



# Paperikoneen mekaanisten laitteiden kriittisyysluokittelu ja ennakkohuollon tilanteen selvitys

Mikko Vähänen

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2019

Konetekniikka  
Lentokonetekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka  
Lentokonetekniikka

VÄHÄNEN, MIKKO:

Paperikoneen mekaanisten laitteiden kriittisyysluokittelu ja ennakkohuollon tilanteen selvitys

Opinnäytetyö 48 sivua, joista liitteitä 6 sivua  
Toukokuu 2019

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä kriittisyysluokittelu Lohjan paperitehtaan, Sappi Kirkniemen, Paperikone 1:n mekaanisille laitteille. Tarkasteltavana alueena on Paperikone 1:n konemassan ja pohjapaperin valmistuksen alueella olevat laitteet. Opinnäytetyö on selvitys tämän alueen kriittisten laitteiden määrästä ja niiden kriittisyydestä sekä ennakkohuollon tilanteesta. Opinnäytetyö on tehty osana laajempaa Overall Machine Efficiency -projektia, jolla tähdätään parantamaan Paperikone 1 -linjan käyttövarmuutta ja pitkän tähtäimen suunnitelmaa.

Ennakkohuollon tilanteen selvitys tehtiin 949 laitteelle ja kriittisyysluokittelu 303 laitteelle. Kriittisyysluokittelu tehtiin PSK 6800 -standardin tuotannon menetyksen mukaisella menetelmällä. Työn tuloksena saatiin Excel-taulukot, joihin on listattu kaikki konemassan ja pohjapaperin valmistuksen mekaaniset laitteet ja niiden ennakkohuoltotilanne. Laitteille laskettiin laitekohtainen kriittisyysindeksi PSK 6800 -standardin mukaan. Kriittisiä laitteita löytyi alueelta yhteensä 104 ja lähellä raja-arvoa olevia laitteita 66 kappaletta. Kriittisyysluokittelun tuloksena saatiin Paperikone 1:n laitteet järjestettynä niiden kriittisyyden mukaan.

Opinnäytetyön tuloksia hyödynnetään työsuunnittelussa ja alueella toimivien laitosten miehen ennakkohuoltotyöskentelyssä. Tuloksista selviää myös laitteiden viikantumisväli ja huoltohistoria. Kriittisyysluokittelu auttaa tulevaisuudessa työsuunnittelijaa, joka voi hyödyntää Excel-taulukoista löytyviä tuloksia. Osalta kriittiseksi luokitelluista laitteista puuttui ennakkohuolto. Näille laitteille kannattaa tehdä ennakkohuoltosuunnittelu, koska niiden hajotessa aiheutuu tuotannon menetyksiä. Lisäksi kaikille raja-arvon ylittäneille 104 laitteelle kannattaa tehdä ennakkohuollon sisällön tarkastelu. Näin saadaan selville ennakkohuollon laatu. Tämä työ tukee Paperikone 1:n häiriöiden vähentämistavoitteiden saavuttamista.

Työn avulla löydettiin ennakkohuollon ulkopuolella olevat laitteet. Työn tuloksena saatuja Excel-taulukoita voidaan käyttää myös pitkän tähtäimen suunnitelman päivittämisessä. Nämä molemmat tukevat häiriöiden vähentämistä. Tässä opinnäytetyössä päästiin kaikkiin ennalta määritettyihin tavoitteisiin.

---

Asiasanat: mekaaniset laitteet, kunnossapito, kriittisyysluokittelu, ennakkohuolto, käyttövarmuus

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Aircraft Engineering

VÄHÄNEN, MIKKO:

Criticality Classification of Mechanical Devices of a Paper Machine and Clarification of Advance Maintenance Status

Bachelor's thesis 48 pages, appendices 6 pages  
May 2019

---

The purpose of this thesis was to make a criticality classification for the mechanical devices of Paper Machine 1 at the Sappi Kirkiniemi factory in Lohja. The area under consideration was the mechanical equipment of the pulp and base paper machines in the Paper Machine 1 unit. This study was a survey of the number of critical devices in the factory area and their criticality, as well as the current state of advance maintenance. The thesis was done as a part of a broader Overall Machine Efficiency project, which aims to improve the reliability of the Paper Machine 1 line and the long-term plan.

An explanation of the advance maintenance situation was made for 949 devices. Criticality rating was made for 303 devices. Criticality classification was done using the method of loss of production as defined in the PSK 6800 standard. The findings were presented in Excel tables. All mechanical devices for mechanical pulp and base paper manufacturing and their advance maintenance status were also listed. Device-specific criticality index was calculated as described in the PSK 6800 standard. A total of 104 critical devices were found in the area, and 66 were near the limit. As a result of the criticality classification, the devices of Paper Machine 1 were arranged according to their criticality.

The results of the thesis are utilized in work planning and advance maintenance work. The results of this work also show the equipment failure interval and service history. In the future this criticality classification will help the work planner who can take advantage of the results found in the Excel tables. Some of the devices classified as critical lacked preventive maintenance. For these devices, it is advisable to carry out pre-maintenance planning as their degradation is connected to loss of production. In addition, for all 104 devices that exceeded the limit value, it is advisable to review the contents of the advance maintenance plan. This will determine the quality of existing advance maintenance.

This thesis supports the goal of reducing interferences in Paper Machine 1. This work was done to find equipment that lacked preventive maintenance. The resulting Excel tables can also be used to update the long-term plan. Both of these support the reduction of interference. In this thesis all pre-defined goals were achieved.

---

Key words: mechanical devices, maintenance, criticality classification, advance maintenance, dependability

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	SAPPI .....	7
	2.1 Sappin toiminta .....	7
	2.2 Sappi Kirkniemi .....	8
	2.2.1 Kirkniemen tuotantoprosessi .....	10
3	PAPERIKONE 1 .....	12
4	KUNNOSSAPITO .....	14
	4.1 Kunnossapitolajit .....	15
	4.2 Käyttövarmuus .....	18
	4.3 PK1:n käyttövarmuus .....	19
	4.4 Kunnossapito Kirkniemessä .....	20
5	EHKÄISEVÄ KUNNOSSAPITO .....	21
	5.1 Miksi ja milloin ehkäisevää kunnossapitoa .....	22
	5.2 Ehkäisevä kunnossapito Sappi Kirkniemessä .....	23
	5.3 Sappi Kirkniemen ennakkohuollot .....	23
6	KRIITTISYYSLUOKITTELU .....	26
	6.1 Koneiden ja laitteiden kriittisyysluokittelu .....	26
	6.2 Menetelmän kuvaus .....	26
7	KRIITISSYYSLUOKITTELUN TOTEUTTAMINEN.....	29
	7.1 Laitteiden listaus .....	29
	7.2 Laitekohtainen ennakkohuoltotilanne .....	30
	7.3 Laitteiden priorisointi .....	32
	7.4 Laitekohtaisen huoltohistorian selvitys .....	33
	7.5 Kriittisyysindeksin laskenta .....	34
8	KRIITTISYYSLUOKITTELUN TULOKSET .....	36
9	PITKÄN TÄHTÄIMEN SUUNITELMA .....	38
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	39
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET .....	43
	Liite 1. Konemassan valmistuksen alueen tarkastelu.....	43
	Liite 2. Pohjapaperin valmistuksen alueen tarkastelu .....	44
	Liite 3. Prioriteetti A laitteiden ennakkohuoltotilanne.....	45
	Liite 4. Kriittisyysindeksin laskentataulukko .....	46
	Liite 5. Raja-arvon ylittäneiden laitteiden ennakkohuoltotilanne.....	47
	Liite 6. Puutteellinen ennakkohuolto kriittisillä laitteilla .....	48

**LYHENTEET JA TERMIT**

Kuuntelija	Kunnossapidon työntekijä, jonka tehtävänä on mitata ja analysoida laitteita sekä löytää alkavat vauriot ajoissa
OME	Overall Machine Efficiency eli koko linjan tuotantotehokkuus
PDCA	Plan, Do, Check, Act eli suunnittele, toteuta, tarkista ja kehitä
Pituusleikkuri	Pituusleikkurin päätehtävät ovat pituusleikkaus ja rullan muodostus
PK	Paperikone
PSK	Prosessiteollisuuden standardisoimiskerhon
PTS	Pitkän tähtäimen suunnitelma
SAP	Toiminnanohjausjärjestelmä
Seisokki	Tila, jolloin kohde ei ole käytössä ja voidaan suorittaa kunnossapidon toimenpiteitä
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
Superkalanteri	Superkalanteri on pystysuuntainen telapino, jossa on vuorotellen kuitu- ja metallipintaisia teloja
Tela	Tela on rullan- tai sylinterinmuotoinen koneen komponentti. Telat ovat yksi paperikoneen kalleimpia yksittäisiä komponentteja
Viira	Verkkomainen luja kangas

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä kriittisyysluokittelu Paperikone 1:n mekaanisille laitteille. Tarkasteltavana alueena on PK1:n konemassan ja pohjapaperin valmistuksen alueella olevat laitteet. Kriittisyysluokittelun lisäksi tarkastellaan alueen mekaanisten laitteiden ennakkohuollon tilannetta. Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Sappi Kirkniemen kanssa ja opinnäytetyö on toiminnallinen.

Opinnäytetyön teoreettisena pohjana käytetään kunnossapidon kirjallisuutta, Sappin tietokantaa, verkkolähteitä sekä haastatteluita. Lähteenä käytetään laajalti myös PSK-standardeja. Teoriaa hyödynnetään kriittisyysluokittelussa ja ennakkohuoltokierrosten suunnittelussa. Opinnäytetyö on selvitys alueen kriittisten laitteiden määrästä ja niiden kriittisyydestä sekä ennakkohuollon tämän hetkestä tilanteesta. Opinnäytetyö on tehty osana laajempaa OME- projektia (Overall Machine Efficiency), jolla tähdätään parantamaan PK1-linjan käyttövarmuutta ja pitkän tähtäimen suunnitelmaa. Tällä hetkellä PK1-linjan käyttövarmuus ei ole tavoitteessaan.

Opinnäytetyön tuloksia hyödynnetään työsuunnittelussa ja alueella toimivien laitosmiehien ennakkohuoltotyöskentelyssä. Myös muut alueen työntekijät hyötyvät kriittisten laitteiden listasta, koska siitä ilmenee, mitkä laitteet on määritelty kriittisiksi tuotantolinjan toiminnan kannalta. Työn tuloksissa selviää myös laitteiden vikaantumisväli ja huoltohistoria.

## 2 SAPPI

Sappi eli South African Pulp and Paper Industries (logo kuvassa 1) on perustettu Etelä-Afrikassa vuonna 1936, ja sen pääkonttori sijaitsee Johannesburgissa. Sappi on maailmanlaajuinen yritys, joka keskittyy tarjoamaan asiakkailleen yli 150 maahan paperiteollisuuden tuotteita. (Sappi n.d.a; Sappi n.d.b)

# sappi

KUVA 1. Sappin logo (Sappi. n.d.a.)

### 2.1 Sappin toiminta

Sappilla on yli 12 500 työntekijää yli 35 maassa ja valmistustoimintaa kolmella mantereella. Sappilla on kymmenen tehdasta Länsi-Euroopassa, kolme Yhdysvalloissa ja neljä Etelä-Afrikassa. Toimipaikkojen sijainnit on esitetty kuvassa 2. Tehtaat tuottavat vuodessa noin 5,7 miljoonaa tonnia paperia, 2,3 miljoonaa tonnia paperimassaa ja 1,4 miljoonaa tonnia liukenevaa puumassaa. (Sappi n.d.c)



KUVA 2. Sappin toiminta maailmalla (Sappi n.d.c)

## 2.2 Sappi Kirkniemi

Kirkniemen tehdas valmistaa tehokkaasti ympäristöä kunnioittaen laadukkaita päällystettyjä papereita heatset offset -menetelmällä. Kirkniemen tehdas sijaitsee Etelä-Suomen suurimman järven, Lohjanjärven, rannalla Läntisellä Uudella maalla noin 70 km Helsingistä länteen (kuva 3). (Sappi Kirkniemi 2015, 4; Sappi n.d.d)



KUVA 3. Sappi Kirkniemen tehdas (Sappi Kirkniemi Mill 2019, 27).

Kirkniemen tehtaalla työskentelee noin 550 paperialan ammattilaista tuotannon-tehtävistä aina tuotannon tuotekehitykseen asti (Sappi n.d.d). Kirkniemessä on kolme paperikonetta, massaosasto, oma voimalaitos sekä jätevedenpuhdistamo (kuva 4).



KUVA 4. Sappi Kirkniemen tehdas (Sappi Kirkniemi Mill 2019, 28)



Kirkniemen tehdas on osa Sappi Europea. Kirkniemen tehdas tuottaa vuosittain toiseksi eniten paperia Sappin Euroopan tehtaista, kuten kuvasta 5 voidaan nähdä. Kirkniemen kolme paperikonetta tuottaa vuosittain 750 000 tonnia korkealaatuisia Galerie-papereita, joita käytetään muun muassa mainospainotuotteissa ympäri maailmaa. Kirkniemen tuotannosta viedään yli 90% ulkomaille. (Sappi n.d.d)

## Sappi Europe operations

Total paper production capacity: 3.7 million tpa



KUVA 5. Sappi Europen toiminta (Sappi Kirkniemi Mill 2019, 15)

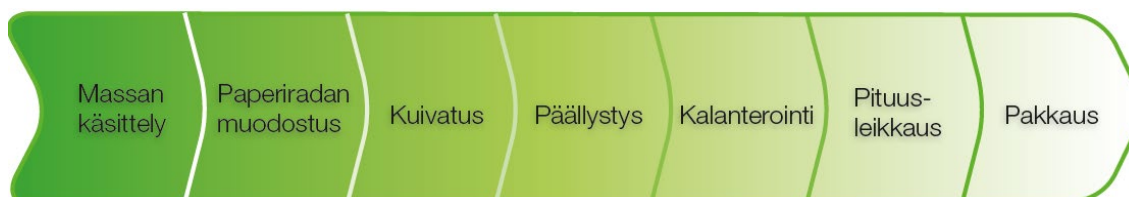
Kirkniemen ensimmäinen paperikonelinja, PK1, valmistui vuonna 1966, mikä oli Lohjalle ja koko Suomelle merkittävä asia. Vuonna 1972 tehtaalle perustettiin toinen paperikonelinja PK2. Viimeisin paperikonelinja PK3 rakennettiin vuonna 1996, ja se on kooltaan sekä kapasiteetiltään tehtaan suurin paperikonelinja. Paperikoneille on tehty huomattavia investointeja vuosien varrella, ja suurimmat uusinnat ovat tehty vuosina 1982, 1989 ja 1994 (kuva 6). Kappaleessa kolme syvennyttään lisää PK1:n historiaan ja uusintoihin.

