



■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TALTEENOTTOLINJAN VARAOSALUOTETTAVUUDEN PARANTAMINEN

TEKIJÄ: Jyri Reijonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jyri Reijonen	
Työn nimi Talteenottolinjan varaosaluotettavuuden parantaminen	
Päiväys 28.09.2016	Sivumäärä/Liitteet 35
Ohjaaja(t) Tero Junkkari, UPM Kymmene Oyj, kunnossapidon kehityspäällikkö Tuomo Kotineva, UPM Kymmene Oyj, kunnossapidon kehitysinsinööri Olli Kanninen, UPM Kymmene Oyj, kunnossapidon kehitysinsinööri Ritva Käyhkö, Savonia AMK Varkaus	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) UPM Oyj/Kaukas	
Tiivistelmä Insinööritöiden tavoitteena oli keskittyä varaosaluotettavuuden parantamiseen ja varastotilanteen päivittämiseen. Työn aikana selvitettiin pumppujen paikkaansapitävyyttä kentällä ja täydennettiin puuttelliset varaosarakenteet sekä tekniset tiedot. Työssä käytettäviä työkaluja olivat SAP-järjestelmä ja RCM-menetelmä. Pää tavoite oli selkeyttää tulevaisuuden suunniteltujen ja suunnittelemattomien seisokkien aikana tarvittavia varaosaluettelaita ja helpottaa osien tilausta ja varastointia edellämainittujen laitteiden osalta. Työn lopuksi esitellään yhteenvedon tulokset ja miten työllä on vaikutusta tulevaisuuteen.	
Avainsanat Kriittisyysluokittelu, varastointi	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Jyri Reijonen			
Title of Thesis Recovery Line Improving the reliability of spare parts			
Date	28.09.2016	Pages/Appendices	35
Supervisor(s) Tero Junkkari, UPM Kymmene Oyj, Manager, Maintenance Development Tuomo Kotineva, UPM Kymmene Oyj, Engineer, Maintenance Development Olli Kanninen, UPM Kymmene Oyj, Engineer, Maintenance Development Ritva Käyhkö, Savonia UAS Varkaus			
Client Organisation / Partners UPM Oyj/Kaukas			
Abstract The target of this thesis was to improve the reliability of spare parts and to update storage. On the job it was found out that pumps, conveyors and valves have? The right components and they are in the right places. Main tools in the thesis were SAP- system and RCM- system. The primary aim was to clarify the spare part catalogue and to simplify the ordering of the parts needed for planned or unplanned downtime maintenance. At the end of this thesis a summary of results and their impacts in the future can be found.			
Keywords: criticality classification, storage			

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA KÄSITTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 UPM:N YRITYSESITTELY	7
2.1 Kaukas	8
2.2 Sellutehdas	8
2.3 Paperitehdas	8
2.4 Saha	8
2.5 Biovoimalaitos	8
2.6 Biojalostamo	9
3 TALTEENOTTOLINJA	9
3.1 Haihuttamo	10
3.2 Soodakattila	10
3.3 Meesan käsittelyvaiheet	11
3.4 Uunin syöte, meesa	11
3.5 Varastosäiliö	11
3.6 Meesasuoatini	12
3.7 Meesakuivuri	12
3.8 Kaustisointi	13
4 LUOTETTAVUUS, KÄYTETTÄVYYS JA KÄYTTÖVARMUUS	13
4.1 RCM-menetelmä	14
4.2 RCM-varaosa-analyysin suorittamisohje	14
4.3 RCM-menetelmän hyödyntäminen varaosa-analyysissä	15
4.4 Riskianalyysi	16
4.5 Riskianalyysin pääkysymykset ja hallinnan arviointi	17
5 LAITTEIDEN MALLIVARAOSARAKENTEET JA NIIDEN PÄIVITTÄMINEN	17
5.1 Pumppu	17
5.2 Pumpun varaosarakenteen tietojen keräys ja virheiden havainnointi	18
5.3 Pumpun varaosarakenteen oikeellisuuden määrittäminen Excelissä	19
5.4 Pumpun varaosarakenteen oikeellisuuden määrittäminen SAP:issa	20
5.5 Muutosnumeron luominen osatietoluettelon muutosta varten	22
5.6 Nimikenumeroiden syöttäminen osatietoluetteloon	23

6	VARAOSAT JA NIIDEN VARASTOINNIN NYKYTILANNE.....	25
6.1	Varaosien varastointi Kaukaalla.....	26
6.2	Varaosien varastointitarpeen määrittäminen.....	26
6.3	Analyysin suorittaminen ja tarkasteltavat asiat.....	27
6.4	Varaosa-analyysin saavutukset RCM-menetelmää hyödyntäen.....	27
6.5	Varaosamäärien tarkastaminen.....	28
7	NIMIKENUMERON PYYNTÖ MATERIAL MASTERISSA.....	29
8	TYÖN TULOKSET.....	31
9	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	34
	KUVAT.....	35
	KUVIOT.....	35
	LÄHTEET.....	36

LYHENTEET JA KÄSITTEET

Toimintopaikka	- Laitteen paikkanumerointi tehtaalla KAU1-2345-6789
Laitenumero	- Yksilönumero laitteelle KAU1-L-012345
Nimikenumero	- Yksilönumero varaosalle 12345678
Tilausraja	- Varaosien liikkuvuuden suhde toimitusaikaan
ProFi	- UPM:n valmistaman rakennusmateriaalin tuotenimi
t/a	- Tonnia vuodessa
N ja L	- Non-stock ja Local
PSK 6800 Standardi	- Teollisuuden kriittisyysluokittelu laitteille
LWC	- Kevyesti päällystetty paperi
MWC	- Keskiraskaasti päällystetty, korkeampitasoinen paperi
RCM	- Reliability Centred Maintenance (luotettavuuskeskeinen kunnossapito)
UPM	- United Paper Mills
SAP	- Saksalainen toiminnanohjausjärjestelmä
SYVE	- Syöttövesi
CWH	- Tervasaaren yhteisvarasto
REPI	- Varaosakunnostus Kaukaalla
REPE	- Ulkopuolinen varaosakunnostus
REPU	- Toimimaton varaosa varastoitu myöhempää kunnostusta varten
MRO	- Maintenance, repair and operations

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tarkoituksena on parantaa talteenottolinjan varaosapuolen luotettavuutta ja tehokkuutta taloudellisesta näkökulmasta katsottuna, eli kyseessä ovat kaustisointi-, meesa-, haihduttamo- ja soodakattila-alueet. Tavoitteena on käyttää hyväksi kriittisyysarviointia ja luokitella laitteet ja komponentit A, B, C ja D-luokkiin niiden tehtaan toiminnan kannalta tärkeiden tekijöiden avulla. A-luokka on kaikkein tärkein ja kriittisin osa ja D-luokka on vähiten kriittinen.

Nykyään kunnossapidossa hyödynnetään SAP-järjestelmää ja sen käytettävyys ja järjestelmällisyys ovat avainasemassa. Osaluettelon päivitys ja parantaminen tulevat näkymään työn aikana.

Kun haetaan järjestelmästä jotain tiettyä komponenttia, kuten esimerkiksi pumppua, täytyy sen alta löytyä tarvittavat osat laakereista juoksupyörään. Mutta osaamattomuus ja laiskuus näkyvät SAP:ia selatessa, sillä toimintopaikkanumeron alta löytyy useita eri juoksupyöriä samalle pumpulle, joka ei voi pitää paikkaansa. Yhtä pumppua kohtaan kuuluisi olla vain yksi juoksupyörä, sekä muut siihen kuuluvat tarpeelliset osat.

Tämä työ myös selvittää talteenottolinjan päivittämisen tarpeellisuutta varaosien kannalta ja tarvittavien toimenpiteiden loppuun viemistä. Työn aikana havaituille puutteille tehdään hankinta ja korvaussuunnitelma, joka auttaa UPM:n henkilöstöä löytämään varaosat paremmin.

2 UPM:N YRITYSESITTELY

UPM-Kymmene Oyj on suuri suomalainen metsäteollisuusyhtiö. Markkina-arvoltaan se on yksi suurimmista, noin 7,3 miljardia euroa. Se on perustettu vuonna 1996, jolloin Repolan tytäryhtiö Yhdistyneet paperitehtaat ja Kymmene fuusioituivat. Finnpap on myös sulautettuna nimeen. Toimitusjohtajan virkaa ylläpitää Jussi Pesonen. Mainitsemisen arvoisia ovat Verlan puuhiomon ja pahvitehdas, jotka sijaitsevat Kouvolan Jaalassa. Tehdas on toiminut vuodesta 1972 museona ja kuuluu UNESCO:n maailman perintöluetteloon.

UPM tuottaa sellua, paino- ja erikoispaperia, sähköä, vaneria, komposiittituotteita ja sahatavaraa. UPM on merkittävä metsän omistaja ja sen pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Yli 20 000 henkilöä työllistävällä firmalla on tehtaita Etelä-Amerikkaa myöten, jossa sijaitsevat myös sen suuret eykalypusviljelmät.

Kansanvälisesti liiketoiminnassa vaikuttavat kuusi eri nimeä, *UPM Biorefining*, *UPM Energy*, *UPM Raflatac*, *UPM Paper Asia*, *UPM Plywood* sekä *UPM ENA*. Kaikkia näitä yhdistää yhteinen toiminta-ajatus: saada lisäarvoa uusiutuvista ja kierrätettävistä raaka-aineista. Sellun valmistus Suomessa alkoi jo 1880-luvulla ja UPM:n vanhin tehdas sijaitsee ulkomailta Koillis-Ranskassa, jossa ennen toimi käsipaperimylly 1400-luvun loppupuolella. (UPM esittely.)

2.1 Kaukas

Kaukaan tehtaat sijaitsevat Lappeenrannassa, Etelä-Karjalassa. Koko integraatti koostuu paperi- ja sellutehtaasta, sahasta, biojalostamosta ja biovoimalaitoksesta.

Tehdasalueena Kaukaan tehtaat on suuri, noin 300 hehtaaria. Puuta jalostetaan vuosittain yli 5 miljoonaa kuutiota, se tekee noin 270 rekallista puuta joka päivä. Puuta kuljetetaan niin junalla, uittamalla kuin kuorma-autoilla. (UPM Kaukas.)

Kaukaan tehtailla paperia tuotetaan hieman alle 600 000 t/a ja sellua noin 740 000 t/a. Tehdas työllistää hieman alle 700 henkilöä ja siirtyi UPM:lle vuonna 1986.

Tehdas sai alkunsa 1873 ja alkoi tuottaa voittoa vasta vuonna 1882. Kaukas omisti paljon metsää nykyisen Venäjän puolelta, mutta sodan takia rajan taakse jäi suuri osa perinteisiltä puun hankkimisalueilta. (UPM Kaukas.)

2.2 Sellutehdas

Sellutehdas sisältää kaksi kuivauskonetta ja kaksi kuitulinjaa, jotka tekevät sekä havupuusta että koivusta sellua. Sellutehtaalla käytetään myös soodakattilaa, joka polttaa sellunvalmistusprosessissa käytetyt, jäljelle jääneet raaka-aineet tuottaen höyryä ja sähköä tehtaan tarpeisiin. Päätuotteina ovat UPM Conifer (havusellu) ja UPM Betula (koivusellu). (UPM Kaukas.)

2.3 Paperitehdas

Tehtaan tuotevalikoimaan kuuluu päällystettyä MWC- ja LWC-paperia. Vuonna 2015 oli vielä käytössä kaksi paperikonetta, enää on jäljellä vain yksi paperikone ja kaksi päällystyskonetta. Brändeinä ovat UPM star, valor, ultra ja cote. Näissä käytetään sekä kemiallista että mekaanista sellua ja lopputuotteena syntyy aikakauslehtiä ja sanomalehtien liitteisiin käytettävää paperia. (UPM Kaukas.)

2.4 Saha

Sahalla sahataan mäntyä ja kuusta kahdella eri sahalinjalla. Vuodessa sahataan noin 530 000 kuutiota ja niistä valmistetaan ikkunoita, ovia ja huonekaluja. (UPM Kaukas.)

2.5 Biovoimalaitos

Polttoaineena käytetään vain biologisia polttoaineita, joista kuoren, hakkuutähteen ja turpeen osuus on noin 80 %. 40 % on Kaukaan omia polttoaineita ja vuosikulutus on noin miljoona kuutiota. Voimalaitos tuottaa Lappeenrannan kaupungille ja asukkaille kaukolämpöä ja sähköä, yhteensä 235 MWh edestä. Tehtaalle tuotetaan prosessihöyryä 152 MWh ja sähköä 125 MWh. (UPM Kaukas.)

