

Jere Jalonen

## **VOITELUHUOLLON KEHITTÄMINEN**

# VOITELUHUOLLON KEHITTÄMINEN

Jere Jalonen  
Opinnäytetyö  
Syksy 2023  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, tuotantotekniikka

---

Tekijä: Jere Jalonen

Opinnäytetyön nimi: Voiteluhuollon kehittäminen

Työn ohjaaja: Juha Männistö

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2023

Sivumäärä: 35 + 3 liitettä

---

Opinnäytetyö tehtiin Oulun Stora Enson tarpeeseen, ja se oli osa suurempaa voiteluhuollon kehitysprojektia. Työn tarkoituksena oli muuttaa Oulun sellutehtaan määräaikaista öljynvaihtoa näytteenottoon perustuviksi vaihdelaatikoista, joiden öljyntilavuus on yli 80 litraa, sekä hydraulijärjestelmistä, joiden öljyntilavuus on yli 200 litraa. Aikaisemmin edellä mainittuihin vaihdelaatikoihin ja hydraulijärjestelmiin on vaihdettu öljyt ennalta sovitun määräajan täytyessä esimerkiksi vuoden välein. Jatkossa näistä laitteista otetaan öljynäyte, jonka avulla öljyä voidaan analysoida ja sen perusteella tiedetään, onko öljy vaihtokunnossa. Öljyanalyysillä saadaan runsaasti tietoa öljyn kunnosta, mutta lisäksi sen avulla voidaan saada tietoa sen laitteen kunnosta, josta öljynäyte on otettu. Öljynäytteessä saattaa olla esimerkiksi metallin palasia, mikä voi kertoa laitteen sisällä olevasta vauriosta. Näitä tietoja analysoimalla voidaan seurata laitteiden kuntoa ja varmistaa laitteissa olevien öljyjen voitelukyky sekä minimoida turhia öljynvaihtoja, kun hyvässä kunnossa olevaa öljyä ei vaihdeta uuteen niin kuin ennen määräaikaista öljynvaihdolla on voinut päästä käymään. Lisäksi tarkoituksena oli rakentaa SAP-järjestelmään näytteenotolle ennakkohuoltokierrokset ja tehdä työntekijöille ohjeet öljynäytteenottoon. Työllä pyrittiin saamaan ekologista ja taloudellista hyötyä pidentämällä öljynvaihtovälejä sekä lisäämään tietoa laitteiden kunnosta.

Työhön valittiin SAP-järjestelmästä Stora Enson henkilökunnan kanssa vaihdelaatikot ja hydraulijärjestelmät, joiden öljyntilavuus ylitti aikaisemmin mainitut öljyntilavuudet. Nopeasti huomattiin, että on myös laitteita, joissa öljyntilavuus on pienempi kuin ennalta oli sovittu, mutta ne katsottiin olevan niin kriittisiä, että ne olisi syytä ottaa työhön mukaan. Työstä jätettiin pois myös muutama vaihdelaatikko, jonka öljyntilavuus oli yli 80 litraa mutta katsottiin, ettei niistä ole tarpeellista ottaa öljynäytettä. Lopulta vaihdelaatikoita ja hydraulijärjestelmiä tuli työhön mukaan noin 50 kappaletta, joista jatkossa otetaan öljynäyte. Kun työssä huomioitavat laitteet oli rajattu, alkoi näytteenoton suunnitteleminen. Luotettavan öljynäytteen ottamiseen saatiin tietoa Exxon Mobilin edustajalta. Jokaiseen laitteeseen suunniteltiin yksilöllisesti näytteenottaminen sekä tarvittaessa laitteille tehtävät muutostyöt, jotta öljynäyte olisi luotettava ja se saataisiin otettua turvallisesti. Lopuksi SAP-järjestelmään rakennettiin näytteenottojen ennakkohuoltokierrokset ja luotiin ohjeet näytteenottoon.

Työn tuloksena saatiin työssä mukana oleville vaihdelaatikoille ja hydraulijärjestelmille suunniteltua öljynäytteenottoa sekä muutostyöt niihin laitteisiin, joihin katsottiin sen olevan tarpeellista joko turvallisuuden tai luotettavan näytteen saamiseksi. Muutostöinä osaan laitteista suunniteltiin asennettavaksi näytteenottohana tai -liitin, jotka mahdollistavat laadukkaan öljynäytteen saamisen turvallisesti. SAP-järjestelmään rakennettiin öljynäytteenoton ennakkohuoltokierrokset sekä luotiin ohjeet näytteenottoon. Stora Enso toteuttaa laitteille tulevat muutostyöt, kun se on mahdollista.

---

Asiasanat: öljy, näytteenotto, ennakkohuolto, kehitys

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Mechanical engineering, Production engineering

---

Author: Jere Jalonen  
Title of thesis: Development of lubrication maintenance  
Supervisor: Juha Männistö  
Term and year when the thesis was submitted: autumn 2023  
Number of pages; 35 + 3 appendices

---

The thesis was done for Stora Enso in Oulu, and it was part of a larger lubrication maintenance development project. The purpose of the work was to transform the periodic oil changes at the Oulu pulp mill into a sampling-based process. The aim was to achieve ecological and economic benefits by extending oil change intervals and increasing knowledge of equipment condition.

The first step was to identify the equipment from which oil samples are taken. Sampling was planned for each piece of equipment with the assistance of an Exxon Mobil representative. At the same time, the necessary modifications to the equipment were planned to ensure safe and reliable sampling. In addition, preventive maintenance rounds and instructions for maintenance personnel were created in the SAP system.

As a result of this work, the equipment was designed for oil sampling and the necessary modifications were made to obtain a safe and reliable sample. Preventive maintenance rounds and instructions for maintenance personnel were created in the SAP system.

---

Keywords: oil, sampling, preventive maintenance, development

# SISÄLLYS

TERMINOLOGIA .....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Stora Enso Oyj .....	8
1.2 Exxon Mobil .....	9
1.3 Oulun Stora Enso .....	9
1.3.1 Kuorimo .....	10
1.3.2 Keittämö .....	11
1.3.3 Kuivatus .....	11
2 KUNNOSSAPITO .....	12
2.1 Määritelmä .....	12
2.2 Tavoitteet .....	12
2.3 Vaihdelaatikot .....	13
2.4 Hydraulijärjestelmät .....	13
2.5 SAP .....	14
2.6 Öljy ja voitelurasva .....	14
2.7 Öljyjen lisäaineet .....	15
2.8 Viskositeetti .....	17
2.9 Standardit .....	17
2.10 Tribologia .....	18
2.10.1 Kitka .....	19
2.10.2 Kuluminen .....	19
2.10.3 Voitelu .....	19
2.11 Öljyn valinta .....	20
2.12 Öljyanalyysipaketin valinta .....	22
2.13 Näytteenotto .....	23
2.13.1 Alustavat tutkimukset .....	24
2.13.2 Näytteenotto hanasta .....	24
2.13.3 Näytteenotto alipainepumpulla .....	25
2.13.4 Näytteenotto näyteliittimestä .....	25
3 ÖLJYANALYYSI STORA ENSOLLA .....	27
3.1 Laitteiden kartoitus .....	27

3.2	Ennakkohuollot SAP-järjestelmään .....	27
3.3	Näytteiden oton suunnittelu .....	28
3.4	Näytteiden analysointi Exxon Mobililla .....	29
3.5	Ohjeet asentajille.....	29
4	POHDINTA .....	30
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET .....	36

## TERMINOLOGIA

SAP	liiketoimintaprosessin hallintaohjelmisto
seisakki	vuosihuolto
taajuusmuuttaja	muuttaa syöttötehoa laitteen energiavaatimusten mukaan
toimintopaikka	Stora Enson käyttämä nimike laitteille
tribologia	tekniikan tutkimusalue, jossa tutkitaan toisiinsa nähden liikkuvien pintojen välistä vuorovaikutusta.
viskositeetti	suure, joka kuvaa aineen kykyä vastustaa virtaamista.
”μ”	mikroni ilmoittaa suodatustarkkuuden, esimerkiksi 5μ

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään tilauksena Oulun Stora Enson sellutehtaalle. Oulun sellutehdas koostuu kuorimosta, keittämöstä ja kuivatuksesta. Tarkoituksena on muuttaa määräaikaiset öljynvaihdot näytteenottoon perustuviksi vaihdelaatikoista, joiden öljytilavuus on yli 80 litraa, sekä hydraulijärjestelmistä, joiden öljyntilavuus on yli 200 litraa. Samalla kyseisille laitteille tehdään SAP-järjestelmään öljynäytteenotoille ennakkohoito-ohjelma sekä laaditaan ohjeet näytteiden ottajille. Jokaiselle laitteelle suunnitellaan yksilöllisesti näytteidenottaminen ja tarvittavat näytteidenottopaikkojen muutostyöt. Exxon Mobil toimii yhteistyössä näytteenottoon liittyvissä asioissa ja analysoi Stora Enson öljynäytteet. Työ on osa laajempaa Stora Ensolla tehtävää öljyhuoltojen optimointia, jonka tarkoituksena on välttää turhia öljynvaihtoja, vähentää laiterikkoja, ennakoida laitevikoja ja lisätä tietoa laitteiden kunnosta. Lisäksi öljynäytteenotolla pyritään saavuttamaan ekologista ja taloudellista hyötyä.

## 1.1 Stora Enso Oyj

Stora Enso on metsäteollisuusyritys, joka on saanut alkunsa ruotsalaisen Stora AB:n ja suomalaisen Enso Oyj:n yhdistyessä vuonna 1998. Stora Enso valmistaa monia eri tuotteita, joista tunnetuimpia ovat varmasti paperi, kartonki ja sellu. Yhtiö on hyvin sopeutumiskykyinen, ja sen juuret ulottuvat 1300-luvulle asti. Stora Ensolla on ollut useita muotoja, toimintoja, laajennuksia ja fuusioita, joiden aikana on pitänyt mukautua moniin liiketoiminnan haasteisiin. (1.)

Stora Enso oli vuonna 2015 maailman toiseksi suurin painopaperin valmistaja. Vuoden 2022 liikevaihto oli 11,7 miljardia euroa, josta operatiivinen liike-tulos oli 1 891 miljoonaa euroa. Yhtiössä työskentelee 21 000 ihmistä, ja se on noteerattu Helsingin ja Tukholman Nasdaq-pörseissä. Stora Ensolla on useita toimipisteitä ympäri maailmaa, ja vuodessa näiden tehtaiden tuotantokapasiteetti on 5,9 miljoonaa tonnia kemiallista massaa, 1,8 miljoonaa tonnia paperia ja 5,8 miljoonaa tonnia kartonkia. (2; 3.)

