

Samuli Pietarila

## **KRIITTISTEN LAITTEIDEN ENNAKKOHUOLTO**

# **KRIITTISTEN LAITTEIDEN ENNAKKOHUOLTO**

Samuli Pietarila  
Opinnäytetyö  
Lukukausi syksy 2016  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Kone ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Samuli Pietarila

Opinnäytetyön nimi: Kriittisten laitteiden ennakkohuolto

Työn ohjaajat: Kari Penson ja Kai Jokinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2016 Sivumäärä: 45 + 5 liitettä

---

Opinnäytetyö on tehty Paroc Oy Ab Oulun kivivillatehtaalle. Työn tavoitteena oli löytää prosessilinjan alkupään osalta kriittisimmät laitteet sekä kehittää näiden laitteiden toimintavarmuutta ennakoivalla kunnossapidolla. Toimintavarmuutta kehitettiin selvittämällä kriittisten laitteiden varaosasaatavuudet, huollettavuudet sekä mahdolliset korvaavat laitemuutokset.

Huoltokohteet kartoitettiin kriittisyysanalyysin, tehtaan historiadokumenttien sekä laitevalmistajan toimittamien laitedokumenttien pohjalta. Tarkasteltavana alueena oli prosessilinjan alkupää, joka käsittää prosessin laitteistosta vanhinta laitekantaa. Kriittisille laitteille luotiin ennakoivat kunnonvalvonta- ja huolto-ohjelmat.

Työn tuloksena selvisi prosessin alkupään vikaherkimmät laitteet. Kriittisille laitteille kehitettiin ennakkohuolto-ohjelma, selvitettiin varaosien saatavuus sekä löydettiin korvaavat uudenaikaiset laitteet. Suurimmat haasteet tulivat tehtaan laitehistorian dokumentoinnin vajavaisuudesta, jolloin laitteiden vikahistoria on haastavaa selvittää jälkeenpäin.

---

Asiasanat: Ennakkohuolto, kriittisyysanalyysi, kunnossapito

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Mechanical and production engineering

---

Author: Samuli Pietarila

Title of thesis: Preventive Maintenance of Critical Equipment

Supervisors: Kari Penson and Kai Jokinen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2016 Pages: 45 + 5  
appendices

---

This thesis was made for Paroc Oy Ab Oulu stone wool factory. The objective was to identify the critical equipment at the beginning of the process line and to improve the reliability of such equipment with preventive maintenance. Reliability was developed by studying the availability of the spare parts of critical equipment as well as the serviceability, and potential compensatory devices of critical equipment.

Service points were mapped by using criticality analysis, on the basis of the documents provided by the machine history and the documents provided by the manufacturer. The focus of the examination was on the beginning of the process line where the machinery is oldest. Predictive condition monitoring and maintenance programs were created for the critical equipment.

The results showed the most fault-sensitive devices at the beginning of the process. A preventive maintenance program was developed for the critical equipment, the availability of spare parts was examined and modern replacement devices were found. The biggest challenges came from the incomplete documentation of the history of the devices. When the documentation is incomplete the fault history of the equipment is difficult to find out afterwards.

---

Keywords: Preventive maintenance, criticality analysis, maintenance

## **ALKULAUSE**

Tämä opinnäytetyö on tehty Paroc Oy Ab Oulun kivivillatehtaalle.

Haluan esittää kiitokset prosessi-insinööri Mikko Suutarille sekä opinnäytetyön valvojille Kari Penson ja Kai Jokiselle. Lisäksi haluaisin kiittää kaikkia opinnäytetyössäni mukana olleita henkilöitä.

Oulussa 22.12.2016

Samuli Pietarila

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	8
2 PAROC	9
2.1 Paroc Group	9
2.2 Paroc Oulu	11
3 KUNNOSSAPITO	13
3.1 Kunnossapitolajit	14
3.2 Kunnossapito Oulu	15
3.2.1 Ennakkohuoltojärjestelmä	15
3.2.2 Käyttäjäkunnossapito	15
4 KRIITTISYYSANALYYSI	17
5 KONEET JA LAITTEET	18
5.1 Raaka-ainealueen ennakkohuoltoa vaativat kohteet	18
5.2 Kuljettimet	18
5.2.1 Kivikuljetin ja uunikuljetin	19
5.2.2 Jakaja	19
5.3 Keräilyalueen ennakkohuoltoa vaativat kohteet	21
5.3.1 Esikuljetin	21
5.3.2 Kääntökuljetin	22
5.3.3 Kaksoiskuljettimet	22
5.3.4 Heilurikuljettimet	23
5.3.5 Puolakuljetin	23
5.3.6 Tyssäyskuljetin	24
5.3.7 Käyttölaitteet	24
5.4 Karkaisun laitteet	29
6 ANALYYSI (RATKAISUT)	32
6.1 Jakaja	32
6.2 Esikuljetin	33
6.3 Kaksoiskuljettimet	34
6.4 Heilurikuljettimet	34
6.5 Keräilyn käyttölaitteet (moottorit ja vaihdelaatikot)	35
7 ENNAKKOHUOLTO-OHJEIDEN LAADINTA	40

7.1 Tarkastusvälien vai huoltovälien määrittäminen	40
7.2 IFS	41
7.2.1 Ennakkohuoltosovellus IFS	41
7.2.2 Reittityön raportointi	42
8 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	45

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Paroc Oy Ab Oulun tehtaalle, joka valmistaa kivivil-  
laa. Kivivillaprosessissa tarvitaan monenlaisia kuljettimia ja laitteita siirtämään  
tuotetta eteenpäin kivivillaprosessissa. Kuljettimien ja laitteiden toimintavarmuus  
on tärkeä, koska laiterikolla voi olla vaikutusta lopputuotteen valmistusajankoh-  
taan. Lisäksi ennakoivalla kunnossapidolla saavutetaan säästöjä, kun laitteiden  
kestoikä on pidempi.

Tavoitteena insinööriyössä oli kartoittaa prosessista kriittiset laitteet välillä ki-  
visiilot – karkaisu-uuni, kriittisyysanalyysin päivittäminen, ennakkohuoltoreittien  
luominen olemassa olevaan IFS – järjestelmään ja varaosien kartoitus kriittisille  
laitteille.

Opinnäytetyö rajattiin vain osaan tuotantolinjaprosessia. Opinnäytetyön kohde-  
alueella sijaitsee tuotantolaitoksen vanhimmat laitteet, joten näiden laitteiden  
kriittisyysanalyysin päivittäminen ja tämän pohjalta ennakkohuollon määrittämi-  
nen oli Oulun tehtaalle tärkein osa-alue.

Oulun tehtaalle on luotu paljon ennakkohuoltoreittejä viime vuosina. Nämä reitit  
on kohdistettu pääasiassa käyttäjäkunnossapitoa ajatellen, joten näihin ei ole  
selvitetty laitevaihtoja tai määritelty tietyin aikaväleihin tapahtuvia komponentti-  
vaihtoja. Kaikki olevassa olevat ennakkohuoltoreitit pohjautuvat yrityksen käyt-  
tämään IFS-järjestelmään, josta generoituu viikoittain uusia reittityötilauksia.

Tällä hetkellä on myös paljon huoltotietoa pelkästään tiettyjen kunnossapito-  
henkilöiden muistissa.



## 2 PAROC

Paroc konserni on kansainvälinen kivivillaeristeiden tuottaja. Pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Tuotantolaitoksia on viidessä maassa Suomessa, Ruotsissa, Puolassa, Liettuassa ja Venäjällä sekä lisäksi vielä edustus 14 maassa. (1.)

Parocilla on tuotanto-osaamista jo 1930-luvulta lähtien. Nykyään Paroc on Suomen, Ruotsin ja Baltian maiden johtava eristetoimittaja. (1.)

Parocin Suomen tehtaat sijaitsevat Paraisilla, Lappeenrannassa ja Oulussa. Oulun tehdas on Parocin pohjoisin tehdas (1).

Parocin liiketoiminta on kasvanut viime vuosikymmenen aikana; sitä on hidastanut vain rakennustoiminnan taantuminen vuoden 2008 talouskriisin jälkeen. Paroc on toipunut notkahduksesta nopeasti ja saavuttanut taas hyvän kasvuvauhdin. (1.)

Suurin osa Parocin tuotteista menee EU-maiden markkinoille, joiden osuus on yli 75 % kokonaisymyynistä. Parocilla on vahva asema kaikissa tuoteryhmissä Itämeren alueella, lähellä tuotantopaikkoja. Tekniset eristeet ja Panel System -liiketoimintayksiköt ulottavat toimintansa vieläkin kauemmaksi. Niiden toiminnot kattavat suuren osan Eurooppaa ja ulottuvat muihinkin maanosiin. (1.)

### 2.1 Paroc Group

Parocin liiketoiminta on jaettu neljään eri divisioonaan: Rakennuseristeet, Tekniset eristeet, Panel System ja Base-tuotanto (1).

**Rakennuseristeiden** laaja tuote- ja sovellustarjonta soveltuu kaikkeen perinteiseen rakennusten eristämiseen. Rakennuseristeitä käytetään pääasiassa ulkoseinien, kattojen, lattioiden ja alapohjien sekä väliseinien lämmön, palon ja äänen eristämiseen uudisrakentamisessa ja myös saneerauskohteissa. (1.)

Akustiikkatuotteiden valikoima sisältää ääntä absorboivat sisäkatot ja seinälevyt

sekä teollisuuteen tarkoitetut meluntorjuntatuotteet akustiikkaolosuhteiden parantamiseen ja melun vaimentamiseen (1).

**Teknisiä eristeitä** käytetään pääasiassa lämmön-, palo- ja ääneneristeinä talotekniikassa, prosessiteollisuuden putkistoissa ja laitteissa, laitevalmistuksessa sekä laivateollisuudessa (1).

**PAROC®-sandwichelementit** ovat kivivillaytimisiä, teräspintaisia kevytelementtejä julkisivu-, liike- ja teollisuusrakentamiseen. PAROC-elementtejä käytetään rakennuksissa julkisivuihin, väliseiniin ja sisäkattoihin. (1.)

**Venäjän Divisioona** on perustettu vuoden 2013 alussa ja tuotanto aloitettiin vuoden 2013 loppupuolella. Divisioona on vastuussa kaikista Parocin Venäjän toiminnoista, jotka liittyvät rakennuseristeiden ja teknisten eristeiden myyntiin ja tuotantoon. (1.)

Base-tuotanto vastaa kaikesta linjatuotannosta, tehdastoiminnoista ja kivivillatekniikasta. Divisioona vastaa myös rakennuseristeiden kehitystyöstä. Lisäksi Base-tuotanto vastaa tuote- ja teknologiakehityksestä, työturvallisuudesta sekä kestävästä kehityksestä. Oulun tehdas kuuluu Base – tuotannon alle. (1.)

