

**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TIEDONKERUUMENETELMÄN KEHITTÄMINEN SOODAKATTILAN LAITTEIDEN KUNNOSSAPITO- JA VOITELUAINETIETOJEN KOONTIIN

ANDRITZ Oy, KRP-Divisioona, Varkaus

TEKIJÄ: Eemi Hämäläinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Eemi Hämäläinen	
Työn nimi Tiedonkeruumenetelmän kehittäminen soodakattilan laitteiden kunnossapito- ja voiteluainetietojen koontiin	
Päiväys 27.4.2020	Sivumäärä/Liitteet 35/1
Ohjaaja(t) Tero Vauhkonen, Anssi Suhonen & Hannu Korhonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Andritz Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli kehittää tiedonkeruumenetelmä soodakattiloissa käytettävien laitteiden kunnossapito- ja voiteluainetietojen projektikohtaista koontia varten. Laitteille olennaiset tiedot kerättiin Andritzin dokumentinhallintajärjestelmään, sekä COMOS laitossuunnitteluohjelmaan.</p> <p>Työtä pohjustettiin perehtymällä aiemmin valmistuneiden soodakattilaprojektien dokumentteihin, kuten laitetoimittajien toimittamiin laitemanuaaleihin ja manuaalien pohjalta Microsoft Exceliin luotuihin voiteluainelistoihin. Pohjatytövaiheessa selvisi, että COMOS:iin oltiin kehitetty export ja import- työkalu Microsoft Excel dokumentteja varten.</p> <p>Työssä päätettiin käyttää hyväksi COMOS:iin aiemmin kehitettyjä työkaluja, joten kehittämistä jatkettiin optimoimalla COMOS:sta exportoitavaa ja sinne importoitavaa Excel dokumenttipohjaa tarkoitukseen sopivaksi mm. vertailemalla sitä laitemanuaalien pohjalta käsin koostettuihin voiteluainelistoihin ja kehittämällä dokumentin täyttö-ohjeistusta laitetoimittajia varten.</p> <p>Lopputuloksena saatiin COMOS:ia ja Microsoft Exceliä hyödyntävä menetelmä soodakattiloissa käytettävien laitteiden kunnossapito- ja voiteluainetietojen keräämistä ja arkistointia varten.</p>	
Avainsanat Soodakattila, Kunnossapito, Suunnittelu, Dokumentaatio, Voiteluaine	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Eemi Hämäläinen			
Title of Thesis Developing a Data Collection Method for Maintenance and Lubrication Data Related to Recovery Boilers			
Date	27 th of April 2020	Pages/Appendices	35/1
Supervisor(s) Tero Vauhkonen, Anssi Suhonen & Hannu Korhonen			
Client Organisation /Partners Andritz Oy			
<p>Abstract</p> <p>The objective of this thesis was to develop a method for the collection of maintenance and lubrication data related to equipment used in recovery boiler projects. Relevant data was to be collected to the document management system of Andritz and to COMOS plant design software.</p> <p>Preliminary work for the thesis was done by examining documentation of previous recovery boiler projects such as equipment manuals and lubrication lists. During this preliminary work phase it was discovered that a tool had been previously developed for importing and exporting Microsoft Excel files in and out of COMOS.</p> <p>The COMOS import and export tool was used as a base from where the data collection method was developed. The Microsoft Excel document template used for transferring data to COMOS was optimized to suit the equipment used in recovery boiler projects. Document filling instructions for equipment suppliers were developed.</p> <p>As a result a maintenance and lubrication data collection method that utilizes Microsoft Excel and COMOS was developed.</p>			
<p>Keywords Recovery Boiler, Maintenance, Engineering, Documentation, Lubrication</p>			

ESIPUHE

Opinnäytetyö tehtiin Varkaudessa kevään 2020 aikana Andritz Oy:n KRP-Divisioonalle. Haluan kiittää Andritz Oy:n ja Savonia-AMK:n henkilöstöä, erityisesti ohjaajiani Tero Vauhkosta, Anssi Suhosta ja Hannu Korhosta. Lisäksi kiitokset koulutovereille viimeisen neljän vuoden aikaisesta opiskelurupeamasta.

Kuopiossa

Eemi Hämäläinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	KÄYTETYT LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	8
3	SIDOSRYHMIEN ESITTELY	9
3.1	Andritz AG.....	9
3.2	Andritz Oy	10
3.3	KRP-divisioona.....	11
3.4	Savonia-ammattikorkeakoulu	11
4	SOODAKATTILA	12
4.1	Soodakattilan rakenne.....	12
5	COMOS.....	14
6	TEOLLISUUDEN VOITELUAINEET	15
6.1	Voitelun tarkoitus ja toimintaperiaate	15
6.2	Voiteluaineiden käsitteistöä	15
6.2.1	Vanheneminen.....	15
6.2.2	Vaahtoutuminen ja ilmanerotuskyky	16
6.2.3	Vedenerotuskyky.....	16
6.2.4	Viskositeetti	16
6.2.5	Tunkeuma	16
6.3	Voiteluöljyt	17
6.4	Voitelurasvat	17
7	KUNNOSSAPITO	19
7.1	Katilalaitosten kunnossapito.....	19
7.2	Standardit	19
7.3	Kunnossapidon lajit.....	19
7.3.1	Korjaava kunnossapito	19
7.3.2	Ehkäisevä kunnossapito.....	20
7.3.3	Parantava kunnossapito.....	20
7.4	Ennakoiva/ehkäisevä kunnossapito voiteluaineita hyödyntämällä	20
8	TEOLLINEN INTERNET	22
8.1	Teollisen internetin käsitteistöä	22
8.2	Teollinen internet kunnossapidossa	23

8.2.1	Ennakoiva kunnossapito ja teollinen internet.....	24
9	KUNNOSSAPITO- JA VOITELUAINEDOKUMENTIN TOTEUTUS.....	25
9.1	Pohjatyö.....	25
9.2	Olemassaolevan export/import työkalun soveltuvuusarviointi soodakattilapuolelle	25
9.3	Dokumenttipohjan optimointi soodakattilan laitteille	25
9.3.1	Vertailu soodakattilaprojektin voiteluainelistoihin	26
9.4	COMOS generoidun kunnossapito- ja voiteluainelistan etuja	27
10	KUVAUKSEN LAATIMINEN KUNNOSSAPITO- JA VOITELUAINETIEDON KERÄÄMISEEN JA HALLINTAAN.....	28
11	VASTUUKYSYMYKSET	29
12	TULEVAISUUDEN SOVELLUSMAHDOLLISUUDET.....	30
13	YHTEENVETO.....	31
14	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	32
15	LIITE 1: KUNNOSSAPITO- JA VOITELUAINETIEDONKERUUN PROSESSIKUVAUS.....	34

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli kehittää tiedonkeruumenetelmä soodakattiloissa käytettävien laitteiden kunnossapito- ja voiteluainetietojen kokoamista varten. Menetelmän luomisen jälkeen tarkoitus on saada tiedot Andritzin dokumentinhallintajärjestelmään, COMOS suunnitteluohjelmaan ja lopulta Andritz Oy:n asiakkaalle.

Työ on kehitystyö tulevaisuutta ajatellen, sillä tällä hetkellä kyseiset tiedot kootaan niin sanotusti käsityönä laitetoimittajien toimittamista laitemanuaaleista, jotka voivat olla jopa tuhansivuisia dokumentteja. Jos listojen kokoamiseen käytettyjä tunteja saadaan vähennettyä merkittävästi, vapauttaa se resursseja muuhun suunnittelutyöhön. (Vauhkonen, 2019)

Tällä hetkellä yhden projektin laitteiden voiteluainelistan kokoamiseen kuluu aikaa yhdeltä henkilöltä noin kuukaudesta kolmeen kuukauteen riippuen mm. projektin asiakkaan vaatimuksista, laitetoimittajien toimittamien laitemanuaalien määrästä ja koontia tekevän työntekijän kokemuksesta. (Laaninen, 2020)

Soodakattilassa on kymmenittäin erilaisia voiteluaineita vaativia pumppuja, puhaltimia, kuljettimia, nuohoimia ynnä muita. Nämä mainitut laitteet tulevat usealta eri laitetoimittajilta, joilla on jokaisella omanlaisensa laitemanuaalit. Kattilan asiakkaalle toimittavana osapuolena Andritz Oy:n on tiedettävä, millaisia kunnossapitotoimia ja voiteluaineita kattilan laitteet tarvitsevat. (Vauhkonen, 2019)

Tiedonkeruumenetelmän luominen ei ole sinällään yksinkertaista, sillä on ensin perehdyttävä jokaiseen mahdolliseen voiteluainetta käyttävään laitteeseen, joita kattilaprojekteissa voi olla. Mahdollisia muuttujia on siis paljon.

Teoriaosuudessa käsitellään kattilalaitoksen laitteille olennaisia kunnossapidon ja voiteluaineiden aiheita. Lisäksi teoriaosuuden kolmantena aihekokonaisuutena käsitellään teollista internetiä ja sen soveltamismahdollisuuksia laitteiden kunnossapidossa.

2 KÄYTETYT LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

COMOS (COMponent Object Server) = Siemensin laitosuunnitteluohjelma.

KRP (Kraft Recovery and Power) = Haihduttamoita, valkolipeälaitoksia, soodakattiloita ja voimakattiloita toimittava Andritzin osasto.

PID (Piping and Instrumentation Diagram) = Putkisto- ja instrumentaatiokaavio.

ISO (International Organization for Standardization) = Kansainvälinen standardoimisjärjestö

DIN (Deutsches Institut für Normung) = Saksalainen standardisointi-instituutti

SFS-EN = Sekä eurooppalaisessa, että suomalaisessa standardoimisjärjestössä vahvistettu standardi

ISO VG = Voiteluöljyjen keskiviskositeetin 40 celsiusasteessa ilmoittava luku

NLGI (National Lubricating Grease Institute) = USA: lainen voitelurasvoja tutkiva ja luokitteleva laitos

IIoT (Industrial Internet of Things) = Teollinen internet

IoT (Internet of Things) = Esineiden internet

PDMS (Plant Design Management System) = AVEVA:n kehittämä 3D-suunnitteluohjelma

3 SIDOSRYHMIEN ESITTELY

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Andritz Oy, tarkemmin Recovery & Power Divisioona Varkaudessa. Työ on kehittämistyö ja sen pääasiallinen tavoite on parantaa mekaanisten laitteiden kunnossapito- ja voiteluainetietojen hallintaa kattilaprojekteissa. Andritz Oy toimittaa kattiloita asiakkailleen sekä avaimet käteen periaatteella, että ns. pelkän raudan toimituksina. Avaimet käteen –projekteissa asiakkaalle luovutetaan testattu ja toimiva kattila, joten laitteiden asianmukainen toiminta projektin luovutusvaiheessa ja siihen liittyvä dokumentaatio on toimittajan vastuulla. Kun kaikkien laitteiden voiteluainetiedot löydetään projektikohtaisesti dokumentinhallintajärjestelmästä ja COMOS suunnitteluohjelmasta, on työskentely helpompaa ja nopeampaa. Myös mahdollisia huoltoprojekteja ajatellen on kätevää, että laitteiden kunnossapito- ja voiteluainetiedot ovat helposti saatavilla.

