



Käytetyn bioöljyn hyödyntäminen prosessin raaka-aineena

Nuutti Rissanen

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2021

Biotuote- ja prosessitekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuote- ja prosessitekniikka

RISSANEN, NUUTTI:

Käytetyn bioöljyn hyödyntäminen prosessin raaka-aineena

Opinnäytetyö 50 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Huhtikuu 2021

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää käytettyjen bioöljyjen käyttömahdollisuuksia Nextoil Oy:n Jämsän tuotantolaitoksella vertailemalla tuotantolaitokselle saapuneiden bioöljyerien ominaisuuksia eräisiin tuotantolaitoksella valmistettujen lopputuotteiden arvoihin. Opinnäytetyön tarkoituksena oli myös havainnollistaa, miltä bioöljyprosessin säiliökokoonpano voi näyttää tuotantolaitoksen tiloissa.

Opinnäytetyö toteutettiin ottamalla näytteitä erilaisista bioöljyeristä ja lähettämällä ne analysoitavaksi laboratorioon. Analyyseista saatuja arvoja verrattiin erilaisten lopputuotteiden arvoihin ja niiden perusteella arvioitiin, mihin käyttötarkoitukseen kutakin käytettyä bioöljyä voidaan käyttää. Opinnäytetyössä tarkasteltiin myös tuotantolaitoksen prosessia sekä erilaisia voiteluaineisiin liittyviä ominaisuuksia. Lähteinä työssä käytettiin www-lähteitä ja kirjallisuutta. Työssä myös tuotettiin 3D -mallinnukset mahdollisesta käytetyn bioöljyn prosessointiin käytettävästä laitteistosta.

Opinnäytetyön tutkimuksessa selvisi, että tuotantolaitokselle saapuneita bioöljyeriä voidaan käyttää ominaisuuksiensa puolesta prosessissa ja niistä voidaan valmistaa joitakin vertailukohteena olevista öljyistä, kuten yhtä hydrauliöljyä ja kuljetinketjuöljyä. Lisäksi sekoittamalla öljyjä toisiinsa näistä öljyistä voidaan valmistaa vielä useampia lopputuotteita.

Johtopäätöksenä tutkimuksen tuloksista voidaan sanoa käytettyjen bioöljyjen soveltuvan tuotantolaitoksen prosessiin ominaisuuksiensa osalta. Niistä voidaan valmistaa erilaisia lopputuotteita, jotka eivät rajoitu tässä tutkimuksessa lopputuotteiksi valittuihin öljylaatuihin, sillä tuotantolaitoksen prosessista valmistuu muitakin lopputuotteita.

Asiasanat: bioöljy, hydrauliöljy, kuljetinketjuöljy

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Bioproduct and Process Engineering

RISSANEN, NUUTTI:

Utilization of Used Bio-Oil as a Raw Material for the Process

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 0 pages
April 2021

The purpose of this thesis was to find out the possibilities of using used bio-oils at Nextoil Oy's Jämsä production plant by comparing the values of bio-oil batches received at the production plant with the values of some end products produced at the production plant. The purpose of the thesis was also to illustrate what the tank assembly of the bio-oil process can look like in the premises of the production plant.

The thesis was carried out by taking samples from different bio-oil batches and sending them to a laboratory for analysis. The values obtained from the analyzes were compared with the values of various end products and were used to assess the intended use of each used bio-oil. The thesis also examined the process of the production plant and various properties related to lubricants. Web sources and literature were used as sources. As a result of the thesis 3D -models of possible equipment used for bio-oil processing were also produced.

The research of the thesis revealed that the bio-oils arriving at the production plant can be used in the process due to their properties and can be used to manufacture some of the reference oils, such as a single hydraulic oil, and a conveyor chain oil. In addition, by mixing the oils together, these oils can be used to manufacture even more end products.

In conclusion, the results of the study indicate that used bio-oils are suitable for the plants process regarding their properties. They can be used to produce various end products not limited to the grades selected in this study, as the plants process produces other end products.

Key words: bio-oil, hydraulic oil, conveyor chain oil

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	YRITYKSEN ESITTELY JA KUVAUS PROSESSISTA.....	8
2.1	Nextoil yrityksenä	8
2.2	Yrityksen tuotantoprosessi	9
3	TUOTANTOLAITOKSEN RAAKA-AINEET JA LOPPUTUOTTEET	11
3.1	Raaka-aineet.....	11
3.1.1	Muuntajaöljyt	11
3.1.2	Kiertovoiteluöljy	11
3.1.3	Vaihteistoöljy	12
3.1.4	Turbiiniöljy	12
3.1.5	Hydrauliöljy.....	13
3.2	Lopputuotteet	13
3.2.1	Teräketjuöljy	13
3.2.2	Johdeöljy	14
4	ÖLJYJEN OMINAISUUDET	15
4.1	Viskositeetti.....	15
4.2	Viskositeetti-indeksi.....	19
4.3	Jähmepiste.....	19
4.4	Leimahduspiste	20
5	BIOÖLJYT, NIIDEN OMINAISUUDET JA KÄYTÖN HAASTEET	21
6	LISÄAINEET	23
6.1	Vaahtoamisenestoaineet.....	23
6.2	Kasvuston syntymistä estävät aineet	23
6.3	Korroosionestoaineet	24
6.4	Hapettumisenestoaineet	24
6.5	Dispersantit ja detergentit	25
6.6	Viskositeetti-indeksin parantajat.....	26
6.7	Kylmäominaisuuksien parantajat.....	27
6.8	Kulumisenestoaineet.....	28
6.9	Korkeapainelisäaineet.....	28
7	BIOÖLJYN PROSESSOINNIN ALOITTAMINEN	29
8	VERTAILUKOHTENA OLEVAT ÖLJYTYPIT	33
9	MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN KÄSITTELY.....	37
9.1	Bioöljynäytteiden analyysitulokset.....	37
9.2	Bioöljynäytteiden vertailu	38
9.2.1	Näyte 1.....	38

9.2.2 Näyte 2.....	40
9.2.3 Näyte 3.....	42
9.2.4 Näyte 4.....	44
9.3 Lopputulos	45
10 POHDINTA	46
LÄHTEET.....	48

LYHENTEET

PCB	Polyklooratut bifenyylit, syöpää aiheuttava kemikaali
ppm	Parts per million. 1ppm vastaa yhtä milligrammaa ainetta kilossa tuotetta
Stoki (St)	Viskositeetille käytetty yksikkö, joka vastaa SI-yksikköä neliömetriä sekunnissa. (m^2/s).
Senttistoki (cSt)	Viskositeetille yleisemmin käytetty yksikkö, joka vastaa SI-yksikköä neliömillimetriä sekunnissa (mm^2/s)
mg KOH/g	Yksikkö, joka kuvaa kuinka monta milligrammaa kaliumhydroksidia tarvitaan happojen neutraloimiseksi grammaa kohden.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus tutkia käytettyjen bioöljyjen soveltuvuutta Nextoil Oy:n Jämsän tuotantolaitoksen prosessiin. Tarve opinnäytetyölle syntyi, kun tuotantolaitoksella oleva vanha pakkauskoneisto puretaan ja sen tilalle aiotaan rakentaa uusi bioöljyn prosessointiin käytettävä laitteisto, jonka vuoksi tarvitaan tietoa käytettyjen bioöljyjen soveltuvuudesta prosessin raaka-aineeksi ja lopputuotteista, joita niistä voidaan valmistaa.

Opinnäytetyön tavoitteena on myös uuden prosessointilaitteiston mallintaminen helpottamaan säiliökokoonpanon ja laitteiston suunnittelua, kun siitä tulee ajan-kohtaista.

Opinnäytetyön tutkimuksen kohteena on tuotantolaitoksella olevien bioöljyerien analysointi, ja niistä saatujen mittaustulosten perusteella mahdollisten lopputuotteiden selvittäminen, joka tapahtuu vertailemalla eräiden tuotantolaitoksella valmistettujen lopputuotteiden tyypillisiä arvoja bioöljynäytteiden arvoihin. Näiden mittaustulosten avulla arvioidaan käytettyjen bioöljyjen soveltuvuutta prosessiin ja erilaisiksi lopputuotteiksi jalostamiseen.

Tulevaisuudessa bioöljyjen käyttö lisääntyy teollisuudessa, joten myös käytetyn bioöljyn määrä keräysöljyjen joukossa kasvaa. Tämän johdosta myös sen käyttö kierrätysöljyjen raaka-aineena lisääntyy, joten on tärkeää, että tuotantolaitos pystyy prosessoimaan näitä öljyjä ja tuottamaan niistä uusia öljytuotteita erilaisiin käyttötarkoituksiin.

2 YRITYKSEN ESITTELY JA KUVAUS PROSESSISTA

2.1 Nextoil yrityksenä

Nextoil Oy on yrityksenä varsin uusi ja aloitti toimintansa joulukuussa 2020 yrittyskaupan seurauksena (Nextoil 2021). Aikaisemmin tuotantolaitos toimi osana Ekokemin yritystä, mutta Fortumin ja Ekokemin yhdistyessä vuonna 2016 Ekokemin toiminta integroitui osaksi Fortumia ja sen entiset toimipisteet muuttuivat Fortumin Recycling and Waste solutions -yksiköksi. Ekokemin brändi muuttuikin lopulta Fortumiksi 4.4.2017 alkaen (Fortum 2017). Vuoden 2020 lopussa yritystoiminta siirtyi yrittyskaupan seurauksena Nextoil Oy:lle.

Nextoil Oy:n Jämsän tuotantolaitos tuottaa uusioöljyjä käytetyistä hyvälaatuisista voiteluaineista, joita saadaan teollisuudesta. Käytetyt voiteluaineet puhdistetaan ja lisääaineistetaan tuotantolaitoksella, jolloin niistä saadaan valmistettua teräketjuöljyjä ja johdeöljyjä pääasiassa puunkorjuun ammattilaisten ja sahojen käyttöön (Nextoil 2021).