## 2.2 Paroc Oulu

Paroc Oulun tehdas on aloittanut toimintansa vuonna 1969. Tehdas tuottaa pääasiassa rakennuseristeitä eri käyttötarkoituksiin. Tuotantoa Oulun tehtaalla (kuva 1) tehdään pääsääntöisesti 3 vuorossa.

Oulun tehtaan päämarkkina-alue on Keski-Suomesta Lappiin sekä Pohjois-Ruotsi ja Norja.

Oulun tehtaan tuotekategoria kattaa useita satoja eri tuotteita, joista suurimmat volyymit ovat eXtra ja CES-tuotteilla. Näin suuri tuotekategoria luo omia haasteita linjatuotannolle lyhyine tuotantoerineen sekä nopeine valmistusaikoinen. Toisaalta tämä on yksi tehtaan vahvuuksista, kun tehdas pystyy palvelemaan asiakkaita nopeasti, joka on yksi Parocin arvoista.



*Kuva 1. Paroc Oulun tehtaan ilmakekuva (6)*

### 3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon ensisijainen tehtävä on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Kunnossapitoon kuuluu myös rikkoutuneiden laitteiden ja komponenttien korjaukset, mutta korjaustoiminta ei saisi olla kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapito ei myöskään ole kustannus vaan tärkeä tuotannontekijä, jonka avulla varmistetaan tuotantolaitoksen kilpailukyky. (2.)

Kunnossapitohenkilöstöllä on yleensä selkeä käsitys siitä, mitä he normaalisti työkseen tekevät ja näin ollen oman kokemuspohjansa kautta ymmärtävät, mitä kunnossapidolla tarkoitetaan. Nämä käsitykset voivat vaihdella suurestikin, riippuen millaisissa kunnossapitotehtävissä työskennellään. Muilla kuin kunnossapidon henkilöstöllä voi olla vielä hyvinkin vanhanaikaisia käsityksiä eri kunnossapidon menetelmistä. (2.)

Tehokas kunnossapito tarkoittaa, että kunnossapito osaa laatia koneille järkevän kunnossapitostrategian ja toteuttaa siten, että koneiden suorituskyky säilyy mahdollisimman hyvänä. Kunnossapidon tärkein tavoite onkin heidän osaltaan optimoida valmistusprosessin tehokkuus. Kunnossapidon oman toiminnan tehokkuus on tärkeää, mutta se on vasta toisella sijalla. (3.)

Kunnossapidolle ei enää kohdistu vain mekaanisiin laitteisiin, vaan mukaan tulee myös laitteiden toimintoja ohjaavia kunnossapidon ohjelmia. Nykysensoreilla voidaan mitata sellaisia kohteita, joiden mittaaminen ei ollut mahdollista aikaisemmin. Myös teollisuusautomaatio on kehittynyt ja mahdollistanut valvomo-seurannan. Nykyaikaisissa prosessiohjatuihin laitteisiin laite tallentaa tietoja käynnistä, käyntiolosuhteista sekä käytön laadusta. Tiedot voidaan tallentaa ja analysoida. Tämän avulla voidaan tehdä tarkkoja perusanalyseja sekä seurata laitteiden ikääntymistä. (3.)

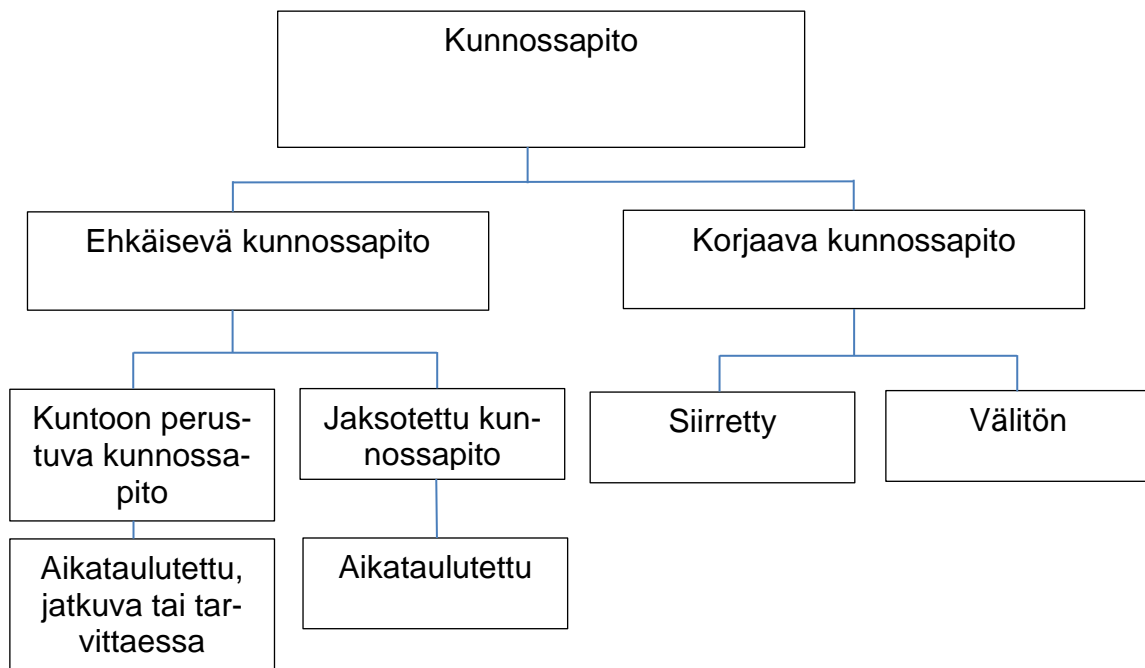
Kunnossapidon ohjaukseen ja johtamiseen on noussut uusia tekijöitä kuten turvallisuus, ympäristötekijät ja laatu (3).

### 3.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapito jaotellaan yleensä ehkäisevään ja korjaavaan (kuva 2) kunnossapitoon. Ehkäisevä kunnossapito tapahtuu ennen laitteen vikaantumista ja korjaava kunnossapito vikaantumisen jo tapahduttua. (3.)

Ehkäisevä kunnossapito seuraa laitteen suorituskykyä tai sen parametreja. Tavoitteena on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai laitteen heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä esim. aikataulutettua tai sitä tehdään vaadittaessa. Ehkäisevän kunnossapidon perusteella voidaan kunnossapitotehtävät suunnitella ja aikatauluttaa. Ehkäiseviä kunnossapitotehtäviä ovat muun muassa: tarkastaminen, kunnonvalvonta, määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi. (3.)

Korjaava kunnossapito toteaa vikaantuneen osan tai komponentin ja korjaa sen. Korjaavan kunnossapidon työaikojen avulla voidaan laskea eri laitteiden tai osien elinaika. Korjaava kunnossapito jaotellaan joko häiriökorjaukseksi (suunnitelmaton) tai kunnostukseksi (suunniteltu). Korjaavaa kunnossapitoa ovat muun muassa: vian määrittäminen, tunnistus, paikallistaminen sekä korjaus, väliaikainen korjaus ja toimintakuntoon palauttaminen. (3.)



Kuva 2. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306 kuvasta muokattu)

## **3.2 Kunnossapito Oulu**

Oulun tehtaalla on talon oma kunnossapito, ulkopuolisia urakoitsijoita käytetään lähinnä vuosihuollossa ja satunnaisissa projekteissa. Kunnossapidon vahvuus mekaanisella puolella on 6 henkilöä ja sähkökunnossapidossa 2 henkilöä. Lisäksi on materiaalivaraston hoitaja, joka kuuluu kunnossapidon organisaatioon.

Kunnossapidon työtehtävät jakautuvat laajalti, kun kyseessä on vanha tehdas, johon on vuosien saatossa uudistettu laitekantaa. Kunnossapitotyöt painottuvat ehkäisevään kunnossapitoon, kuten laakereiden tärinämittaukset ja rasvaukset. Lisäksi kunnossapitotöitä ovat vikailmoituksista tulevia laitekorjauksia ja perushuoltoja.

### **3.2.1 Ennakkohuoltojärjestelmä**

Oulun tehtaan ennakkohuoltojärjestelmä pohjautuu IFS-hallintajärjestelmään. IFS-järjestelmä on laajaosainen hallintajärjestelmä, johon kuuluu mm. myynti, varasto, kunnossapito, suunnittelu, osto ym. Kunnossapidon alla on laiterekisteri, ennakkohuolto, työtilausten hallinta ja perustiedot kunnossapidosta. Ennakkohuolto käsittää kahden tyyppisiä töitä, yksittäisiä ennakkohuoltotoimenpiteitä ja reittitoimenpiteitä. Yksittäiset toimenpiteet ovat pääasiassa kunnossapidolle kohdistettuja yksittäisiä töitä. Näitä ovat muun muassa vuosihuollossa suoritettavat työt. Reittitoimenpiteet taas ovat lyhyellä aikavälillä toteutuvia reittitöitä, joissa samalla työtilauksella on useampi työkohte. Työkohteet tulee tehdä valmiiksi työtilauksessa ilmoitettuna ajankohtana, joka on yleensä 1 viikko. Reittitoimenpiteet ovat suurimmaksi osaksi tuotannolle suuntautuvia töitä.

### **3.2.2 Käyttäjäkunnossapito**

Linjatuoanto tapahtuu 3-vuorossa, joissa kussakin on henkilövahvuus 10. Linjajhenkilöstön työt jakautuvat eri vakansseille. Käyttäjäkunnossapito, eli toisin sanottuna tuotannon ennakkohuolto on ollut käytössä vuodesta 2012. Tuotannon ennakkohuollot toteutetaan suurimmaksi osaksi tuotannon käydessä, mutta

osa työstä vaatii linjan käyntitilan olevan pysähdyksissä. Tuotannon ennakkohuollot suoritetaan muutamaa reittiä lukuun ottamatta joka viikko, eli samat kohteet käydään ennakkohuolto-ohjeiden mukaisesti läpi kerran viikossa. Kaikki ennakkohuoltoreitit on tehty IFS - kantaan, josta ne generoidaan ja tulostetaan ennakkohuoltotyötilauksiksi. Käyttäjäkunnossapidon luomisessa Parocilla on ollut tarkoituksena suunnata ennakkohuoltoja niille henkilöille, jotka työskentelevät laitteilla päivittäin. Tämä on myös huomioitu Oulun tehtaalle tuotannon ennakkohuoltoa suunnitellessa.



