

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantotekniikka ja kunnossapito

Simeon Tiainen

Kalsiittirikastamon varaosien kriittinen tarkastelu

Opinnäytetyö 2012

Tiivistelmä

Simeon Tiainen

Kalsiittirikastamon varaosien kriittinen tarkastelu, 44 sivua, 4 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotantotekniikka ja kunnossapito

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: tuntiopettaja Heikki Liljenbäck, Saimaan ammattikorkeakoulu, kunnossapidon työnjohtaja Esa Peltola, Nordkalk Oy Ab

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Nordkalk Oy Lappeenrannan rikastamoille varaosia varten tarkastelupohja ja riskianalyysi varaosien kartoittamista varten. Samalla haluttiin tehdä selvitys kalsiittirikastamon kuivatuspiirin varaosatilanteesta sekä samainen riski- ja kriittisyystarkastelu näiden laitteiden osille.

Kartoittamisen ja kriittisyyksien selvittämisen lähtökohta on syntynyt yrityksen kuivatun kalsiittirikasteen kasvaneesta kysynnästä. Yrityksessä haluttiin suorittaa selvitys, jotta jatkossa oltaisiin paremmin varautuneita varaosien, riskien sekä menettelytapojen osalta mahdollisia vikaantumisia ja hajoamisia vastaan.

Tutkimuksessa käytettiin paljon apuna yrityksessä käytössä olevaa IFS-toiminnanohjausjärjestelmää, jolla ohjataan yrityksen tuotantoa, kunnossapitoa, materiaalin hankintoja sekä hallitaan nimikkeitä. IFS-järjestelmästä ja muun muassa kunnossapidon henkilöstöltä saadut tiedot kerättiin ja muokattiin tarkastelupohjaan Excel-taulukkoon. Excel-taulukkopohja valittiin, koska se on helpokäyttöinen ja selkeä ja jotta tiedot olisi mahdollista siirtää myöhemmin osaksi IFS-järjestelmää.

Asiasanat: RCM, Vika- ja vaikutusanalyysi (FMEA), varaosien kriittinen tarkastelu

Abstract

Simeon Tiainen

Calcite refinery's spare parts criticality analysis, 44 pages, 4 appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Mechanical Engineering

Production engineering and maintenance

Bachelor's Thesis 2012

Instructor: Mr Heikki Liljenbäck, Lecturer, Mr Esa Peltola, maintenance overseer

The purpose of the research was to create a spare part analysis method for Nordkalk Oy Lappeenranta refineries. Besides of that I analysed the existing spare parts of Nordkalk Oy Lappeenranta calcite refineries and I made for them spare part criticality analysis which included also back up plans for the critical parts. I was given this research job because the calcite refinery's dry products demands are rising and the company wants to have examined circuits parts in case of part failure.

The methods I used for this research were spare part criticality analysis, failure mode and effects analysis and reliability centered maintenance. I used the company's IFS-enterprice resource planning system, machine- and drawing documentary and the knowledge of maintenance workers to gather information for the research.

At the end I made a working analysis layout for the spare part analysis. I also gathered and made a spare part research for the calcite refinery's drying circuit. The analysis seems to be quite functional and practical when analyzing spare parts. For the results of the spare part analysis, you can decide which spare parts are indispensable for the current machine. It is also appropriate for now on to keep the spare part analysis layout up to date.

Keywords: RCM, Failure Mode and Effects Analysis, spare parts criticality analysis

Sisältö

Käsitteet.....	5
1 Johdanto	6
2 Nordkalk Oy	7
2.1 Nordkalk Oy:n Ihalaisen tehdasalue	7
2.2 Kuvaus kalkkikiven kulusta.....	8
2.3 Kuvaus kalsiittirikastamon prosesseista	9
3 Kunnossapito	10
3.1 Kunnossapitolajit	11
3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito	12
3.1.2 Huolto	13
3.1.3 Korjaava kunnossapito.....	13
3.1.4 Parantava kunnossapito	14
3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	14
3.2 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM.....	15
3.3 Kriittisyysanalyysi	18
4 Varastointi.....	21
4.1 Varastoinnin syyt.....	21
4.2 Varastoinnista aiheutuvat kustannukset	22
5 Kunnossapidon materiaalilogistiikka	23
5.1 Materiaalitarve	24
5.2 Varastologistiikka	25
5.3 Materiaalinimike ja tietojärjestelmän nimikerekisteri	27
6 Tutkimuksen suorittaminen	28
6.1 Tiedon kerääminen.....	29
6.2 Tarkastelupohjan suunnittelu ja sisältö.....	30
6.3 Kalsiittirikastamon kuivatuspiirin tutkimus.....	32
6.3.1 Laitteen varaosat	33
6.3.2 Riskikartoitus	34
6.3.3 Toimenpiteet riskien pienentämiseksi ja varasuunnitelmat	37
6.3.4 Varaosiksi hyväksytyt osat.....	38
7 Yhteenveto ja pohdinta	39
Kuvat.....	42
Lähteet.....	43

Liitteet

- Liite 1 Kuivatuspiirin varaosien kriittisyys tarkastelu, päävalikko
- Liite 2 Kuivatuspiirin varaosien kriittisyys tarkastelu, varaosien tarkastelu
- Liite 3 Kuivatuspiirin varaosien kriittisyys tarkastelu, valitut varaosat
- Liite 4 Kuivatuspiirin varaosien kriittisyys tarkastelu, heti saatavat moottorit

Käsitteet

KNL	Käytettävyys, nopeus ja laatu. Tuotannon kokonaistehokkuus, on kunnossapidon yksi tärkeimmistä ulkoisista tavoitemuuttujista.
RCM	Reliability Centered Maintenance eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis eli vika- ja vaikutusanalyysi
IFS	Industrial and Financial System, joka on toiminnanohjausjärjestelmä
Sorter	Lajittelulinja kiville
KR	Kalsiittirikastamo
ID	Identification eli tunnistus(numero), jota käytetään laitepaikoille

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty Nordkalk Oy:n Lappeenrannan Ihalaisten toimipisteeseen. Yrityksen tuotteiden kasvaneen kysynnän seurauksena yrityksellä on tarve luoda selvitys prosessin laitteiden varaosien nykytilasta sekä tehdä tarkastelumalli varaosien suhteen. Häätätilanteita, kuten esimerkiksi laitteen äkillistä hajoamista varten, pohditaan laitteille toimenpiteet sen saamiseksi toimintakuntoon.

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan Nordkalk Oy:n rikastamoiden laitteille varaosien kartoitus- ja tarkastelupohja, jota olisi mahdollista käyttää minkä tahansa toimipisteen rikastamon tai kaivoksen tuotantolaitteiden tutkimukseen. Samalla tehdään Lappeenrannan kalsiittirikastamon kuivatuspiirin laitteille saatavilla olevien ja tarvittavien varaosien kriittisyystarkastelu, jonka pohjalta valitaan varastoitavat varaosat laitteelle.

Tutkimuksen selvitysmenetelminä käytetään sovelletusti varaosien kriittisyysanalyysiä ja RCM-analyysiä sekä vika- ja vaikutusanalyysiä. Tietoja ja laskelmia hain yrityksen kunnossapidon tietojärjestelmästä, piirustus- ja dokumenttiarkistoista, ostohallinnan henkilöiltä ja IFS-tuotannonohjausjärjestelmästä sekä koneiden käyttäjiltä ja laitteiden luota.

Opinnäytetyössä käydään järjestyksessä läpi työtä ja tutkimusta koskevat kunnossapidon ja varastojen sekä logistiikan teoriaosa-alueet, minkä jälkeen kerrotaan työn suorituksesta ja siinä ilmenevien kohtien tarkoituksista sekä mitä työllä on saavutettu. Tutkimus tehdään Excel-taulukkopohjalle, jotta varaosien kriittisyystarkastelu on mahdollista liittää myöhemmin tulevaisuudessa osaksi IFS-tuotannonohjausjärjestelmää.

2 Nordkalk Oy

Nordkalkilla on 18 louhosta ja 3 maanalaista kaivosta Euroopassa. Suomessa yhtiöllä on useita avolouhoksia ja 3 maanalaista kaivosta. Lisäksi yhtiöllä on kalkkiuuneja ja jauhatuslaitoksia sekä 2 omaa satamaa. Vuonna 2011 louhittiin 14,5 miljoonaa tonnia kalkkikiveä. Yrityksessä työskentelee yhteensä noin 1180 henkilöä, joista yli 600 henkilöä työskentelee Suomessa 12 toimipaikalla. (Nordkalk Intra, 2012.)

Nordkalkin pääkonttori on Paraisilla, jossa kaivostoiminta alkoi nimellä Paraisen Kalkkivuori Osakeyhtiö vuonna 1898. Nordkalk Oyj Abp kuuluu osana Rettig Group-konsernia. Nordkalk on Pohjois-Euroopan johtava korkealaatuisten kalkkikivipohjaisten tuotteiden valmistaja. Vuonna 2011 yrityksen nettomyynti oli 369,2 M€. (Nordkalk Intra, 2012.)

Nordkalkin tuotteita ovat kalkkikivituotteet (kalsiitti eli kalsiumkarbonaatti ja dolomiitti), poltettu kalkki (kalsiumoksidi), sammutettu kalkki (kalsiumhydroksidi), paperipigmenttien raaka-aineet (rikastettu kalsiitti ja poltettu kalkki), wollastoniitti sekä erikoistuotteet, kuten esimerkiksi jäteveden puhdistusmassat ja kompostoinnin tehostamisaineet. (Nordkalk Intra, 2012.)

2.1 Nordkalk Oy:n Ihalaisen tehdasalue

Nordkalkin Lappeenrannan Ihalaisen tehdasalueella yrityksen palveluksessa on noin 175 henkilöä. Kiveä louhitaan noin 2100000 tonnia vuodessa. Avolouhoksen syvyys on noin 150 metriä ja sen pinta-ala on noin 42 ha. Tehdasalueen kokonaispinta-ala on noin 400 ha. (Nordkalk Intra, 2012.)

Nordkalkin Lappeenrannan tuotantolaitoksiin kuuluvat kaivos, kalkkitehdas sekä paperipigmentin raaka-aineita ja wollastoniittia valmistavat rikastamot. Alueella toimii myös paperipigmenttejä valmistava tytäryhtiö Suomen Karbonaatti Oy (Nordkalk 51 %). Muita suurempia tehdasintegraatin yrityksiä ovat muun muassa Paroc Oy Ab, Finnsementti Oy, Rudus Oy Ab ja Astepa Oy. (Nordkalk Intra, 2012.)

Lappeenrannan kaivokseen kuuluvat karkeamurskaamo, lajittelulaitos, välimurskaamo ja kivenjakeluasema. Kalsiitin rikastukseen kuuluvat kuivatus ja hienojauhatuspuoli sekä erillinen tuotantotila FC-HKT, jossa valmistetaan hienorakeista kalsiittia. Wollastoniittirikastamolla voidaan rikastaa sekä kalsiittia että wollastoniittia ja tuotteita ajetaan aina tarpeen mukaan. (Nordkalk Intra, 2012)

2.2 Kuvaus kalkkikiven kulusta

Kalkkikiven kulku lähtee liikkeelle avolouhoksesta, jossa kalliosta otetaan porausnäyte ja tutkitaan mineraalien pitoisuus kiviaineksessa. Tämän jälkeen kalkkipitoinen kohta porataan ja panostetaan räjäytystä varten. Räjäytyksen jälkeen kivilohkareet pilkotaan iskuvasaralla pienemmiksi ja lastataan kauha-kuormaajalla dumppereitten kyytiin. Dumpperit kuljettavat kiven karkeamurskaamolle.

Karkeamurskaamalla dumpperit kippaavat kiviaineksen kaatotaskuun, jossa kivi murskataan leukamurskaimella pienemmäksi, noin 190 mm:n kokoisiksi. Karkeamurskaamolta kivi tulee hihnakuljettimilla lajittelulaitokselle, jossa kivet seulotaan. Suuremmat kivet menevät syöttäjien syöttötaskuihin ja pienemmät kivet sorttereiden syöttötaskuihin.

Syöttötaskun jälkeisillä syöttimillä pestään suuremmat kivet, kun taas sorttereilta tulevat pienemmät kivet pestään pesuseuloilla ennen lajittelua. Lajittelussa kalkkikivestä erotellaan ”musta” kivi pois. Tämän jälkeen kivi jaetaan siloihin, josta kalkkikivi jatkaa matkaansa välimurskaamolle.

Välimurskaamalla kiviaines murskataan kartiomurskalla noin 80 mm:n kokoiseksi ja kiviaines seulotaan. Alle 25 mm:n kiviaines menee suoraan nostohihnalle ja sieltä eteenpäin tehtaille. Karkea, yli 25 mm:n kiviaines menee seuraavalle kartiomurskaimelle, jota säädetään tarpeen mukaan riippuen kivilaadusta sekä siitä, mille tehtaille kiviaines menee.

Välimurskaamolta kiviaines jatkaa matkaansa kivenjakeluasemalle, jossa kalkkikivi jaotellaan laadun perusteella ja josta se kuljetetaan siloihin. Silloista kalkkikivi lastataan kuorma-autojen kyytiin ja kuljetetaan rikastamoille tai sementti-

tehtaalle jatkojalostukseen tai ajetaan suoranlinjan kautta hihnakuuljettimilla suoraan rikastamoille tai sementtitehtaalle.

2.3 Kuvaus kalsiittirikastamon prosesseista

Kalsiittirikastamon prosessi alkaa syötekivisiilosta, josta louhittu ja murskattu kalsiittikivi kuljetetaan hihnakuuljettimella jauhatuspiiriin. Jauhatus tapahtuu tankomylyssä märkäjauhatuksena, jonka jälkeen suoritetaan liejunpoisto hydrosykloneilla. Sykloneissa lietteestä poistetaan kaikista hienoimmat ainesosat, jotka jäävät ylitteeksi ja päätyvät rikastehiekka-altaalle. (Nordkalk ATEX-selvitys, 2010.)

Liejunpoiston jälkeen suoritetaan vaahdotus, jossa syötekiven kalsiitista erotetaan epäpuhtaudet pois. Vaahdotuksessa kemikaalien ja paineilman avulla saadaan halutut mineraalit kiinnittymään ilmakupliin, jotka nousevat vaahdotuskennojen pinnalle ja poistuvat näin ollen ylitteenä rännejä pitkin kennosta pois. Vaahdotuspiirin puolella välissä (KR97) tai lopussa (KR90) sijaitsee rumpumagneetti, jonka avulla lietteestä poistetaan prosessirautaa. Prosessirautaa syntyy myllyn jauhintankojen kulumisesta. (Nordkalk ATEX-selvitys, 2010.)

Vaahdotuksen ja liejunpoiston ylitteet pumpataan rikastushiekka-altaille, joissa kiintoaines laskeutetaan ja prosessivesi selkeytetään sekä palautetaan takaisin kiertoon. Kalsiittirikastamoiden valmis tuote eli kalsiittirikaste pumpataan kalsiittirikastamolta wollastoniittirikastamolle, jossa liete syklonoidaan ja suodatetaan ja toimitetaan Suomen Karbonaatti Oy:lle tai pihavarastoon hihnakuuljettimella. (Nordkalk ATEX-selvitys, 2010.)