Stora Enso on hyvin suuri metsäteollisuuden toimija. Yhtiö keskittyy erilaisten uusiutuvien puu- ja metsämateriaalien tarjoamiin mahdollisuuksiin. Oulun Stora Ensolla on aikaisemmin valmistettu paperia ja sellua mutta 2020 Oulun paperikone muutettiin kartonkikoneeksi ja nykyään Oulun tehtaalla



valmistetaan kartonkia ja sellua. Tarkemmin sanottuna Oulun Stora Enson tuotteita ovat Avant-Forte-pakkauskartonki, CarrEco-pussipaperi ja valkaisuvaalea UKP Supreme-havupuusella. (4.)

## **1.2 Exxon Mobil**

Yhdysvaltalainen Exxon Mobil on maailman suurin öljytuottaja ja -myyjä. Markkina-arvoltaan yhtiö on yksi maailman suurimmista. Vuonna 1999 Exxon ja Mobil fuusioitui, ja siitä syntyi Exxon Mobil. Exxon Mobil Finland Oy ab toimii Suomessa ja on osa Exxon Mobilin kansainvälistä organisaatiota. Korkealuokkaisten voiteluaineiden valmistus, markkinointi ja kemikaalituotekauppa kuuluvat yhtiön toimialaan. Maailman laajuisesti yhtiössä on yli 70 000 työntekijää, ja he ovat sitoutuneet tuottamaan maailmaan energiaa vastuullisesti energiakysynnän kasvaessa. (5.)

Suomessa yhtiön katsotaan toimineen jo vuodesta 1906, kun Suomeen tuli amerikkalaisen Vacuum Oil Companyn sivukonttori. Vuonna 2008 nimeksi tuli Exxon Mobil Finland Oy Ab. Aikaisemmat nimet olivat Mobil Oil, Mobil ja Mobil Oil Oy Ab. Nimi Mobil on säilynyt alusta alkaen yhtiön nimessä. Exxon Mobil -logoa käytetään, kun polttonesteitä ja voiteluaineita ostetaan ja kuljetetaan suuria määriä esimerkiksi ilmailussa ja valtamerilaivoissa. Kuluttajille markkinointinimi on Esso ja Mobil. (5.)

## **1.3 Oulun Stora Enso**

Oulun Stora Enso on perustettu vuonna 1935, ja sen henkilöstömäärä on noin 400. Vuotuinen kapasiteetti on 450 000 tonnia pakkauskartonkia ja 530 000 tonnia sellua. Oulun Stora Ensolla valmistetaan Avant Forte-pakkauskartonkia, Carr Eco-pussipaperia ja valkaisuvaalea UKP Supreme-havupuusella. Oulun Stora Enson tuotteet valmistetaan aina tuoreesta puukuidusta, jonka ansiosta Oulussa valmistettavia tuotteita voidaan käyttää elintarvikkeiden pakkaamiseen. Kartonkia käytetään elintarvikkeiden pakkaamiseen ja tästä syystä tehtaassa on korkeat hygieniavaatimukset. (4.)

Oulun Stora Ensolla on monta eri osastoa, joihin kuuluvat muun muassa kuorimo, keittämö, kuivatus, voimalaitos, vesilaitos ja kartonkikone, mutta tässä opinnäytetyössä huomioitavat laitteet ovat sellutehtaan kuorimolla, keittämöllä ja kuivatuksessa. Kartongin ja sellun tekeminen on pitkä pro-

sessi. Puutavara vastaanotetaan ja toimitetaan kuorimolle, jossa puu kuoritaan ja haketetaan. Kartongin valmistuksessa kaikki saadaan hyötykäytettyä. Kuori menee energiantuotantoon ja hake menee kuljettimilla sellutehtaan keittämölle, jossa se höyrytetään ja siihen lisätään kemikaaleja. Sen jälkeen hake keitetään korkeassa paineessa ja ligniini erotetaan kuiduista. Kuiduista muodostunut sellu pestään ja lajitellaan useassa eri vaiheessa. Ligniini eli musta lipeä ja erotetut kemikaalit poltetaan soodakattilassa, josta saadaan bioenergiaa tuotantoprosessiin. Prosessissa kuluu suuria määriä pintavettä. Pintavesi puhdistetaan ja se voidaan laskea takaisin luontoon. Tässä vaiheessa sellusta 99,5 % on vettä, ja sen jälkeen suurin osa vedestä poistetaan. (6.)

Oulun tehtaalla osa sellusta menee suoraan kartonkikoneelle, jossa sellu kuivataan ja siitä tehdään kartonkia. Osa menee kuivatukseen, jossa sellu kuivataan kuiviksi selluarkeiksi, pakataan ja lähetetään asiakkaille. Asiakas saa selluarkeista taas juoksevaa sellua, kun sellu sekoitetaan veden kanssa. Kuvassa 1 on ilmakehu Oulun Stora Enson tehtaasta.



KUVA 1. Ilmakehu Oulun Stora Enson tehtaasta (7)

### 1.3.1 Kuorimo

Useasti sellun ja kartongin valmistuksessa käytetään raakapuuna koivu- ja havupuita. Puut kuskataan tehtaalle junilla ja rekoilla. Puunlajike, suoruus, oksat, lahoisuus, pituus ja halkaisija vaikuttavat sellun laatuun ja kuorimon prosessihäiriöihin. Tukkien saapuessa kuorimolle ne puretaan pyö-

räkuormaajien avulla puukentälle. Puukentältä puukurottajat siirtävät puut linjastolle, josta ne kulkeutuvat kuorintarumpuun, jossa puusta kuoritaan puunkuori pois ja kuori jatkaa matkaansa energian tuotantoon. Kuoritut puut ajetaan pesurullaston läpi, jossa kivet ja pienet epäpuhtaudet saadaan pois materiaalivirrasta. Lopuksi tukit haketetaan ja hake kuljetetaan linjastolla suuriin hakesiiloihin. (8.)

### **1.3.2 Keittäminen**

Kuorimon hakesiiloissa oleva hake kuljetetaan kuljettimien avulla keittämölle, jossa aloitetaan keittäminen. Hake höyrytetään, jonka jälkeen siihen lisätään keittokemikaalit, jonka jälkeen se keitetään korkeassa paineessa. Ligniini erotetaan kuiduista ja kuiduista muodostuva sellu pestään ja lajitellaan useassa eri vaiheessa. Keitosta muodostunut mustalipeä poltetaan soodakattilassa. Poltosta muodostunutta viherlipeää käytetään kemikaalikierrrossa valkolipeän muodostukseen. Prosessissa käytetty vesi on pintavettä ja käytön jälkeen vesi puhdistetaan ja voidaan laskea takaisin luontoon. (8.)

### **1.3.3 Kuivatus**

Sellu kuivataan, koska massa ei säily pitkiä aikoja märkänä, eikä sen kuljettaminen märkänä olisi kannattavaa. Selluloosamassan tullessa keittämöltä kuivatukseen aloitetaan kuivaaminen viiraosalla. Selluloosamassa ruiskutetaan viiralle missä on pieniä reikiä, joista vesi pääsee valumaan pois. Viiraosalla massasta poistetaan suhteessa eniten vettä, jonka jälkeen massa on tarpeeksi vahvaa pysyäkseen kasassa ja sitä voidaan kuljettaa ilman viiraa telojen välissä. Tämän jälkeen massa jatkaa matkaansa puristinosalle. Puristinosalla massasta puristetaan lisää vettä pois. Puristaminen tehdään vähitellen, ettei massarata katkeaisi. Puristinosalta massa jatkaa matkaansa kuivatuskoneelle, jossa kuiva-ainepitoisuus nostetaan noin 90 %:iin. Kuivatuskoneessa massasta haihdutetaan vettä kuumen ilman avulla. Kuivatuskoneen loppupäässä massa jäähdytetään, joka vähentää jälkikellertymistä. Kuivatuskoneen jälkeen sellu leikataan ja pinotaan oikean kokoisiksi arkeiksi. Arkit puristetaan mahdollisimman pieneen kasaan, leimataan ja pakataan asiakkaalle matkaa varten. (8.)

## 2 KUNNOSSAPITO

### 2.1 Määritelmä

Kunnossapidon tehtävä on huolehtia rakennusten, alueiden, laitteiden ja koneiden kunnosta niin, että ne pystyvät suorittamaan niille varatut tehtävät. Tässä opinnäytetyössä keskitymme laitteiden ja koneiden kunnossapitoon. Kunnossapidosta puhuttaessa tulee useasti mieleen vain kunnossapidossa työskentelevät henkilöt ja heidän vastuunsa, mutta on myös tärkeää muistaa, että kunnossapito kuuluu myös koneiden ja laitteiden käyttäjille. Tehtaalla tuotannon henkilöt käyttävät laitteita ja ovat näin ollen jatkuvasti tekemisissä niiden kanssa. Heidän tehtävänä on seurata laitteiden toimintakuntoa ja ilmoittaa kunnossapidolle, jos havaitsevat jotain poikkeavaa. Kunnossapito myös tarkastelee laitteiden kuntoa ennakkohuolto kierroksilla, mutta heille kuuluvat myös laitteiden huollot, rasvaukset sekä vaativammat korjaukset. (9.)

### 2.2 Tavoitteet

Kunnossapidon tavoitteena on varmistaa laitteiden toiminta tuotannon aikana. Laitteiden toiminnan saavuttamiseksi kunnossapito tarkastelee laitteita päivittäin, tekee ennakoitavia huoltoja, rasvailee, puhdistaa ja suunnittelee vaativampia huoltoja ja korjauksia. Ennakkohuolloilla pyritään ehkäisemään laitteiden vikaantumista. Huollot ja korjaukset pyritään tehtaassa tekemään tehtaan käynnin aikana, jos se on mahdollista. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista ja silloin tuotanto täytyy seisauttaa. Tällöin puhutaan seisakista. Yleensä seisakit suunnitellaan pidettäväksi sopivaan ajankohtaan tuotannon kanssa mutta myös äkilliset laiterikkoutumiset ovat mahdollisia. Suuri äkillinen laiterikkoutuminen on aina negatiivinen asia, kun tehtaan tuotanto joudutaan seisauttamaan. Normaali tilanteessa, kun seisakki suunnitella huolella etukäteen, voidaan järjestää varaosat ja riittävä kunnossapidon henkilöstö. Suunnittelemalla seisakit ennakkoon minimoidaan yllättäviä riskejä, lisätään turvallisuutta ja vähennetään kustannuksia. (10, s. 17–19.)