3.1 Andritz AG

Andritz AG on itävaltalainen konepajateollisuutta harjoittava yritys, joka on perustettu vuonna 1852. Yrityksen perusti unkarilaislähtöinen metallialan yrittäjä Josef Körösi ja se sai nimensä perustamispaikkansa mukaan: Andritz on Grazissa sijaitsevan esikaupunkialueen nimi. Yritys toimi aluksi teräsvalimona, mutta piakkoin perustamisen jälkeen se laajensi toimialaansa alkaen valmistaa suurempia tuotantohöydykkeitä, kuten nostureita, pumppuja, vesiturbiineita, siltoja höyrykattiloita, moottoreita ja kaivosteollisuudessa käytettäviä laitteita. (Andritz Group, 2020)



Kuva 1, Andritz AG:n perustaja Josef Körösi (Andritz Group, 2020)

Nykypäivänä Andritz on yksi maailmanlaajuisesti johtavista toimijoista vesivoiman, paperi- ja selluteollisuuden, konepajateollisuuden ja terästeollisuuden toimialoilla. Näille toimialoille yhtiö toimittaa kokonaisia laitoksia, laitteita tai laitteistoja ja huoltopalveluita. Muita toimialoja ovat esimerkiksi rehu- ja biomassateollisuus ja automaatioteollisuus. (Andritz Group, 2020)



Kuva 2, Andritz Groupin päätoimialat (Andritz Oy intranet, 2020)

Perustamisestaan Andritz on kasvanut yli 170 vuoden aikana yhtiöksi, jolla on noin 29 700 työntekijää 280 eri toimipisteessä ja 40 eri maassa. Kasvun takana on kaksi selittävää tekijää: tavanomainen yrityskasvu jota on edesauttanut yrityksen tekemä jatkuva tutkimus- ja kehitystyö ja yrityksen 1990-luvulta saakka harjoittamat yritysostot. Viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana Andritz Groupiin on integroitunut yrityskauppojen myötä lähes 70 yritystä, esimerkiksi vuosien 2000-2001 vaihteessa hankittu suomalainen Ahlström Machinery Oy. Andritz AG:n pääkonttori sijaitsee Grazissa Itävallassa ja sen toimitusjohtajana toimii Wolfgang Leitner. (Andritz Group, 2020)

3.2 Andritz Oy

Andritz Oy on osa kansainvälistä Andritz Groupia. Se on yksi globaaleista markkinajohtajista sellu- ja paperiteollisuuden laitosten, laitteiden ja huoltopalveluiden toimialalla. Tuotteisiin kuuluvat esimerkiksi kuitulinjat, soodakattilat, voimakattilat, kaasutinlaitokset ja haihduttamot. Andritz Oy:n toimipisteet sijaitsevat Helsingissä (pääkonttori), Tampereella, Lahdessa, Kotkassa, Lappeenrannassa, Varkaudessa ja Savonlinnassa. Tampereella toimiva Andritz Hydro Oy keskittyy vesivoimateollisuuden järjestelmien, laitteiden ja palveluiden toimittamiseen. Savonlinnan toimipisteen yhteydessä toimii Andritz Oy:n tytäryhtiö Savonlinna Works Oy. Samalla tavoin Varkauden toimipisteen yhteydessä toimii Andritz Oy:n omistama Varkaus Works Oy, joka valmistaa vaativia paineenalaisia komponentteja kattilaprojekteihin, kuten esimerkiksi tulistimia ja ekonomaisereita. (Andritz Oy intranet, 2020)

3.3 KRP-divisioona

Andritzin KRP-divisioona toimittaa energiaratkaisuja paperi- ja selluteollisuuteen, energiateollisuuteen ja terästeollisuuteen. Divisioonan tuotteita ovat esimerkiksi haihduttamot, soodakattilat, valkolipeälaitokset ja voimakattilat (Andritz Oy intranet, 2020)

3.4 Savonia-ammattikorkeakoulu

Savonia-ammattikorkeakoulu kuuluu Suomen suurimpien ja koulutusalamahdollisuuksiltaan monipuolisimpien ammattikorkeakoulujen joukkoon. Savoniassa koulutetaan opiskelijoita kuudella eri koulutusosalalla jotka ovat: Muotoilun koulutusala, Liiketalouden koulutusala, Luonnonvara-ala, Matkailu- ja ravitsemisala, Musiikin ja tanssin koulutusala, Tekniikan koulutusala ja Sosiaali- ja terveysala. Savonialla on kampuskaupungit Kuopiossa, Iisalmessa ja Varkaudessa. Savonia-ammattikorkeakoulu työllistää noin 500 työntekijää ja opiskelijoita Savoniassa on noin 6000 (Savonia-ammattikorkeakoulu, 2020.)

Savonia on ollut vuonna 2014 Suomen yhdeksänneksi suurin ammattikorkeakoulu suoritettujen tutkintojen määrällä mitattuna. Kaikkiaan ammattikorkeakouluja on ollut vertailuhetkellä 26 (Tilastokeskus, 2020.)

4 SOODAKATTILA

Soodakattila on sellunkeittoprosessissa talteenottolinjan keskeisin osa. Sen ensimmäisenä päätehtävänä on talteenottaa sellun keitossa käytetyt natrium ja rikkikemikaalit, jotka ovat sitoutuneena haihduttamolaitokselta tulevaan mustalipeään. Mustalipeä koostuu lähinnä sellun keitossa irronneista puun sidosaineista ja sellun keittokemikaaleista. Kemikaalit irroitetaan mustalipeästä polttamalla lipeä soodakattilassa. Palamisreaktion seurauksena natrium ja rikkikemikaalit muuttuvat natriumkarbonaatiksi (Na_2CO_3) ja natriumsulfidiksi (Na_2S), joita tarvitaan jälleen keittoprosessissa. (Andritz Oy intranet, 2020)

Toinen soodakattilan päätehtävä on polttaa mustalipeän sisältämät orgaaniset ainekset ja hyödyntää palamisen tuotteena vapautuva lämpöenergia. Lämpöenergia otetaan talteen höyrystämällä kattilan putkista koostuvissa rakenteissa kiertävä vesi noin 500 Celsiusasteeseen ja noin 100 barin paineeseen, jonka jälkeen korkeapainehöyry ohjataan sähköä tuottavalle turbiinille. Sähkö tuotetaan mm. sellutehtaan tarpeisiin, jonka osana kyseinen soodakattila on. Kattilalta saadaan myös matalamman paineen höyryä, jota käytetään sellutehtaan prosesseissa. (Andritz Oy intranet, 2020)

”Soodakattila on sellunvalmistusprosessin tärkein ja kallein yksittäinen osa ja sen toimintavarmuus on tärkeää koko sellutehtaan toiminnan kannalta. Soodakattilan oikealla toiminnalla on myös merkittävä vaikutus päästöihin. Soodakattilan kaksoisroolista johtuen sen suunnittelu ja käyttö on huomattavasti monimutkaisempaa verrattuna tavallisia polttoaineita käyttäviin kattiloihin.” (Soodakattilayhdistys, 2020)

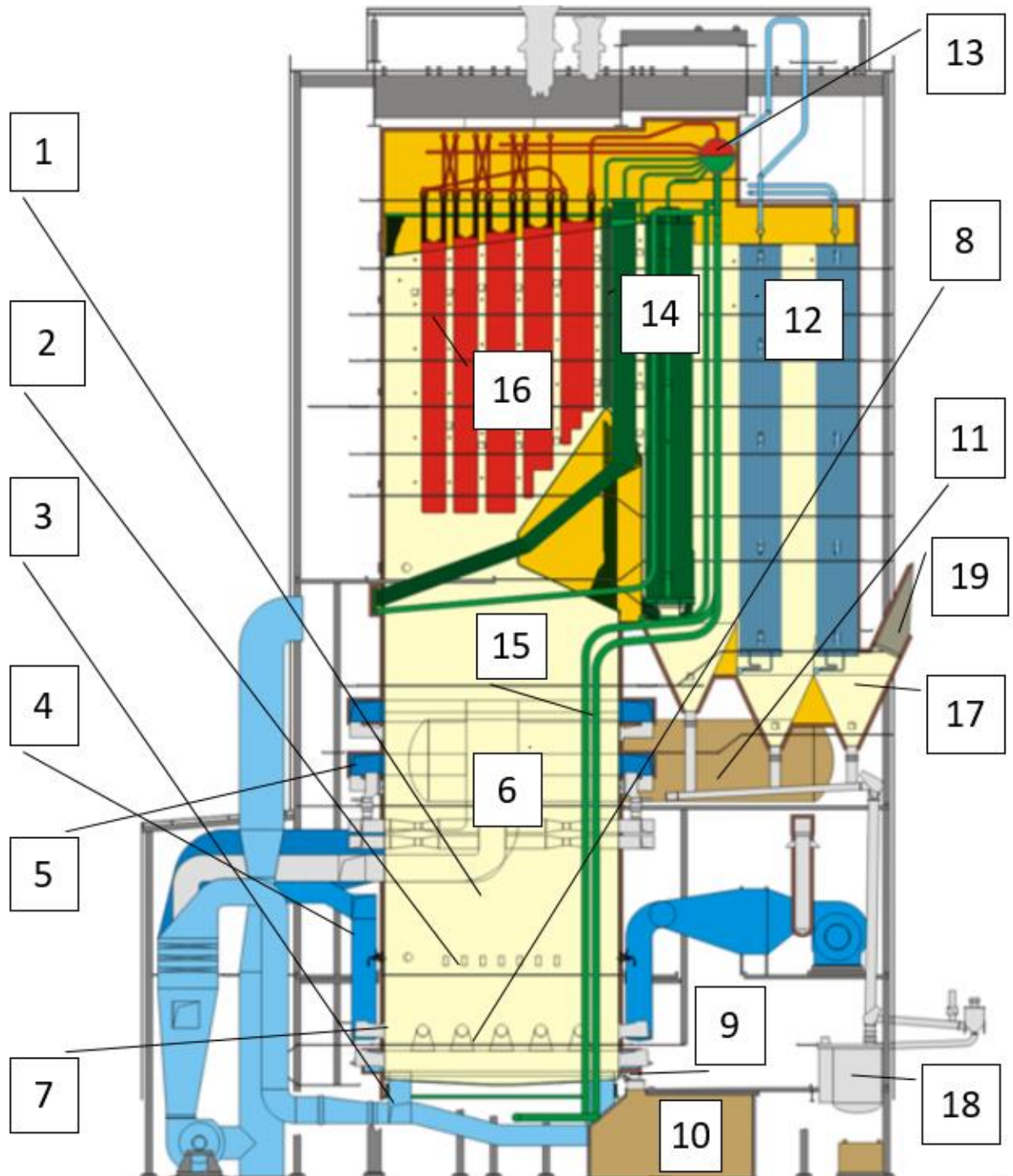
Soodakattilassa on kymmenittäin voitelua ja muuta kunnossapitoa vaativia laitteita, jotka tulevat eri laitetoimittajilta. Tämän vuoksi on tärkeää, että kattilalaitoksen toimittajana Andritz Oy:lla on tiedossa jokaisen laitteen voiteluaine- ja huoltovaatimukset, jotta laitos voidaan esimerkiksi ottaa ongelmitta käyttöön ja ylläpitää sen käyttövarmuutta.