2.6 Biojalostamo

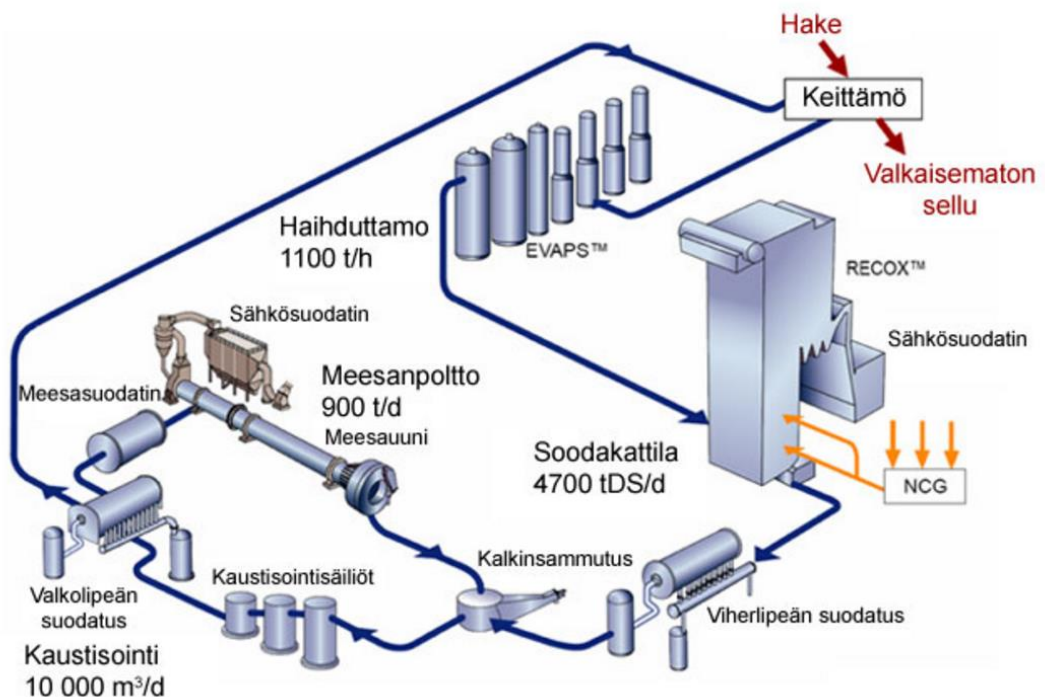
UPM:n biojalostamo on ainutlaatuinen tehdas maailmassa, joka pystyy valmistamaan dieseliä puupohjaisesta raaka-aineesta eli tähteeksi jääneestä mäntyöljystä, joka käsitellään vedyllä. Tuotantokapasiteetti ylittää 100 000 tonniin uusiutuvaa dieseliä, joka vastasi noin 25 % Suomen autoliikenteen uusiutuvan energian tavoitteesta vuonna 2010. (UPM Kaukas.)

3 TALTEENOTTOLINJA

Talteenoton tehtävänä on yleisesti katsoen ottaa talteen kemikaalit ja lämpö, joita käytetään puun käsittelyssä (kuva 1). Talteenotto sisältää neljä eri vaihetta puunkäsittelyprosessissa: meesauunin, haihduttamon, kaustisoinnin ja soodakattilan. Keittämisen jälkeen jäljelle jää pesemätön massa, joka pestään. (KnowPulp-oppimisympäristö.)

Pesty massa jatkaa matkaansa jatkojalostukseen ja siitä pesun mukana liuenneet arvokkaat kemikaalit jatkavat haihduttamosta alkaen talteenoton piiriin. Yleisesti ottaen kyseessä on vaarallinen työalue erittäin myrkyllisten kemikaalien, pölyisen työympäristön ja räjähdysvaaran takia. (Know-Pulp-oppimisympäristö.)

Sulfaattiprosessin kemikaalien talteenottokierrot, sellutuotanto 1 000 000 ADt/a (Metso)



Kuva 1. Talteenottokierto (Know Pulp)

3.1 Haihuttamo

Rakenteeltaan haihuttamo koostuu useasta korkeasta tornista, joiden sisällä haihdutuselementtinä toimii kuuma höyry. Nimensä mukaan sen päätehtävä on haihduttaa mustalipeästä vesi ja keittokemikaalit, jotka otetaan talteen. Pesussa irtoava pesulipeä saapuu 15-16 % kuiva-ainepitoisena haihuttamolle.

Nykypäivän hyvään soodakattilapolttoon tarvittava polttolipeän kosteuden poisto on 8-10 kuutiota/ts. Tärkeimpiä puun keitossa syntyviä, talteenotettavia sivutuotteita ovat suopa, tärpähti ja metanoli.

Suopaa on eri määrät havu- ja lehtipuussa. Suopa erotetaan välilipeästä ja havupuulla erotusmäärä on 30-50 kg/ts. Metanoli kaasut nesteytetään metanolilaitoksessa ja johdetaan polttoon. Tärpätti taas erotetaan keittolauhteesta ja näitä kahta syntyy yhteensä 8-12 kg/ts. (KnowPulp-oppimisympäristö.)

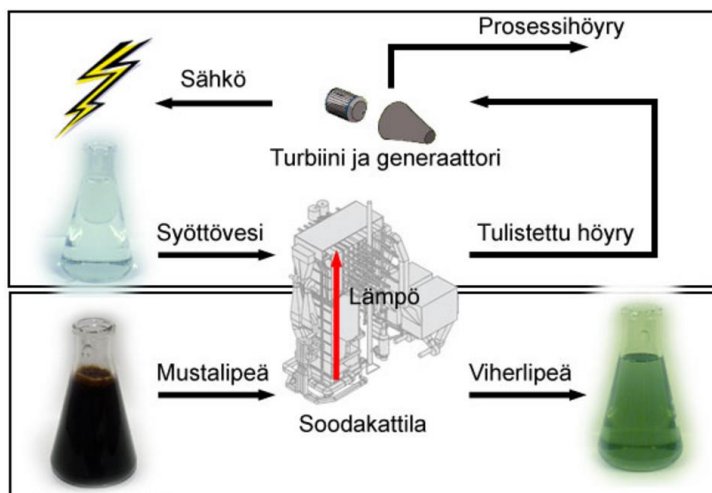
3.2 Soodakattila

Soodakattilan pääasialliset tehtävät ovat lämmön ja keittokemikaalien talteenotto, höyryn ja sähkön tuottaminen, regenerointi sekä ympäristöystävällisen mustalipeän orgaanisen aineksen polttamisen. Kuvassa 2 kuvataan prosessin eri vaiheissa syntyviä tuotteita ja väliaineita.

Kattilan polttoaineena toimii mustalipeä, joka on nimensä mukaan mustaa ja sisältää puun omaa ligniiniä ja keittovaiheessa lisättyjä rikki- ja natriumpohjaisia kemikaaleja ja niiden yhdisteitä.

Kattilan alaosassa sijaitsevilla ns. sulakouruissa virtaa kemikaalisulaa. Kemikaalisula sisältää natriumsulfaattia, natriumsulfidia ja natriumkarbonaattia.

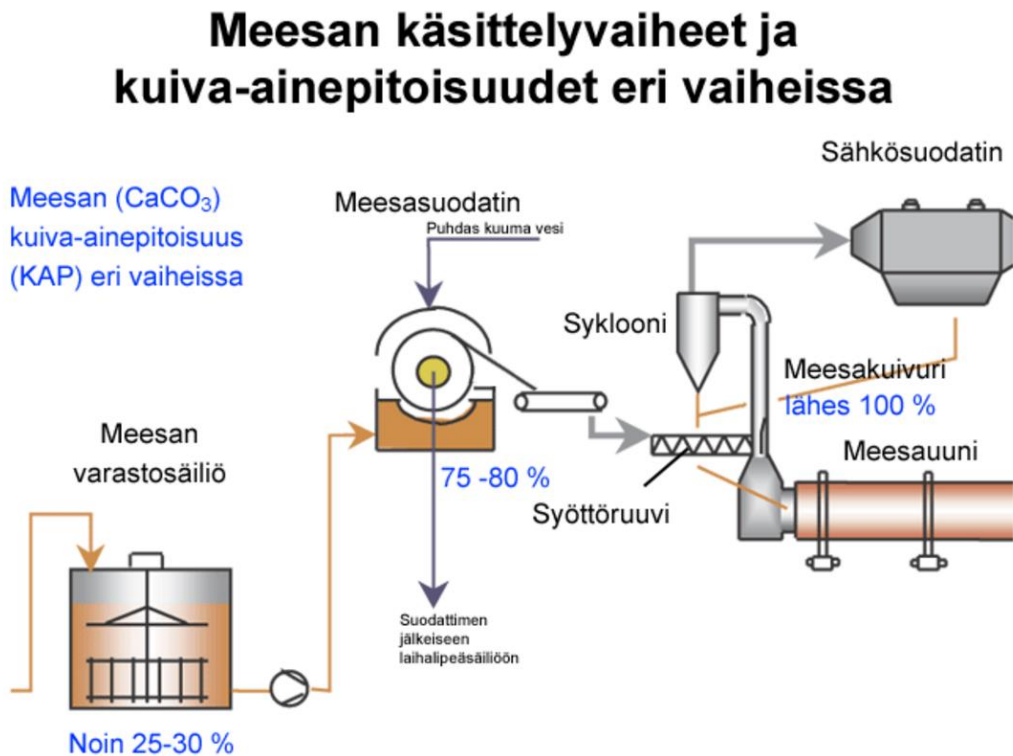
Kyseinen sula liuotetaan laihaan valkolipeään, jolloin saadaan muodostumaan viherlipeää ja se johdetaan seuraavaksi kaustistamoon. (KnowPulp-oppimisympäristö.)



Kuva 2. Prosessin väliaineet (Know Pulp)

3.3 Meesan käsittelyvaiheet

Kuvassa 3 kuvataan meesan pumppaamista märkänä varastosäiliöstä suodattimelle ja siitä eteenpäin uuniin poltettavaksi. Lentotuhka otetaan talteen sähkösuodattimen avulla.



Kuva 3. Meesan käsittelyvaiheet (Know Pulp)

3.4 Uunin syöte, meesa

Meesa on savimainen, lietteinen ja kostea seos, joka sisältää kalsiumkarbonaattia. Kuiva-aineesta alle 10 % sisältää epäpuhtauksia. Meesan kuivaus tapahtuu alipaineistetun suodattimen avulla, joka imee itsensä ympärille meesaa lietteisestä vedestä ja siirtää sen kaapimelle, jonka tehtävä on kuoria kuivanut meesa edelleen uuniin poltettavaksi. Kuivaus suoritetaan uunin lämmönkulutuksen minimoimiseksi. Yleisesti ottaen meesan kuiva-ainepitoisuus pyörii 75-80 % välillä. Jos kuiva-ainepitoisuus alittaa 63 %, on kyseessä jo lietemäinen koostumus. (KnowPulp-oppimisympäristö.)

3.5 Varastosäiliö

Säiliö on tilavuudeltaan muutamista sadoista kuutioista yli tuhanteen, riippuen tehtaan kokoluokasta. Se sisältää sakeaa lietettä, joka seisossaan jähmettyy. Tämän takia säiliön sisällä on kaavin, joka sekoittaa säiliön sisältöä tauotta. Sähkökatkosten ajaksi on hankittu varajärjestelmä.

Jos kaavin rikkoutuu ja sekoitus pysähtyy, jähmettyy lietteinen meesa säiliöön ja johtaa säiliön totaaliseen tyhjennykseen ennen kaapimien uudelleen käynnistystä. (KnowPulp-oppimisympäristö.)

3.6 Meesasuodatin

Suodattimen tarkoitus tässä prosessin vaiheessa on puhdistaa ja nostaa kuiva-ainepitoisuus oikealle tasolle ennen uuniin syöttöä. Uunin tuotannon määrittämisessä käytetään tiheydensäätöä, joka säädetään kohdalleen meesasuotimessa.

Suodatin on malliltaan rummun näköinen. Siitä tulee nimi "rumpusuodatin". Toimintaperiaatteeltaan tämä toimii alipaineella, joka kerryttää suodattimen päällä olevan tiheen kankaan päälle 10-20 mm paksun meesakerroksen, precoat-kerroksen, jonka päälle vielä muodostuu lisää meesaa. Tämä meesa kuoritaan lopulta pois kaapimella ja syötetään uuniin.