Laitteiden vikoja ja vikaantumisen juurisyytä voi olla joskus vaikea havaita. Tässä vaiheessa kokemuksesta on suuri hyöty. Kokenut asentaja huomaa monesti vikoja jo pelkästään omia aisteja käyttämällä. Syytä laitteiden vikaantumiseen on monia, eikä niihin aina voida vaikuttaa. Myös ihmiset

ovat erehtyväisiä ja näin ollen vikoja voi syntyä. Laitetta on voitu käyttää väärin tai väärään tarkoitukseen, laitteessa on huomattu vika mutta ei olla ryhdytty toimenpiteisiin, joka johtaa suurempaan vikaan. Laitteiden vikaantumisen syynä voi olla myös käyttäjien tai asentajien kapea ammattitaito. Oirehtivia vikoja ei huomata laitetta käytettäessä tai niitä tarkastaessa. Laitteen ikääntymisestä johdettava toimintakyvyn heikkenemistä ei havaita tai niitä ei korjata. Laitteella olevat käyttöolosuhteet eivät ole laitteelle optimaaliset, joka saattaa esimerkiksi aiheuttaa laitteen lämpenemistä. Myös laitteen suunnittelu on voinut epäonnistua tai sitä ei ole tarkoitettu kyseisiin olosuhteisiin missä laitetta käytetään. Laite on voitu siirtää toisaalta ja alkuperäinen käyttötarkoitus on muuttunut.

### **2.3 Vaihdelaatikot**

On olemassa paljon erilaisia ja eri käyttötarkoituksiin soveltuvia vaihteita, mutta silti kaikki vaihteet muuttavat pyörimisnopeutta tai momenttia välityssuhteita muuttamalla, joko portaattomasti tai portaittain vaihteen sisällä olevia hammaspyöriä hyödyntäen. Teollisuudessa käytettäviä vaihteita pyöritetään pääsääntöisesti sähkömoottorilla. Sähkömoottorin pyörintänopeutta ja vääntömomenttia voidaan ohjata portaattomasti taajuusmuuntajan avulla. Teollisuudessa on paljon laitteita, jotka tarvitsevat enemmän vääntömomenttia mitä sähkömoottorilta saataisiin tai kierrosnopeutta halutaan alhaisemmaksi, jolloin vaihdelaatikko on oiva apu haluttuun lopputulokseen. (11, s. 290 – 291.)

### **2.4 Hydraulijärjestelmät**

Hydrauliikkaa käytetään usein, kun tarvitaan suuria voimia. Hydraulijärjestelmä muuttaa mekaanisesti tuotetun energian hydrauliseksi tehoksi. Mekaaninen teho siirtyy hydrauliseksi paineeksi ja tilavuusvirraksi. Teollisuudessa yleisimmin mekaaninen energia tuotetaan sähkömoottorilla. Hydraulinen energia muuttuu takaisin mekaaniseksi energiaksi työkohteen toimilaitteilla. Hydraulijärjestelmien etuina ovat joustavuus ja komponenttien hyvä tehopainosuhde. Hydraulijärjestelmään kuuluu monia eri laitteita kuten öljysäiliö, moottoreita, letkuja, putkia, sylintereitä, venttiileitä jne. Hydraulijärjestelmässä teho siirretään putkia pitkin ja putket voidaan viedä käyttökohteeseen sopivinta reittiä pitkin. Komponentit ovat pienikokoisia, mutta silti tehokkaita, joten niidenkin sijoittaminen on helppoa. Teollisuudessa käytetään paljon hydrauliikkaa, joka on varmatoiminen ja komponenttien testausmenetelmät ovat pääosin standardoituja, joka on tärkeää, sillä niitä valmistetaan ympäri maailmaa. (12, s. 97–98.)

Teollisuudessa käytetään paljon avoimia hydraulikkajärjestelmiä, jossa hydraulikkaöljy pumpataan hydraulikkasäiliöstä ja käytön jälkeen öljy palaa takaisin säiliöön. Hyötynä avoimessa hydraulikkajärjestelmässä on öljyn lisäämisen helppous ja suuri öljytilavuus, jolloin öljyllä on aikaa jäähtyä käytön jälkeen. Järjestelmän imupumpulla on kavitaatio riski, koska säiliössä ei ole painetta. (13, s. 286–289.)

## 2.5 SAP

SAP on liiketoimintaprosessien hallintaan tarkoitettujen ohjelmistojen tuottaja, joka kehittää ratkaisuja helpottamaan tehokasta tietojenkäsittelyä ja organisaatioiden välistä tiedonkulkua. Yrityksen on perustanut viiden henkilön porukka Saksassa vuonna 1972. Yrityksen nimi oli alun perin Systemanalyse Programmentwicklung, joka on käännettynä System Analysis Program Development, josta tuli myöhemmin lyhennettynä SAP. Nykyään yrityksen virallinen nimi on SAP SE. SE tulee sanoista Societas Europaea, joka tarkoittaa, että yhtiö on Euroopan unionin yhtiöoikeuden mukaisesti rekisteröity yhtiö. Yrityksestä puhuttaessa kuitenkin käytetään nimeä SAP. Nykyään yrityksessä on maailmanlaajuisesti 105 000 työntekijää ja SAP on Euroopan suurin ja maailman kolmanneksi suurin ohjelmistovalmistaja. Vuoden 2022 liikevaihto oli 30,87 miljardia euroa ja ohjelmistoa käyttää yli 230 miljoonaa pilvikäyttäjää. (14.)

SAP ohjelmistoa käyttää niin pienet, keskikokoiset kuin suuretkin yritykset. SAP on kätevä alusta moneen eri tehtävään. SAP käyttää toiminnanohjausjärjestelmää ERP, joka tulee sanoista enterprise resource planning. ERP-ohjelmiston hyötynä on, että kaikki yrityksen johtamiseen tarvittavat ydinliiketoiminnanprosessit, kuten henkilöstöressurit, taloushallinta, markkinointi, myynti, materiaalihallinto, tuotanto ja hankinta toimivat samassa ohjelmistossa. Tästä saamia hyötyjä ovat korkeampi tuottavuus, kattavammat tiedot, nopeammat raportit, pienemmät riskit, yksinkertaisempi IT ja ketterämpi käyttö. (14.)

## 2.6 Öljy ja voitelurasva

Öljyn elinkaari alkaa raakaöljyn pumppaamisella maasta. Perusöljy jalostetaan öljynjalostamalla raakaöljystä. Voiteluöljy on lisäaineiden ja perusöljyn seos, kun taas voitelurasva on lisäaineiden, perusöljyn ja saentimen seos. Raakaöljyn rikkipitoisuus vaihtelee eripuolilla maailmaa. Useimmat

USA:n ja Pohjanmeren lähteet ovat alhaisia rikkipitoisuuksiltaan, Venezuelan alueella on kohtuullinen rikkipitoisuus, kun taas Lähi-idässä raakaöljylaadut sisältävät paljon rikkiä. Kaikkia raakaöljyjä jalostetaan voiteluöljyjen perusöljyiksi. Raakaöljystä valmistettaessa perusöljyjä, siitä poistetaan kaikki syövyttävä rikki. Rikistä voi olla myös hyötyä perusöljyssä. Voiteluöljyn valmistamisessa on monta eri vaihetta ja lisäaineita käyttämällä voidaan valmistaa minkälaista öljyä vain, riippuen käyttökohteesta. Raakaöljystä saadaan myös montaa eri polttoainetta kuten nestekaasua, erilaisia bensoja ja petroleja, liotinta, dieseliä, polttoöljyjä ja bunkkeriöljyä. (15.)

Voitelurasvankin voiteleva elementti on perusöljy ja se koostuu pääsääntöisesti perusöljystä ja lisäaineista (80–98 %). Voitelurasvoissa on seassa myös saennin aineita, joita ovat esimerkiksi litium, kalsium ja alumiini (2–20 %). Näillä aineilla voitelurasvasta saadaan paksumpaa, mutta öljyn kuuluu erottua saentimesta. Voitelurasvojen ja öljyjen oikea varastointi on tärkeää. Voitelurasvoja suositellaan säilytettäväksi yli 0°C tilassa. Varastointiaika on rajallinen hyvissäkin olosuhteissa. Ellei toisin ole mainittu voitelurasvojen varastointiaika vaihtelee 24–36 kuukauden välillä. Öljyjä varastoitessa on tärkeä huomioida, että öljy pysyy puhtaana ja olisi mielellään noin huoneen lämmössä. Öljyt säilyvät avaamattomissa pakkauksissa noin 5–8 vuotta riippuen öljystä. Avatuissa kanistereissa öljyn säilyvyys on yleensä 1–2 vuotta. Täytyy muistaa, että öljy ei ole koskaan täysin puhdasta. Valmistusvaiheessa ja tynnyrissä kuljettaessa öljyyn pääse jo epäpuhtauksia, mutta epäpuhtauksien lisäämistä pyritään välttämään oikealla varastoimisella. (15.)

Suunniteltaessa laitteeseen tulevaa öljyä, täytyy asiaa katsoa monelta eri kantilta. Öljyillä on paljon eri ominaisuuksia, siksi on tärkeää miettiä, mitä vaatimuksia öljyltä vaaditaan kohteessa ja minkälaiset olosuhteet kohteessa on. Öljyjä vertaillaessa tulee ottaa huomioon lämpötilaominaisuudet, happumiskestävyys, leimahduspiste, korroosio-ominaisuus, haihtuvuus, hydrolyyttinen kestävyys, yhteen sopivuus tiivisteiden ja maalien kanssa ja hinta. Laitteelle parhaan mahdollisen öljyn etsinnässä joudut varmasti tinkimään joistain ominaisuuksista, joka tekee öljyn valinnasta joskus haastavaa. (15.)

