuksille. Kirkniemen kunnossapito perustuu omaan kunnossapitohenkilöstöön ja myös voimassa oleviin toimittajasopimuksiin sekä erikoisosaamiseen tarpeen mukaan. Jokaisella tehtaalla on omat kunnossapitoryhmänsä. Tarpeen mukaan henkilöstöä siirretään myös osastolta toiselle. Operatiivisen toiminnan johtamisesta vastaa työryhmien esimiehet. Kunnossapitotoiminnan tärkeimpänä työkaluna on tehtaalla käytössä oleva SAP-toiminnanohjausjärjestelmä. (Kuva 5.)

Kunnossapitostrategia Sappi Kirkniemellä perustuu ennakoivaan ja korjaavaan toimintaan. Päivittäisillä laitosiemistöiminnoilla ennakoidaan ja poistetaan alkevia häiriöitä. Mahdollisimman aikaisessa vaiheessa pyritään myös kunnonvalvonnalla ja tarkastuksissa etsimään kriittiset vikaantumiset. Mikäli havaitaan poikkeamia suoritetaan korjaus välittömästi mahdollisuuksien mukaan, tehdään

työtilaus ja raportoidaan tehty työ SAP-järjestelmään työtilaukselle. Usein kuitenkin joudutaan merkitsemään työ seisokkityöksi, jolloin se korjataan seisokkityölle osoitettuna ajankohtana. (SappiNet 2021.)

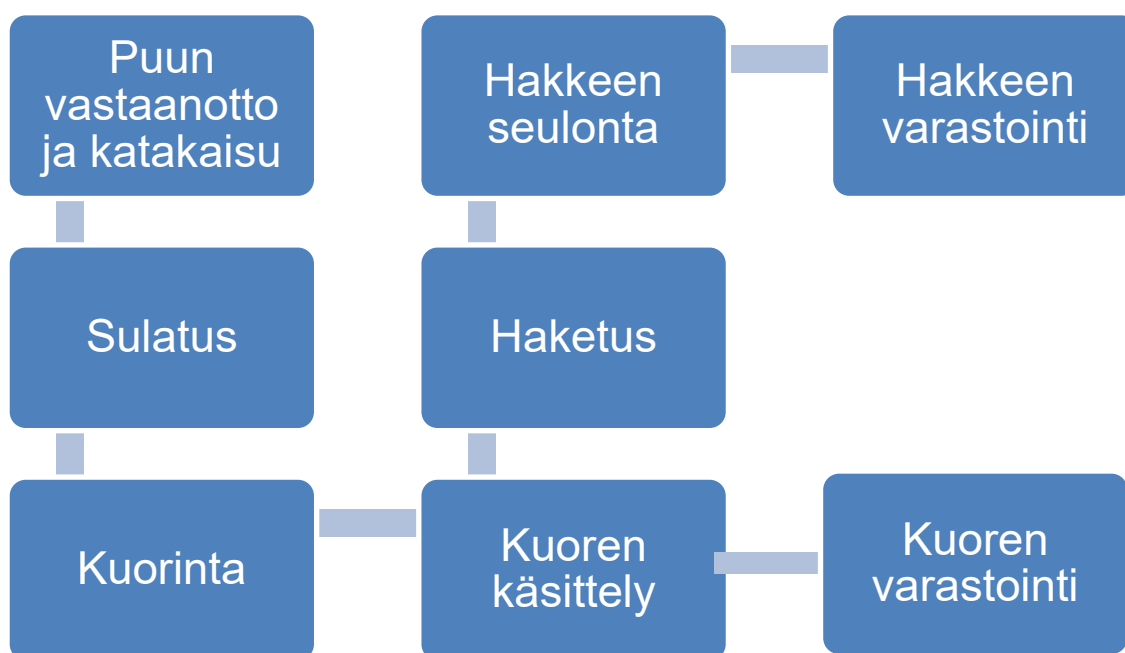


Kuva 5. SAP-toiminnanohjausjärjestelmä

4 Massan valmistuksen tuotantoprosessi

4.1 Puunkäsittely

Massan valmistusprosessi lähtee liikkeelle puun käsittelystä. Tähän prosessiin kuuluu puun vastaanotto, katkaisu, sulatus, kuoren käsittely, kuorinta, haketus, hakkeen seulonta, kuoren varastointi ja hakkeen varastointi. (Kuva 6.)



Kuva 6. Puun käsittely tuotantoprosessi (Knowpap 2021b.)