## 4 KRIITTISYYSANALYYSI

Kriittisyysanalyysi on pohja luodessa toimivaa ennakkohuoltojärjestelmää. Kriittisyysanalyysin painokertoimet Oulun tehtaalla ovat laitteiden kriittisyys tuotannolle 40 %, vikaherkkyys 25 %, kunnossapidettävyys, turvallisuus ja luokse päästävyys 25 % sekä ympäristötekijät 10 %.

Kriittisyysanalyysi päivitettiin opinnäytetyön alueella olevien laitteiden osalta 12.12.2014.

Kriittisyysanalyysin perusteella tutkittaviksi laitteiksi valikoitui uunipäästä jakaja, keräilyalueelta primäärikuljettimet ja voimansiirrot sekä karkaisualueelta kulma- vaihteet.

Päivitetty kriittisyysanalyysi on liitteenä. (Liite 2.)

## 5 KONEET JA LAITTEET

Tässä luvussa käsitellään kriittisyysanalyysin pohjalta kriittisimpiä laitteita sekä eri prosessialueilla olevia laitteita ja niiden nykytilanne. Tässä keskitytään laitteisiin, jotka ovat tuotannolle kriittisiä ja jotka pysähtyessään aiheuttavat yli tunnin tuotannon pysähtymisen. Laitekanta tällä alueella painottuu paljolti erilaisiin kuljettimiin, joilla kuljetetaan raaka-ainealueella kiviä ja sulatuksen jälkeen vilamattoa. Laitteet ovat pääosin vanhoja. Osa laitteista on alkuperäisiä, eli 1960-luvun lopulta.

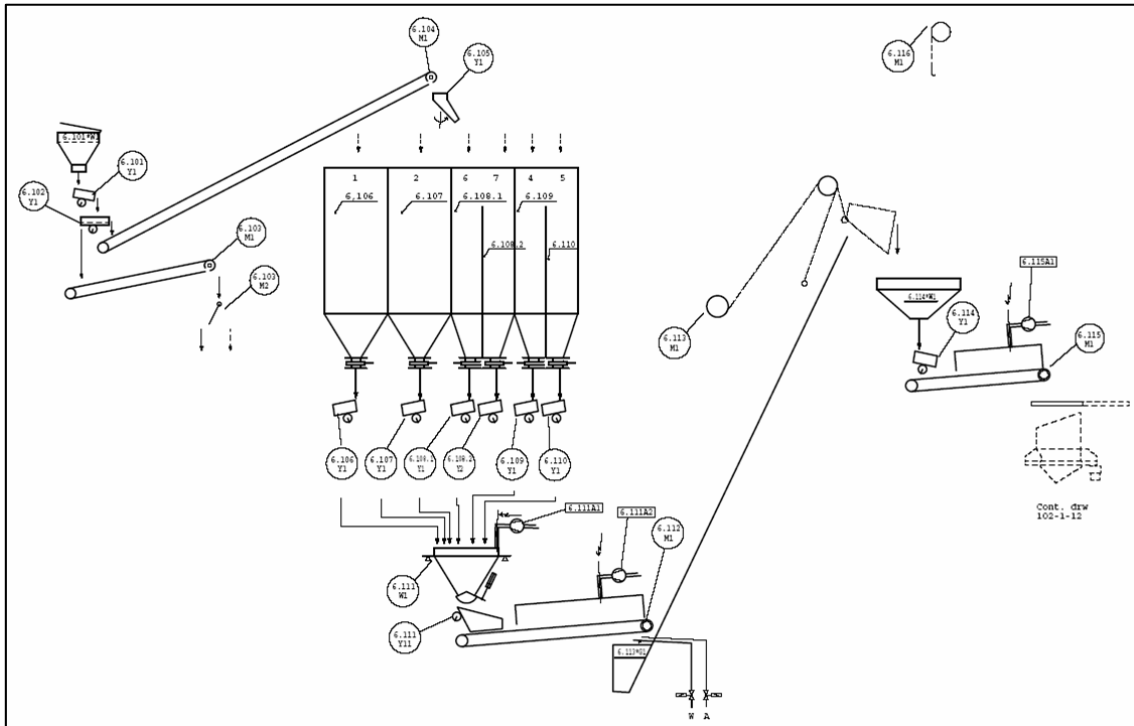
### 5.1 Raaka-ainealueen ennakkohuoltoa vaativat kohteet

Tässä osiossa käsitellään laitteita, jotka ovat tuotannolle tärkeitä ja joilla on vaikutusta lopputuotteiden laatuun. Lisäksi käsitellään kriittisiä laitteita, joiden pysähtyminen pysäyttää tuotannon heti tai tunnin sisällä sekä yli tunnin ajaksi.

Raaka-ainealueen ennakkohuollolliset kriittiset kohteet on käsitelty seuraavissa luvuissa. Raaka-ainealue käsittää alueen, jossa kiviä kuljetetaan erilaisilla kuljettimilla raaka-ainekivisiilojen alapäästä aina sulatusuuniin saakka.

### 5.2 Kuljettimet

Raaka-ainealueella tarvitaan erityyppisiä kuljettimia (kuva 3) siirtämään louhittuja kiviä. Kivityyppejä on neljää erilaista: Mäntyharju, Lapinlahti, Kiiminki ja Dolomiitti. Näiden kivien raekoko on 40 mm–120 mm. Lisäksi kupoliuuniin syötetään sulamurskettä, kierrätettyä linkojätettä sekä kupoliuunin pääenergiana toimivaa koksia, jonka raekoko on +60 mm/60–150 mm.



Kuva 3. Raaka-aineiden käsittely (6)

### 5.2.1 Kivikuljetin ja uunikuljetin

Punnituksen jälkeen kivet kuljetetaan mattokuljetintyyppisellä kivikuljettimella kivikuuppaan. Kivikuljetin on 600 mm leveä ja 5000 mm pitkä. Kuljettimen yläpäässä on 3,0 kW sähkömoottori, joka pyörittää alennusvaihteen kautta kumi-pinnoitettua vetorumpua. Vetorummun halkaisija on 300 mm. Kuljettimen alkupäässä on metallipintainen rumpu, jonka halkaisija on myös 300 mm. Laakereina on valmistajan ohjeiden mukaisesti SY65 ja 22210C laakerit. Nämä laakerit löytyvät esim. SKF:ltä SKF SY65 ja SKF 22210C.

Kivikuljettimen kriittisiä osia ovat laakerit, sähkömoottori, vaihdelaatikko ja kuljetinmatto.

### 5.2.2 Jakaja

Jakaja on sähkömoottoritoiminen pyöreä ja kartiomainen kiven levitin. Jakajan sisäpinta on vahvistettu erikoislujilla pienoilla, jotka vahvistavat muuten peruste-

rästä olevaa suppiloa. Kivet tippuvat kuljettimelta pyörivään jakajaan, joka pyöriessään levittää kivet tasaisesti kupoliuuniin. Jakajalle voimansiirto sähkömoottorilta tapahtuu alennusvaihteen kautta, josta on toteutettu hammaspyörävälitteinen voimansiirto.

Jakajan kriittisiä osia ovat sähkömoottori, vaihdelaatikko, hammaspyörä ja hammasketju.

Jakajan kriittisten osien tyyppikuvaukset:

Ketjutyyppe	Rullaketju Renold 110066 3/4" Kiinnityslenkki Renold 164 3/4"
Hammaspyörätyyppe	Ketjupyörä Renold 213480 3/4" Z=38 <u>3/4"-1-Z57-3020 (12B-1 Z57-3020) tämä on nykyinen</u>
Moottorityyppe	Moottori: HXUR 165 C2 0.55kW, 1480rpm ABB Sähkömoottori M2VA80B6 0,55kW B34
Vaihteistotyyppe	Kierukkavaihte: CVSM-1080A2, i=25:1(V. Kumpulainen Oy)
Piirustukset	Piir. Nro. 02-7-12, 07-12-13. liittyy Piir. 02-7-3"

Jakajan sijainti tekee huollettavuudesta haasteellisen. Jakajan alapuolella on kupoliuuni, josta lämmin ilma nousee jakajalle ja ympäristöön. Jakajan rikkoutuessa kiven satsaus uuniin täytyy lopettaa. Jakajan kriittisimpien osien vaihto tuotannon aikana on mahdollista, mikäli tehtaalla olisi kaikki varaosat saatavilla ja kunnossapitohenkilöstö on perehdytetty ko. laitteelle. Itse jakajan vaihto on ajallisesti ja olosuhteiden takia sen verran suuri, ettei sitä pysty tekemään ilman kupoliuunin alas ajamista.

Tämän hetken varaosatilanne kriittisille osille on heikohko, varaosavarastossa on ketjua ja ketjupyörä, mutta moottoria ja vaihdelaatikkoa ei ole. Mikäli esim.

vaihdelaatikko rikkoutuu, tuotantokatkos voi olla hyvinkin pitkä, että uusi vaihteisto saadaan hankittua.

Jakajan kriittisten osien huoltaminen on tällä hetkellä sitä, että tehtaalla vaihdetaan kerran vuodessa vaihteiston öljyt ja satunnaisen epämääräisesti tarkastetaan jakajaa pyörittävä moottori. Moottori ja vaihteisto eivät yksittäisinä komponentteina kuulu ennakoivan huollon piiriin tällä hetkellä.

### **5.3 Keräilyalueen ennakkohuoltoa vaativat kohteet**

Keräilyalueella on useita kuljettimia. Kuljettimien tehtävänä on kuljettaa raakavillamattoa eteenpäin prosessissa. Keräilyalueen kuljetintyyppejä ovat mattokuljettimet ja lamellikuljettimet. Lamellikuljetin on toiminnaltaan kuten mattokuljetin, eli tuote ei liiku kuljettimen päällä, vaan kuljetin itsessään liikkuu. Nämä ovatkin tyypiltään ainoita kuljettimia, jotka soveltuvat raakavillan kuljetukseen raakavillamaton ominaisuuksien takia. Keräilyalueen mattokuljettimet saavat käyttövoimansa villakammion sähkömoottorista. Sähkömoottorilta voima siirretään kardaaniakseleilla ja alennusvaihteilla sekä hammashihnavälitteisesti mattokuljettimille. Mattokuljettimien pyörintänopeus kasvaa prosessin edetessä. Tällä estetään villamaton puristuminen kasaan. Lamellikuljettimet kuljettavat laskostetun villamaton mattokuljettimilta eteenpäin. Tällöin kuljettimilla on jo tuotteesta riippuen useampi eri kerros raakavillamattoa. Lamellikuljettimet, kuten myös välikuljetin sekä osa tyssäskuljettimesta saavat käyttövoimansa laskostuksen käyttömoottorista.