Tuotantolaitoksella käytettävät öljyt ovat ns. kirkkaita jäteöljyjä, joihin kuuluvat muuntajaöljyt, sekä kiertovoitelu-, vaihteisto-, turbiini-, ja hydraulioöljyt. Tuotantolaitoksen prosessin raaka-aineeksi kelpaavat vain hyvälaatuiset käytetyt kirkkaat voiteluaineet ja huuhteluöljyt voiteluaineteollisuudesta, jotta voidaan varmistua lopputuotteen hyvästä laadusta, sillä laatuvaatimukset ovat laitoksella korkeat, jonka vuoksi laitokselle saapuvasta öljystä otetaan näytteet laadun varmistamiseksi jo silloin kun sitä pumpataan keräysajoneuvoon. Korkeat laatuvaatimukset näkyvät yrityksen käyttämissä standardeissa, jotka täytetään koko toimintaketjun osalta.

Toimintaketju täyttää ympäristö-, työturvallisuus-, työterveys-, laatu-, ja ympäristöasioiden hallinta- ja auditointijärjestelmien ISO 14001, ISO 9001 ja OHSAS 18001 vaatimukset. Yritys noudattaa myös Responsible Care – Vastuu Huomisesta -ohjelmaa, joka tarkoittaa sitä, että yritys sitoutuu toiminnallaan terveys-, ympäristö- ja turvallisuustoimintojen parantamiseen jatkuvasti. (Fortum 2020.)

2.2 Yrityksen tuotantoprosessi

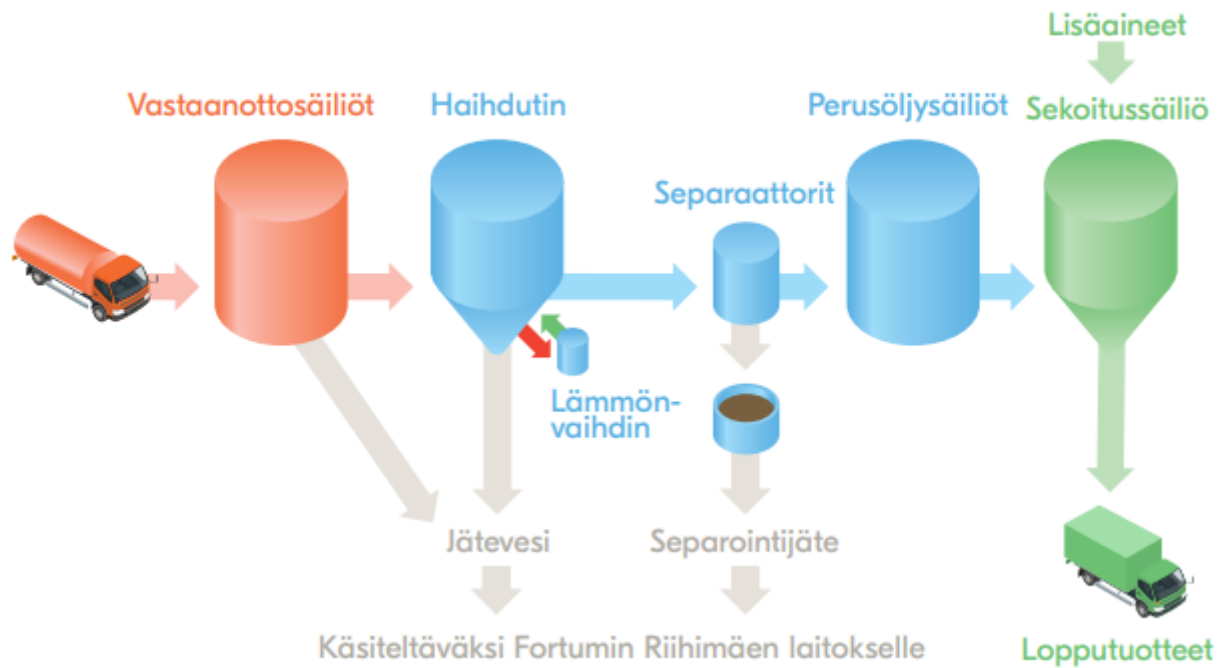
Nextoilin Jämsän tuotantolaitoksen prosessi, joka esitellään kuvassa 1 on pääpiirteittäin seuraavanlainen: Ensimmäiseksi tehtaalte saapuvasta käytetystä öljystä otetaan näyte samalla, kun se pumpataan säiliöautosta vastaanottosäiliöihin. Ennen prosessin etenemistä seuraavaan vaiheeseen näytteestä saaduista mittaustuloksista varmistetaan, että kyseisen öljyn leimahduspiste on yli 115°C, sillä myöhemmin öljyä kuumennetaan 110 °C lämpötilaan. Öljyn leimahtaminen voi aiheuttaa vahinkoja, jonka vuoksi tuotantolaitos ei vastaanota lainkaan leimahtavia öljyjä prosessin turvallisena säilymisen vuoksi. Lisäksi öljy analysoidaan ennen käyttöä ja analyysituloksista varmistetaan, että käytetyn öljyn PCB-pitoisuus on alle 2 ppm, ennen kuin öljyä voidaan käyttää prosessissa. Kun näiden arvojen sopivuudesta on varmistuttu, voidaan öljy todeta kelpoiseksi prosessiin. (Fortum 2020.)

Kun öljy on saapunut tuotantolaitokselle ja pumpattu varastosäiliöön, annetaan öljyn seisoa säiliössä muutaman päivän ajan, jolloin öljyä raskaampi vesi ja epäpuhtaudet laskeutuvat säiliön pohjalle, josta ne pumpataan toiseen ns. sakkasäiliöön. Tämän jälkeen öljy pumpataan lämmönvaihtimen läpi haihduttimeen, jossa siitä poistetaan kosteutta kuumentamalla öljy aina 110 °C lämpötilaan asti. Juuri tästä syystä öljyn leimahduspisteen määrittäminen on todella tärkeää. Öljyä lämmitettäessä sitä myös sekoitetaan, niin että öljy kiertää alhaalta ylös. Kun öljyä lämmitetään, poistetaan siitä vettä.

Prosessissa erottuva jätevesi jatkaa matkaansa Fortumin Riihimäen laitokselle käsiteltäväksi. Haihduttimen jälkeen öljy kulkee separaattorin läpi, jossa se puhdistuu entisestään ja siitä erottunut kiintoaine, eli separointijäte kuljetetaan myös Riihimäelle Fortumin käsiteltäväksi. Separaattorin jälkeen saatu öljy varastoidaan perusöljysäiliöihin ja öljyn viskositeetti mitataan. (Fortum 2020.)

Perusöljysäiliöstä öljy pumpataan myöhemmin sekoitussäiliöön, jossa siihen lisätään kunkin lopputuotteen vaatimat lisääaineet ja siihen sekoitetaan myös toisia viskositeeteiltaan erilaisia perusöljyjä, jotta lopputuotteen viskositeetista saadaan

toivotunlainen. Tämän jälkeen tuote on valmis käytettäväksi ja sitä myydään, joko suoraan tehtaalta, tai jälleenmyyntipisteiden ja asiamiesverkoston kautta. Tuotteita voidaan myös valmistaa ja pakata muille myyntiorganisaatioille näiden toiveiden mukaisesti. Pääasiassa nykyiset lopputuotteet ovat mineraaliöljypohjaisia johdeöljyjä. (Fortum 2020.)



KUVA 1. Jämsän tuotantolaitoksen prosessi (Fortum 2020.)

3 TUOTANTOLAITOKSEN RAAKA-AINEET JA LOPPUTUOTTEET

3.1 Raaka-aineet

Tuotantolaitos käyttää prosessissaan useita erilaisia öljytyyppejä, joista valmistetaan niiden ominaisuuksien mukaan erilaisia lopputuotteita. Tuotantolaitoksen käyttämiä erilaisia öljytyyppejä käsitellään seuraavaksi.

3.1.1 Muuntajaöljyt

Muuntajaöljy, jota myös eristysöljyksi kutsutaan, on öljytyyppi, jonka ominaisuuksiin kuuluu vakaus korkeissa lämpötiloissa ja sen kyky eristää hyvin sähköä. Muuntajaöljyä käytetään nimensä mukaisesti virranmuuntajissa, joissa niiden tehtävänä on eristää ja estää valokaarien syntymistä, sekä myös johtaa lämpöä, ja näin ollen jäähdyttää muuntajaa. Sen tehtävänä on myös ylläpitää muuntajan sydämen ja käämien kuntoa, sillä ne ovat täysin upotettuja öljyyn. Yksi öljyn tehtävistä onkin ehkäistä hapettumista muuntajissa olevissa selluloosapohjaisissa paperieristeissä. Öljy toimiikin suojaavana kerroksena, joka estää ilmakehän hapen pääsyn eristeeseen ja minimoi näin ollen hapettumista. (Electrical4u 2019.)

Muuntajaöljyn ominaisuuksiin kuuluvat sen viskositeetti, leimahduspiste, jähmeypiste ja rajapintajännitys. Ominaisuuksiin kuuluvat niiden lisäksi myös kemialliset ominaisuudet, joita ovat sen vesipitoisuus, happamuus ja lietepitoisuus. Lisäksi ominaisuuksiin kuuluvat myös sen sähköiset ominaisuudet, joita ovat dielektrinen lujuus, sen ominaisvastus ja häviökerroin. (Electrical4u 2019.)

3.1.2 Kiertovoiteluöljy

Kiertovoiteluöljy on öljyä, joka kiertää kiertovoitelujärjestelmässä, missä öljyn tarkoituksena on voidella ja puhdistaa koneistoa. Öljyn tärkeimpiin tehtäviin kuuluu näissä ympäristöissä myös koneiston jäähdyttäminen. Käyttötarkoituksensa vuoksi kierrätetty kiertovoiteluöljy sisältää tuotantolaitokselle tullessaan erilaisia

hapettumistuotteita ja koneistoon sopimattomia tuotteita, kuten kulumisesta aiheutuvia pieniä metallihiukkasia, joten oikeaoppinen puhdistaminen on tärkeää. (Wärtsilä n.d.)