Tietyin väliajoin tämä sisempi kerros täytyy uusida ja se tapahtuu tangentialisilla 10-20 barin paineella toimivilla vesisuihkuilla, jotta saadaan aikaan parempi huokoisuus ja edelleen puhtaampi sekä tehokkaampi suodattavuus. Nykypäivän teknologia on mahdollistanut kiekkosuotimen (LMD-Filter) käytön meesan suodatuksessa.

Kiekkosuotimen etuja ovat:

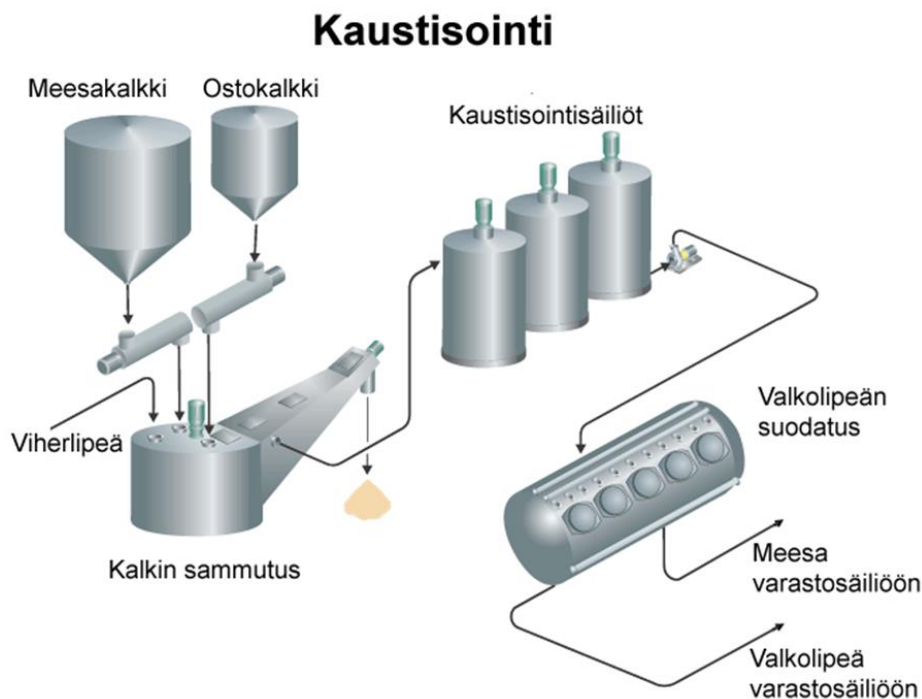
- Parempi optimointi kuiva-ainekapasiteettiin, jolloin se vähentää uunin savukaasujen TRS-päästöjä ja lämmön kulutusta.
- Paremmat säätömahdollisuudet alkalitasoille ja laatutekijöille.
- Tukkeutumaton kanavarakenne mahdollistaa ongelmattoman meesan kuorimisen suotimen pinnasta. (KnowPulp-oppimisympäristö.)

3.7 Meesakuivuri

Suodattimen jälkeen matka jatkuu kuljettimella syöttöruuville ja siitä kuivurille. Kuivuri koostuu noin 15 metriä korkeasta kanavasta ja sen sisällä on yli 500 °C savukaasua, joka kuivaa meesan lähes 100 %:n kuiva-aineeksi.

Seassa on tietenkin savukaasuja ja meesaa, joten ne erotetaan syklonilla ja sähkösuotimella. Sähkösuotimen lämpötila on noin 200 °C ja se on varusteltu vesisuihkuilla sen verran, että mikäli meesan tulo lakkaa ongelmatilanteissa. Lopuksi kuivurissa on uuniin syöttö, jossa tapahtuu poltto ja meesan muuttuminen poltetuksi kalkiksi. (KnowPulp-oppimisympäristö.)

3.8 Kaustisointi



Kuva 4. Kaustisoinnin vaiheet (Know Pulp)

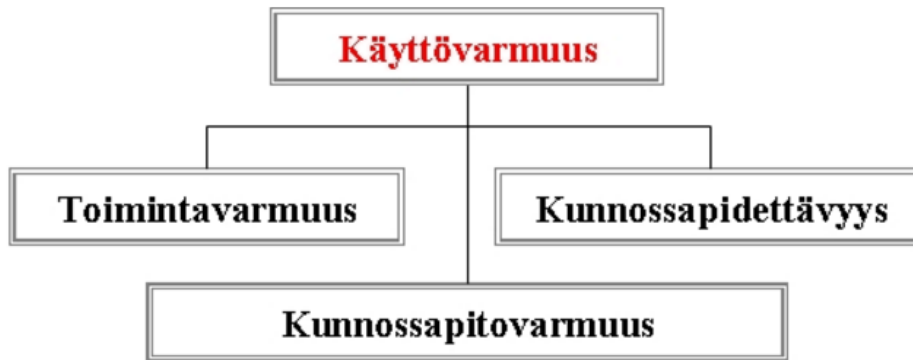
Kaustisoinnissa käytetään sammutettua kalkkia ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) viherlipeän sisältämän natriunkarbonaatin (Na_2CO_3) muuttamiseksi keitossa käytettäväksi natriumhydroksidiksi (NaOH). Tämä prosessi perustuu hyvin pitkälle reaktioihin ja reaktioaikoihin. Reaktion lämpötila pyörii $100\text{ }^\circ\text{C}$ tietämillä. (Know-Pulp-oppimisympäristö.)

4 LUOTETTAVUUS, KÄYTETTÄVYYS JA KÄYTTÖVARMUUS

Laitteiden käyttövarmuutta voidaan kuvailla kahdella eri tekijällä, joista ensimmäinen on kohteen kyky toimia ilman vikaantumista ja toinen on laitteen vikaannuttua, sen palautettavuus takaisin käyttökuntoon. Teollistumisen alkuvaiheessa ei ymmärretty käyttövarmuuden päälle, eikä myöskään sitä kuinka suuri merkitys sillä on tuottavuuden kannalta. Vimeisen vuosikymmenen aikana on asiassa edistytty paljon.

Käyttövarmuuden heikkous ja sen seurauksena odottamattomat vikaantumiset aiheuttavat henkilöstölle ja ympäristölle ylimääräisiä riskejä ja kuormituksia. Käytettävyydellä tarkoitetaan todennäköisyyttä, jolloin kone tai komponentti on ehjä satunnaisesti sitä tarkastettaessa. Tätä voidaan pitää myös synonyyminä varmuudelle.

Luotettavuus puolestaan tarkoittaa sitä, ettei kone vikaannu. Jos kone ei vikaannu kertaakaan tietyn aikamääreeseen mennessä, sillä tarkoitetaan toimintavarmuutta. Käyttövarmuuteen liittyy myös kunnossapidettävyyys ja kunnossapitovarmuus, eli kuinka helposti laitteen voi huoltaa ja miten tehokasta sekä varmaa huoltaminen on. (Ramentor Oy.)



Kuvio 1. Käyttövarmuuden kokonaisuus (Ramentor Oy)

4.1 RCM-menetelmä

Menetelmän nimi tulee sanoista *Reliability Centred Maintenance*, luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Menetelmän juuret johtavat 1960-luvun loppupuolelle ja se kehitettiin alunperin siviili-ilmailun tarpeisiin. RCM:n käyttö perustuu Maintenance Steering Groupin MSG-3 tekemään julkaisuun. Nykypäivänä useat eri teollisuuden tuottajat ja valmistajat käyttävät työssään tätä hyväksi havaittua menetelmää. Tämä mahdollistaa tehokkaan käytettävyyss- ja turvallisuustasojen saavuttamisen, mikä edesauttaa myös taloudellista käytettävyyttä toiminnassa. (RCM:n tietosivut.)

4.2 RCM-varaosa-analyysin suorittamisohje

RCM-analyysiä käytetään seuraavissa osa-alueissa: Lähtötietojen kerääminen, osaluetteloiden päivittäminen, tiedustelut, varastointitarpeen määrittäminen, muutokset ja hankinnat.

Lähtötilanne kartoitetaan projektin aluksi ajamalla varaosalistat kaikista analyysiin sisällytettävistä toimintopaikoista SAP-järjestelmään *ZPM_BOMLIST* transaktionin avulla. Listojen ajamisen jälkeen ne yhdistetään ja avataan Exceliin, jonka jälkeen varaosien tietoja täytetään *ZZM_MD_QUERY* transaktionin avulla.

Exceeliin koottavat lähtötiedot ovat:

- Toimintopaikka
- Toimintopaikan nimi
- Nimike
- Toimittaja
- Toimitusaika (SAP:sta suunniteltu toimitusaika)
- Tilauspiste
- Varastosaldo (omassa varastossa olevat)
- Hinta (liukuva keskihinta)
- Käyttö muissa nimikkeissä, laitteissa, toimintopaikoissa
- Nimike muilla tehtailla
- Kokoonpanokuva (näkyv. ko. varaosan sijainti)
- Varaosan oikeellisuus (onko ko. varaosa laitteessa)
- Huollon kautta varastoon tuleva (merkitään erikseen)

Tämän jälkeen tehdään oman varaston läpikäynti ja saldon paikkaansapitävyys. Varaosan kunto varmistetaan erityisesti kumiosilla. Excelin varaosa-välilehdeltä tulisi löytyä ne osat, jotka pumpun rakenneluettelosta pitäisi vähintään löytyä. Tarvittaessa tehdään nimikesidosmuutokset. (UPM Kaukas esittelyaineisto.)

4.3 RCM-menetelmän hyödyntäminen varaosa-analyysissä

Seuraavassa esitetään päätöslogiikkapuu, jonka avulla tunnistetaan ehkäisevää kunnossapitoa, vikaantumisten ja vikaantumiseen johtavia vanhenemismekanismia ja niiden turvallisuutta. Tätä karttaa hyödyntäen voidaan laskea komponenttien käyttöaikaa ja sitä myöten vikaantumisen riskiä.

Yleensä mitä enemmän komponenttia käytetään, sitä enemmän se kuluu ja sitä suurempi riski on laitteen rikkoontuminen. Joskus tulee eräille näkökulma, että laite, jota käytetään silloin tällöin, voisi rikkoontua helpommin, koska uudelleen käynnistys kuluttaa sitä aina, mutta tästä ei ole näyttöä käytännössä.

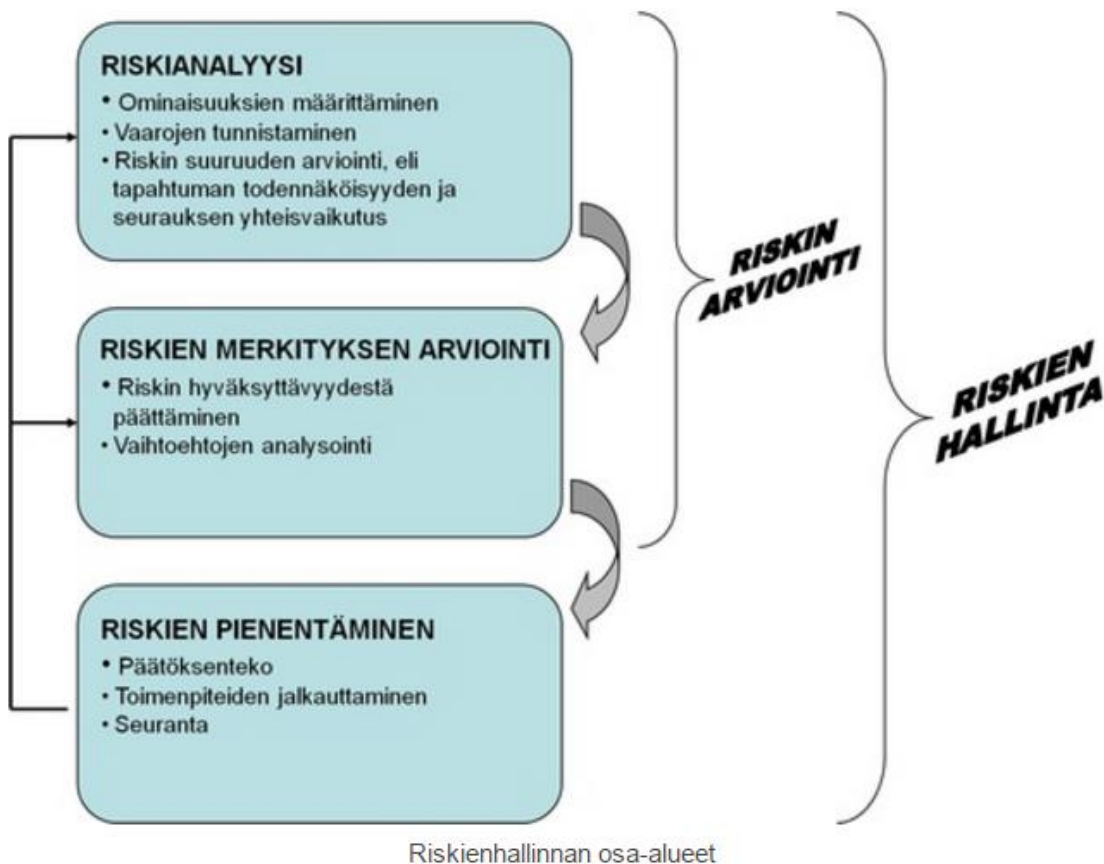
Päätöslogiikkapuun vaiheet:

1. Kohteen paikallistaminen ja rajaus
2. Mitä kohde tekee ja kuinka suorituskykyinen se on?
3. Millainen vikaantuminen ja mitä toimintoja se ei enää kykene tekemään?
4. Mikä tai mitkä on aiheuttanut vian/viat?
5. Mitä tapahtuu vian tai vikojen ilmettyä?
6. Mikä on niiden vaikutus?
7. Miten voidaan jatkossa ehkäistä tai ennustaa vika tai vial?
8. Mitä tehdään, jos ennakoivaa toimenpidettä ei voida määrittää tai soveltaa?