## Kirkniemi machinery

	Galerie Lite	Galerie Brite	Galerie Fine
<b>Machine</b>	35–54 g/m <sup>2</sup> <b>PM1 Kirkniemi</b>	54–80 g/m <sup>2</sup> <b>PM2 Kirkniemi</b>	65–100 g/m <sup>2</sup> <b>PM3 Kirkniemi</b>
<b>Constructed</b>	(1966) 1982 / 1994	1972 / 1989	1996
<b>Capacity</b>	185 000 t/a	175 000 t/a	390 000 t/a
<b>Type</b>	Twin-wire	Fourdrinier	Gap former
<b>Trim width</b>	6.48 m	6.43 m	8.30 m
<b>Average speed</b>	1300 m/min	1100 m/min	1400 m/min
<b>Coating technology</b>	On-line film coater	Off-line blade coater	Off-line double coater
<b>Finishing</b>	3 supercalenders 1 winder	2 supercalenders 2 winders	2 supercalenders, 1 silk calender 2 winders
<b>Customer reels</b>			
- Width	400 – 2600 mm	400 – 2600 mm	400 – 2600 mm
- Dia	1000, 1250 mm	1000, 1250 mm	1000, 1250 mm
- Core dia	76, 150 mm	76, 150 mm	76, 150 mm
<b>Furnish</b>	Refining mechanical pulp (RMP) Groundwood Chemical pulp	Groundwood Chemical pulp	Pressurized groundwood Chemical pulp

KUVA 6. Paperikoneiden tekniset tiedot (Sappi Kirkniemi Mill 2019, 34)

### 2.2.1 Kirkniemen tuotantoprosessi



KUVA 7. Tuotantoprosessi (Sappi Kirkniemi 2015, 5)

Kirkniemen tehtaalla on massanvalmistusosasto ja kolme paperikonelinjaa. Massaosastolla valmistetaan paperikoneille tarvittava hioke- ja hierremassa. Hierremassan valmistuksessa puut kuoritaan ensin kuorimarummussa. Puista irronnut kuori poltetaan Kirkniemen omalla voimalaitoksella, josta saadaan tehtaan käyttöön sähköä ja lämpöä. Massaosastolla hiotaan puut, jotta puun kuidut irtoavat toisistaan. Massan valkaisemiseen käytetään vetyperoksidia tai ditioniittia. (Sappi Kirkniemi 2015, 5)

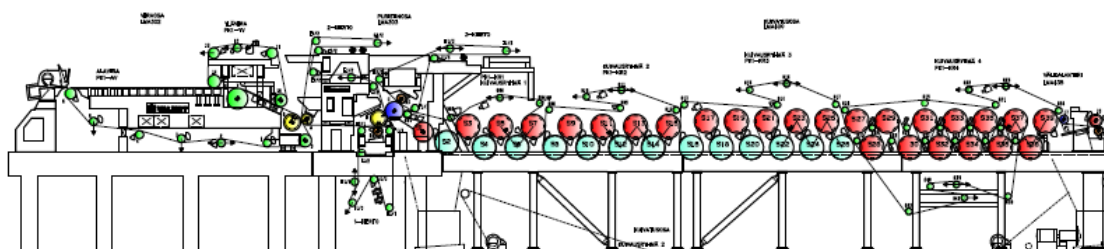
Paperia valmistaessa erilaiset massat sekoitetaan halutussa suhteessa, minkä jälkeen seokseen lisätään tarvittavia täyteaineita sekä apuaineita. Seoksessa on vettä yli 99 %. Paperiradasta poistuu vettä, kun massaseos levitetään tasaisesti

viiralle eli vettä läpäisevälle muovikankaalle. Tämän jälkeen paperikoneen puristinosan huopien ja telojen välissä puristetaan märkää paperirainaa, minkä jälkeen paperissa on vielä kosteutta yli 50%. Seuraavaksi vettä haihdutetaan kuivatusosalla höyryllä lämmitettävien kuivatussylintereiden avulla. Kuivatuksessa vesihöyry johdetaan ulos ja käytetty lämpö otetaan talteen. Tässä vaiheessa paperikuitujen välille muodostuu lujat sidokset. (Sappi Kirkniemi 2015, 5)

Päällystysvaiheessa paperin pintaan levitetään päällystyspastaa. Päällystyspastan kuivaamiseen käytetään lämpösäteilyä, ilmapuhallusta sekä kuivatussylintereitä. Jälkikäsittelyssä matta- tai kiillotuskalantereilla silotetaan ja kiillotetaan paperin pinta. Näin päällystetty paperi saa sopivat pinta- ja painatusominaisuudet. Prosessin jälkeen paperin loppukosteudeksi jää noin 4%. Seuraavaksi pituusleikkauksessa konerulla leikataan pienemmiksi asiakasrulliksi. Pakkaamo suojaa rullat kestämään koko kuljetusketjun tehtaalta asiakkaan varastoon. (Sappi Kirkniemi 2015, 5)

### 3 PAPERIKONE 1

Kirkniemen ensimmäinen paperikonelinja PK1 on rakennettu vuonna 1966. Paperikoneen lisäksi linjaan kuuluu kolme superkalanteria, pituusleikkuri ja pakkaamo, joihin on tehty useita uudistuksia. Vuosien varrella paperikoneelle on tehty muutamia merkittäviä uudistustuksia, joilla ollaan saatu muokattua paperikoneetta niin, että pystytään tekemään uusia paperilajeja. PK1:n käyttää oman massaosaston tekemää massaa. Massaosasto valmistaa PK1:lle hierrettä ja hioketta sekä näiden lisäksi paperikone käyttää myös sellua. (Nieminen 2019) Kuvasta 8 nähdään Paperikone 1:n konemassan ja pohjapaperin valmistuksen telakaavio.



KUVA 8. PK1:n konemassan ja pohjapaperin valmistuksen alueen telakaavio (SAP)

PK1:llä tuotettiin ensimmäiset 16 vuotta sanomalehtipaperia. Vuonna 1982 PK1:lle tehtiin investointeja ja asennettiin kaksoisviira sekä uusi puristinosa. Kaksoisviiran asennuksen ansiosta paperirainasta saatiin symmetrisempää. Uusin avulla aloitettiin tuottamaan WSOP-paperia eli päällystämätöntä offsetpainettavaa aikakauslehtipaperia, jota tuotettiin 12 vuotta. Vuonna 1994 investoitiin ja asennettiin Online päällystysasemat ja alettiin tehdä päällystettyä paperia (filmipäällystetty paperi). (Nieminen 2019)

Nykyisin PK1:llä tuotetaan kertapäällystettyä Galerie Lite eli kevyesti päällystettyä aikakauslehtipaperia, mitä käytetään esimerkiksi katalogeihin ja mainoslehtiin. Paperin neliömassa-alue on 35 - 50 g/m<sup>2</sup>. PK1:n kapasiteetti on 185 000 tonnia vuodessa. PK1:n viiran leveys 7,15 m ja kiinnirullaimen radan leveys 6,48 m. Paperikoneen rakenteellinen nopeus kiinnirullaimella on 1300 m/min. (Nieminen 2019)

PK1:llä työskentelee päivittäin noin 23 työntekijää. Tuotannon toimihenkilöinä paperikonelinjalla työskentelee käyttöpäällikkö, käyttöinsinööri, paperikoneen päivämestari, jälkikäsittelyn päivämestari sekä vuoromestari. Tuotannossa työskentelee 12 henkilöä eri tehtävissä viidessä vuorossa, joista varsinaisella paperikoneella työskentelee 5 henkilöä. (Nieminen 2019)

PK1:n kunnossapidossa työskentelee kaksi toimihenkilöä, mekaanisen kunnossapidon työnjohtaja sekä sähköautomaatio työnjohtaja. Kunnossapidossa työskentelee myös kaksi asentajaa ja kolme sähköasentajaa. Koko tehtaan osalta toimintaa tukee myös keskuskorjaamo, missä työskentelee yksi toimihenkilö ja kymmenen asentajaa. Tehtaalla on myös vuorokorjaus, missä työskentelee vuorossa yksi mekaaninen asentaja ja kaksi automaatioasentajaa. (Nieminen 2019)

## 4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito voidaan määrittellä useilla eri tavoilla. Järviö & Lehtiö (2012, 17-18) määrittävät kunnossapidon SFS ja PSK standardien avulla 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 määrittelee kunnossapidon 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. (Järviö & Lehtiö 2012, 17-18)

Kunnossapito mielletään usein olevan pelkästään vikojen korjausta. Tämä ymmärrys on nykyisin aivan liian suppea. Kunnossapitoon toki kuuluu rikkoutuneiden laitteiden ja komponenttien korjaaminen, mutta se ei ole kunnossapidon pää tarkoitus. Nimensä mukaan kunnossapito onkin enemmän laitteen käyttöominaisuuden tuottokyvyn ylläpitämistä, sen säätämistä ja säilyttämistä. Koneet on hankittu yritykselle tekemään jotakin haluttua tehtävää. Tämän tehtävän ylläpitäminen on juuri se, minkä varmistamista kunnossapidon työntekijöiltä odotetaan. Kunnossapito ei myöskään ole nykyään pelkkä kustannus, vaan tärkeä tuotantotekijä. Sen avulla pystytään varmistamaan tuotantolaitoksen kilpailukyky. (Järviö, Piispa, Parantainen, & Åström 2007, 12-13; Mikkonen 2009, 25)

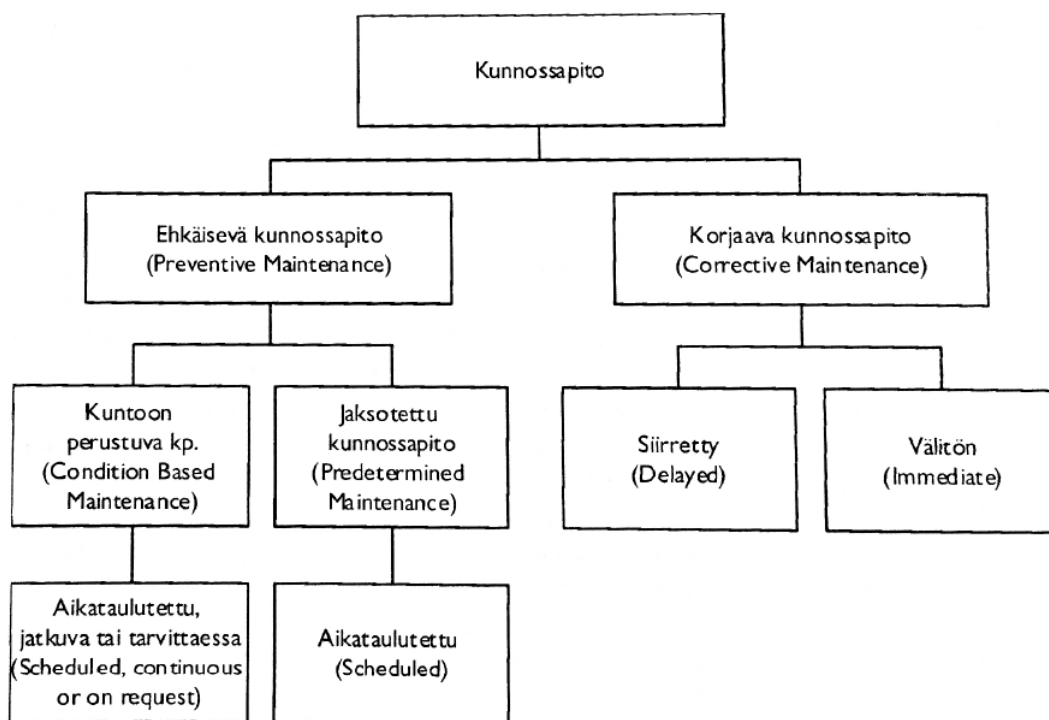
Järviö ym. (2007, 13) määrittelevät kunnossapitoon kuuluviksi myös seuraavat asiat:

- laitteen toimintakunnon ylläpitäminen (koneen ei anneta huonontua ja/tai hajota)
- laitteen käytön turvallisuus
- laitteen laaduntuottokyky

- laitteen elinjakson hallinta (jäljellä olevan elinjakson määrittäminen)
- oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen
- palauttaminen alkuperäiseen kuntoon
- koneen modernisointi
- suunnitteluheikkouksien korjaaminen
- käyttö ja kunnossapitotaitojen kehittäminen (Järviö ym. 2007 12-13)

#### 4.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit esitetään SFS ja PSK standardeissa hieman eri näkökulmista. SFS-EN 13306 jakaa toimenpiteet vian havaitsemisen mukaan. Ehkäisevä kunnossapito sisältää toimenpiteet, joita suoritetaan ennen kuin vika pysäyttää laitteen toiminnan. (Järviö ym. 2007 47) SFS -standardin jako on esitetty kuvassa 9 ja kunnossapitolajit taulukossa 1.

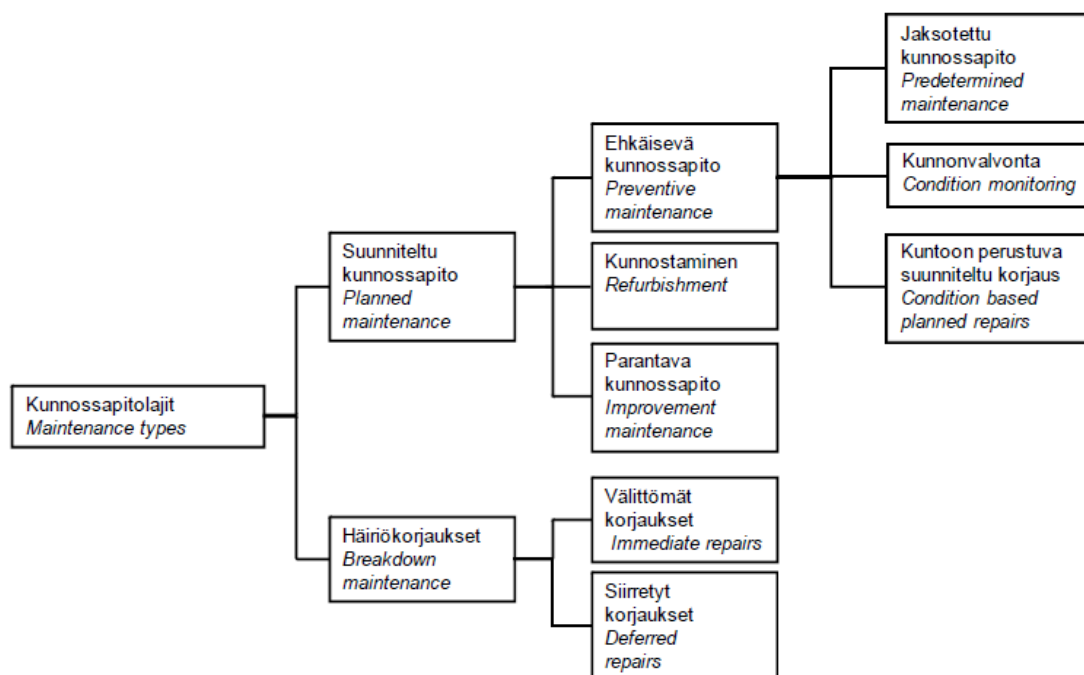


KUVA 9. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan (Järviö ym. 2007, 47)

TAULUKKO 1. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:n mukaan (Järviö & Lehtiö 2012, 53)

Kunnossapitolajit	Kuvaus
Ehkäisevä kunnossapito	Määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä suoritettu kunnossapito, jolla pienennetään vikaantumisen todennäköisyyttä tai kohteen toiminnan heikkenemistä
Jaksotettu kunnostaminen	Ehkäisevää kunnossapitoa, joka tehdään ennalta määritettyjen aikajaksojen tai käytön määrän mukaan, mutta ilman edeltävää toimintakunnon tutkimista
Kuntoon perustuva kunnossapito	Ehkäisevää kunnossapitoa, johon sisältyy kunnonvalvontaa ja/tai tarkastamista ja/tai testausta, tulosten analysointi sekä näiden synnyttämä kunnossapito
Korjaava kunnossapito	Kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena saattaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon
Siirretty kunnossapito	Korjaavaa kunnossapitoa, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan viivästetään annettujen ohjeiden mukaisesti
Välitön kunnossapito	Korjaavaa kunnossapitoa, joka suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta välttyttäisiin kohtuuttomilta seurauksilta