3.1.3 Vaihteistoöljy

Vaihteistoöljyä käytetään nimensä mukaisesti erilaisissa vaihteistoissa, kuten esimerkiksi autojen vaihdelaatikoissa, joissa öljyn tehtävänä on voidella hammaspyörien ja rattaistojen hampaiden välisiä rajapintoja. Vaihteistoöljyn tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluukin sen kulumisenestokyky. Lisäksi sen lisääaineistuksella saadaan öljylle myös kyky sitoa hyvin likaa ja käyttöikää parantavat hapettumisenesto-ominaisuudet. Myös öljyn viskositeetti on tärkeä tekijä vaihteistoöljyistä puhuttaessa, sillä liian huonon kylmäjuoksevuuden omaava öljy voi vaurioittaa vaihteistoa jähmettyessään, koska liian korkeaviskositeettinen öljy ei voi tele rajapintoja tarpeeksi hyvin vaan voi aiheuttaa rattaiden kulumista. (Teboil 2020.)

3.1.4 Turbiiniöljy

Turbiiniöljyt ovat nimensä mukaan öljyjä, joita käytetään erilaisissa turbiineissa, kuten vesi-, pakokaasu-, höyry- ja kaasuturbiineissa ja ne koostuvat perusöljystä, korroosionestoaineista, hapettumisenestoaineista, vaahtoutumisenestoaineista, ja aineista, jotka estävät emulgoitumista. Pääraaka-aine näissä öljyissä on perusöljy, jonka määrä on yleensä 97 % tai enemmän aineen kokonaismäärästä. Lisäaineistamisella haetaan näissä öljyissä hyvää vedenhylkimiskykyä, suojaa korroosiolta ja kykyä säilyttää hyvät voiteluominaisuudet myös korkeissa lämpötiloissa. (Lelulibricants 2021; Hyvämaa 2020.)

3.1.5 Hydraulioöljy

Hydraulioöljy on öljyä, jota käytetään hydraulisesti toimivissa koneissa ja laitteissa. Hydraulikassa öljyn tarkoitus on siirtää tehoa paineen avulla. Yleisimmin hydraulioöljyissä suositaan synteettisiä öljyjä tai mineraaliöljyjä, vaikka kasvioöljypohjaisia tuotteitakin on saatavilla, sillä kasvioöljypohjaisten hydraulioöljyjen ominaisuudet eivät ole yhtä hyviä, kuin vastaavien perinteisten öljyjen. Hydraulioöljyjen tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluu niiden viskositeetti ja viskositeetti-indeksi, sillä hydraulikkajärjestelmät ovat lähtökohtaisesti puhtaita, joten esimerkiksi liansitomiskyky ja sen siirtäminen ei ole näissä toimintaympäristöissä niin tärkeää kuin esimerkiksi vaihdelaatikoissa. Hydraulioöljyjen käyttötarkoituksen takia on tärkeää, että öljyt eivät reagoi esimerkiksi hydraulikkajärjestelmän tiivisteiden kanssa, sillä tiivisteiden vuotessa hydraulikkajärjestelmä ei enää toimi toivotulla tavalla. Lisäksi on tärkeää, että hydraulioöljy ei vaahtoa ja kestä hyvin hapettumista, jotta sen käyttöikä säilyisi hyvänä. Hyvä hydraulioöljy estää myös järjestelmän kulumista ja korroosiota. (Teboil 2020.)

3.2 Lopputuotteet

Nextoil Oy:n lopputuotteet koostuvat pääasiassa puunkorjuun ja sahojen ammatillisille tarkoitetuista johde-, ja teräketjuöljyistä, mutta muitakin lopputuotteita valmistetaan.

3.2.1 Teräketjuöljy

Teräketjuöljy on nimensä mukaisesti öljyä, jota käytetään esimerkiksi moottorisahojen teräketjujen ja laipan voiteluun kitkan vähentämiseksi ja näin ollen myös osien käyttöiän lisäämiseksi. Esimerkkinä yksi tuotantolaitoksen valmistamista teräketjuöljyistä on Metsuri -teräketjuöljy (kuva 2). Öljyn ominaisuuksiltaan soveltava käytettävän vuodenajan lämpötiloihin, sillä öljyn on voitelun oikealla tavalla onnistumisen vuoksi oltava riittävän tahmeaa pysyäkseen hyvin kiinni laipassa ja teräketjussa. Liian ohut tai liian paksu öljy voi aiheuttaa sen, että ketju pyörii kuivana, mikä voi aiheuttaa vahinkoa sahalle. Tästä syystä talvikäyttöön

tarkoitettun öljyn pitää olla juoksevampaa, kuin kesällä käytetyn öljyn, sillä talven kylmemmät käyttölämpötilat tekevät öljystä jähmeämpää ja kesän lämpötilat puolestaan juoksevampaa.

Moottorisahan toimiessa oikealla tavalla, teräketjuöljyä ruiskutetaan laippaan, jolloin sekä laippa että itse teräketju pysyvät voideltuina. Tämä kuitenkin johtaa siihen, että laipalle ruiskutettua öljyä päätyy myös luontoon, minkä takia on kehitetty kasviöljypohjaisia teräketjuöljyjä. Nämä öljyt ovat ympäristöystävällisiä, eivätkä saastuta paikallista vesistöä tai luontoa. Tästä syystä bioöljypohjaisia tuotteita olisikin tärkeä kehittää, jotta päästäisiin mahdollisimman ympäristöystävälliseen lopputulokseen. (Williams, D. 2018.)



KUVA 2. Esimerkki tuotantolaitoksen lopputuotteesta. (Kärkkäinen 2021.)

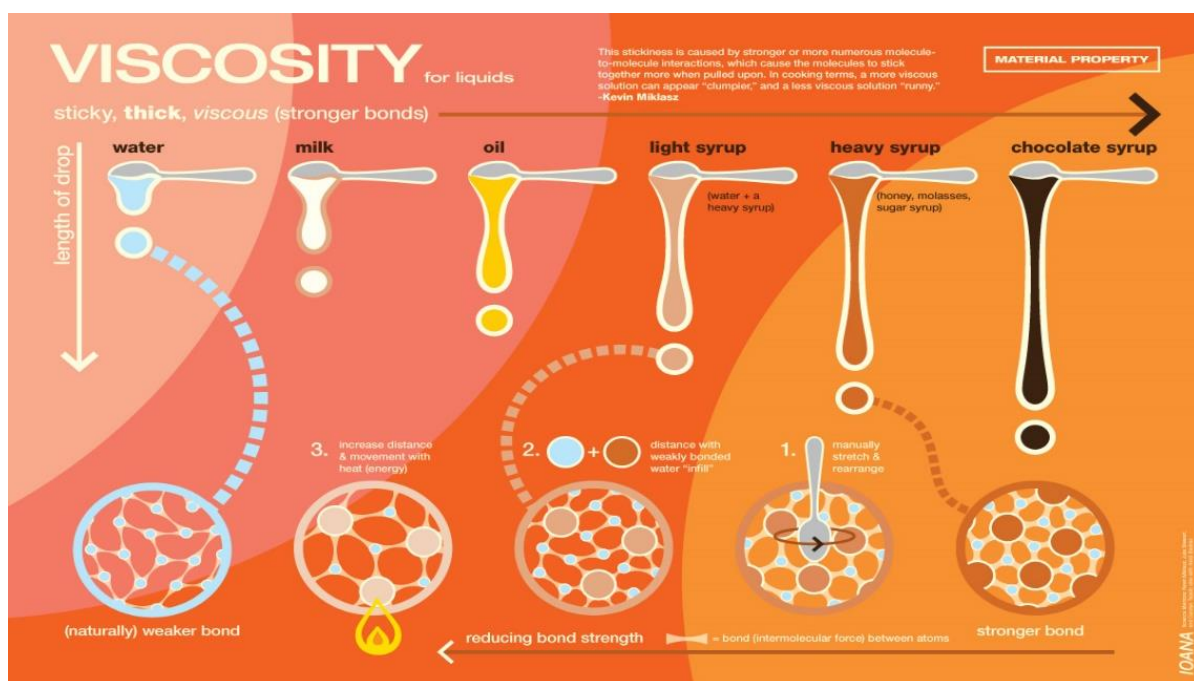
3.2.2 Johdeöljy

Johdeöljyt ovat öljyjä, joiden käyttötarkoituksena on johteiden voitelu. Yleisimmin näitä öljyjä käytetään esimerkiksi työstökeskuksissa ja työstökoneissa vaaka- ja pystyjohteissa. Johdeöljyä käytetään maataloudessa rullaketjujen ja johteiden voitelemiseen esimerkiksi paalaimissa. Käyttöympäristönsä vuoksi biopohjaisten johdeöljyjen valmistuksen lisääminen on tärkeää. (Öljycenter 2021.)