4.2 Puun vastaanotto ja katkaisu

Puut kuljetetaan tehtaalle yleensä rekalla tai junalla. Puut tuodaan pääosin vaapaamittaisina rankoina. Yleensä vain pieni osa vastaanotetusta puusta menee suoraan prosessiin. Puut varastoidaan isolle puukentälle, josta ne siirretään prosessiin. Kesällä puita kastellaan säännöllisin väliajoin, joka hidastaa niiden kuivumista. Peruseriaate on, että puu olisi mahdollisimman tuoretta, kun se siirtyy prosessiin. Puut katkaistaan halutun mittaisiksi ennen kuorimarumpuun syöttöä. (Knowpap 2021c.)

4.3 Sulatus

Jäätynyttä puuta ei sulateta kokonaan, koska se ei ole järkevää johtuen sulatusajasta ja kustannuksista. Kuorintaa varten riittää, että puusta sulatetaan vain kuorikerros. Tämä prosessi tapahtuu ennen puiden menoa kuorimarumpuun. (Knowpap 2021d.)

4.4 Kuorinta

Kuorinnan tehtävä on kuoria tarvittava määrä puita haluttuun puhtausmäärään mahdollisimman pienellä puuhäviöllä. Kuoren määrä vaikuttaa pöllistä ja hakkeesta saatavaan massan vaaleuteen. Kuorinta tapahtuu isoissa kuorimarumuissa. Kun kuorinta on suoritettu puut menevät linjan läpi missä puusta erotetaan vielä lopuksi jäljellä oleva kuori, kivet, hiekka, metalli, yli ja alisuuret puut. Tässä prosessissa puut pestään samalla ja niitä voidaan ohjata halutulla tavalla hiottavaksi tai haketettavaksi. (Knowpap 2021e.)

4.5 Haketus

Haketuksen tehtävänä on on tuottaa mahdollisimman hyvälaatuista ja homogeenistä haketta. Haketus on vaihe, joka on välttämätön jatkoprosessin kannalta. Haketta käytetään mekaanisen massan valmistuksessa. Haketta syntyy, kun pyörivät hakkuterät leikkaavat puiden päistä ellipsimäisiä kappaleita ja leikkausvoiman ansiosta halkeavat hakkeeksi. (Knowpap 2021f.)

4.6 Hakkeen seulonta

Hakkeen seulonnassa tarkoituksena on poistaa kaikki jatkoprosessin kannalta haitalliset jakeet. Ylisuuret jakeet voidaan pienentämisen jälkeen uudelleen käyttää varsinaisessa hakevirrassa. Purujae eli kaikkein pienintä seulottua tavaraa ei yleensä jatkoprosessissa käytetä, vaan ohjataan poltettavaksi. Kuinka

tarkkaa seulontaa on se määräytyy, mitä vaatimuksia massanvalmistusprosessissa tai jatko-prosessin edellytykset on hakkeelle. (Knowpap 2021g.)

4.7 Mekaanisen massan valmistus

Mekaaniset massanvalmistukset perustuvat puun ligniinin pehmittämiseen veden, lämmön ja jatkuvan mekaanisen rasituksen avulla. Mekaanisten kuidutusmenetelmien tarkoitus ei ole liottaa puusta mitään. Joitakin prosentteja vesiliukoisia uuteainetta ja muita komponentteja kuitenkin liukenee kuidutusprosessin aikana. Puuaineksesta irtautunut kuitumateriaali on yksi mekaanisen kuidutuksen osaprosessi. Mekaanista käsittelyä tehdään niin pitkään, että kuituuntumattomien osien eli tikkujen määrä on saatu tarpeeksi alas ja käsittelystä saatava massa on tarpeeksi hienojakoista. (Knowpap 2021h.)

4.8 Hierteen valmistus

Hierto on mekaanista massanvalmistusta. Lopputuotteena syntyy hierrettä. Hierto-prosessissa hakepalasia syötetään teräpintaisten jauhinlevyjen väliin. Jauhinlevyissä molemmat tai pelkästään toinen pyörii. Väli jauhinlevyjen välissä on hakepalasten kokoa pienempi ja pienenee kuitumateriaalin kulkusuuntaan nähden. Ennen jauhimessa tapahtuvaa kuidutusta hake esikäsitellään höyryllä noin 115–130 °C:n lämpötilassa 1,5–5 minuutin ajan. Lämpötilankorotuksella tavoitellaan vaikutusta kuitujen irtoamiseen, että kuidut irtoavat pidempinä ja saadaan pidempikuituista massaa. (Knowpap 2021h.)

4.9 Hiokkeen valmistus

Hionta on mekaanista massanvalmistusta. Lopputuotteena hionnasta syntyy hioketta. Hiontaan tuodaan kuoritut ja määrämittaan katkotut pölkyt. Periaatteena on, että pölkyt laitetaan pyörivää hiontakiveä vasten puun kuidut poikittain liikesuuntaan nähden. Tällä prosessilla saadaan pyörivän hiomakiven pinnassa

olevien rakeiden välityksellä siirrettyä energiaa puuhun ja puun kuidut irtoamaan. Tätä prosessia voidaan tehostaa paineella. (Knowpap 2021h.)