PSK 7501 -standardissa tarkkaillaan asioita hieman eri näkökulmasta kuin SFS:ssä. Kuvasta 10 nähdään, että kunnossapito jaetaan kahteen osaan. Suunniteltuun ja suunnittelemattomaan kunnossapitoon. (Järviö & Lehtiö 2012, 46-47)



KUVA 10. Kunnossapitolajit PSK 7501 mukaan (PSK 7501 2010, 32)



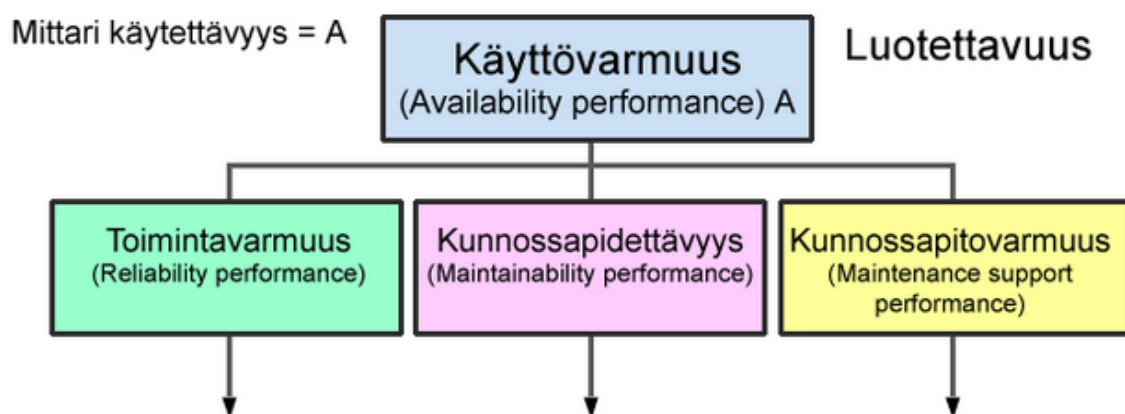
TAULUKKO 2. Kunnossapitolajit PSK 6201 mukaan (Mikkonen 2009, 97)

Kunnossapitolajit	Kuvaus
Ehkäisevä kunnossapito	Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen
Jaksotettu kunnossapito	Ehkäisevän kunnossapidon toimenpide, joka tehdään suunnitelluin jaksotuksin esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan, tuotantomäärän tai energian käytön mukaisesti.
Kunnonvalvonta	Kunnon valvonnalla määritellään kohteen toimintakunnon nykytila ja arvioidaan sen kehittyminen mahdollisen vikaantumis-, huolto- ja korjausajankohdan määrittämiseksi. Kunnonvalvonnan toimenpiteitä ovat aistein sekä mittalaittein tapahtuvat tarkastukset ja valvonta sekä mittaustulosten analysointi. Kunnonvalvonta tuottaa lähtötietoja ehkäisevän kunnossapidon ja korjauksen suunnitteluun.
Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus	Kunnonvalvonnalla, aistinvaraisesti ja tarkastustoiminnalla havaittujen kohteiden suunniteltu korjaus, kohteita ei havaita, niitä esim. tarkkaillaan, viat havaitaan
Kunnostaminen	Kuluneen tai vaurioituneen käytöstä pois otetun kohteen palauttaminen käyttökuntoon
Parantava kunnossapito	Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintoa.
Häiriökorjaukset	Häiriökorjauksella palautetaan vikaantunut kohde toimintakuntoon ja käyttöturvallisuudeltaan alkuperäiseen tilaansa
Välitön häiriökorjaus	Välitön korjaus suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta voidaan palauttaa toimintakunto tai rajoittaa vian aiheuttamat seuraukset hyväksytylle tasolle
Siirretty häiriökorjaus	Korjaus, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan se on siirretty tehtäväksi kohteen, tuotannon tai organisaation tilan salliessa

Taulukoista 1 ja 2 nähdään SFS ja PSK standardien kunnossapitolajien määritelmät. Samalla siitä voidaan nähdä, että eri standardeissa kuvataan samat asiat vähän eri sanoin. Näiden taulukoiden avulla saa hyvän kuvan kunnossapitola-jeista ja ymmärtää paremmin kuvien 9 ja 10 toimintamallit. Näitä kunnossapitola-jeja käytetään päivittäin ympäri maailmaa kunnossapidon työtehtävissä. Sappi Kirkiemen tehtaalla kunnossapitostrategia pohjautuu ehkäisevään kunnossapi-toon.

## 4.2 Käyttövarmuus

Kunnossapidon onnistumista voidaan mitata käyttövarmuudella, jonka mittari käytettävyys on. Käyttövarmuudella tarkoitetaan tuotantolinjan, laitteen tai yksittäisen komponentin kykyä toimia halutulla suorituskyvyllä vaaditun ajan. Käyttövarmuus jakaantuu kolmeen osatekijään: toimintavarmuuteen, kunnossapidettävyyteen ja kunnossapitovarmuuteen, kuten kuvasta 11 nähdään. (Knowpap 2019)



KUVA 11. Käyttövarmuus jakaantuu kolmeen osatekijään (Knowpap 2019)

Toimintavarmuudella tarkoitetaan kohteen kykyä suorittaa sille vaaditut toiminnot tietyllä aikavälillä määrätyissä olosuhteissa. Toimintavarmuudella voidaan kuvata laitetta sillä, kuinka luotettava se on tai kuinka herkkä se on vikaantumaan. (Knowpap 2019)

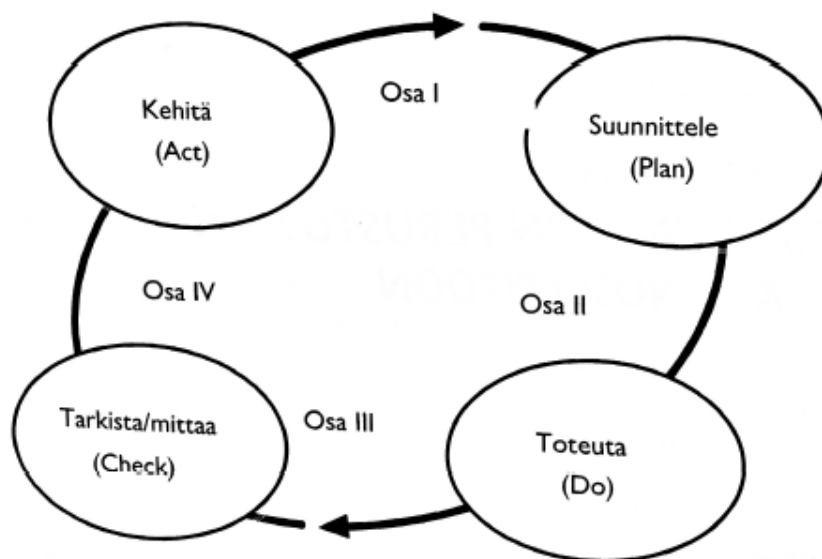
Kunnossapidettävyydellä tarkoitetaan kohteen kykyä olla palautettavissa tilaan, jossa se toimii oikein määrätyissä olosuhteissa. Kunnossapidettävyydellä voidaan kuvata sitä, kuinka helppoa tai vaikeaa kohde on korjata. (Knowpap 2019)

Kunnossapitovarmuudella tarkoitetaan organisaation kykyä suorittaa kohteen toimintakuntoon palauttamiseksi vaaditut tehtävät. Vaadittu tehtävä suoritetaan käyttäen oikeita välineitä ja työkaluja. Kunnossapitovarmuuden seurantaan käytetään keskimääräistä odotusaikaa. (Knowpap 2019)

### 4.3 PK1:n käyttövarmuus

Sappi Kirkniemen tehtaassa PK1:n mekaanisten häiriöiden prosentti ei ole halutulla tasolla, ja tämän työn tarkoitus on auttaa vähentämään mekaanisten häiriöiden määrää kriittisyysluokittelun avulla. SAP-toiminnanohjausjärjestelmän ennakkohuoltosuunnitelma on myös paikoittain puutteellinen. Työn aikana löytyi laitteita, joille ei oltu suunniteltu ennakkohuoltoa ollenkaan. Kriittisten laitteiden löytäminen ja niiden ennakkohuollon tarkastaminen ja päivittäminen parantavat PK1:n käyttövarmuutta.

Häiriöistä on viikottainen seuranta, mihin listataan kaikki häiriöt. PK1:n tavoitteena on < 1,2 häiriöprosentti, mutta tavoiteprosenttiin ei olla päästy viime vuosina. Aina kun PK1 pysähtyy, merkitään pysähdyksen aika ylös Excel-taulukoon. Kaikista yli kolmen tunnin paperikoneen pysäyttäneistä häiriöistä tehdään PDCA (kuva 12) mukainen juurisyyanalyysi.



KUVA 12. PDCA eli suunnittele, toteuta, tarkista ja kehitä (Mikkonen 2009, 23)

PDCA-juurisyyanalyysin tekemisellä pyritään vähentämään vastaavien häiriöiden syntymistä. Käsittelemällä häiriö alueen työntekijöiden kanssa pyritään jakamaan tietoa häiriöstä, ettei vastaavia pääsisi syntymään jatkossa. Tarvittaessa lisätään laitteelle tai laiteryhmille uusia toimenpiteitä häiriön estämiseksi, esimerkiksi ennakkohuoltoa.

#### 4.4 Kunnossapito Kirkniemessä

Vuosittain Sappi Kirkniemen johto määrittää tavoitteet kunnossapidon strategialle, töiden resursoinnille ja kunnossapitokustannuksille. Tavoitteita seurataan vuositasolla ja tärkeimmät seurannan kohteet ovat turvallisuus, konelinjakohtaiset häiriöt sekä kunnossapitokustannukset. (Sappi 2018a, 1)

Sappi Kirkniemen huoltostrategia perustuu ehkäisevään kunnossapitoon. Peruskunnostuksilla, ennakkohuolloilla sekä määräaikaishuolloilla luodaan edellytykset laitteiden käytävyydelle ja pidennetään laitteiden elinkaarta. Päivittäinen laitosmiestoiminta ennakoi ja poistaa alkavat häiriöt. Kunnonvalvonnalla ja sen yhteydessä tehtävillä tarkastuksilla pyritään etsimään kriittiset vikaantumiset mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Mikäli havaitaan poikkeumia, suoritetaan korjaus välittömästi tai luodaan työtilaus ja merkitään se esimerkiksi seisokkityöksi. Operatiivisessa toiminnassa käytetään SAP-toiminnanohjausjärjestelmää. (Sappi 2018a, 2-3)

Sappi Kirkniemen kunnossapito rakentuu omasta kunnossapitohenkilöstöstä ja eri osa-alueilla voimassa olevista toimittajasopimuksista. Työhuipuissa ja erikoisosaamisen tarpeissa käytetään myös ulkoisia palveluita. Työkuorman järkevän hallinnan puitteissa sisäistä henkilöstöä siirretään tarvittaessa alueelta toiselle. (Sappi 2018a, 2)

## 5 EHKÄISEVÄ KUNNOSSAPITO

Ehkäisevä kunnossapito määritellään standardeissa eri sanoilla. Ehkäisevä kunnossapito esitetään Järviön & Lehtiön teoksessa (2012, 95) SFS ja PSK standardien avulla seuraavasti:

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin toteutettuna määrätyn välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä (SFS-EN13306:2010)

Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen (PSK 6201:2011). (Järviö & Lehtiö 2012, 95)

Ehkäisevä kunnossapito on siis pääsäännöllisesti suunniteltua säännöllistä toimintaa, jossa tarkkaillaan ja havainnoidaan vikaantumisen aiheuttavien syitä ja olosuhteita. Tämän lisäksi tehdään muun muassa voiteluhuoltoa, koneen rakenteen ylläpitoa eli liitosten kireyksien tarkastuksia ja osien linjauksia sekä koneen toimintaympäristön siistimistä. Ehkäisevän kunnossapidon voidaan sanoa koostuvan neljästä elementistä: toiminnanolosuhteiden vaalimisesta, tarkastuksista, suunnitellusta korjaamisesta sekä modernisoinneista. (Järviö & Lehtiö 2012, 96)

Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään koneen käydessä sekä erilaisten seisokkien yhteydessä. Kun alkanut vikaantuminen havaitaan, pyritään se korjaamaan ennen kuin vika pysäyttää koneen. Ennustava kunnossapito kuuluu myös ehkäisevän kunnossapidon piiriin, jolla erilaisin mittauksin pyritään arvioimaan koneen ja sen osien kuntoa. Mittaus tekniikoita on monia, kuten värähtelyanalyysit, öljyanalyysit sekä infrapuna-kuvaus. (Järviö & Lehtiö 2012, 96) Mittaustulosten perusteella voidaan löytää helposti muun muassa alkavat laakeri- sekä kytkinvauriot.

## 5.1 Miksi ja milloin ehkäisevää kunnossapitoa

Ehkäisevä kunnossapito on tarpeen silloin, kun koneelta halutaan ja vaaditaan luotettavaa toimintaa. Koneella ei saa esiintyä häiriöitä ja sen on pystyttävä suorittamaan sille määrätty toiminto suunnitellulla tavalla luotettavasti. (Järviö & Lehtiö 2012, 97)

Kunnossapito-organisaation on pystyttävä toimimaan tehokkaasti ja tuottavasti, ja sen toiminnan on oltava hallittua ja systemaattista. Tämä ei ole mahdollista, jos kunnossapidon toimintatapa on reagoiva, eli korjataan vasta vikaantuessa. (Järviö & Lehtiö 2012, 97)

Ehkäisevässä kunnossapidossa pyritään siihen, että noin 80% työkuormasta on tiedossa jo noin kolme viikkoa etukäteen. Tämä on hyvän kunnossapidon tunnusmerkki, ja se kertoo siitä, että kunnossapito on voitu suunnitella ja aikatauluttaa etukäteen. Näin voidaan suunnitella toimenpiteet, ostaa varaosat ja tarvikkeet sekä aikatauluttaa työt niin, että tuotanto häiriintyy mahdollisimman vähän. Jos työt havaitaan vasta, kun kone vikaantuu, ei jää tarpeeksi aikaa suunnittelulle ja varautumiselle. (Järviö & Lehtiö 2012, 97)

Ehkäisevää kunnossapitoa ei kannata tehdä kuitenkaan liikaa, sillä se ei ole välttämättä kustannustehokasta. Ehkäisevä kunnossapito on kannattavaa silloin, kun sen kustannukset ovat pienemmät kuin sen puuttumisen aiheuttamat vahingot ja menetykset sekä, kun kohteelle on mahdollista tehdä tehokas ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö & Lehtiö 2012, 97) Esimerkiksi, jos yritys on pieni, niin sen ei ole välttämättä järkevää palkata kunnossapidon työntekijöitä tekemään ehkäisevää kunnossapitoa. Ehkäisevän kunnossapidon ylläpitäminen voi kustantaa enemmän kuin siitä saatu hyöty.

## 5.2 Ehkäisevä kunnossapito Sappi Kirkniemessä

Tehokkaan tuotannollisen toiminnan osatekijä on ehkäisevän kunnossapidon suorittaminen. Ehkäisevää kunnossapitoa ohjataan ja suunnitellaan Sappi Kirkniemen tehtaalla lyhyellä sekä pitkällä aikajänteellä. (Sappi 2018b, 1) Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään Sappi Kirkniemen tehtaalla päivittäin ennakkohuoltona. Asentajien ja kuuntelijoiden päivittäisessä työnteossa on runsaasti ennakkohuoltoa.