4 ÖLJYJEN OMINAISUUDET

4.1 Viskositeetti

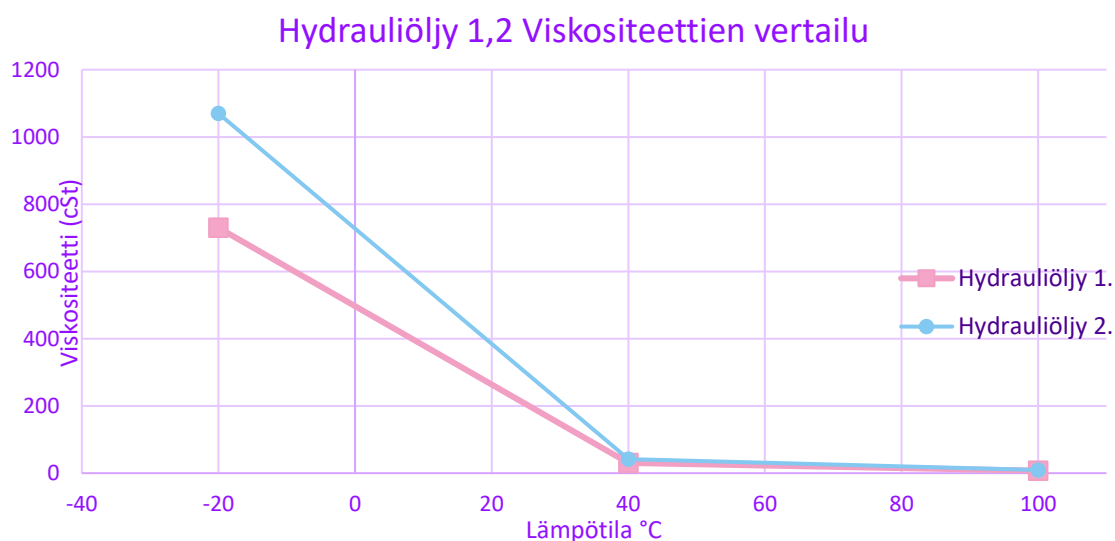
Yksi tärkeimmistä öljyn ominaisuuksista voitelukäytössä on viskositeetti. Viskositeetti on suure, joka kuvaa sisäistä kitkaa joko nesteessä tai kaasussa tietyn lämpötilan vallitessa, eli kertoo siis aineen kyvystä vastustaa virtausta. Viskositeettia käytetään kuvaamaan nesteen juoksevuutta, mitä korkeampi viskositeetin arvo on, sitä pienempi juoksevuus nesteellä tai kaasulla on (kuva 3). Vastavasti taas pienemmän viskositeetin omaavat aineet ovat juoksevuudeltaan suurempia (Wiki.metropolia 2009). Viskositeetille on useita yksiköitä, mutta voiteluöljyjen tapauksessa käytetään yleisesti kinemaattista viskositeettia, jonka yksikkö on Stoki (St), joka siis vastaa SI-yksikköä neliometriä sekunnissa. (m^2/s). Yleensä kuitenkin voiteluaineiden tapauksessa puhutaan senttistokeista (cSt), joka vastaa neliömillimetriä sekunnissa (mm^2/s) (Teboil 2020).



KUVA 3. Viskositeetin kasvavan arvon vaikutus nesteen juoksevuuteen (Reyes,D. 2017)

Viskositeetti on tärkeä ominaisuus voitelukäyttöön meneville öljyille, sillä liian matalan viskositeetin omaava öljy ei esimerkiksi teräketjuöljyn tapauksessa pysy ketjussa tarpeeksi hyvin, jolloin teräketjuöljyn kulutus kasvaa merkittävästi ja moottorisahan ketju ja laippa eivät pysy voideltuina, mikä johtaa suorituskyvyn heikkenemiseen ja laitteiston mahdolliseen hajoamiseen. Voiteluöljyjä valmistetaan tältä syystä erilaisilla viskositeeteilla kunkin käyttötarkoituksen vaatimusten mukaisesti. Vääränlainen viskositeetti voi vaikeuttaa öljyn kulkeutumista voideltavaan kohteeseen ja kasvattaa energian kulutusta viskositeetin liian suuren arvon vuoksi, päinvastoin liian pienen viskositeetin omaava voiteluöljy kasvattaa voiteluöljyn kulutusta, sillä liian juokseva öljy ei pysy pinnoilla ja tästä syystä voi-kin lisätä voideltavien pintojen kulumista esim. metalli-metalli kosketuspinnnoilla. Voiteluaineiden käytössä pyritään kuitenkin matalamman viskositeetin omaavien tuotteiden käyttöön energian kulutuksen minimoimisen vuoksi. (Lubrizol n.d; Teollisuusvoitelu 2006.)

Kun lämpötila, paine ja kuormitus muuttuvat, muuttuu myös voiteluaineen viskositeetti. Voiteluaineena käytettävän öljyn viskositeetti laskee lämpötilan noustessa ja nousee lämpötilan laskiessa, minkä takia esimerkiksi teräketjuöljyn tapauksessa käytetäänkin eri viskositeetin omaavaa öljyä lämpimissä ja kylmissä olosuhteissa. Tätä viskositeetin muuttumista havainnollistetaan kuviossa 1, jossa vertaillaan kahden eri hydrauliöljyn viskositeettia eri lämpötiloissa.



KUVIO 1. Lämpötilan vaikutus hydrauliöljyn viskositeettiin

Kuviosta 1 voidaan todeta viskositeetin riippuvan lämpötilasta ja nähdään, miten voimakkaasti hydraulioöljyn viskositeetti nousee lämpötilan laskiessa. Kuviossa esitetään kahden eri hydraulioöljyn viskositeetit lämpötilan muuttuessa ja siitä voidaan huomata, että Hydraulioöljy 1. säilyy juoksevampana kylmissä olosuhteissa kuin Hydraulioöljy 2. Taulukoista 1 ja 2 nähdään kyseisten öljyjen viskositeettien tarkat arvot kyseisissä lämpötiloissa.

TAULUKKO 1. Hydraulioöljy 2. arvot

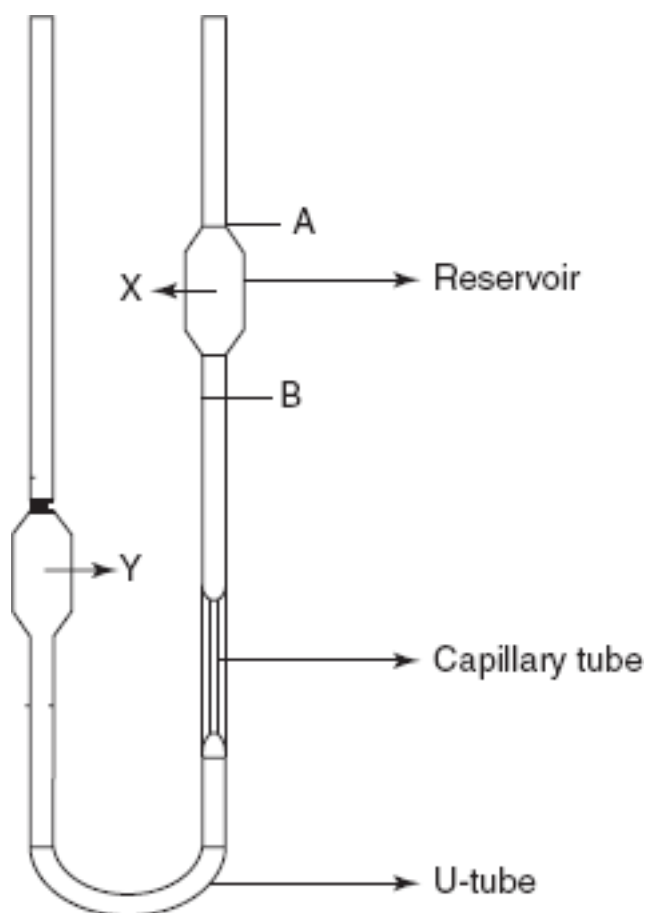
Hydraulioöljy 2.	
Lämpötila °C	Viskositeetti (cSt)
-20	1070
40	42
100	9,5

TAULUKKO 2. Hydraulioöljy 1. arvot

Hydraulioöljy 1	
Lämpötila °C	Viskositeetti (cSt)
-20	730
40	30
100	7,4

Näiden kahden taulukon arvoista Hydraulioöljy 1:n olevan juoksevampaa kaikissa mitatuissa lämpötiloissa. Kummatkin öljyistä on tarkoitettu käytettäväksi sekä liikuvissa, että kiinteissä hydraulijärjestelmissä.

Viskositeettien mittaamiseen käytettävää mittalaitetta kutsutaan viskosimetriksi, joita on useita erilaisia ja niiden toiminta perustuu esimerkiksi kapillaari-ilmiöön Ostwald- ja Ubbelohde-kapillaariviskosimetreissä tai vääntömomenttiin Brookfield-viskosimetrissä. Yksi tavallisimmista viskosimetreistä onkin juuri Ostwald-kapillaariviskosimetri, jonka toimintaperiaate näkyy kuvasta 4. (Opetushallitus 2021.)



KUVA 4. Ostwald-viskosimetrin toimintaperiaate (Rxpharmaworld 2016.)

Yllä olevassa kuvassa näkyy Ostwald -viskosimetri, jonka toiminta perustuu kapillaari-ilmiöön. Putki täytetään merkkiin A asti vakiolämpöön lämmitetyllä öljyllä, jonka jälkeen käynnistetään ajastin ja öljyn annetaan valua painovoiman avulla kapillaariputken läpi, kunnes öljyn pinta on merkin B kohdalla, jolloin ajanotto pysäytetään ja siirtymään A-B kuluneen ajan avulla voidaan laskea öljyn viskositeetti kaavan 1 mukaisesti. (Opetushallitus 2021.)

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{\rho}{\rho_0} \frac{t}{t_0} \rightarrow \eta = \eta_0 \left(\frac{\rho t}{\rho_0 t_0} \right) \quad (1)$$

,jossa η on näytteen viskositeetti, η_0 on vertailuaineen viskositeetti, t on näytteen valumisaika, t_0 on vertailuaineen valumisaika, ρ on näytteen tiheys ja ρ_0 on vertailuaineen tiheys

Kaavassa 1 mainittu vertailuaine on yleensä vesi, sillä sille on saatavissa taulukkoarvot sen viskositeetista ja tiheydestä eri lämpötiloissa. Usein öljy lämmitetään haluttuun vakiolämpötilaan vesihauteen avulla, kuten Nextoilin Jämsän tuotantolaitoksella, jossa öljyn viskositeetti mitataan 40°C lämpötilassa. Myös tämän opinnäytetyön bioöljynäytteiden viskositeetti on mitattu kyseisessä lämpötilassa.