Kuivatuotteina myytävä rikaste kuivataan ja hienojauhetaan KR-rakennuksen yhteydessä olevassa kuivausrummussa ja hienojauhatuspiirissä. Pihavarastosta kalsiittirikaste ajetaan kuorma-autoilla kuivauksen kippaustaskuun. Taskusta rikaste kuljetetaan ruuvikuljettimien ja ketjukuljettimen avulla kuivausrumpuun. Kuivattu rikaste kuljetetaan ruuvikuljettimien ja elevaattorin avulla siiloon. (Nordkalk ATEX-selvitys, 2010.)

Siilosta rikaste siirretään kolakuuljettimella hienojauhatusmyllyyn. Myllystä rikaste kuljetetaan kolakuuljettimella ja elevaattorilla luokittimelle, josta tarpeeksi hieno

rikaste jatkaa edelleen tuotesiiloon. Karkeampi rikaste kuljetetaan uudelleen myllyyn jauhettavaksi, kunnes se on tarpeeksi hienoa. Tuotesiiiloista valmis tuote pakataan säkkeihin tai kontteihin. (Nordkalk ATEX-selvitys, 2010.)

3 Kunnossapito

Kunnossapito on laaja käsite, jonka takia sille on olemassa monta määritelmää standardeissa. Standardi PSK 6201 (Järviö 2004, 23) 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.”

Teollisuuden kunnossapito on lähinnä erilaisten prosessien, laitteiden, koneiden ja rakenteiden jne. pitämistä toimintakuntoisena siten, että ne toimivat luotettavasti, esiintyvät viat korjataan sekä ympäristö- ja turvallisuusriskit hallitaan (Järviö 2004, 10.) Nykypäivän kunnossapito onkin lähinnä keskittynyt laitteiden toimintakunnon ylläpitämiseen, jolloin laitteiden kunnon ei anneta heikentyä ja laitteen suunnittelematon hajoaminen pyritään estämään (Edu: Ennakkohuolto 2012).

Kunnossapidolle on tärkeää löytää laitteille ja koneille oikeat huoltotoimenpiteet ja niille sopivat huoltovälit. Huoltovälit eivät saa olla liian lyhyitä tai liian pitkiä. Liian usein tehtävät toimenpiteet lisäävät kustannuksia ja voivat heikentää laitteen kuntoa. (Edu: Ennakkohuolto 2012.) Esimerkiksi pölyisessä ympäristössä laakeripesän avaaminen aiheuttaa sen, että laakerille pääsee sitä kuluttavaa pölyä. Jos laitteen huoltoväli on liian pitkä, voi laite vikaantua suunnittelemattomasti. Laitteille tehtävien huoltotoimenpiteiden ajoitus riippuu niiden kriittisyydestä, laitevalmistajien suosituksista sekä viranomaisten määräyksistä. (Edu: Ennakkohuolto 2012.)

Laitteen hajotessa tehdään laitteelle tarvittavat korjaukset, jolloin laite korjataan uutta vastaavaan tilaan ja sen toimintakyky saadaan palautettua (Järviö 2006, 11). Kunnossapidon on myös pystyttävä korjaamaan syntynyt vika minimiviveillä sekä mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti (Edu: Mitä on kunnossapi-

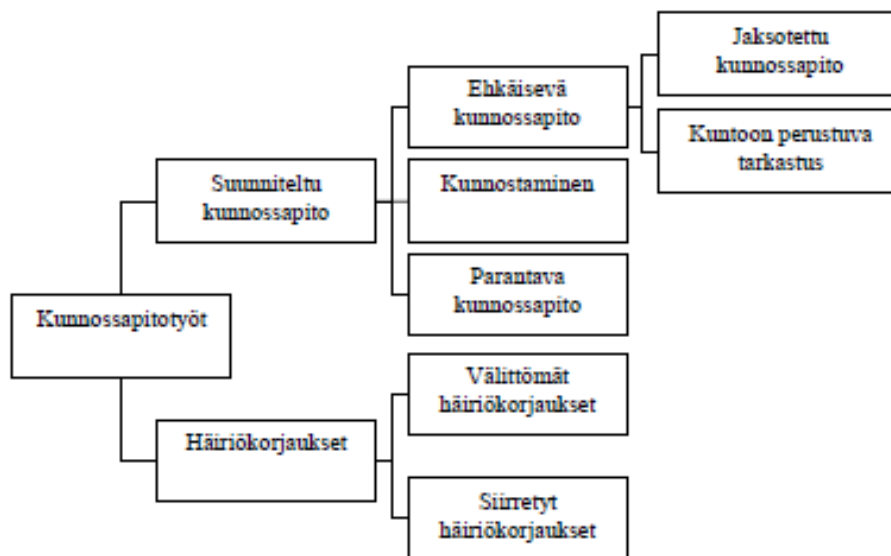
to? 2012). Kunnossapitoon lasketaan myös ilmenneiden suunnitteluvirheiden korjaus, käyttö- ja kunnossapitoammattitaidon kehittäminen sekä käyttöolosuhteiden ja -tapojen noudattaminen (Järviö 2006, 12).

Kunnossapidon keskeisiä tavoitteita ovat korkea tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) sekä hyvä laitteiden ja koneiden käyttövarmuus. (Järviö 2004, 29) Käyttövarmuus muodostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta (Järviö 2004, 26). Oikein hoidettuna kokonaistehokkuus ja käyttövarmuus luovat mahdollisuuden hyvätasoiseen käytettävyyteen ja käyttöasteeseen (Järviö 2004, 29).

Kunnossapito on merkittävä tuotantotekijä, joka vaikuttaa merkittävästi yrityksen kannattavuuteen ja tehokkuuteen. Kunnossapito on yksi suurimmista yrityksen kustannuksista ja suurin kontrolloimaton kustannuserä. Useissa yrityksissä panostetaan siihen, että kunnossapito ja sen kustannukset saataisiin hallintaan. (Mikkonen 2009, 38.) Koska kunnossapidon vaikutus yrityksen tuloksen muodostumiseen on välillinen (epäsuora), on tuottojen ja kulujen hallinta tämän vuoksi haastavaa (Järviö 2004, 16).

3.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan lajitella EU:n standardin SFS-EN 13306 tai suomalaisen PSK Standardisointiyhdistyksen mukaan. SFS-EN 13306 lajittelee kunnossapidon vian havaitsemisen mukaan ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. PSK 7501 lajittelee kunnossapidon kuvan 1 mukaisesti häiriökorjaukseen ja suunniteltuun kunnossapitoon sen mukaan, ovatko toimenpiteet suunniteltuja vai aiheuttavatko ne tuotantohäiriön. (Järviö 2004, 37.)



Kuva 1. Kunnossapitolajit. (Järviö 2004, 38)

PSK 7501 standardin mukaan suunnitellussa kunnossapidossa toimenpiteet suoritetaan suunnitellusti joko käynnin tai kunnossapitoseisokin aikana. Standardi määrittelee häiriökorjaukset suoritettavaksi häiriöseisokin eli tuotantokatkoksen aikana. Häiriöseisokin aikana voidaan tehdä myös suunniteltua kunnossapitoa. (Järviö 2004, 38.)

SFS- ja PSK-standardit ovat keskenään harmoniassa ja niillä on vain erilainen jakoperuste. Standardi PSK 7501 jakaa suunnitellun kunnossapidon edelleen ehkäisevään kunnossapitoon, parantavaan kunnossapitoon ja kunnostamiseen, kun taas häiriökorjaukset jakautuvat välittömiin ja siirrettyihin häiriökorjauksiin. (Järviö 2004, 37.)

3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Standardi SFS-EN 13306 (2010, 20) määrittelee ehkäisevän kunnossapidon seuraavasti:

”Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Tavoitteena on vähentää laitteen rikkoontumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä.”

Ehkäisevällä kunnossapidolla seurataan kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Tulosten perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevä kunnossapito käsittää suunnitellut, säännöllisesti tehtä-

vät (aikataulutetut tai jatkuvat) tai tarpeen vaatiessa tehtävät (kuntoon perustuvat) laitetta ylläpitävät työt. (Järviö 2004, 39.) Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään käynninaikana sekä erilaisten seisokkien yhteydessä (Järviö 2004, 58).

Ehkäisevän kunnossapidon päämääränä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen/osan toimintakyvyn heikkenemistä sekä näin ollen pidentää näiden käyttöikää ja alentaa kustannuksia. Ehkäisevään kunnossapitoon sisällytetään muun muassa laitteen tarkastaminen, kunnonvalvontamääräysten mukaisuuden toteaminen, testaaminen/toimintakunnon toteaminen, käynnin valvonta ja vikaantumistietojen analysointi. (Järviö 2004, 39.)

Kunnonvalvontaa on mahdollista tehdä kohteen toimiessa tai seisokin aikana. Kunnonvalvonnan menetelmillä etsitään laitteesta oireilevia vikoja tai todetaan havaintojen avulla kohteen olevan toimintakunnossa. (Järviö 2004, 39)

3.1.2 Huolto

Laitetta huoltamalla pidetään yllä koneen tai osan käyttöominaisuuksia tai palautetaan jo heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurioiden syntyminen. Huolto ja ennakoiva kunnossapito ovat tehtäviltään samankaltaisia, ja tämän vuoksi ne ovat osittain päällekkäisiä. Jaksotettu huolto tehdään määrävälein, jolloin huoltovälit määräytyvät käyttöajan tai -määrän mukaan, ottaen huomioon myös käytön rasittavuuden. Jaksotettuun huoltoon sisällytetään käytön suorittama kunnossapito, koneiden puhdistus, voitelut, huoltaminen, kalibrointi, kuluvien osien vaihtaminen sekä laitteen toimintakyvyn palauttaminen. (Järviö 2004, 38-39.)

3.1.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon avulla vikaantunut kone tai osa palautetaan käyttökuntoon korjaamalla. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyvät häiriökorjaukset eli koneelle suunnittelemattomat toimenpiteet sekä kunnostaminen eli koneelle suunnitellut toimenpiteet. Korjaava kunnossapito sisältää vian määrittämisen, vian tunnistamisen, vian paikallistamisen, korjauksen, väliaikaisen korjauksen ja toimintakunnon palauttamisen. Korjaavan kunnossapidon suoritusajkojen avulla voidaan laskea osan tai komponentin elinaika. (Järviö 2004, 38.)

3.1.4 Parantava kunnossapito

Standardin PSK 6201 mukaan parantava kunnossapito voidaan määritellä toimenpiteeksi, jonka tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintoa. (Leinonen 2010, 36) Parantava kunnossapito voidaan jakaa rakenteen muuttamisen perusteella uudempien osien käyttöön, uudelleensuunnitteluun ja korjauksiin sekä modernisaatioihin. (Järviö 2004, 39-40).

Ensimmäisessä ryhmässä, jossa kohteen rakennetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäisiä osia, ei kohteen suorituskykyä varsinaisesti muuteta. Uudelleen suunnittelut ja korjaukset muodostavat toisen ryhmän, jossa pyritään edellä mainituin periaattein parantamaan koneen epäluotettavuutta. Uudelleen suunnitteluilla ja korjauksilla ei pyritä muuttamaan suorituskykyä, vaan koneen toiminta pyritään saamaan luotettavammaksi. (Järviö 2004, 39.)

Kolmannen ryhmän muodostavat modernisaatiot, joiden avulla pyritään muuttamaan suorituskykyä. Modernisaatiolla pyritään yleensä uudistamaan koneen ohella myös valmistusprosessi. Esimerkiksi, jos samaa vanhaa konetta käytetään jonkin uuden tuotteen valmistukseen, mutta kone ei ole tarpeeksi kilpailukykyinen ja sillä on elinaikaa jäljellä, on parasta uudistaa kone vastaamaan tarpeita. (Järviö 2004, 39-40.)

3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei ole toistaiseksi mielletty kunnossapitoon kuuluviksi toiminnoiksi, jonka vuoksi kyseisiä asioita ei ole käsitelty kunnossapidon standardeissa. Asiantuntijat ovat kuitenkin sitä mieltä, että vikahistorioiden ja riskianalyysien käyttö muodostuvat erääksi tärkeimmistä kunnossapitoa ohjaavista voimista. (Järviö 2004, 40.)

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä pyritään saamaan selville vikaantumisen perussyt sekä vikaantumisprosessi. Edellisten tulosten perusteella suoritetaan toimenpiteitä, joilla estetään vastaavan vahingon uusiutuminen jatkossa. Tavanomaisimmat selvitysmenetelmät ovat vika-analyysi, vikaantumisen selvittäminen

täminen, mallintaminen, perussyyn selvittäminen, materiaalianalyysit, suunnittelun analyysit ja vikaantumispotentiaalin kartoitukset/riskinhallinta. (Järviö 2004, 40.)

3.2 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito eli RCM on strateginen kehys, jonka avulla pyritään selvittämään sopivin tapa hoitaa yrityksen kunnossapito kullekin kohteelle. RCM-menetelmän avulla voidaan saavuttaa laitteelta vaaditut turvallisuus- ja käytettävyydetasot sekä parantaa laitteen käyttötasotoiminnan turvallisuutta, käytettävyyttä ja taloutta. (Konola 2000, 17-19.)

RCM:n tarve ja tärkeys ovat kasvaneet jatkuvasti teollisuudessa, sillä kunnossapidolle asetetut odotukset ja paineet käytettävyydestä ovat kasvaneet. Laitteen korjauksen lisäksi niiltä vaaditaan nykyisin kunnossapidon ansiosta pidempää, tehokasta elinikää. RCM antaa eväät päätellä kunnossapitomenetelmien käyttökelpoisuus laitteille ja osille nopeasti ja tehokkaasti. (Konola 2000, 16-19.)

RCM-analyysin seurauksena saavutetaan parempi turvallisuus ja ympäristönäkökohtien huomioonottaminen, parempi suorituskyky, suurempi kunnossapidon kustannustehokkuus, pidempi käyttökelpoinen elinikä kalliille laitteille, yhtenäinen tietokanta, motivaation paraneminen sekä yhteistyön paraneminen. (Konola 2000, 21-22.)

Ympäristö- ja turvallisuusnäkökohtien parempi huomioonottaminen tarkoittavat vian tarkempaa käsittelyä edellä mainittujen seurauksien ollessa mahdollisia. RCM:llä voidaan vaikuttaa suhtautumista vaaroihin ja vaarallisiin virheisiin, jolloin näiden todennäköisyys pienenee ja oikeiden päätösten teko on varmempaa. Turvallisuus ja ympäristövaikutukset arvioidaan ensin, minkä jälkeen arvioidaan vasta tuotannolliset vaikutukset. (Välisalo 2000, 149.)

Laitoksen käytettävyyden ja toimintavarmuuden paraneminen johtuu vikataajuuksien pienemisestä ja vikojen seurausten vakavuuden alentamisesta. RCM:n avulla voidaan pienentää vikojen määrää ja vakavuutta muun muassa tunnistamalla potentiaaliset viat ennen niiden muuttumista toiminnallisiksi vioiksi, suorittamalla kunnon perusteella tehtäviä kunnossapitotöitä sekä tunnista-

malla ja poistamalla krooniset viat käyttäen apuna vika-analyysiä ja käyttäjien asiantuntemusta. (Välisalo 2000, 150.)