## 5.3 Sappi Kirkniemen ennakkohuollot

Sappi Kirkniemen ennakkohuolto on tarkistustoimintaa ja sitä suoritetaan järjestelmällisesti ja säännöllisin välein. Ennakkohuoltotyöt ovat kunnossapitojärjestelmässä reittilistamuodossa. SAP-toiminnanohjausjärjestelmä luo ennakkohuoltotyöt aikataulutuksen mukaisesti. Osastojen laitospäälliköt tekevät ennakkohuoltotyöt reittilistojen mukaisesti tarkastustoimintana ja tarvittaessa korjaavat löydetyt viat tai tekevät työtilauksen havainnoistaan SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. (Sappi 2018b, 2)

Tehtaan ennakkohuoltoon kuuluu myös huoltokomponenttien määräaikaivaihdot. Komponenttien vaihto perustuu tarkastuksiin, indikaatioihin tai muihin mittauksiin. Vaihtoja ei ajoiteta kunnossapitojärjestelmässä vaan ne liittyvät tarkastuskierroksiin. Osa ennakkohuoltotoiminnasta on pystytty automatisoimaan ja toimintaa on muutettu valvontaluonteiseksi toiminnaksi. (Sappi 2018b, 2) Esimerkiksi automaattiset rasvavoitelut on pystytty automatisoimaan, mutta ne vaativat kuitenkin toiminnan tarkastuksia.

Tehtaan ennakkohuollot on suunniteltu vähitellen ajan saatossa. Kirkniemessä ennakkohuollot on rakennettu SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. Ennakkohuollot tulevat työlistoille automaattisesti tietyn ajanjaksoin. Usein tietyn ryhmän laitteet on koottu samalle huoltoriville (taulukko 3) niin, että tulee yksi työtilaus, mikä sisältää monen laitteen tarkastuksia.

TAULUKKO 3. Painelajittimien ennakkohuolto PK1:n alueella (SAP)

Huoltorivi	1000092954	Painelajittimien tarkastus /4vk	
Strategia	LOH001	Kirkkiniemi viikkoperusteinen	
Huoltos.tyyppi	Maintenance order		

Rivi	Objektiluettelo - rivi	Sijainti - rivi	Asiakaslaajennus - rivi
------	------------------------	-----------------	-------------------------

Laj.	Toimintopaikka	Toim.paikan nimitys	Kokoonpano
10	LOH_EPH219	PÄÄLL.HYLYN ESILAJITIN	
15	LOH_EPH226	PÄÄLL.HYLYN PAINELAJITIN	
20	LOH_EPH229	HYLYN REJEKTILAJITIN	
25	LOH_04K0018E	MASSAN PAINELAJITIN 1	
30	LOH_04K0019E	MASSAN PAINELAJITIN 2	
35	LOH_EMA131	REJEKTIEIN PAINELAJITIN	
5	LOH_05K0001E	PK2 KIERTOVEDEN PAINEL...	

Taulukosta 3 nähdään esimerkki painelajittimien tarkastuksesta, joka tehdään neljän viikon välein. Tämä ennakkohuolto sisältää seitsemän painelajitinta PK1:n alueelta ja tämä työ kuuluu PK1:n laitospäälliselle. SAP-toiminnanohjausjärjestelmään on kirjoitettu ennakkohuollon ohjeet, joiden mukaan ennakkohuollossa pitää tarkastaa silmämääräisesti vuodot, tiivistevesilaitteet, kiilahihnat, moottorin kiinnitykset ja kannen nostimen voitelu puolen vuoden välein. Ennakkohuollot on kohdistettu aina vastuuhenkilölle. Vastuuhenkilö saa ennakkohuoltotyön omalle työlistalleen. Jos ennakkohuolto tulee suunnittelijalle tai työnjohdolle, niin hän jakaa ne asentajille. Asentajat suorittavat ennakkohuollon sovitusti.

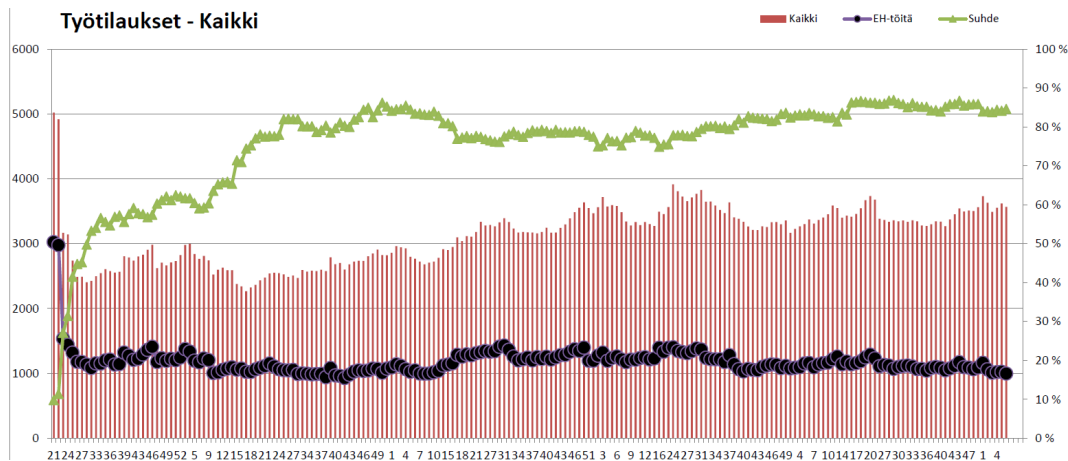
Yksinkertaisuudessaan on kaksi tapaa rakentaa ennakkohuoltojärjestelmä. Ensimmäinen tapa on Sappi Kirkkiniemen tehtaan toimintamalli. Missä yhdelle ennakkohuoltotyötilaukselle on sisällytetty monia laitteita. Laitteet ovat saman kategorian laitteita, esimerkiksi painelajittimia. Tällä toimintatavalla ei tule niin paljon ennakkohuoltotyötilauksia, joten isolle yritykselle tämä on helpompi tapa hallinnoida työtilauksien määrää. Tällä tavoin saadaan myös rakennettua looginen ennakkohuolto kierros asentajalle.

Toinen tapa on rakentaa ennakkohuoltojärjestelmä niin, että jokaisella laitteella on oma suunniteltu ennakkohuolto. Tällä tavalla saadaan jokaiselle laitteelle tehtyä oma ennakkohuoltosuunnitelma. Paremmat yksityiskohtaisemmat ohjeet parantaisivat ennakkohuollon laatua sekä huoltohistorian ja raportoinnin seuranta.



Miinuksena tässä toimintamallissa on, että työtilausten määrä kasvaa rajusti. Tämä vaihtoehto ei ole helppo hallinnoida suuressa yrityksessä. Sappi Kirkniemen tehtaalla oli aikaisemmin käytössä tämä toimintamalli, mutta suuren työtilauskuorman takia tämä tapa ei ollut järkevästi hallittavissa.

Kirkniemen tehtaalla seurataan viikoittain työtilausten määrää, niiden valmistusta, ilmoituksien määrää sekä ennakkohuoltotöiden määrää (kuva 13).



KUVA 13. Viikoittainen työtilausseurantakaavio

Kuvasta 13 nähdään avoimien työtilausten määrä punaisella pylväällä merkittynä, ennakkohuoltotöiden määrä on kuvattu mustalla pallolla ja työtilausten oikeaa laatua kuvataan vihreällä kolmiolla, joka on kuvattu prosentteina.

Työtilausten määrän pitäisi olla pienempi, jotta niiden hallinta olisi tehokkaampaa. Lisäksi työtilausten määrä kertoo, että tehdään enemmän korjaavaa kuin ennakkoivaa kunnossapitoa. Jos uusia työtilauksia tulee jatkuvasti enemmän kuin keritään tehdä, niin on vaarana jäädä huomioimatta kriittiset työtilaukset. Ennakko- huollon määrä on riittävä, mutta jos normaalien työtilausten määrää saataisiin laskettua, niin silloin pystyttäisiin lisäämään ennakkohuoltotöitä. Työtilausten laatu on vakioitunut 90 % luokkaan. Tavoitteena tietenkin olisi saada täydet 100 %, mutta kun otetaan huomioon alkulähtökohta, voidaan olla tyytyväisiä tulokseen.

## 6 KRIITTISYYSLUOKITTELU

### 6.1 Koneiden ja laitteiden kriittisyysluokittelu

Koneiden ja laitteiden kriittisyysluokittelusta tehty kotimainen standardi PSK 6800 määrittelee kriittisyyden ominaisuudeksi, joka kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Riski voi liittyä henkilön turvallisuuteen, suuriin aineellisiin vahinkoihin, tuotannon menetykseen tai muihin ei haluttuihin seurauksiin.

Laitetason kriittisyyteen vaikuttaa myös turvallisuus, ympäristö, tuotantovaikutukset sekä korjaus- ja seurauskustannukset. Vikaantumisen vaikutuksen ja sen toteutumisen todennäköisyyden tulo kertoo riskin suuruuden. Kone tai laite on silloin kriittinen, kun siihen liittyvä riski ei ole halutulla tasolla. Kriittisyysluokittelua käytetään kunnossapitosuunnitelman kehittämiseen. (PSK 6800 2008, 1-2, 7) Lisäksi kriittisyysluokittelun avulla voidaan kehittää pitkän tähtäimen suunnitelmaa sekä suunnitella ennakkohuoltoja ja töitä isoihin seisokkeihin.

### 6.2 Menetelmän kuvaus

Kriittisyysluokittelun aloittamisen ensimmäinen vaihe on määrittää tarkasteltava alue. Alueena voi olla kyseessä koko tehdas, joku sen osasto tai muu erikseen rajattu kohde. Jos alue on todella laaja kokonaisuus, voi olla hyvä määritellä osastokohtainen painoarvo esimerkiksi tuotannon menetykselle. Tämän määrittelyn avulla voidaan ottaa huomioon eri osastojen eroavaisuudet kriittisyyskertoimia määriteltäessä. Laitekohtainen kriittisyysanalyysi tehdään työryhmäarviointina. (Mikkonen 2009, 148) Teollisuudessa PSK 6800 -standardin mukaan laitteiden kriittisyyden arviointiin käytetään usein seuraavia tekijöitä:

- Vikaväliä
- Turvallisuus- ja ympäristöriskejä
- Tuotannon menetyksiä
- Lopputuotteen laatukustannuksia
- Korjauskustannuksia (PSK 6800 2008, 7)

Kun luokittelun painoarvot ja kertoimet on valittu oikein ja arviointiin on osallistunut riittävä määrä asiantuntijoita, on analyysin tulos yleensä luotettava. (Mikkonen 2009, 150)

Laitteen kriittisyysindeksin  $K$  lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$K = p (W_s \cdot M_s + W_e \cdot M_e + W_p \cdot M_p + W_q \cdot M_q + W_r \cdot M_r) \quad (1)$$

jossa  $p$  on vikaväli

$W_s$  turvallisuusriskien painoarvo ja  $M_s$  turvallisuusriskien kerroin

$W_e$  ympäristöriskien painoarvo ja  $M_e$  ympäristöriskien kerroin

$W_p$  tuotannon menetyksen painoarvo ja  $M_p$  tuotannon menetyksen kerroin

$W_q$  laatukustannusten painoarvo ja  $M_q$  laatukustannusten kerroin

$W_r$  korjauskustannusten painoarvo ja  $M_r$  korjauskustannuskerroin (Mikkonen 2009, 148)

Kriittisyysindeksin suuruus riippuu siis ylläolevien painoarvojen ja kertoimien suuruudesta. Standardin painoarvot ja kertoimet ovat ohjeellisia, ja niitä voidaan muokata omien tarpeiden mukaan. Kriittisyyden raja-arvon suuruus riippuu painoarvojen ja kertoimien suuruudesta sekä siitä, kuinka herkästi laite halutaan luokitella kriittiseksi. Kaikki laitteet, mitkä ylittävät kriittisyys raja-arvon, ovat menetelmän mukaan kriittisiä. Tässä työssä painoarvot ja kertoimet määritettiin sen mukaan, että tuotannon menetyksellä on suurin vaikutus. Liitteestä 4 nähdään määritetyt painoarvot ja kertoimet. Kertoimet ja painoarvot ja niiden suuruuden arviointi esitellään tarkemmin PSK 6800 -standardin tekemässä taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Laitetason kriittisyyden tekijät (PSK 6800 2008, 7)

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
Tuotantovaikutukset	Tuotannon menetytys $W_p = 0 \dots 100$	$M_p = 0$	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle	
		$M_p = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi $\leq 3$ h)	
		$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi $\leq 10$ h)	
		$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)	
	Laatukustannus $W_q = 30$	$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi $> 24$ h)	
		$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.	
		$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 1$ h)	
		$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 3$ 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	Korjaus- tai seurauksenkustannus $W_r = 20$	$M_r = 0$	Korjauskustannuksilla tai seurauksenkustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.	
		$M_r = 1$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 2$ h)	
		$M_r = 2$	Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 10$ 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)	

<sup>1)</sup> Lukuarvot ovat ohjeellisia

## 7 KRIITISSYYSLUOKITTELUN TOTEUTTAMINEN

### 7.1 Laitteiden listaus

Ensimmäiseksi haetaan kaikkien laitteiden toimintopaikat SAP-toiminnanohjausjärjestelmällä PK1:n konemassan ja pohjapaperin valmistuksen alta (kuva 14). Konemassan valmistuksesta tuli 3156 laitteen toimintopaikkaa, mitkä tuotiin Exceliin. Pohjapaperin valmistuksesta haettiin myös laitteiden toimintopaikat ja niitä tuli 3620 kappaletta. Yhteensä laitteiden toimintopaikkoja Excelissä oli 6776 riviä. Kuvasta 14 nähdään PK1 paperin valmistuksen rakenne. Samalla kuvasta voidaan nähdä, miten moniportainen rakenne on.