4.2 Viskositeetti-indeksi

Yksi viskositeettiin liittyvistä tärkeistä termeistä on viskositeetti-indeksi (VI), joka on numeroarvo, mikä kertoo kuinka lämpötila vaikuttaa aineiden viskositeettiin. Viskositeetin muutoksen suuruuteen vaikuttavat öljyn kemiallinen koostumus ja öljyn lämpötilan muutos. Matala viskositeetti-indeksi kertoo siitä, että öljyn viskositeetti reagoi voimakkaasti lämpötilan muutoksiin ja korkea viskositeetti-indeksin arvo taas siitä, että öljyn viskositeetti muuttuu vähemmän lämpötilan muutoksista. (Teboil 2020.)

4.3 Jähmepiste

Yksi öljyn viskositeettiin liittyvistä termeistä on jähmepiste, joka tarkoittaa alinta lämpötilaa, jossa laboratorio-olosuhteissa öljy liikkuu jäähdytettyä koeputkea kallistaessa. Voiteluöljyn jähmepiste johtuukin siis joko lämpötilan laskiessa viskositeetin kasvusta riittävän suureksi tai öljyn viskositeetin kasvaessa siinä olevan parafiinivahan kiteytymisestä ja näiden yhteisvaikutuksen takia öljyn kiinteäksi muuttumisesta. Jähmepiste kertoo, kuinka käyttökelpoista voiteluöljy on matalissa lämpötiloissa, sillä mikäli öljyn viskositeetti nousee niin korkeaksi, että jähmepiste saavutetaan, ei sillä enää ole voiteluominaisuuksia (Teboil 2020.)

4.4 Leimahduspiste

Yksi öljyihin liittyvä tärkeä ominaisuus on leimahduspiste, joka kertoo, missä lämpötilassa öljystä alkaa höyrystymään kaasuja, jotka leimahtavat liekin vaikutuksesta. Tämä ominaisuus on itse tuotantolaitoksen prosessia ajatellen hyvin tärkeä ominaisuus, sillä prosessissa öljyä lämmitetään aina 110 °C lämpötilaan, jotta leimahduspistettä testataan varmuuden vuoksi 115 °C lämpötilassa, jotta öljystä syntyvien leimahdusherkkien kaasujen syntyminen voidaan estää prosessissa. (Tihilä 2020.)

5 BIOÖLJYT, NIIDEN OMINAISUUDET JA KÄYTÖN HAASTEET

Bioöljyksi määritellään teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n mukaan öljyt, joita valmistetaan metsäteollisuuden sivutuotteista, puusta ja erilaisista kasveista (Alakangas ym. 2016, 8). Puusta valmistettua ns. pyrolyysiöljyä käytetään enemmän lämmön-, ja energiantuotannossa, ja voiteluainekäyttöön tulevat bioöljyt ovatkin useimmiten kasvipohjaisia, kuten rypsiöljystä valmistetut lopputuotteet.

Kasviöljyjen käyttö voiteluaineissa tuo mukanaan monia kasviöljyjen hyödyllisiä ominaisuuksia, kuten niiden hyvän voitelukyvyyn, joka osaltaan ehkäisee voitelukohteen pintojen kulumista. Lisäksi kasviöljyjen käytöllä voidaan ehkäistä hyvin korroosiota, sillä ne omaavat korkean tarttuvuuden, joten ne kiinnittyvät hyvin metallipinnoille, mikä on esimerkiksi teräketjuöljykäytössä toivottava ominaisuus, sillä hyvin pintoihin tarttuva kasviöljy pysyy kiinni teräketjussa ja sahojen laipoissa, mikä vähentää voiteluaineen kulutusta. Lisäksi ympäristöön joutuessaan kasviöljypohjainen voiteluaine ei saastuta ympäristöä. (Ahlbom, J., Duus, U 1992.)

Kasviöljyjen käyttö on erityisen soveltuvaa teräketjuöljyissä, joiden käyttökohteet ovat puun tuotannossa, maataloudessa ja elintarviketeollisuudessa (Lea, C.W, 2002, 268–274). Lisäksi kasviöljyillä on korkea leimahduspiste, joten ne soveltuvat tuotantolaitoksen prosessiin hyvin (Wilson, B. 1998, 6–15).

Vaikka bioöljyjen käytöllä saadaankin merkittävä etu ympäristöystävällisyyden saralla, on niiden käytössä kuitenkin omia hankaluuksiaan, jotka koskevat sekä valmistusprosessia, että lopputuotteen käyttöä. Käytetyn bioöljyn täytyy täyttää samat prosessin asettamat vaatimukset, kuin mineraaliöljynkin, joten esimerkiksi sen leimahduspisteen täytyy olla sellainen, että sen kuumentuessa prosessissa aina 110°C asti, siitä ei saa muodostua räjähdysriskiä kaasuja. Tämän vuoksi kaiken tehtaalla olevan öljyn leimahduspiste mitataan 115°C lämpötilassa.

Yksi suurimmista bioöljyn käyttöä hankaloittavista tekijöistä on lopputuotteen viskositeetti, sillä prosessista tulevan bioöljyn viskositeettiin ei juuri pystytä puuttamaan, toisin kuin mineraaliöljyn, sillä suuremmista eristä ja paremmasta saatavuudesta johtuen eri viskositeetin omaavia mineraaliöljyeriä voidaan sekoittaa

keskenään optimaalisen viskositeetin saamiseksi. Tätä ei kuitenkaan pienten erien vuoksi voida tehdä bioöljyille, sillä varastossa ei ole toista öljyä, johon sitä voitaisiin sekoittaa. Lisäksi bioöljyn sekoittuminen mineraaliöljyyn on aiheuttanut ei-toivottua sakkautumista, joten käytettyä bioöljyä varten olisikin tärkeää saada lisää varastosäiliöitä. (Tihilä 2020.)

Itse lopputuotteessa bioöljyn käyttö voi aiheuttaa ongelmia juuri sen biopohjaisuuden vuoksi, sillä se voi toimia kasvualustana ja esimerkiksi muodostaa rihmastoja linjastolle. Tämän vuoksi myynnissä on ns. puhdistuspaketteja yrityksille, joilla laitteiston saa puhdistettua bioöljyjäämistä. (Tihilä 2020.)

Kasviöljyä käytettäessä on otettava huomioon niiden kylmäominaisuudet, jotka ovat luonnostaan huonot, joten niiden käyttökohteiksi kannattaa valita lämpimät olosuhteet, sillä esimerkiksi tyydyttyneet rasvahapot alkavat jähmettymään jo melko korkeissa lämpötiloissa johtuen niiden sisältämistä rasvahapoista. Kylmempiin olosuhteisiin soveltuvatkin paremmin kasviöljyt, joissa on monityydyttymättömiä rasvahappoja, sillä mitä suurempi tyydyttymättömien rasvahappojen määrä on suhteessa tyydyttyneisiin rasvahappoihin, sitä matalammassa lämpötilassa ne alkavat kiteytymään. Esimerkkinä tällaisesta öljytyypistä on rypsiöljy. Tämä on hyvä pitää mielessä, kun kyseisiä öljyjä käytetään voiteluaineena, sillä kylmästä jähmettynyt kasviöljy ei enää voitele toivotulla tavalla vaan jäätyy kiinni voideltavaan kohteeseen. (Quinchia, L.A. ym. 2012, 383-388.)

6 LISÄAINEET

Voiteluainekäyttöön tarkoitettu öljy koostuu ns. perusöljystä ja lisäaineista, jotka valitaan kunkin käyttötarkoituksen mukaisesti. Onkin tärkeää valita kullekin öljytyypille oikeat lisäaineet, sillä lisäaineiden täytyy toimia hyvin itse perusöljyn kanssa sekä myös muiden siihen lisättyjen lisäaineiden kanssa. Lisäaineilla pyritään parantamaan voiteluöljyjen ominaisuuksia, kuten esimerkiksi sen elinikää, jotta kyseinen öljy säilyisi käyttökelpoisena laitteessa mahdollisimman pitkään. Lisäksi yksi tärkeimmistä ominaisuuksista, joita tällä lisäaineistuksella pyritään parantamaan, on öljyn voitelukyky, jotta öljy poistaisi mahdollisimman paljon kitkaa voideltavien pintojen väliltä ja että voideltavat pinnat kuluisivat mahdollisimman vähän. Lisäaineilla pyritään myös parantamaan epäpuhtauksien jakautumista. (Opetushallitus 2020.)

6.1 Vaahtoamisenestoaineet

Yksi lisäainetyyppi, jota käytetään, on vaahtoamisenestolisäaineet, joilla pyritään parantamaan öljyn voiteluominaisuuksia hajottamalla siihen vatkautumisen takia ilmaantuvia vaahtokuplia pienentämällä öljyn pintajännitystä. Öljyjen ominaisuuksista johtuvan korkean pintajännityksen vuoksi siinä muodostuvat ilmakuplat eivät normaalisti rikkoudu pintaan noustessaan, joten vaahtoamisenestoaineiden käyttö on tarpeellista, sillä kuplat aiheuttavat ylimääräistä kuumenemistä ja tärinää voideltavassa kohteessa. Pintajännityksen vähentämiseen käytetään orgaanisia silikoniyhdisteitä. (Neste 2021.)

6.2 Kasvuston syntymistä estävät aineet

Lisäaineilla pyritään myös ehkäisemään erilaisten kasvustojen, kuten sieni-, home- tai bakteerikasvuston syntymistä, sillä kasvipohjainen öljy voikin toimia kasvualustana näille ja aiheuttaa esimerkiksi rihmaston muodostumista kuljettimille. (Opetushallitus 2020; Tihilä 2020.) Tätä kasvuston syntymistä pyritään estämään biosidiyhdisteillä (Opetushallitus 2020).