Kunnossapidon kustannustehokkuuden paraneminen RCM:n avulla saadaan aikaan vähentämällä turhien tarkastusten, töiden, urakoitsijoiden ja varaosien vaihtojen määrää. Lisäksi kunnossapitäjien tiedot ja taidot paranevat RCM-prosessin aikana. RCM:n avulla voidaan periaatteessa varmistaa lähes minkä tahansa laitteen toimivuus niin kauan, kun sen ylläpito ja varaosahuolto ovat kunnossa. Sopivien tarkastus- ja vaihtovälien avulla saadaan laite kestävämmään kunnossa ilman, että se kuluisi tai vaurioituisi. (Välisalo 2000, 150-151.)

Kun kunnossapitotöihin liittyvät tiedot tallennetaan kunnossapitotietokantaan, saadaan jokaiselle laitteelle luotua kattava vikahistoria. Samalla vähennetään eläkkeelle siirtymisestä tai muun työvoiman liikkumisesta aiheuttamia vaikutuksia organisaatiossa. Lisäksi tiedonkeruulomakkeet muodostavat hyvän perustan kunnossapidon asiantuntijajärjestelmälle. Kattavan vikahistorian, laitetietojen ja huoltojen ajoitusten avulla saadaan luotua laaja ja kattava sekä yhtenäinen kunnossapitotietokanta. (Välisalo 2000, 151.)

RCM parantaa motivaatiota monin tavoin. RCM-prosessin aikana käyttäjät ymmärtävät paremmin, mitä kone tekee ja mitä koneen toimiminen vaatii. Lisäksi he ymmärtävät asiat, joihin he eivät voi vaikuttaa. Prosessin aikana eri osastojen välinen yhteydenpito ja yhteistyö paranevat. (Välisalo 2000, 151.)

RCM:n suorittaminen

Ennen kuin lähdetään suorittamaan RCM-prosessia, on tärkeää kerätä tarpeelliset laitteisto-, käyttö- ja kunnossapitotiedot. Organisaatioissa usein esiintyvänä ongelmana on, miten saadaan riittävästi oikeanlaatuista tietämystä laitteista kunnossapito-ohjelman perusteeksi. Tarvittava tieto on usein hajaantunut laajalle, eikä laitehistoriatieto ole välttämättä riittävän kattavaa ja luotettavaa, jotta sitä voitaisiin käyttää. (Pakarinen 2000, 135.)

Tietotarpeen ratkaisemiseksi on hyödyllistä kerätä tarvittava tieto laitteiston kanssa työskennelleiltä henkilöiltä. Samalla kunnossapitojärjestelmän tiedot voidaan varmistaa usean laitteen kanssa työskennelleen avulla. Yleensä paras

tietämisyhdistelmä saadaan aikaan työryhmällä, joka koostuu tuotannon vastuuhenkilöstä, laitteiden käyttäjästä, suunnitteluhenkilöstä, kunnossapidon työntekijästä ja ryhmän vetäjästä. Kun työryhmän apuna käytetään kunnossapidon vika- tai työtilaushistoriaa, laitetietoja ja ennakkohuolto-ohjelmaa, saadaan lähöttilanteeseen kattavat ja luotettavat tiedot. (Pakarinen 2000, 135.)

Lähdettäessä suorittamaan RCM-analyysia täytyy ensin määritellä järjestelmän ja osajärjestelmän rajat. Rajojen määrittelyllä vaikutetaan osaksi siihen, millä tarkkuudella analyysi tehdään. Seuraavaksi määritellään kunkin järjestelmän tai osajärjestelmän toiminnot eli mitä tehtäviä ja prosesseja tarkasteltava laitteisto suorittaa. Toimintojen määrittämisen jälkeen tunnistetaan toiminnallisesti merkittävät kohteet. Kohteita ovat sellaiset laitteet ja osat, jotka esimerkiksi vaikuttavat tuotantoon, ympäristöön ja turvallisuuteen. (Konola 2000, 20.)

Laitetta tai laitteistoa tarkasteltaessa tunnistetaan kunkin kohteen toiminnallisen vikaantumisen syy eli tapa miten kohde vikaantuu ja on näin ollen kykenemätön täyttämään vaaditut toiminnot. Tunnistamalla ja analysoimalla vioittumistavat mahdollistetaan vikojen ennaltaehkäisy ja korjauksen suunnittelu ennen vikaantumista. Edellä mainituin keinoin voidaan suunnata kunnossapitotoimet oikein ja pyrkiä ennaltaehkäisemään vakavia seuraamuksia aiheuttavat viat. (Konola 2000, 20; Uusitalo 2000, 33; Ramentor 2012.)

Vioittumistapojen määrittelyn jälkeen ennustetaan vikaantumisen vaikutukset kohteeseen ja näiden vikaantumisten todennäköisyys. Vioittumistapojen seurauksia arvioidaan, koska kyseisen tiedon perusteella päätetään, tarvitseeko kohde ennakoivaa kunnonvalvontaa. Lisäksi tässä vaiheessa arvioidaan, mistä huomaa, että vikaantuminen on tapahtunut, ja aiheuttaako vikaantuminen vaaraa ihmisille tai ympäristölle vai aiheuttaako vika esimerkiksi katkoksia tuotantoon. Vian vaikutukset tuotantoon tulee määrittää, sillä näiden tietojen perusteella päätetään esimerkiksi joidenkin varaosien pitämisestä varastossa. (Konola 2000, 21; Uusitalo 2000, 38-39.)

Seuraavaksi luokitellaan päätöslogiikan avulla toiminnallisesti merkittävien kohteiden vikaantumisen vaikutukset ja seuraukset. Päätöskaaviossa arvioidaan seurauksia ja luokitellaan ne piilevän vian, turvallisuuden, ympäristön ja toimin-

nan kannalta. Tämä vaihe on myös tapa saada selville kohteen vaikutusten suuruudet. (Konola 2000, 21; Tiainen 2000, 105)

Vikaantumisen vaikutusten luokittelun jälkeen tunnistetaan soveltuvat ja tehokkaat kunnossapitotehtävät, jotka muodostavat alkuperäisen kunnossapito-ohjelman kohteelle. Kohteelle määrätään tässä vaiheessa ehdotetut ehkäisevät kunnossapitotoimenpiteet sekä toimenpiteiden suoritusvälit ja tekijät. Mikäli soveltuvaa kunnossapitomenetelmää ei tunnisteta, suunnitellaan laitteet tai prosessi uudelleen. (Konola 2000, 21; Tiainen 2000, 105-108.)

Lopulta RCM-analyysin seurauksena muodostetaan dynaaminen kunnossapito-ohjelma, joka on seurausta kunnossapito-ohjelman rutiininomaisesta ja systemaattisesta päivittämisestä ja revisioista. Kunnossapito-ohjelmaa avustetaan valvomalla, keräämällä ja analysoimalla kunnossapitotietoja. Syntyneen kunnossapito-ohjelman avulla voidaan helpottaa jokapäiväistä kunnossapitoa. Lisäksi tiedetään tarkalleen, mitkä laitteet tarvitsevat muutoksia paremman toiminnan takaamiseksi. (Konola 2000, 21-22.)

3.3 Kriittisyysanalyysi

Kriittisyysanalyysin eli riskianalyysin avulla pyritään tunnistamaan toiminnan, laitteiden tai koneiden aiheuttamat vaarat, seuraukset ja näiden todennäköisyys. PSK 6800-standardin määrittelyn mukaan kohteen kriittisyys kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Riskit voivat aiheuttaa vaaroja ihmisille ja ympäristölle sekä menetyksiä tuotannolle. Riskin suuruudella tarkoitetaan vikaantumisen vaikutuksen ja sen tapahtumisen todennäköisyyden tuloa. Tutkittavan kohteen kriittisyysluokka määräytyy riskin suuruuden eli pisteytyksen suuruuden mukaan. (PSK 6800 2008, 2-3; SFS-IEC 60300-3-9 2000, 10.)

Kriittisyysanalyysissä käydään jokainen tutkittavan prosessipiirin tai laitteiston laite erikseen läpi ja niille määritetään oma kriittisyysluokkansa. Kriittisyysluokkien tasot on pisteytetty, jolloin verrataan laitteelle saatua kriittisyyslukua kriittisyystason lukuun. Vertailemalla saadaan selville, mihin luokkaan mikin tutkittava kohde kuuluu. Joissakin tapauksissa arvostelukohteille on annettu eri painokertoimia, joiden avulla on haluttu painottaa tiettyjen kohteiden vikaantumisten seurauksia. (PSK 6800 2008, 4-11; Mikkonen 2009, 41.)

Kriittisyysanalyysia varten on myös päätettävä vikaantumisen vakavuuden luokittelu. Kriittisyysanalyysi luokittelee laitteet yleensä neljään tai viiteen eri taso- luokkaan. Kriittisin taso voi olla esimerkiksi tapahtuma, joka aiheuttaa järjestelmän toiminnassa vakavia vaurioita, ympäristössä vakavia vahinkoja tai henkilölle kuolemantuottamuksen. Kriittisyydeltään matalin taso taas voi huonontaa järjestelmän suorituskykyä tai aiheuttaa muuten vain pieniä järjestelmä- tai ympäristövahinkoja, mutta ei kuitenkaan henkilövahinkoja. (PSK 6800 2008, 4-11; Mikkonen 2009, 41-42.)

Kriittisyysanalyysin tulosten perusteella voidaan laitteille ja toiminnoille valita toimenpiteet riskien estämiseksi tai todennäköisyyden pienentämiseksi. Analyysiä voidaan käyttää hyödyksi suunniteltaessa ennakkohuolto- tai kunnossapito- suunnitelmaa. Analyysiä voidaan käyttää laajemmassa RCM-analyysissä tai se voi toimia varaston- ja varaosienhallinnan välineenä. (PSK 6800 2008, 2-3; SFS-IEC 60300-3-9 2000, 10; Mikkonen 2009, 42.)

Varaosien kriittisyysanalyysi

Kunnossapidossa on mahdollista suorittaa myös varaosille kriittisyysanalyysi, joka on kattava analyysi varaosavaraston optimoimiseksi. Varaosien kriittisyys- analyysi toteutetaan hyvin pitkälti samalla tavalla kuin normaali laitteiden kriit- tisyysanalyysi. Ainoa suuri ero on, että varaosa-analyysissä tutkitaan rakenne- ryhmän eri osa-alueita komponenttitasolla. (Väisänen 2008, 30.)

Komponentin vikaantumista tarkastellaan useasta näkökulmasta, ja vikaantumi- sen seurausten vakavuus pisteytetään. Pisteytys tapahtuu mahdollisten tuotan- nonmenetysten, korjauskustannusten sekä mahdollisten ympäristö- ja turvalli- suusriskien perusteella. Lisäksi analyysissä arvioidaan koneen elinkaarikustan- nusten määrittämiseksi kunkin komponentin keskimääräinen vikaantumisväli. (Väisänen 2008, 30.)

Varaosien kriittisyysanalyysiin on otettu perinteisestä kriittisyysanalyysistä kom- ponentin kriittisyys prosessille, ympäristölle ja turvallisuudelle. Lisäksi kom- ponentin keskimääräinen vikaantumisväli on otettu mukaan tarkasteluun margi- naalisella painotuksella. Tätä yhteistekijää kutsutaan varaosien kriittisyysana- lyysissä laitepaikkakriittisyudeksi, joka tarkoittaa, että saman laitepaikan omaa-

vat osat saavat saman kriittisyysarvon. Lopulta laitteiden kriittisyysero perustuu muihin varaosaan liittyviin tekijöihin. Kunkin osan varaosakriittisyys on siis laitepaikkakohtainen. (Väisänen 2008, 30-31.)

Laitepaikkakriittisyyden lisäksi varaosien kriittisyysanalyysi koostuu varaosan toimitusajasta ja sen keskimääräisestä vikaantumisvälistä (Kuva 2). Mikäli osan keskimääräinen vikaantumisväli on lyhyt, on tarpeellista huolehtia sen pikaisesta saatavuudesta joko omasta varastosta tai toimittajalta. Toimittajilta saatavat osat tulevat tietysti kysymykseen ainoastaan silloin, kun laitepaikkakriittisyys ei ole liian suuri. (Väisänen 2008, 31)



Kuva 2. Varaosien kriittisyysanalyysin periaatteet. (Väisänen 2008, 30)

Laitepaikkakriittisyyden lisäksi varaosien kriittisyysanalyysi koostuu kunkin varaosan ominaisuuksista, jotka ovat erittäin olennaisia arvioitaessa onko varaosaa järkevä varastoida itse vai riittääkö sen tilaaminen tarvittaessa. Tällaisia ominaisuuksia ovat osan toimitusaika ja sen keskimääräinen vikaantumisväli. Mikäli osan keskimääräinen vikaantumisväli on lyhyt, on tarpeellista huolehtia osan pikaisesta saatavuudesta joko omasta varastosta tai suoraan toimittajalta. (Väisänen 2008, 31.)

Suoraan toimittajalta hankinta tulee tietysti kysymykseen ainoastaan silloin, kun laitepaikkakriittisyys ei ole liian suuri. Varaosan toimitusaika on yleensä erittäin tärkeä kriteeri päätökselle, kannattaako tehtaalla varastoida osaa itse, vai voiko sen tilata toimittajalta vasta tarvittaessa. Kaikki varaosat ovat verrattavissa toisiinsa ja niiden valinta on helpompaa, kun jokaiselle varaosalle on laskettu ko-

konaiskriittisyys analyysin pisteytetyistä arvoista. Varaosien kokonaiskriittisyyden perusteella hankinnat on helpompi kohdistaa kaikkein kriittisimpiin varaosiin, jolloin osa varaosista voidaan jättää esimerkiksi laitetoimittajan varastoitavaksi tai mahdollisiin yhteisvarastoihin. (Väisänen 2008, 32.)

Varaosille alussa määriteltyjen kriittisyysluokkien ja varaosaluokituksen perusteella suositellaan kullekin osalle tiettyä sovellettavaa luokan varastointikäytäntöä. Lopulta varaosien kriittisyysanalyysin avulla voidaan optimoida toiminnassa olevan tai uuden valmistuslinjan varaosavarasto ja saada tätä kautta kustannussäästöjä sekä kartoittaa varastointivaihtoehtoja. (Väisänen 2008, 32.)

4 Varastointi

Varastoinnilla tarkoitetaan varastorakennuksia ja -tiloja sekä varastotoimintoja. Varastoja pyritään pitämään mahdollisimman vähän toimitusketjun kaikissa vaiheissa, sillä varastoihin ja varastotuotteisiin sitoutuu paljon pääomaa, joka olisi tuottavampaa vapauttaa muuhun tarpeeseen. (Ritvanen 2011, 79.)

Mikäli toimitusajat pystytään optimoimaan niin, että tuotteet toimitetaan toimittajalta suoraan tuotantoon tai valmistajalta asiakkaalle ilman varastointia, pystytään näin ollen pienentämään varastotasoja tai luopumaan varastoista täysin. Jotta ylimääräiseltä varastoinnilta vältyttäisiin, tulisi varastovalikoima pitää tarpeeksi pienenä sekä osa tuotteista tulisi toimittaa kohtuullisella toimitusajalla suoraan sitä tarvitsevalle osastolle. (Ritvanen 2011, 79.)