Kaikkien edellämainittujen kysymysten pääpaino on työntekijöiden ja ympäristön turvallisuudessa, mutta edellämainitut kriteerit riippuvat aina tuotteista ja miten niitä voidaan menetelmään soveltaa. Hyvänä esimerkkinä tuotanto vaatii taloudellisuutta, mutta se voi johtua suurilta osin ympäristönsuojeluvaatimuksista tai suojelulaitteet vaativat toimintakykyä, joten sille asetettaneen pienemmät vaatimukset. Eli menestykselliseen soveltamiseen on jokaiselle kohteelle tehtävä yksilökohtainen arviointi ja toteutus, lisäksi tekijällä on oltava hyvää laitteiden ja rakenteiden tuntemusta. (Ramentor Oy.)

4.4 Riskianalyysi

Aina teollisuudessa olevien koneiden ja laitteiden kanssa työskennellessä on riski saattaa itsensä tai muut hengenvaaraan, koska laitteisiin liittyy aina epävarmuustekijöitä, todennäköisyyksiä ja seuraamuksia. Tästä muodostuu niin sanottu riskin suuruus. Se voidaan tiedostaa ennalta tai olla tiedostamatta kokonaan. Riskianalyysi on joka näkökulmasta katsottuna järkevää ja suotavaa tehdä aina, kun on kyse yksilön tai yhteisön turvallisuudesta. Tätä käyttämällä saadaan usein taloudellisia, joskus suuriakin etuja. Käytettynä systemaattisesti tämä muodostaa useita eri vaiheita, kuten riskianalyysi, riskien pienentäminen, ja riskien merkityksen arviointi. (Ramentor Oy.)



Kuva 5. Riskianalyysi (Ramentor)

4.5 Riskianalyysin pääkysymykset ja hallinnan arviointi

Tässä luvussa kerrotaan riskianalyysin pääkysymyksistä ja hallinnan arvionnista, sillä tutkimuksen kannalta näiden kysymysten avulla saadaan kartoitettua ennaltaehkäisevää kunnossapitoa ja pienennettyä mahdollisesti jo sattuneen vahingon jälkivahinkoja.

Riskien arvioinnin kysymyksiä:

- Mitä tietoa saat?
- Minkä verran tietoa saat?
- Mikä on pahimman mahdollisen tilanteen todennäköisyys?
- Mitkä ovat seuraukset?
- Mitkä ovat seuraukset, jos mitään ei tehdä?

Riskien hallinnan kysymyksiä:

- Miten poistat tai vähennät riskiä?
- Mitä vaihtoehtoja on?
- Miten toimivia vaihtoehtot ovat?
- Miten ne vaikuttavat?
- Kuinka epävarmoja/parhaita ne ovat?

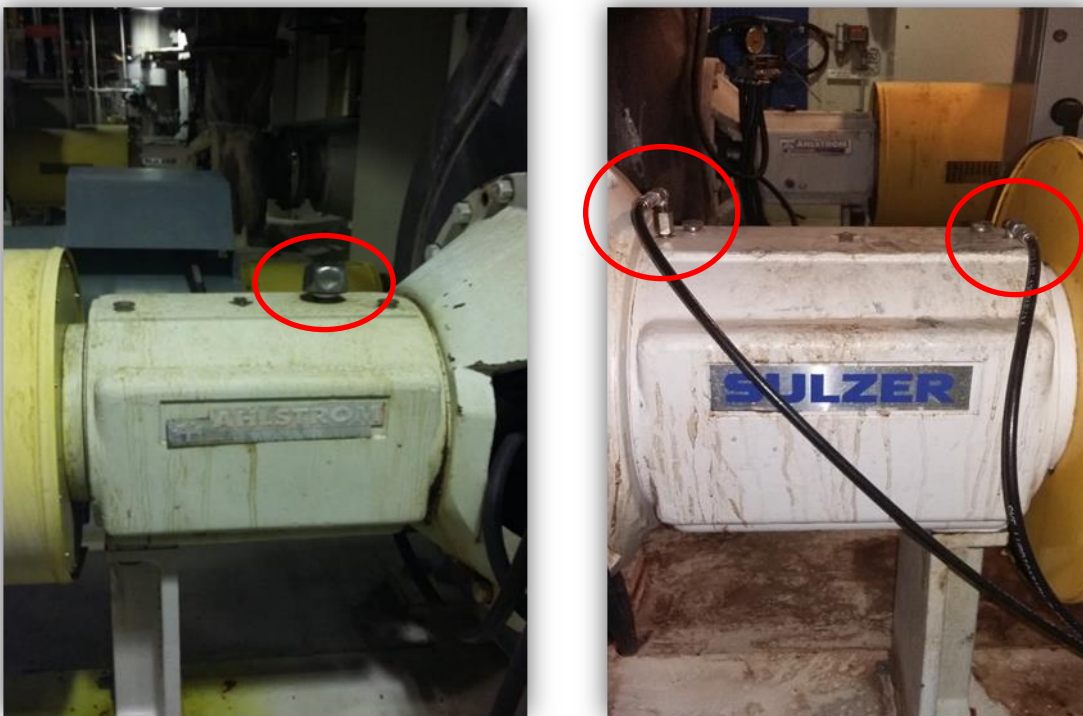
Pienen todennäköisyysriskin esimerkkitalanteena voisi mainita kattilan syöttövesipumppujen äkillinen vikaantuminen, jolloin kyseessä on jo todella vakava onnettomuuden riski. Tällaisessa tapauksessa kattilan putkistot ja laitteistot ylikuumentuvat. Edellämainitun tilanteen välttämiseksi ovat tietenkin turva-automaatiojärjestelmät kehittyneet ja kehittyvät jatkossakin. Aina on hyvä varautua kaikkiin tilanteisiin, vaikka ne tuntuisivatkin epätodennäköisiltä. (Ramentor Oy.)

5 LAITTEIDEN MALLIVARAOSARAKENTEET JA NIIDEN PÄIVITTÄMINEN

Pumput ovat tärkeä osa tehtaan toimivuutta ja ylipäätään koko tehtaan kokonaisuutta. Väliaineina eli pumpattavina materiaaleina käytetään lipeää, vettä, suopaa, sellumassaa, myrkyllisiä ja syövyttäviä kemikaaleja sekä lukuisia muita aineita tehtaan tuotantosuuntauksesta riippuen. Tämä kertoo jo suurilta osin sen, miten paljon pumppujen on kestettävä eri aineita ja lämpötiloja.

5.1 Pumppu

Pumput koostuvat muutamasta pääkomponentista, joista mainittakoon juoksupyörä, pesä, pesän kansi ja sivulevy sekä useista pienemmistä, kuten muttereista, pulteista ja tiivisteistä. Pumpun voitelutyyppin määrittäminen tapahtuu tarkastamalla kentältä löytyykö pumpusta huohotin. Jos huohotin löytyy, se on öljyvoideltu. Rasvavoitelusta kertoo laakerointiin johtavat rasvaletkut. Yleisimpiä pumpun valmistajia ovat Sulzer ja Ahlström (kuva 6 ja 7).



Kuvat 6 ja 7. Pumppujen voiteluyhteet

5.2 Pumpun varaosarakenteen tietojen keräys ja virheiden havainnointi

Työn aloittaminen tapahtui tulostamalla eri laitekriittisyyden omaavien pumppujen osalta niiden toimintopaikkanumerolista (kuva 8), josta näkyi kyseisen laitteen laitenumero, sarjanumero sekä voitelutyyppi. Mikäli pumpun tiedot tyyppikilvestä eivät täsmänneet, tuli tieto kirjata lehtiöön ja tehdä muutokset seurantaraporttiin.

Toimintopaikka	Laite	Valm. sarjanro	VOITELUTAPA
KAU1-23 5019 6401	KAU1-P-005141	Z96127371	RASVA
KAU1-23 5022 6401	KAU1-P-004647	Z498210	RASVA
KAU1-23 5022 6402	KAU1-P-004648	Z498718	RASVA
KAU1-23 5022 6403	KAU1-P-004649	Z430105	RASVA
KAU1-23 5022 6404	KAU1-P-005789	Z96127446	RASVA
KAU1-23 5022 6405	KAU1-P-005790	Z96127447	RASVA
KAU1-23 5022 6421	KAU1-P-004650	Z498720	ÖLJY
KAU1-23 5022 6422	KAU1-P-004651	Z498721	ÖLJY
KAU1-23 5022 6423	KAU1-P-005549	Z96127448	RASVA
KAU1-23 5025 6401	KAU1-P-004652	Z498637	RASVA
KAU1-23 5025 6402	KAU1-P-004653	Z498638	ÖLJY
KAU1-23 5025 6403	KAU1-P-004654	Z498639	ÖLJY

Kuva 8. Toimintopaikkanumerolista

Työn aikana ilmeni muutama virheellinen sarjanumero ja voitelutyyppikään eivät aina täsmänneet ilmoitettuun. Erästä pumpusta puuttui kokonaan tyyppikilpi, josta on tehty ilmoitus. Haasteena tässä oli kaikkien pumppujen löytäminen ja paikallistaminen rakennusten sisältä, sillä tehdas koostuu sadoista pumpuista. Lisähaastetta toi pumpattavien materiaalien kuumuus, jolloin piti olla todella varovainen tarkastellessa pumppuja. Mielenkiintoisimmat paikat olivat savupiippu ja höyrynjakotorni.

Kuvasta näkyy myös virheellinen toimintopaikkamerkintä, jossa oikea merkintä olisi punakilpinen 5651 6412, eikä taustalla oleva valkoinen 5652 6412. Tieto on varmennettu sarjanumeron perusteella. Tästä koituisi jatkossa ongelmia oikeiden varaosien tilauksen yhteydessä.



Kuva 9. Virheellinen tyyppimerkintä

5.3 Pumpun varaosarakenteen oikeellisuuden määrittäminen Excelissä

Varaosarakenteen mallia pystyi katsomaan lukuisista eri pumppukirjoista, joita löytyy UPM:ltä Sulzerin toimittamana. Niistä käy ilmi minkälaisilla ja kokoisilla komponenteilla pumput on rakennettu.

Ensin oli tärkeää selvittää sarjanumerot kentältä. Tämän jälkeen oli mahdollista lähettää toimintopaikkanumero, sarjanumero ja laitenumero Sulzerille. Tämän jälkeen Sulzerilta saatujen tietojen perusteella löysimme pumpuille oikeat kansien numerot.

Laakerointinumerot ja juoksupyörän maksimihalkaisijat on saatu vastaavasti pumpputietolistalta (John Crane Safematic Oy) toimintopaikkanumeroiden avulla. Loput tiedot on etsitty pumppukirjoista, tiivistetaulukoinnista ja SAP-järjestelmästä.

Alla olevista osaluettelokuvista (kuva 10) selviää, ettei avoimella juoksupyörällä varustetussa pumpussa ollut tiivisterengasta ollenkaan. Tiivistelevyn sijaan pumpusta löytyi sivulevy. Suljetulla juoksupyörällä olevalla pumpulla ei taas ollut sivulevyä, mutta tiivisterengas löytyi. Ympyröity merkintä tarkoittaa, ettei kyseistä liukurengastiivistettä ole saatavilla Kaukaalla.