6.3 Korroosionestoaineet

Lisäaineita käytetään myös korroosion ehkäisemisen vuoksi, jotta kulutuspinnat säilyvät hyväkuntoisina mahdollisimman pitkään. Tämä onkin erityisen tärkeää kosteissa olosuhteissa juuri ruostumisen takia. Pääsyy korroosiolle onkin kosteus ja happi. Korroosionestoaineet estävät pintojen reagointia hapen ja kosteuden kanssa muodostamalla läpäisemättömän kalvon niiden pinnalle (Neste 2020).

6.4 Hapettumisenestoaineet

Yksi lisäaineistuksen tehtävistä on parantaa myös voiteluaineen käyttöikää ehkäisemällä sen hapettumista hapettumisenestoaineilla. Kun öljyn lämpötila kohoaa yli 60 °C, pyrkii se hapettumaan kiihtyvällä vauhdilla. Tämä ei ole suotuisaa voiteluaineelle, sillä hapettumisen takia sen viskositeetti kohoaa ja se alkaa muodostamaan metallipinnoille lakkamaista kerrostumaa, jonka lisäksi se aiheuttaa happaman lietteen muodostumista öljyn säiliöön (Neste 2020). Hapettumisenestoaine hidastaa tätä kemiallista vanhenemista, jolloin öljy säilyy käyttökelpoisena pidempään. Näitä lisäaineita käytetäänkin erityisesti korkeasti kuormitetuissa koneissa ja laitteissa ja voitelutilavuudeltaan suurissa käyttökohteissa (Opetushallitus 2020).

Kun voiteluaine hapettuu, muuttua se väriään kirkkaasta sameaksi, josta elinkaarinsa loppupäässä olevan öljyn voikin tunnistaa. Lisäksi öljyn tummenemista ja sameutumista aiheuttavat voitelukohteesta irtoavat partikkelit. Öljyn hapettumisen aiheuttamaa ulkonäön muutosta esitellään kuvassa 5. Nextoilin tuotantolaitoksella tätä öljyn sameutumista esiteltiin ja näytettiin, kuinka paljon öljyn ulkonäkö muuttuu tehtaan prosessin edetessä. Saapuvan öljyn hapettumisen taso riippuu siitä, kuinka kauan öljy on keräämisen jälkeen ollut säilytyksessä ja miten kauan öljy on ollut tilassa, jossa se on reagoinut hapen kanssa.



KUVA 5. Öljyn hapettumisen aiheuttama muutos sen ulkonäköön (Lelubricants 2020.)

Yksi öljyn hapettumiseen liittyvä käsite on happoluku (acid number), joka kasvaa öljyn käyttöiän mukana, kun öljy kuluttaa siinä olevia lisäaineita loppuun (Ocsoil. 2020). Happoluku ilmaisee öljyssä olevien vapaiden happojen määrän ja happoluku ilmoitetaan yleensä kaliumhydroksidin määränä, joka tarvitaan neutraloimaan nämä hapot grammassa ainetta (mg KOH/g) (Merriam-webster 2021).

6.5 Dispersantit ja detergentit

Yksi lisäainetyyppi, jota voiteluaineissa käytetään ovat jakautuja-aineet eli dispersantit, jotka estävät voiteluaineessa olevia epäpuhtaushiukkasia kiinnittymästä toisiinsa muodostamalla niiden ympärille kerroksen. Näitä aineita käytetään yleisimmin lisäaineena moottoriöljyissä hiukkasten toisiinsa kiinnittymisen estämiseksi, sillä muodostaessaan isomman epäpuhtauden voivat ne esimerkiksi tukkia moottorissa olevia voitelukanavia, jolloin moottorin voitelu voi heikentyä. Voitelun heikentymisen vuoksi voi tapahtua ennenaikaista kulumista. Lisäksi kertyneet epäpuhtaudet voivat esimerkiksi tukkia suodattimia kuten kuvasta 6 voidaan nähdä. (Opetushallitus 2020.)



KUVA 6. Epäpuhtauksien tukkima suodatin (Carley, L. 2019.)

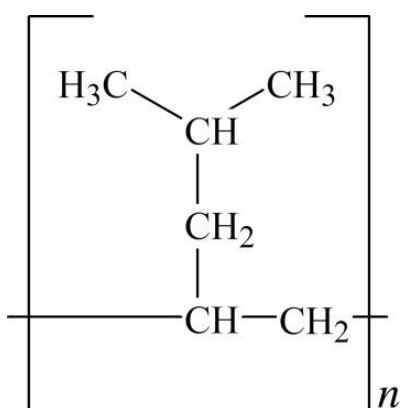
Kuvassa 6 huomataan millaiset vaikutukset ovat sillä, että ajoneuvon öljyä ei vaihdeta tarpeeksi useasti, vaan öljyyn pääsee kertymään niin paljon epäpuhtauksia, että se tukkii suodattimen (oik.) Mikäli dispersantteja ei käytettäisi voiteluaineissa tapahtuisi yllä olevassa kuvassa oikeanpuoleinen öljyisen lietteen kerääntyminen huomattavasti nopeammin epäpuhtauksien kiinnittyessä toisiinsa helpommin. Dispersantit koostuvat pitkäketjuisista yhdisteistä, jotka ovat polaarisia (Opetushallitus 2020).

Dispersanttien lisäksi lisäaineena käytetään voiteluaineissa myös detergentejä, jotka pitävät puolestaan koneiden osia puhtaina. Näitä käytetään hyvin yleisesti moottoriöljyjen lisäaineena ja myös hydraulioöljyissä, sillä mikäli osiin pääsee kertymään likaa, heikentää se esimerkiksi hydrauliiikan toimintaa, ja pienentää hydrauliikkalaitteen tuottamaa voimaa. Yleisesti detergenteinä käytetään kalsiumin, magnesiumin ja natriumin yhdisteitä. (Opetushallitus 2020.)

6.6 Viskositeetti-indeksin parantajat

Lisäaineita käytetään myös voiteluaineen viskositeetti-indeksin parantamiseen, näitä lisäaineita kutsutaankin viskositeetti-indeksin parantajiksi. Kun viskositeetti-indeksiä nostetaan tällaisella aineella, saadaan voiteluaineeseen paremmin toimivat ominaisuudet sekä viileisiin, että lämpimiin olosuhteisiin. Hyvä viskositeetti-indeksi takaakin sen, että voiteluaineen kitkaominaisuudet ja käynnistysominaisuudet säilyvät myös kylmissä lämpötiloissa toimiessa. Tämä on tärkeää, sillä viskositeetin noustessa liian korkeaksi ei voiteluaine kykene voitelemaan pintoja

toivotulla tavalla, jolloin voitelupinnat voivat vaurioitua. Hyvä viskositeetti-indeksi takaa myös sen, että voiteluaine ei myöskään ole ns. liian ohutta kuumissa käyttöolosuhteissa, jolloin se ei esimerkiksi muodosta tarpeeksi hyvin kalvoa voideltaville pinnoille ja näin ollen aiheuttaa pintojen kulumista, tai esimerkiksi kitkan noustessa liian suureksi moottorissa se voi saada aikaan ns. kiinni leikkautumisen eli mäntä ja sylinteri sulavat toisiinsa kiinni. Viskositeetti-indeksin parantamiseen käytetään liukenevia polymeerejä, joita ovat esimerkiksi metakrylaatit ja polyolefiinit (kuva 7). (Opetushallitus 2020.)



KUVA 7. Esimerkki Poly-4-metyyli-1-penteeni polyolefiinin rakenteesta (Science-direct 2019.)

6.7 Kylmäominaisuuksien parantajat

Lisäaineilla voidaan myös parantaa voiteluaineen kylmäominaisuuksia alentamalla sen jäähmepistettä. Nämä aineet ehkäisevät kylmyydessä kiteytyvien parafiinisten hiilivetyjen kiteiden kasvamista ja toisiinsa tarttumista, jolloin voiteluaine säilyy käyttökelpoisempana kylmissä olosuhteissa sen säilyessä juoksevampana (Opetushallitus 2020).

6.8 Kulumisenestoaineet

Yksi tärkeistä lisäainetyypeistä, joita voiteluaineissa käytetään, ovat kulumisenestoaineet. Nämä aineet vähentävät nimensä mukaisesti liikkuvien voideltavien pintojen kulumista muodostamalla näille pinnoille metallia helpommin leikkautuvia kemiallisia kerroksia, jotka suojelevat varsinaista voideltavan kappaleen pintaa. Yksi syy voiteluaineiden vanhenemiseen onkin näiden kulutusta estävien lisäaineiden häviäminen, jonka jälkeen voiteluaine ei suojaa enää voideltavia pintoja kulumiselta entiseen tapaan, jolloin onkin syytä vaihtaa laitteeseen uudet öljyt kulumista ehkäisevän kerroksen uudelleenmuodostamiseksi. Kulumisenestoaine on lisäaineena hyvin yleinen ja sitä lisätäänkin miltei kaikkiin voiteluaineisiin. (Opetushallitus 2020.)