4.10 Kemihierteen valmistus

Massaominaisuuksiltaan kemihierre sijoittuu sellujen ja mekaanisten massojen väliin. Suurin ero kemihierteen ja normaaliin kuumahierteeeseen verrattuna on kemikaalikäsittely ennen kuidutusta. (Knowpap 2021h.)

Kemihierteestä käytettyjä lyhenteitä:

- CMP (Chemimechanical Pulp) kemihierre
- CTMP (Chemithermomechanical Pulp) kuumakemihierre
- BCTMP (Bleached Chemithermomechanical Pulp) valkaistu kemi-kuumahierre (Knowpap 2021h).

4.11 Valkaisu

Valkaisun pääasiallinen tavoite on mekaanisen massan vaaleuden ja puhtauden parantaminen. Prosesissa, jossa valmistetaan mekaanista massaa, kaikki puuainees jätetetään massaan ja se valkaistaan sellaisella tavalla, että siitä poistuu mahdollisimman vähän ligniiniä. Valkaisu tehdään hapettavilla tai pelkistävillä kemikaaleilla. Hapettava valkaisu tehdään yleensä vetyperoksidilla (H_2O_2) ja pelkistävä valkaisu on käytetty natriumditioniittia ($Na_2S_2O_4$). (Knowpap 2021h.)

5 Mekaanisten laitteiden kriittisyysluokitus

Kriittisyysluokittelun ensimmäisessä vaiheessa määritellään tarkasteltava alue. Tarkasteltavana alueena voi olla koko tehdas, yksittäinen osasto tehtaasta tai erikseen määritelty rajattu kohde. Jos kyseessä on laaja kokonaisuus, on hyvä määritellä osastokohtainen painoarvo vaikkapa tuotannon menetykselle. Tämän avulla voidaan määriteltäessä kriittisyyttä ottaa huomioon eri osastojen väliset kriittisyyskertoimet. Kun lähdetään arvioimaan laitekohtaista kriittisyyttä, tehdään se eri tekijöiden pohjalta työryhmäarviointina. (Mikkonen 2009, 148.)

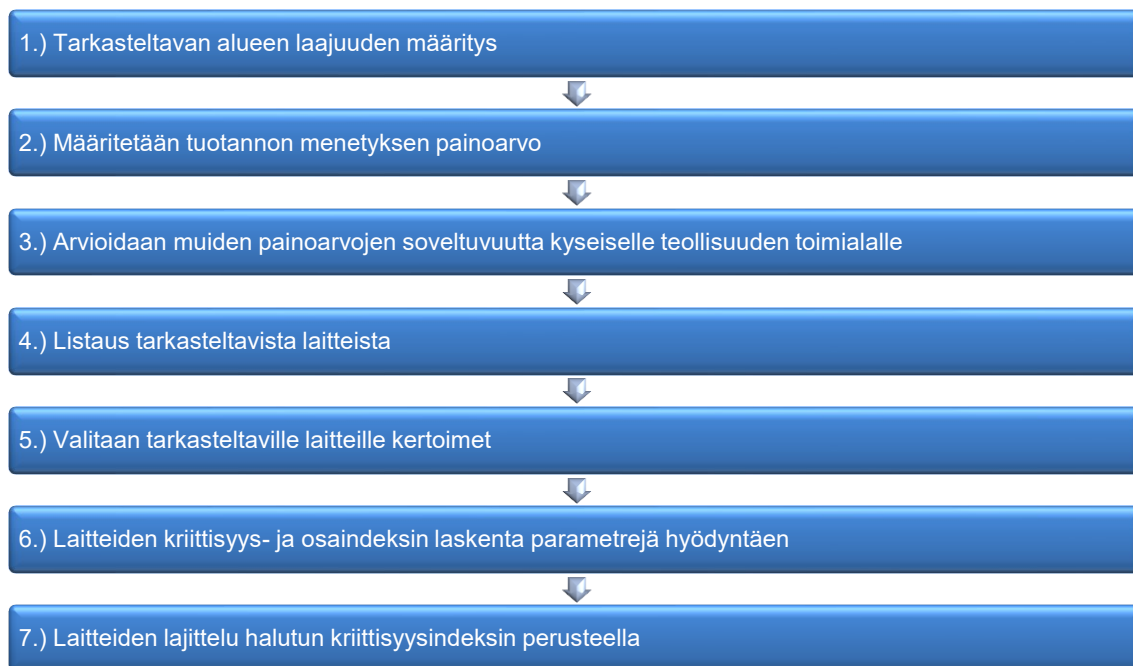
5.1 Mekaanisten laitteiden kriittisyysluokittelu PSK6800-standardin mukaan

PSK6800-standardi on tapa jolla määritetään teollisuudessa laitteiden kriittisyys. Kriittisyyden arvioinnissa otetaan huomioon turvallisuusriskit, ympäristöriskit, tuotannon menetys, laatukustannus ja korjauskustannukset.