Vaihtoerä	Sis. Laakerointi, pesän kansi, liukurengastiiviste			18507889
Laakerointi	384696P504	Sulzer taulukko	ÖLJY	18529535
Pesä	1421850141	Pumppukirja	EN 1.4468	18539073
Pesän kansi	1420530141	Honkanen	PESÄN KANSI APP52	18307771
Tiivisterengas	Avoin jp, ei tiivisterengasta	Honkanen		OK
Juoksupyörä	283895	Sulzer taulukko	OPEN 533MM	10011349
Sivulevy	2835290141	Pumppukirja	APP52-400	10014241
Kytkin - Kokoonpano	H139475080	Pumppukirja	FENAFLEX F120-250 D75H7/D80H7	
Kytkin - Jousto				10017801
Kytkin - Pala				10018952
Kytkin - Laippa				10018483
Liukurengastiiviste	SE2-AP-80-QRMG-305169	Surakan lista		18532919 EIKAU

Kuva 10. Pumpun mallivaraosarakenne, avoin juoksupyörä

Vaihtoerä on yksi tärkeimmistä osaluettelon komponenteista, se koostuu laakeroinnista, pesänkannesta ja liukurengastiivisteestä. Yhteensopivuus saadaan hakemalla SAP-järjestelmästä transaktionilla MM03 ja haulla BDF.

BDF-kenttään syötetään laakeroinnin ja pesän kannen osanumerot seuraavasti: *384696P404 1420490141*. Tämän jälkeen löydetty nimikenumero avataan ja verrataan sisältyykö kyseiseen pakettiin oikeanlainen liukurengastiiviste. Kuvaan 11 on löytynyt yhtäläisyys osien kesken ja nimikenumero on saatu 18507907.

Vaihtoerä	Sis. Laakerointi, pesän kansi, liukurengastiiviste			18507907
Laakerointi	384696P404	Sulzer taulukko	ÖLJY	18548230
Pesä	1421680141	Pumppukirja	EN 1.4468	18307789
Pesän kansi	1420490141	Honkanen	PESÄN KANSI APP42	18537085
Tiivisterengas	4843120141	Honkanen		18544175
Juoksupyörä	283922	Sulzer taulukko	CLOSED 350MM	10011368
Sivulevy		Pumppukirja	Suljettu jp, ei sivulevyä	OK
Kytkin - Kokoonpano	H137348075	Pumppukirja	FENAFLEX F100-180 D48H7/D75H7	
Kytkin - Jousto				10017800
Kytkin - Pala				18534623
Kytkin - Laippa				18534977
Liukurengastiiviste	SE2-AP-60-QRMG-305145	Surakan lista		10008027

Kuva 11. Pumpun mallivaraosarakenne, suljettu juoksupyörä

5.4 Pumpun varaosarakenteen oikeellisuuden määrittäminen SAP:issa

Kuvien 12 ja 13 eroavaisuudet havaitaan katsomalla kuvan 12 pumpun osaluetteloa. Kyseisessä osaluettelossa on ylimääräisiä kytkinlaippoja, juoksupyöriä ja laakerointiyksiköitä.

Todellisuudessa siellä kuuluu olla yksi kutakin osaa, kuten kuvaan 13 on kirjattu. Aikaisemmin on käytetty P ja P1 -liukurengastiivistemalleja, mutta nykyisin ne on korvattu AP-malleilla.

Toimintopaikan rakenne-esitys: rakenneluettelo									
Toimintopaikka		KAU1-23 5153 6488			VO:n alku		10.06.2016		
Nimitys		PUMPPU, PRIMÄÄRILAUHDE SÄILIÖÖN							
▼ KAU1-23 5153 6488		PUMPPU, PRIMÄÄRILAUHDE SÄILIÖÖN			C		▼		
▼ KAU1-P-004693		KESKIPAKOPUMPPU (ÖVOI) APP 32-100							
▼ 18537952		PUMPPU AHLST APP32-100 P10084			N		1		KPL N
•	10017804	JOUSTOELEMENTTI FENAF F 70 CR			L	1	KPL	S	
•	18531511	PALA FENAF-F-70-RX25-140 FENAF 140			L	1	KPL	S	
•	18543467	KYTKINLAIPPA FENAF-RX-25,-NO:70 KÄYTTÖVÄ			L	1	KPL	S	
•	18539655	KYTKINLAIPPA FENAF-F-70-F NAPA-TL-2012 F			L	1	KPL	S	
▶	18549181	JUOKSUPYÖRÄ AHLST 283915/484309 JUOKSUPY			N	1	KPL	N	
▶	18549216	JUOKSUPYÖRÄ AHLST 284457/284459 JUOKSUPY			N	1	KPL	N	
▶	18514813	JUOKSUPYÖRÄ AHLST 283880/283508 +OHJAIN			N	1	KPL	N	
•	18515302	TIIVISTE SE2-50-QRMG-305123 SAFEM QRMG 5			L	1	KPL	S	
▶	18501496	LAAKEROINTIYKSIKKÖ P3 SULZE 384696P304			L	1	KPL	D	
▶	18541386	LAAKEROINTIYKSIKKÖ (P3) AHLST 384695			L	1	KPL	D	
▶	18500799	PUMPUN PESÄ AHLST 142155 1.4468			L	1	KPL	S	
▶	18549138	PESÄ AHLST 142154			N	1	KPL	N	
•	10012939	TIIVISTEKANSI SULZE 142046-01-52 GRS-200			L	1	KPL	S	
•	18308054	VÄLIPALA SULZE A32 931355015H A395 60-40			L	1	KPL	S	
•	10011908	HOLKKI APP3 1.4460 3822030133 SULZE			L	1	KPL	S	

Kuva 12. Pumpun mallivaraosarakenne SAP-järjestelmässä (alkuperäinen)

Esimerkiksi kytkimen oikeaa mallia etsiessä vertailtiin pumppukirjojen ikää ja sarjanumeroa, koska pumppukirjat voivat olla alkuperäiset. Tämän seurauksena täytyi etsiä viimeisimpiä ilmoituksia pumppua koskevista korjaus- tai kunnostustöistä ja poimia viimeisimmät päivitystiedot.

Kuvasta 13 löytyvät selvästi ne pääkomponentit, joita pumpuissa tarvitaan ja jotka ovat alttiimpia rikkoutumisille. Jos halutaan tutkia vanhaa ja sekavaa alkuperäistä osaluetteloa, löytyy se vanhan osaluettelon alta. Sieltä ei ole poistettu yhtäkään osaa tai komponenttia, vaan ne on jätetty tarkoituksella näkyviin siltä varalta, että jos sitä on tarve tutkia myöhemmin.

Toimintopaikan rakenne-esitys: rakenneluettelo									
Toimintopaikka		KAU1-23 5153 6421			VO:n alku		18.07.2016		
Nimitys		KIERRÄTYS PUMPPU, YKSIKKÖ 2.							
▼ KAU1-23 5153 6421		KIERRÄTYS PUMPPU, YKSIKKÖ 2.							
▼ KAU1-P-004754		KESKIPAKOPUMPPU (ÖVOI) APP 52-400							
•	18539073	PESÄ AHLST 142185 1.4468			L				
•	18507889	VAIHTOERÄ SULZE P5 384695P504 1.4468 GRE			L				
▶	18529535	LAAKEROINTIYKSIKKÖ APP5 SULZE 384696P504			L				
•	18307771	TIIVISTEKANSI SULZE APP52 1420530141-0 1			L				
•	18592919	TIIVISTE SE2-AP-80-QRMG-305169 SAFEM 2-T			N				
▶	10011349	JUOKSUPYÖRÄ D533/13DEG SULZE A 533 B95 Z			L				
▶	10014241	SIVULEVY SULZE APP52-400 2835290141 SS23			L				
•		FENAFLEX F120-250 D75H7/D80H7			T				
•	10017801	JOUSTOELEMENTTI FENAF F 120 CR			L				
•	10018952	PALA FENAF F120-RX35-250 L250MM			L				
•	10018463	LAIPPA FENAF F 120 F			L				
•	10016429	VIRTAUSMITTARI SFD-08-10			L				
•	18516055	TIIVISTENESTEMITTARI SAFEM SFD-C08-10-R3			L				
•	10028242	LETKUKARA TEMA 1810			L				
•		VAHNA OSALUETTELO			T				
▶	18547407	PUMPPU AHLST APP52-400 P00229 286265 10			N				

Kuva 13. Pumpun mallivaraosarakenne SAP-järjestelmässä (korjattu)

Tämän korjatun version ansiosta käyttäjän on helppo etsiä ja löytää oikeat komponentit rikkoutuneiden tilalle ilman, että tarvitsee avata kaikkia alaotsikoiden alaotsikoita ja lisätä siten muutenkin jo menetettyä tuotantoaikaa.

5.5 Muutosnumeron luominen osatietoluettelon muutosta varten

Muutosnumero luodaan jokaiselle päivälle erikseen, tässä tapauksessa se oli 500000009968. Tämän etuna on se, että aina voidaan jäljittää muutostyöt päivien perusteella, jos on havaittu virheellisiä tietoja osatietoluettelossa.

Muutosnumeron haku tapahtuu antamalla SAP:iin transaktio *CC01*. Seuraavana järjestelmä kysyy ohjaustoimintoon profiilia ja siihen haetaan profiili *MD001*, joka on UPM:n standardi muutosprofiiliin. Tämän jälkeen kuvan 14 mukaan lisätään kenttiin vastaavat tiedot ja tallennetaan, jonka jälkeen saa päiväkohtaisen muutosnumeron. Muutosnumero tulee säilyttää jatkoa varten.

Luo muutosperustietue: muutosotsikko

Objektityypit | Objektit | Vaihtoehdotset päivämäärät

Muutosnumero: KAU1-TALTO OSALUETTELOIDEN PÄIVITYS
Muutosperustietue ilman vapautusavainta

Kuvaus

Voimassaolon alku:
Käyttöoikeusryhmä:
Muutosperuste:

Tilatiedot

Muutosnumeron tila:
 Käyttö
 Poistomerkki

Hallintatiedot


Luontipäivämäärä: Tekijä:
Muutospäivämäärä: Muuttaja:

Kuva 14. Muutosperustetietolomake

Seuraavana toimenpiteenä on laitteen osaluettelon muuttaminen. SAP:iin syötetään transaktio IB02. Kohtaan "Laitte" syötetään laitteen laitenumero, kohtaan "Toimipiste" KAU1 (Kaukas) ja kohtaan "Rakennekäyttö" tulee numero 4.

Edellisessä osiossa luotu muutosnumero tulee kuvan 15 kohtaan muutosnumero. Klikkaamalla enter, tulee kysymys rakenteen kuvauksesta johon voi kirjoittaa mitä on tekemässä, esimerkiksi "Osaluettelon päivitys".

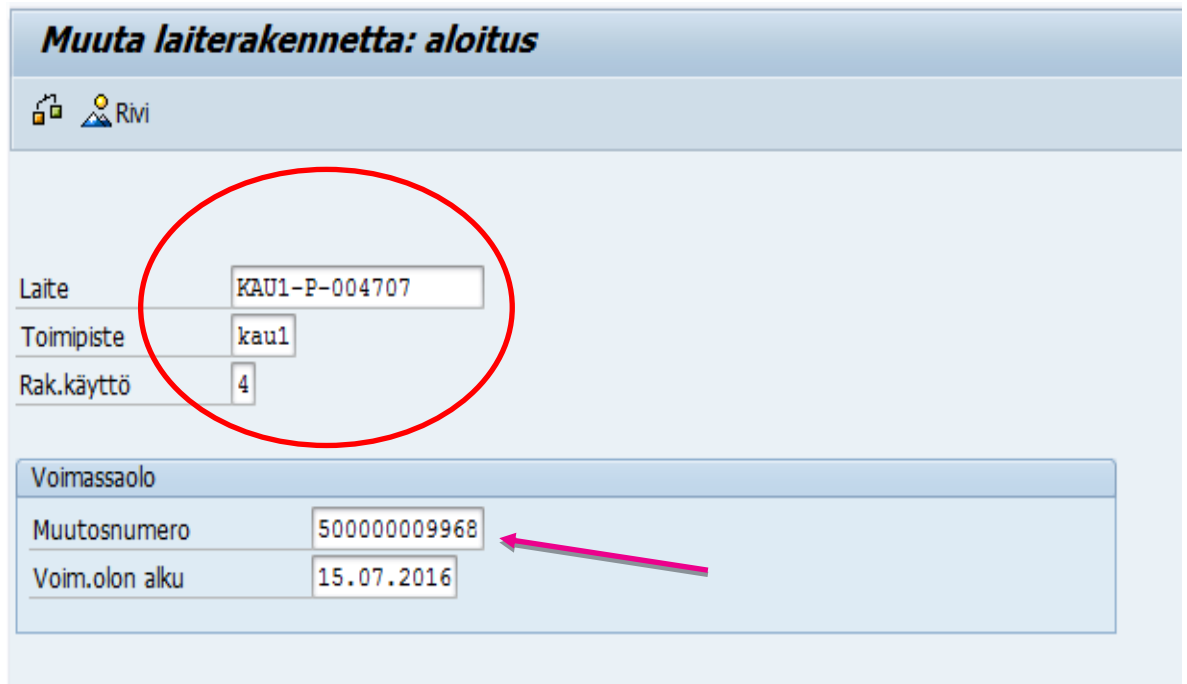
Muuta laiterakennetta: aloitus

 Rivi

Laite
 Toimipiste
 Rak.käyttö

Voimassaolo

Muutosnumero
 Voim.olon alku



Kuva 15. Laiterakenteen luominen

5.6 Nimikenumeroiden syöttäminen osatietoluettelo

Nimikenumeroita järjestelmään syöttäessä vastaan tuli kiinalaisia kirjaimia joidenkin laitteiden kohdalle. Kuvassa 16 olevista kiinalaisista kirjaimista ei voi tietää mitä ne ovat ja mitä ne tarkoittavat. Perässä oleva numero paljastaa, että kyse on laakeroinnista. Kirjaimet kuitenkin täytyy muuttaa normaaleiksi kirjaimiksi, jotta kaikki käyttäjät ymmärtävät, mistä osasta on kyse. Tämä tapahtui ottamalla yhteyttä kääntäjään, joka suoritti käännöstyön.