4.1 Varastoinnin syyt

Varastoinnille on olemassa useita eri syitä, jotka voidaan monesti ratkaista erilaisten analyysien sekä toimitusketjun yhteistyön avulla. Varastoja saatetaan pitää esimerkiksi siksi, että halutaan varmistaa taloudelliset eräkoot ja turvata tuotteiden saatavuus. Seuraavassa on esitetty useita ja yleisiä syitä varastointiin. (Ritvanen 2011, 80.)

Varastoja pidetään, sillä ostetut tavarat on varastoitava, jotta ne voidaan suojata sään vaikutuksilta, sekä tavaraa saatetaan välivarastoida osana transiitokuljesta, josta hyvänä esimerkkinä toimivat tullivarastot. Varastoinnilla halutaan

turvata hyvä asiakaspalvelu, jolloin pyritään pitämään huoli, että pystytään täyttämään asiakkaiden materiaalitarve. Lisäksi tuotevalikoima ja asiakaskunta voivat olla hyvin laajat, jolloin varastojen tulee olla suuret, jotta asiakkaiden tarve voitaisiin täyttää. Varastoinnin voi aiheuttaa myös se, että jotain tiettyä raaka-ainetta on saatavissa vain osan vuotta tai sitä ei ole jatkossa saatavissa lainkaan. (Ritvanen 2011, 80.)

Joissakin tapauksissa tavaran toimittaja voi olla epäluotettava toimituksissaan. Varastoja ei tulisi ikinä pitää toimittajan epäluotettavuuden takia, jos on mahdollista, että samoja tuotteita olisi mahdollista saada muilta luotettavimmilta toimittajilta. Myös raaka-aineiden hintojen korotuspaine on yksi merkittävä varastoja kasvattava tekijä. Ennen kuin raaka-aineiden hintojen nousu johtaa suurempiin hankintaeriin, tulisi laskea, miten paljon hintojen nousu vaikuttaisi hankintakustannuksiin sekä miten paljon suuriin hankintaeriin sitoutunut pääoma aiheuttaisi kustannuksia. Kiinnittämällä huomio edellä mainittuihin kohtiin voidaan päätyä varastoinnin osalta taloudellisesti oikeaan ratkaisuun. (Ritvanen 2011, 79-80.)

4.2 Varastoinnista aiheutuvat kustannukset

Varastoinnin ja varastointiin sitoutuvan pääoman kustannukset ovat logistiikkakustannuksista puolet, mikä tekee varastoinnista huomattavan kustannustekijän ja jonka vuoksi sen kustannustehokkuutta halutaankin parantaa. Varaston kustannuksista yli puolet aiheutuu henkilöstökustannuksista. Muut kulut jakautuvat rakennuksen ja tontin, koneiden, laitteiden ja kalusteiden sekä IT-laitteiden ja -ohjelmistojen kesken. (Ritvanen 2011, 91.)

Jotta varastosta aiheutuvia kuluja pystyttäisiin pienentämään, on tärkeä tunnistaa varastonohjaukseen liittyvät kustannustekijät. Varastoon liittyviä kustannuksia ovat raaka-aineen tai tuotteen hinta, varastonpitokustannukset, täydennyseräkustannukset ja puutekustannukset. Raaka-aineen tai tuotteen hinta on edellä mainituista selkeä ja suora kustannustekijä. (Ritvanen 2011, 91-92.)

Varastonpitokustannus on kustannus, joka riippuu varaston arvosta. Varastonpitokustannuksiin kuuluvat pääomakustannus, varastotilankustannus ja riskikustannus. Pääomakustannus on vaihtoehtoiskustannus pääomalle eli tuottovaatimus ja siihen luettava mahdollinen lyhytaikaisten luottojen korko. Varastotilan

kustannus muodostuu tuotteen mitoituksesta ja säilytysvaatimuksista, kuten lämpötilasta ja kuivuudesta. Riskikustannuksella viitataan menekki- ja hintariskiin. (Ritvanen 2011, 92.)

Täydennyseräkustannuksella viitataan tilaus-, asetus- ja lajinvaihtokustannuksiin sekä oston kertakustannuksiin. Tilaukset aiheutuvat tilauksen teko-, toimitusvalvonta-, laskuntarkastus- ja materiaalin vastaanottokustannuksista. Koneiden asetus- ja lajinvaihtokustannuksia kertyy, kun kyse on valmistevalmistevarastoista ja keskeneräisistä tuotteista. Tuotantokoneilla ajettavien eri laatujen määrä sekä lajinvaihtotarpeen tiheys, muodostavat lajinvaihtokustannukset. (Ritvanen 2011, 92.)

Puutekustannukset aiheutuvat puutetilanteista. Materiaalivarastoissa kustannukset voivat syntyä erillistoimituksista, tuotantohäiriöistä, toimituksen kiirehtimisestä tai oman toimituksen myöhästymisestä. Valmistevalmistevarastojen osalta puutekustannuksiin luetaan jälkitoimitukset ja mahdollisten asiakkaiden tai tilausten menettämiset puutetilanteiden vuoksi. Palveluaste ja varmuusvarastointitarpeet voidaan määrittellä puutekustannusten arvioinnin avulla. (Ritvanen 2011, 92.)

Kustannuksissa on lisäksi huomioitava kaikki erilaiset toimituseräkoot niin, että ne eivät johda kohtuuttomiin varastotasoihin. Varastotasojen on pyrittävä valvomaan jatkuvasti samoin kuin ne on pyrittävä pitämään mahdollisimman alhaisina. Varastointia voidaan kehittää mekanisoinnilla ja automatisoinnilla, jolloin saadaan poistettua turhia ja tuottamattomia työvaiheita ja näin ollen tehostettua varaston toimintaa. Mahdollisimman hyvään tulokseen pääseminen vaatii varastonohjaukselta seuranta- ja nopeaa reagoitokykyä, jotta varastoon sidottu pääoma saadaan pidettyä kohtuullisena. (Ritvanen 2011, 92-93.) Seuraavassa kappaleessa käsitellään kunnossapidon materiaalilogistiikkaa.

5 Kunnossapidon materiaalilogistiikka

Kunnossapitotoimintojen työksi ymmärretään hyvin usein ainoastaan kunnossapitotehtäviin liittyvät tehtävät, kuten mittaus-, säätö-, huolto-, korjaus- ja asennustehtävät. Kunnossapitoa ei voitaisi kuitenkaan suorittaa ilman siihen liittyviä materiaaleja ja tietoa. Logistiikka eli materiaalinhallinto on tavaran hankin-

taan, tuotantoon ja jakeluun liittyvä strategisesti johdettu materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen integroitu prosessi, jonka päämääränä on parantaa yrityksen tuottoa. (Piispa 2004, 126.)

Materiaalilla tarkoitetaan kaikkia kunnossapidon käyttämiä varaosia, komponentteja, aineita ja tarvikkeita. Tiedolla tarkoitetaan kaikkea informaatiota (tietojärjestelmien dataa, raportteja, piirustuksia, tuoteluetteloita ja hinnastoja), jota tarvitaan materiaalin tarpeen ennustamiseen, valitsemiseen, ostamiseen, varastointiin, kulutuksen ja kustannusten seuraamiseen jne. (Piispa 2004, 126.)

Kunnossapidon materiaalilogistiikka on yrityksen itsenäinen toimintaprosessi, johon kuuluvat materiaalitarpeen ennustaminen ja määrittely, hankintatoiminta, varastotoiminta, kunnossapitopalvelun myyntitoiminta, tietojärjestelmien käytön edellyttämät tiedon ylläpitotoiminnot (nimikerekisterin ja varaston perustiedot, toimittaja- ja asiakasrekisteri, osto- ja myyntihinnastot) sekä koneiden ja laitteiden osiin ja komponentteihin liittyvien nimiketietojen ylläpitäminen ajan tasalla (nimikerekisteri, kunnossapitojärjestelmän laitekortit ja piirustusdokumentit). (Piispa 2004, 131-132.)

Kunnossapidon materiaalilogistiikka käsittää yritysverkossa kahden tason materiaalilogistiikkaa, jotka ovat yritystason ja toimitusverkoston logistiikka. Lisäksi kunnossapidon materiaalilogistiikkaan kuuluvat tietovirtojen hallinnan edellyttämät tiedon ylläpitotoiminnot sekä johdon, keskitettyjen asiantuntijoiden ja laskeutustoimen suorittamat tehtävät ja vastuut. (Piispa 2004, 128.)

5.1 Materiaalitarve

Materiaalivirtaa ja -varastoja on mahdoton hallita, ellei materiaalitarvetta voida ennustaa luotettavasti. Ennustaminen perustuu mitattuun tai arvioituun lähtötietoon, jonka pohjalta pyritään tunnistamaan tuleva materiaalitarve. Hyvällä laitteiden seurannalla sekä olosuhde- ja laitetuntemuksella voidaan ennustaa materiaalin tarvetta teollisuudessa huomattavasti enemmän kuin normaalisti. (Piispa 2004, 133-134.)

Materiaalitarpeen ennustaminen on luotettavan suunnittelun edellytys myynti-, varastointi- ja ostotoiminnalle. Ennusteita tarvitaan toimintojen resurssisuunnit-

telussa, hankintojen ja varastoinnin operatiivisessa suunnittelussa ja ohjauksessa sekä toimintojen kehittämisessä. Ennustamiseen lukeutuvat pitkän ja lyhyen aikavälin ennusteet. (Piispa 2004, 134.)

Pitkän aikavälin (n. 0,5–2 vuotta) ennuste voidaan laatia kulutustiedon, mitattavan kunnonvalvontatiedon, ennakkohuoltosuunnitelmien, laitteiden eri osien ja komponenttien rasitus- eli kestop tiedon sekä tuotantosuunnitelmien perusteella. Lyhyen aikavälin (n. 1 vrk–0,5 vuotta) ennuste voidaan tehdä kunnossapidon ja tuotannon suunnitelmien, laitteen oirehavaintojen, käyttöolosuhteiden muutostiedon sekä mitattavan kunnonvalvontatiedon perusteella. Ennustetieto ja materiaali tarve on vietävä heti varastoon tai ilmoitettava ostajalle, jotta nämä ehtisivät luotettavimmin varautua tulevaan ja tarpeeseen. (Piispa 2004, 134.)

Kunnossapidon tarvitsemasta materiaalista vain osa on varastoituna varastoon. Suurin osa osista ja komponenteista on tilattava tarpeen ilmaannuttua, ja koska vain osa toimittajista on lähellä kunnossapitokohdetta, voivat viime hetkillä tilatut materiaali tarpeet viivyttää toimitusta paljonkin. Nykyisin yritykset voivat veloittaa esimerkiksi hätätoimituksista tuotteen hinnan ja rahdin lisäksi 15 %:n lisäkustannukset. (Piispa 2004, 134.)

5.2 Varastologiikka

Kunnossapidolle on välttämätöntä varastoida jatkuvasti tarpeelliset varaosat, kulutusosat ja tarvikkeet sekä tuotannon kannalta hyvin kriittiset ja vaikeasti saatavat varaosat. Nykyisin hitaasti kiertävät varaosat voivat olla myös varastoituna muualla tuotantolaitoksen alueella, kunhan niiden toimitusnopeus ei ylitä maksimiaikaa. (Piispa 2004, 137.)

Koska pienten ja halpahintaisten materiaalien hetkelliseen tarpeeseen ostaminen on logistiikkakustannuksiltaan kallista, on järkevää pitää käyttotarvikkeiden käsivarastoja lähellä käyttökohdetta. Pitämällä käsivarastot lähellä käyttökohdetta voidaan välttyä ylimääräisiltä noutoihin kuluvalta ajalta. Materiaalien varastoinnissa on kuitenkin otettava huomioon myös se, että materiaalien ylivarastointi on yhtä huono ja kallis vaihtoehto kuin varaston puuttuminen kokonaan. (Piispa 2004, 137.)

Hallittu logistiikka edellyttää jatkuvaa varastoinnin ja hankintojen suunnittelua yhdessä toimittajien kanssa. Suunnittelussa tulee huomioida muun muassa nimikkeen vaikutus tuotantolaitteen toimintavarmuuteen (käynnissäpitoon perustuva kriittisyys), ympäristö- ja turvallisuusvaatimusten aiheuttama kriittisyys, materiaalin saatavuus ja toimitusnopeus, hinta, varastointikustannukset, säilyvyys ja käsittelyvaatimukset. (Piispa 2004, 137-138.)

Varastologistiikkaan kuuluvat toimituksen vastaanotto ja tarkistaminen, toimituksen purkaminen ja hyllytys, keräily ja pakkaaminen, varastotoimituksen lähetys, varastokirjanpito, varastoinventaario, varaston perustietojen ylläpito tietojärjestelmässä, varaston siisteyden ja järjestyksen ylläpito sekä varastorakenteiden ja laitteiden ylläpito (Piispa 2004, 138.)

Varastokirjanpidon mahdollistamiseksi tietojärjestelmän nimiketiedon perustietoihin on viety nimikkeen varasto, nimikkeen varastopaikka, varastointiyksikkö, varastointiyksikköön perustuva rahallinen nimikkeen arvo, nimikkeen kriittisyysluokka, minimi-tilausraja ja tilausera. Edelliset tiedot ovat tärkeitä, jotta varaston pääomaa ja varastotäydennyksiä voitaisiin hallita luotettavasti. (Piispa 2004, 138.)

Varaston luotettava toiminta edellyttää jatkuvaa hoitoa ja täsmällistä kirjanpitoa. Varastokirjanpito on yksinkertaista ja selkeätä, kun kaikki varastosta ottamiset ja tuomiset, mukaan lukien palautukset, kirjataan heti ja oikein. Varaston toimivuudelle ehdoton edellytys on myös varaston hyvä järjestys. Kaikki henkilöt, jotka käyttävät varastoa, huolehtivat sen järjestyksestä ja siisteydestä. (Piispa 2004, 138.)

Varastojen täydennykset on mahdollista ohjata automaattisesti toiminnanohjausjärjestelmän avulla, kuten esimerkiksi Nordkalk Oy:ssä täydennykset ohjataan IFS-toiminnanohjausjärjestelmällä. Tällöin järjestelmässä ajetaan varastosta ostoehdotus, jolloin järjestelmä etsii varastonimikkeistä ostotilausehdotukseen kaikki ne nimikkeet, joiden varastosaldo alittaa kyseiselle nimikkeelle järjestelmään kirjatun minimi-tilausrajan. Ostojen automatisoinnilla varmennetaan ja tehostetaan varaston palvelukykyä sekä helpotetaan varastonhoidon rutiineja. (Piispa 2004, 139.)

Varastoille on suoritettava lain mukainen pääoman oikeellisuuden tarkistus eli varastoinventaario vähintään kerran vuodessa. Inventaariossa varastohyllyissä olevien nimikkeiden määrä ja oikeellisuus todetaan vertaamalla näitä lukuja ja tuotteita fyysisten varastohyllyjen nimikkeiden määrään. Mikäli fyysisen ja tietojärjestelmän varastojen saldot eivät täsmää toisiinsa, syntyy saldojen erotuksesta niin sanottu inventaarioero, joka voi johtua siitä, ettei varastosta ottoa ole kirjattu silloin, kun tavaraa on otettu varastosta. (Piispa 2004, 138.)