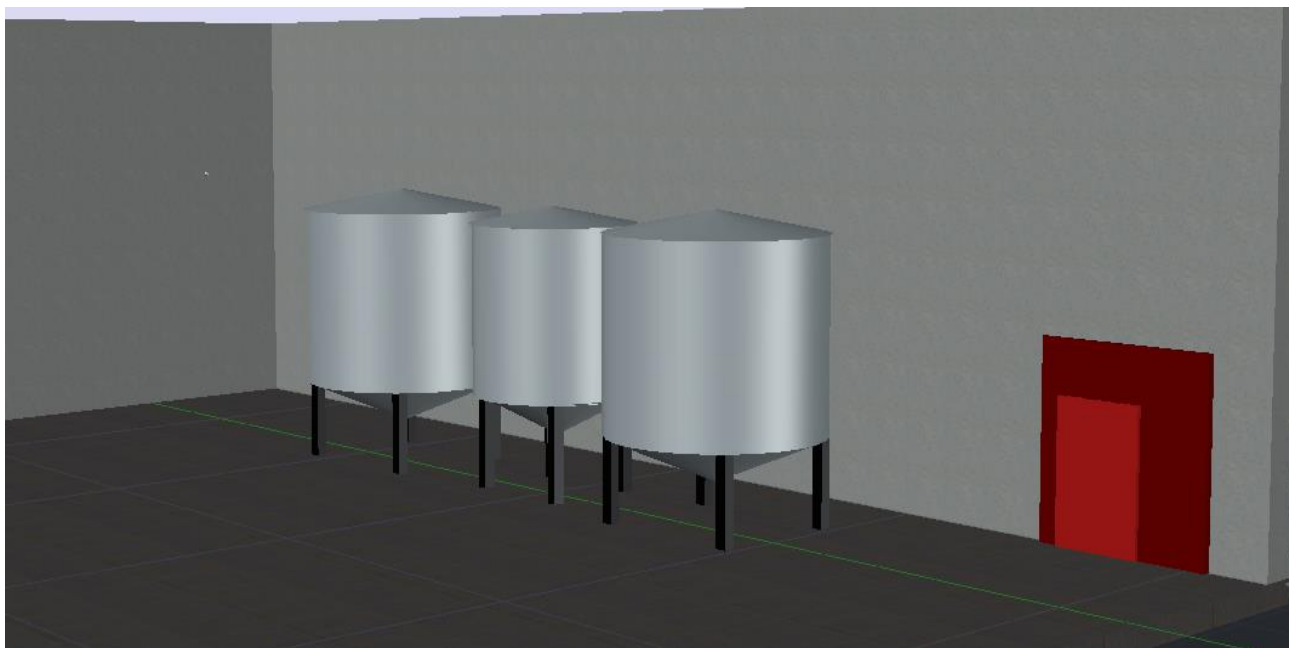
6.9 Korkeapainelisäaineet

Joissakin voiteluaineissa käytetään myös lisäaineena ns. korkeapainelisäaineita, jotka on tarkoitettu korkeaan kuormitukseen joutuviin käyttökohteisiin. Nämä korkeapainelisäaineet muodostavat voideltaville pinnoille kitkaa pienentävän ja metallipintojen kulumista ehkäisevän kerroksen. Lisäaineet toimivat reagoimalla ja kiinnittymällä niihin metallipintoihin, jotka kuumenevat korkeaan lämpötilaan suuren paikallisen pintapaineen vuoksi. (Opetushallitus 2020.)

7 BIOÖLJYN PROSESSOINNIN ALOITTAMINEN

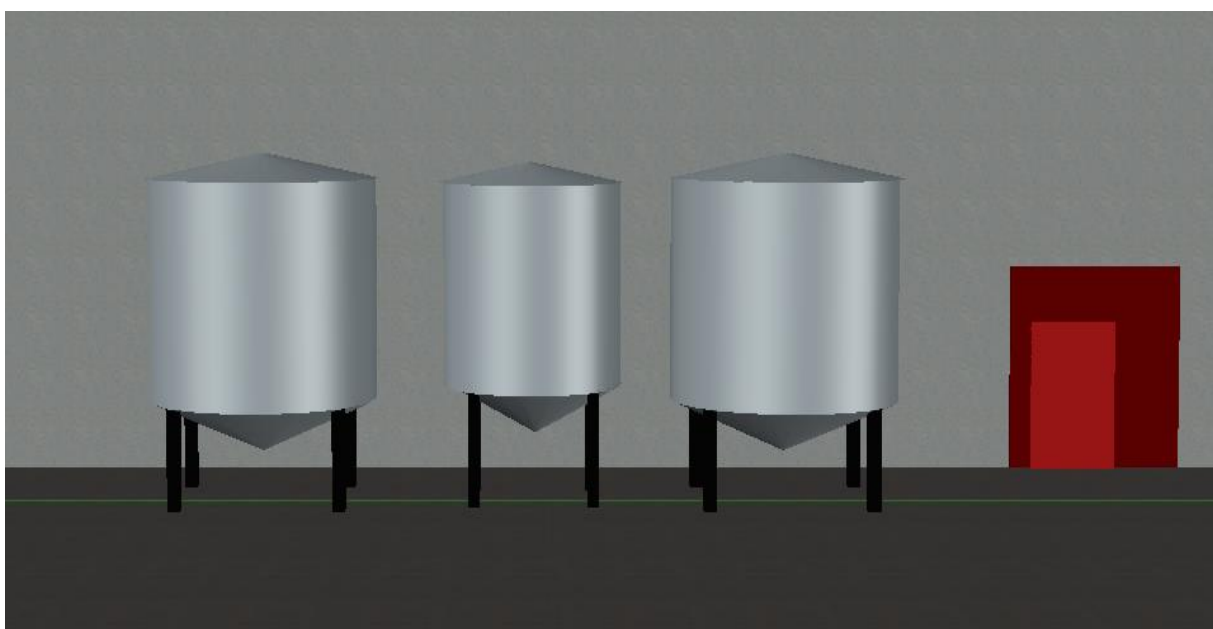
Tulevaisuuden tavoitteena Nextoililla on aloittaa käytettyjen bioöljyjen prosessointi tuotantolaitoksen tiloissa nykyisen pakkauskoneen purkamisen vuoksi tyhjäksi jäävässä tilassa. Suunnitelman mukaan tuotantolaitokselle on tarkoitus rakentaa entisen pakkauslaitteiston tilalle kolmen säiliön muodostama uusi prosessointilaitteisto, jotta käytettyä bioöljyä käsittelevä prosessi kyetään pitämään erillään nykyisestä prosessista sakkautumisen ehkäisemiseksi. Tämän lisäksi bioöljypohjaisen lopputuotteen puhtaana bioöljynä myymisen kannalta on tärkeää, että se pidetään erillään muista mineraaliöljypohjaisista uusioöljyistä.

Käytettyjä bioöljyjä käsittelevä prosessilaitteisto koostuu alussa suunnitelman mukaan noin 30m^3 kokoisesta säiliökokonaisuudesta, joka muodostuu kahdesta n. 12m^3 kokoisesta isommasta säiliöstä, joista toinen on varattu raaka-aineille, eli tuotantolaitokselle saapuville bioöljyerille ja toinen taas prosessin läpi kulkeneelle valmiille perusöljylle. Prosessiin kuuluu näiden kahden säiliön lisäksi myös $5\text{-}6\text{m}^3$ kokoinen pata, jossa bioöljyä lämmitetään, kuten normaalissakin prosessissa, kosteuden poistamiseksi. Käytettyjen bioöljyjen käsittelyprosessi toimii samalla tavalla kuin mineraaliöljyjen, joten bioöljyprosessin käyttöönottoon kuuluu myös vaadittavat putkitukset separaattorille, sekä täyttö- ja lastausasemille ja vaadittavat pumput, jotta öljy saadaan siirrettyä tarvittaviin paikkoihin. Projektiin kuuluu myös prosessin mahdollistava sähköistys ja hoitotasojen rakentaminen säiliöiden yläpuolelle, sekä säiliöihin asennettavat sekoittimet. Opinnäytetyön yksi tarkoitus oli mallintaa, miltä tulevaisuudessa käyttöönotettava säiliökokoonpano voisi näyttää, jonka vuoksi tuotettiin yksinkertaistetut 3D-mallinnokset säiliöistä tuotantolaitoksen tiloissa Autocadin avulla (kuva 8 ja 9).



KUVA 8. Yksinkertainen mallinnus uudesta säiliökokonaisuudesta

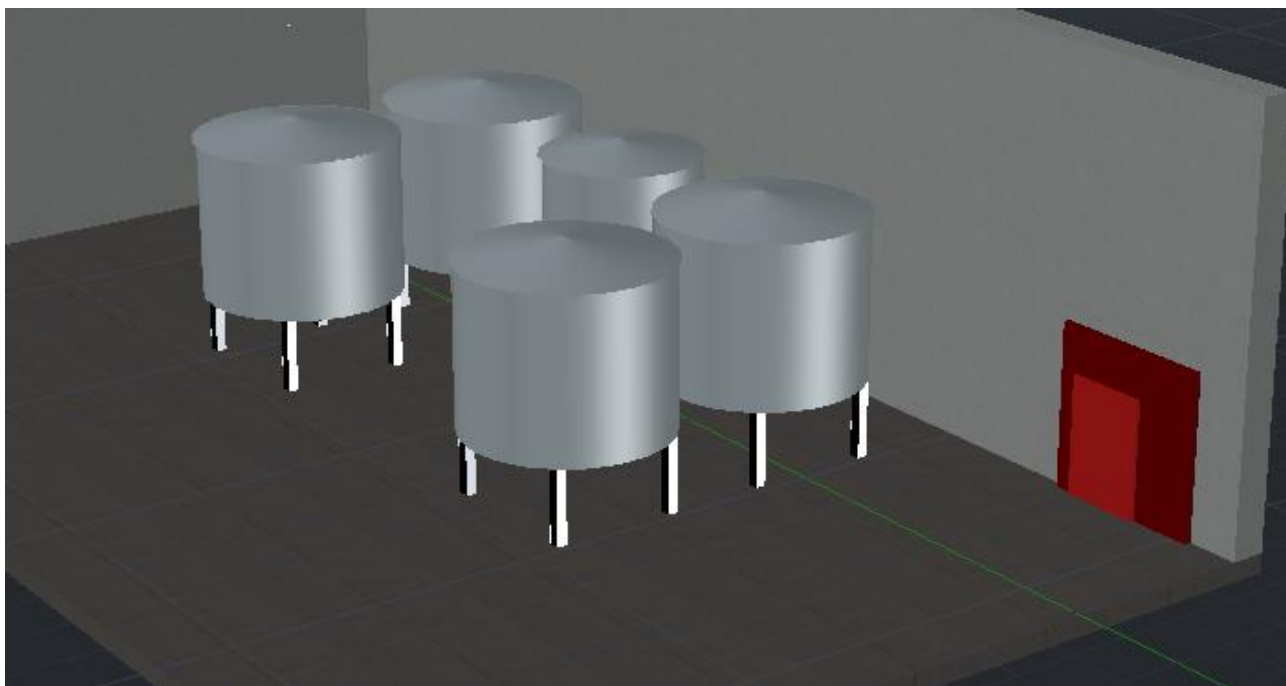
Kuvassa 8 on nähtävissä kaksi suurempaa 12m^3 säiliötä raaka-aineille ja perusöljylle ja niiden välissä oleva pienempi $5\text{-}6\text{m}^3$ pata. Alla olevassa kuvassa 9 on mallinnus näistä säiliöistä toisesta kuvakulmasta.