Tmp	Varasto	VrPka	Var.nro	Var.tyyppi	Nimike	Nimikkeen lyhyt selitys
KAU1	NONE				18308114	SPIRAALIPESÄ SULZE 1433830141
KAU1	NONE				18592919	TIIVISTE SE2-AP-80-QRMG-305169 SAFEM 2-T
KAU1	NONE				18623250	KANSI SULZE NVP32 1438350141-0 1.4468
KAU1	NONE				18717493	轴承单元 384695P301 AHLST
KAU1	NONE				18717495	轴承单元 384695P501 AHLST
KAU1	NONE				18854079	HOUSING APP11-32 AHLST 1421280141 REPERE
KAU1	NONE				18854492	HOUSING APP54-500 AHLST 1421970141

Kuva 16. Kirjaimien muutostyö

Näytä nimike 18503410 (KUNNOSSAPITOTARVIKKEET JA)

Lisätiedot Organisaatiotasot

Perustiedot 1 Perustiedot 2 Luokitus Myynti: myyntiorg. 1

Nimike **18503410** SIVULEVY SULZE APP22-32 2884500141 1.446

Yleiset tiedot

Perusmääräyksikkö	KPL	Kappale	Tavararyhmä	060401
UPM Material Master	18308022		Ulk. tavararhm.	E060401
Sektori				
Kiintiöntikaavio				
Tmp yht. nim. tila			Voim.olon alku	
			Yl. rivit.ryhmä	NORM Vakiorivi

Kuva 17. Korvaava nimikenumero

Osalle nimikenumeroista järjestelmä herjasi, että se on merkitty poistettavaksi SAP-järjestelmästä (kuva 17). Ylempi ympyröistä tarkoittaa poistuvaa nimikenumeroa ja alempi UPM Material Master-numero tarkoittaa korvaavaa nimikenumeroa. Näistä valitaan alempi, ympyröity numero, joka on uudempi käytössä oleva nimikenumero.

Kuvassa 18 näkyy uudistettu osaluettelo täydellisenä sekä vanhan osaluettelon tiedot, jotka ovat sarakkeen alaosassa. Listan järjestyksen muuttaminen perustuu rivi-sarakkeen numerointiin välillä 10-1000. Numero 10 tarkoittaa, että komponentti näkyy listassa ylimmäisenä ja suurin numero on listan viimeisenä. Jos halutaan lisätä pelkkä tekstitieto, laitetaan kirjaintunnuksiksi T, ja vastaavasti, jos lisätään nimikenumeroilla varustettu tieto, kirjataan tunnuksiksi L.

Laitteen ollessa muualla kuin Kaukaalla ohjelma ilmoittaa, ettei sitä ylläpidetä KAU1:ssä. Laitteen ollessa poistettu paikalta, tulee siitäkin ilmoitus. Näillä ilmoituksilla voidaan estää virheitä, eikä vääriä tietoja voi syöttää järjestelmään. Työn aikana tapahtuneet virheet pystytään huomaamaan viimeistään osaluetteloa luodessa.

Muuta laiterakennetta: rivin yleistiedot

Alirivit Uudet merkinnät Otsikko Voimassaolo

Laitte KAU1-P-004688 KESKIPAKOPUMPPU (RVOI) APP 52-400
 Toimipiste KAU1 Kaukas Pulp

Nimike As.kirja Yleinen

Rivi	R...	Komponentti	Komponenttiniitys	Määrä	MY	Kok	Ar	Voim. alku	Voim.loppu	Muutosnumero
0010	N	18539073	PESÄ AHLST 142185 1.4...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	08.07.2016	31.12.9999	
0020	L	18507889	VAIHTOERÄ SULZE P5 3...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	08.07.2016	31.12.9999	
0030	L	18554914	LAAKEROINTIYKSIKKÖ A...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	08.07.2016	31.12.9999	
0040	L	18307771	TIIVISTEKANSI SULZE A...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	08.07.2016	31.12.9999	
0050	N	18592919	TIIVISTE SE2-AP-80-QR...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0060	L	10011349	JUOKSUPYÖRÄ D533/13...	1	KPL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0070	L	10014241	SIVULEVY SULZE APP52...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0080	T		FENAFLEX F120-250 D75...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0090	L	10017801	JOUSTOELEMENTTI FEN...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0100	L	10018952	PALA FENAF F120-RX35...	2	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0110	L	10018463	LAIPPA FENAF F 120 F...	2	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0120	L	10016429	VIRTAUSMITTARI SFD-0...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0130	L	18516055	TIIVISTENESTEMITTARI...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0140	L	10028242	LETKUKARA TEMA 1810...	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.07.2016	31.12.9999	500000009963
0150	T		VAHNA OSALUETTELO	1	KPL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	08.07.2016	31.12.9999	
0160	N	18549407	PUMPPU AHLST APP52-4...	1	KPL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27.10.2009	31.12.9999	
0170						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Kuva 18. Osaluettelon muuttaminen

6 VARAOSAT JA NIIDEN VARASTOINNIN NYKYTILANNE

Tehtaiden ja koneiden varaosat ja niiden saanti ovat elinehto laitteiden toimivuuden ja tuottavuuden maksimoimiseksi. Nykyään laitteiden ollessa toimintavarmempia varaosat voidaan säilyttää muuallakin kuin tehtaan omista varastoissa, esimerkiksi toimittajan varastossa, josta ne saadaan kuljetettua nopeasti toimintapaikalle. Ehtona on tietenkin toimitukseen kuluva aika. Toimistusaika määräytyy komponentin kriittisyysluokituksen mukaan, eli mitä kriittisempi osa on toimivuuden kannalta, sitä nopeammin se on saatava kohteeseen.

Tehtaalla suositetaan käsivarastointia halpojen ja pienien osien, esimerkiksi pulttien ja mutterien kohdalla, koska muuten logistiikkakustannukset nousisivat liian suuriksi. Suuremman kokoluokan laitoksilla ja tehtailla on useasti käytössä useampi käsivarasto. Joissain yrityksissä on liikkuva paketti- tai kuorma-auto varaosien toimitusajan lyhentämiseksi toimintapaikalle, jos liikutaan useissa eri asiakas-kohteissa. Vastaavasti taas varaosien liika varastointi ei ole kannattavaa, sillä aika kuluttaa ja koettaa esimerkiksi tiivisteitä ja tekee niistä käyttökeltottomia. Tästä päätellen varaosapolitiikka vaatii hyvää yhteistyötä toimittajien ja tehtaiden välillä sekä jatkuvaa suunnittelua huomioiden käynnissäpidon kriittisyyden, materiaalin saatavuuden, toimitusnopeuden, varastointivaatimukset, hinnan, sekä ympäristö- ja turvallisuusvaatavuuden.

6.1 Varaosien varastointi Kaukaalla

Kaukaan tehdasalueella on omat varastot, jotka kattavat noin 20 000 laitetta ja osaa. UPM:n yksi pääkriteereistä on turvallisuus, joten turvallisuuskriittisten laitteiden on löydettävä tehtaan omista varastoista. Turvallisuuskriittisiin laitteisiin kuuluu niin vaihdelaatikot, kuljettimet ja ruuvit, sekä erinäiset pumput, kuten syve (syöttövesi), ja niiden varaosat. Vähemmän kriittisiä laitteita, kuten kiilahihnoja ei voida varastoida kauan kumin kovettumisen ja haurastumisen takia. Tällaisissa tilanteissa yleensä varaosa ei ole niin harvinainen, etteikö sitä saataisi toimitettua tehtaalle työpäivän aikana suoraan toimittajan hyllystä. SAP-järjestelmää siivotessa tämänkaltaiset tilanteet täytyy ottaa huomioon ja tehdä tarvittavat muutokset ylivarastoinnin estämiseksi.

6.2 Varaosien varastointitarpeen määrittäminen

Osien varastoinnille omassa varastossa lähtökohtana yleensä pidetään toimitusajan pituuden suhdetta osan vikaantumisen alkamiseen ja vikaantumisen tarvetta korjaamiselle. Toisin sanoen, kyseessä on tarveaika. (KANNINEN 2013.)

Kuvassa 19 vikaantumisen alkamisen huomaaminen voidaan jakaa neljään pääryhmään:

1. Piilevä vikaantuminen (huomataan vasta osan hajotessa, esim. akselin murtuminen)
2. Vaikeasti huomattava (huomataan vasta, kun hajoaminen todella lähellä <2 pv, esim. ketju-pyörä)
3. Kunnonvalvonnassa huomattava (2-14 pv aikaa osan vaihdolle, esim. laakeri)
4. Helposti huomattava (hajoamiseen pitkä aika, yli 2 viikkoa, esim. kiilahihna)

Kriittisyys	Dokumentointi osien osalta	Toimitusaika	Vikaantumismekanismi	A					B					C				
				Tarkat osatiedot, varastointimäärät, varastoinnissa huomioitavat asiat jne.					Tarkat osatiedot, varastointimäärät, varastoinnissa huomioitavat asiat jne.					Osaluettelo ajantasainen				
				< 1pv	1 - 3pv	3 - 7pv	7 - 14pv	> 14pv	< 1pv	1 - 3pv	3 - 7pv	7 - 14pv	> 14pv	< 1pv	1 - 3pv	3 - 7pv	7 - 14pv	> 14pv
	Piilevä vikaantuminen, huomataan vasta osan hajotessa (PV)			O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	E	O	O	O	O
	Vikaantuminen vaikea huomata ennen kuin hajoaminen on aivan lähellä: (VH)	< 2 pv		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	E	O	O	O	O
	Vikaantuminen voidaan huomata kunnonvalvonnassa ja aikaa osan vaihdolle: (HK)	2 - 7 pv		E	O	O	O	O	E	O	O	O	O	E	E	O	O	O
		7 - 14 pv		E	E	E	O	O	E	E	E	O	O	E	E	E	O	O
	Vikaantumisen alkaminen helppo huomata, aikaväli varsinaiseen hajoamiseen pitkä (yli 2vk) (HH)			E	E	E	E	O	E	E	E	E	O	E	E	E	E	E

Sarakkeiden täyttö: O = oma varasto, E = Ei varastointia (tilataan, kun tarvitaan) ja punaisella merkityt voidaan pitää toimittajan varastossa, jos se on mahdollista ja taloudellisesti/toiminnallisesti järkevää.

Kuva 19. Varastointitarpeen määrittämismatriisi (Kanninen 2013.)

6.3 Analyysin suorittaminen ja tarkasteltavat asiat

Analyysin suorittaminen aloitetaan aluksi A- ja B-kriittisille laitteille. Aluksi tarkastellaan oman varaston varastoitavat nimikkeet ja selvitetään tarvittavat tiedot. Mikäli nimike löytyy useammasta kuin kolmesta laitteesta tehtaan sisällä, tarkastellaan vain varastointisaldoa ja tilausrajaa. Oma varastointi on hyvä vaihtoehto moneen laitteeseen liittyvälle nimikkeelle, jos osa on A- tai B-kriittinen, eikä ole mahdollisuutta toimittajan varastointiin. Lopuksi tehdään johtopäätökset ja mahdolliset muutokset varastointiin, mikäli sen katsotaan tuovan yhtiölle etua. (KANNINEN 2013.)