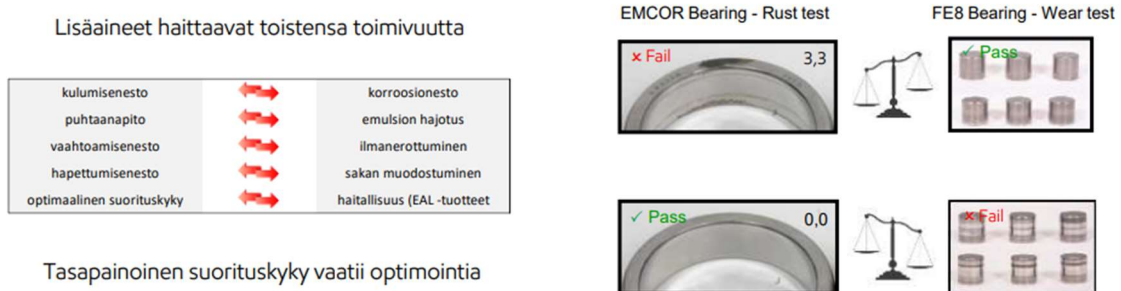
## **2.7 Öljyjen lisäaineet**

Lisäaineita lisätään voiteluöljyihin parantamaan niiden määrättyjä ominaisuuksia tai antamaan ominaisuuksia, joita perusöljyllä ei ole. Lisäaineiden määrä ja laatu on suunniteltava perusöljyn omi-

naisuuksien mukaan sekä huomioida niiden haluttu vaikutus. Voltol on Shellin kehittämä ja valmistama maaöljyn lisäaine. Se on ensimmäisiä maailmassa tehtyjä lisäaineita. Se tehtiin parantamaan öljyn liukuominaisuuksia. Nykyään moottoriöljyjä varten on olemassa niihin paremmin soveltuvia tuotteita mutta Voltolia käytetään kuitenkin vielä erikoistuotteissa sen erinomaisten liukumisominaisuuksien takia. (16, s. 33)

Voiteluöljyt ovat läpikäyneet jo valmistusvaiheessa monia erilaisia puhdistus- ja laadunparantamisvaiheita. Näiden avulla öljyillä on niille tulevaa käyttöä varten tarvittavat ominaisuudet. Lisäaineilla voidaan entisestään parantaa öljyjen ominaisuuksia, kuten kylmäkestävyyttä, viskositeetti-indeksiä, hapettumiskestävyyttä, tehostaa syöpymisen-, paineen-, ja kulumisenestokykyä sekä estää öljyn vaahtoaminen. On olemassa myös puhdistavia lisäaineita, jotka pitävät esimerkiksi auton moottoreiden sisäosat puhtaina karsta- ja lieterkerrostumisista, joita muodostuu epäpuhtauksista ja korkeista käyntilämpötiloista. Erilaisiin käyttökohteisiin valmistetaan niille soveltuva voiteluaine. Ensiksi valitaan oikeantyyppinen perusöljy tai perusöljyn seos. Siihen lisätään lisäaineistus käyttökohteen vaatimusten mukaan. Voiteluaineen valmistus suoritetaan voiteluainetehtaalla ja laadun varmistamiseksi jokainen valmistuserä tutkitaan laboratoriossa. (17.)

Kuvassa 2 on listattu erilaisia öljyn lisäaineita ja niiden vaikutuksia toisiinsa. Kuvasta voimme havaita, että lisäaineet häiritsevät toistensa toimivuutta. Lisäämällä öljyn kykyä kestää kulumista se samalla heikentää korroosionestoa. Öljyjen lisäaineita lisättäessä täytyy tasapainotella eri ominaisuuksien välillä. Optimoimalla saavutetaan tasapainoinen suorituskyky. (15.)

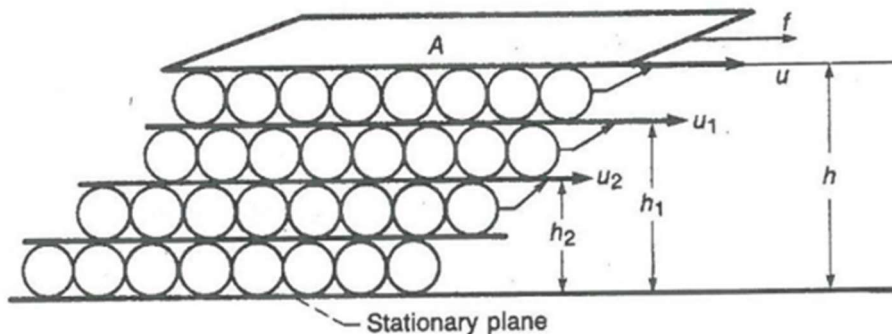


KUVA 2. Tasapainotettu lisäaineistus (15)



## 2.8 Viskositeetti

Viskositeetti on voiteluaineen ominaisuus, joka kertoo nesteen juoksevuuden ja on tärkein yksittäinen voiteluaineen valintaan vaikuttava tekijä. Viskositeetti määrittelee voiteluaineen kyvyn muodostaa voiteleva kalvo liikkuvien pintojen väliin (kuva 3). Puhuttaessa korkean viskositeetin tuotteista tarkoitetaan tuotteita, jotka virtaavat hitaammin kuin taas pienen viskositeetin tuotteet virtaavat nopeammin. Esimerkiksi öljy on suuremman viskositeetin tuote kuin vesi, jolloin öljy virtaa hitaammin kuin vesi. Lämpötila vaikuttaa viskositeettiin. Viskositeetti-indeksi kertoo lämpötilan muuttuessa viskositeetin suhteellisen muutoksen. Viskositeetin muutos lämpötilan noustessa on viskositeetti-indeksin arvo. (18, s. 172–173.)



KUVA 3. Viskositeetin määritelmä (18, s. 172)

## 2.9 Standardit

Tuotteilla, niiden valmistuksella ja testauksella sekä järjestelmillä ja palveluilla on olemassa yhteisesti sovittuja vaatimuksia, suosituksia ja ominaisuuksia, joita kutsutaan standardeiksi. Standardi sisältää suosituksia, ohjeita ja vaatimuksia, joko painetussa tuotteessa tai digitaalisena tiedostona. Arkipuheessa standardi sanaa käytetään esimerkiksi puhuttaessa hotellin standardihuoneista tai yrityksen pitäessä kiinni omista laatustandardeistaan. Standardeja voi käyttää esimerkiksi yritys halutessaan varmistaa toimintansa turvallisuuden ja laadun tai tarjouspyyntöä tekevä yritys, joka kuvailee hankittavien tuotteiden vaatimuksia. Yritys voi myös osoittaa kuluttajille ja viranomaisille vastuullisuutta ja kestävän kehityksen noudattamista osallistumalla standardien laatimiseen. Usealle kuluttajalle CE-merkintä on jo tuttu ja he osaavatkin jo vaatia sitä turvallisuudentakeeksi. (19.)

Standardisoinnin tarkoituksena on helpottaa kuluttajan, elinkeinoelämän ja viranomaisten elämää sekä lisätä tuotteiden yhteensopivuutta ja turvallisuutta. Standardeilla myös suojellaan ympäristöä

ja kuluttajaa sekä helpotetaan kansainvälistä ja kotimaista kauppaa. Standardit ovat yleensä monesta eri tutkimustuloksesta ja mielipiteestä muodostunut konsensus, sillä niitä laativat asiantutijat ympäri maailmaa. Niihin on kirjattu palvelun tai tuotteen vähimmäisvaatimukset, jotka täyttämällä voidaan osoittaa riittävä turvallisuus ja valmistuksessa on otettu huomioon hyvät käytänteet ja ympäristötekijät. Standardien käyttö ei ole pakollista, mutta niiden noudattamista voidaan edellyttää viranomaisten taholta. Standardeja on monia erilaisia eri aloilla ja eri maissa. Kansallinen standardisointijärjestö vastaa kussakin maassa kansallisesta standardisoinnista. Suomessa se on SFS. Monelle tuttuja standardeja ovat ISO, DIN ja PSK. ISO on laajin kansainvälinen voittoa tavoittelematon standardijärjestö ja saksalaisen standardisointijärjestön vahvistamia standardeja ovat DIN-standardit. Teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen kehitysyksikkö on PSK Standardisointi. (20.)

PSK 7201 on hankinta- ja käyttövaiheessa sekä kunnossapidossa ja varastoinnissa käytettävä teollisuuden öljyvoideltujen laitteiden puhtausvaatimuksien määrittelyyn käytettävä standardi. (21.)

PSK 7202 on voiteluaineiden ryhmittelyn käyttökohteittain määrittävä standardi ja se antaa tietoa teollisuudessa käytettävien voiteluaineiden ominaisuuksista ja valintaperusteista. (22.)

## **2.10 Tribologia**

Tribologiassa tutkitaan kitkaa, kulumista ja voitelua, joka syntyy liikkuvien pintojen välisestä vuorovaikutuksesta toisiinsa nähden. Koneenrakennuksessa tällaisia löytyy muun muassa laakereista, hammaspyöristä ja voimansiirroista. Normaali arjestakin löytyy hyviä esimerkkejä tribologiasta. Esimerkiksi auton moottori rikkoutuu nopeasti, kun sitä käytetään ilman öljyä tai väärällä öljyllä. Se johtuu puutteellisesta tai vääränlaisesta voitelusta kitkapintojen välillä. Toinen esimerkki voisi olla kengännauhat. Nauhoja ei saisi auki, jos kitka olisi liian suuri tai jos kitkaa ei olisi lainkaan ei nauhat pysyisi kiinni. Tribologia on avainasemassa, kun mietitään laitteiden voitelua. Laitteiden kulumisen ja kitkan vähentäminen säästää energiaa ja vähentää kasvihuonepäästöjä. (23.)

Tribologia nimi tulee kreikankielisestä sanasta tribos, joka tarkoittaa hankaamista. Mekaanisesti ohjattaessa kappaleen liikerataa kuten laakeroinneissa, siirrettäessä voimaa kappaleesta toiseen kuten hammaspyörissä tai kappaleen muotoa muutettaessa kuten lastuavassa työstössä esiintyy

näissä kaikissa tribologisia kosketuksia. Tribologiasta on tullut oma tieteen ala sen suuren taloudellisen hyödyn takia ja siksi että ongelmat, jotka ovat sen alueella vaativat eri alojen tuntemusta. Tuntemusta täytyy olla koneensuunnittelusta, materiaaliopista, fysiikasta ja kemiasta. (18, s. 11.)

### **2.10.1 Kitka**

Kitkavoima vaikuttaa toisiaan vasten liukuvien kappaleiden välissä vastustamalla liikettä. Kappaleen nopeuden ylläpitämiseksi tarvitaan ulkoista voimaa. Kitkakerroin on kitkavoiman ja normaali-voiman välinen suhde. Lepokitka vaikuttaa liikkeelle lähdetessä, kun taas liikekitka liukumistilanteessa. Viskositeetti tarkoittaa nesteiden ja kaasujen sisäistä kitkaa. Kitkan tuomia haittoja ovat energiahäviöt sekä kuluminen. Monesti näitä pyritään pienentämään, joko materiaali- ja pinnoitteen valinnalla, pinnoitteilla tai käyttämällä voiteluainetta. Monissa toiminnoissa myös tarvitaan kitkaa kuten käveleminen, valssaus tai auton jarrutus. (18, s. 63.)