PSK6800-standardin mukaista menetelmää käytetään lähtötilanteen määrittämiseksi osana kunnossapitosuunitelmaa. Sitä voidaan myös hyödyntää hankintavaiheessa määriteltäessä hankittavan kriittisen laitteen ominaisuuksia ja kriteereitä. Standardi on lähinnä keskittynyt luokitteluun taloudellisten vaikutusten perusteella. (PSK6800-standardi, 2008.)

Kriittisyyden arviointi sisältää seuraavat vaiheet:

Taulukko 1. PSK6800-standardin kriittisyysluokittelun arviointi vaiheet. (PSK 6800-standardi, 2008)



Kun lähdetään teollisuudessa arvioimaan laitteiden kriittisyyksiä PSK6800-standardin avulla käytetään yleensä seuraavia tekijöitä:

- Vikaväli
- Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset
- Tuotannon menetys
- Lopputuotteen laatukustannus
- Korjauskustannukset (PSK6800-standardi, 2008).

Taulukko 2. Laitetason kriittisyyden tekijät (PSK6800-standardi, 2008)

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 8 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	$M_s = 0$	Ei turvallisuusriskiä
			$M_s = 2$	Vähäinen turvallisuusriski
			$M_s = 4$	Kohtalainen turvallisuusriski
			$M_s = 8$	Merkittävä turvallisuusriski
			$M_s = 16$	Vakava turvallisuusriski
	Ympäristöriskit $W_e = 20$		$M_e = 0$	Ei ympäristöriskiä
			$M_e = 2$	Vähäinen ympäristöriski
			$M_e = 4$	Kohtalainen ympäristöriski
			$M_e = 8$	Merkittävä ympäristöriski
			$M_e = 16$	Vakava ympäristöriski
Tuotanto- ja ympäristövaikutukset	Tuotannon menetykset $W_p = 0 \dots 100$	$M_p = 0$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessille tai osastolle	
		$M_p = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi ≤ 3 h)	
		$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi ≤ 10 h)	
		$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)	
		$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi > 24 h)	
	Laatukustannus $W_q = 30$	$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.	
		$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 1 h)	
		$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 3 h)	
		$M_q = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)	
		$M_q = 4$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi > 8 h)	
Korjaus- tai seurauksenkustannukset $W_r = 20$	$M_r = 0$	Korjauskustannuksilla tai seurauksenkustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.		
	$M_r = 1$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 2 h)		
	$M_r = 2$	Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 10 h)		
	$M_r = 3$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)		
	$M_r = 4$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi > 24 h)		

Kriittisyys indeksi K lasketaan laitteelle kaavalla:

$$K = p \times (W_s \times M_s + W_e \times M_e + W_p \times M_p + W_q \times M_q + W_r \times M_r)$$

jossa,

p = laitteen vikaväli

W_s = turvallisuusriskien painoarvo, M_s = turvallisuusriskien kerroin

W_e = ympäristöriski, M_e = ympäristöriskien kerroin

W_p = tuotannon menetyksen painoarvo, M_p = tuotannonmenetyksen kerroin

W_q = laatukustannuksen painoarvo, M_q = laatukustannusten kerroin

W_r = korjauskustannusten painoarvo, M_r = korjauskustannusten kerroin (Mikkonen 2009, 148).

Taulukossa 2. painoarvot ovat kriittisyyden tekijöitä PSK6800-standardin mukaan ja ne ovat esimerkinomaisia. Kriittisyyskartoituksen ensimmäinen tehtävä on arvioida onko painoarvot sellaisenaan sopivia tutkittavalle teollisuuden toimialalle ja tarpeen mukaan niitä on syytä muuttaa. (Mikkonen 2009, 150.)