Toimintopaikka	LOH-004	Voim.alku	19.03.2019
Kuvaus	PK1 PAPERIN VALMISTUS		
LOH-004	PK1 PAPERIN VALMISTUS		
LOH-004-000	YLEINEN		
LOH-004-008	KONEMASSAN VALMISTUS		
LOH-004-009	POHJAPAPERIN VALMISTUS		
LOH-004-009-000	YLEINEN		
LOH-004-009-026	RAKENNUSILMASTOINTI		
LOH-004-009-041	POHJAPAPERIN SÄVYTYS		
LOH-004-009-042	RAINAN MUODOSTUS		
LOH_04AJ1003	PK-1 VIIRAOSAN KONEAUTOMAATIO		
LOH_04K0001IL	IMULAATIKKO		
LOH_04K0001IM	PK1 VIIRAOSAN SUMUIMURI		
LOH_04K0005PUH	YLÄVIIRAN SUMUIMURI POISTOPUHALLIN		
LOH_04K0006LA	PK1 PILLIVESILÄMMÖNVAIHDIN 2		
LOH_04K0015PUH	ALAVIIRAN SUMUIMURI POISTOPUHALLIN		
LOH_04K0023P	PILLIVESIPUMPPU 2		
LOH_04K0024P	VAAHDONESTOAINEPUMPPU 1		
LOH/0998P	RUUVIPUMPPU		
194093	RUUVIPUMPPU L1TMS81RMA MONO		L
LOH_04K0025P	VAAHDONESTOAINEPUMPPU 2		
LOH_04P0019VE	VEDENEROITIN		
LOH_04P0867V	LÄPPÄVENTTIILI DN150		
LOH_LMA301	PK1 PERÄLAATIKKO		
LOH_LMA302	PK1 VIIRAOSA		
LOH_P2TY304	TYHJÖPUMPPU 2		
LOH_P5TY304	TYHJÖPUMPPU 5		
LOH_P6TY304	TYHJÖPUMPPU 6		
LOH_P7TY304	TYHJÖPUMPPU 7		
LOH_FFC-41167	Kalsinoitu kaoliini annosteluun, virtaus		
LOH_GI-42070	Reunapilli käyttöpuoli asemamittaus		
LOH_GI-42071	Reunapilli hoitopuoli asemamittaus		
LOH_PIC-40130	Kuivaimutukki imu		
LOH_PIC-40289	Formertela paine		
LOH_PIC-40290	Märkäimutukki paine		
LOH_SIC-40153	Viiran nopeus (11B1M1)		
LOH-004-009-043	RETENTIO JA SEN SÄÄTÖ		

KUVA 14. PK1 paperin valmistuksen rakenne SAP-toiminnanohjausjärjestelmässä (SAP)

Seuraavaksi käytiin toimintopaikat läpi ja poistettiin turhat toimintopaikat. Ensiksi poistettiin kaikki toimintopaikat, jotka eivät liity työhön, esimerkiksi venttiilit ja

kenttäkotelot. Näiden jälkeen poistettiin kaikki automaatioon liittyvät toimintopaikat, esimerkiksi paineen, lämpötilan ja muut prosessiin liittyvät mittaukset. Kun Excelliä oltiin siistitty yhdessä kunnossapitoinsinöörin ja mekaanisen kunnossapidon työnjohtajan kanssa, oli lopullinen laitteiden toimintopaikkojen määrä 949 kappaletta (liite 1 ja 2).

## 7.2 Laitekohtainen ennakkohuoltotilanne

Seuraavaksi aloitettiin selvittämään jokaisen toimintopaikan laitteen tämän hetkistä ennakkohuollon tilaa. SAP-toiminnanohjausjärjestelmään syötettiin yksittelen jokaisen laitteen toimintopaikan tunniste (taulukko 5) ja katsottiin kyseisen laitteen ennakkohuollon huoltorivit (kuva 15).

TAULUKKO 5. Laitekohtaisen ennakkohuollon tilanteen tarkastus (SAP)

Huoltorivin valinta			
Huoltosuunn.tyyppi		-	
Huoltosuunnitelma		-	
Huoltorivi		-	
Huoltostrategia		-	
Huoltorivin teksti		-	
Toimintopaikka	LOH_PK1 - KR1 - 001	-	
Laitte		-	
Kokoonpano		-	
Nimike		-	
Sarjanumero		-	
<input checked="" type="checkbox"/> Huoltosuunnitelma aktiivinen			

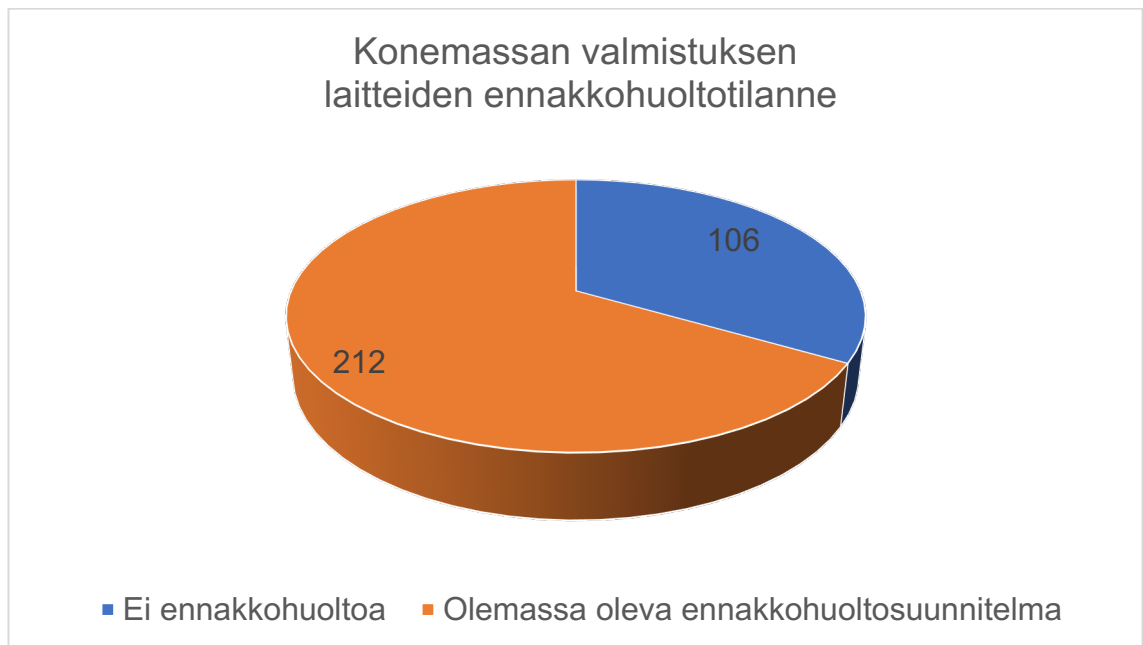
Excelliin merkittiin x kirjaimella, jos laitteella on ennakkohuolto huoltorivi ja kirjattiin huoltorivin numeron ylös. Tämän lisäksi määritettiin jokaiselle vastuuhenkilölle oma väri, ja huoltorivien solut merkittiin vastuuhenkilöiden väreillä (liite 3). Näin saatiin selville laitetason ennakkohuollon tilanne ja kenen vastuulla ennakkohuollosta tuleva työtilaus on (liite 5).

Näytä huoltorivi: huoltorivien luettelo	
Huoltorivi	Huoltorivin kuvaus
392985	CMT: PK1 VIIRA/PUR.OSAN TELAT /6krt/v
166556	Kiinnityksen tarkistus /26VK

KUVA 15. Laitteen huoltorivit (SAP)

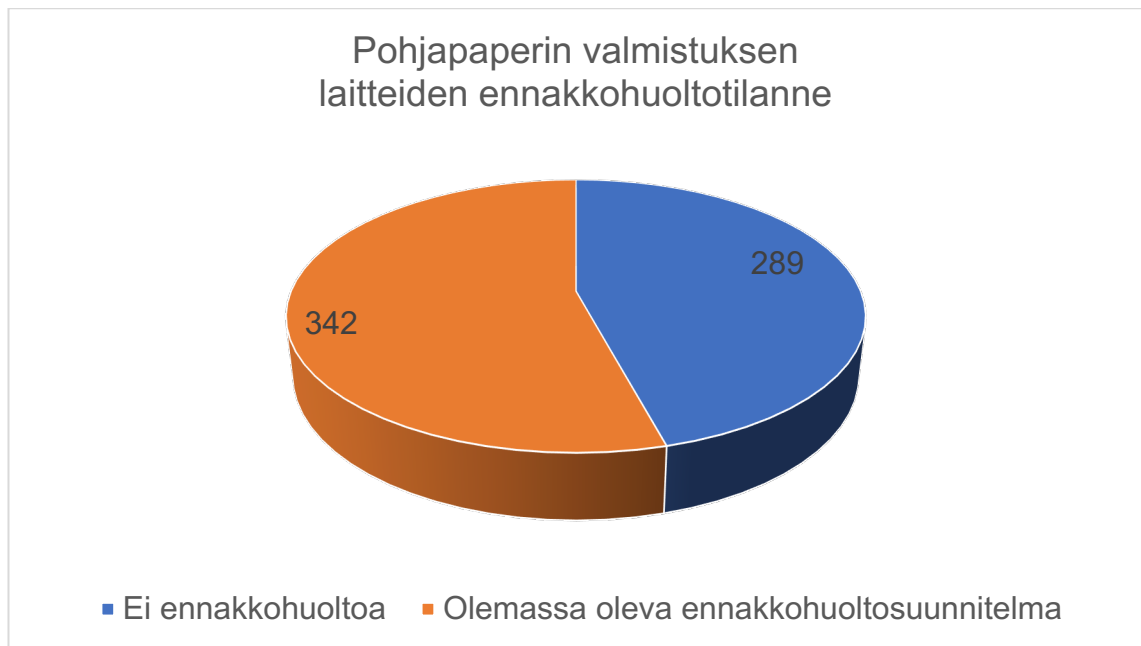
Excel-taulukkoihin on lisätty suodatustoiminto, jonka avulla voidaan suodattaa ja hakea laitekohtaiset tiedot ennakkohuollon tilanteesta. Suodattamalla saadaan kerralla näkymään laitteet, joilla on tai ei ole ennakkohuolto huoltorivejä. Excelissä voidaan myös suodattaa värin perusteella, jolloin löydetään helposti merkityn henkilön vastuulla olevat huoltorivit.

Kuviosta 1 nähdään konemassan valmistuksen alla olevien laitteiden ennakkohuoltotilanne. Konemassan valmistuksen alueella on 318 mekaanista laitetta ja 212 laitteella on suunniteltu ennakkohuolto, mikä on reilusti yli puolet ja se on hyvä määrä.



KUVIO 1. Konemassan valmistuksen alueella olevien laitteiden ennakkohuoltotilanne

Kuviosta 2 nähdään pohjapaperin valmistuksen alla olevien mekaanisten laitteiden ennakkohuoltotilanne. Pohjapaperin valmistuksen alueella on yhteensä 631 laitetta ja niistä 342 laitteella on suunniteltu ennakkohuolto. Eli vähän yli puolella laitteista on suunniteltua ennakkohuoltotoimintaa.



KUVIO 2. Pohjapaperin valmistuksen alueella olevien laitteiden ennakkohuoltotilanne

### 7.3 Laitteiden priorisointi

Ennakkohuoltojen tarkastelujen jälkeen aloitettiin laitteiden priorisointi. Laitetason priorisointi tehtiin yhdessä kunnossapitoinsinöörin ja tuotannon koneenhoitajan kanssa. Jokaiselle laitteelle annettiin A, B tai C prioriteetti. Missä A, B ja C tarkoittaa seuraavaa:

- A laitteen vikaantuminen pysäyttää välittömästi tuotannon
- B laitteen vikaantuminen aiheuttaa häiriön tuotannolle, mutta ei pysäytä paperikonetta. Pitkittyessään pysäyttää paperikoneen
- C laitteen vikaantuminen vaikuttaa paperikoneen tuotantoon ja laatuun

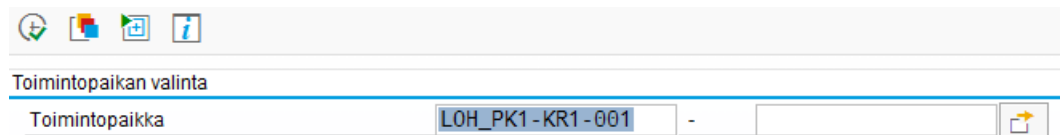
Kun priorisointi saatiin suoritettua, otettiin standardin mukaiseen kriittisyysluokitteluun vain A prioriteetin laitteet. Näin saatiin tarkastettavaa määrää pienemmäksi ja löydettiin ne laitteet, mitkä vikaantumisellaan ovat heti yhteydessä tuotannon menetykseen. Sappin kriittisyysluokittelun pää painoarvona on löytää juuri ne laitteet, jotka vaikuttavat tuotannon menetykseen eniten.



Laitteiden priorisoinnin tuloksena löydettiin 303 kriittistä laitetta (liite 3), jotka vikaantumisellaan pysäyttää välittömästi tuotannon. Näille 303:lle laitteelle tehtiin erillinen kriittisyysluokittelu, joka selviää kappaleissa 7,5 ja 8.

#### 7.4 Laitekohtaisen huoltohistorian selvitys

A-prioriteetin laitteille etsittiin laitteiden vikaantumishistoria SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä. Järjestelmästä löytyy laitteelle tehdyt työtilaukset ja näin siellä on pitkä historia laitekohtaisesta korjauksesta. Historian löytämiseksi syötettiin yksitellen toimintopaikan tunniste SAP-järjestelmään (kuva 16).



KUVA 16. SAP-toiminnanohjausjärjestelmän toimipaikkahaku (SAP)

Haualla saatiin laitteen koko työtilaushistoria ja kuten taulukosta 6 nähdään, työtilauksia on paljon. Työtilaukset ovat ennakkohoito- ja korjaus töitä. Taulukossa 6 on vain osa telan huoltohistoriasta. Telan huoltohistoriaa on yli kymmenen vuoden ajalta.

TAULUKKO 6. Osa viiranjohtotela 1:n huoltohistoriasta (SAP)

V	Tilaus	Laji	Alkuraja	Lyhyt teksti
	76304829	PM03	23.12.2018	Kiinnityksen tarkistus /26VK
	76265103	PM03	19.06.2018	Kiinnityksen tarkistus /26VK
	76224047	PM03	20.12.2017	Kiinnityksen tarkistus /26VK
	76184552	PM03	16.06.2017	Kiinnityksen tarkistus /26VK
	76173293	PM03	03.04.2017	Telan HP kiinn. pannan välyksen poisto
	71045733	PM01	14.03.2017	Telan kiinnityspantojen ruuvien vaihto
	76141221	PM03	23.01.2017	Kiinnityksen tarkistus /26VK
	76102236	PM03	24.05.2016	Kiinnityksen tarkistus /26VK
	76060396	PM03	18.12.2015	Kiinnityksen tarkistus /26VK
	76019485	PM03	13.10.2015	Kiinnityksen tarkistus /26VK
	76035723	PM03	05.08.2015	Tela liian alhaalla HP
	75977846	PM03	19.12.2014	Kiinnityksen tarkistus /26VK
	75965024	PM03	30.09.2014	Telan nosto, kun se on pudonnut alaspäin
	75936852	PM03	20.06.2014	Kiinnityksen tarkistus 26vk
	75894389	PM03	20.12.2013	Kiinnityksen tarkistus 26vk
	70843194	PM01	03.12.2013	Tarkastetaan telan asema Forceen
	75852403	PM03	21.06.2013	Kiinnityksen tarkistus 26vk
	75823314	PM03	21.01.2013	Telan vaihto. Asennetaan T443.
	75808662	PM03	21.12.2012	Kiinnityksen tarkistus 26vk
	75766305	PM03	22.06.2012	Kiinnityksen tarkistus 26vk
	75765194	PM03	19.06.2012	Kiinnityspulttien vaihto.

Laitekohtainen huoltohistoria kopioitiin Exceliin vikaantumisvälin kertoimen kommenttikenttään. Näin vikaantumisvälin kerroin on helppo arvioida ja laitekohtainen korjaushistoria on jatkossa helposti löydettävissä (kuva 17).