Tarkasteltavia asioita analyysissä ovat:

- Laitteen kriittisyys, johon varaosa kuuluu
- Käytössä olevien laitteiden määrä ja käyttöaika
- Varaosien liikkuvuuden suhde toimitusaikaan (tilausraja).
- Kalliiden osien ja pitkien vikaantumisvälien laitteiden, esim. moottorien ja vaihteiden yleisvarastointi tehtaalla.

6.4 Varaosa-analyysin saavutukset RCM-menetelmää hyödyntäen

Varaosa-analyysissä, kun hyödynnetään RCM-menetelmää, otetaan huomioon laitteiston ympäristö, turvallisuus ja taloudelliset asiat. Seuraavilla kysymyksillä johdetaan prosessia riittävän tiedon aikaan saamiseksi ennen lopullisen päätöksen tekoa:

- Nykyisen toimintaympäristön tehokkuusvaatimukset ja toiminnot?
- Miten vaaditut toiminnot eivät täyty?
- Mikä aiheuttaa vikaantumiset?
- Mitä ovat vikaantumisen seuraukset?
- Mihin vikaantuminen vaikuttaa?
- Miten ehkäistä tai ennustaa vikaantuminen?
- Mitä täytyy tehdä, jos edelliseen kysymykseen ei löydy toimenpiteitä?

Tämän avulla onnistuneen lopputuotoksen saavutettuja etuja ovat seuraavat asiat:

- Parantunut suorituskyky
- Turvallisuus- ja ympäristöasioihin kiinnostus ylemmällä tasolla
- Kunnostapitoon varattujen resurssien tehokas käyttö
- Käyttökelpoisuustason nostaminen arvokkaiden laitteiden kohdalla
- Keskitetty tietokanta
- Nousujohteinen työmotivaatio
- Tuotteen laadun parantuminen

6.5 Varaosamäärien tarkastaminen

Varaosamäärien tarkistamisessa käytämme hyväksi SAP-järjestelmää, josta voimme selvittää onko esimerkiksi kyseistä tiivistettä Kaukaalla. Mikä niiden määrä on ja onko niistä varauksia muualle. Kuva 20 kertoo, että Kaukaalla on yksi tiiviste ja kaksi on jo varattu käyttöön. Kyseinen transaktio toimii komennolla MMBE. Kuva 21 kertoo toisenlaisen tiivisten olevan saatavilla Kiinassa ja Tervasaaren tehtaalla, mutta ei Kaukaalla.

Varastotilanne: perusluettelo

Valinta

Nimike 10008028 TIIVISTE SE2-P-80-QRMG-301173 SAFEM QRMG
 Nimikelaji Z06 KUNNOSSAPITOTARVIKKEET ...
 Määräyksikkö KPL Perusmääräyksikkö KPL

Varastotilanne

Kirjausjärjestelmä/yritys/toimipiste/varasto/erä/erityisvarasto Vap. käytett. Laaduntarkastus Varattu Saap. v

Kirjausjärjestelmä/yritys/toimipiste/varasto/erä/erityisvarasto	Vap. käytett.	Laaduntarkastus	Varattu	Saap. v
Yht.	1,000		2,000	
1107 UPM-Kymmene Oyj Paper	1,000		2,000	
KAU1 Kaukas	1,000		2,000	
MRO Varaosat BFDJ	1,000			
REPU Kunnostus Odot MUURAME			2,000	

Kuva 20. Varastotilaneluettelot

Varastotilanne: perusluettelo

Valinta

Nimike 18725782 TIIVISTE SE1-P-80-GREO-300480 SAFEM 80
 Nimikelaji Z06 KUNNOSSAPITOTARVIKKEET ...
 Määräyksikkö KPL Perusmääräyksikkö KPL

Varastotilanne

Kirjausjärjestelmä/yritys/toimipiste/varasto/erä/erityisvarasto Vap. käytett. Laaduntarkastus Varattu Saap. varaus Ostotilaukanta Kaup. tilattu Var.sirto...

Kirjausjärjestelmä/yritys/toimipiste/varasto/erä/erityisvarasto	Vap. käytett.	Laaduntarkastus	Varattu	Saap. varaus	Ostotilaukanta	Kaup. tilattu	Var.sirto...
Yht.	5,000						
1015 UPM (China) Co., Ltd.	1,000						
CSU1 Changshu Paper Mill	1,000						
MRO MRO storage loc.	1,000						
1107 UPM-Kymmene Oyj Paper	4,000						
CWH1 UPM Common Warehouse FI	4,000						
TER Tervasaari WB01	4,000						

Kuva 21. Varastotilaneluettelo

7 NIMIKNUMERON PYYNTÖ MATERIAL MASTERISSA

Niille osille, joilla ei ole vielä nimikenumeroa olemassa, täytyy tehdä nimikenumero-pyyntöt. Seuraavissa kuvissa käsitellään vaihtoehtoja nimikenumero-pyyntöjen tekemistä. Vaihtoehtoja koostuu laakeroinnista, pesän kannesta ja liukurengastiivisteistä.

The screenshot shows the SAP Material Master 'New basic data' form. At the top, the user is identified as Jyri Reijonen and the language is EN. The form is divided into several sections. The 'Priority' section has three radio buttons: High, Medium (selected), and Low. The 'Reason / Additional Information' section has three radio buttons: Project, Substitute, and Other (selected). Both the 'Priority' and 'Reason / Additional Information' sections are circled in red. Below these sections, there are buttons for 'Start Workflow' and 'Next Addressee' (Mill Expert). A description field is also present. The 'New basic data' section is highlighted with a green header and contains several fields with dropdown menus: Material Type (Z06), Industry sector (M), Material Group (060401), Base Unit (PCE), Division (00), and Ext. Matl Group. Pink arrows point to the Material Type, Material Group, and Base Unit fields.

Kuva 22. Nimikenumeron pyyntö

Kuvassa 22 prioriteetiksi määrätään tässä tapauksessa "medium" ja syyksi valitaan "other" (muu) ja kirjoitetaan syy, miksi tätä tehdään.

Materiaalityyppejä on monia, mutta nyt on kyse *MRO MATERIALSISTA*, jolloin sen koodi on Z06. Materiaaliryhmä määräytyy SAP:in mukaan ja se on 060401. Perusyksikkö on PCE eli suomennettuna kappale.

Luokittelu-välilehdelle tulee usealla eri kielellä kyseisen komponentin nimi ja valmistajasarakkeeseen valmistajan nimi. Vaihtoehtojen osien osanumerotiedot syötetään seuraavasti: Valmistajatyyppiin kirjataan laakeroinnin tiedot, vanhaan materiaalinumeroon kirjataan KAU1, tyyppiosioon kirjataan kansi ja sen osanumero sekä viimeiseen kirjataan laakeroinnin tiedot. Tämän jälkeen painetaan *start workflow*, jolloin tieto lähtee järjestelmässä eteenpäin henkilöille, jotka luovat niille nimikenumerot.

Start Workflow | Next Addressee | Mill Expert

Description: EXCHANGE UNIT SULZE

Basic Data | General plant data | Classification | Sales | Purchase | Accounting | Attachments:0/0

New Value Classification for different material group:

Description	Old Value	New Value	Abbreviation	Deletion Flag
BASIC NAME DE		EINSCHUBEINHEIT	EINSCHUBEINHEIT	
BASIC NAME FI		VAIHTOERÄ	VAIHTOERÄ	
BASIC NAME EN		EXCHANGE UNIT	EXCHANGE UNIT	
BASIC NAME FR		ECHANGEUR	ECHANGEUR	
BASIC NAME ZH		转换单元	转换单元	
MATERIAL				
MANUFACTURER		SULZER	SULZE	
DOCUMENT				

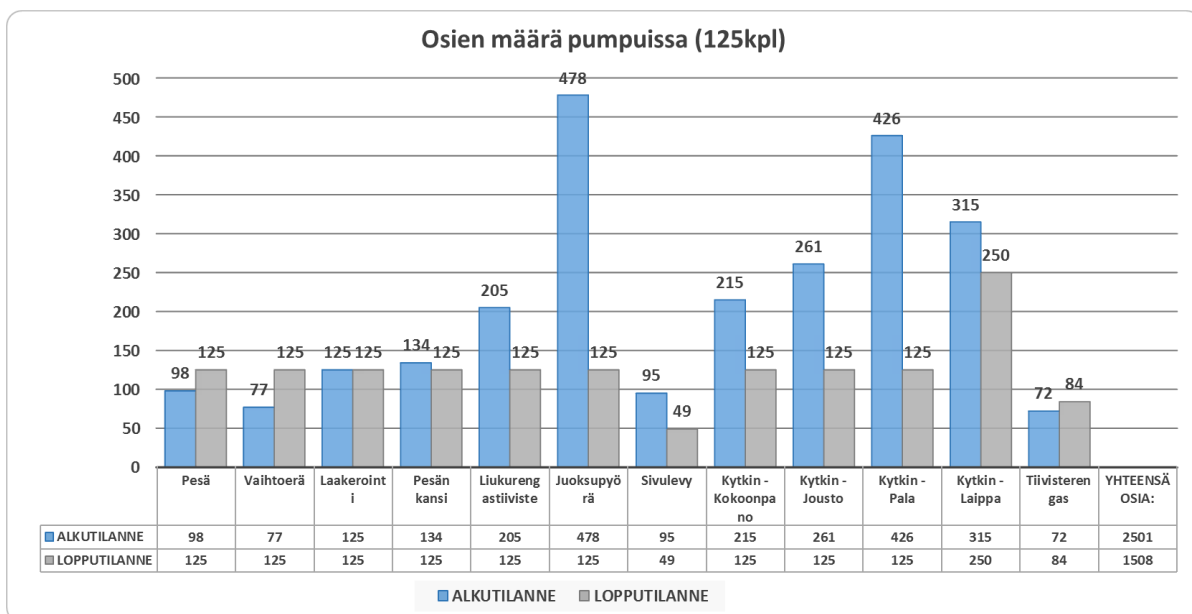
Description	Old Value	New Value	Deletion Flag
DIAMETER (mm)			
DISCHARGE (l/s)			
MAKE_STANDARD			
MANUFACTURER DOCUMENT			
MANUFACTURER TYPE		382378P333	
MOUNTING			
NOMINAL SPEED (1/min)			
OLD MATERIAL NUMBER		KAU1	
OPTIONS			
POWER (kW)			
PRESSURE HEAD (m)			
PROPERTY			
SIZE			
TYPE		COVER 1420490141	
TYPE OF LUBRICATION			
TYPE OF SEALING		SE2-AP-80-QRMG-305145	
VOLTAGE (V)			

New Value | Search Duplicates

Kuva 23. Nimikenumeron pyyntö

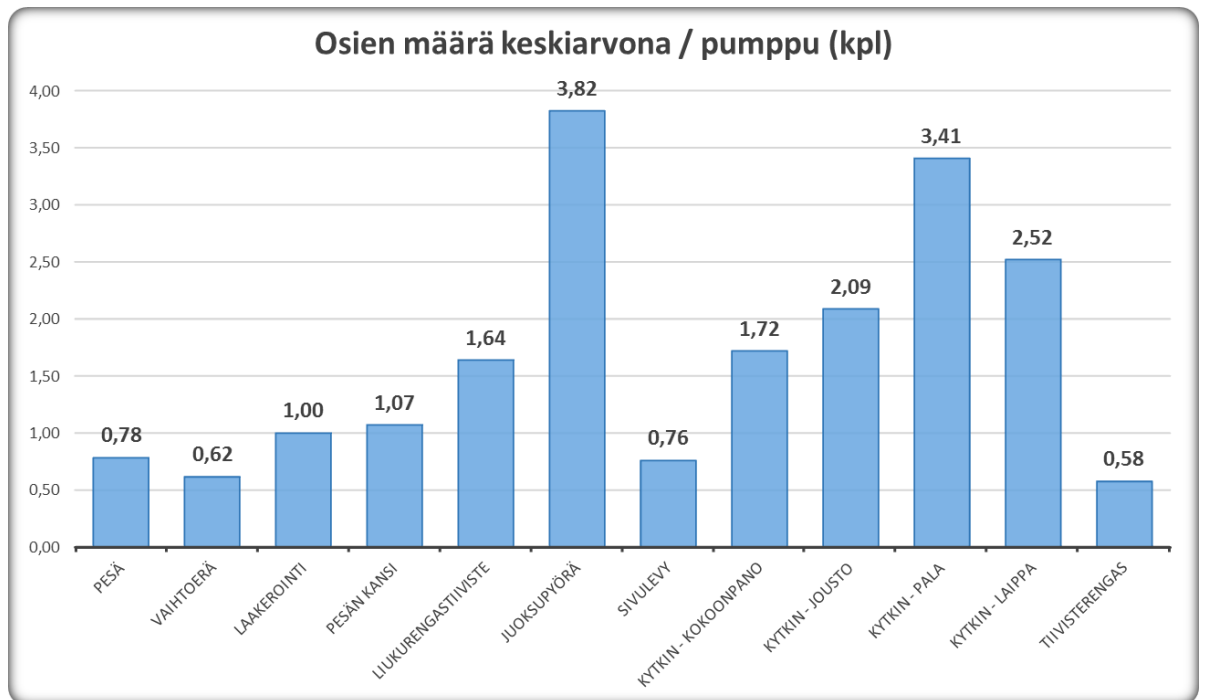
8 TYÖN TULOKSET

Lähtötilanteessa 125 eri pumpun osaluetteloihin oli lisätty aikaisemmin useita eri juoksupyöriä, pesiä ja niin edelleen samaan osaluetteloon. Kaiken kaikkiaan osia oli yli kaksi tuhatta, vaikka siellä ei kuuluisi olla kuin hieman yli 1500 kappaletta. Tämä saatiin työn aikana selville. Työssä selvitettiin pumppuihin kuuluvat oikeat osat niiden valmistajilta ja toimittajilta.