Mattokuljettimien kriittisiä osia ovat sähkömoottorit, vaihdelaatikot, hammashihnat, hammashihnapyörät, laakerit ja kardaaniakselit.

#### **5.3.1 Esikuljetin**

Esikuljetin on tyypiltään mattokuljetin, joka kuljettaa villakammioista tulevaa raakavillamattoa eteenpäin kääntökuljettimelle. Esikuljetinmaton materiaalina on kumi, mikä ei kestävyydeltään ole paras mahdollinen vallitsevissa olosuhteissa, jossa se välillä joutuu kosketuksiin sulan kiven kanssa.

Esikuljettimen pituus on 2511 mm ja leveys 2066 mm, näin ollen maton kehäpituus on 5500 mm. Taittopään akseli on  $\varnothing 152$  mm ja vetopään  $\varnothing 152$  mm. Vetopäässä oleva hammashihnapyörä on  $Z = 30$ , jolloin laskennallinen kuljetinmaton nopeus  $v = 140,07$  m/min.

Esikuljettimen kriittisten osien tyyppikuvaukset:

Kuljetinmatto	pituus 2511 mm ja leveys 2066 mm
Hammashihna	2100 40M 40
Hammasyörä	$Z=30$
Vetopään akseli	$\varnothing 152$ mm
Taittopään akseli	$\varnothing 152$ mm

### 5.3.2 Kääntökuljetin

Kääntökuljettimen tehtävä on nimensä mukaisesti kääntää raakavillamaton kulkusuunta poikittain linjaan nähden. Tämä tapahtuu kolmion muotoiseksi valmistetulla hihnakuljettimella, jossa toinen reuna kapenee kolmion muotoon. Tämä kuljetin jätettiin pois tästä opinnäytetyöstä sen nopean vaihdettavuuden takia.

Kääntökuljettimen pituus lyhyemmässä reunassa on 740 mm ja pidemmässä reunassa 2640 mm, jolloin yksittäisten remmien pituudet vaihtelevat 2008 mm – 3168 mm. Vetopään akselin halkaisija on  $\varnothing 196$  mm ja taittopään rullien halkaisija  $\varnothing 140$  mm. Vetohammashihnapyörä on  $Z = 33$ . Kääntökuljetinmaton laskennallinen nopeus on  $v = 141,80$  m/min.

### 5.3.3 Kaksoiskuljettimet

Kaksoiskuljettimet ovat mattokuljettimia, jotka kuljettavat raakavillamattoa poikittain linjaan nähden. Ylempi kaksoiskuljetin, joka on ylempänä, kuljettaa pois päin linjastosta ja alempi kaksoiskuljetin sisäänpäin. Kuljettimilla on n. 30 cm korkeuseroa, joka mahdollistaa raakavillamatton kääntymisen  $180^\circ$ . Kaksoiskuljettimien voimansiirto tapahtuu hammaspyörävälitteisesti, johon voima siirtyy kar-

daaniakselilta. Alempi kaksoiskuljetin kuljettaa raakavillamattoa heilurikuljettimille.

Ylemmän mattokuljettimen pituus on 2520 mm ja leveys 2260 mm. Alemman mattokuljettimen pituus on 1550 mm ja leveys 2260 mm. Molempien kaksoiskuljettimien telojen  $\varnothing$  on 209 mm. Ylemmän mattokuljettimen laskennallinen nopeus  $v = 142,31$  m/min ja alemman mattokuljettimen laskennallinen nopeus  $v = 142,88$  m/min.

#### **5.3.4 Heilurikuljettimet**

Oikea ja vasen heilurikuljetin laskostavat raakavillamattoa useampi kerroksiseksi alla olevalle laskostuskuljettimelle. Kuljettimet ovat tyypiltään mattokuljettimia ja näihin voima välittyy hammaspyörien kautta.

Vasemman mattokuljettimen pituus on 2370 mm ja leveys 2225 mm. Oikean mattokuljettimen pituus on 2770 mm ja leveys 2225 mm. Kaikkien akseleiden halkaisija on 209 mm. Molempien mattokuljettimien laskennallinen nopeus on  $v = 143,82$  m/min.

#### **5.3.5 Puolakuljetin**

Puolakuljettimia (kuva 4) käytetään laskostus- ja puristuskuljettimessa. Puolat on valmistettu alumiiniputkista, joihin on hitsattu kiinnityslaatat päihin. Puolat on kiinnitetty pulttiliitoksella ketjuihin. Puolakuljettimen pyörimisnopeus ja siihen kohdistuvat voimat ovat pieniä, joten laakereiden ja voimansiirron huoltovälit ovat suhteellisen pitkät. Yksittäisen puolan kokonaispituus on 2175 mm. Putken ulkohalkaisija on 40 mm ja seinämävahvuus 2 mm tai 3 mm. Päätykiinnikkeiden paksuus on 3 mm ja niissä on 9 mm kiinnitysreiät.

Puolakuljettimen kriittisiä osia ovat sähkömoottori, vaihdelaatikot, ketjupyörät, ketjut ja kardaaniakselit.



*Kuva 4. Puolakuljetin*

### **5.3.6 Tyssäyskuljetin**

Tyssäyskuljetin on kapeista rullista toteutettu rullakuljetin. Tyssäyskuljetin on jaettu kolmeen eri vyöhykkeeseen, jossa kutakin vyöhykettä pystytään pyörittämään eri nopeuksilla. Ensimmäinen vyöhyke saa käyttövoimansa laskostuskuljettimen sähkömoottorilta, josta voima siirretään alennusvaihteiston ja kardaniakseleiden kautta teloille. Toiselle ja kolmannelle vyöhykkeelle on omat sähkömoottorikäytöt hammasketjuvälitteisesti.

Tyssäyskuljettimen kriittisiä osia ovat sähkömoottorit, vaihdelaatikot, laakerit, hammasketjut ja ketjupyörät.

### **5.3.7 Käyttölaitteet**

Keräilyalueen primäärikuljettimet saavat käyttövoiman keräilyn käyttömoottorilta. ABB:n valmistama sähkömoottori on taajuusmuuttajaohjattu 30 kW nimellistehoinen. Käyttömoottorilta voiman saavat villakammion lamellikuljetin, esikuljetin, kääntökuljetin, kaksoiskuljettimet ala- ja yläpuoli sekä heilurikuljettimet oikea



ja vasen. (liitteenä voimansiirtokaavio). Voimansiirto kuljettimille tapahtuu alennus- ja kulmavaihteiden kautta. Vaihdelaatikot ovat Kumpulaisen valmistamia 1960-luvun lopulta, joten näiden huoltaminen varaosasaatavuuden johdosta on hankalaa.

Kriittisiä osia ovat sähkömoottori, vaihdelaatikot ja laakerit.

Alla olevissa kuvissa (kuvat 5, 6, 7, 8, 9) ilmoitetaan keräilyalueella olevien vaihdelaatikoiden tekniset tiedot.

#### Villakammiokuljettimen vaihdelaatikko

Valmistaja: V. Kumpulainen  
Tyyppi: KVA-1250 E A2  
S/N: A1251960, 51305



*Kuva 5. Villakammiokuljettimen vaihdelaatikko*

## Primäärikuljettimen vaihdelaatikko

Valmistaja: V. Kumpulainen

Tyyppi: ei kilpeä

S/N: 2kpl, i=1:1



Kuva 6. Primäärikuljettimen vaihdelaatikko

Villakammio 2 vaihdelaatikko

Valmistaja: V. Kumpulainen  
Tyyppi: K1-110B1-2-1  
S/N: M1111022, 49164



Kuva 7. Villakammio 2 vaihdelaatikko



Villakammio 1 vaihdelaatikko

Valmistaja: Kumera  
Tyyppi: KA-1100 U2/2  
S/N: 341102/92-1/1, i=2,5:1



Kuva 8. Villakammio 1 vaihdelaatikko

## Laskostuskuljettimen vaihdelaatikko

Valmistaja: V. Kumpulainen  
Tyyppi: KVS-1125  
S/N: 13441



Kuva 9. Laskostuskuljettimen vaihdelaatikko

### 5.4 Karkaisun laitteet

Karkaisu-uuni saa käyttövoimansa linjamootorilta, joka on tyypiltään DC 55 kW. Linjamootorilta käyttövoimansa saa karkaisu-uunin ala- ja yläkuljetin sekä valta-akselin kautta jäähdytys- ja leikkauskuljettimet. Linjamootorilta voima välittyy valta-akselille, josta se jaetaan joko karkaisu-uunille vaihdelaatikon kautta tai valta-akselilla tuotelinjaa eteenpäin. Karkaisu-uunille linjamootorin voima tulee päävaihdelaatikon kautta, jossa on myös kytkin. Päävaihdelaatikolta lähtee kaksi kardaaniakselia, jotka pyörittävät karkaisu-uunin alempaa ja ylempää kulma- vaihdetta (kuva 10).



Karkaisu-uunin kulmavaihde

Valmistaja: V. Kumpulainen  
Tyyppi: TKV 1315  
S/N: 13348



Kuva 10. Karkaisu-uunin kulmavaihde

Karkaisu-uunin ala- ja yläkuljetin ovat tyypiltään lamellikuljettimia (kuva 11). Lamellien materiaali on rakenneteräs S235JR. Lamellit ovat rei'itettyjä koko leveydeltään, jotta kuuma ilma pääse kulkemaan karkaisu vaiheessa lamellien ja kuljettimien välissä olevan villan läpi. Lamellit on kiinnitetty neljään ketjuun pulttitiitoksilla, jotka kulkevat niille tehdyissä ketjukoteloissa.



*Kuva 11. Karkaisu-uunin lamellikuljetin*

## 6 ANALYYSI (RATKAISUT)

Ennakoivaa kunnossapitoa kuljetinlaitteille kehitettiin, jotta kriittisten laitteiden vikaantumiset huomattaisiin ennen rikkoontumista. Näin ollen kuljetinlaitteiden käyttövarmuutta voitaisiin parantaa ja prosessilinjan ennakoimattomat pysähdykset minimoida. Ennakkohuoltokohteiden määrittäminen aloitettiin selvittämällä kivivillaprosessille kriittisimmät laitteet. Näiden laitteiden vikaantuessa kivivillaprosessi todennäköisesti keskeytyisi. Kriittisten laitteiden selvityksen jälkeen kehitettiin kriittisille laitteille ennakoiva kunnossapito-ohjelma ja selvitettiin varaosasaatavuudet nykyisille kriittisille laitteille.