4.1 Soodakattilan rakenne

Soodakattila on painelaite, jonka seinämät koostuvat hitsatuista putkipaneeleista, joiden sisällä kiertää vesi. Soodakattilan toiminta alkaa siihen lipeäruiskuilla (2) syötettävän mustalipeän palamisesta tulipesässä (1.) Palamisreaktiota hallitaan syöttämällä tulipesään ilmaa ilmanavasta (3,4 & 5). Palamisreaktio autetaan alkuun kattilan ylösajovaiheessa ylösajopolttimilla (8). Kattilassa voi olla tarpeen mukaan myös kuormapolttimia (6) ja hajukaasupolttimia (7), joita käytetään säätelemään kattilan palamista ja lämpötilaa. Tulipesästä valutetaan sulaa ainesta sulakouruja (9) pitkin liuotussäiliöön (10) sellunkeittokemikaalien talteenottoa varten. (Andritz Oy intranet, 2020)

Kattilan putkirakenteissa kiertävä vesi kuumennetaan asteittain korkeapainoiseksi höyryksi ja johdetaan kattilan läheisyydessä olevalle höyryturbiinille, jolla höyryn sisältämä energia muunnetaan sähköenergiaksi. Tässä prosessissa veden kiertoa ja kuumentamista varten tarvitaan kattilan putkiseinien lisäksi mm. syöttövesisäiliötä (11), ekonomaisereita (12), höyrylieriötä (13), keittopintaa (14),

laskuputkia (15) ja tulistimia (16). Muita kuvaan 3 numeroituja soodakattilan osia ovat tuhkasuppilot (17), sekoitussäiliö (18) ja savukaasun syöttö sähkösuotimelle (19) (Andritz Oy intranet, 2020)

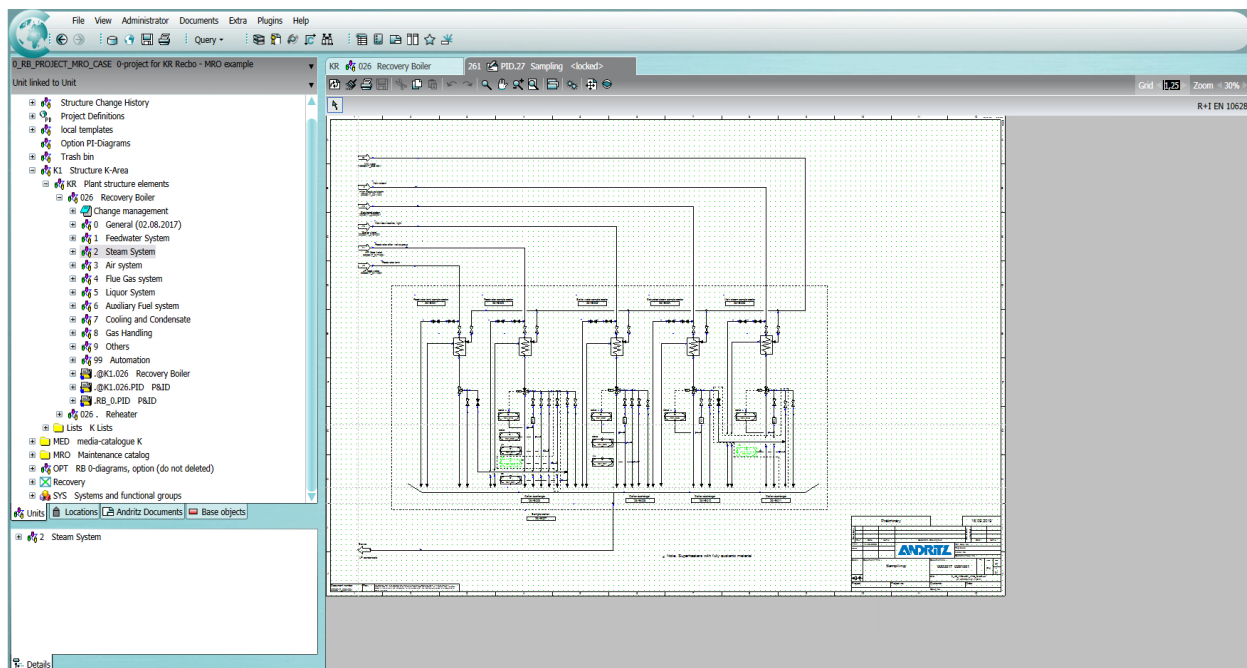


Kuva 3, Soodakattila (Andritz Oy intranet, 2020)

5 COMOS

COMOS (**COM**ponent **OB**ject **S**erver) on prosessiteollisuuden tarpeisiin kehitetty suunnitteluohjelma, joka sisältää tietokoneavusteisia suunnittelutyökaluja, sähköistetyn huollonhallintajärjestelmän ja dokumenttienhallintajärjestelmän. COMOS mahdollistaa projektin hallinnan käytännössä koko projektin elinkaaren ajan suunnittelutyöstä huoltotoimiin saakka. COMOS:n avulla on mahdollista työskentelytapa, jossa virtauskaavioita ja suunnitteludataa voidaan muokata monen suunnittelijan toimesta samaan aikaan. COMOS on ainoa markkinoilla oleva ohjelmistoratkaisu, joka käyttää samaa tietokantaa sen kaikkien käyttösovellusten pohjana. Tämä mahdollistaa kokonaisvaltaisen yhteistyön ja luotettavan tiedon siirtyvyyden kaikkien suunnittelu- ja huolto-osastojen välillä koko laitoksen elinkaaren ajan. (Siemens AG, 2020)

COMOS:ia käytetään esimerkiksi uutta laitosta suunniteltaessa. Allaolevassa kuvassa voidaan nähdä COMOS työnäkymä, kun tarkastellaan osiota putkisto- ja instrumentaatiokaaviota (PID) (Andritz Oy, 2020)



Kuva 4, Ote COMOS PI-kaaviosta (Andritz Oy COMOS, 2020)

6 TEOLLISUUDEN VOITELUAINEET

6.1 Voitelun tarkoitus ja toimintaperiaate

Voitelemalla pyritään vähentämään voideltavassa kohteessa olevien toistensa suhteen liikkuvien pintojen välistä kitkaa ja minimoimaan erilaisia kulumismekanismeja pidentäen näin kohteen käyttöikä.

Kulumisen jaotellaan DIN 50320 standardin mukaan neljään eri kulumismekanismiin: adhesiivinen kuluminen eli tartuntakuluminen (kylmähitsautuminen), abrasiivinen kuluminen eli hiontakuluminen, väsymiskuluminen ja tribokemiallinen kuluminen. Todellisissa käyttöolosuhteissa kulumista tapahtuu usein enemmän kuin yhden kulumismekanismien seurauksena. (Parikka; Lehtonen, 2000, 4-5)

Voitelun toiminta perustuu voiteluainekalvoon, joka erottaa voideltavat pinnat toisistaan vähentäen näin pintojen välistä kitkaa. Kalvon paksuuden on oltava suurempi, kuin voideltavilla pinnoilla olevien epätasaisuuksien yhteenlaskettu suuruus. (Kara; Huuskonen, 1989, 17-18)

Esimerkiksi liukulaakerin ja akselin voitelutilanteessa akselin ja voiteluaineen välinen liike aiheuttaa tietyn liikenopeuden ylittämisen jälkeen voiteluaineessa virtauspaineen, joka tuottaa nostovoimaa. Tämän seurauksena akselin ja liukulaakerin pinnat eivät kosketa toisiaan akselin pyöriessä. (Kara; Huuskonen, 1989, 17-18)

6.2 Voiteluaineiden käsitteistöä

Teollisuuden voiteluaineet luokitellaan mm. ISO standardissa ISO 6743-99. Teollisuudessa käytettävät voiteluaineet ovat pääasiassa joko öljyjä tai rasvoja. Voiteluöljyille- ja rasvoille on kehitetty erilaisia mitattavia suureita, joiden avulla voidaan määrittellä niiden ominaisuuksia ja käyttäytymistä erilaisissa käyttöolosuhteissa. Tällaisia käsitteitä ovat esimerkiksi vanheneminen, vaahtoutuminen ja ilmanerotuskyky, vedenerotuskyky, viskositeetti ja tunkeuma.

6.2.1 Vanheneminen

Voiteluöljyjen ominaisuudet muuttuvat niiden käyttöympäristön, lämpötilan ja ajan vaikutuksesta. Öljyn vanhenemisessa öljyyn muodostuu ensiksi hapettumisen aiheuttamana orgaanisia happoja, jonka jälkeen polymerisointi - ja hapettumisreaktio muodostavat öljyyn sen viskositeettia lisääviä yhdisteitä. Mineraaliöljypohjaisten voiteluaineiden vanhenemiseen vaikuttavia tekijöitä ovat öljyn jalostusaste, erilaiset öljyyn kosketuksissa olevat metallit (etenkin kupari) jotka toimivat vanhenemisreaktioiden katalyyttinä ja suurinpana yksittäisenä tekijänä lämpötila. Lämpötilan lisääminen 8-10 Celsiusasteella kaksinkertaistaa vanhenemisnopeuden. Öljyn käyttöikä voidaan pidentää lisäämällä öljyyn lisäaineita, jotka reagoivat vanhenemisessä syntyvien hapettumistuotteiden kanssa. (Kara; Huuskonen, 1989, 172-174)

6.2.2 Vaahtoutuminen ja ilmanerotuskyky

Jos öljyyn pääsee sekoittumaan ilmaa, öljyyn voi alkaa muodostua vaahtoa. Öljyyn sekottunut ilma vaikuttaa epätoivotusti öljyn ominaisuuksiin mm. lisäämällä sen kokoonpuristuvuutta, vähentämällä öljypumppujen hyötysuhdetta ja heikentämällä lämmönsiirto-ominaisuuksia (Öljyn kunnossapito, Promaint, 2018)

Vaahdon muodostumista voidaan vähentää lisäaineilla, mutta samalla voidaan tulla huonontaneeksi öljyn ilmanerotuskykyä. Ilmanerotuskyvyllä kuvataan sitä aikaa, jona öljyn ja ilman seos erottuu, eli kuinka kauan öljyyn sekoittuneilta ilmakupliilta menee nousta öljyn pinnalle. Vaahdon muodostumista ja ilmanerotuskykyä mitataan DIN 51566 standardin mukaan johtamalla ilmaa öljynäytteeseen ja mittaamalla öljyn pinnalle muodostuvan vaahdon tilavuus heti ilman syötön lakkaamisen jälkeen ja toisen kerran 10 minuutin kuluttua. Tämä mittaus tehdään kolme kertaa: ensin 25 Celsiusasteessa, sen jälkeen 95 Celsiusasteessa jonka jälkeen toistetaan mittaus 25 Celsiusasteessa. (Kara; Huuskonen, 1989, 170-172)

6.2.3 Vedenerotuskyky

Vesi voiteluöljyssä aiheuttaa monenlaisia ei toivottuja ilmiöitä, kuten korroosiota, öljynsuodattimien tukkeumia ja voitelukalvon heikentymistä. (Öljyn kunnossapito, Promaint, 2018) Siksi vedenerotuskyky on voiteluaineelle tärkeä ominaisuus. Vedenerotuskykyä mitataan esimerkiksi DIN 51599 standardin mukaisesti johtamalla vettä tutkittavaan öljyyn ja mittaamalla aika joka kuluu veden ja öljyn erottumiseen veden syötön katkaisun jälkeen. (Kara; Huuskonen, 1989, 174)

6.2.4 Viskositeetti

Viskositeetti kuvaa virtaavan nesteen virtausvastustusta. Jos nestekerros on kahden pinnan välissä, jotka liikkuvat toisiinsa nähden, syntyy välissä olevaan nestekerrokseen leikkausjännitystä.