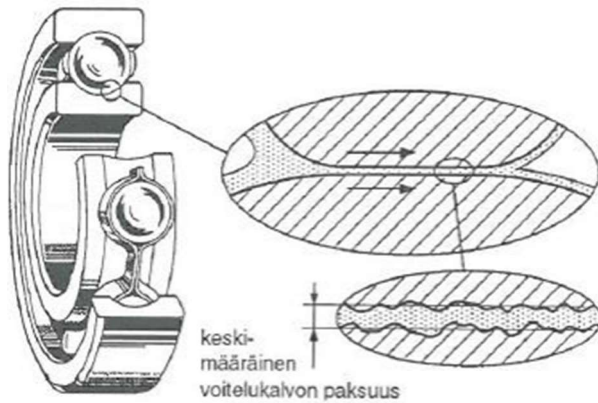
### **2.10.2 Kuluminen**

Kuluminen johtuu toisiaan vasten liikkuvien pintojen keskinäisestä vuorovaikutuksesta. Sen voi huomata kappaleiden pinnoilta materiaalihäviöinä. Kulumistapahtumaan vaikuttavia parametreja on monia, joka aiheuttaa haasteita niiden yhtäaikaiseen hallintaan. Kuluminen monesti mielletään haitalliseksi ilmiöksi mutta on myös kohteita, jossa hallittu kuluminen edesauttaa konstruktion toimintaa. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi hammaspyörien ja liukulaakereiden sisäänajokuluminen. Kuluminen on materiaalihukkaa ja näin ollen sitä pyritään usein vähentämään taloudellisista syistä. Kulumistyyppejä on monia erilaisia kuten liukuminen, vierintä, iskukuormitus, värähtely ja nestevirtaus. Kulumisen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat pintojen rakenteet, ympäristöolosuhteet, lämpötila ja niin edespäin. Kulumisnopeus kasvaa, kun kappaleen pinnalta kuluu oksidikalvo pois. (18, s. 97–120.)

### **2.10.3 Voitelu**

Voitelulla pyritään pienentämään liikkuvien osien kitkaa ja kulumista. Voiteluaineella estetään kokonaan tai osittain osien välinen kosketus muodostamalla kosketuspintoihin suojakalvo (kuva 3). Liikkuvien osien erotus kokonaan toisistaan voitelukalvon avulla on kitkan ja kulumisen kannalta edullisinta. Kun nestevoitelua ei voida järjestää hankaavat pinnat toisiaan käytön aikana ja ollaan

kosketusvoitelutilanteessa. Kosketusvoitelussa usein kuorma välittyy osasta toiseen osittain voiteluaineen kautta sekä myös pintojen välisen kosketuksen avulla. On tapana erottaa kolme voitelu- aluetta, jotka ovat rajavoitelu, sekavoitelu ja nestevoitelu. Rajavoitelussa on selvää osien pinnan- karheushuippujen kosketusta. Sekavoitelu on raja- ja nestevoitelun yhdistelmä. Nestevoitelussa pinnat ovat toisistaan erillään voitelukalvon avulla. (18, s. 129.)



KUVA 4. Laakerin voiteluainekalvo (18, s.129)

## 2.11 Öljyn valinta

Voitelun perustarkoitus on vähentää kitkaa ja kulumista kahden toisiinsa liikkuvan kappaleen välissä. Voiteluaine eli tässä tapauksessa öljy muodostaa voiteluainekalvon kappaleiden väliin ja näin estää tai vähentää kappaleiden kosketusta toisiinsa. Tämä vähentää kitkaa ja kulumista. Voiteluaineen viskositeetti, lisäaineet, kosketuksen muoto, pinnankarheus, pintojen liikenopeus, kuorma, lämpötila ja ympäristötekijät vaikuttavat voitelun tehokkuuteen. (18, s. 129.)

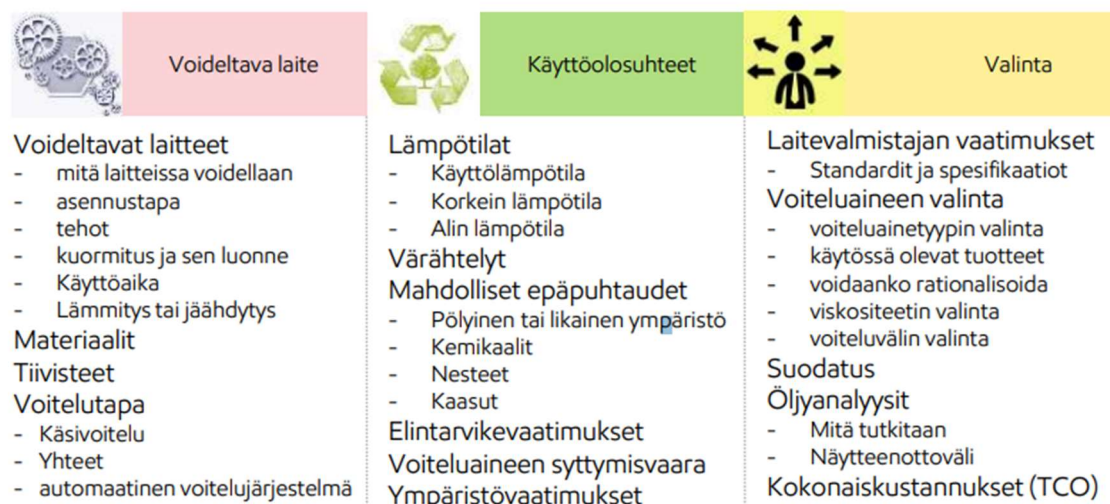
On tärkeää valita kohteeseen sopiva öljy. Öljyn tehtävänä on vähentää kitkaa, pienentää kulumista, jäähdyttää, estää korroosion syntymistä, poistaa epäpuhtauksia kosketusalueilta, vaimentaa värähtelyjä ja siirtää tehoa. Tärkein yksittäinen valintaan vaikuttava tekijä on viskositeetti, sillä se määrittelee voiteluaineen kyvyn muodostaa voiteleva kalvo liikkuvien osien väliin. Valinnassa on hyvä käyttää voiteluainealan ammattialaista. Ammattilaiset osaavat sanoa mikä öljy mihinkin käytötarkoitukseen on paras mahdollinen. Väärällä öljy valinnalla voi olla huonoja seurauksia. Öljyä valittaessa täytyy ottaa huomioon mm. lämpötilat, lisäaineet, viskositeetti, kustannukset ja tribologia. (15.)

Öljyn lämpötilaan vaikuttaa ympärillä olevan ilman lämpötila sekä laitteen tuottama lämpötila. Lämpötila vaikuttaa olennaisesti öljyn valintaa ja eri öljyjen käyttäytymiseen. Jähmepisteeksi kutsutussa tilassa missä öljy ei kykene enää liikkumaan öljyn viskositeetti nousee, eikä öljy voitele laitetta. Myöskään liian suuri lämpötila ei ole hyväksi öljylle, sillä öljy muuttuu liian notkeaksi eli viskositeetti laskee, eikä sen myötä enää voitele laitetta suunnitellulla tavalla. Kun öljy pääsee tarpeeksi kuumaksi, on vaarana saavuttaa leimahduspiste, joka on tila missä öljy muodostaa palavia höyryjä. Riittävä määrä palavia höyryjä saa öljyn syttymään tuleen. (15.)

Öljyissä voidaan käyttää erilaisia lisäaineita, jotka parantavat öljyjen ominaisuuksia. Lisäaineilla saadaan tehtyä eri käyttötarkoituksiin vaadittavia öljyjä. Esimerkkinä mineraaliöljyn viskositeettiindeksiä voidaan parantaa polymeerimolekyyleillä ja vahamaisten rakenteiden haittavaikutuksia voidaan vähentää jähmepisteen alentajilla. Vahamaisia rakeita syntyy öljyn jäähtyessä. Jähmepisteen alentajalla muodostetaan liukas kalvo rakeitten ympärille, jolloin öljyn ominaisuudet pysyvät ennallaan. Hapettumistuotteiden ja happojenmuodostumista estetään hapettumisen estäjällä. Piipohjaisilla yhdisteillä estetään vaahtoamista. EP-lisäaineita käytetään, kun halutaan muodostaa voiteluaine kalvo kulutuspinnojen väliin. EP-lisäaineiden tyypillisiä käyttökohteita ovat vaihdelaatikot ja laitteet, joissa on suuret pintapaineet. (15.)

Lisäaineita valittaessa täytyy huomioida, että lisäaineet haittaavat toistensa toimivuutta. Tasapainoisen suorituskyvyn saavuttaminen vaatii optimointia. Esimerkiksi kulumisenestoa lisättäessä, korroosionesto heikkenee tai vastaavasti vaahtoamisenestoa lisättäessä ilmanerottaminen heikkenee. Tästä syystä optimointi on tärkeää, sillä emme halua esimerkiksi laakereille öljyä, jossa on todella hyvä kulumisenesto, mutta samalla laakerit ruostuvat nopeasti. (15.)

Öljyn valintaa tehtäessä täytyy huomioida voideltava laite ja mitä laitteessa voidellaan. Laitteen tehot, kuormitus, käyttöaika sekä mahdollinen laitteen jäähdytys tai lämmitys. Laitteessa olevat materiaalit, tiivisteet ja voitelutapa. Voideltavan laitteen lisäksi täytyy myös huomioida käyttöolosuhteet kuten käyttölämpötila, ylin ja alin lämpötila, voiteluaineen syttymisvaara, ympäristövaatimukset, värähtelyt, mahdolliset epäpuhtaudet, kuten pölyinen tai likainen ympäristö, kemikaalit, nesteet tai kaasut sekä joissain tapauksissa elintarvike vaatimukset. Valintaan vaikuttaa myös laitevalmistajan vaatimukset, kuten standardit ja spesifikaatiot sekä suodatus, kustannukset ja käytössä oleva tuote, jos kyseessä on jo käytössä oleva laite. (15.) Kuva 5 auttaa havainnollistamaan öljynvalintaan vaikuttavia seikkoja.



KUVA 5. Öljynvalinta kaavio (15)

## 2.12 Öljyanalyysipaketin valinta

Kunnossapidon työkaluiksi on olemassa runsaasti eri laajuisia analyysi paketteja, joissa on erilaisia analyysijä, koska on olemassa erilaisia öljyjä, joita käytetään monenlaisissa olosuhteissa, koneissa ja järjestelmissä. Tästä syystä voi olla haastavaa valita tarkoituksenmukaisin analyysipaketti. Jotta tuloksista saadaan kustannustehokkaasti käyttökelpoista ja selkeää tietoa päätöksentekoon välttämättä turhia analyysijä on oikean analyysipaketin valinta tärkeää. Oikein käytettynä öljyanalyysi on edullinen ja tehokas ennakoivan ja mittaavan kunnossapidon työkalu sekä menetelmä, jota käytetään vika- ja vaurioanalyysijä. Se on myös yrityksen johtoa kiinnostava riskien hallintamenetelmä, säästöä tuova instrumentti sekä ympäristölle hyödyllinen analyysi, koska sillä voidaan vähentää yrityksen öljyn käyttöä. Yrityksen kannalta on tärkeää maksimoida tuotantovarmuus, koneiden käyttöikä, työntekijöiden turvallisuus ja minimoida turhat öljynvaihdot ja ympäristökuormitus. (24.)