### 6.1 Jakaja

Ongelmat: Jakajan ongelmat lähihistoriassa ovat suurimmaksi osaksi kohdistuneet levittimeen, joka on vaihdettu ja huollettu jälleen seuraavaa vaihtoa varten valmiiksi. Aikaisemmin luetellut kriittiset komponentit eivät ole useasti aiheuttaneet tuotannon katkoksia, vaan ne on pystytty huoltamaan suunnitelluissa seisokeissa. Mahdollisuus komponenttien rikkoutumiselle on kuitenkin suhteellisen suuri, jonka johdosta tähän haluttiin paneutua tutkimuksessani.

Kriittiset komponentit: Jakajan kriittiset varaosat hankitaan omaan varastoon, jolloin jonkin kriittisen varaosan vikaantuessa pystyisi sen osan vaihtamaan ilman toimitusajallisia odotuksia. Tämä tarkoittaisi kierukkavaihdemoottorin ja ketjupyörän hankkimista tehtaalle. Niitä ei tällä hetkellä varastossa ole.

Ennakkohuolto: Moottorikierukkavaihde tulisi olla kasassa ketjupyörä kiinnitettynä varastossa, jolloin asennusaikaa saataisiin huomattavasti lyhennettyä, kuten myös menetettyä tuotantoaikaa.

Moottorin sähköliitäntä tulisi mielestäni toteuttaa pistokkeella, jolloin ilta- ja yövuoroissa olisi myös vuorokorjaajan toimesta mahdollisuus toteuttaa komponenttien vaihto. Tähän on muistettava liittää turvakytkin ennen pistoketta, että työn voi suorittaa turvallisesti.



Moottorin ja vaihteiston huoltoon tulisi paneutua enemmän. Moottorille ja vaihteistolle tulisi luoda säännölliset ennakkohuollot, joissa mitattaisiin molempien komponenttien lämpötilat yhden kuukauden välein. Vaihde ja moottori keräävät paljon pölyä ja likaa kuoriensa päälle, jolloin jäähtyminen ei pääse tapahtumaan jäähdytysripojen kautta valmistajan suunnitelman mukaisesti. Moottori ja vaihde tulisi puhdistaa yhden kuukauden välein. Vaihdelaatikon ja moottorin sijainti tuo öljylle ja tiivisteille lisävaatimuksia. Ympäristön lämpötila nousee kesäaikana korkeaksi, jonka lisäksi kupoliuunista tuleva kuuma ilma lämmittää vaihdetta ja moottoria yli normaalin käyttölämpötilan. Tämän johdosta tulisi vaihteiston öljyt vaihtaa nykyisen yhden vuoden sijaan, 6 kk:n välein. Moottoria tai vaihteistoa huollettaessa on otettava huomioon vallitseva lämpötila, näin ollen tiivisteinä tulisi käyttää korkeamman lämpötilan sietäviä tiivisteitä.

Jatkokehitys: Yhtenä jatkoselvityskohteena olisi hyvä tehtaalla miettiä, miten levittimen vaihtamiseen käytettävä aika pieneneisi ja työn voisi suorittaa turvallisemmin. Kunnossapito henkilöstön kanssa käymieni keskustelujen perusteella työ on tällä hetkellä hyvin riskialtista sekä sisältää työvaiheita, joita pystyisi vähentämään pienillä suunnitteluilla ja mekaanisilla muutoksilla, kuten huoltotason tekemisellä jakajan ympärille.

## **6.2 Esikuljetin**

Ongelmat: Esikuljettimella on edellisvuosina tapahtunut useita kuljetinmaton rikkoontumisia. Viimeisen viiden vuoden aikana on kuljetinmatto uusittu kuusi kertaa. Hiukan puutteellisen raportoinnin takia ei saatu tarkasti selvitettyä mistä kaikki kuljetinmaton vaihdot ovat johtuneet, mutta IFS järjestelmän raportoinneissa oli useita laakerivaurioita sekä kuljetinhihnan ajautuminen toiseen reunaan. Mikäli laakerivaurio tapahtuu eikä sitä saada heti vaihdetuksi on todennäköistä, että kuljetinhihna ajautuu reunaan ja vaurioituu.

Kriittiset komponentit:

Ennakkohuolto: Useiden laakerivaurioiden johdosta mielestäni esikuljettimen laakerit tulisi tarkastaa säännöllisin väliajoin esim. yhden kerran kuukaudessa. Kuljetinhihnan linjauksessa tulee varmistua kuljetinhihnan suoruudesta ja sitä

tulee seurata myös kuormitettuna, ettei kuljetinhihna lähde ajautumaan jompaankumpaan reunaan.

Jatkokehitys: Esikuljetin sijaitsee alueella, jossa käsitellään painevettä viikkosivouksissa. Veden pääsy laakereihin tulisi minimoida esimerkiksi tekemällä laakereiden eteen suojat.

Kuljettimen ristimitaus tulisi tehdä vähintään kuljetinmaton uusimisen yhteydessä.

### **6.3 Kaksoiskuljettimet**

Ongelmat: Kaksoiskuljettimien ongelmat ovat olleet hammashihnojen katkeamiset ja laakerivauriot sekä isojen vetohammaspyörien kuluminen. Hammashihnan katkeaminen aiheuttaa aina yli tunnin seisakin ja on työläs suorittaa tuotannon katkoksen aikana. Laakereiden vaihdot ovat kuljettimille helpot ja suhteellisen nopeat, mikäli laakerivaurio havaitaan ajoissa. Vetohammaspyörien vauriot ovat laitehistorian mukaan harvinaisia ja tällaisen lähestyessä se yleensä havaitaan ajoissa.

Ennakkohuolto: Kaksoiskuljettimien ennakkohuollossa tulisi kiinnittää huomiota, kuten muissakin hihnakuljettimien kuljetinhihnan linjaukseen. Laakereiden ja hammashihnojen tarkastus tulisi tehdä yhden kerran kuukaudessa.

Jatkokehitys: Kaksoiskuljetin, kuten esikuljetin sijaitsee alueella, jossa viikkosivouksessa pestään korkeapainepesurilla. Myös kaksoiskuljettimien laakereiden eteen tulisi tehdä suojat estämään veden pääsyä laakereihin.

Kuljettimen ristimitaus tulisi tehdä vähintään kuljetinmaton uusimisen yhteydessä.

### **6.4 Heilurikuljettimet**

Ongelmat: Heilurikuljettimista vasemmanpuoleisella on laitehistorian mukaan ollut tiheämmin ongelmia. Ongelmat ovat johtuneet kuljetinmaton rikkoutumisesta.

ta, laakerivaurioista, hammashihnan tai hammashihnapyörän vaurioista. Kuljetinmaton vauriot ovat osaltaan johtuneet villakammioista tulleista raakavillakovettumista.

Heilurialueelle kertyy paljon raakavillapapanoita, jotka voivat kulkeutua heilurimattokuljettimen sisäpuolelle. Papanat tarttuvat heilurikuljettimien teloihin, jolloin kuljetinmatto venyy, eikä sen paikallaan pysymistä enää pystytä varmistamaan.

Ennakkohuolto: Heilurikuljettimien ennakkohuollossa tulisi kiinnittää huomiota, kuten muissakin hihnakuljettimissa kuljetinhihnan linjaukseen. Laakereiden ja hammashihnojen tarkastus tulisi tehdä yhden kerran kuukaudessa.

Jatkokehitys: Heilurialueelta tulevien raakavillapapanoiden meneminen kuljettimien sisälle tulisi estää.

Villakammioista irtoavien raakavillakovettumien aiheuttamaa heilurikuljetinmaton rikkoutumista voisi ehkäistä asentamalla kuljettimeen joustavat kidat. Tällöin kuljettimen telat joustaisivat, kun kitaa suurempi esine menee kuljettimen väliin.

## **6.5 Keräilyn käyttölaitteet (moottorit ja vaihdelaatikot)**

Ongelmat: Keräilyalueen ongelmat ovat yleisesti johtuneet muista tekijöistä kuin suoranaيسista laiterikoista. Näitä on ollut esimerkiksi villakammioista irronneet raakavillamölssit, jotka ovat jumiutuneet heilurin kuljetinmattojen väliin. Tästä on seurannut kuljetinmaton repeäminen ja uuden maton asennusaika on useampi tunti. Myös yksittäisiä laakeririkkoja sekä hammashihnan katkeamisia on tapahtunut, mutta näiden vaihtaminen on pääsääntöisesti nopea toimenpide.

Keräilyalueen vaihdelaatikot ovat vanhoja ja varaosien saatavuus on haastavaa, kun vaihteita ei enää valmisteta.

Kriittiset komponentit: Keräilyalueen voimansiirron kriittisiä komponentteja.

Keräilyalueen kriittisien komponenttien varastossa olo tulisi varmistaa. Alueella on paljon vanhoja laitteita, joihin varaosien saatavuus on yleensä hankalampaa, kun osia ei löydy suoraan varaosatoimittajalta hyllystä. Hammashihnavälitteisten kuljettimien voimansiirto-osat ja laakerit ovat edullisia hankkia, joten näiden varaosat tulisi olla aina varastossa. Kalliimmat osat, kuten vaihdelaatikot, jotka ovat myös hyvin vanhoja, tulisi yhdenmukaistaa muun linjaston kanssa, jolloin tehtaalla ei tarvitsisi olla jokaiselle vaihteelle varavaihdetta. Tämä pienentäisi paljon varastoarvoa ja yksinkertaistaisi varastonhallintaa.

Ennakkohuolto: Keräilyalueen voimansiirrolle tehdään tällä hetkellä lähinnä visuaalista ennakoivaa kunnossapitoa. Keräilyalueella sijaitsee paljon akseli- ja hammashihnavälitteisiä voimansiirtoja sekä erityyppisiä vaihdevälitteisiä voimansiirtoja.

Hammashihnavoimansiirroissa kuluvia osia ovat hammashihnat, hammaspyörät ja hammaspyörien laakerit. Näiden käytön aikainen kunnonvalvonta tulisi perustua äänitarkkailuun sekä lämpötilamittaukseen, jolla nähdään laakereiden mahdollinen yllilämpäminen.

Akselivoimansiirrossa kuluvia osia ovat tukilaakerit ja kytkimet. Kunnonvalvonta näiden komponenttien kohdalla tulisi tapahtua seisakkipäivinä, jolloin kytkimen kunnon pystyy toteamaan, kuten myös laakereiden kunnon.

Vaihteiden voimansiirrossa kuluvia osia ovat laakerit ja hammaspyörät. ”Vaihteet tulisi tarkastaa tarkastusluukusta n. kerran vuodessa, joka suoritetaan avaamalla tarkastusaukko. Tarkastuksessa tulisi kiinnittää huomiota hammaspyörien kuntoon ja hammaskosketukseen. Hammaskosketuksen muutoksiin on usein syynä vaihteen perustan liikkuminen. Jos muutoksia havaitaan, on suoritettava asennuksen tarkastus”. (4.)