5.2 Kriittisyysluokittelun toteutus

Kriittisyysluokittelun aloittamiseksi piti ensin hakea SAP-järjestelmästä kaikki toimintopaikat kuorimon alta. Laitteiden toimintopaikkoja oli aluksi yhteensä 3872. Tämän jälkeen toimintopaikat tuotiin excel-tilukoon. Seuraavana oli vuorossa toimintopakkojen karsiminen, jotka eivät liity työhöni. Näitä toimintopaikkoja olivat esimerkiksi sähkö- ja automaatioon liittyvät positiot, venttiilit, yksittäiset rasva-annostelijat ja prosessiin liittyvät mittaukset. Mukaan otin vain suuremmat kokonaisuudet ja selkeästi mekaaniset laitteet. Lopullinen toimintopaikkojen määrä, jonka saimme yhdessä kunnossapitoinsinöörin ja alueen päivämestarin kanssa, oli 256 kappaletta. Toimintopaikat vietiin PSK6800-standardin mukaiseen taulukoon exceliin, jossa näille tehtiin laitekohtaisesti kriittisyys-tarkastelu. (Liite 1)

Kriittisyystarkastelu alkoi näille 256 toimintopaikalle selvittämällä jokaisen kohteen vikaantumisväli. Tämä selvitys tehtiin SAP-toiminnanohjausjärjestelmää apuna hyödyntäen. Järjestelmästä nähdään jokaisen toimintopaikan historia tehdyistä töistä ja kuinka usein laite on vikaantunut. Tämän avulla pystyttiin määrittelemään toimintopaikkakohtaisesti vikaantumisväli, joka on kertoimena kriittisyysindeksin laskemisessa.

Painoarvoja ja kertoimia valittaessa alueelle sopivaksi pidettiin palaveri yhdessä kunnossapitoinsinöörin ja alueen päivämestarin kanssa. Tämän jälkeen alkoi toimintopaikkakohtainen tarkastelu, jossa apuna oli tuotannonoperaattoreita,

kunnossapitoinsinööri ja alueen päivämestari. Heillä on laaja osaaminen prosessista sekä tuntemus laitteiden toiminnasta ja vaikutuksesta tuotantoon. Suurimpana painoarvona oli tuotannon menetys. Kriittisyysindeksin laskentaan otettiin myös mukaan turvallisuus, ympäristö ja lopputuotteen laatukustannus. Näiden painoarvot näkyvät Liitteessä 1. Korjauskustannukset jätettiin pois kriittisyystarkastelusta, koska tätä ei koettu tarpeelliseksi.

Lopullisena tuloksena 256 toimintopaikan joukosta löytyi 58 kappaletta kriittisiä toimintopaikkoja, jotka ylittivät asetetun raja-arvon 400 kriittisyysluokittelussa. (Liite 2.)

6 Varaosien selvitys kriittisille laitteille

Kun kriittisimmät 58 kohdetta saatiin selville, jokaiselle toimintopaikalle tehtiin varaosahaku SAP-järjestelmästä. SAP-järjestelmässä on jokaiselle toimintapaikalle tehty varaosalistaus ja siitä ilmenee, mikä kyseisen osan saldo on varastossa. Varaosalistauksessa hain toimintopaikan takaa rakenteesta näkyvät nimikkeet. SAP-järjestelmään monelle osalle, joita laitteissa on käytössä, on luotu nimike. Nämä nimikkeet ovat niitä osia, joita kyseinen toimintopaikka sisältää. Nimikkeen takaa löytyy aina osan nimitys. Määrä tarkoittaa sitä, kuinka monta kappaletta kyseistä nimikettä toimintopaikka sisältää. Listaukseen merkitsin osat kyllä- tai ei-vaihtoehdolla. Kyllä tarkoittaa sitä, että varaosa löytyy kohteeseen täydellisenä, eli niitä on sen verran mitä toimintopaikka sisältää. Ei tarkoittaa, että määrä on alle sen mitä kyseinen toimintopaikka sisältää. Monissa toimintopaikoissa on myös samoja varaosia käytössä. Tässä varaosalistauksessa ei otettu huomioon kuinka paljon yhteensä tiettyjä varaosia on alueella käytössä, vaan tarkasteltiin yhtä toimintopaikkaa kerrallaan.