5.3 Materiaalinimike ja tietojärjestelmän nimikerekisteri

Materiaalien nimiketieto on materiaalogistiikkaa ja kunnossapitoa yhdistävä kriittinen tieto. Nimikekoodi on materiaalin yksilöivä tunnus, joka voi olla käytössä vain yhdelle materiaalityypille. Jokainen komponentti, varaosa, aine ja tarvike tarvitsevat oman yksilöivän materiaalinimikkeensä. Materiaaliennimikkeiden ylläpito luetaan logistiikassa tiedon ylläpitotoimintoihin. (Piispa 2004, 139.)

On tärkeää, että ylläpitoon on valittu koulutettu ja järjestelmän hyvin osaava henkilö, jotta tarvittavat nimiketiedot löytyvät järjestelmästä. Joskus ylläpidon vaatimuksia ja merkitystä ei tunneta, jolloin kunnossapidon tarvitsemia nimikkeitä ylläpidetään puutteellisesti kouluttamattoman henkilön toimesta. Nimiketiedon puuttuminen tietojärjestelmissä aiheuttaa logistiikkaprosessissa jatkuvasti häiriöitä ja viiveitä, jotka vaikuttavat suoraan tuotannon käyttövarmuuteen. (Piispa 2004, 139-140.)

Materiaalinimike on perustettava huolella tietojärjestelmään. Nimikkeen tunnistamista varten sille viedään tarvittavat tiedot, kuten nimikekoodi, hakunimi, tuoteryhmäkoodi, nimi ja tarvittaessa lisänimi, tyyppi, koko, tarvittavat lisävarusteet (esim. kiinnitykset), muut tarvittavat lisätiedot (esim. laatuvaatimukset), valmistajan ja toimittajan tieto sekä varastoinnin edellyttämät tiedot tarpeen mukaan. (Piispa 2004, 140.)

Järjestelmän nimikerekisteriin on ensin perustettava materiaalinimike, ennen kuin siitä voidaan pitää järjestelmässä kirjanpitoa ja jotta nimikettä voidaan ostaa ja myydä. Nimikekoodin avulla voidaan seurata esimerkiksi kulutuksia, kustannuksia, varastosaldoa ja tapahtumahistoriaa. Materiaalinimikkeen tietosisällön eli nimikkeen tietojen tulee olla yksilöivät ja yksiselitteiset, jotta on mahdollis-

ta etsiä alkuperäisosalle korvaava tuote ja jotta voidaan välttää ostotoiminnassa tapahtuvat tilaus- tai toimitusvirheet ja väärinkäsitykset. (Piispa 2004, 140.)

Kunnossapitotietojärjestelmän laitekortit ja piirustusdokumentit sisältävät yleensä kenttäpaikat laitteen rakenneosien materiaalinimikkeille eli varaosakoodeille eli -nimikkeille. Kunnossapidon tietojärjestelmän tehokkaan ja luotettavan toiminnan kannalta on oleellista että materiaalinimikkeet on viety järjestelmään. Mikäli edellä mainittu ylläpitotoimenpide on jäänyt tekemättä tai tieto on vanhaa, voi tiedon puuttuminen aiheuttaa jatkuvasti kunnossapidossa tuotannon käyttövarmuuteen vaikuttavia materialogistisia viiveitä. Materialogistiset viiveet aiheutuvat ylimääräisestä materiaalien teknisten tietojen ja toimittajatiedon selvitystyöstä. (Piispa 2004, 140.)

Kunnossapito ja materiaalilogistiikka ovat hyvin tietoriippuvaisia toimintoprosesseja. Materiaalilogistiikan ylläpitotoiminnan kautta saadun oikean tiedon avulla voidaan kunnossapidossa toimia oikein ja tehokkaasti sekä voidaan hallita sen kokonaisuus luotettavasti. (Piispa 2004, 141.)

6 Tutkimuksen suorittaminen

Tutkimuksen tavoitteena oli luoda Nordkalk Oy:lle tarkastelupohja rikastamoiden laitteiden varaosille, jota voisi hyödyntää eri prosessien laitteistoille. Varaosien kartoituksen lisäksi pyrittiin löytämään ja kehittämään varaosille tarkastelumalli, jolla voitaisiin erottaa laitteen kriittisimmät varaosat, joita tulisi säilyttää varastossa.

Varaosien tarkastelupohjan luonnin lisäksi tehtiin selvitys kalsiittirikastamon tarvittavista varaosista sekä laitteen varaosille varasuunnitelmat osan äkillisen hajoamisen takia. Kalsiittirikastamon kuivatuspiiri on kalsiitin rikastuksen jälkeinen jatkojalostustoimenpide, jolle oli tarkoitus tehdä tutkimus yrityksen kalsiittikuiva tuotteen kasvaneen kysynnän takia. Tutkimustyö päädyttiin tekemään Exceltaulukkopohjaan sen helppokäyttöisyyden ja selkeyden sekä ominaisuuksien takia.

6.1 Tiedon kerääminen

Etsiessäni tietoja tutkimuksen laitteita varten huomasin, miten paljon tuotannonohjausjärjestelmästä puuttui tutkimuksessa tarvitsemiani tietoja. Löytääkseni tarvittavat tiedot, minun tuli käydä läpi IFS-tuotannonohjausjärjestelmä, piirustus- ja laitedokumenttiarkistot, työtilaushistoriat ja varaston hyllyt. Tämän lisäksi minun tuli haastatella kunnossapidon henkilöitä ja tarkastella laitteita paikan päällä, jotta sain kattavat tiedot laitteista sekä niiden osista ja vikaantumisista.

Varaosatietojen keräämiseen kului valtavasti aikaa, vaikka sainkin opastusta ja apuja etsinnöissä. Moottorien ja vaihteistojen kartoittamiseksi minun täytyi vuoronperään tarkastella IFS-järjestelmää ja varastoa sekä kuivatuspiirin linjaston laitteita. Välillä minun tuli etsiä vanhentuneelle osalle vastaava uusi osa ja sen hintatiedot. Lisäksi minun tuli hakea jokaiselle laitteen osalle hinnat erinäisistä kuvastoista ja katalogeista sekä tilaushistoriasta. Samalla tuli huomioida yrityksen saamat alennusprosentit tietyistä tuotteista ja laskea, paljonko uusi osa maksaisi yritykselle itselleen.

Osalle laitteiden osista ei löytynyt minkäänlaisia hintatietoja historioista, katalogeista tai internetistä hakemalla, jolloin minun täytyi turvautua rikastamon kunnossapidon työnjohtajan arvioon osien tai laitteiden hinnoista. Tällaisia laitteita olivat muun muassa suuret vaihteet (pl. Fenner-tappivaihte) ja jotkut ruuvikuljettimien kierukat. Joillekin laitteista oli merkitty tuotannonohjausjärjestelmään heikko tyyppikuvaus, joka tuli täydentää oikeanlaiseksi. Suoritin tietojen etsinnän lomassa myös tyyppikuvausten täydennykset ja korjaukset laitteille.

Piirustusarkiston dokumenttilistoista etsin kuivatuspiirin laitteille kokoonpano- ja osapiirustusnumeroita yhdessä Nordkalkin suunnittelijan kanssa. Piirustusnumeroiden ilmoittamisesta varaosalistauksissa on hyötyä, ja ne tukevat laitedokumentteja, sillä tarvittaessa kuvista voidaan tarkastaa mittoja tai onko laitetta muutettu jossakin vaiheessa. Varaosien nimikenumeroita etsin pääasiassa IFS-järjestelmästä (Kuva 2), jossa suoritin järjestelmälle vuoron perään kyselyitä jokaisen varaosan nimikkeen kuvauksen ja 2. nimikkeen kuvauksen avulla. Lopulta sain selville varaosille löytyvät nimiknumerot ja lisäsin nämä puuttuvat nimiknumerot varaosalistauksiin.

Tiedot peruslaitteesta - 1138100104 KETJUKULJETIN SYÖTTÖRUUVILLE

Laite: 1138100104 Kuvaus: KETJUKULJETIN SYÖTTÖRUUVI Pk:n: LV Laitetaso: LAITTEET Käyttötila: Ei käytössä

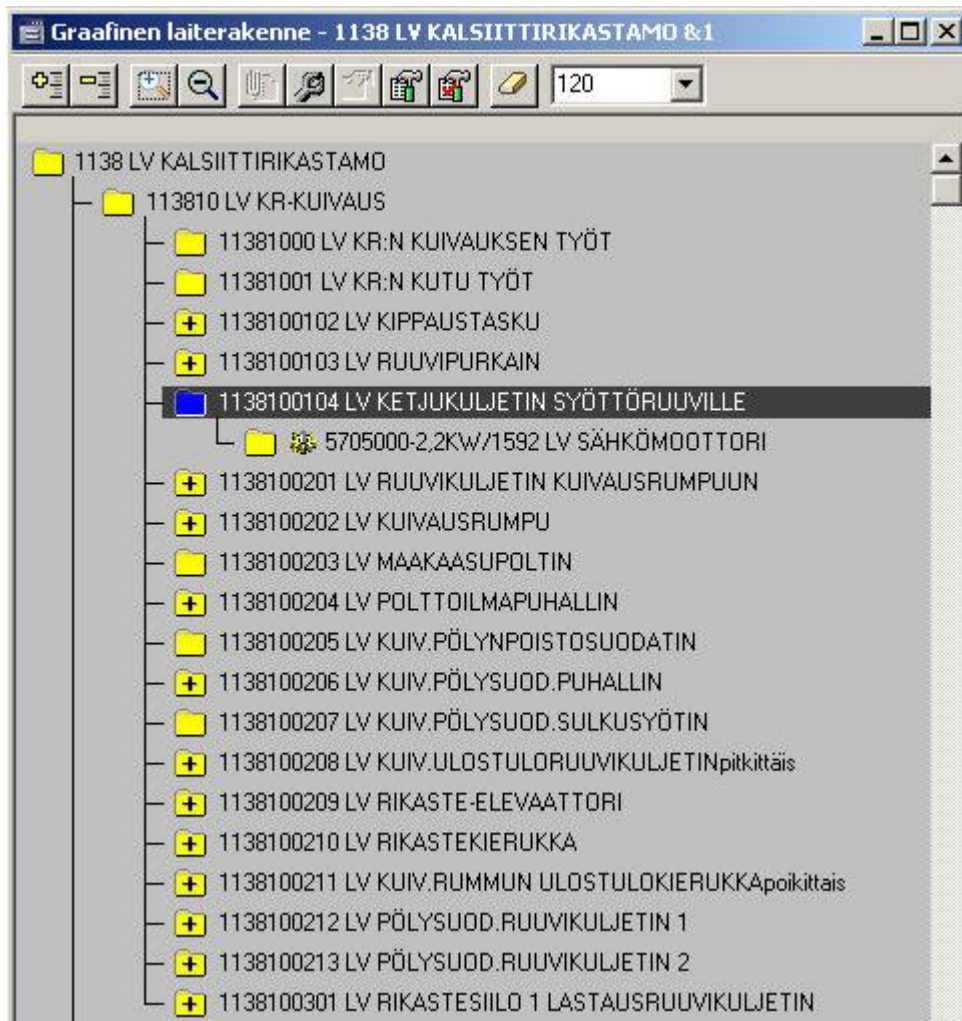
Yleistä | Tyypin kuvaus | Varaosat | Mittauspisteet | Parametrit | Takuu | Kust./vuosi | Osapuolet | Huomautukset | Tekn.tiedot

Pku	Nimikerho	Nimikkeen kuvaus	Nk kuvaus2	Mitat/laatu	Määrä	Varasto-saldo	Yks.
LV	0130109	SÄHKÖMODTTORI, LAIPPAKIINNITYS	' 2.2 Kw 1500 R/MIN B3 4/6 VEM B5/100L	2.2kw/1598	1	1	kpl
LV	0179117	PALLOMAINEN RULLALAAKERI	NR22222 EK		1	0	kpl
LV	0179018	PALLOMAINEN RULLALAAKERI	NR22213 EK		1	0	kpl
LV	0898108	SÄHKÖMODTTORI KÄYT.	' 2.2 Kw 1400 R/MIN ZK 100 L4	LA 2.2 Kw/1178		1	kpl
LV	0985310	PYSTYLAAKERINPESÄ	SNL 522-619			1	kpl
LV	0245911	KIRISTYSHOLKKI	H 322			0	kpl
LV	0951971	OHJAUSRENGAS	FRB 13.5/200			1	kpl
LV	0985327	TIIVISTERENGAS	TSN 522 L			1	par
LV	0512958	PYSTYLAAKERINPESÄ	[SNL] SNA 513-611			1	kpl
LV	0181268	KIRISTYSHOLKKI	H 313			2	kpl
LV	0951117	OHJAUSRENGAS	FRB 10 /120 P			1	kpl
LV	0585404	TIIVISTERENGAS	TSN 513 L			2	par

Kuva 3. IFS-järjestelmän ketjukuljettimen varaosat.

6.2 Tarkastelupohjan suunnittelu ja sisältö

Lähdettäessä suunnittelemaan tarkastelupohjaa oli siitä tarkoitus saada mahdollisimman selkeä ja helppokäyttöinen, jotta kuka tahansa osaisi käyttää tarkastelupohjaa. Nordcalk käyttää IFS-tuotannonohjausjärjestelmää, johon on sisällytetty nimikkeiden hallinnat, laitepiirrepuut (Kuva 3) sekä kunnossapidon ennakkohuollot ja materiaalien hankinnat. Tuotannonohjausjärjestelmällä ohjataan yrityksen tuotantoa, jotta se pystyisi täyttämään tilattujen tuotteiden valmistamisen vaatimukset laadusta, määrästä ja toimitusajasta. Koska IFS-järjestelmää käytetään yrityksessä paljon, oli luontevaa ja järkevää käyttää tarkastelupohjassa osittain samoja käsitteitä, joita järjestelmässäkin on käytetty.



Kuva 4. IFS-järjestelmän graafinen laiterakenne kuivatuspiiristä.

Käyttämällä IFS-järjestelmästä tunnettuja käsitteitä voidaan välttää väärinkäsityksiä jo ennestään tutuille järjestelmän käyttäjille ja tarkastelupohjan käyttäminen on helpompaa. Lisäksi varaosien kriittisyystarkastelussa on käytetty osaksi apuna laitelinjastojen kriittisyystarkastelua. Laitelinjastojen kriittisyystarkastelussa on arvioitu esimerkiksi koko kuivatuspiirin riskisuuruutta. Käyttämällä osittain samantapaista rakennetta tutkimuspohjassa kuin laitelinjaston tarkastelussa saadaan kokeneemmat käyttäjät helpommin suorittamaan varaosa-analyysyjä muille linjastoille. Edellä mainittujen syiden takia päädyin tekemään tarkastelupohjaan ensimmäiseksi Excel-taulukoksi päävalikon eli laiteluettelon tutkittavan piirin tai prosessin laitteista.