Toimintopaikan tunnistus	Toimintopaikan nimitys	Vikaantumisväli (1...3)	Turvallisuus (0...8)	Ympäristö (0...4)	Tuotannon menetys (0...4)	Lopputuotteen laatukustannus (0...4)
		Painoarvot W ->	Ws	We	Wp	Wq
LOH-004-008	KONEMASSAN VALMISTUS		30	20	100	30
LOH_04K0018E	MASSAN PAINELAJITIN 1	1				
LOH_04K0019E	MASSAN PAINELAJITIN 2	1				
LOH_04K0021P	KP-TIIVISTEVESIPUMPPU 1	2				
LOH_04K0022P	KP-TIIVISTEVESIPUMPPU 2	2				
LOH_PB1651	Kiertovesisuodin suihkuoskilointi	1				
LOH_PB1655	Kiertovesisuodin repijäräsuvi	1				
LOH_PB1680	Kiertovesisuodin pääkäyttö	1				
LOH_PKV751.758	KIERTOVEDISÄILIÖN PUMPPU	1				
LOH_PKV758.001	PK1 KIERTOVEDISÄILIÖN PUMPPU	1				
LOH_PVKI792.796	SAMEAVESISÄILIÖN PUMPPU	1				
LOH_PVKI795.006	SUODOSMASSAPUMPPU	1				
LOH_PVTE793.776	KIRKASTESÄILIÖN PUMPPU KIERTOV.TORNIIN	1				
LOH_PVTE793.796	SUIHKUVESIPUMPPU KTO-SUOTIMELLE	1				

**Vahanen, Mikko:**  
07.09.2018 Hihnojen kiristys  
19.06.2018 Hihnojen kiristys.  
19.10.2017 Kiilahihnojen vaihto  
25.04.2016 Kiilahihnojen vaihto  
22.12.2014 Hihnojen kiristys  
26.07.2014 Hihna löysällä --> hihnojen kiristys  
02.05.2014 Virtausmittarin korjaus, jkokine2, 2824  
15.04.2014 Tiivisteveden rotametri vuotaa hieman  
10.07.2013 Ylin kiilahihna löysä. Hihnojen vaihto/ki  
21.12.2012 Kiilahihnojen kiristys.  
29.09.2012 KPR. Kiilahihnat poikki. Vaihdettu. ok.  
25.01.2011 Kiilahihnojen vaihto >> Painelaj.1  
09.09.2009 Hihnojen kiristys/vaihto jkokine2  
11.08.2009 Kiilahihnojen vaihto.  
09.07.2008 hihnojen tarkistus, kiristys ja tarvitta

KUVA 17. Laitekohtainen työhistoria (liite 4)

## 7.5 Kriittisyysindeksin laskenta

Kriittisyysluokittelua varten tehtiin Excel-taulukko (liite 4), jonka avulla voidaan laskea kriittisyysindeksi K. Painoarvot ja kerroinvälit valittiin PK1:lle sopivaksi yhdessä kunnossapitoinsinöörin kanssa.

Laitekohtaisen kriittisyysindeksin laskenta tehtiin yhdessä Sappin kunnossapitoinsinöörin ja PK1:n mekaanisen kunnossapidon työnjohtajan kanssa. Kun saatiin A-prioriteetin laitteet kasattua yhteen kriittisyysindeksin laskemista varten, pidettiin kaksi palaveria. Palavereissa päätettiin laitekohtaiset kertoimet turvallisuudelle, ympäristölle, tuotannon menetykselle ja lopputuotteen laatukustannukselle. Kunnossapitoinsinöörillä ja työnjohtajalla on laaja tuntemus luokiteltavien laitteiden kunnossapidosta sekä toimintaprosessista. Vikaantumisvälin kertoimet saatiin määritettyä hyvin SAP-järjestelmästä otetun huoltohistorian pohjalta. Muut kertoimet arvioitiin yhdessä (liite 4).

Kuvasta 18 nähdään pieniosa liitteenä 4 olevasta Excel-taulukosta. Kriittisyysindeksin K:n laskemisessa ei otettu ollenkaan huomioon korjauskustannuksia. Korjauskustannuksia ei otettu huomioon, koska kustannukset riippuvat niin monesta tekijästä. Lisäksi tehtaalle on aikaisemmin tehty kriittisyysluokittelu PK2:lle, johon ei otettu myöskään korjauskustannuksia huomioon. Tämän pois jättäminen helpottaa kriittisyysluokitteluiden tulosten vertailua keskenään.

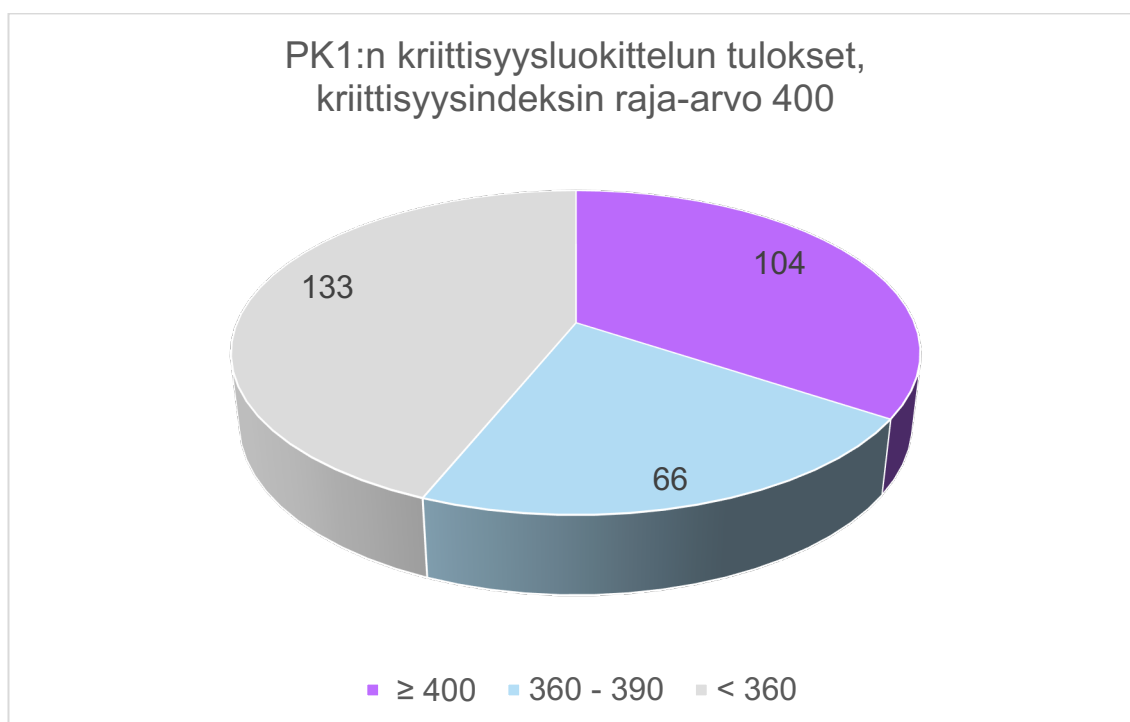
Toimintopaikan nimitys	Vikaantumisväli (1...3)	Turvallisuus (0...8)	Ympäristö (0...4)	Tuotannon menetyksen menetys (0...4)	Lopputuotteen laatukustannus (0...4)	Korjauskustannus (0...4)	Kriittisyysindeksi	Kriittisyyden osaindeksit					
	Painoarvot	Ws	We	Wp	Wq	Wr		K	Ks	Ke	Kp	Kq	
	W ->	30	20	100	30	0							
KONEMASSAN VALMISTUS							0						
MASSAN PAINELAJITIN 1	1	0	0	2	2		260	0	0	200	60		
MASSAN PAINELAJITIN 2	1	0	0	2	2		260	0	0	200	60		
KP-TIIVISTEVESIPUMPPU 1	2	0	0	1	1		260	0	0	200	60		
KP-TIIVISTEVESIPUMPPU 2	2	0	0	1	1		260	0	0	200	60		
Kiertovesisuodin suihkuoskilointi	1	0	0	0	1		30	0	0	0	30		
Kiertovesisuodin repijärävy	1	0	0	3	4		420	0	0	300	120		
Kiertovesisuodin pääkäyttö	1	0	1	3	4		440	0	20	300	120		
KIERTOVEDISÄILIÖN PUMPPU	1	0	1	2	3		310	0	20	200	90		
PK1 KIERTOVEDISITORNIN PUMPPU	1	0	0	2	3		290	0	0	200	90		

KUVA 18. PK1-linjan kriittisyysindeksin laskentataulukko (liite 4)

Kuvasta 18 ja liitteestä 4 nähdään myös mistä kriittisyysindeksi K koostuu. Kriittisyysindeksi on kriittisyyden osaindeksien summa. Esimerkiksi  $K_p$  osaindeksi on tuotannon menetyksen osaindeksi ja sen tulos kertoo paljonko tuotannon menetykset vaikuttaa laitteen kriittisyysindeksiin. Osaindeksien avulla voidaan helposti hakea laitteet, joilla on suurin vaikutus esimerkiksi tuotannon menetykseen.

## 8 KRIITTISYYSLUOKITTELUN TULOKSET

Kriittisyysluokittelun tuloksena löydettiin 303 kriittistä laitetta mitkä vikaantumiseensa pysäyttää välittömästi tuotannon. Näille 303:lle laitteelle tehtiin erillinen kriittisyysluokittelu PSK 6800 -standardin avulla. Standardin avulla laskettiin kaikille laitteelle kriittisyysindeksi ottaen huomioon jokaisen laitteen vikaantumisväli, turvallisuus, ympäristö sekä tuotannon menetys (liite 4). Tuloksena saatiin kuvion 3 mukaiset tulokset.



KUVIO 3. PK1:n kriittisyysluokittelun tulokset

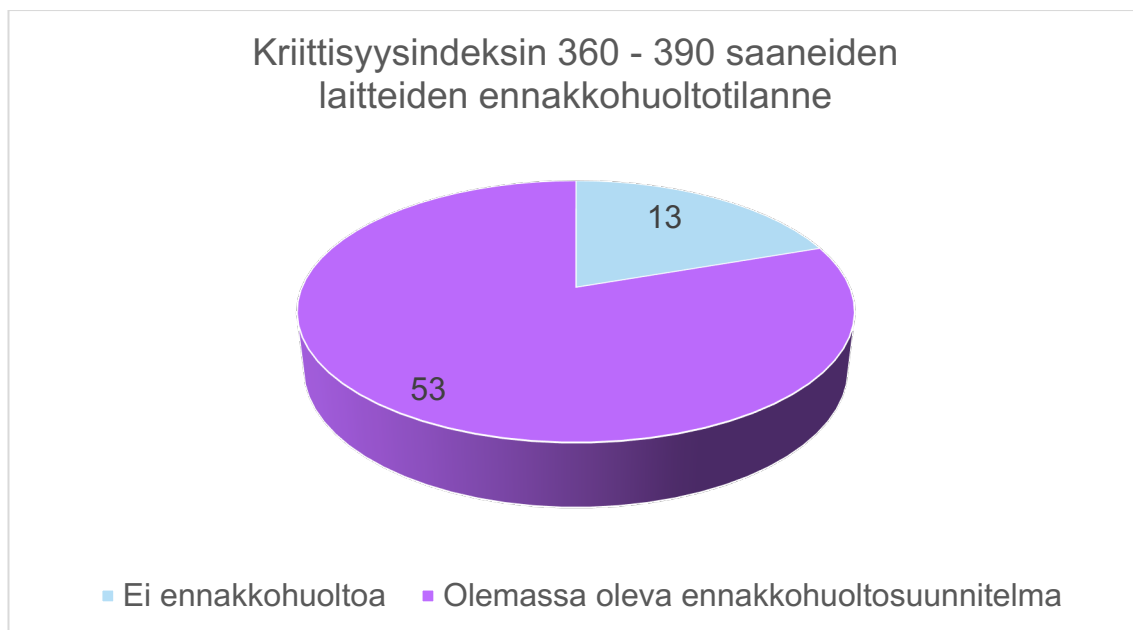
Kuviosta 3 nähdään, että 104 laitetta ylittää kriittisyysindeksin raja-arvon 400 ja 66 laitetta ovat lähellä raja-arvoa sekä 133 laitetta sai kriittisyysindeksiksi alle 360. Raja-arvon ylittäville laitteille tehtiin oma sivu Exceliin, missä nähdään laitteiden tämän hetkinen ennakkohuoltotilanne (liite 5). Myös raja-arvoa 400 lähellä olevat laitteet otettiin mukaan tarkasteluun. Kaikille 360 - 390 arvon saaneille laitteille tarkastettiin tämän hetkinen ennakkohuoltotilanne.

Kuviosta 4 nähdään, että 98 raja-arvon ylittäneellä laitteella oli olemassa oleva ennakkohuolto huoltorivi ja kuudelta laitteelta puuttui.



KUVIO 4. PK1:n kriittisyysindeksin 400 ylittäneiden laitteiden ennakkohuoltotilanne

Kuviosta 5 nähdään, että kriittisyysindeksin 360 - 390 saaneiden laitteiden ennakkohuoltotilanne. Olemassa oleva ennakkohuolto huoltorivi on 53 laitteella ja kolmeltatoista laitteelta puuttui suunniteltu ennakkohuolto.



KUVIO 5. PK1:n kriittisyysindeksin 360 - 390 saaneiden laitteiden ennakkohuoltotilanne

## 9 PITKÄN TÄHTÄIMEN SUUNNITELMA

Pitkän tähtäimen suunnittelua (PTS) varten pitää analysoida prosessia monen vuoden päähän asetettuja tavoitteita vasten. Pitkän tähtäimen suunnitelmaa varten pitää tehdä kuntokartoitukset, jotka on suunnattu eri koneille tai osaprosesseille. Kohteiden kuntoa seurataan määritelty aika tulevaisuuteen. (PSK 6202 2003, 5)

Kirkniemen tehtaalle tuli puoli vuotta sitten työnsuunnittelija osastokohtaisesti kunnossapito-organisaatio muutoksen lopputuloksena. Työnsuunnittelijan päätehtävät ovat PTS, ennakkohuollot sekä töiden suunnittelu isoihin seisokkeihin. Tulevaisuudessa työnsuunnittelija osallistuu myös käynninaikaisten töiden suunnitteluun. Tämä opinnäytetyö auttaa työnsuunnittelijaa PTS:n ja ennakkohuoltojen parantamisessa.

Kirkniemen PTS:n tavoitteena on löytää laitteet, joille pitää tehdä pitkällä aikavälillä isompia kunnostuksia. Esimerkiksi 10 vuoden sisällä tehtäviä kunnostuksia, joiden kustannus on > 10 000 €. Sappi Kirkniemen työnsuunnittelijoilla on käytössä PTS Excel-pohja mihin etsitään esimerkin kaltaiset laitteet. Kuvassa 19 nähdään PK1-linjan PTS:n suunnittelua. Excelliin kirjataan ylös laitteen vastuuhenkilö, arvioitu kustannus, aikaväli kuinka usein uusinta tai huolto tehdään ja milloin se on viimeksi tehty. Tämän pitkän tähtäimen suunnitelma auttaa kunnossapito budjetin hallinnassa sekä käyttövarmuuden parantamisessa.