Taulukko 3. Varaosalistaus

Toimintopaikka		Toimintopaikan nimitys			Varaston saldo
LOH_01K0002K		VÄLIKIRAMO 1		Löytyykö osat?	
Nimike	Osan nimi	Määrä	Kyllä	Ei	
20570	KIRAMON VETOAKSELI 1265002151	I 1 KPL		Ei	0
26170	LAAKERIPESÄ BZC14-240 V170	N 2 KPL		Ei	0
27354	KETJUPYÖRÄ BKB10-M315A-200-508	N 16 KPL		Ei	0
1907	Vaarnaruuvi BKB1-M30 X116 FE ANDRITZ	L 2 KPL	Kyllä		4
8454	PALLOM.RULLALAAKERI 23030 E	L 2 KPL		Ei	0
21529	VÄLILUISKA 1265002318	I 1 KPL		Ei	0
28469	TAITTOAKSELISTO BKF20-510A	L 8 KPL		Ei	0
26165	Laakeripesä BZC11-90-65/OV ANDRITZ	L 2 KPL	Kyllä		2
8471	PALLOM.RULLALAAKERI 22210 E	L 2 KPL	Kyllä		7
2315	VARMISTINRENGAS A 50X2	L 2 KPL	Kyllä		45
10379	V-RENGAS V-65S NITRIILI	L 2 KPL	Kyllä		10
3706	RAJAKYTKIN XCK-J5957B01	L 1 KPL	Kyllä		1
27150	KULJETINKETJU M315-A-200	L 16 KPL		Ei	0
11635	LIITOSLENKKI M315-A-200 SUORA HITS.	L 1 KPL	Kyllä		9
66027	SISÄLENKKI M315-A-200	N 1 KPL		Ei	0
152295	Hydraulimoottori MB283N0200 HÄGGLUNDS	L 1 KPL	Kyllä		1

7 Pohdinta ja loppupäätelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä tarkastelu ja selvitys Sappi Kirkniemen kuorimoalueen kriittisistä mekaanisista laitteista ja varaosista. Työtä tehtiin yhteistyössä tuotannonoperaattoreiden, alueen päivämestarin ja kunnossapitoinsinöörin kanssa. Tuloksena työstä saatiin excel-taulukot, joihin listattiin kuorimon alueen mekaaniset toimintopaikat ja varaosalistaus kriittisille toimintopaikoille. Kriittisyysindeksi laskettiin 256 toimintopaikalle PSK6800-standardissa määritetyllä tavalla. Kriittisiä toimintopaikkoja, jotka ylittivät raja-arvon 400, löytyi tarkastelusta 58 kappaletta.

Tuloksena saatiin käsitys siitä, mitkä ovat kaikkein kriittisimpiä kohteita kuorimon alueella ja varaosalistaus kriittisistä kohteista. Luokittelusta on apua tulevaisuudessa, jota voidaan hyödyntää töiden suunnittelussa ja varaosien hankinnassa. Kriittisimmillä kohteilla on suoraan vaikutusta tuotantoon ja pahimmassa tapauksessa pysäyttää koko tuotannon.

Opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja opin paljon uutta. Kriittisyysluokittelua tehdessä sain itse paremman käsityksen kuorimon alueen tuotantoprosessista ja laitteiden toimintatavoista.

Lähteet

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media.

Järviö, J.; Piispa, T.; Parantainen, T. & Åström, T. 2007. Kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.

Knowpap 2021a. Versio 23.0 Viitattu 9.12.2021. http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/00_wood_handling/0_wood_handling_general/frame.htm

Knowpap 2021b. Versio 23.0 Viitattu 9.12.2021 http://www.knowpap.com/extranet/suomi/knowpap_system/user_interfaces/tuotantoprosessit/puunkasittely.htm

Knowpap 2021c. Versio 23.0 Viitattu 10.12.2021 http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/00_wood_handling/1_wood_intake_slasher/frame.htm

Knowpap 2021d. Versio 23.0 Viitattu 10.12.2021 http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/00_wood_handling/2_convoyers/frame.htm

Knowpap 2021e. Versio 23.0 Viitattu 17.12.2021 http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/00_wood_handling/3_debarking/frame.htm

Knowpap 2021f. Versio 23.0 Viitattu 17.12.2021 http://www.knowpap.com/www/suomi/paper_technology/00_wood_handling/5_chipping/frame.htm

Knowpap 2021g. Versio 23.0 Viitattu 17.12.2021 http://www.knowpap.com/www/suomi/paper_technology/00_wood_handling/6_chip_screening/frame.htm

Knowpap 2021h. Versio 23.0 Viitattu 19.12.2021 http://www.knowpap.com/www/suomi/mechanical_pulping/1_general/frame.htm

Sappi 2021a. Sappi www-sivut 2021. Viitattu 25.11.2021.
<https://www.sappi.com/about-sappi-southern-africa>

Sappi 2021b. Sappi www-sivut 2021. Viitattu 25.11.2021.
<https://www.sappi.com/group-profile>

Sappi 2021c. Sappi www-sivut 2021. Viitattu 25.11.2021.
<https://www.sappi.com/fi/kirkniemi-mill>

SappiNet 2021 Sappi intranet. Kirkniemen johtamisjärjestelmästä löytyvä kunnossapidon kuvaus. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 26.11.2021.