$$(1) \quad \tau = \eta \frac{dv}{dh}$$

Jossa τ kuvaa leikkausjännitystä, η kuvaa viskositeettia ja $\frac{dv}{dh}$ kuvaa nopeusgradienttia. Teollisuusvoiteluaineiden viskositeetti jaetaan ISO VG –luokkiin. ISO VG ilmoittaa aineen keskiviskositeetin 40 Celsiusasteessa. Viskositeettiluokkia on kahdeksantoista ISO VG 2 luokasta ISO VG 1500 luokkaan. (Kara; Huuskonen, 1989, 174-178)

6.2.5 Tunkeuma

Tunkeumalla kuvataan voitelurasvojen kiinteyttä. Tunkeumaa mitataan asettamalla koekartio rasvaan ja mittaamalla kartion tunkeutuma matka. USA:lainen National Lubricating Grease Institute on luonut NLGI luokituksen, joka kuvastaa rasvojen kiinteyttä. Esimerkiksi NLGI 000 luokan rasva on juokseva ja NLGI 6 luokan rasva on kova. NLGI luokitus on käytössä maailmanlaajuisesti. (Kara; Huuskonen, 1989, 169-170)

6.3 Voiteluöljyt

Voiteluöljyt ovat yleisimpiä teollisuudessa käytössä olevia voiteluaineita. Teollisuuden voiteluöljyt voidaan jakaa kahteen pääryhmään: mineraaliöljyihin ja synteettisiin öljyihin. Mineraaliöljypohjaiset voiteluöljyt valmistetaan jalostamalla raakaöljyä voiteluöljyn vaatimukset täyttävään muotoon. Raakaöljyt ovat käytännössä hiilivetyjä, joiden koostumus sanelee sen, soveltuvatko ne jalostettavaksi voiteluöljyksi. Soveltuvia raakaöljyä on kahdentyyppisiä: parafiinipohjaisia ja nafteenipohjaisia. Raakaöljy jalostetaan lopputuotteiksi, kuten polttoaineiksi ja voiteluaineiksi erilaisilla tislaus, liuotinkäsittely, vetykäsittely ja parafiinin poistoprosesseilla. (Kara; Huuskonen, 1989, 27-29)

Synteettisiä voiteluöljyjä käytetään sellaisissa erikoistilanteissa, kun voiteluöljylle asetetaan tavallista suurempia vaatimuksia esimerkiksi käyttölämpötilan, viskositeetti-indeksin tai käyttöiän suhteen. Viskositeetti-indeksi kuvaa lämpötilan vaikutusta voiteluöljyn viskositeettiin. Synteettisen voiteluöljyn valintaan voi vaikuttaa myös se, että voideltavan järjestelmän käyttökustannukset tulevat kokonaisuutena halvemmaksi, kuin käyttämällä mineraaliöljyä. Synteettisiä voiteluaineita ovat mm. Polyalfaolefinit, Diesterit ja Polyoliesterit. (Kara; Huuskonen, 1989, 6, 106-110)

Voiteluöljyjen ominaisuuksia voidaan parantaa erilaisilla lisäaineilla. Yleisimpiä lisäaineita ovat polttomoottorin paloaluetta puhdistavat Heavy Duty-lisäaineet, viskositeetti-indeksiä parantavat lisäaineet jotka vähentävät ympäröivän lämpötilan vaikutusta öljyn viskositeettiin, hapettumista ehkäisevät lisäaineet, kylmähitsautumista estävät Extreme Pressure-lisäaineet, korroosiota ehkäisevät lisäaineet, voitelukykyä parantavat lisäaineet ja vaahtoutumista ehkäisevät lisäaineet. (Kara; Huuskonen, 1989, 33-38)

6.4 Voitelurasvat

Voitelurasvat ovat voiteluöljyjen jälkeen toiseksi käytetyin voiteluaine teollisuuden käyttökohteissa. Rasvoja käytetään esimerkiksi sellaisissa kohteissa, josta voiteluöljyt valuisivat pois. Rasvan toinen etu öljyyn nähden on se, että voitelukohteen ympärillä oleva ylimääräinen rasva toimii suojana käyttöympäristön epäpuhtauksia vastaan. (Kara; Huuskonen, 1989, 111)

Voitelurasvat koostuvat perusöljystä (noin 90%), rasvasta, saentimesta ja mahdollisista lisäaineista. Voitelurasvan perusöljy voi olla joko mineraaliöljy tai synteettinen öljy. Perusöljy valitaan selvittämällä, millaista voiteluöljyä käytettäisiin vastaavanlaisessa öljyllä voideltavassa kohteessa. Mm. viskositeetin on oltava sama. Perusöljyn lisäksi voitelurasvan toinen olennainen osa on saennin. Saennin voi olla metallisaippua, metallikompleksisaippua, orgaaninen ei-saippuayhdiste tai epäorgaaninen yhdiste. Kuten rasvan perusöljy, myös sen saennin valitaan sen käyttökohteen asettamien vaatimusten mukaan. (Kunnossapitoyhdistys Promaint, Voitelutekninen toimikunta, 2010, 5-7)

Perusöljyn ja saentimen lisäksi rasvan ominaisuuksien parantamiseksi siihe lisätään erilaisia lisäaineita. Lisäaineilla vaikutetaan mm. kulumiskestävyyteen, pintapaineen keston, korroosion ja hapettumisen estoon. Esimerkiksi hyvin suurten kuormitusten alaisiin rasvoihin voidaan lisätä kiinteää voiteluainetta, kuten grafiittia parantamaan rasvan ominaisuuksia. (Kunnossapitoyhdistys Promaint, Voitelutekninen toimikunta, 2010, 8)

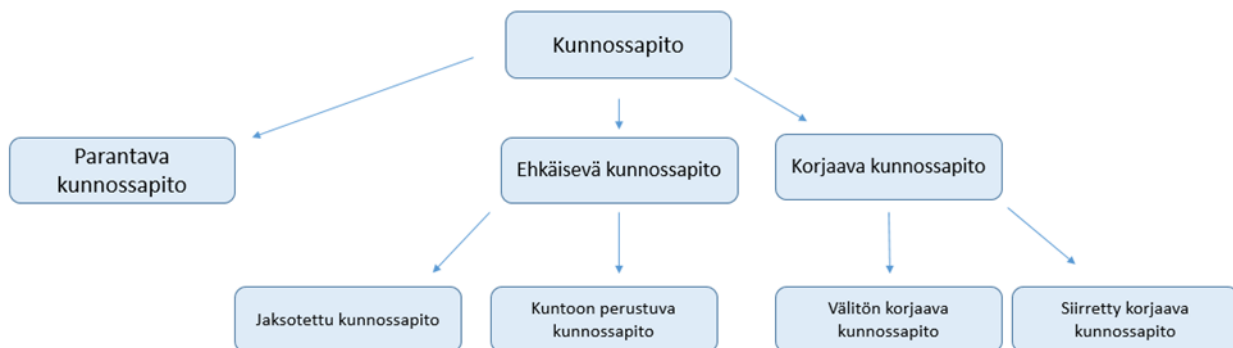
7 KUNNOSSAPITO

7.1 Kattilalaitosten kunnossapito

Kattilalaitosten kunnossapito on osittain kausiluonteista, jaksotettua kunnossapitoa. Tämä johtuu siitä, että kattilaa pyritään ajamaan keskeytyksettä noin 1-1,5 vuotta ennen huoltoseisakkia. Tällöin sellaiset kunnossapidon tehtävät, joita ei voida suorittaa laitteiden ollessa käynnissä on pyrittävä ajoittamaan seisakkien ajalle. Kun laitteita pyritään käyttämään pitkiä ajanjaksoja keskeytyksettä, korostuu asianmukaisen kunnossapidon tärkeys yhtenä ongelmattoman toiminnan edellytyksenä.

7.2 Standardit

Kunnossapitoon liittyvät käsitteet ja termit esitetään Euroopan Unionin alueella voimassa olevassa SFS-EN 13306 standardissa, joka määrittelee kunnossapidon näin: *” kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.”* Vastaavanlaisia kunnossapitoa koskevia käsitteitä ja määritelmiä esitellään suomalaisessa prosessiteollisuuden pääosin keskittyvässä PSK 6201 standardissa. Kunnossapitoa käsitellään muun muassa myös SFS-EN 16646 standardissa tuotanto-omaisuuden hallinnan näkökulmasta.



Kuva 5, Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaillen

7.3 Kunnossapidon lajit

7.3.1 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan sellaista kunnossapitostrategiaa, jossa kunnossapidettavaa kohdetta käytetään niin kauan, kunnes se vikaantuu. Kunnossapitotoimien alulle panevana tekijänä on laiterikko. Korjaava kunnossapito voidaan jakaa edelleen kahteen alalajiin:

- Välitön korjaava kunnossapito: laiterikon sattuessa kunnossapitotoimet aloitetaan välittömästi, jotta laite saadaan palautettua normaaliin toimintakuntoonsa.
- Siirretty korjaava kunnossapito: laitteen vikaantuessa kunnossapidon tarve huomioidaan, mutta laitteen kriittisyys esimerkiksi tehdasprosessin toiminnan kannalta ei ole niin suuri,

että kunnossapitotoimet aloitettaisiin heti. Kunnossapito voidaan kirjata esimerkiksi suoritettavaksi tehtaan tulevan huoltoseisakin yhteydessä. (Vuoti 2018, 4)

7.3.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan sellaisia kunnossapidollisia toimia, joiden avulla pyritään arvioimaan ja vähentämään kunnossapidettävän kohteen toimintakunnon huonontumista ja vikaantumisen riskiä. Ehkäisevä kunnossapito toimii aktiivisesti ennen varsinaisen vaurion tai laitevian ilmenemistä esimerkiksi ennalta määrättyjen ajanjaksojen välein tai tiettyjen kunnan seurannan pohjalta tehtyjen havaintojen perusteella. Ehkäisevä kunnossapito voidaan jakaa käsitteinä erilaisiin kunnossapidon alalajeihin, joita ovat:

- Jaksotettu kunnossapito: toimintatapa, jossa kunnossapidolliset tehtävät suoritetaan kunnossapidettävälle kohteelle ennalta määriteltyjen ajanjaksojen, käyttökertojen tai käytön määrien välein. Jaksotetussa kunnossapidossa kohteen kunto ei ole ratkaiseva tekijä huolto-toimen ajankohdalle, vaan huolto suoritetaan ennalta määrätyn syklin välein riippumatta siitä toimisiko laite moitteettomasti vielä ilman huoltoa. (Vuoti 2018, 3)
- Kuntoon perustuva kunnossapito: toimintatapa, jossa kunnossapidettävää kohdetta ja sen toimintaa seurataan erilaisilla antureilla ja huoltotoimien tarve, sekä ajankohta määritellään näitä seurattavia parametreja analysoimalla. Analysoitavia asioita voivat olla esimerkiksi värähtely tai lämpötila. Esimerkiksi laakerin värähtelyä seurattaessa värähtelyn lisääntyessä voidaan ennakoita mahdollinen laakerikomponentin rikkoutuminen ja huoltaa tai vaihtaa osa ennen kuin se ehtii aiheuttaa laiterikon. (Vuoti 2018, 3)