PK1-linja isot kustannukset (>10 keur)		vastuu	kustannus	sykli	Tehty viimeksi	2015 tehty	2015 jäljellä	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Telat</b>																		
	PK1 Tambuuritehojen särötarkastus	HTN		5	2015								6					
	RINTA-JA KULMATELA PK1 T1032	HTN			2009													
	RINTA-JA KULMATELA PK1 T1095	HTN			2007													
	RINTA-JA KULMATELA PK1 T 424	HTN			?													
	RINTA-JA KULMATELA PK1 T629	HTN			?													
<b>Puristinosa:</b>																		
	PR1-hyd.kiristimen huolto	HTN	20		2018													
	PR2-hyd.kiristimen huolto	HTN	20															
	PR3-hyd.kiristimen huolto	HTN	20															
	Höyrylaatikon huolto	HTN			2016													
<b>Kusterit PR</b>																		
	T690	HTN			2015													
	T691	HTN			2011													
	T692	HTN			2018													

KUVA 19. PK1-linjan PTS Excel-pohja

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Työssä suoritettiin kriittisyysluokittelu PK1:n konemassan ja pohjapaperin valmistuksen alueen mekaanisille laitteille sekä näiden laitteiden ennakkohuollon tilanteen selvitys. Ennakkohuollon tilanteen selvitys tehtiin 949 laitteelle ja kriittisyysluokittelu 303 laitteelle. Kriittisyysluokittelu tehtiin PSK 6800 -standardin tuotannon menetyksen mukaisella menetelmällä. Työssä oli tiiviisti yhteistyössä Sappi Kirkniemen henkilökuntaa.

Työn tuloksena saatiin Excel-taulukot, joihin on listattu kaikki konemassan ja pohjapaperin valmistuksen mekaaniset laitteet ja niiden ennakkohuoltotilanne. Laitteet on priorisoitu tehtaan haluamalla tavalla ja A priorisoinnin laitteille tehtiin oma Excel-taulukko ja laskettiin laitekohtainen kriittisyysindeksi PSK 6800 -standardin määrittelemällä tavalla. Kriittisiä laitteita löytyi alueelta yhteensä 104 ja lähellä raja-arvoa olevia laitteita 66 kappaletta.

Kriittisyysluokittelun tuloksena saatiin PK1:n laitteet järjestettynä niiden kriittisyyden kannalta. Laitteet, jotka saivat tulokseksi yli 400 tai lähelle 400 ovat Sappi Kirkniemen PK1:n kriittisiä laitteita. Tämä luokittelu auttaa tulevaisuudessa työsuunnittelijaa, joka voi hyödyntää Exceleistä löytyviä tuloksia. Nämä laitteet vaikuttavat konemassan ja pohjapaperin valmistuksessa kaikkein eniten. Jos näistä laitteista jokin hajoaa, niin se vaikuttaa tuotantoon välittömästi pysäyttämällä paperikoneen. Lisäksi näillä laitteilla voi olla turvallisuus- ja ympäristöriskejä.

Kaikkien kriittisyysindeksin laskentaan mukaan otettujen laitteiden puutteellinen ennakkohuolto pitäisi päivittää, koska kaikki nämä ovat hajoamisellaan yhteydessä tuotannonmenetykseen. Lisäksi kaikkien raja-arvon 400 ylittäneiden 104 laitteen ennakkohuollon sisällön tarkastelu kannattaa tehdä. Näin saataisiin selville olemassa olevan ennakkohuollon laatu. Liitteenä olevat Excelit helpottavat tässä työssä, kun ennakkohuollon huoltorivit ovat nähtävissä yhdessä paikassa.

Paremmen käyttövarmuuden ja häiriöiden vähentämiseksi tehtaalla on käynnistetty OME-projekti (Overall Machine Efficiency), joka kuvaa lukujen avulla koko

konelinjan tuotannon tehokkuutta. Jotta projektissa päästäisiin annettuihin tavoitteisiin, ongelmia pyritään ratkomaan useasta näkökulmasta samanaikaisesti. Tämä työ tukee PK1:n häiriöiden vähentämistavoitteiden saavuttamista. Työn avulla löydettiin ennakkohuollon ulkopuolella olevat laitteet ja työn Excel-taulukoita voidaan käyttää pitkän tähtäimen suunnitelman päivittämisessä, mitkä molemmat tukevat häiriöiden vähentämistä.

Tässä opinnäytetyössä päästiin kaikkiin ennalta määritettyihin tavoitteisiin. Opinnäytetyö on jatkossa tukena alueella työskenteleville ja varsinkin PK1:n työsuunnittelijalle. Sappin henkilökunnan vastuulle jää ennakkohuollon ulkopuolella olevien ennakkohuollon päivittäminen sekä Excel-taulukoiden hyödyntäminen PTS:n päivittämisessä.

Työssä tehdyn kriittisyysluokittelun ja ennakkohuollon tilanteen selvityksen voisi tehdä lähes mihin vain, missä on tuotantoa ja laitteita. Lisäksi kriittisyysluokittelun voi tehdä myös muunkin kuin tuotannonmenetyksen näkökulmasta. Painoarvot ja kertoimet voidaan räätälöidä tapauskohtaisesti ja ottaa esimerkiksi ympäristöriski suurimmaksi painoarvoksi. Tällä tavalla löydettäisiin laitteet, jotka hajoamisellaan vaikuttaisi ympäristöön kaikista eniten.



## LÄHTEET

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

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström T. 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Knowpap 2019. Kunnossapidon määritelmät. Käyttövarmuus. Luettu 18.3.2019. Vaatii käyttöoikeuden. [http://www.knowpap.com.elib.tamk.fi/extra-net/suomi/maintenance/1\\_maintenance/1\\_importance/1\\_content\\_and\\_goals/frame.htm](http://www.knowpap.com.elib.tamk.fi/extra-net/suomi/maintenance/1_maintenance/1_importance/1_content_and_goals/frame.htm)

Mikkonen H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Käsikirja. 1. painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Nieminen, J. Käyttöinsinööri. 2019. Haastateltu 6.3.2019. Haastattelija Vähänen, M. Sappi Kirkniemi. Lohja.

PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK Standardisointiyhdistys ry. Luettu 7.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.psk-standardisointi.fi/Standard/Ryhma62/PSK6201.pdf>

PSK 6202. 2003. Prosessiteollisuuden kuntokartoitus. PSK Standardisointiyhdistys ry. Luettu 28.3.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.psk-standardisointi.fi/Standard/Ryhma62/psk6202.pdf>

PSK 6800. 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. PSK Standardisointiyhdistys ry. Luettu 7.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.psk-standardisointi.fi/Standard/Ryhma68/psk6800liitteineen.pdf>

PSK 7501. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. PSK Standardisointiyhdistys ry. Luettu 12.3.2019. Vaatii käyttöoikeuden. [https://www.psk-standardisointi.fi.elib.tamk.fi/Standard/Ryhma75/PSK7501\\_2p.pdf](https://www.psk-standardisointi.fi.elib.tamk.fi/Standard/Ryhma75/PSK7501_2p.pdf)

SAP. Toiminnanohjausjärjestelmä. Tiedostoversio 7500.2.6.3380. SAP Net-Weaver.

Sappi. n.d.a. About Sappi Southern Africa. Luettu 8.3.2019. <https://www.sappi.com/about-sappi-southern-africa>

Sappi. n.d.b. About us. Luettu 8.3.2019. <https://www.sappi.com/about-us-eu>

Sappi. n.d.c. Group profile. Luettu 8.3.2019. <https://www.sappi.com/group-profile>

Sappi. n.d.d. Kirkniemen tehdas. Luettu 8.3.2019. <https://www.sappi.com/fi/kirkniemi-mill>

Sappi Kirkniemi. 2015. EMAS- ympäristöselonteko 2015. Luettu 8.3.2019. <https://cdn-s3.sappi.com/s3fs-public/Kirkniemi%202015%20EMAS%20report%20Finnish.pdf>

Sappi Kirkniemi. 2018a. Toimintakuvaus. Kunnossapitotoiminnan kuvaus. Sappi Intranet. Luettu 7.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden. [http://sappi-net.eu.sappi.com/EN/resourcecentre/ISO/KI/KP/joh/ layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EN/resourcecentre/ISO/KI/KP/joh/Documents/ISO%20-%20KUP\\_JOHTAM\\_TOIMIN\\_002/KUP\\_JOHTAM\\_TOIMIN\\_002.docx&action=default&DefaultItemOpen=1](http://sappi-net.eu.sappi.com/EN/resourcecentre/ISO/KI/KP/joh/ layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EN/resourcecentre/ISO/KI/KP/joh/Documents/ISO%20-%20KUP_JOHTAM_TOIMIN_002/KUP_JOHTAM_TOIMIN_002.docx&action=default&DefaultItemOpen=1)

Sappi Kirkniemi. 2018b. Toimintakuvaus. Kunnossapitotekninen ennakoiva toiminta. Luettu 7.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden. [http://sappi-net.eu.sappi.com/EN/resourcecentre/ISO/KI/KP/joh/ layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EN/resourcecentre/ISO/KI/KP/joh/Documents/ISO%20-%20KUP\\_JOHTAM\\_TOIMIN\\_005/KUP\\_JOHTAM\\_TOIMIN\\_005.docx&action=default&DefaultItemOpen=1](http://sappi-net.eu.sappi.com/EN/resourcecentre/ISO/KI/KP/joh/ layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EN/resourcecentre/ISO/KI/KP/joh/Documents/ISO%20-%20KUP_JOHTAM_TOIMIN_005/KUP_JOHTAM_TOIMIN_005.docx&action=default&DefaultItemOpen=1)

Sappi Kirkniemi Mill. 2019. Welcome to Kirkniemi. Sappi Intranet. Luettu 6.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <http://sappinet.eu.sappi.com/EN/resourcecentre/kirkniemi/com/ layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EN/resourcecentre/kirkniemi/com/Documents/Sappi%20Kirkniemi%20Mill.pptx&action=default>

## LIITTEET

## Liite 1. Konemassan valmistuksen alueen tarkastelu

Toimintopaikan nimitys	Prioriteetti	Lisätietoja	Ennakkohoolto	Huoltorivi	Huoltorivi	Huoltorivi	Huoltorivi	Huoltorivi
<b>KONEMASSAN VALMISTUS</b>			x	1000092702	1000093018			
<b>YLEINEN</b>								
PK1 ROSKANEROTIN								
<b>PAINELAJITTELU</b>	A		x	1000092954				
MASSAN PAINELAJITIN 1	A		x	1000092954				
Massan painelajitin 1	A							
MASSAN PAINELAJITIN 2	A		x	1000092954				
Massan painelajitin 2	A							
REJEKTIEN PAINELAJITIN	B		x	1000092954				
PK1 rejektilajitin	B		x	392988				
REJEKTIEN PAINELAJITTIMEN SYÖTTÖPUMPPU	B		x	1000092972				
Rejektilajittimen pumppu	B		x	392989				
<b>KIERTOVEDSIEN KÄSITTELY</b>								
TIIVISTEVESISUODIN 1	C		x	1000093083				
TIIVISTEVESISUODIN MOOTTORI PJ083	C		x	392988				
TIIVISTEVESISUODIN 2	C							
TIIVISTEVESISUODIN 2. MOOTTORI PJ084	C		x	392988				
TIIVISTEVESISUODIN 3	C		x	1000093083				
TIIVISTEVESISUODIN 3. MOOTTORI PJ090	C		x	392988				
PK1 PESUVESISUODIN	C		x	1000093083				
TIIVISTEVESIESILAJITIN 1	C		x	1000093083				
TIIVISTEVESIESILAJITIN 1. MOOTTORI	C		x	392988				
TIIVISTEVESIESILAJITIN 2	C		x	1000093083				
TIIVISTEVESIESILAJITIN 2. MOOTTORI	C		x	392988				
TIIVISTEVESISUOTIMIEN SYÖTTÖPUMPPU	C		x	1000093083				
TIIVISTEVESISUOTIMEN SYÖTTÖPUMPPU	C		x	392989				
MP-TIIVISTEVESIPUMPPU 1	B		x	1000093083				
TIVISTEVESIPUMPUN MOOTTORI PK0411	B							
MP-TIIVISTEVESIPUMPPU 2	B		x	1000093083				

## Liite 2. Pohjapaperin valmistuksen alueen tarkastelu

Toimintopaikka	Toimintopaikan nimitys	Prioriteetti	Lisätietoja	Ennakkohoolto	Huoltorivi	Huoltorivi	Huoltorivi	Huoltorivi
LOH-004-009	POHJAPAPERIN VALMISTUS			x	Kommentti			
LOH-004-009-000	YLEINEN			x	1000092575	1000092317	1000093083	
LOH_PK052305.15	PK1 SÄHKÖT.JÄÄHDYTYSVESIPUMPPU 1	B						
LOH_PK052307.05	PK1 SÄHKÖT.JÄÄHDYTYSVESIPUMPPU 2	B						
LOH_04I0012IK	PK1 04R0001VA 04RK01 ILMASTOINTIKONEIKKO	C		x	389518			
LOH_PD03A60	PK1 märänpään valvomo tuloilmakoje	C						
LOH_PX065	PPK VALVOMON ILMASTOINTIPUHALLIN MOOTT.	C						
LOH_LVA931	PK1 KUIVANPÄÄN KIERTOVOITELUKESKUS	A		x	1000092036	1000092698		
LOH_04K0004VP	PK1 KP KIERTOVOIT. PAINEKESKUS PUMPPU 1	A						
LOH_PJ036	Kv kp painekeskus p1	A						
LOH_SVA933	PK1 KP KIERTOVOITELU VÄLISÄILIÖ 4	B		x	1000093019			
LOH_04K0015VP	PK1 KP KIERTOVOIT. VÄLISÄILIÖ 4 PUMPPU 1	B						
LOH_PJ097	Kv kp välis. 4 p1	B						
LOH_04K0016VP	PK1 KP KIERTOVOIT. VÄLISÄILIÖ 4 PUMPPU 2	B						
LOH_PJ098	Kv kp välis. 4 p2	B						
LOH_SVA934	PK1 KP KIERTOVOITELU VÄLISÄILIÖ 5	B		x	1000093019			
LOH_04K0013VP	PK1 KP KIERTOVOIT. VÄLISÄILIÖ 5 PUMPPU 1	B						
LOH_PJ095	Kv kp välis. 5 p1	B						
LOH_04K0014VP	PK1 KP KIERTOVOIT. VÄLISÄILIÖ 5 PUMPPU 2	B						
LOH_PJ096	Kv kp välis. 5 p2	B						
LOH_SVA935	PK1 KP KIERTOVOITELU VÄLISÄILIÖ 6	B		x	1000093019			
LOH_04K0017VP	PK1 KP KIERTOVOIT. VÄLISÄILIÖ 6 PUMPPU 1	B						
LOH_PJ108	Kv kp välis. 6 p1	B						
LOH_04K0018VP	PK1 KP KIERTOVOIT. VÄLISÄILIÖ 6 PUMPPU 2	B						
LOH_PJ109	Kv kp välis. 6 p2	B						
LOH_04K0003VP	PK1 KP KIERTOVOIT. PAINEKESKUS PUMPPU 2	A						
LOH_PJ037	Kv kp painekeskus p2	B						
LOH_04K0005VP	PK1 KP KIERTOVOIT. PAINEK.SIVUK.PUMPPU	B						
LOH_PJ100	Kv kp painek.sivuk. p.	B						
LOH_LVA921	PK1 MÄRÄNPÄÄN KIERTOVOITELUKESKUS	A		x	1000092036	1000092698		
LOH_04K0001VP	PK1 MP KIERTOVOIT. PAINEKESKUS PUMPPU 1	A						
LOH_PJ067	Kv mp painekeskus p1	A						
LOH_04K0002VP	PK1 MP KIERTOVOIT. PAINEKESKUS PUMPPU 2	A						