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

PSK 6800. 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 2.3.2022

Liite 1: Kriittisyysindeksin laskentataulukko PSK6800-standardin mukaan

Sappi Kirkniemi Kriittisyysluokittelun kohde: Kuorimo Tekijät: Lassi Suikkanen Apuna määrittämisessä alueen päivämestari & Marko Nora Versio 1.0 2022														
								Kriittisyyden raja-arvo		400				
								Tuotannon menetyksen painokerroin Wp		100				
Toimintopaikka tunnus	Toimintopaikka nimitys	Ylikaantumisväli (1-3)	Turvallisuus (0-8)	Ympäristö 0-4	Tuotannon menetys (0-4)	Lopputuotteen laatuksentannus	Korjauskustannus (0-4)	Kriittisyysindeksi	Kriittisyyden osaindeksit					
		Painoarvo Wp	30	20	100	30	20		K	Ks	I	I	I	
LOH-001-001-001	KUITUPUUN VARASTOINTI							0	0	0	0	0	0	0
LOH_01K0002S	HIEKANKERÄYSALLAS	1	0	0	2	0		200	0	0	200	0	0	
LOH_01K0003ANO	KUITUPUUN VARASTOINTI KUROTTAJA 1 DIESEL	1	0	2	3	0		340	0	40	300	0	0	
LOH_01K0003S	KASTELUVESIALLAS	1	0	0	2	0		200	0	0	200	0	0	
LOH_01K0004ANO	KUITUPUUN VARASTOINTI KUROTTAJA 2 DIESEL	1	0	2	3	0		340	0	40	300	0	0	
LOH_01K0008P	KASTELUVESIPUMPPU	1	0	0	2	0		200	0	0	200	0	0	
LOH_01K0009P	KIERTOVEDEN PUMPPU	1	0	0	2	0		200	0	0	200	0	0	
LOH_01K0073K	REJEKTIN KETJUKULETIN	1	0	0	2	0		200	0	0	200	0	0	
LOH_KA099	PIIKKIRULLAN HIHNAHARJA	1	0	0	0	1		30	0	0	0	30	0	
LOH_PJT124.001	JÄTEVESIKAIVON UPPOPUMPPU	2	0	3	0	0		120	0	120	0	0	0	
LOH_VA0212J10	KV-PUMPPU LÄMMITYSVERKOSTO	1	0	0	1	0		100	0	0	100	0	0	
LOH_VA0212K50	KUORENREPIJÄN HÖNGÄNPOISTOIMURI	1	0	0	2	0		200	0	0	200	0	0	
LOH_VA0212K50M1	KUORENREPIJÄN HÖNGÄNPOISTOIMURI	1	0	0	2	0		200	0	0	200	0	0	

Liite 2: Raja-arvon ylittäneet toimintopaikat

Toimintopaikka tunnus	Toimintopaikka nimitys	Vikaan-	Turvallis-	Ympärist-	Tuotann-	Loppu-	Korjaus-	Kriitti-	Kriittisyyden					
		tumisväli (1_3)	uus (0_8)	ö 0_4	on menetys (0_4)	tuotteen laatukus- tannus	kustannus (0_4)	syyss- indeksi	osa-	indeksit				
		Paino- otus	30	20	100	30	20	K	K	I	I	I	I	I
LOH_01K0002K	VÄLIKIRAMO 1	3	0	0	3	0		900	0	0	900	0	0	
LOH_01K0011K	VÄLIKIRAMO 3	3	0	0	3	0		900	0	0	900	0	0	
LOH_01K0003K	SAHAUSKULJETIN 1	2	0	0	3	2		720	0	0	600	120	0	
LOH_01K0004K	SIIRTORULLASTO 11	2	0	0	2	0		400	0	0	400	0	0	
LOH_01K0005K	SIIRTORULLASTO 12	2	0	0	2	0		400	0	0	400	0	0	
LOH_01K0012K	SAHAUSKULJETIN 3	3	0	0	3	2		1080	0	0	900	180	0	
LOH_01K0013K	SIIRTORULLASTO 31	2	0	0	2	0		400	0	0	400	0	0	
LOH_01K0015K	ROSKAKULJETIN 3	2	0	0	2	0		400	0	0	400	0	0	
LOH_01K0001KK	KUORIMARUMPU 1	2	0	0	4	2		920	0	0	800	120	0	
LOH_01K0002KK	KUORIMARUMPU 3	2	0	0	4	2		920	0	0	800	120	0	
LOH_01K0009K	SULATUSKULJETIN 1	2	0	0	3	2		720	0	0	600	120	0	
LOH_01K0018K	SULATUSKULJETIN 3	2	0	0	3	2		720	0	0	600	120	0	
LOH_01K0001H	HAKKU 3	1	0	0	4	2		460	0	0	400	60	0	
LOH_01K0023K	ESILAJITTELURULLASTO 11	2	0	0	4	1		860	0	0	800	60	0	
LOH_01K0042K	ESILAJITTELURULLASTO 31	3	0	0	4	1		1290	0	0	1200	90	0	
LOH_01K0072K	ESILAJITTELURULLASTO 32	1	0	0	4	0		400	0	0	400	0	0	
LOH_01K0026K	KUORIMO ESILAJITTELURULLASTO 12	1	0	0	4	1		430	0	0	400	30	0	
LOH_01K0027K	PÄTKÄKULJETIN	3	0	0	3	0		900	0	0	900	0	0	
LOH_01K0035K	PÖLLIKULJETIN 11 >>>>>>>	2	0	0	3	0		600	0	0	600	0	0	
LOH_01K0032K	LAJITTELUKULJETIN 1	3	0	0	2	0		600	0	0	600	0	0	