7.3.3 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito tarkoittaa sellaisia kunnossapidollisia toimia, joilla kunnossapidettävän kohteen ominaisuuksia ja käyttövarmuutta parannetaan alkuperäistä tasoa korkeammaksi. Esimerkiksi koneen alkuperäistä rakennetta voidaan modernisoida poistamalla siitä joitakin käyttövarmuutta mahdollisesti heikentäviä komponentteja ja korvaamalla ne uudemmilla. (Vuoti 2018, 8)

7.4 Ennakoiva/ehkäisevä kunnossapito voiteluaineita hyödyntämällä

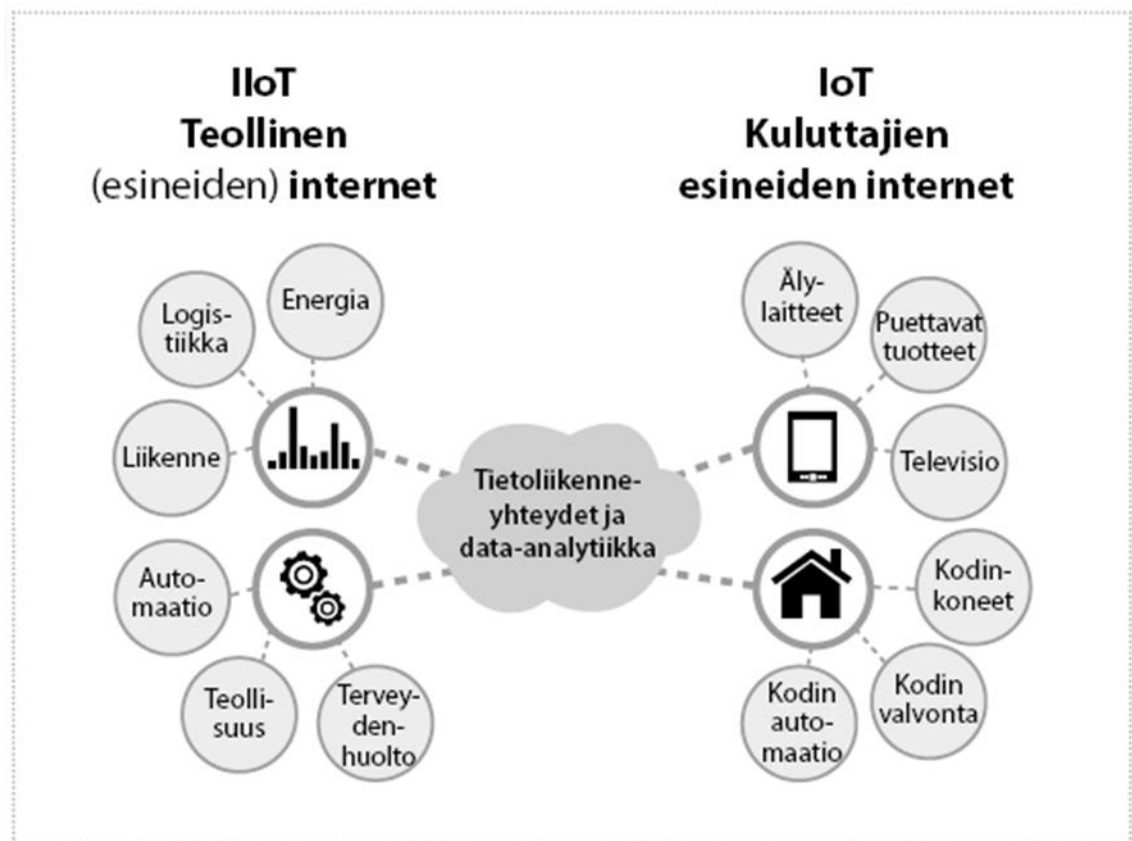
Erialaisten öljyanalyyseiden avulla voidaan seurata koneiden kuntoa ja tehdä tarvittaessa kunnossapidollisia toimenpiteitä ennen laiterikon ilmenemistä. Öljystä voidaan analysoida esimerkiksi vesipitoisuutta, viskositeettia, hiukkaspitoisuutta ja lisäksi visuaalisesti voidaan tarkastella mikroskooppinäytettä öljystä. Vertaamalla öljyanalyyseistä saatavia tuloksia taulukkoon, johon on kirjattu öljykierrossa olevien laitteiden öljynvaihto –ja lisäysvälit, saadaan käyttökelpoista tietoa kunnossapitotehtävien tueksi.

Esimerkkinä UPM Kaukaan tehtaalla koulutustilanteessa tehty öljyanalyysi, jossa öljykierron paluuvirtauksesta paljastui mikroskooppitarkastelussa metallipartikkeleita. Partikkeleiden alkuperäksi ilmeni päällystyskoneen kahden telan yhteydessä olevan välihammaspyörän katkennut akseli. Vaikka vika ei ollut näytteenottohetken mennessä kehittynyt sellaiseksi, että esimerkiksi päällystystelojen värähtelymittaus olisi sitä huomannut, olisi sillä silti ollut potentiaalia aiheuttaa suurempaa vahinkoa. (Kunnossapitoyhdistys Promaint, Hydraulitekninen toimikunta, 2018, 94-98)

Öljyä analysoimalla ja näitä analyyseista saatavia tietoja tallentamalla tehtaan tietojärjestelmään saadaan aikaan trenditietoa, joka voi auttaa tulevaisuudessa ennakoimaan laiterikkoja ja suorittamaan kunnossapitotoimet ennen koneen joutumista vikatilaan. Monessa tapauksessa on etenkin kunnossapidollisesti edullisempaa huoltaa vielä toimintakuntoista laitetta, kuin rikkoutunutta. (Kunnossapitoyhdistys Promaint, Hydraulitekninen toimikunta, 2018, 94-98)

8 TEOLLINEN INTERNET

Teollinen internet on suosittu puheenaihe 2000 –luvun globalisoituneessa maailmassa, jossa kilpailun kiristyessä lähes jokaisella alalla pyritään parantamaan datan keruun ja analysoinnin avulla toimintoja jatkuvasti. Termi ilmestyi ensimmäisen kerran englanninkielisessä konsultti- ja analytikko-yhtiö Frost & Sullivanin julkaisemassa raportissa vuonna 2000. Teollisen internetin mahdollinen potentiaali eri liiketoiminta-alueille on niin suuri, että sen uskotaan laittavan liikkeelle uuden teollisen vallankumouksen. Potentiaalia taloudelliselle kasvulle nähdään useilla toimialoilla, mutta suurimaksi hyötyjäksi on arvioitu tehtaat ja tuotantolaitokset, joiden osalta arviot globaalien bruttokansantuotteen lisäyksestä vuoteen 2025 mennessä vaihtelevat noin yhden ja viiden biljoonan dollarin välillä. Teollisen internetin ilmiöllä on lähteestä riippuen monenlaisia eri nimityksiä, muun muassa: Industrial Internet of things, Esineiden Internet ja Teollisuus 4.0 (Collin; Saarelainen, 2016)



Kuva 6, Teollinen internet (Collin; Saarelainen, 2016)

8.1 Teollisen internetin käsitteistöä

Industrial Internet of Things (IIoT) on englannin kielen vastine Suomalaiselle termille Teollinen internet. Termi viittaa siihen, että koneiden ja laitteiden yms. kytkeytymistä internetiin ja niiden tuottamaa dataa hyödynnetään teollisessa mittakaavassa. (Collin; Saarelainen, 2016)

Esineiden Internet tai Internet of Things (IoT) on terminä laajempi kuin esimerkiksi Industrial Internet of Things, eikä se ota kantaa siihen missä mittakaavassa internetiin liitetyn laitteen tuottamaa

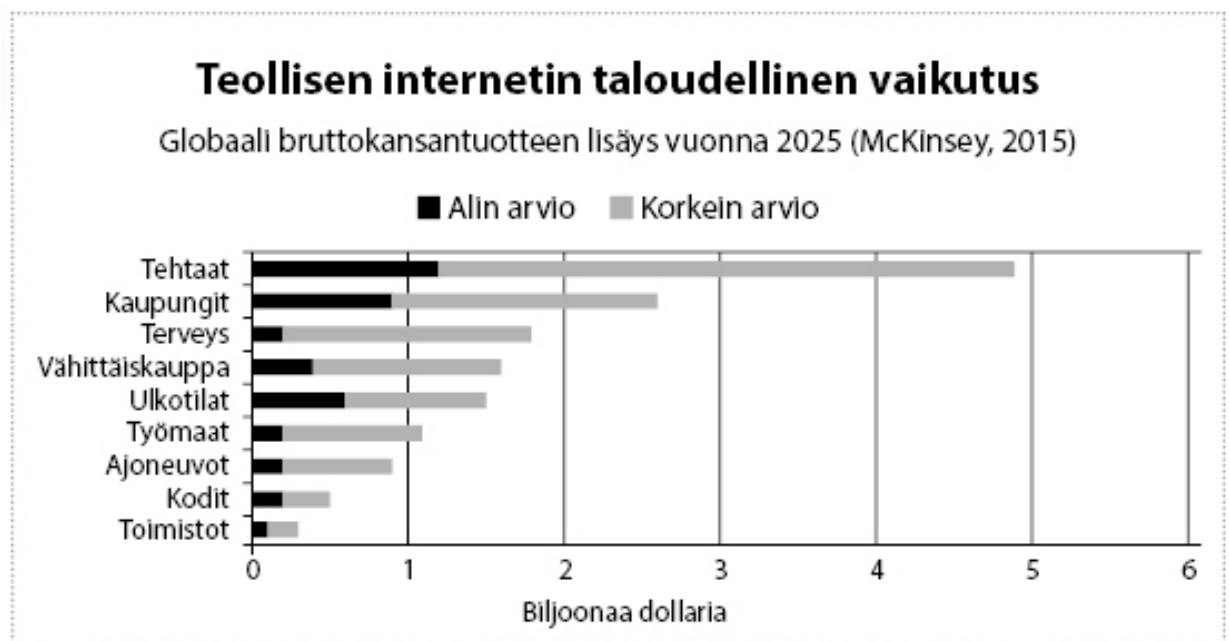
dataa hyödynnetään. Esimerkiksi yksittäinen kuluttajatuote, joka tuottaa dataa ainoastaan käyttäjälleen voitaisiin lukea tähän kategoriaan. (Collin; Saarelainen, 2016)

Teollisuus 4.0 tai Industrie 4.0 on saksalainen, vuonna 2012 aloitettu kansallisen tason muutosohjelma, joka keskittyy nimenomaan maan tehdasteollisuuden kilpailukyvyn ylläpitämiseen ja parantamiseen. Yhtenä Teollisuus 4.0:n päätavoitteena on älykäs tehdas, jonka tuotantolaitteet on varustettu antureilla ja sensoreilla. Laitteet viestivät keskenään ja tuottavat dataa, jonka perusteella tehdasta ajava järjestelmä osaa säädellä tehtaan prosesseja jopa ilman ihmistä. Tehtaan laitteet tietävät oman tehtävänsä sekä toimintakuntonsa ja ovat lisäksi tietoisia mitä muissa työvaiheissa tapahtuu. (Collin; Saarelainen, 2016)

8.2 Teollinen internet kunnossapidossa

Datan keruusta ja kyvystä käsitellä sitä osana kunnossapitotoimintaa on tulossa hyvää vauhtia tärkeä tekijä kunnossapidon toimialueella. Vielä tänäkin päivänä useiden yritysten kunnossapitojärjestelmät rakentuvat pätevän kunnossapitohenkilöstön varaan, jolla on työkokemuksen mukanaan tuomaa niinkutsuttua hiljaista tietoa huoltamastaan laitekannasta. Tämä aiheuttaa haasteita esimerkiksi tilanteessa jossa osa kunnossapitohenkilöstöstä vaihtuu: arvokas kokemus lähtee osaavan kunnossapitohenkilön mukana. Teollinen internet kunnossapidossa mahdollistaa vähäisemmän henkilöriippuvuuden, kun kunnossapidettävät laitteet voidaan varustaa antureilla ja anturidataa analysoimalla saadaan jatkuvaa informaatiota laitekannan toimintakunnosta (Martinsuo; Kärri; Aarikka-Stenroos, 2017, 86-87)

Teollisen internetin sovellusten mahdollistamasta arvon lisäyksestä suurimmaksi hyötyjäksi on arvioitu tuotantoteollisuus. Hyötyjä voidaan saada esimerkiksi kunnossapidon ja tuotantomenetelmien optimoinnilla sensoridataa hyödyntämällä.