Päävalikosta ideoin linkitysten avulla siirtymiset jokaisen laitteen omalle ”varaosatarkastelu”-välilehdelle (Liite 1), jossa suoritetaan merkittävien varaosien lis-

taus, kriittisyystarkastelu sekä varasuunnitelmat laitteelle. Taulukon alaosasta löytyvät myös selitteet kriittisyysanalyysin käsitteille sekä "arvon kerroin"-taulukot. "Varaosatarkastelu"-välilehdeltä voidaan sivun yläosasta linkin avulla siirtyä laitteen varastoitavaksi valittujen varaosien välilehdelle (Liite 2). "Valittujen varaosien"-välilehdellä on tarkastelut varaosan saatavuudesta, sijainnista, tilaustarpeesta sekä varaosan varastoimismäärästä.

Jokaiselta laitteelta löytyvät omat linkityksensä laitteen "varaosatarkastelu"-välilehdille sekä "valittujen varaosien"-välilehdille. Näillä välilehdille on myös linkitykset, joiden avulla voidaan palata edelliselle välilehdelle tai päävalikkoon (Liite 3). Lisäksi "varaosa"-välilehdiltä voidaan linkin avulla mennä kaupungilta saatavien moottorien listalle, johon on tehon, kierroksien ja kiinnityksen perusteella lueteltu kaikki kuivauspiirin moottorityypit ja näiden saatavuus kaupungilta (Liite 4).

Moottorien saatavuus taulukossa on käytetty ehdollista muotoilua, jolloin kirjoituksen mukaan taustan väri vaihtuu tietyn väriseksi. Mikäli on todennäköistä, että moottori saadaan kaupungilta heti, taustaväri värjätty automaattisesti valkoiseksi. Jos moottorin saatavuudesta heti ei ole täyttä varmuutta, kirjoitetaan moottorin kohdalle ehkä, jolloin tausta värjätty keltaiseksi. Taulukon väri värjätty punaiseksi viiva-merkinnästä, jos moottoria ei ole mahdollista saada kaupungilta heti.

Linkitysten, kaavojen, rakenteen ja selitetaulukkojen avulla olen saanut tehtyä tarkastelupohjasta helppokäyttöisen, selkeän ja riittävän tarkan taulukon tutkitavan kohteen varaosa-analyysiä varten. Koska samassa taulukkotiedostossa sijaitsevat kaikki tutkimuskohteen välilehdet, eivät linkitysten polut muutu tiedostoa siirreltäessä tietokoneen asemalta toiselle, jolloin taulukko on saatu varmatoimiseksi.

6.3 Kalsiittirikastamon kuivatuspiirin tutkimus

Tarkastelupohjan tiedoissa lähdin liikkeelle tekemällä kuivatuspiirille päävalikon, joka on laiteluettelo piirin laitteista. Päävalikon yläosassa on otsikkona kuivatuspiirin inventaarionumero ja piirin nimi eli kuivatuspiiri. Taulukkoon laitoin syötettäväksi tiedoiksi laitteen ID:n eli laitepaikkatunnuksen, laitteen kuvauksen,

tyyppikuvauksen, laitetta koskevan kokoonpanopiirustusnumeron ja laitteen inventaarionumeron (Liite 1).

Laittepaikkatunnus muodostuu yrityksessä 10-numeroisesta lukusarjasta. Laitteen kuvaukseen syötetään käytännössä nimensä mukaisesti kuvaus laitteesta eli mikä se on. Tyyppikuvaus taas ilmaisee laitteen valmistajan ja sen tyyppinimen sekä mahdollisesti tämän koon ja mitat.

Päävalikossa oleva laitteen inventaarionumero kertoo tunnuksen, jonka avulla voidaan löytää laitedokumenttiarkistosta laitteesta kertovat dokumenttipaperit. Dokumenttipapereissa voi olla laitteen tekniset tiedot, piirustuskuvia, laitteen hankintapaperit sekä varaosien papereita. Jotta oikean laitteen varaosalistat löytyisivät nopeasti ja helposti, tein päävalikkoon jokaiselle laitteelle laite-ID- ja laitteen kuvaus linkityksen hyperlinkin avulla kunkin laitteen omalle varaosalehdelle.

6.3.1 Laitteen varaosat

Painamalla päävalikossa hiirellä joko laite-ID:tä tai laitteenkuvausta Excel siirtyy automaattisesti oikean laitteen välilehdelle (Liite 1). Laitteen välilehdellä on otsikkona samat laitteen tiedot kuin päävalikkosivulla lukuun ottamatta piirustusnumeroa ja inventaarionumeroa. Otsikon alapuolella löytyy sarakkeina kullekin laitteelle siitä kertovat tiedot, kuten inventaarionumero, osan kuvaus, osan tyyppikuvaus, nimikenumero ja osan piirustusnumero (Liite 2).

”Laite”-välilehden inventaarionumero on lähinnä tarkoitettu laitteen moottoreita ja vaihteita varten, joille tämä inventaarionumero on määritetty. Mikäli Nordkalk haluaa myöhemmin määritellä jokaiselle osalle inventaarionumeron, on se mahdollista lisätä taulukkoon.

Osan kuvaukseen ja tyyppikuvaukseen täytetään osan tiedot vastaavalla tavalla kuin päävalikon kuvaukseen ja tyyppikuvaukseen. Moottorien kohdalla on huomioitava, että tyyppikuvauksessa on ilmaistava tyyppin lisäksi teho sekä myös mahdollisesti ensiö- ja toisiokierrosnopeudet. Vaihteiden kohdalla kirjoitetaan välityssuhde tyyppin lisäksi.

Osan nimikenumeroon laitetaan varaosan mahdollinen varaston nimikenumero, joka on yksilöity aina tietylle varaosalle. Nimikenumero on tällä hetkellä määriteltä vain niille keskusvarastossa sijaitseville osille, jotka on jo luokiteltu aiemmin varaosiksi. Myöhemmässä vaiheessa yrityksessä tullaan suorittamaan tutkimuksen perusteella selvinneiden varastoitavien osien nimikenumeroiden lisäys. Osalle osista löytyvät myös omat piirustusnumeronsa piirustusarkistosta. Piirustusnumerosarja muodostuu kuvankoosta ja juoksevasta numerosta.

6.3.2 Riskikartoitus

”Varaosa”-välilehdellä on varsinaisten varaosalistausten ja näiden tietojen perään sijoitettu riskikartoitus kullekin varaosalle erikseen. Käytämme tässä työssä esimerkkinä Raumaster B-400x200 ketjukuljettinta syöttöruuville, joka siirtää kalsiittirikastetta raappaketjun avulla ylöspäin (Kuva 4). Ensimmäisessä sarakkeessa päätetään tehdäänkö kyseiselle laitteelle riskianalyysi. Riskianalyysi tehdään aina jokaiselle osalle, ellei kyseiselle laitteelle ole olemassa erillistä huoltosopimusta laitteen kunnossapidosta.



Kuva 5. Raumaster B-400x200-ketjukuljettimen yläosa.

Tämän jälkeen laitteen osalle määritellään vikaantumisen syyt, joita voivat olla esimerkiksi kuluminen ja ajan myötä hampaiden katkeileminen rasituksen seurauksena, kuten ketjukuljettimen rullaketjupyörässä. Seuraavaksi arvioidaan vikaantumisten aiheuttamat seuraukset osalle ja laitteelle (Liite 2). Tässä tapauksessa rullaketjupyörän hajoaminen aiheuttaa sen, ettei ketjukuljettimen ketjuvälitys toimi tehonsiirtoketjun ”hyppiessä” hampaiden yli, jolloin koko laite lopettaa toimintansa. Laitteen raappaketju ei voi nostaa materiaalia ylöspäin, jos moottorin välittämä pyörintä ja teho eivät kunnolla välity raappaketjun vetopyörään. Vikaantumisen syy- ja seurauskohdat muistuttavat kunnossapidon vika- ja vaikutusanalyysiä.

”Kestoaika”-sarakkeessa on arvioitu kesto aika eli huoltoon tai korjaukseen kuluva aika. Tämä ei kuitenkaan ota huomioon toimitusaikaa, joka on erikseen laitetuna myöhemmin. Kestoaika on arvioitu korjausaika tunteina, päivinä, viikkoina tai kuukausina, ja se on valittu työtilaushistorian ja kunnossapidon henkilöstön kanssa. Jos laitteen/tuotantolinjan seisokki halutaan saada selville, laskeaan mahdollinen toimitusaika yhteen kestoajan kanssa. Ketjukuljetin on kuivatuspiirissä kriittinen laite, sillä sen korjaus aiheuttaisi koko kuivatuspiirin pysähtymisen.

Kestoajan jälkeen on selvitetty laitteen osan omaisuus eli arvo euroissa. Hintojen selvityksissä on käytetty apuna aiemmin mainitsemiani katalogeja ja ostotilauksia sekä laskettu alennusprosentti ja hinta osalle. Omaisuus on määritelty taulukossa yhdelle kokonaiselle tai täydelliselle osalle. Jotkut osat on jouduttu laittamaan sarakkeeseen metrihinnan mukaan, jolloin hinnan perässä on kauttaviivalla erotettu metrin lyhenne, esimerkiksi 144,06/m. Ketjujen ja liitoslenkkien hinnat on sijoitettu samaan soluun, mutta ne ovat erotettu plus-merkillä toisistaan, esimerkiksi 144,06/m + 12,02.

Joillekin osille on merkitty K ennen tuotteen hintaa, mikä tarkoittaa, että kyseinen osa on tällä hetkellä käytössä, esimerkiksi K/191. Koska osa osista on varastoituna valmiiksi varastoon, on näihin ensin laitettu tuotteen senttihintaa eli varastonimikkeen hinta, jonka jälkeen kauttaviivalla on erotettu tuotteen oikea hinta, esimerkiksi 0,01/191. Vaihdemoottorien hinnat on eritelty siten, että ensin

on moottorin hinta, jonka jälkeen on V-kirjaimella erotettu moottorin ja vaihteen yhteinen hinta, esimerkiksi 191 V968,63.

”Omaisuus”-sarakkeen arvon ja taulukon alareunassa olevan luokittelutaulukon avulla määritellään, mihin luokkaan osan hinta sijoittuu. Hinnalle saatu luokka kirjoitetaan ”omaisuus”-sarakkeen jälkeiseen ”luokka”-sarakkeeseen. ”Luokka”-sarake on ensimmäinen kertoimista, joka muodostaa riskiluvun osalle. Seuraavassa sarakkeessa on arvioitu osan hajoamis- eli vaurioitumistodennäköisyys.

Taulukon alareunasta löytyvät jokaiselle kertoimelle omat hajoamisvälinsä, nämä ovat määritelty IFS:n työtilaushistorian ja kunnossapidon tietämyksen perusteella. Riskiluku muodostuu luokan ja todennäköisyyden tulosta, joka ilmaisee kohdeosan kriittisyyden. Taulukko laskee automaattisesti kaavan avulla riskiluvun laitteen osalle. Mikäli todennäköisyys ja luokka puuttuisivat osalta, hakee kaava automaattisesti ”viivan riskiluku”-sarakkeeseen osoittaakseen, että riskilukua osalle ei ole.

Riskiluvun jälkeen olen sijoittanut taulukkoon toimitusajan, joka ei kuitenkaan vaikuta riskianalyysin kaavaan millään tapaa. Toimitusaika on otettu taulukkoon sen takia, että sitä voidaan tarkastella yhdessä korjausajan ja riskiluvun kanssa ja näin ollen päättää, mitkä osat valitaan lopulta varastoitaviksi. Toimitusajan kohdalle olen kertonut, mitkä varaosat on mahdollista saada heti varastosta tai kaupungilta sekä paljonko jollakin osalla on toimitusaika kaupungille tai tehtaal- le.

Varaosista joillakin on pitkä toimitusaika sen takia, että niitä voi valmistaa vain yksi valmistaja ja mahdollisesti vasta tarpeen vaatiessa. Lisäksi varaosan koko ja laitteen yleisyys vaikuttavat osaltaan varaosan saatavuuteen sekä se, että valmistetaanko varaosia Suomessa vai ulkomailla. Viimeisenä sarakkeena riskikartoitukseen liittyen on ”varastointi”-sarake, joka ehdottaa, varastoidaanko osa vai ei.

Varastointi-sarakkeessa on kaava, joka tarkistaa, onko riskiluku suurempi tai yhtä suuri kuin 5. Jos riskiluku on vähintään yhtä suuri kuin 5, kaava ehdottaa osan varastoitavaksi. Lisäksi kaava tarkistaa, onko kyseisellä varaosalla jo ole- massa varaston nimikenumero. Mikäli nimikenumero löytyy, kaava ehdottaa

automaattisesti varastoitavaksi osan. Kaavalle riittää, että vain toinen näistä edellä mainituista ehdoista täyttyy, jolloin se ehdottaa varastointia. Kaava on toteutettu kolmen sisäisen JOS-funktion avulla.

6.3.3 Toimenpiteet riskien pienentämiseksi ja varasuunnitelmat

Laitteen varaosien taulukossa viimeisenä sarakkeena ovat toimenpiteet riskien pienentämiseksi ja varasuunnitelmat (Liite 2). Tässä sarakkeessa on pohdittu lähinnä, mitä tulisi tehdä, jos kyseinen osa äkillisesti hajoaisi ja jos osalle on vanhojen lisäksi olemassa uusia toimenpiteitä, joilla voitaisiin ehkäistä äkillistä hajoamista. Suurin osa osista on mahdollista saada heti varastosta tai viimeistään seuraavana päivänä kaupungilta. Moottorien kohdalla on merkitty varastosta löytyvien moottorien kohdalle, jolta niitä voidaan käyttää korvaavana varaosana.

Kaikille kuivatuspiirin laitteille suoritetaan ehkäisevää kunnossapitoa koneiden ja laitteiden hajoamisen estämiseksi. Ennakkohuoltokierroksia tekevät niin tuotannon ajomiehet kuin myös kunnossapitoasentajat. Kuivatuspiirin laitteille tehdään normaalisti usein aistein havaittavia tarkastuksia, joita ovat muun muassa silmämääräinen tarkastus, käyntiäänien kuuntelu ja värinöiden tunnistelu. Lisäksi koneille tehdään tarvittavia puhdistuksia, voiteluita sekä huoltoja ja korjauksia.

Kuivatuspiirin laitteille on ominaista, että piirin alkupään laitteet, jotka sijaitsevat prosessissa ennen kuivausrumpua, kuluvat ja hajoavat useammin. Tämä johtuu siitä, että kostea ja märkä kalsiitti kuluttaa kitkan takia ennen kuivausta olevia laitteita tehokkaammin kuin kuivauksen jälkeen. Yrityksessä on tapana, että jos varastossa ei ole jostain syystä hajonneeseen laitteeseen uutta osaa, tehdään laitteelle tai osalle väliaikainen korjaus, jotta tuotanto voi pyöriä siihen asti, kunnes saadaan uusi osa ja saadaan se vaihdettua entisen tilalle.

Esimerkiksi rullaketjupyörän äkillisessä hajoamisessa tehdään sille tarvittavat hitsaukset ja jyrinnät, jotta ketjukuljetin saataisiin tuotannon osalta takaisin käyttökuntoon. Kuivausrummun hammaspyörä on hyvä esimerkki varasuunnitelmasta. Mikäli siitä hajoaisi hammaspyörä, muutettaisiin kuivausrumpu ketju-

käyttöiseksi. Tehdasalueella sijaitsee myös Astepan konepaja, jossa voidaan valmistaa osa tarvittavista osista sekä tehdä tarvittavia korjauksia osille.