Liite 2

LOH_01K0045K	PÄTKÄKULJETIN 31	2	0	0	3	0	600	0	0	600	0	0
LOH_01K0046K	PÄTKÄKULJETIN 32	2	0	0	3	0	600	0	0	600	0	0
LOH_01K0049K	LAJITTELUKULJETIN 3	2	0	0	3	0	600	0	0	600	0	0
LOH_01K0034K	KETJUKULJETIN HIOMOON	2	2	0	2	0	520	120	0	400	0	0
LOH_01K0051K	PÖLLIKULJETIN 31	2	0	0	4	0	800	0	0	800	0	0
LOH_01K0001PR	KUORIPURISTIN	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_01K0001P	RUUVIPUMPPU	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_01K0001RE	KUOREN REPIJÄ	1	0	0	4	1	430	0	0	400	30	0
LOH_01K0019K	KUORIKULJETIN 11	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_01K0020K	KUORIKULJETIN 12	2	0	0	4	0	800	0	0	800	0	0
LOH_01K0056K	KUOREN KERÄYSKULJETIN	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_01K0057K	KUOREN KERÄYSRUUVI	1	0	0	4	1	430	0	0	400	30	0
LOH_01K0061K	KUOREN SULKUSYÖTIN	2	0	0	3	1	660	0	0	600	60	0
LOH_01K0062K	KUORENPUHALLUKSEN OHITUSRUUVI	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_01K0063K	PURUN KERÄYSKULJETIN	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_01K0064K	ROSKIEN KERÄYSKULJETIN	2	0	0	4	0	800	0	0	800	0	0
LOH_01K0067K	SAOSTUSKULJETIN	1	0	0	4	1	430	0	0	400	30	0
LOH_01K0068K	HIEKANPOISTOKULJETIN	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_KCX60	PÄTKÄHAKE- HIHNAKULJETIN	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_KCX40	SYKLOONIN JAKORUUVIKULJETIN	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0

Liite 2

LOH_01K0003SY	HAKUN 3 SYKLONI	1	0	0	4	2	460	0	0	400	60	0
LOH_KHA107	OSTOHAKKEEN KEKOAMISKULJETIN	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_JHA99	TIKKUHAKKU	1	0	0	4	2	460	0	0	400	60	0
LOH_01K0077K	PÄTKÄHAKKEHIIHNAKULJETIN	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_01K0076K	SYKLONIN JAKORUUVIKULJETIN	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_01K0001SE	KIEKKOSEULA 12	1	0	0	4	2	460	0	0	400	60	0
LOH_PPA431	RUUVIPURKAIMEN HYDR. PUMPPU	1	0	2	4	0	440	0	40	400	0	0
LOH_PJI431	RUUVIPURKAIMEN HYDR.MOOTTORI	1	0	2	4	0	440	0	40	400	0	0
LOH_LPA431	RUUVIPURKAIMEN HYDRAULIKONEIKKO	1	0	2	4	0	440	0	40	400	0	0
LOH_KKU101	PURUKULJETIN SEULAN JÄLKEEN	2	0	0	3	0	600	0	0	600	0	0
LOH_KHA97	HAKEKULJETIN HIERTÄMÖLLE	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_KHA93	HAKEKULJETIN 1. SEULALLE	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_KHA432	HAKEKULJETIN SEULALLE	1	0	0	4	0	400	0	0	400	0	0
LOH_KHA431	OSTOHAKKEEN SÄTEISRUUVIPURKAIN	2	0	0	4	0	800	0	0	800	0	0
LOH_EHA95	HAKESEULA	1	0	0	4	2	460	0	0	400	60	0
LOH_EHA92	HAKESYKLONI	1	0	0	4	2	460	0	0	400	60	0
LOH_EHA434	KIEKKOSEULA HAKKEEN LAJITTELUUN	1	0	0	4	2	460	0	0	400	60	0
LOH_EHA100	TIKKUSYKLONI	2	0	0	3	2	720	0	0	600	120	0