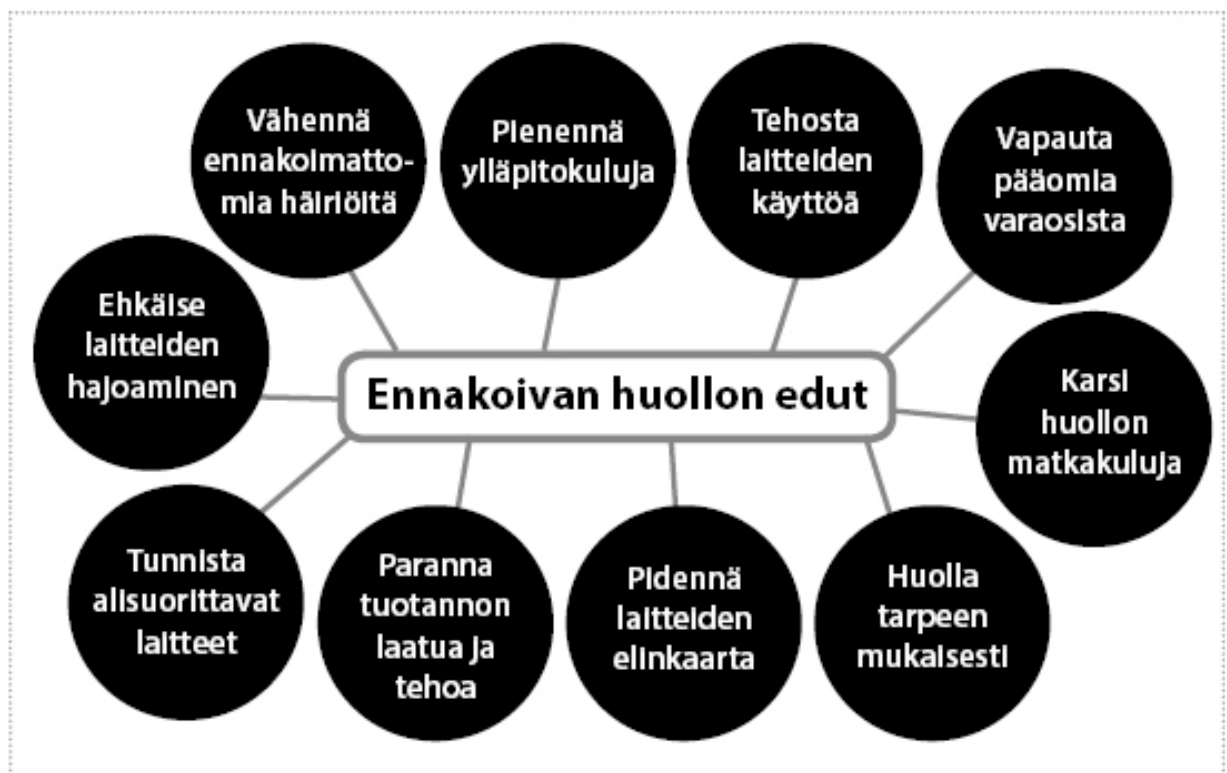


Kuva 7, Teollisen internetin taloudellinen vaikutus (Collin; Saarelainen, 2016)

8.2.1 Ennakoiva kunnossapito ja teollinen internet

Yksi teollisen internetin mahdollisista käyttökohteista on ennakoiva kunnossapito. Tähän teollisen internetin sovelluskohteeseen kohdistuu myös paljon odotuksia, koska tehokas ennakoiva kunnossapito parantaa yrityksen tuottavuutta laiterikoista johtuvien tuotantokatkosten vähenemisen muodossa.

Ennakoivassa kunnossapidossa teollista internetiä voidaan hyödyntää mm. laitteen etäkunnonvalvonnassa, etähallinnassa, etäoptimoinnissa ja jopa etäpäivityksissä. Teollisen internetin avulla toteutettu ennakoiva kunnossapito toteutetaan keräämällä kunnossapidettävästä kohteesta toimintadataa antureiden avulla ja analysoimalla sitä. Riittävän datan keruun jälkeen voidaan data-analyysin keinoin poimia koneen toimintadatasta poikkeamia, jotka viittaavat esimerkiksi ohjeistuksen vastaiseen käyttöön tai normaalia rasittavampiin käyttöolosuhteisiin. Tällaiset poikkeavat käyttötavat ovat omiaan aiheuttamaan koneelle vikaantumisia, joten jos ne voidaan huomata etäseurannan avulla lähes reaaliaikaisesti, ehditään ennakoivilla toimenpiteillä ehkäistä laiterikko. Tavallisimmillaan toimintadatasta poimittavat poikkeamat eivät kuitenkaan ole kovin suuria. Suuressa osassa ennakoivan kunnossapidon tapahtumista kyse on tavallisesta koneen kulumisesta, mutta analytiikan avulla se voidaan tunnistaa ajoissa, jolloin vaadittavat varaosat osataan tilata ja huolto voidaan aikatauluttaa tuotantoa mahdollisimman vähän häiritsevään ajankohtaan. (Collin; Saarelainen, 2016.)



Kuva 8, Ennakoivan huollon etuja (Collin; Saarelainen, 2016)

9 KUNNOSSAPITO- JA VOITELUAINEDOKUMENTIN TOTEUTUS

9.1 Pohjatyö

Työn alussa tutustuttiin aiemmin koostettuihin voiteluainelistoihin, jotka ovat digitaalisessa muodossa Andritz Oy:n dokumenttihakemistojärjestelmässä. Olemassaolevista listoista pyrittiin löytämään toimivia tapoja koostaa tarpeeksi kattava lista, jota voitaisiin käyttää kaikissa tulevilla soodakattilaprojekteissa.

Lisäksi pohjatyönä perehdyttiin COMOS suunnitteluohjelman käyttöön. Harjoitusprojektiksi kopioitiin Comosin tietokannasta projekti, joka sisältää soodakattilalle tyypilliset objektit. Näin ohjelman käyttöä voitiin harjoitella rauhassa, ilman riskiä siitä, että vahingoitettaisiin meneillään olevien COMOS projektien rakenteita.

9.2 Olemassaolevan export/import- työkalun soveltuvuusarviointi soodakattilapuolelle

Toteutuksen pohjatyötä tehdessä tuli ilmi, että COMOS:in on rakennettu excel dokumentin export ja import- toiminnallisuus datan siirtoa varten. Tätä toiminnallisuutta oltiin käytetty Andritz Oy:n kahdessa voimakattilaoastan projektissa.

Todettiin, että samaa export/import- työkalua voidaan käyttää myös soodakattilaoastolle suunnatun kunnossapito- ja voiteluainedokumentin, ja sen sisältämän datan siirtämiseen COMOS:ta sisään ja ulos. Export/import- työkalu ei sinällään ota kantaa siihen mitä tietoja se siirtää, kunhan tiedostomuoto on oikea. Tämän vuoksi keskittyminen suunnattiin tiedonkeruudokumentin optimointiin soodakattilan laitteita varten, jotta kaikki olennaiset laitteita koskevat tiedot saadaan COMOS:iin.

9.3 Dokumenttipohjan optimointi soodakattilan laitteille

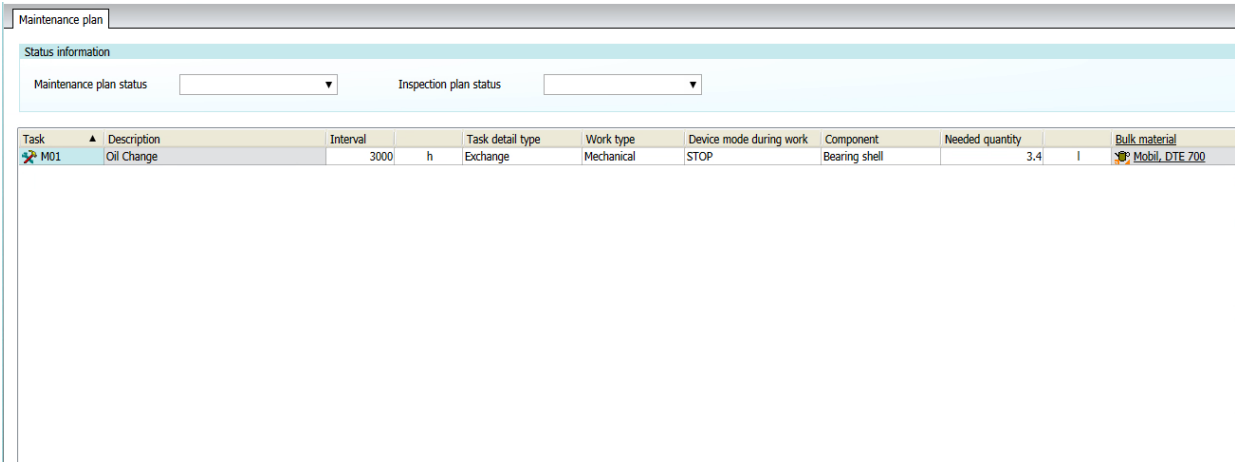
Dokumenttipohja toimii kunnossapito- ja voiteluainedatan kuljetusalustana laitetoimittajalta Andritz Oy:lle, Andritz Oy:n käyttämään COMOS laitossuunnitteluohjelmaan ja lopulta Andritz Oy:n asiakkaalle. On tärkeää, että se sisältää kaiken oleellisen tiedon soodakattilan laitteista mahdollisimman yksiselitteisessä muodossa. Toisaalta on myös vältettävä epäoleellisen tai COMOS järjestelmän tietomalleja sotkevan tiedon keräämistä.

Kunnossapito- ja voiteluainedokumenttipohjan optimoimiseksi käytiin läpi aikaisemmin laitemanuaaleista käsin keräämällä koostettuja Excel dokumentteja. Näitä dokumentteja otettiin vertailuun seitsemästä eri soodakattilaprojektista. Lisäksi vertailtiin voimakattilaprojektissa pilotoituja COMOS:ta exportoimalla luotuja dokumenttipohjia, joita oli 12 kappaletta.