Analyysipaketin laajuuden valinnassa kannattaa miettiä mitä vastauksia analyysijä halutaan. Tärkeitä tietoja ovat öljyn käyttökunto, sen riittävä puhtaus ja onko järjestelmässä epänormaalia kulumista. Analyysijä voidaan saada tietoa öljyn kunnosta, lisäaineiden määrästä, laitteen kunnosta, kulumismetalleista ja epäpuhtauksien määrästä. Edellyttäen systemaattista näytteiden ottoa ja niiden tutkimista sekä vaurion juurisyyntä määrittelyä. Osa analyysipaketeista soveltuu kaikille öljyjä, mutta on olemassa järjestelmäkohtaisiakin analyysijä. (24.)

## 2.13 Näytteenotto

Näytteenotto aloitetaan tarkastelemalla mistä ja miten näyte otetaan, jotta saadaan edustava näyte. Edustavan näytteen saaminen on ehdottoman tärkeää, jotta näytteen analysoinnista on hyötyä. Laitteeseen voidaan asentaa näytteenottoa varten hana tai näyteliitin, josta öljyä on kätevä laskea näytteenottopurkkiin (kuva 6). Kolmas vaihtoehto on ottaa öljyä laitteesta alipainepumpulla näytepurkkiin. Näytepurkin tulee olla kuiva ja puhdas, ettei purkista pääse epäpuhtauksia öljyn sekaan pilaamaan näytettä. Ensisijaisesti näyte otetaan kiertävästä öljystä, mutta jos se ei ole mahdollista niin näyte otetaan heti koneen sammuttamisen jälkeen. Näyte tulee ottaa paikasta, missä on riittävästi virtausta. Mikäli virtaus ei ole riittävä, näyte otetaan mutka kohdasta. Näyte pyritään ottamaan paluulinjasta ennen suodatinta, jolloin saadaan mahdollisimman realistinen analyysi öljyn kunnosta. Näytteenotossa on noudatettava erityistä huolellisuutta, koska öljyn puhtauden tutkimisessa keskitytään hiukkasiin, jotka ovat 4/6/14 µm kokoluokissa. Ihmisen silmä pystyy näkemään ilman apuvälineitä viisi kertaa suuremman kappaleen. Näytteenottoväli valitaan kohteen mukaan. Jos koetaan että on tarvetta, voidaan näytteenottoväliä tihentää tai harventaa. (25.)



KUVA 6. Näytteenotto liittimen kautta.

### 2.13.1 Alustavat tutkimukset

Näytteenottaja voi tehdä aistinvaraisia tutkimuksia ja arvioida kannattaako näytettä lähettää tarkempaan laboratorioanalyysiin vai pitäisikö tehdä korjaavia toimenpiteitä. Aistinvaraisella tarkastuksella voidaan havaita esimerkiksi öljyn tummentuminen. Öljyn tummuus voi johtua hapettumisesta tai vieraan aineen pääsystä öljyn sekaan. Öljy voi olla sameaa, joka kertoo, että öljyn sekaan on päässyt vettä. Pullon pohjalla voi myös olla epäpuhtauksia, jotka ovat voineet tulla kulumisesta, öljynäytteen virheellisestä käsittelystä tai puutteellisesta suodatuksesta/tiivistyksestä. (15.)

### 2.13.2 Näytteenotto hanasta

Ottaessa näytettä kuvan 7 mukaisesta näytteenottohanasta, täytyy hanan ympäristö puhdistaa huolella, ettei näytteen sekaan pääse ulkopuolisia epäpuhtauksia. Hana huuhdellaan laskemalla öljyä hanasta noin 2 litraa erilliseen astiaan, jonka jälkeen näytepullo huuhdellaan pari kertaa täytämällä näytepullo laitteesta tulevalla öljyllä ja kaatamalla öljy jäteastiaan. Seuraavaksi otetaan varsinainen näyte näytteenottohanaa välillä sulkematta. Pullo suljetaan välittömästi korkilla ja pullo rekisteröidään QR-koodia käyttäen. Näin varmistutaan, että näyte on mahdollisimman luotettava ja tiedetään mistä laitteesta öljy on otettu. Jokaisessa laitteessa on sille laitteelle rekisteröity QR-koodi, joka linkitetään purkissa olevan QR-koodin kanssa. Näin tiedetään, mistä laitteesta näyte on otettu, eikä näytteet pääse sekoittumaan keskenään toisten laitteiden kanssa. (24.)



KUVA 7. Tyypillinen öljynäytteenotossa käytettävä hana (26)



### 2.13.3 Näytteenotto alipainepumpulla

Kuvassa 8 on tyypillinen näytteenottoon tarkoitettu alipainepumppu. Alipainepumpulla näytettä ottaessa vaihdetaan pumppuun uusi näytteenottoletku tai huuhdellaan käytetty letku huolellisesti. Kun on varmistettu, että pumppu on puhdas ja valmis näytteenottoa varten imetään öljyä pumpulla halutusta syvyydestä pulloon. Niin kuin näytteenottohanalla myös imupumpulla näytettä ottaessa näytepullo huuhdellaan pariin kertaan. Lopuksi näyte otetaan pulloon, suljetaan korkki ja rekisteröidään pullo QR-koodilla. (24.)



KUVA 8. Alipainepumppu öljynäytteenottoon

### 2.13.4 Näytteenotto näyteliittimestä

Kuvassa 9 on näytteenottoon soveltuva liitin. Näytteenottoliittimen kautta otettu näyte otetaan samalla kaavalla, kun hanan kautta otettu näyte. Tässäkin tapauksessa laitteesta tulevaa öljyä valutetaan noin 2 litraa erilliseen astiaan, jonka jälkeen näytepullot huuhdellaan laitteesta tulevalla öljyllä pariin kertaan ja öljy kaadetaan jäteastiaan. Lopuksi varsinainen näyte otetaan pulloon, suljetaan korkki ja otetaan QR-koodit laitteesta sekä pullosta, jolloin näytepullo linkittyy kyseiselle laitteelle ja on valmis lähetettäväksi öljyanalyysi tutkimuksiin. (24.)



KUVA 9. Minimess liitin (27)

### 3 ÖLJYANALYYSI STORA ENSOLLA

#### 3.1 Laitteiden kartoitus

Tämä opinnäytetyö sai alkunsa Oulun Stora Enson Sellutehtaan tarpeesta muuttaa yli 80 litran öljytilavuuden omaavien vaihdelaatikoiden ja yli 200 litran öljytilavuuden omaavien hydraulikkojen määräaikaiset öljynvaihdot näytteenottoon perustuviksi. Tämän tarkoituksena oli saada taloudellista sekä ympäristöllistä hyötyä harventamalla öljynvaihtoväliä sekä saada tietoa laitteiden kunnosta. Aloitin kartoituksen rajaamalla laitteet öljyntilavuuden mukaan SAP järjestelmää hyödyntäen, jolloin sain listan laitteista, joissa oli vähintään ennalta sovittu öljyntilavuus. Tehdessäni rajauksia vastaan tuli kuitenkin laitteita, jotka katsoimme Stora Enson yhteyshenkilön kanssa olevan niin kriittisiä, että niistä kannattaisi myös ottaa öljynäyte, vaikka niiden öljyntilavuus oli alhaisempi kuin ennalta määritetty raja. Lopulta laitteita tuli noin 50, joista on tarkoitus jatkossa ottaa öljynäyte määräaikaisen öljynvaihdon sijasta. Saatuaani rajattua tässä työssä huomioitavat laitteet selvitin öljyntilavuuden lisäksi laitteiden tiedot, toimintopaikat, osastot, öljynlaadut sekä aikaisempien ennakkohuoltojen mukaiset öljynvaihtovälit. Tein tiedoista Excelillä listan ja toimitin sen Stora Enson ja Exxon Mobilin yhteyshenkilöille (LIITE 1). Liitteenä oleva Excel-tiedosto on salassa pidettävä. Listan avulla Exxon Mobilin yhteyshenkilö tietää mistä laitteista näytteitä on tarkoitus alkaa ottamaan ja hän pystyy tekemään niiden pohjalta jokaiselle laitteelle oman QR-koodin, joka asennetaan laitteisiin sekä syöttämään tiedot heidän järjestelmäänsä ja tutkimaan olisiko listalla laitteita, joiden öljynlaatua olisi tarpeellista vaihtaa.

#### 3.2 Ennakkohuollot SAP-järjestelmään

Oulun sellutehtaan öljynäytteidenotonpiirissä olevat laitteet ovat kolmella eri alueella. Alueet ovat kuorimo, keittämö ja kuivatus, joilla jokaisella on oma kunnossapitoryhmänsä. Tästä syystä jokaiselle alueelle täytyi tehdä SAP-järjestelmään oma näytteenoton ennakkohuoltokierros. Aikaisemmin käytössä olleet määräaikaiset öljynvaihtokierrokset korvattiin näiden laitteiden osalta uusiksi näytteenottoon perustuviksi öljynvaihtokierroksiksi. Näytteenotoille arvioitiin laitekohtaisesti väli,

jolloin näyte kyseisestä laitteesta otetaan. Järjestelmä muistuttaa kunnossapitoa paria viikkoa aikaisemmin näytteenotosta, jolloin kunnossapito kerkeää reagoimaan näytteenottoon. Käytäntö näyttää joutuuko näytteenottojen välejä muuttamaan. Laadin näytteidenottajille laitekohtaiset ohjeet erilaisilla menetelmillä tehtävistä näytteiden ostoista sekä ohjeet, joissa kerrotaan mistä kyseisessä laitteessa näyte otetaan, jotka lisäsin SAP-järjestelmään helpottamaan näytteidenottajia.