6.3.4 Varaosiksi hyväksytyt osat

Valittujen varaosien taulukkoon (Liite 3) on kerätty kaikki varastoitavat tai tarvittaessa varastoitavat varaosat, jotka ovat osoittautuneet kriittisiksi varaosiksi. Varaosiksi valitaan osat, jotka ovat kriittisyysluvuiltaan tarpeeksi suuria ja joiden toimitusaika on sen verran pitkä, ettei tuotantoa voida seisottaa niin pitkään. Valittujen varaosien listalle on kerätty suoraan ne osat, joilla on varaston nimikenumero. Myös osan koko ja varastointiehdotus vaikuttavat suuresti siihen, varastoidaanko osa lopulta vai ei.

Esimerkkinä käytetty osa, rullaketjupyörä, valitaan varastoitavaksi, koska se on melko kallis kuluva osa, jolla on myös kohtuullisen pitkä toimitusaika, mutta jonka varastointi ei vie paljoa tilaa. Rullaketjupyörän hajotessa ei olisi muuta vaihtoehtoa kuin tehdä korjaus ja vaihtaa osa mahdollisimman pian, jotta tuotanto ei seisoisi liikaa. Jos rullaketjupyörää pitäisi ensin odottaa ja vaihtaa sitten, kun se on tullut, olisi tuotanto seisonut 7 päivää, joka olisi liian kauan näin kriittisessä linjastossa. Vaihtamalla uusi rullaketjupyörä heti entisen hajooneen tilalle, voidaan olla varmoja, että se kestää taas monta vuotta.

Varastointia arvioitaessa on muistettava, että kallis ja harvemmin tarvittava sekä suurikokoinen osa vie paljon varastotilaa ja sitoo paljon pääomaa. Tämän vuoksi osa osista on varastoitava vasta, kun niiden kunto on huonontunut tarpeeksi paljon, että ne voivat hajota milloin tahansa. Tästä hyvänä esimerkkinä ovat ruuvikuljettimien kierukat ja suuret vaihteet. Jotkut suuret osat, kuten kuivausrummun kannatuskehä tai rummun hammaspyörä, ovat taas niin suuria osia, että niitä ei voisi varastoida mihinkään varaosiksi. Tällaisten suurien osien toimitus pitäisi tehdä vasta, kun osa hajoaa.

Kun laitteen varaosien taulukosta mentäessä linkin kautta laitteelle valittujen varaosien taulukkoon (Liite 3), on jokaiselle valitulle varaosalle otettu samat varaosatiedot kuin laitteen varaosataulukossa on. Taulukosta löytyvät inventaariot numero, kuvaus, tyyppikuvaus, mahdollinen nimikenumero ja osan piirustusnu-

mero. Näiden lisäksi taulukkoon on sijoitettu seuraavaksi ”varastosaatavuus”-sarake, johon kirjoitetaan, löytyykö valittua varaosaa varastosta vai ei.

”Varastosaatavuuden” jälkeen on ”osan sijainti”-sarake, johon kirjataan varastoista löytyvien varaosien sijainti. Rikastamoiden varaosat voivat sijaita joko keskusvarastossa, ja niille on määritetty nimikenumero, tai osat voivat sijaita rikastamoiden omassa varastossa, eikä niille ole olemassa nimikenumeroa. Mikäli varastoitava osa on käytössä, voidaan kirjoittaa ”osan sijainti”-sarakkeeseen ”käytössä”.

”Osan sijainnin” jälkeen määritellään tilaustarve kohdassa ”osan tilauksen tarve” nimensä mukaisesti. Tämän lisäksi kirjoitetaan viimeiseen sarakkeeseen tarvemäärä, joka tarkoittaa varastoitavan osan varastoon hankittavaa vähimmäismäärää. Vaikka laitteessa olisi esimerkiksi kaksi samaa laakerisarjaa, riittää tällaisessa tapauksessa yhden laakerisarjan varastointi, sillä tarvittaessa tarvittavat osat saataisiin todennäköisesti kaupungilta heti.

Kaikkia varaosia ei ole mahdollista varastoida varastoon haluttua määrää, sillä varastoon sitoutunut pääoma kasvaisi liian suureksi ja varastosta tulisi epäkäytännöllinen. Luomalla hyvät toimitussuhteet vältetään varaosien turhalta varastoinnilta ja saadaan varastosta toimiva.

7 Yhteenveto ja pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Nordkalk Oy:n varaosatilanne ja luoda tarkastelupohja varaosille. Lisäksi tehtäväni oli määritellä kalsiittirikastamon kuivatuspiirille tarvittavat varastoitavat varaosat. Kunnossapidon materiaalogistiikassa ja osien varastoinnissa muodostuu usein ongelmaksi tarpeettomien ja tarvittujen varaosien varastoinnista päättäminen. Varaosien kriittisyysanalyysin avulla osien tutkiminen on paljon helpompaa.

Kriittisten varaosien tarkastelupohjan avulla voidaan selvittää, mitä varaosia on kannattavaa varastoida varastoon. Tarkastelupohjan tein Excel-taulukoihin, jotta varaosien tarkastelu olisi mahdollisimman helppoa tehdä. Varaosien tarkastelupohjassa käytin apuna IFS-tuotannonohjausjärjestelmää, josta otin laitteiden

laitetunnukset ja valmiiksi varaosiksi määriteltyjen osien nimikenumerot. Laitteita ja niiden varaosia tutkiessa kuitenkin ilmeni, että järjestelmästä puuttui paljon tärkeitä tietoja. Laitteiden tyyppikuvauksia puuttui tai ne olivat vajaat. Lisäksi laitteen merkitsevien osien ja määriteltyjen varaosien listaukset olivat erittäin puutteelliset.

Tietojen etsintä tarkastelua varten oli työläs ja hidas vaihe, sillä jouduin käymään läpi IFS:n lisäksi laitekortistot, ostodokumentit, dokumentti- ja piirustusarkistot sekä työtilaushistoriat. Kirjallisen materiaalin lukemisen lisäksi laitteiden luona tehtävät tarkastelut ja kunnossapidon sekä suunnittelun henkilöiden haastattelut antoivat minulle tarvittavat tiedot laitteista sekä niiden piirustuksista. Jatkossa kuivatuspiirin laitteiden varaosien ja tietojen tarkastelu on yrityksen kunnossapidolle helpompaa tietojen löytyessä valmiina.

Kunnossapidon haastatteluiden avulla sain määriteltyä kuivatuspiirin laitteille melko tarkkaan eri osien kriittisyydet varaosien kriittisyysanalyysin avulla. Kehittemäni kriittisyystarkastelu sekä tämän avulla varastointia ehdottava kaava toimii hyvin, sillä näiden sekä korjauksen- ja toimitusajan avulla on mahdollista ratkaista varastoitavat varaosat laitteille. Lisäksi varasuunnitelmat ja riskejä ehkäisevät toimenpiteet auttavat toimimaan laitteiden vikojen ehkäisyssä ja äkillisten hajoamisten kohdalla oikein.

Tekemäni riskikartoituksen avulla on mahdollista myös suunnitella kunnossapitoa jatkossa enemmän ehkäisevään suuntaan. Riskikartoituksen, riskien pienentämistoimenpiteiden ja varasuunnitelmien avulla voidaan siis keskittää kunnossapidon tarkastuksia ja huoltoja tarkemmin kriittisille osille näiden varastointin lisäksi. Valittujen varastoitavien osien taulukon avulla voidaan hankkia kaikki puuttuvat tarpeelliset kriittiset varaosat laitteelle ja voidaan välttyä paremmin ”turhien” osien varastoimiselta. Kun varastossa ei ole liian paljon varaosia, ei varastoon myöskään sitoudu liikaa pääomaa, ja tällöin voidaan saavuttaa yrityksen taloudessa huomattavia kustannussäästöjä.

Varaosakartoituksen tietokantaa tulee jatkossa päivittää, jotta se pysyy ajan tasalla ja käyttökelpoisena. Kunnossapidon tulisi jatkossa päivittää taulukkoa

yhdessä varaston työntekijöiden kanssa, jolloin tarkastelupohjaa voitaisiin kehittää luotettavasti ja sen käyttö hyödyttäisi molempia.

Tarkastelupohjan päivittäminen ja jatkaminen on tiedossa syksymmällä, jolloin tarkastelupohjaan tullaan kehittelemään lisää erilaisia ryhmittelyitä varaosille sekä tarkasteluita tullaan jatkossa tekemään muillekin prosessipiireille. Koska tietokanta on tehty Excel-pohjaan, on sen lisääminen IFS-tuotannonohjausjärjestelmään mahdollista tulevaisuudessa, kun järjestelmä päivitetään viimeisimpään versioonsa vuoden 2013 alussa. Jatkossa kriittisistä varaosista olisi hyvä karsia pois vähemmän kriittiset varastonimikkeet, jotka on valittu valmiiden nimikenumeroitensa perusteella varastoitaviksi varaosiksi. Lisäksi valittujen varaosien tarvemäärät voitaisiin kerätä yhteen taulukkoon, johon laskettaisiin yhteen kaikki samaa nimikettä olevien varaosien määrät.

Kuivatuspiirin tutkimuksen avulla tiedetään laitteiden ja laitteille löytyvien varaosien nykytila. Laitteen osien listaus ja kriittisyystarkastelu helpottavat ja nopeuttavat jatkossa yrityksen tarvitsemien varaosatilausten tekemistä ja auttavat kunnossapitoa keskittämään resurssinsa paremmin kriittisiin kohteisiin. Lisäksi äkillisten vikaantumisten tapauksissa voivat kunnossapidon ja suunnittelun henkilöt tarkastaa nopeasti kuivatuspiirin laitteiden varasuunnitelmista vaihtoehtoisen korjaamistavan laitteen saamiseksi tuotantokuntoon nopeammin. Kun laitteet saadaan nopeammin tuotantokuntoon kuin normaalisti, voidaan saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä kunnossapidon osalta.

Kuvat

Kuva 1. Kunnossapitolajit. (Järviö 2004, 38) 12

Kuva 2. Varaosien kriittisyysanalyysin periaatteet. (Väisänen 2008, 30) 20

Kuva 3. IFS-järjestelmän ketjukuljettimen varaosat. 30

Kuva 4. IFS-järjestelmän graafinen laiterakenne kuivatuspiiristä. 31

Kuva 5. Raumaster B-400x200-ketjukuljettimen yläosa. 34

Lähteet

Edu: Ennakkohuolto. 2012.

<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/koneautomaatio/ennakkohuolto.html> Luettu 22.03.2012.

Edu: Mitä on kunnossapito? 2012.

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html Luettu 30.03.2012.

Järviö, J. 2004. Kunnossapito. Rajamäki: KP-Media Oy, 10-12, 16-19, 21-23, 26,29, 37-40, 58, 135, 149-151.

Konola, J. 2000. Mitä RCM on? Teoksessa Järviö, J. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy, 16-19, 21-22.

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 41-42.

www.promaint.net/downloader.asp?id=3355&type=1

Leinonen, P. 2010. Parantava kunnossapito. 36.

www.promaint.net/downloader.asp?id=3589&type=1

Nordkalk Intra. 2012.

Nordkalk ATEX-selvitys. 2010.

Pakarinen, M. 2000. RCM –prosessin käyttöönotto. Teoksessa Järviö, J. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy, 136-137.

Piispa, T. 2000. Kunnossapidon materiaalilogistiikka. Teoksessa Järviö, J. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy, 126, 128, 131-134, 137-139.

PSK 6800. 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. Helsinki: PSK Standardisointi, 2-11.

Ramentor. 2012. RCM. <http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/rcm/> Luettu 10.04.2012

Ritvanen, V. 2011. Varastointi. Suomen Huolintaliikkeiden Liitto ry, Suomen Ost- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Reijo Rautauoman säätiö, 79-80, 91-93.

SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapitosanasto. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS, 20.

SFS-IEC 60300-3-9. 2000. Teknisten järjestelmien riskianalyysi. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS, 10

Tiainen, S. 2000. RCM -päätöskaavio. Teoksessa Järviö, J. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy, 105-108.

Uusitalo, M. 2000. Vika ja vaikutusanalyysi, VVA. Teoksessa Järviö, J. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy, 33, 38-39.

Väisänen, K. 2008. Varaosien kriittisyys analyysi. 30-32.
www.promaint.net/downloader.asp?id=3128&type=1 Luettu 10.05.2012.

Välisalo, T. 2000. Mitä RCM:n avulla saavutetaan? Teoksessa Järviö, J. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy, 149-151.



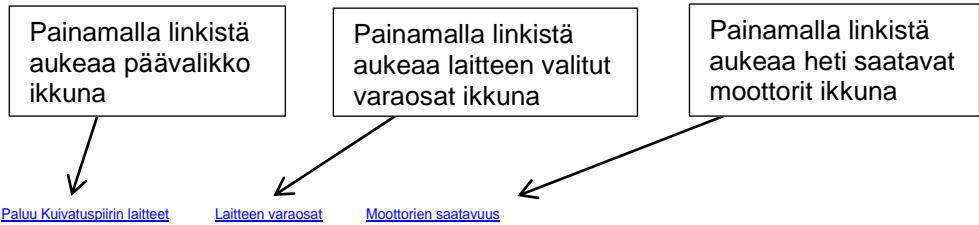
Painamalla linkistä aukeaa laitteen varaosien tarkastelu ikkuna

113810 KR-KUIVAUS

Laite ID	Laitteen kuvaus	Tyypikuvaus	Piirustusnumero	Inv. nro
1138100102	KIPPAUSTASKU	30 M ³		45B238
1138100103	RUUVIPURKAIN	RAUMASTER CSR-2	A1/16932	41A817
1138100104	KETJUKULJETIN SYÖTTÖRUUVILLE	RAUMASTER B-400x200	A1/16930	43A112
1138100201	RUUVIKULJETIN KUIVAUSRUMPUUN	D350x3900	A2/19088	41A686
1138100202	KUIVAUSRUMPU	D1600x15615	A1/3440	20C8
1138100203	POLTIN		A2/18265	38E311
1138100204	POLTTOILMAPUHALLIN	NAAYKENS T-25-16-PW	A3/11735	21B1458
1138100205	KUIV.PÖLYNPOISTOSUODATIN	MIKRO PULSAIRE 160 L 10 TRL	A0/2956	48A314
1138100206	KUIV.PÖLYSUOD.PUHALLIN	HCMB-3-050	A0/2956	21B1680
1138100207	KUIV.PÖLYSUOD.SULKUSYÖTIN	DMN WESTINGHOUSE AS/GS 250	A0/2956	66B429
1138100208	KUIV.ULOSTULORUUVIKULJETIN pitkittäis	LAITEX RK 250x5200	LAITEX 907-111-300-1B	41A912
1138100209	RIKASTE-ELEVAATTORI	300x15885	A1/7204	42A69
1138100210	RIKASTEKIERUKKA	D180x3980	A1/19440	41A191
1138100211	KUIV.RUMMUN ULOSTULOKIERUKKA poikittäis	LAITEX RK 250x2300	LAITEX 907-111-330-1A	41A911
1138100212	PÖLYSUOD.RUUVIKULJETIN 1	V250/300-3300	A0/2956	41A860
1138100213	PÖLYSUOD.RUUVIKULJETIN 2	D250x3500	A1/17113	41A838
1138100301	RIKASTESILO 1 LASTAUSRUUVIKULJETIN	D355x4850	A2/17578	41A631