Edellä mainittujen avulla koostettiin soodakattilan laitteille dokumenttipohja kunnossapito- ja voiteluainetietojen keräämistä varten. Dokumentti laadittiin englannin kielellä, jotta sitä voidaan käyttää

myös ulkomaisten laitetoimittajien kanssa. Laitetoimittajan täytettäviä kohtia dokumentilla ovat: laitteen valmistaja (manufacturer), laitteen malli (type/model), huoltotoimenpide (maintenance task), huoltotoimenpiteen tyyppi (task type), huoltotoimenpiteen työtyyppi (maintenance work type), työn yksityiskohdat (task details), työn kohteena oleva osa (component), viittaus tarkentavaan dokumenttiin (drawing reference), laitteen tila suoritettavan työn aikana (device mode during work), suoritettavan työn aikaväli (interval), varaosan/voiteluaineen määrä (bulk material quantity), varaosan/voiteluaineen toimittaja (bulk material supplier), varaosan/voiteluaineen valmistaja (bulk material manufacturer), varaosan/voiteluaineen tyyppi (bulk material manufacturer type), varaosan/voiteluaineen laatuluokitus (bulk material quality classification), varaosan/voiteluaineen tyyppi (bulk material type) ja revisionumero.

Kun laitetoimittaja on palauttanut täytetyn dokumentin, sen sisältämä informaatio voidaan hakea COMOS:in tiedon siirtämistä varten rakennetun import –työkalun avulla, jolloin yksittäinen huoltotoimenpide saadaan näkyviin sitä koskevan laiteobjektin huoltotietoihin kuvan 9 mukaisesti.



The screenshot shows a 'Maintenance plan' window. At the top, there are two dropdown menus for 'Maintenance plan status' and 'Inspection plan status'. Below these is a table with the following data:

Task	Description	Interval	Task detail type	Work type	Device mode during work	Component	Needed quantity	Bulk material	
M01	Oil Change	3000	h	Exchange	Mechanical	STOP	Bearing shell	3.4 l	Mobil, DTE 700

Kuva 9, Öljynvaih totehtävä COMOS:sa (Andritz Oy COMOS, 2020)

9.3.1 Vertailu soodakattilaprojektin voiteluainelistoihin

COMOS generoitua listaa vertailtiin seitsemään aikaisempaan käsin koostettuun soodakattilaprojektin voiteluainelistaan, jotta nähdään, onko COMOS listassa kysely kaikki oleellinen tieto. Vertailun teki haastavaksi se, että käsityönä koottujen listojen tekemiseen ei ole ollut selkeää ohjeistusta, joten niiden ulkoasu poikkesi toisistaan projektikohtaisesti. Tarkastelun jälkeen tultiin siihen tulokseen, että COMOS generoitu dokumentti mahdollistaa näillä näkymin kaikkien olennaisten kunnossapitotietojen keräämisen.

COMOS generoituun Excel listaan tulee automaattisesti kaksi sivua: Legend-sivu ja List-sivu. Legend sivulle kirjoitettiin ohjeistus laitetoimittajia varten, jotta minimoidaan virheellisesti täytettyjen listojen aiheuttama viivästyminen. Selkeiden ohjeiden puuttuminen usein johtaa työvaiheen hidastumiseen, kun aikaa menee tarkentavien kysymysten esittämiseen ja niihin vastaamiseen esim. sähköpostin välityksellä.

9.4 COMOS generoidun kunnossapito- ja voiteluainelistan etuja

COMOS generoidussa listassa yksi olennaisimpia etuja on listan koostamiseen käytettyjen työtuntien väheneminen verrattuna käsin koottuun listaan. Soodakattilassa käytettävien laitteiden voiteluainetietojen käsin koostaminen listaksi vie nykyisellään yhdeltä henkilöltä noin kuukauden. COMOS:ta generoidun listan yhtenä etuna on se, että listojen täyttämisen hoitaa kukin laitetoimittaja, jolloin aikaisemmin Andritz Oy:n listojen koostamiseen varatut resurssit voidaan ohjata muuhun toimintaan. Voidaan myös olettaa, että kullakin laitetoimittajalla on hyvä asiantuntemus omista tuotteistaan, joten kunnossapito- ja voiteluainetietojen täyttäminen selkeälle listapohjalle sujuu melko nopeasti ja tiedot ovat paikkansapitäviä.

Toinen tärkeä etu laitetoimittajan täyttämässä listassa on inhimillisten virheiden väheneminen, kun täytettävät kokonaisuudet pienenevät. On helpompaa täyttää tarkasti esimerkiksi muutaman pumppun tiedot, kuin kymmenien eri laitteiden. Näin vältetään myös turhalta tiedon oikeellisuuden moninkertaiselta tarkistelulta ja mahdollisten virheiden etsinnältä.

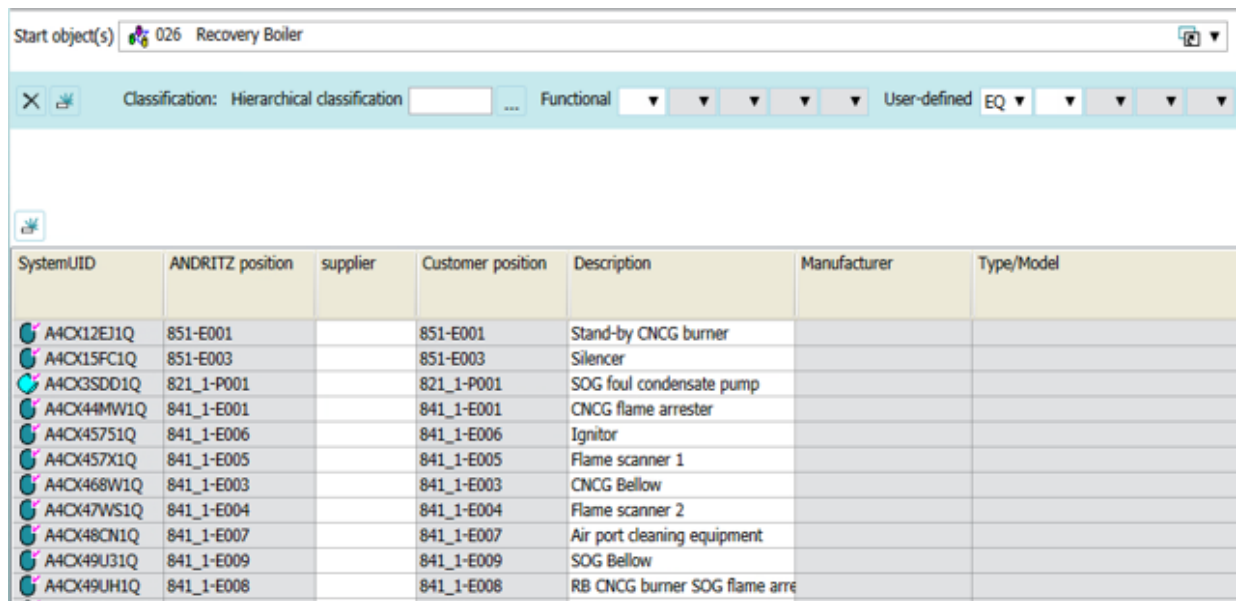
COMOS:ta generoidun kunnossapito- ja voiteluainelistan avulla on helpompaa havaita, mikäli joltakin laitteelta puuttuu tiedot, sillä COMOS:ta generoiduissa listoissa on kaikki projektissa tarvittavat laitteet. Näin listalta on helppo löytää puuttuvia tietoja katsomalla, onko jonkin laitteen kohdalla tyhjää. Tämä yksinkertaiselta kuulostava asia voi olla käsin kootussa listassa vaikeampaa tarkistaa, sillä jokainen listan rivi täytetään käsin. Jos jokin laite on unohtunut listata, lista itsessään ei anna laitteen puuttumisesta mitään viitteitä vaan puuttuvan tiedon löytyminen on sitä tarkastelevan henkilön vastuulla.

Mahdollinen etu on myös jo kerättyjen tietojen käytettävyys projektista toiselle. Tämä etu tosin perustuu niille kahdelle olettamukselle, että eri projekteissa laitetoimittajat eivät juurikaan vaihdu ja että laitetoimittajat eivät olennaisesti muuta laitteidensa ominaisuuksia, jolloin aiemmin kerätyt kunnossapito- ja voiteluainetiedot säilyvät ajantasaisina.

Lisäksi hyötynä on kunnossapito- ja voiteluainedatan saaminen jatkossa COMOS tietokantaan. Tämä helpottaa tietojen vertailua esimerkiksi projektien välillä, historiatietojen tutkimista, tai jos syystä tai toisesta on saatava selville yksittäisen laitteen voiteluainetiedot, ne löytyvät helposti kyseisen COMOS objektin alta.

10 KUVAUKSEN LAATIMINEN KUNNOSSAPITO- JA VOITELUAINETIEDON KERÄÄMISEEN JA HALLINTAAN

Jotta kunnossapito- ja voiteluainetietojen kerääminen ja hallinta olisi selkeää, koostettiin COMOS:sa tapahtuvasta prosessista kirjallinen kuvaus (Liite 1.) Kuvauksessa käydään läpi tiedonkeruumenetelmän eri vaiheet ja muut huomionarvoiset asiat. Yksityiskohtaisen, COMOS käyttäjälle suunnatun ohjeen tekoa jatketaan mahdollisesti tulevaisuudessa tarpeen mukaan. Tässä ohjeistuksessa voitaisiin keskittyä COMOS:ssa tapahtuvaan kofigurointiin, joka suoritetaan esimerkiksi ennen Excel dokumentin exportointia.



The screenshot shows the COMOS software interface. At the top, there is a search bar with 'Start object(s)' and '026 Recovery Boiler'. Below it, there are filters for 'Classification: Hierarchical classification', 'Functional', and 'User-defined EQ'. The main part of the interface is a table with the following columns: SystemUID, ANDRITZ position, supplier, Customer position, Description, Manufacturer, and Type/Model. The table contains 11 rows of data, each with a small icon to the left of the SystemUID.

SystemUID	ANDRITZ position	supplier	Customer position	Description	Manufacturer	Type/Model
A4CX12E1Q	851-E001		851-E001	Stand-by CNGC burner		
A4CX15FC1Q	851-E003		851-E003	Silencer		
A4CX3SDD1Q	821_1-P001		821_1-P001	SOG foul condensate pump		
A4CX44MW1Q	841_1-E001		841_1-E001	CNGC flame arrester		
A4CX45751Q	841_1-E006		841_1-E006	Ignitor		
A4CX457X1Q	841_1-E005		841_1-E005	Flame scanner 1		
A4CX468W1Q	841_1-E003		841_1-E003	CNGC Bellow		
A4CX47WS1Q	841_1-E004		841_1-E004	Flame scanner 2		
A4CX48CN1Q	841_1-E007		841_1-E007	Air port cleaning equipment		
A4CX49U31Q	841_1-E009		841_1-E009	SOG Bellow		
A4CX49UH1Q	841_1-E008		841_1-E008	RB CNGC burner SOG flame arre		

Kuva 10, COMOS konfigurointia (Andritz Oy COMOS, 2020)

11 VASTUUKYSYMYKSET

On hyvä pohtia, muuttuvatko laitetoimittajan, Andritz Oy:n ja Andritz Oy:n asiakkaan väliset vastuut, kun COMOS:ta generoitu kunnossapito- ja voiteluainelista otetaan käyttöön. Laitetoimittajan vastuulla on täyttää tarvittavat tiedot voiteluainelistaan oikein, jotta laitteita osataan voidella ja huoltaa asianmukaisesti. Tämä olisi selkeä muutos aiempaan käytäntöön, jolloin laitetoimittaja on toimittanut Andritz Oy:lle laitemanuaalit, joiden pohjalta Andritz Oy:n työntekijä on koostanut listan.