Vaihteiden käynnin aikaista ennakkohuoltoa tulisi lisätä. Tehtaalla jo olevia värähtely- ja iskusysäysmittalaitteita tulisi hyödyntää vaihteiden mittauksessa. Osassa uudempia vaihteistoja on jo valmistajan asentamat anturipaikat mitta-

laitteelle ja muihin puuttuviin vaihteisiin tulisi anturipaikat asentaa tarkentamaan mittaustulosta. Mittaus tulisi tehdä kuukausittain.

Mitatessani vaihteistojen lämpötiloja tuotannon käydessä, ilmeni osassa vaihteista suhteellisen korkeita lämpötiloja. Korkein lämpötila oli 65 °C, joka on perusvaihdelaatikon maksimilämpötila. Mikäli lämpötila on jatkuvaa, tulisivat öljynvaihdot tehdä nykyisen kerran vuodessa sijaan kaksi kertaa vuodessa. Tässä voisi miettiä myös siirtymistä mineraaliöljyistä synteettisiin, joilla lämmönkestävyys on parempi. Lämpötilamittaus olisi myös hyvä indikaattori ilmaisemaan vaihteistojen kuntoa, joten suosittelen lämpötilamittausta kerran kuukaudessa.

Vaihteistojen perus- ja huoltotiedoista on hyvin vähän tietoa. Suurin osa tiedoista on kunnossapitohenkilöstöllä muistissa. Tämän pohjalta ehdottaisin ennakkohuoltokortin luomista kaikille vaihteille, joissa tulisi mainita:

- asennuksen valmistumispäivämäärä
- asennuksen tarkkuus
- voiteluaineen laatu ja määrä
- määräraikaistarkistuksissa suoritettavat havainnot
- käytön aikana suoritettavat mittaukset

Ennakkohuoltokortin lisäksi tulisi käytössä olevaan IFS järjestelmään raportoida tehdyt huollot ja korjaukset nykyistä tarkemmin, jolloin tehtaalla olisi aina dokumentoituna järjestelmässä tehdyt kunnossapitotyöt.

Jatkokehitys: Keräilyalueen voimansiirto on toteutettu vanhaan tyyliin, eli yhdeltä moottorilta otetaan voima useille laitteille. Tällä toimintaperiaatteella laitekoneisuudesta tulee hyvin riskialtis ja toimintavarmuuden ylläpitäminen haasteelliseksi. Yksi vaihtoehto tällaisen kokonaisuuden parempaan hallintaan pääsemiseen olisi muuttaa laitteet omiksi yksiköiksi, joilla kaikilla olisi oma käyttösä. Tällaisen muutoksen tekeminen olisi mekaanisesti helppo toteuttaa sekä laitteiden huollettavuus ja toimintavarmuus paranisi, kun varaosat olisi mahdollista saada ns. hyllytavarana.

### **Villakammiolamellikuljetin vaihdelaatikko**

Jatkokehitys: Oulun tehtaalla on varastossa vanha vaihdelaatikko villakammio-  
miolamellikuljettimelle. Tämän vaihteen kunnostaminen vaihdelaatikon valmista-  
jan toimesta varavaihteeksi pienentäisi riskiä prosessilinjan pitkästä ennakoimattomasta pysähdyksestä. Vaihteen tyyppi on hyvä varmistaa. (5.)

### **Primäärikuljettimen vaihdelaatikko**

Jatkokehitys: Primäärikuljettimen vaihdelaatikko tulisi huoltaa seuraavassa vuosihuoltoseisokissa ja samalla mitata vaihdelaatikon välitysosat uusien valmistusta varten. Tällä hetkellä tehtaalla ei ole varaosia eikä varavaihdetta. Tämä vaihdelaatikko voidaan myös vaihtoehtoisesti korvata KA-vaihteella. (5.)

### **Villakammio 2 vaihdelaatikko**

Jatkokehitys: Villakammio 2 vaihdelaatikkoon on saatavissa valmistajalta välitysosat. Näiden hankkiminen varaosiksi varastoon olisi suotavaa, jotta tehtaalla olisi vaihdelaatikon rikkoontuessa varaosat saatavilla. Tällä hetkellä vaihdelaatikkoon ei ole tehtaalla varaosia eikä varavaihdetta. Vaihdelaatikkoon löytyy myös valmistuskuvat. (5.)

### **Villakammio 1 vaihdelaatikko**

Jatkokehitys: Villakammio 1 vaihdelaatikkoon on saatavissa välitysosat. Näiden hankkiminen varaosiksi varastoon olisi suotavaa, jotta tehtaalla olisi vaihdelaatikon rikkoontuessa varaosat saatavilla. Tällä hetkellä tehtaalla ei ole varaosia eikä varavaihdetta. Ensioakselilla on tappikytkin ja toisioakselilla nivelakseli, jotka pystytään vaihtamaan tarvittaessa tehtaan kunnossapidon toimesta. (5.)

### **Laskostuskuljetin vaihdelaatikko**

Jatkokehitys: Laskostuskuljettimen vaihdelaatikko tulisi huoltaa seuraavassa vuosihuoltoseisokissa, samalla tulisi mitata välitysosat uusien valmistusta varten, vaihtoehtoisesti vaihdelaatikko voidaan korvata CVS-vaihteella. Tällä het-

kellä tehtaalla ei ole vaihdelaatikkoon varaosia eikä varavaihdetta. Ensiöpuolella oleva kytkin ja toisiopuolella oleva hammaspyörä pystytään vaihtamaan tarvittaessa tehtaan kunnossapidon toimesta. (5.)

### **Karkaisu-uunin kulmavaihde**

Jatkokehitys: Karkaisu-uunin kulmavaihteeseen on varastossa kierukkapyörä ja akseli, jotka ovat huonossa kunnossa. Kierukkapyörästä ja akselistä olisi hyvä teetättää uudet välitysosat varaosiksi. (5.)

## 7 ENNAKKOHUOLTO-OHJEIDEN LAADINTA

### 7.1 Tarkastusvälien vai huoltovälien määrittäminen

Tarkastusvälien määrittäminen tehdään kaavalla

MTBF (Mean time between failures) on keskimääräinen aika laitteen vikaantumiseen sen edellisestä alkuperäiseen kuntoon saattamisesta (korjauksesta)

Tarkastusväli  $T = 2 \times \text{epäkäytettävyys} \times \text{MTBF}$

Esimerkki (lasketaan väli kuukausina)

- tarkasteltavan kohteen MTBF on viisi vuotta -> 60 kuukautta
- käytettävyysvaatimus 98 % -> epäkäytettävyys on 2 %
- $T = 2 \times 0,02 \times 60 = 2,4$  kuukautta

Paroc kivivillatehtaan laitteille käytettävyysvaatimus 98 % on liian pieni. Epäkäytettävyyden tulisi olla luokkaa 0,5 %, jolloin käytettävyys olisi 99,5 %.

Laskelma:

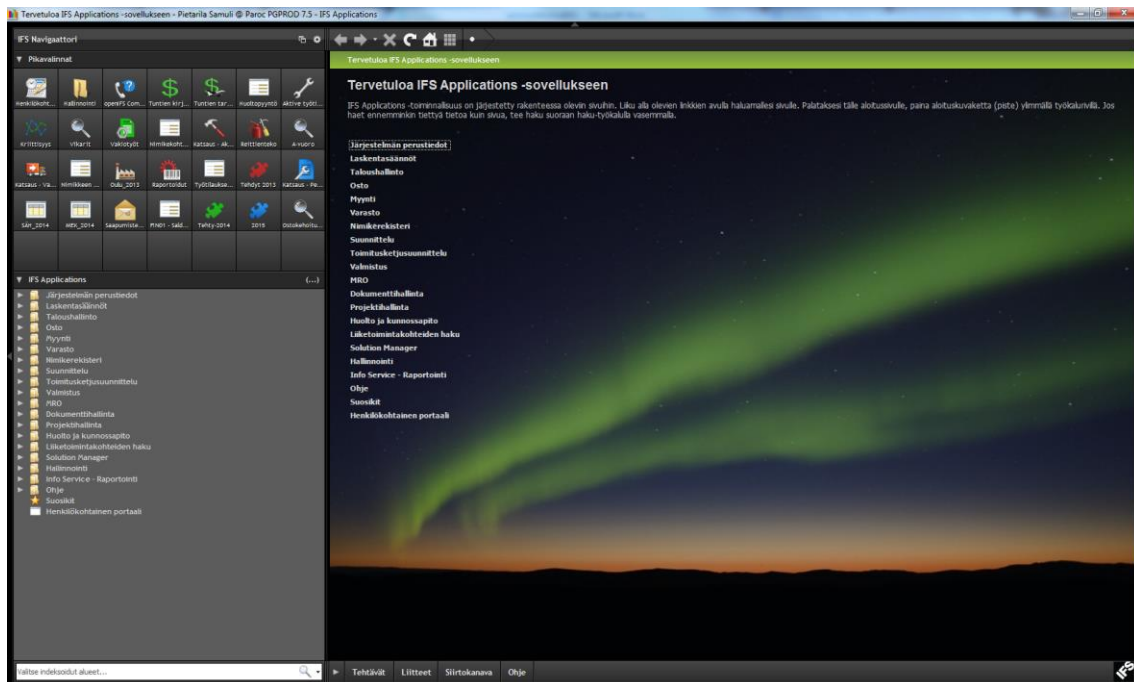
- tarkasteltavan kohteen MTBF on viisi vuotta -> 60 kuukautta
- käytettävyysvaatimus 99,5 % -> epäkäytettävyys on 0,5 %
- $T = 2 \times 0,005 \times 60 = 0,6$  kuukautta

Tämä tarkoittaa kahden viikon välein suoritettavaa ennakkohuoltoa kriittisille laitteille.



## 7.2 IFS

Huolto- ja kunnossapidon osalta IFS-järjestelmässä (kuva 12) on laiterekisteri, ennakkohuolto, työtilausten hallinta sekä huollon ja kunnossapidon perusteet. Päivittäisessä käytössä näistä ovat työtilausten hallinta ja ennakkohuolto. Kaikki tehtaan laitteet ovat järjestelmässä kustannuspaikoittain ja laitenumerointi on loogisesti kivilläprosessin alkupäästä eteenpäin kasvavana numerointina. IFS-järjestelmään tallennetaan kaikki kunnossapitoa vaativat poikkeamat. Jälkeenpäin poikkeamien analysointi on mahdollista IFS-laitehistoriasta.