Liite 2 Kuivatuspiirin varaosien kriittisyys tarkastelu, varaosien tarkastelu

1138100104 KETJUKULJETIN SYÖTTÖRUUVILLE RAUMASTER B-400x200



Inventaario nro.	Laitteen/Osan kuvaus	Laitteen/Osan tyyppikuvaus	Nimikenumero	Osan piirustus nro.	Riskikartoitus	Syyt	Arvioidut seuraukset	Kestoaika	Omaisuus €	Luokka	Todennäk.	Riskiluku	Toimitusaika	Varastointi	Toimenpiteet riskien pienentämiseksi ja varasuunnitelmat
2.2KW/1592	VAIHDEMOOTTORI	SEW RF57 DRE100M4, 2,2 KW 1425/157 R/MIN			TEHDAÄN	Sähkö-/kulumavika, palaminen	Toimimattomuus, välitys ei toimi	1 vko	K/191 V700	3	1	3	3 pvä/ (HETI)	Ei Varastoida	Moottorin rikkoutuessa saadaan uusi varastosta tai tarpeen vaatiessa kaupungilta.
	HAMMASVAIHDE	KUMERA VM-3160 B3 i = 31,5:1			TEHDAÄN	Kulumavika	Toimimattomuus, välitys ei toimi	1 vko	K/3000	5	1	5	2- 4 vko	Varastoidaan	Laakerien ja akselin vaihto mahdollista. Hammaspyörän hajoessa täytyy odottaa uutta. Mahdollisesti uuden korvaavan vaihteen etsiminen ja hankkiminen.
	SÄHKÖMOOTTORI	VEM K21R 100 L4 B5, 2,2KW 1410 R/MIN	0130109		TEHDAÄN	Sähkövika, palaminen	Toimimattomuus, tuhoutuminen	4 h	286,93/191	2	1	2	HETI	Varastoidaan	Moottori löytyy varastosta ja sitä voidaan käyttää varaosana.
	SÄHKÖMOOTTORI	JOKI ZK 100 L4, 2,2 KW 1400 R/MIN	0898108		TEHDAÄN	Sähkövika, palaminen	Toimimattomuus, tuhoutuminen	4 h	0,01/191	2	1	2	HETI	Varastoidaan	Moottori löytyy varastosta ja sitä voidaan käyttää varaosana.
	KYTKIN NAPA	ROTEX 28 ST (2 KPL)			TEHDAÄN	Kuluminen, murtuminen	Vaurioituminen, moottorin teho ei välity	2 pvä	39,45	1	2	2	1 pvä	Ei Varastoida	Saadaan tarvittaessa kaupungilta seuraavana päivänä. Silmämääräinen tarkistus.
	JOUSTOELEMENTTI	28-92 SH			TEHDAÄN	Kuluminen, haurastuminen	Toimimattomuus, kumi repeää, moottorin teho ei välity	4 h	6,33	1	2	2	HETI- 1 pvä	Ei Varastoida	Saadaan tarvittaessa kaupungilta heti tai seuraavana päivänä. Silmämääräinen tarkistus.
	VETOAKSELIN LAAKERIPESA	SKF SNA 522-619	0985310		TEHDAÄN	Kuluminen, vaurioituminen	Laakeri kuluu, liikaa pääsee laakeriin ja se tuhoutuu	2 pvä	229,09	2	1	2	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	VETOAKSELIN LAAKERI	SKF 22222 EK (CCK/W33)	0179117		TEHDAÄN	Kuluminen, vaurioituminen	Jumiutuu, tuhoutuu, ruuvi ei pyöri	2 pvä	266,12	2	1	2	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	VETOAKSELIN KIRISTYSHOLKKI	SKF H 322	0245911		TEHDAÄN	Kuluminen, vaurioituminen	Laakeri ei pysy paikoillaan ja laakeri kuluu	2 pvä	70,8	1	1	1	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	VETOAKSELIN OHJAUSRENGAS	SKF FRB 13,5/200	0951971		TEHDAÄN	Kuluminen	Ohjausrenkaasta tulee väljä, laakeri kuluu	2 pvä	12,74	1	1	1	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	VETOAKSELIN HUOPATIIIVISTE	SKF TSNA 522 L (C)	0985327		TEHDAÄN	Kuluminen	Laakerista vuotavat rasvat, liikaa pääsee laakeriin ja se tuhoutuu	2 pvä	22,47	1	1	1	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	TAITTOPÄÄN LAAKERIPESA	SKF SNA 513-611	0512958		TEHDAÄN	Kuluminen, vaurioituminen	Laakeri kuluu, liikaa pääsee laakeriin ja se tuhoutuu	2 pvä	77,4	1	1	1	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	TAITTOPÄÄN LAAKERI	SKF 22213 EK (CCK)	0179018		TEHDAÄN	Kuluminen, vaurioituminen	Jumiutuu, tuhoutuu, ruuvi ei pyöri	2 pvä	84,69	1	1	1	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	TAITTOPÄÄN KIRISTYSHOLKKI	SKF H 313	0181268		TEHDAÄN	Kuluminen, vaurioituminen	Laakeri ei pysy paikoillaan ja laakeri kuluu	2 pvä	16,07	1	1	1	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	TAITTOPÄÄN OHJAUSRENGAS	SKF FRB 10/120	0951117		TEHDAÄN	Kuluminen	Ohjausrenkaasta tulee väljä, laakeri kuluu	2 pvä	3,46	1	1	1	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	TAITTOPÄÄN HUOPATIIIVISTE	SKF TSNA 513C	0585404		TEHDAÄN	Kuluminen	Laakerista vuotavat rasvat, liikaa pääsee laakeriin ja se tuhoutuu	2 pvä	8,41	1	1	1	HETI- 1 pvä	Varastoidaan	Saadaan tarvittaessa varastosta/kaupungilta heti tai seuraavana päivänä.
	MURTOTAPILLINEN KETJUPYÖRÄ	161-13L, Z=13			TEHDAÄN	Kulumavika, hampaita poikki	Toimimattomuus, välitys ei toimi	2 pvä	68,66	1	1	1	2 pvä - 1 vko	Ei Varastoida	Ketjupyörän vaurioituessa tai hampaan mennessä poikki, tehdään väliaikainen korjaus hitsaamalla ja työstämällä, kunnes saadaan uusi ketjupyörä tilalle.
	RULLAKETJUPYÖRÄ	161-57L, Z=57			TEHDAÄN	Kulumavika, hampaita poikki	Toimimattomuus, välitys ei toimi	2 pvä	1057,5	4	1	4	1 vko	Ei Varastoida	Ketjupyörän vaurioituessa tai hampaan mennessä poikki, tehdään väliaikainen korjaus hitsaamalla ja työstämällä, kunnes saadaan uusi ketjupyörä tilalle.
	RULLAKETJU + LIITOSLENKKI	32B-1x80 SFS 2392			TEHDAÄN	Kuluminen, viruminen	Välitys ei toimi kunnolla, ketju menee poikki	2 pvä	144,06/M + 12,02	2	2	4	3 pvä	Ei Varastoida	Ketjun vaurioituessa tai mennessä poikki, tehdään ketjulle väliaikainen korjaus, kunnes saadaan uusi ketju tilalle.
	RAAPPAKETJU	142V-380x180-TP2 (306 LENKKIÄ)		A2/20457	TEHDAÄN	Kuluminen, viruminen	Välitys ei toimi kunnolla, ketju menee poikki	3 pvä	103,74/M	2	1	2	4 vko	Ei Varastoida	Raappaketjun vaurioituessa tai mennessä poikki, tehdään ketjulle väliaikainen korjaus, kunnes saadaan uusi raappaketju tilalle.
	VETOPYÖRÄN HAMMASKEHÄ	142V, Z=10		A1/18369	TEHDAÄN	Kulumavika, hampaita poikki	Toimimattomuus, välitys ei toimi	1 pvä	550	3	1	3	2 vko	Ei Varastoida	Hammaskehän vaurioituessa tai hampaan mennessä poikki, tehdään väliaikainen korjaus hitsaamalla ja työstämällä, kunnes saadaan uusi hammaspyörä tilalle.
	TAITTOPYÖRÄ	142V			TEHDAÄN	Kulumavika	Toimimattomuus, ketju kuluu	1 pvä	300	2	1	2	2 vko	Ei Varastoida	Taittopyörän vaurioituessa, tehdään väliaikainen korjaus hitsaamalla, kunnes saadaan uusi taittopyörä tilalle.

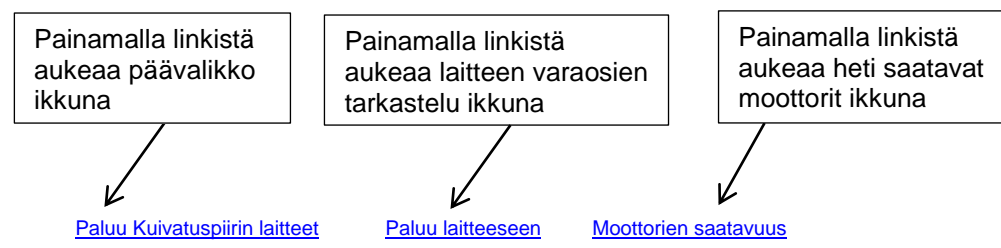
Luokka	Todennäköisyys
1 < 100 Eur	1 > 1/10 v
2 100 - 500 Eur	2 1/5 v ... 1/10 v
3 500 - 1000 Eur	3 1/2 v ... 1/5 v
4 1000 - 2500 Eur	4 1/6 kk ... 1/2 v
5 > 2500 Eur	5 < 1/6 kk

Sarake	Selite
Riskikartoitus	Tehdäänkö osalle riskikartoitus.
Syyt	Osan vaurion syyt.
Arvioidut seuraukset	Osalle tapahtuneet vauriot.
Kestoaika	Tuotantolinjalle vahingosta aiheutunut korjausaika, kun osa on saatavilla.
Omaisuus	Osan arvioitu arvo uutena. Moottorilla varastoarvo/moottorin arvo uutena.
Luokka	Osan hinta sovitettuna hintahaarukkaan.
Todennäköisyys	Osan arvioitu hajoamis-/vaurioitumistodennäköisyys.
Riskiluku	Luokka kerroin x Todennäköisyys kerroin.
Toimitusaika	Osan toimitusaika.
Varastointi	Määritellään osan varastointi tarve.

Liite 3 Kuivatuspiirin varaosien kriittisyys tarkastelu, valitut varaosat

1138100104 KETJUKULJETIN SYÖTTÖRUUVILLE RAUMASTER B-400x200

KESKUSVARASTO JA RIKASTAMON VARASTO



Inventaario nro.	Laitteen/Osan kuvaus	Laitteen/Osan tyyppikuvaus	Nimikenumero	Osan piirustus nro.	Varasto saatavuus	Osan sijainti	Tilaustarve	Tarvemäärä
	HAMMASVAIHDE	KUMERA VM-3160 B3 i = 31,5:1			Ei	Käytössä	Tarvittaessa	1
	SÄHKÖMOOTTORI	VEM K21R 100 L4 B5, 2,2KW 1410 R/MIN	0130109		Kyllä	Keskusvarasto	Ei	1
	SÄHKÖMOOTTORI	JOKI ZK 100 L4, 2,2 KW 1400 R/M	0898108		Kyllä	Keskusvarasto	Ei	0
	VETOAKSELIN LAAKERIPESÄ	SKF SNA 522-619	0985310		Kyllä	Keskusvarasto	Ei	1
	VETOAKSELIN LAAKERI	SKF 22222 EK (CCK/W33)	0179117		Kyllä	Keskusvarasto	Kyllä	1
	VETOAKSELIN KIRISTYSHOLKKI	SKF H 322	0245911		Kyllä	Keskusvarasto	Kyllä	1
	VETOAKSELIN OHJAUSRENGAS	SKF FRB 13,5/200	0951971		Kyllä	Keskusvarasto	Ei	1
	VETOAKSELIN HUOPATIIVISTE	SKF TSNA 522 L (C)	0985327		Kyllä	Keskusvarasto	Ei	2
	TAITTOPÄÄN LAAKERIPESÄ	SKF SNA 513-611	0512958		Kyllä	Keskusvarasto	Ei	1
	TAITTOPÄÄN LAAKERI	SKF 22213 EK (CCK)	0179018		Kyllä	Keskusvarasto	Kyllä	1
	TAITTOPÄÄN KIRISTYSHOLKKI	SKF H 313	0181268		Kyllä	Keskusvarasto	Ei	1
	TAITTOPÄÄN OHJAUSRENGAS	SKF FRB 10/120	0951117		Kyllä	Keskusvarasto	Ei	1
	TAITTOPÄÄN HUOPATIIVISTE	SKF TSNA 513 C	0585404		Kyllä	Keskusvarasto	Ei	2
	RULLAKETJUPYÖRÄ	161-57L, Z=57			Ei		Kyllä	1
	RAAPPAKETJU	142V-380x180-TP2 (306 LENKKIÄ)		A2/20457	Ei		Kyllä	8 m
	VETOPYÖRÄN HAMMASKEHÄ	142V, Z=10		A1/18369	Ei		Kyllä	1

[Paluu Kuivatuspiirin laitteet](#) [Paluu laitteeseen](#) [Moottorien saatavuus](#)

Sarake	Selite
Varasto saatavuus	Löytyykö osaa varastoista vai ei?
Osan sijainti	Jos osaa löytyy varastosta, niin mistä varastosta?
Tilaustarve	Onko osaa tarpeellista tilata?
Tarvemäärä	Osan varastoon tarvittava määrä.

Painamalla linkistä aukeaa päävalikko ikkuna

KR-Kuivaus varaosamoottorien saatavuus kaupungilta

[Paluu Kuivatuspiirin laitteet](#)

Moottorin kuvaus	Moottorin tyyppikuvaus	Laipan tyyppi	Saatavuus
TÄRYMOOTTORI	0,75 KW 3000 R/MIN	B3	-
SÄHKÖMOOTTORI	0,75 KW 1000 R/MIN	B3	EHKÄ
SÄHKÖMOOTTORI	0,75 KW 1500 R/MIN	B5	HETI
SÄHKÖMOOTTORI	1,1 KW 1500 R/MIN	B5	HETI
SÄHKÖMOOTTORI	2,2 KW 1500 R/MIN	B3	HETI
SÄHKÖMOOTTORI	2,2 KW 1500 R/MIN	B5	HETI
SÄHKÖMOOTTORI	2,2 KW 3000 R/MIN	B3	EHKÄ
SÄHKÖMOOTTORI	3,0 KW 1500 R/MIN	B5	HETI
SÄHKÖMOOTTORI	7,5 KW 1500 R/MIN	B5	HETI
SÄHKÖMOOTTORI	11 KW 3000 R/MIN	B3	EHKÄ
SÄHKÖMOOTTORI	18,5 KW 1000 R/MIN	B3	-
SÄHKÖMOOTTORI	22 KW 1500 R/MIN	B3	-
SÄHKÖMOOTTORI	30 KW 1500 R/MIN	B3	-