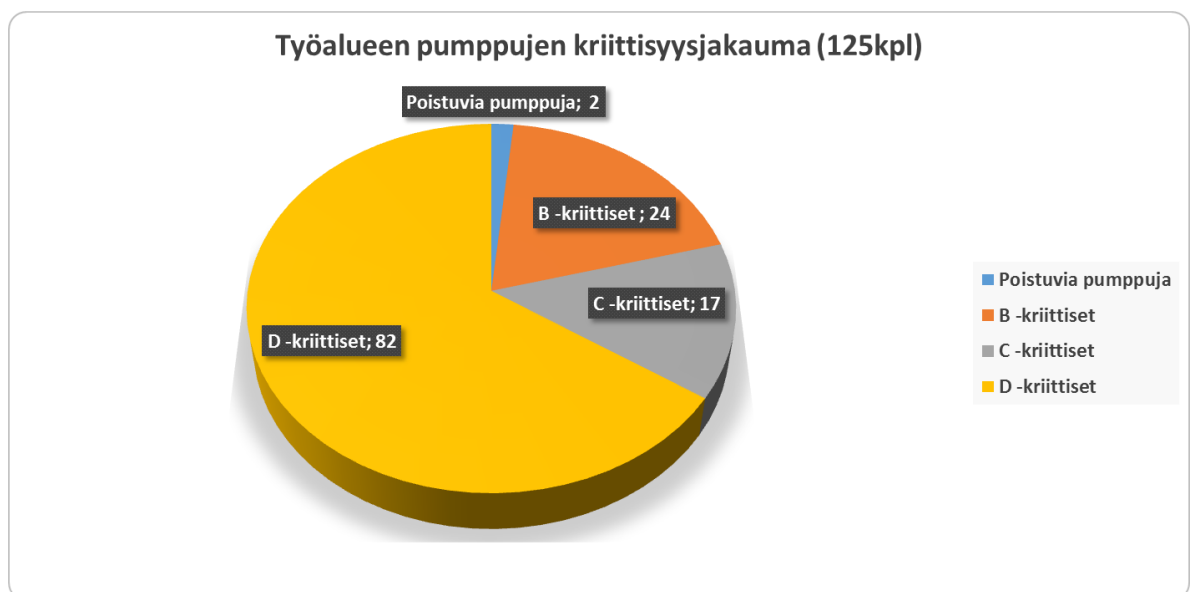


Kuva 24. Osaluettelon päivityksen tulokset

Työn saavutuksia on, että osaluettelot sisältävät nyt oikean määrän tiettyjä osia. Osaluettelossa sijaitsevien osien määrä putosi melkein 40% alkuperäisestä. Tämä kertoo miten paljon ylimääräistä tilaa on käytössä ja rahaa seisoo tuottamattomana varastoiden hyllyillä. Alla olevista kuvista voi katsoa kuinka paljon keskimäärin eri pumpun osia on kirjattu pumppua kohden, sekä kriittisyysjakauma pumppujen lukumäärittäin.

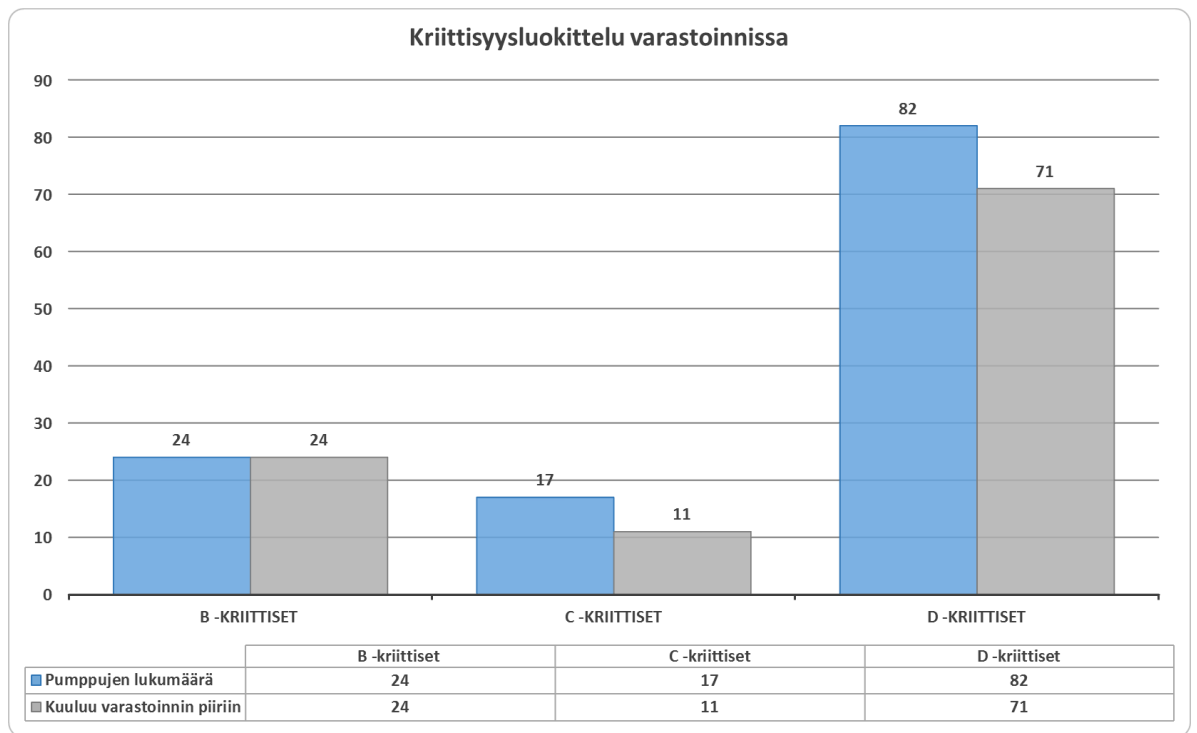


Kuva 25. Osaluettelon keskiarvo



Kuva 26. Pumppujen kriittisyysjakauma

Pumppujen toimintapaikkojen perusteella havaittiin kahden eri pumpun olevan poistuvia laitteita ja kahden pumpun laitenumeroa ei löytynyt SAP-järjestelmästä. Tehtävänä oli luoda kyseisille pumppuille laitenumerot, jotta niille voitiin luoda pumppujen osaluettelot. Kriittisyysluokittelussa ja varastointipalvelussa vertailimme eri kriittisyyden mukaan jakautuvia pumppuja ja niiden varastointipalvelua Sulzerilla. Kuvasta 27 voi nähdä, että B-kriittiset pumput ovat kaikki varastoinnin piiriin kuuluvia pumppuja. Kenttäkierroksia tehdessä havaitsin toimintapaikan puutteellisen merkinnän, josta on annettu kirjallinen tehtävänanto asianomaiselle henkilölle.



Kuva 27. Varastointipalvelun kriittisyysjakauma

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn osa-alueet voisi ottaa käyttöön jokaisella UPM:n tehtaalla, sillä olisi mielenkiintoista nähdä, kuinka paljon liikavarastointitilaa ja ylimääräisiä varaosia eri puolella Suomea on. Samalla voisi tehdä karkean arvion ylimääräisistä varastointikuluista, sillä tämän työn tavoitteisiin kuului myös alentaa kyseisiä varastointikuluja. Tämä työ koskee vain 125 keskipakopumppua, joten kyseessä on valtavat säästöt maailmanlaajuisesti ottaen, kun otetaan kaikki komponentit ja niiden varaosat huomioon. Tulevaisuudessa vastaavanlaisia insinööritöitä voisi tehdä venttiileihin ja kuljettimiin, sekä ylipäättään jokaiseen mekaaniseen komponenttiin. Tosin tehtailla on jatkuvasti erinäisiä korjauksia, joten on vaikeaa pysyä ajan tasalla varaosien saatavuudesta ja määrästä ellei päivittäminen tapahdu heti, kun uusi osa vaihdetaan vikaantuneen tilalle. Tätä asiaa pitäisi painottaa erityisesti uusissa ja valmistuvissa tehtaissa, jolloin dokumentointi olisi helpompaa ja tieto saatavilla sähköisessä muodossa. Työ opetti erityisesti sen, kuinka tärkeää on panostaa realiaikaiseen varastoinnin ylläpitoon ja varastotilanteen päivittämiseen. Myös laitteiden varaosien vaihtamisen jälkeen on erittäin huomioitavaa päivittää osatiedot heti osatietojärjestelmään, jotta liikavarastoinnilta ja ylimääräisiltä kuluilta vältyttäisiin.

KUVAT

Kuva 1.	KnowPulp, talteenoton kierto
Kuva 2.	KnowPulp, prosessin väliaineet
Kuva 3.	KnowPulp, meesan käsittelyvaiheet
Kuva 4.	KnowPulp, kaustisoinnin vaiheet
Kuva 5.	Ramentor, riskianalyysi
Kuvat 6 ja 7.	Jyri Reijonen, Pumppujen voiteluyhteet
Kuva 8.	Jyri Reijonen, Toimintopaikkanumerolista
Kuva 9.	Jyri Reijonen, Virheellinen tyyppimerkintä
Kuva 10 ja 11.	Jyri Reijonen, Pumpun mallivaraosarakenne
Kuvat 12-18.	Jyri Reijonen, SAP –järjestelmä
Kuva 19	Olli Kanninen, varastointitarpeen määritysmatriisi
Kuva 20	Jyri Reijonen, SAP –järjestelmä
Kuva 21	Jyri Reijonen, SAP –järjestelmä
Kuva 22	Jyri Reijonen, UPM Material Master
Kuva 23	Jyri Reijonen, UPM Material Master
Kuva 24	Jyri Reijonen, työn tulokset
Kuva 25	Jyri Reijonen, työn tulokset
Kuva 26	Jyri Reijonen, työn tulokset
Kuva 27	Jyri Reijonen, työn tulokset

KUVIOT

Kuvio 1.	Ramentor, käyttövarmuuden kokonaisuus
----------	---------------------------------------

LÄHTEET

Honkanen, J. 2016. Myyntipäällikkö. Sulzer Pumps Finland Oy. Puhelinkeskustelu

KANNINEN, Olli 2013. KUNNOSSAPITO-OHJELMAN RAKENTAMINEN RCM – MENETELMÄN AVULLA. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Saavavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/92131/Kunnossapito-ohjelman%20rakentaminen%20RCM%20-%20menetelm%C3%A4n%20avulla.pdf?sequence=2>

KnowPulp-oppimisympäristö, <http://www.knowpulp.com>

Ramentor Oy, <http://www.ramentor.com>

RCM:n tietosivut, https://en.wikipedia.org/wiki/Reliability-centered_maintenance

Surakka, P. 2016. Myyntipäällikkö. John Crane Safematic Oy. Puhelinkeskustelu

UPM esittely, <https://fi.wikipedia.org/wiki/UPM>

UPM Kaukas esittelyaineisto, https://intranet.upm.com/sites/Kaukas/Kaukaan-toimita/Esittelymateriaalit/UPM+KAUKAS_esitysaineisto_2015_FI.pptx?Web=1

UPM:n Kaukaan yksikön kotisivut, <https://intranet.upm.com>