Kuva 12. IFS-sovelluksen pääsivu (6)

### 7.2.1 Ennakkohuoltosovellus IFS

Ennakkohuollot tehdään IFS järjestelmään yksitellen jokaisesta laitteesta. Jokaiselle laitteelle määritellään tärkeyden ja kriittisyyden mukaan huoltoväli. Yhdelle ennakkohuoltoreitille suunnitellaan n. 10 yksittäistä laitetta. Ennakkohuoltoreitit aktivoituvat IFS järjestelmään (kuva 13) viikoittain ja ennakoivahuolto tulee tehdä sen kuluvan viikon aikana.

ID	Nimi	Laite	Tila	Ensimmäinen	Tod.alku	Seuraava päättymispäivä	Varmistuspäivä	Suorat, talletti	Tekijä
880918	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	11.4.2015 0:00:00	18.5.2015 0:00:00		0,1	
880918	BPOU0015	VUOROKORJAAJA ILTA	OU	BPOURCOO	4.5.2015 0:00:00	11.5.2015 0:00:00			
880917	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	4.5.2015 0:00:00	11.5.2015 0:00:00		0,1	
880915	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	27.4.2015 0:00:00	4.5.2015 0:00:00		0,1	
880914	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	28.4.2015 0:00:00	27.4.2015 0:00:00		0,1	
880913	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	13.4.2015 0:00:00	20.4.2015 0:00:00		0,1	
880911	BPOU0015	VUOROKORJAAJA ILTA	OU	BPOURCOO	6.4.2015 0:00:00	13.4.2015 0:00:00			
880912	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	6.4.2015 0:00:00	13.4.2015 0:00:00		0,1	
880910	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	30.3.2015 0:00:00	6.4.2015 0:00:00		0,1	
880909	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	23.3.2015 0:00:00	30.3.2015 0:00:00		0,1	
883009	BPOU0006	Oulun sähköennakkohoito (palohälytysien testaus) VALHIS	OU	BPOULEC	19.3.2015 0:00:00	26.3.2015 0:00:00		2	
883008	BPOU1020	VIIKAKEMO VIKKOZZISVOLVS	OU	BPOURCOO	16.3.2015 8:00:00	23.3.2015 8:00:00			
883008	BPOU1013	Varasto, tulien ennakkohoito	OU	OUJH	16.3.2015 8:00:00	23.3.2015 8:00:00			
883005	BPOU0038	VUOROKORJAAJA AAMJ	OU	BPOURCOO	16.3.2015 8:00:00	23.3.2015 8:00:00			
883004	BPOU0033	VUOROKORJAAJA ILTA	OU	BPOURCOO	16.3.2015 8:00:00	23.3.2015 8:00:00			
883003	BPOU0022	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	16.3.2015 8:00:00	23.3.2015 8:00:00			
883002	BPOU041	TUOTANTON OY KÄNNIN AJAVAL	OU	BPOURCOO	16.3.2015 8:00:00	23.3.2015 8:00:00			
882982	BPOU0024	VINKKOZZISVOLVS KARKASU	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882983	BPOU0032	PUH AAMJUORO 2	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882984	BPOU0035	VUOROKORJAAJA VINKKOZZISVOLVS	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882985	BPOU1000	RAKAA ADELATTEET	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882986	BPOU1020	VIIKAKEMO VINKKOZZISVOLVS	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882987	BPOU1030	VUOROKORJAAJA YO	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882988	BPOU1042	TUOTANTON OY VINKKOZZISVOLVS	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882989	BPOU1050	SEISÄHE	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882990	BPOU1051	SEISÄHEPUTKET	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00		0,5	
882991	BPOU2000	Palkkujen lujetteet 1	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882992	BPOU3001	Palkkujen lujetteet 2	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882993	BPOU3002	Pivrotalake	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882994	BPOU3003	Palkkukone	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882995	BPOU3004	Häädäkone	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882996	BPOU3005	Käntöpyörä, lavaurroboti, ergo	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882997	BPOU3006	Huputakone	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882998	BPOU3007	Varastolujetteet	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882999	BPOU3008	INFOR	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
883000	BPOU3009	Tulien ennakkohoito, vuorokorjaaja	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
883001	BPOU3011	Kalajakomajan ennakkohoito, sideare	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
883002	BPOU3012	Sähköjen ennakkohoito	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
880908	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00		0,1	
882971	BPOU1095	KUNNOSSAPITO, KESKUSHURI	OU	BPOUHECH	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882972	BPOU3014	Tarvikkevaraston trakin ennakkohoito, tarvikkevarastonhoitaja	OU	BPOUHECH	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882973	BPOU0015	VUOROKORJAAJA ILTA	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00		0,1	
882974	BPOU0016	LIJONPERAATTORI AAMJ	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00		2,1	
882975	BPOU0017	LIJONPERAATTORI ILTA	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00		0,7	
882976	BPOU0018	LIJONPERAATTORI YO	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00		1,4	
882977	BPOU0019	VUOROKORJAAJA AAMJ	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			
882978	BPOU0020	VUOROKORJAAJA ILTA	OU	BPOURCOO	16.3.2015 0:00:00	23.3.2015 0:00:00			

Kuva 13. IFS-sovelluksen aktiiviset ennakkohuoltoreitit (6)

## 7.2.2 Reittityön raportointi

Yksittäiset ja reittityöt ilaukset raportoidaan IFS järjestelmään. Poikkeamista tehdään tarvittaessa myös vikailmoitus IFS järjestelmään, jolloin kunnossapidon henkilöt saavat myös tiedon ja laitehistoriaan tallentuu korjattava toimenpide. Ennakkohuoltoreitin suorittava henkilö raportoi tehdyn työn IFS järjestelmään (kuva 14).

Katso - Aktiiviset reitit - Pietari Samuli © Parc P3PROD 7.5 - IFS Applications

Huolto ja kunnossapito Työkalusten hallinta Valmistelu Aktiiviset reitit

TT	Reitti	Reitin kuvaus	Puom	Osaosto	Suunn.aika	Tot.aika	Suunn.päättyminen	Valmistusmaapvm	Suunn.tunnit	Tekijä	Raportointi	Tila	Ohjelma	Ohjelman kuvaus	Projekti	Proj.kuvaus	Ohj
883001	BPOU3011	Kaivakuormanen ennakkohuolto, aseama	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00				HISOMFI	Täpöynty					
883002	BPOU3012	Sähkötalon ennakkohuolto	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00				HISOMFI	Täpöynty					
883009	BPOU0016	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00		0,1		SAPBEFI	Täpöynty					
882971	BPOU1095	KUNNOSSAPITO, KESKUSIHURI	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882972	BPOU3014	Tarvikevaraston trukin ennakkohuolto, tarvikevarastonhoitaja	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00				HISOMFI	Täpöynty					
882973	BPOU0015	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00		0,1		SAPBEFI	Täpöynty					
882974	BPOU0016	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00		2,1		SAPBEFI	Täpöynty					
882975	BPOU0017	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00		0,7		SAPBEFI	Täpöynty					
882976	BPOU0018	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00		1,4		SAPBEFI	Täpöynty					
882977	BPOU0019	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882978	BPOU0020	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882979	BPOU0021	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882980	BPOU0022	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882981	BPOU0023	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	16.3.2015 0:00:00		23.3.2015 0:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882774	BPOU0041	TUOTANTOKESKUS KÄYNNIN AJONA	OU	BPOURD	16.3.2015 8:00:00		16.3.2015 8:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882775	BPOU0026	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015 8:00:00		16.3.2015 8:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882772	BPOU0028	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015 8:00:00		16.3.2015 8:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882771	BPOU0022	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015 8:00:00		16.3.2015 8:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882770	BPOU0028	Kunnossapito, sahat	OU	BPOURD	9.3.2015 8:00:00		16.3.2015 8:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882773	BPOU0028	Kunnossapito, sahat	OU	BPOURD	9.3.2015 8:00:00		16.3.2015 8:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					
882772	BPOU0015	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Reittityötilauksen raportointi...	00			HISOMFI	Täpöynty					
882743	BPOU0018	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Esiölointi...	00	1,4		SAPBEFI	Täpöynty					
882741	BPOU0016	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Siirto ehuoltoilaukseen...	00	2,1		SAPBEFI	Täpöynty					
882736	BPOU0620	HOOTTORIEN JA LAAKERIEN LÄHÖHÖPITÄIS	OU	BPOURD	9.3.2015		Näytä mobiilin hyökäistiedot...	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882744	BPOU0019	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Työtilauksen tile	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882745	BPOU0020	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Projektiin kytkentä	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882746	BPOU0021	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Talusta...	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882747	BPOU0022	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Talusta...	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882748	BPOU0023	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Talusta...	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882749	BPOU0024	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Haee kaikki	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882750	BPOU0021	PUH AAMU/ALUE 1	OU	BPOURD	9.3.2015		Muuta	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882751	BPOU0025	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Muuta	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882752	BPOU0620	Kunnossapito, sahat	OU	BPOURD	9.3.2015		Muuta	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882753	BPOU0620	LAAKERIEN SPH FITTAUS	OU	BPOURD	9.3.2015		Muuta	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882966	BPOU0015	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Taluste	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882967	BPOU0016	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Taluste	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882968	BPOU0022	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Ominaisiudet	00	0,1		SAPBEFI	Täpöynty					
882969	BPOU0023	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Ominaisiudet	00			SAPBEFI	Täpöynty					
882970	BPOU0024	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lähetä	00			HISOMFI	Täpöynty					
882971	BPOU0028	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lähetä	00			HISOMFI	Täpöynty					
882972	BPOU0022	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882973	BPOU0025	LIUKOPERÄÄTTÖRI AAMU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882974	BPOU0026	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882975	BPOU0027	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882976	BPOU0028	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882977	BPOU0029	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882978	BPOU0030	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882979	BPOU0031	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882980	BPOU0032	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882981	BPOU0033	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882982	BPOU0034	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882983	BPOU0035	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882984	BPOU0036	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882985	BPOU0037	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882986	BPOU0038	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882987	BPOU0039	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882988	BPOU0040	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882989	BPOU0041	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882990	BPOU0042	VIKKOSIVOUS KARKASU	OU	BPOURD	9.3.2015		Lisä valintaan	00			HISOMFI	Täpöynty					
882735	BPOU0620	LAAKERIEN SPH FITTAUS	OU	BPOURD	9.3.2015 0:00:00		16.3.2015 0:00:00				SAPBEFI	Täpöynty					

Tehäviä Linnetti Siirtokana Ohje

Kuva 14. IFS-sovelluksen reittitöiden raportointi (6)

## 8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa Paroc Oulu kivivillatehtaan prosessiosa-alueen kriittisten laitteiden käyttövarmuutta kehittämällä linjaprosessilaitteiden ennakoivaa kunnossapitoa ja selvittämällä mahdolliset varaosasaatavuudet.