### **3.3 Näytteiden oton suunnittelu**

Sellutehtaan laitteista ei ole alun perin suunniteltu otettavaksi öljynäytteitä. Tästä syystä kävimme yhdessä Exxon Mobilin ja Stora Enson edustajan kanssa katsomassa jokaista laitetta yksilöllisesti paikan päällä ja suunnittelemassa mistä ja miten kyseisistä laitteista saadaan otettua luotettava öljynäyte turvallisuus ja ympäristöasiat huomioiden. Osassa laitteista oli valmiiksi sopivassa kohtaa hana tai liitin, josta luotettava näyte saadaan otettua. Laitteissa olevia liittimiä on Stora Ensolla aikaisemmin käytetty öljynpaineenmittaukseen, mutta niistä voidaan laskea myös öljyä näytteenottoa varten. Laitteille, joissa ei ollut valmiiksi paikkaa näytteenotolle suunnittelimme näytteenottoa varten hanan tai liittimen asennukselle paikan. Stora Enso teettää muutostyöt heti kun se on mahdollista. Pyrimme välttämään ratkaisua, missä laitteista otettaisiin näyte alipainepumpun avulla, mutta tällaisiakin paikkoja oli muutama. Tarkoituksena oli, että näytteenotto olisi turvallista, vaivatonta ja näyte olisi luotettava. Otin laitteista kuvia, joihin merkkasin kohdat, mistä ja miten näyte otetaan tai tullaan ottamaan muutostöiden jälkeen ja tein niistä listan, jonka lähetin Exxon Mobilin ja Stora Enson edustajille helpottaakseni tulevaa näytteenottoa ja muutostöitä (LIITE 2). Laitteista otettujen kuvien liite on salassa pidettävä. Kävin Exxon Mobilin edustajan päivän mittaisen luennon sekä haastattelin häntä, josta sain paljon tietoa esimerkiksi, kuinka saadaan otettua luotettava öljynäyte. Saamieni tietojen pohjalta pystyin suunnittelemaan ohjeet luotettavan näytteen ottamiseen. Näytettä ottaessa on ennen kaikkea syytä muistaa turvallisuus ja ympäristö. Näytteenottajalla täytyy olla asiankuuluva suojarustus, johon kuuluu suojavaatetus ja suojalasit. Näytettä ottaessa on huolehdittava myös ympäristöstä. Näytteenotosta syntyvät jätteet, kuten jäteöljy ja öljyiset rätit tulee hävittää oikeaoppisesti, ettei öljyä pääse ympäristöön. Jos öljyä kuitenkin päätyy esimerkiksi maahan, on huolehdittava asianmukaisesta puhdistamisesta.

### **3.4 Näytteiden analysointi Exxon Mobililla**

Exxon Mobil tekee öljyanalyysin Oulun Stora Enson koulutetun kunnossapitoasentajan ottamista öljynäytteistä. Luotettavan öljynäytteen saaminen on ehdottoman tärkeää, jotta näytteen ottamisesta on hyötyä. Analyysi on yksi ennakoivan kunnossapidon työkalu, jolla saadaan tietoa öljyn kunnosta, lisäaineiden määristä, laitteen kunnosta, kulumismetalleista ja epäpuhtauksien määrästä. Edellyttäen että analysointi on systemaattista ja vaurioiden juurisyöt määritellään. Exxon Mobililla on kolme eri laajuista öljyanalyysipakettia, jotka ovat Essential, Enhanced ja Elite. Stora Enson laitteille suunniteltiin otettavaksi Enhanced analyysipaketti, jolla uskomme saavan riittävästi tietoa öljyjen ja laitteiden kunnosta. Paketin valintaan vaikuttivat laitteen ympäristö, käyttö ja taloudellisuus. Enhanced analyysillä saadaan selville öljyssä olevat metallit, hapettuminen, hiukkasten määrä, PQ-indeksi, jolla saadaan selville magneettisten rautaa sisältävien hiukkasten määrä, viskositeetti, öljyssä olevan veden määrä, lisäaineet ja kokonaishappoluku. Tarvittaessa pakettia on mahdollista vaihtaa laajempaan tai suppeampaan vaihtoehtoon. Stora Enson kunnossapitoinsinööri tilaa Exxon Mobililta haluamansa laajuisen näytepaketin, jonka mukana tulee öljynäytepurkit. Näytteiden oton jälkeen purkit linkitetään QR-koodien avulla, jotka löytyvät jokaisesta purkista sekä laitteista, joista näytteet otetaan. Lopuksi purkit lähetetään Exxon Mobilin laboratorioon, jossa öljy analysoidaan. Analysoinnin tuloksista tulee raportti sähköpostilla Exxon Mobilin edustajalle sekä asiakkaalle, joka on tässä tapauksessa Stora Enso. Raportissa analysoitua öljyä voidaan verrata vastaavan uuden öljyn arvoihin, koneentekijän raja-arvoihin ja laitteesta aikaisemmin otettuihin näytteisiin. Jos raportista ilmenee, että laitteessa oleva öljy on vaihtokunnossa tai öljyn seassa on merkkejä huomattavasta kulumisesta, on Exxon Mobilin edustaja yhteyksissä asiakkaaseen, jotta tilanteeseen osataan reagoida ja välttää suuremmilta vahingoilta.

### **3.5 Ohjeet asentajille**

Ohjeet tehtiin helpottamaan asentajien näytteenottoa. Ohjeet lisättiin SAP-järjestelmään öljynäytteenottojen ennakkohuoltokierroksien lisätietoihin, josta asentajat voivat varmistaa edustavan näytteenoton pääperiaatteet eri menetelmillä tehdyissä näytteenotoissa. Ohjeissa pyrittiin huomioimaan turvallisuus ja ympäristönäkökulmat. (Liite 3.)

## 4 POHDINTA

Työn tavoitteena oli muuttaa Oulun Stora Enson sellutehtaan määräaikaiset öljynvaihdot näytteenottoon perustuviksi vaihdelaatikoista, joiden öljyntilavuus oli yli 80 litraa ja hydraulikoista, joiden öljyntilavuus oli yli 200 litraa ja rakentaa niiden pohjalta ennakkohuolto kierrokset SAP-järjestelmään. Lisäksi tarkoituksena oli tehdä näytteenotosta ohjeet työntekijöille ja suunnitella laitteille näytteidenottopisteet. Tarkoituksena oli, että näytteet analysoisi Exxon Mobil ja sieltä tulisi raportti öljyjen kunnosta. Öljynäytepaketit tilattaisiin Exxon Mobililta ja öljynäytteet voitaisiin linkittää QR-koodin avulla suoraan kyseiselle laitteelle, josta öljynäyte on otettu. Työ sai alkunsa Stora Enson tarpeesta, ja se oli osa suurempaa öljyhuollon modernisointia, jossa pyritään saavuttamaan taloudellisia ja ekologisia hyötyjä pidentämällä öljynvaihtovälejä sekä lisäämään tietoa öljyjen ja laitteiden kunnosta.

Aloitin työn kartoittamalla Excel-tiedostoon laitteet, joissa öljyntilavuudet olivat vähintään ennalta sovitun kokoiset. Keskustelin myös Storan Enson yhteyshenkilön ja kunnossapitoasentajien kanssa laitteista, jotka otettaisiin tähän työhön mukaan. Heidän kanssaan keskusteltuani sovimme ottavamme mukaan muutamia laitteita, joiden öljyntilavuus on pienempi kuin ennalta sovittujen laitteiden tilavuudet, sillä niiden laitteiden katsottiin olevan niin kriittisiä, että myös niistä olisi hyvä ottaa öljynäyte. Työstä karsiutui pois myös muutama laite, joissa öljyntilavuus olisi ollut riittävä mutta katsoimme ettei näistä laitteista otettu öljynäyte olisi kannattavaa.

Laitteiden kartoituksen jälkeen kävimme yhdessä Stora Enson yhteyshenkilön sekä Exxon Mobilin edustajan kanssa kentällä suunnittelemassa, kuinka kyseisistä laitteista näytteet tultaisiin jatkossa ottamaan. Muutamasta laitteesta katsottiin, että öljynäyte voidaan ottaa alipainepumpulla tai laitteessa ennestään olevasta hanasta. Suurimmassa osassa laitteista oli valmiina öljynäytteenottoon oleva liitin, jonka katsoimmekin olevan paras mahdollinen tapa ottaa öljynäyte. Näin ollen suunnitelimme muutostyöt liittimien asennukseen niille laitteille, joissa liitintä ei ollut, eikä niistä olisi muulla keinoin voitu ottaa luotettavaa öljynäytettä. Helpottaakseni muutostöitä ja näytteiden ottoa tein listan laitteista kuvineen, joista ilmenee, mistä ja miten näyte on suunniteltu otettavaksi. Näytteenotoliittimien muutostyöt Stora Enso suorittaa seuraavassa seisakissa.

Kun olimme kartoittaneet laitteet ja miten öljynäytteet otetaan, pystyimme tekemään öljynäytteenottoille ennakkohuoltokierrokset SAP-järjestelmään. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen

teimme ennakkohuoltokierrokset yhdessä Storan Enson yhteyshenkilön kanssa, sillä minulla ei ollut riittäviä oikeuksia niiden luontiin. Laadin myös ohjeet näytteidenottoon, jotka lisäsimme SAP-järjestelmään ennakkohuoltokierroksien rakentamisen yhteydessä.

Kokeilimme näytteenottopaketin tilaamista ja näytteenottoa kahdesta eri laitteesta. Näytteenottopaketti tuli postissa tehtaalle, minkä jälkeen otimme öljynäytteet purkkeihin, linkitimme näytteet QR-koodin avulla laitteille, joista olimme ottaneet öljynäytteet ja lähetimme näytteet analysoitaviksi. Raportti ei kerennyt tulla tämän työn aikana perille, mutta tämän työn tarkoituksena olikin suunnitella öljynvaihdot näytteenottoon perustuviksi, ei niinkään tarkastella tuloksia tai toteuttaa muutostöitä.

Stora Ensolla oli joissain laitteissa käytössä myös Online öljyanalyysilaitteita. Se on konenäköön perustuva mittalaite, joka valvoo jatkuvatoimisesti laitteessa olevan öljyn kuntoa. Online-analyysilaitte havaitsee ainoastaan öljyssä olevien partikkelien määrän, koon ja muodon muttei kerro öljyn kunnosta enempää. Laite antaa hälytyksen, kun partikkelien koko tai määrä ylittää laitteelle annettun raja-arvon. Se on hyvä työkalu, kun halutaan saada tietoa öljyssä olevista partikkeleista, sillä se mittaa niitä jatkuvatoimisesti. Lisääntynyt partikkelien määrä öljyssä voi kertoa suodattimen epäkunnosta tai tukkeutumisesta, jolloin suodatin olisi syytä vaihtaa. Jatkuvat hälytykset suodattimien vaihdosta huolimatta voi kertoa laitteessa olevasta viasta, joka lisää partikkelien määrää öljyssä. Laitteen avulla voidaan välttää suurempien vahinkojen syntyminen, kun tieto suodattimien vaihdon tarpeesta saadaan tietoon hälytyksen avulla, eikä suodattamattomalla öljyllä keretä voitelemaan laakereita pitkiä aikoja.