Andritz Oy:n uudeksi vastuuksi tulee laatia lista sellaiseksi, että sen on mahdollista sisältää jokaiselle laitteelle olennaiset kunnossapito- ja voitelutiedot. Myös listan täyttämistä koskeva ohjeistus on laadittava Andritz Oy:n toimesta niin yksiselitteiseksi, että laitetoimittajan on helppo täyttää lista oikein, jotta sen sisältämät tiedot saadaan tuotua COMOS:iin. Lisäksi toimintatavan ylläpitämiseksi on mahdollisesti tarpeen henkilö, joka on vastuussa tietojen hallinnasta COMOS:sa.

Andritz Oy:n vastuuna on myös tuoda tarpeeksi ajoissa laitetoimittajalle ilmi, että tietojen koostaminen on laitetoimittajan vastuulla, jotta laitetoimittaja osaa varata työhön tarvittavat resurssit. Dokumentin täyttämisestä voidaan laittaa alustava tieto mukaan tarjouspyyntöön, jonka jälkeen myöhemässä vaiheessa lähetetään täytettävä pohja yhdessä piirustus- ja lomakepohjapaketin mukana. (Rastas, 2020)

Tietojenkeruumenetelmän mahdollisesti laajentuessa soodakattiloiden lisäksi muiden tuoteryhmien käyttöön, on tärkeää, että dokumenttipohja pidetään samana kaikkien tuoteryhmien projekteissa. Yhdenmukaisuus tuoteryhmien välillä selkeyttää toimintaa myös laitetoimittajien näkökulmasta, sillä monessa tapauksessa laitetoimittajat ovat eri tuoteryhmien projekteissa samoja.

Toisaalta selkeyttä tulee myös ostoprosessiin. On helpompaa vaatia laitetoimittajalta tietty dokumentaatio osana kauppaa, kun dokumentaation tarkkuus ja laajuus on selkeästi havainnollistettavissa tiedonkeruupohjalla. (Rastas, 2020)

12 TULEVAISUUDEN SOVELLUSMAHDOLLISUUDET

COMOS:ta generoidussa listassa on jo nyt mahdollistettu laitetoimittajalle myös muiden, kuin voiteluainetietojen täyttäminen. Yksinkertaiset huoltotehtävät, kuten esimerkiksi tiivisteiden vaihtaminen tai koneiden osien visuaalinen tarkastus voidaan halutessa merkitä voitelutietojen lisäksi samaan listaan.

Mikäli kattilan kaikille laitteille saadaan koottua kattava tieto voiteluaineista, kulutusosista ja niiden vaihtoväleistä, on mahdollista myös tarjota kattilan ostavalle asiakkaalle näiden tietojen pohjalta luotua kunnossapitojärjestelmää. Tosin useimmat projektit tehdään sellaiselle asiakkaalle, jolla on jo olemassa olevia tehdaslaitoksia, joten heillä on myös olemassa olevat kunnossapitojärjestelmät.

Mahdollinen lisäpalvelu voisi olla loppuasiakkaan kunnossapitotoimintojen optimointi. Kun tiedetään laitteiden sijainti laitoksessa, niiden käyttämä voiteluaine ja voiteluaineen lisäysväli, voidaan suunnitella optimoitu huoltokierros. Näin huoltohenkilökunta voi käydä samalla kertaa kaikkien niiden laitteiden luona, joiden voiteluaineen lisäysväli on tulossa ajankohtaiseksi samaan aikaan ja jotka käyttävät samoja voiteluaineita.

COMOS:in ja Andritz Oy:n käytössä olevan 3D suunnitteluohjelma PDMS:n integraatiota hyödyntämällä saadaan halutusta kohteesta, esimerkiksi pumpusta tai puhaltimesta, sijaintitieto näkyviin kattilan 3D-mallin avulla. Lisäksi käyttäjä voi tarkastella 3D-mallin kautta laitteiden kunnossapitotietoja, esimerkiksi milloin tietylle puhaltimelle on viimeksi suoritettu öljynvaihto.

13 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella tiedonkeruumenetelmä soodakattiloissa käytettävien mekaanisten laitteiden kunnossapito- ja voiteluainetietoja varten Andritz Oy:lle. Toimintamalli, jota lähdettiin kehittämään, on hakea tieto laitetoimittajalta, tallentaa saatu tieto Andritzin dokumentinhallintajärjestelmään ja toimittaa tieto edelleen Andritzin asiakkaalle hyödyntäen automaatiota ja COMOS tietokantaa.

Tiedon siirtämistä varten kehitetyn dokumenttipohjan luomisen jälkeen oli selvítettävä, kuinka sen sisältämä informaatio saataisiin linkitettyä COMOS suunnitteluohjelmaan, jossa tiedon hallinta tulisi tapahtumaan.

Opinnäytetyön aihe kuuluu teollisuudessa käytettävien voiteluaineiden ja mekaanisten laitteiden kunnossapidon teoreettiseen viitekehykseen. Lisäksi teoriaosuudessa käsiteltiin teollisen internetin mahdollistamia työkaluja kunnossapidossa.

Opinnäytetyön pohjatyötä tehdessä tuli esille COMOS suunnitteluohjelmaan aiemmin kehitetty Excel tiedoston export ja import työkalut. Näitä työkaluja päätettiin hyödyntää kunnossapito- ja voiteluainedatan siirtoon. Koska työkalu oli kehitetty datan siirtämiseen Excel tiedostosta COMOS:iin ja COMOS:sta Excel tiedostolle, päätettiin datan keräämistä varten käyttää Excelille laadittua dokumenttipohjaa.

Kunnossapito- ja voiteluainetiedonkeruudokumentti optimoitiin kattamaan kaikki soodakattilassa käytettäville laitteille olennaiset kunnossapitotiedot, kuten esimerkiksi pumppujen öljynvaihdot tai tuhkakuljettimien laakereiden rasvaukset. Tiedonkeruumalli ja dokumenttipohja mahdollistavat tietojen keräämisen myös tarvittaessa laitteiden kulutus- ja varaosien osalta. Lisäksi kirjoitettiin kuvaus kunnossapito- ja voiteluainedatan keräysprosessista.

14 LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Andritz Oy Intranet, Yhtiön sisäiseen käyttöön eristetty verkko. [Viitattu 29.1.2020]

Andritz Oy COMOS, Yhtiön käytössä oleva suunnitteluohjelma. [Viitattu 10.2.2020]

Andritz Group. N.d. About us / History. [Viitattu 23.1.2020]

<https://www.andritz.com/group-en/about-us/gr-history>

COMOS tuotekuvaus. N.d. Tuotekuvaus Siemensin sivustolla. [Viitattu 13.1.2020]

<https://new.siemens.com/br/en/products/automation/industry-software/comos.html>

DIN 51566

TESTING OF LUBRICANTS; DETERMINATION OF FOAMING CHARACTERISTICS. 1983. [Viitattu 18.2.2020]

ISO 6743-99

Lubricants, industrial oils and related products (class L) — Classification — Part 99: General. 2002. [Viitattu 19.2.2020]

Kara, Werner. H. Kääntänyt: Huuskonen, Yrjö. 1989. Voiteluaineet. Valmistus, ominaisuudet, käyttö. Espoo: Ota-kustantamo . [Viitattu 22.2.2020]

Kunnossapitoyhdistys Promaint. Voitelutekninen toimikunta. 2010. Teollisuuden rasvavoitelu. Helsinki: KP-media. . [Viitattu 27.2.2020]

Kunnossapitoyhdistys Promaint. Hydraulitekninen toimikunta. 2018. Öljyn kunnossapito. Öljyn kunnossapidon uudet menetelmät ja haasteet sekä koneiden ja laitteiden ennakoiva kunnossapito öljyn avulla. Helsinki: Promaint ry . [Viitattu 2.3.2020]

Laaninen, Tuomas. 2020. Ser-Plan Oy. Sähköpostiviesti [Viitattu 22.1.2020]

Parikka, Risto; Lehtonen Jussi. 2000. Kulumismekanismit ja niiden vaikutus vierintälaakereiden eliniälle. Espoo: VTT julkinen tutkimusraportti. . [Viitattu 6.4.2020]

PSK 6201

KUNNOSSAPITO. KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT. 2011. [Viitattu 4.3.2020]

Rastas, Timo. 2020. Manager, Procurement, KRP/Purchasing. Andritz Oy. Palaveri [Viitattu 25.2.2020]

Savonia-ammattikorkeakoulu. N.d. Ammattikorkeakoulun esittely. [Viitattu 28.1.2020]

<https://portal.savonia.fi/amk/fi/tutustu-savoniaan>

SFS-EN 13306

Maintenance. Maintenance terminology. 2017. [Viitattu 5.3.2020]

SFS-EN 16646

Maintenance. Maintenance within physical asset management. 2015. [Viitattu 5.3.2020]

Suomen virallinen tilasto (SVT): Ammattikorkeakoulukoulutus [verkkajulkaisu].

ISSN=1799-0033. 2014, Liitetaulukko 3. Ammattikorkeakouluissa suoritettut tutkinnot ammattikorkeakouluittain 2014 . Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 27.1.2020].

Saantitapa: http://www.stat.fi/til/akop/2014/akop_2014_2015-04-16_tau_003_fi.html

Soodakattila. N.d. [Viitattu 22.1.2020]

<https://www.soodakattilayhdistys.fi/soodakattila>

Vauhkonen, Tero. 2019. Engineering Manager, Mechanical. Andritz Oy. Opinnäytetyötä alustava palaveri [Viitattu 21.1.2020]

Vuoti, Ari. 2018. Kunnossapidon lajit. Savonia-ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutusalan opetusmateriaali. [Viitattu 2.3.2020]

https://moodle.savonia.fi/pluginfile.php/643529/mod_resource/content/0/3_Kunnossapidon%20lajit.pdf

COMOS Lubrication & Maintenance Data Collection Process



18.03.2020

Page: 34 (total

2)

1. General Objectives

Main objective is to implement a method of collection and handling of lubrication and maintenance data related to equipment used in recovery boiler projects.

2. Operations model

Lubrication and maintenance data collection document is exported from COMOS for each equipment supplier separately. Suppliers fill the document and return it. Filled document contains all relevant lubrication and maintenance data for suppliers' equipment. Once the filled document is received it is imported back to COMOS. After each suppliers' document has been received and imported to Comos, a lubrication list containing all equipment that require lubrication is exported from COMOS.

- Each equipment supplier must be made aware that they are responsible for filling the data collection document. Suppliers may be informed about this requirement in RFQ phase by project purchaser.
- Equipment objects in COMOS must be assigned to a supplier by filling the supplier company name in the "order" sheet located under equipment's attributes.
- Once the equipment are assigned to their suppliers, the supplier-specific data collection document can be exported from COMOS.
- Supplier-specific data collection document shall be sent to each supplier along with the drawing and document template package.
- Each equipment supplier fills the document and returns it along with the equipment manuals. In each project, the project schedule must be checked if the lubrication list is needed earlier than equipment manuals. If so, equipment supplier must be made aware that the filled lubrication and maintenance data collection document is to be returned prior the equipment manuals.

- Data from the documents is imported to COMOS.
- Once all equipment lubrication and maintenance data is in COMOS, a lubrication list containing all project equipment lubrication data is exported from COMOS and filed to ADMS.

3. Attention

Feedback from equipment suppliers is important in order to develop and fine-tune the data collection process. Feedback regarding for example the filling instructions of the data collection document should be forwarded to the person responsible.

4. List of Revisions

Date	Revision	Revised Chapters	Type of Revision
18.03.2020	-		Created