Opinnäytetyössä selvitettiin kivivillatehtaan prosessikuljettimien ennakkohuoltoa vaativat kriittisimmät kohteet. Kohteista laadittiin parannusehdotukset ja varaosa saatavuudet sekä selvitettiin uudet korvaavat laitteet vanhojen tilalle. Kriittisimpien laitteiden tunnistamiseen käytettiin IFS järjestelmästä saatavien laitehistoriatietojen ja kriittisyysanalyysia, joka myös päivitettiin vastaamaan tämän hetken tilannetta.

Ennakoivahuolto on tärkeä osa kunnossapitoa. Ennakoivan huollon avulla pystytään havaitsemaan mekaanisen laitteen tai osan alkava vaurio, ennen rikkoutumista. Ennakoivaa huoltoa tulee tehdä säännöllisesti sekä niistä saadut tulokset analysoida huolellisesti, jolloin mittauksista saadaan paras mahdollinen hyöty. Oikein tehdyt ennakkohuollot säästävät aikaa ja rahaa. Ennakkohuoltoa tekevien henkilöiden koulutus on tärkeä, jotta ennakkohuollot tehdään oikein ja niistä saadut tiedot osataan analysoida.

Tämä insinöörityö opetti paljon ennakoivasta kunnossapidosta ja prosessialueen laitteista. Selvityksissä korostui dokumentoinnin tärkeys, joka on pohjana kaikelle ennakoivalle kunnossapitotyölle.

## LÄHTEET

1. Yritysesittely. Paroc Oy Ab. Saatavissa:  
<http://www.paroc.fi/paroc-yrityksena>  
päivä 5.12.2014
2. Mikkonen, Henry Miettinen, Juha Janttunen, Erkki Kokko, Voitto Riutta, Erkki Sulo, Petri Komonen, Kari Lumme, Veli Erkki Kautto, Juha Heinonen, Kari Lakka, Sami Mäkeläinen, Risto 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Promaint kunnossapitoyhdistys. Kunnossapidon julkaisusarja - n:o 13. Helsinki: KP-Media Oy.
3. Järviö, Jorma Piispa, Taina Parantainen, Timo Åström, Thomas 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 10. Kunnossapito-yhdistys ry. Helsinki: KP-Media Oy.
4. Kumera, Lieriö- ja kartiohammasvaihteet. Saatavissa:  
<https://www.scribd.com/document/134056843/Kumera-Helical-and-BevelGearUnits-021>  
päivä 20.12.2016
5. Kumera, Kuntotarkastus Paroc Oulu. Sisäinen intranet
6. Paroc Oy Ab. Sisäinen intranet

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Samuli Pietarila \_\_\_\_\_

Tilaaaja Paroc Oy Ab \_\_\_\_\_

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot Mikko Suutari 0406736867 mikko.suutari@paroc.com \_\_\_\_\_

Työn nimi Kriittisten laitteiden ennakkohuolto \_\_\_\_\_

Työn kuvaus Tämä työ tehdään Paroc Oulun tehtaalle. Työssä käydään läpi kivisiilojen ja karkaisu-uunin loppupään välillä olevat kriittiset laitteet. Työssä päivitetään nykyinen kriittisyysanalyysi, lasketaan eri laitteille käyttö/huolto ajat ja luodaan ennakkohuoltosuunnitelma näille laitteille. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Työn tavoitteet

Mahdollistaa ennakoiva huolto kriittisille laitteille ilman tuotantolinjan pysähdystä. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tavoiteaikataulu 1.12.2014 – 18.1.2015 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Päiväys ja allekirjoitukset \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

<b>Painokertoimet</b>					
Factor Oulu	Painotus %	Painokerroin	Kriteerit	Rajoitukset	Mahd. pisteet
<b>Kriittisyys (prosessi)</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	Seisakilla ei ole vaikutusta laitteisiin, alueeseen tai tehtaan toimintaan	Ei seisakkia	0
		<b>2</b>	Tuotanto pysähtyy 16 jälkeen. Varakone olemassa tai tuotanto voidaan ohittaa	Yli 16 h- päiviä	80
		<b>4</b>	Tuotanto pysähtyy 4-16 tunnissa. Pieni tuotantomenetyk, vikaantunut kohta voidaan ohittaa	4-16 tuntia	160
		<b>6</b>	Tuotanto pysähtyy 1-4 tunnissa. Suuri tuotantomenetyk, vikaantunut kohta voidaan ohittaa varalaitteilla	1-4 tuntia	240
		<b>8</b>	Valitton tuotannon pysähdy. Tuotantoa ei ole mahdollista jatkaa eikä ohittaa varalaitteilla	0-1 tuntia	320
<b>Vikaherkkyys</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	Luotettava toiminta	MTTF (vikaantumisväli) yli 15 vuotta	0
		<b>2</b>	Vähän vikoja	MTTF (vikaantumisväli) yli 10 vuotta	50
		<b>4</b>	Ajoittaisia häiriöitä	MTTF (vikaantumisväli) 2 - 10 vuotta	100
		<b>6</b>	Hyvin vikaherkkä	MTTF (vikaantumisväli) 0,5 - 2 vuotta	150
		<b>8</b>	Erittäin vikaherkkä	MTTF (vikaantumisväli) vähemmän kuin 6 kk	200
<b>Kunnossapidettävyyk, turvavallisuus, luoksepäästävyyk</b>	<b>25</b>	<b>2</b>	Helppo ja nopea luoksepäästävyyk	Välitön pääsy kohteeseen	50
		<b>4</b>	Lämmin tai kylmä, suhteellisen helppo luoksepäästävyyk	Korjausaika 1 - 4h	100
		<b>6</b>	Hyvin kylmä, kuuma, märkä tai likainen kohde. Hankala luoksepäästävyyk	Korjausaika 4 - 8h	150
		<b>8</b>	Erittäin hankalat olosuhteet. Mahdoton päästä kohteeseen tuotannon aikana ilman että osia puretaan tieltä.	Korjausaika yli 8h	200
<b>Ympäristötekijät</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	Ei vaikutusta ympäristöön	Ei päästöjä	0
		<b>4</b>	Pölyä, hajua ja jne ympäristöön	Päästöt sallitussa arvoissa	40
		<b>8</b>	Ajoittainen päästörajojen ylitys	Päästöt yli sallittujen rajojen	80

<b>Weight Value SUM</b>	<b>100</b>			<b>MIN</b>	<b>100</b>
				<b>MAX</b>	<b>800</b>

CLASS	%	Points
A	20	640
B	50	400
C	10	80





6.416	PRIMÄÄRIKULJETTIMET, PRIMARY CONVEYORS									
6.416M1	HEILURIKONEISTO	2	470	8	2	4	0	B	MOOTTORI,VAIHDE	
6.417	LASKOSTUSKULJETTIMET, FORMING CONVEYORS									
6.417*G1	LASKOSTUSKULJETIN	1	520	8	4	4	0	A	LAMELLIKULJETIN	
6.417*G2	PURISTUSKULJETIN YLÄPUOLI	1	520	8	4	4	0	A	LAMELLIKULJETIN	
6.417*G3	PURISTUSKULJETIN ALAPUOLI	1	520	8	4	4	0	A	LAMELLIKULJETIN	
6.417M1	LASKOSTUKSEN KÄYTTÖMOOTTORI	1	520	8	4	4	0	A	MOOTTORI	
6.417M3	PALOPELTI 2	2	300	0	4	8	0	B	PELTI	
6.417W1	NELIÖPAINOTELA	1	545	8	4	5	0	A	SIIRTORUUVI	
6.421	IMULAATIKKO									
6.421 M1	IMULAATIKON JÄTERUUVI	2	350	0	6	8	0	B	RUIVIKULJETIN	
6.422 M1	IMULAATIKON KOLAKULJETIN	2	350	0	6	8	0	B	KOLAKULJETIN	
6.426	LINKOJEN VOITELUJÄRJESTELMÄ									
6.427	LINKOJEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ									
6.442	TAKAISINPUHALLUSLAITTEISTO, WOOL RECYCLING									
6.451	TYSSÄYSLAITTEISTO, COMPRESSION UNIT									
6.451 M1	TYSSÄYSLAITTEET 1	2	470	8	4	2	0	B	MOOTTORI	
6.452 M2	TYSSÄYSLAITTEET 2	2	470	8	4	2	0	B	MOOTTORI	
6.470	KERÄILYLIMAJÄRJESTELMÄ, EXHAUST SYSTEM									
6.470*V1	KUIVASUODATIN	1	560	8	0	8	4	A	SUODATIN	
6.497	LINKOPUHALLUSLAITTEISTO, SPINNER BLOW-OFF									
6.497*W1	LINKOPUHALLUSKANAVAT	2	370	8	0	2	0	B	KANAVA	
6.497M1	VILLAKAMMIOPUHALLIN 1	1	620	8	4	8	0	A	PUHALLIN	
6.497M26	LINKOPUHALLIN	1	570	8	4	6	0	A	PUHALLIN	
6.497M3	PALOPELTI 1	2	280	2	4	4	0	B	PELTI	
6.500	KARKAISU & JÄÄHDYTYKSEN, CURING & COOLING									
6.502	KARKAISU-UUNIN, CURING OWEN									
6.502*G1	YLÄKULJETIN	1	620	8	4	8	0	A	LAMELLIKULJETIN	
6.502*G2	ALAKULJETIN	1	620	8	4	8	0	A	LAMELLIKULJETIN	
6.502M1	KARKAISU-UUNIN KÄYTTÖ	2	520	8	2	6	0	B	MOOTTORI JA LAITTEET	
6.502M3	KITARULLAT ALAPUOLI (MYÖS TYSSÄYS MOOT)	2	470	8	2	4	0	B	TELAT	
6.502M4	KITARULLAT YLÄPUOLI (MYÖS TYSSÄYS MOOT)	2	470	8	2	4	0	B	TELAT	
6.503	KUUMAILMAJÄRJESTELMÄ, HOT AIR SYSTEM									
6.503A1	KARKAISUPOLTIN RGL 5	1	565	8	6	3	2	A	POLTIN	
6.504*W1	TUNNELI-HLMAKANAVAT	2	230	2	0	6	0	B	KANAVA	
6.504A1	TUNNELIPOLTIN RGL 3	1	565	8	6	3	2	A	POLTIN	
6.597M41	KARKAISU-ILMAPUHALLIN	1	570	8	4	6	0	A	PUHALLIN	
6.597M42	TUNNELI-ILMAPUHALLIN	1	545	8	4	5	0	A	PUHALLIN	