## Liite 3. Prioriteetti A laitteiden ennakkohuoltotilanne

LOH_PK1-KR4-S36	PK1 KUIVAUSSYLINTERI 36 *1830	A		x	392986	1000092704	1000093647	392458		
LOH_PK1-KR4-S37	PK1 KUIVAUSSYLINTERI 37 *1830	A		x	392986	1000092704	1000093647	392458		
LOH_PK1.22B1	PK1.4.KUIVAUSRYHMÄ KÄYTÖN MOT.PK1.22B1M1	A								
LOH_PK1-KR4-S38	PK1 KUIVAUSSYLINTERI 38 *1830	A		x	392986	1000092978	1000092047			
LOH_PK1-KR4-S39	PK1 KUIVAUSSYLINTERI 39 *1830	A		x	392986	1000092978	1000092704	1000092044	1000093647	392458
LOH_PPO500	PK1 VAC-ROLL PUHALLIN 1	A		x	389516	389586				
LOH_PJ022	Vacroll poistopuhallin	A		x	392992					
LOH_PHK451.000	PK1 LTO-TORNI 1 PUHALLIN	A		x	389513	389582	1000092969	1000092317	1000093617	
LOH_PHC50	PK1 LTO-torni 1 puhallin	A		x	392992					
LOH_PHK452.000	PK1 LTO-TORNI 2 PUHALLIN	A		x	389513	389582	1000092969	1000092317	1000093617	
LOH_PHD60	PK1 LTO-torni 2 puhallin	A		x	392992					
LOH_PHN30	PK1 LTO-torni 3 Korvausilmapuhallin	A								
LOH_PHK453.000	PK1 LTO-TORNI 3 PUHALLIN	A		x	389513	389582	1000092969	1000092317	1000093617	
LOH_PHM30	PK1 LTO-torni 3 puhallin	A		x	392992					
LOH_LHK454	PK1 LÄMMÖNVAIHTOTORNI 4	A		x	389587					
LOH_PHK454.000	PK1 LTO-TORNI 4 PUHALLIN	A		x	389513	389582	1000092969	1000092317	1000093617	
LOH_PJ046	Lämmönv. t4 p-ilmapuh.	A		x	392992					
LOH_PPI722	PK1 PRESS-RUN PUHALLIN	A		x	389516	1000092969	389586			
LOH_PF43	Kuivausosa press run puhallin	A		x	392992					
LOH_PTI452.400	PK1 HUVAN KORVAUSILMAPUHALLIN 2	A		x	389514	1000092969	389586			
LOH_PF19	Huuva korvausilma 2	A		x	392992					
LOH_PJ039	Huuvan kor. ilmapuh. 4	A		x	392992					
LOH_PPI723	PK1 UNO-RUN PUHALLIN 1	A		x	389516	1000092969	389586			
LOH_PJ034	Und-run puhallin 1	A		x	392992					
LOH_PTI451.400	PK1 UNO-RUN PUHALLIN 2	A		x	389514	1000092969	389586			
LOH_PF18	Uno-run puhallin 2	A		x	392992					
LOH_V1T1457	PK1 UNO-RUN PUHALLIN 2,SÄÄTÖPELTI	A								
LOH_PHK454.001	PK1 UNO-RUN PUHALLIN 3	A		x	389516	1000092969	389586			
LOH_PJ055	Und-run puhallin 3	A		x	392992					
LOH_04H0023HVT	KR1-2 OHJAUSPULPETIN 4-P4 HYDR. OSAT	A								
LOH_P1LD400.410	PK1 HÖYRYLAAT. LÄMPÖTILANSÄÄTÖPUMPPU 1	A		x		1000093083				
LOH_PK25055	HÖYRYLAATIKON LÄMPÖT.SÄÄTÖPUMP.1 PK25055	A		x	392989					
LOH_P2LD400.410	PK1 HÖYRYLAAT. LÄMPÖTILANSÄÄTÖPUMPPU 2	A		x		1000093083				
LOH_PK25056	HÖYRYLAATIKON LÄMPÖT.SÄÄTÖPUMP.2 PK25056	A		x	392989					

## Liite 4. Kriittisyysindeksin laskentataulukko

Sappi Kirkniemi

PK1:n kriittiset laitteet konemassan &amp; pohjapaperin valmistuksessa

Mikko Vähänen

Kertoimien määrittämisessä apuna Leo Järvenpää &amp; Ari Pulkka

Versio 1.00

2019

PSK 6800

Kriittisyyden raja-arvo 400

Tuotannon menetyksen painoarvokerroin Wp 100

Vikaantumisvälin työtilaukset otettu SAP:sta 19.1.2019

Toimintopaikan tunnistus	Toimintopaikan nimitys	Vikaantumisväli (1...3)	Turvallisuus (0...8)	Ympäristö (0...4)	Tuotannon menetys (0...4)	Lopputuotteen laatukustannus (0...4)	Korjauskustannus (0...4)	Kriittisyysindeksi	Kriittisyyden osaindeksit					
		Painoarvot W ->	Ws 30	We 20	Wp 100	Wq 30	Wr 0		K	Ks	Ke	Kp	Kq	Kr
LOH-004-008	KONEMASSAN VALMISTUS							0	0	0	0	0	0	0
LOH_04K0018E	MASSAN PAINELAJITIN 1	1	0	0	2	2		260	0	0	200	60	0	0
LOH_04K0019E	MASSAN PAINELAJITIN 2	1	0	0	2	2		260	0	0	200	60	0	0
LOH_04K0021P	KP-TIIVISTEVESIPUMPPU 1	2	0	0	1	1		260	0	0	200	60	0	0
LOH_04K0022P	KP-TIIVISTEVESIPUMPPU 2	2	0	0	1	1		260	0	0	200	60	0	0
LOH_PB1651	Kiertovesisuodin suihkuoskilointi	1	0	0	0	1		30	0	0	0	30	0	0
LOH_PB1655	Kiertovesisuodin repijärjuvi	1	0	0	3	4		420	0	0	300	120	0	0
LOH_PB1680	Kiertovesisuodin pääkäyttö	1	0	1	3	4		440	0	20	300	120	0	0
LOH_PKV751.758	KIERTOVIESTISÄILIÖN PUMPPU	1	0	1	2	3		310	0	20	200	90	0	0
LOH_PKV758.001	PK1 KIERTOVIESTITORNIN PUMPPU	1	0	0	2	3		290	0	0	200	90	0	0
LOH_PVKI792.796	SAMEAVESISÄILIÖN PUMPPU	1	0	1	1	1		150	0	20	100	30	0	0
LOH_PVKI795.006	SUODOSMASSAPUMPPU	1	0	0	3	4		420	0	0	300	120	0	0
LOH_PVTE793.776	KIRKASTESÄILIÖN PUMPPU KIERTOVIESTITORNIN	1	0	1	3	4		440	0	20	300	120	0	0
LOH_PVTE793.796	SUIHKUVESIPUMPPU KTO-SUOTIMELLE	1	0	1	3	4		440	0	20	300	120	0	0
LOH_PVTE794.743	SUPERKIRKASTESÄILIÖN PUMPPU	1	0	1	1	1		150	0	20	100	30	0	0
LOH_J1SE3	PK1 SELLUJAUHIN 1	2	0	0	0	1		60	0	0	0	60	0	0
LOH_PB1652	Sellujauhin 1 öljypumppu	1	0	0	0	1		30	0	0	0	30	0	0
LOH_PB1676	Sellujauhin 1 kuormituslaite	1	0	0	0	1		30	0	0	0	30	0	0
LOH_J2SE3	PK1 SELLUJAUHIN 2	2	0	0	0	1		60	0	0	0	60	0	0
LOH_PB1646	Selluj. 2 öljyp.	1	0	0	0	1		30	0	0	0	30	0	0
LOH_PB1684	Selluj. 2 kuormituslaite	1	0	0	0	1		30	0	0	0	30	0	0
LOH_J3SE3	PK1 SELLUJAUHIN 3	2	0	0	0	1		60	0	0	0	60	0	0
LOH_PB1645	Selluj. 3 öljyp.	1	0	0	0	1		30	0	0	0	30	0	0
LOH_PB1683	Selluj. 3 kuormituslaite	1	0	0	0	1		30	0	0	0	30	0	0
LOH_PHE617.058	SAKEAMASSATORNIN PUMPPU	2	0	0	2	3		580	0	0	400	180	0	0
LOH_PHI002.006	HIOKKEEN ANNOSTELUSÄILIÖN PUMPPU	1	0	0	2	3		290	0	0	200	90	0	0
LOH_PHY217.225	PK1 MÄRÄNHYLYN ANNOSTELUSÄILIÖN PUMPPU	1	0	0	1	1		130	0	0	100	30	0	0
LOH_MMA006	SEKOITUSSÄILIÖN SEKOTTAJA	2	0	0	1	1		260	0	0	200	60	0	0
LOH_PMA006.007	SEKOITUSSÄILIÖN PUMPPU	1	0	0	2	3		290	0	0	200	90	0	0

## Liite 5. Raja-arvon ylittäneiden laitteiden ennakkohuoltotilanne

Toimintopaikan tunniste	Toimintopaikan nimitys	Vikaantumisväli (1...3)	Turvallisuus (0...8)	Ympäristö (0...4)	Tuotannon menetys (0...4)	Lopputuotteen laatukustannus (0...4)	Korjauskustannus (0...4)	Kriittisyys indeksi	Ennakkohuolto	Huoltorivit		
		Painoarvot W ->	Ws 30	We 20	Wp 100	Wq 30	Wr 0	K				
LOH-004-008	KONEMASSAN VALMISTUS											
LOH_PB1655	Kiertovesisuodin repijäruuvi	1	0	0	3	4		420	x	392988		
LOH_PB1680	Kiertovesisuodin pääkäyttö	1	0	1	3	4		440				
LOH_PVKI795.006	SUODOSMASSAPUMPPU	1	0	0	3	4		420	x	1000092972	1000092694	
LOH_PVTE793.776	KIRKASTESÄILIÖN PUMPPU KIERTOVI. TORNIIN	1	0	1	3	4		440	x	1000092972	1000092694	
LOH_PVTE793.796	SUIHKUVESIPUMPPU KTO-SUOTIMELLE	1	0	1	3	4		440	x	1000092972	1000092694	
LOH_PHE617.058	SAKEAMASSATORNIN PUMPPU	2	0	0	2	3		580				
LOH_SHY213	PURISTINPULPPERI	1	0	1	3	3		410				
LOH_PHY213.214	PURISTINPULPPERIN PUMPPU	1	0	1	3	3		410	x	1000092972		
LOH_MHY220	VÄLIKALANTERIN PULPPERIN HAJOTTAJA	1	0	1	3	3		410	x	1000093616	1000092692	
LOH_PJ073	Välikal. pulp. root.	1	0	1	3	3		410	x	392988		
LOH_PHY220.214	VÄLIKALANTERIN PULPPERIN PUMPPU	1	0	1	3	3		410	x	1000093083	1000092694	
LOH_P1HY214.215	MÄRKÄHYLYKYYPIN PUMPPU 1	1	0	1	3	3		410	x	1000092972		
LOH_MPH212	KONEPULPPERIN HAJOTTAJA	1	0	1	3	3		410	x	1000093616	1000093083	1000092692
LOH_PJ066	Konepulpperin roottori	1	0	1	3	3		410	x	392988		
LOH_PPH212.223	KONEPULPPERIN PUMPPU	1	0	1	3	3		410	x	1000093083	1000092972	1000092694
LOH_MPH221	2.PÄÄLL.ASEMAN PULPPERIN HAJOTTAJA	1	0	1	3	3		410	x	1000093616	1000093083	1000092692
LOH_PJ063	2 pääl. as. pulp. root	1	0	1	3	3		410	x	392988		
LOH_PPH221.223	2.PÄÄLLYSTYSASEMAN PULPPERIN PUMPPU	1	0	1	3	3		410	x	1000093083	1000092694	
LOH_MPH222	PL1 REUNANAUHAPULPPERIN HAJOTTAJA	2	0	0	3	0		600	x	1000093616	1000093083	1000092071
LOH_PPH222.223	PL1 REUNANAUHAPULPPERIN PUMPPU	2	0	0	3	0		600	x	1000093083	1000092694	
LOH_PMA120.121	PYÖRREPUHDISTUKSEN 1.PORTAAN PUMPPU	2	0	0	2	3		580	x	1000092972		
LOH_PMA126.127	PK1 PERÄNSYÖTTÖPUMPPU	2	0	0	2	3		580	x	1000092972		
LOH-004-009	POHJAPAPERIN VALMISTUS											
LOH_LMA301	PK1 PERÄLAATIKKO	1	0	0	4	4		520				
LOH_PK1-AV-1	PK1 PUNNITUSTELA	1	0	2	3	3		430	x	392985	1000092054	1000094812

## Liite 6. Puutteellinen ennakkohuolto kriittisillä laitteilla

Toimintopaikan tunnistus	Toimintopaikan nimitys	Vikaantumisväli (1...3)	Turvallisuus (0...8)	Ympäristö (0...4)	Tuotannon menetykset (0...4)	Lopputuotteen laatukustannus (0...4)	Korjauskustannus (0...4)	Kriittisyysindeksi	Ennakkohuolto
		Painoarvot W <sub>s</sub> - 30	W <sub>s</sub> 30	W <sub>e</sub> 20	W <sub>p</sub> 100	W <sub>q</sub> 30	W <sub>r</sub> 0	K	
LOH_PB1680	Kiertovesisuodin pääkäyttö	1	0	1	3	4		440	
LOH_PHE617.058	SAKEAMASSATORNIN PUMPPU	2	0	0	2	3		580	
LOH_SHY213	PURISTINPULPPERI	1	0	1	3	3		410	
LOH_LMA301	PK1 PERÄLAATIKKO	1	0	0	4	4		520	
LOH_LHR410	PK1 HÖYRYLAATIKKO	2	0	0	1	4		440	
LOH_PK1-KR4-020	PK1 KUIVAUSRYHMÄ 4 VIIRANJOHTOTELA 20	1	0	2	3	3		430	
LOH_PK1.12B1	PK1.ALAVIIRAN FORMERTELAN MOT.PK1.12B1M	1	0	0	3	3		390	
LOH_PK1.13B1	PK1.ALAVIIRAN IMUTELAN MOOTT. PK1.13B1M	1	0	0	3	3		390	
LOH_PK1.11B1	PK1.ALAVIIRAN VETOTELAN MOOTT.PK1.11B1M	1	0	0	3	3		390	
LOH_PK1.14B1	PK1.YLÄVIIRAN VETOTELAN MOOTT.PK1.14B1M	1	0	0	3	3		390	
LOH_04H0001HS	PK1 PICK-UP TELAN KP HYDR.SYLINTERI	1	0	1	3	2		380	
LOH_04H0002HS	PK1 PICK-UP TELAN HP HYDR.SYLINTERI	1	0	1	3	2		380	
LOH_04H0007HS	PK1PICK-UPIN HP HYDR.SYLINTERI	1	0	1	3	2		380	
LOH_04H0008HS	PK1 PICK-UPIN KP HYDR.SYLINTERI	1	0	1	3	2		380	
LOH_04K0001KA	PK1,PURISTINOSA KESKITELAN KAAVARI	1	0	0	3	3		390	
LOH_04H0005HS	PK1 1.PURISTIMEN KP HYDR.SYLINTERI	1	0	1	3	2		380	
LOH_04H0006HS	PK1 1.PURISTIMEN HP HYDR.SYLINTERI	1	0	1	3	2		380	
LOH_04H0003HS	PK1 3.PURISTIMEN HP HYDR.SYLINTERI	1	0	1	3	2		380	
LOH_04H0004HS	PK1 3.PURISTIMEN KP HYDR.SYLINTERI	1	0	1	3	2		380	