Myös tilanteessa, jossa hälytyksiä tulee jatkuvasti, voidaan alkaa selvittämään juurisyytä, mistä partikkeleita tulee ja näin ollen saada vika korjattua mahdollisimman nopeasti. Online laite ei kuitenkaan korvaa laboratorioissa tehtyä öljyanalyysiä, koska pelkkä partikkelien määrä ei kerro öljyn käyttökunnosta vielä kovinkaan paljon. Voi olla, ettei öljyssä ole kovinkaan paljon partikkeleita mutta silti öljyn seassa on esimerkiksi vettä, joka heikentää öljyn ominaisuuksia. Tässä tilanteessa voitaisiin luulla öljyn olevan hyvässä kunnossa tietämättä, että öljyn seassa on vettä, eikä öljyjä osattaisi vaihtaa. Laboratorio näytteellä tällaista ongelmaa ei pääse syntymään. Laboratorionäytteiden hyötynä on myös niistä saatavat raportit, joita analysoimalla voidaan havaita pitkäaikaisempia ongelmia ja niihin voidaan reagoida.

Työn tuloksena saatiin muutettua öljynvaihtokierrokset näytteenottoon perustuviksi niiden laitteiden osalta mitä olimme ennalta sopineet. Samalla laitteille suunniteltiin näytteiden ottaminen ja vaadittavat muutostyöt. SAP-järjestelmään saatiin tehtyä näytteidenottokierrokset ja ohjeet asentajille. Näytteiden ottaminen voidaan aloittaa heti niiden laitteiden osalta, jotka eivät vaadi muutostyötä. Uskon, että öljynäytteidenotolla voidaan saada hyviä tuloksia taloudellisesti ja ekologisesti sekä saada uutta arvokasta lisätietoa laitteiden- ja öljyn kunnosta.

Opin tämän työn aikana lisää SAP-järjestelmän käytöstä sekä paljon öljyistä ja näytteiden otosta. Koen, että tulevaisuudessa työelämässä näistä tiedoista on minulle paljon hyötyä. Haastavaksi tässä työssä koin hahmottaa, mistä aloittaa ja mikä tieto on merkittävää työn kannalta. Sain kuitenkin paljon apuja ohjaavalta opettajalta ja Stora Enson yhteyshenkilöltä, joiden avulla pääsin alkuun ja aloin hahmottaa, mitä työltä vaaditaan. Kehityskohteena omassa työskentelyssäni pidän ajankäyttöä ja sen suunnitelmallisuutta. Työn kannalta olisi itselleni ollut paljon helpompaa edetä, jos olisin alusta alkaen suunnitellut, mitä olen tehnyt, mitä teen seuraavaksi ja mitä riskejä työssäni on sillä hetkellä. Hoksasin kuitenkin jossain vaiheessa tehdä itselleni viikoittaisen aikataulusuunnitelman, josta koin olevan minulle hyötyä.



## LÄHTEET

1. Stora Enso 2023. Historia. Hakupäivä 8.9.2023. <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/our-history>.
2. Stora Enso 2023. Tietoa Stora Ensosta. Hakupäivä 8.9.2023. <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso>.
3. Stora Enso 2023. Tietoa ja lukuja. Hakupäivä 8.9.2023. <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/facts-and-figures>.
4. Stora Enso 2023. Oulun tehdas. Hakupäivä 8.9.2023. <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/stora-enso-locations/oulu-mill>.
5. ExxonMobil 2020. Katsaus ExxonMobil Finland Oy Ab. Hakupäivä 8.9.2023. <https://corporate.exxonmobil.com/locations/finland/exxonmobil-finland-oy-ab-operations-overview#Viojaarvot>.
6. Stora Enso 2015. Kartongin valmistus. Hakupäivä 13.9.2023. <https://www.youtube.com/watch?v=7rtyzMZq7Q>.
7. Fimpec 2019. Pääsuunnittelijaksi Stora Enson Oulun tehtaan investointihankkeeseen. Hakupäivä 6.11.2023. <https://fimpec.com/ajankohtaista/paasuunnittelijaksi-stora-enson-oulun-tehtaan-investointihankkeeseen/>.
8. Keinänen, Ville 2023. Luotettavuusinsinööri. Stora Enso Oyj. Haastattelu 1.11.2023.
9. Opetushallitus 2023. 1.1 Mitä on kunnossapito. Hakupäivä 19.9.2023. <http://www03.edu.fi/opimateriaalit/kunnossapito/perusteet-1-1-mita-on-kunnossapito.html>.
10. Järviö, Jorma & Lehtiö, Taina 2012. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP Media Oy.

11. Keinänen, Toimi & Kärkkäinen, Pentti 2011. Konetekniikan perusteet. Helsinki: WSOYpro Oy.
12. Keinänen, Toimi & Kärkkäinen, Pentti 2003. Koneautomaatio 1, Hydraulikka ja pneumatiikka. Porvoo: WS Bookwell Oy.
13. Keinänen, Toimi & Kärkkäinen, Pentti 2006. Konetekniikan perusteet. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.
14. SAP 2023. Mikä on SAP?. Hakupäivä 21.9.2023. <https://www.sap.com/finland/about/what-is-sap.html>.
15. Exxon Mobil 2023. Oikea voitelu on osa koneen käyttövarmuutta. Sisäinen lähde.
16. Luukkanen, T & Majanen, S 1989. Voiteluaineet valmistus, ominaisuudet, käyttö. Hämeenlinna: Karisto Oy.
17. Neste Oil 2023. Ajoneuvojen voiteluaineet opas. Hakupäivä 28.9.2023. [https://www.neste.fi/sites/neste.fi/files/AVA\\_opas\\_WEB.pdf](https://www.neste.fi/sites/neste.fi/files/AVA_opas_WEB.pdf).
18. Kivioja, Seppo, Kivivuori, Seppo & Pekka, Salonen 2010. Tribologia – Kitka, Kuluminen ja Voitelu. 6. uudistettu painos. Helsinki: Hakapaino Oy.
19. SFS. Mitä standardi tarkoittaa? 2023. Hakupäivä 20.10.2023. <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>.
20. YTL. Mitä standardisointi on? 2023. Hakupäivä 20.10.2023. [http://www.ytl.fi/mita\\_temme/standardisointi-vanha/mita\\_standardisointi\\_on](http://www.ytl.fi/mita_temme/standardisointi-vanha/mita_standardisointi_on).
21. PSK Standardisointi. PSK 7201 2023. Hakupäivä 20.10.2023. <https://psk-standardisointi.fi.ezp.oamk.fi:2047/Standard/Ryhma72/PSK%207201-2p.pdf>.
22. PSK Standardisointi. PSK 7202 2023. Hakupäivä 20.10.2023. <https://psk-standardisointi.fi.ezp.oamk.fi:2047/Standard/Ryhma72/PSK72022p.pdf>.

23. Suomen tribologiyhdistys RY 2023. Mitä on tribologia?. Hakupäivä 4.10.2023. <http://www.tribologysociety.fi/?s=tribologia>.
24. Vesala, Mika & Nousiainen, Timo 2008. Öljyanalyysipaketin valinta. Fluidlab. Hakupäivä 24.10.2023. [https://www.fluidlab.fi/sites/default/files/Oljyanalyysipaketin\\_valinta.pdf](https://www.fluidlab.fi/sites/default/files/Oljyanalyysipaketin_valinta.pdf).
25. Vihersalo, Jarmo 2023. Field Engineer. Exxon Mobil Corporation. Haastattelu 29.8.2023.
26. Taloosi.fi 2023. Pallolaskuhana. Hakupäivä 10.11.2023. <https://www.taloosi.fi/pallolaskuhana-dn-20-letkuliitinniklattu>.
27. Pmchdraulics.com 2023. Accessories – measurement. Hakupäivä 10.11.2023. <https://www.pmchdraulics.com/en-us/accessories/measurement/testpoint1620>.

## **LIITTEET**

Liite 1. Ei julkinen

Liite 2. Ei julkinen

Liite 3. Ohje öljynäytteenottoon

Ei julkinen.

Ei julkinen

## OHJEET ÖLJYNÄYTTEENOTTOON

Öljynäytettä ottaessa muista aina turvallisuus. Älä koskaan ota öljynäytettä, jos olet epävarma, onko se turvallista. Mikäli koet puutteita turvallisuudessa, ole yhteydessä esihenkilösi. Öljynäytettä ottaessa muista aina käyttää asianmukaisia suojavarusteita. Huomioi öljynäytettä ottaessa ympäristö ja jätteiden oikeaoppinen hävittäminen. Puhdista öljynäytteenotto ympäristö näytteenoton jälkeen. Jos öljyä päätyy lattialle, huolehdi asianmukaisesta puhdistamisesta.

### NÄYTE HANASTA

- Puhdista näytteenottohanan ympäristö ulkopuolisista epäpuhtauksista.
- Huuhtelee hana valuttamalla öljyä n. 2 litraa mahdollisimman suurella virtauksella erilliseen astiaan.
- Huuhtelee näytepurkki kaksi kertaa laitteesta tulevalla öljyllä ja kaada öljy erilliseen astiaan.
- Täytä näytepullo öljyllä hanaa välillä sulkematta ja sulje korkki.
- Linkitä näyte kyseiselle laitteelle ottamalla kuva laitteen ja purkin QR-koodista.

### NÄYTE ALIPAINEPUMPULLA

- Puhdista alipainepumpun letku huuhtelemalla tai vaihda se uuteen.
- Ime öljyä näytepurkkiin halutusta syvyydestä huuhdellaksesi purkki kahteen kertaan.
  - o Vaihteet ja kiertovoitelusäiliöt n. puolesta välistä öljytilasta.
- Täytä näytepurkki imemällä öljyä halutusta syvyydestä ja sulje korkki.
- Linkitä näyte kyseiselle laitteelle ottamalla kuva laitteen ja purkin QR-koodista.

### NÄYTE LIITTIMESTÄ

- Huuhtelee liitin valuttamalla öljyä erilliseen astiaan n. 2 litraa mahdollisimman suurella virtauksella.
- Huuhtelee näytepurkki kaksi kertaa laitteesta tulevalla öljyllä ja kaada öljy erilliseen astiaan.
- Täytä näytepullo öljyllä ja sulje korkki.
- Linkitä näyte kyseiselle laitteelle ottamalla kuva laitteen ja purkin QR-koodista.