KUVA 9. Mallinnus bioöljyprosessin säiliöistä

Autocadilla piirrettyt mallinnukset ovat yksinkertaistettuja, eikä niihin ole selvyyden vuoksi piirretty vielä prosessin muita laitteita, kuten putkituksia, sekoittimia tai hoitotasoa, sillä näiden mallinnusten tarkoituksena on vain antaa kuva, miten säiliökokoonpano voisi sijoittua entisen pakkauskoneen paikalle.

Mikäli käytettyjen bioöljyjen käsittelyprosessi onnistuu toivotulla tavalla, on tulevaisuudessa myös edessä prosessin laajentaminen. Yrityksen tavoitteena on bioöljyprosessin optimoimiseksi lisätä säiliöiden määrää ja säiliökokoonpanoon kuuluisikin optimaalisessa tilanteessa kaksi säiliötä raaka-aineena käytettävälle bioöljylle ja kaksi säiliötä siitä valmistetulle perusöljylle. Tämä kokoonpano parantaisi myös bioöljyjen käytettävyyttä, sillä bioöljyn ominaisuuksista selvisi, että bioöljyn viskositeetti ei ole oikeastaan säädettävissä sen rajallisten määrien vuoksi. Useamman perusöljysäiliön kokoonpano mahdollistaisi sen, että eri bioöljyistä tehtyjä perusöljyeriä voitaisiin sekoittaa keskenään ja saada näin aikaan optimaalisemmat viskositeetti-arvot lopputuotteelle. Säiliöiden määrän lisäys riippuu kuitenkin siitä, miten hyvin käytettyjä bioöljyjä on tulevaisuudessa saatavilla, ja mitä lopputuotteita niistä on mahdollista valmistaa, jotta säiliöiden määrän lisäyksestä tulisi kannattavaa. Lisäksi yksi suuri tekijä on tuotantolaitoksen tilan määrä. Suunnitellun kolmen säiliön kokoonpanon paikka on selvillä ja niille on varattu pakkauskoneen viemä tila, joten mikäli näiden lisäksi rakennettaisiin ylimääräisiä säiliöitä, ne voivat vaatia tilan laajentamista. Kuvassa 10 on hahmoteltu, miltä tällainen viiden säiliön kokoonpano voisi näyttää, mikäli ylimääräiset säiliöt mahtuisivat nykyisiin tuotantotiloihin, eivätkä olisi esteenä tuotantolaitoksella toiminnalle.



KUVA 10. Mahdollinen viiden säiliön kokoonpano

Kuvassa 10 esitetty viiden säiliön kokoonpano ei ole välttämättä mahdollinen nykyisissä tiloissa, ja tarkoituksena onkin esittää, miten säiliöiden määrän lisäys vaikuttaa käytettyjen bioöljyjen käsittelyprosessin viemään tilan määrään. 3D-mallinnukset eivät myöskään sisällä tuotantolaitoksella tällä hetkellä olevia säiliöitä, sillä tarkoituksena tässä työssä oli havainnollistaa, miltä uudet säiliöt voisivat näyttää. Lisäksi yrityssalaisuuksien säilyttämiseksi on hyvä, ettei tuotantolaitoksen sisätiloja esitellä julkisuudessa.

8 VERTAILUKOHTEENA OLEVAT ÖLJYTYPIT

Vertailukohteena tässä tutkimuksessa käytettiin seitsemää erilaista tuotantolaitoksella valmistettavaa tai tuotantolaitoksen jälleenmyymää lopputuotetta, jotka soveltuvat erilaisiin käyttötarkoituksiin.

Ensimmäinen vertailukohteena toimiva öljytyyppi on hydraulioöljy, jota markkinoidaan ympäristöä huomioivana öljynä, joka koostuu synteettisistä ja luonnon estereistä valmistetuista perusöljyistä. Kyseinen öljy soveltuu liikkuviin ja kiinteisiin hydraulijärjestelmiin.

Tässä tutkimuksessa käytetään kahta eri hydraulioöljyläätua, joita ovat Hydraulioöljy 1. ja Hydraulioöljy 2. Näiden öljyläätujen tutkimuksen kannalta olennaiset arvot analyysimenetelmineen ja mittayksiköineen on esitelty alla olevassa taulukossa (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Hydraulioöljy 1. ja Hydraulioöljy 2. arvot

Hydraulioöljy 1,2				
Tyypilliset arvot				
Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	Hydraulioöljy 1.	Hydraulioöljy 2.
Viskositeetti 40°C	ISO 3104	mm ² /s	30	42
Viskositeetti-indeksi	ASTM D 2270		240	222
Jähmepiste	ISO 3016, ASTM D 97	°C	<-42	<-42
Tiheys 15°C	ISO 3675	kg/m ³	920	920
Leimahduspiste	ASTM D 92	°C	214	214

Toinen vertailukohteena oleva öljyläätu on Teräketjuöljy 1. -teräketjuöljy, joka on ympäristöä vähemmän rasittava vaihtoehto normaalille teräketjuöljylle ja sitä valmistetaan kasviöljystä, joten lähtökohdat sen tuottamiselle käytetystä bioöljystä ovat hyvät. Kyseisen öljytypin viskositeetti-indeksi on erittäin korkea, joten teräketjuöljyn juoksevuus säilyy tasaisempana eri lämpötiloissa ja öljy säilyy hyvin pumpattavana myös kovalla pakkasella. Kyseistä öljyä markkinoidaan myös paremmin moottorisahan laippaan ja ketjuun tarttuvana kuin mineraaliöljyjä, sillä

Teräketjuöljy 1:n luonnollinen polariteetti antaa sille hyvän tarttuvuuden. Kyseisen öljyn voitelukykyominaisuudet ovat tämän lisäksi niin hyvät, että sillä voidaan saavuttaa jopa 50 % pienempi öljynkulutus, kun öljypumpun syöttö on minimisään. Alla olevassa taulukossa 4 näkyvät tämän öljytyypin arvot analyysimenetelmiseen ja mittayksikköineen.

TAULUKKO 4. Teräketjuöljy 1. tyypilliset arvot

Teräketjuöljy 1.			
Tyypilliset arvot			
Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	Teräketjuöljy 1.
Viskositeetti 40°C	ISO 3104	mm ² /s	68
Viskositeetti-indeksi			220
Jähmepiste	ISO 3016, ASTM D 97	°C	-36
Pitkäaikainen kylmänkesto	VTT Energia	°C/168 t	-30
Tiheys 20°C	ISO 3675	kg/m ³	930
Leimahduspiste	ASTM D 92	°C	>200

Seuraavana vertailukohteena oleva öljy on Kuljetinketjuöljy 1, jota valmistetaan jalostetusta kasviöljystä ja se on täysin biohajoava. Käyttökohteena öljyllä on erilaiset johteet ja kuljetinketjut sellu- ja paperitehtailla sekä sahoilla. Kyseisellä öljyllä on myös polaarisuutensa takia hyvä tarttuvuus ja se soveltuukin voiteluun myös kosteissa olosuhteissa, sillä se tarttuu hyvin metallipintoihin ja varmistaa näin hyvän voitelun. Tällä kuljetinketjuöljyllä on myös hyvät tunkeutumis- ja voitelukyvyt, joten se vähentää hyvin kitkaa pintojen välillä ja ehkäisee näin ollen myös kuljettimien osien kulumista ja ehkäisee pintojen korroosiota suojaamalla niitä. Öljyn hyvät voiteluominaisuudet mahdollistavat myös sen, että tavalliseen mineraaliöljypohjaiseen tuotteeseen verrattuna öljynkulutusta voidaan vähentää ilman että ketjunivelten tai johteiden voitelu vaarantuu. Tämän öljytyypin arvot analyysimenetelmiseen ja mittayksikköineen ovat alla olevassa taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Kuljetinketjuöljy 1. tyypilliset arvot

Kuljetinketjuöljy 1.			
Tyypilliset arvot			
Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	Kuljetinketjuöljy 1.
Viskositeetti 40°C	ISO 3104	mm ² /s	52
Viskositeetti-indeksi			240
Jähmepiste	ISO 3016	°C	-36
Tiheys 20°C	ISO 3675	kg/m ³	920
Leimahduspiste	ASTM D 93	°C	>200

Seuraavat vertailukohteena käytetyt öljylajit ovat Kuljetinketjuöljy 2. ja Kuljetinketjuöljy 3., jotka ovat kuljetinketjuöljyjä ja tarkoitettu samaan käyttötarkoitukseen kuin aikaisemmin esitelty Kuljetinketjuöljy 1. Kuljetinketjuöljy 2. ja 3. poikkeavat kuitenkin tästä öljytyypistä esimerkiksi viskositeeiltaan. Nämä öljyt on myös tarkoitettu käytettäväksi eri olosuhteissa, sillä Kuljetinketjuöljy 3. on tarkoitettu käytettäväksi kesäolosuhteisiin, mikä on huomattavissa sen korkeammasta viskositeetista ja jähmepisteestä, sillä tämä öljy saavuttaa jähmepisteensä jo -18 celsiusasteen lämpötilassa. Kuljetinketjuöljy 2. on puolestaan tarkoitettu kylmempiin olosuhteisiin sen matalamman viskositeetin vuoksi, jonka lisäksi sen jähmepiste tulee vastaan vasta -36 celsiusasteen lämpötilassa. Näiden kahden öljytyypin arvot analyysimenetelmineen ja mittayksiköineen ovat taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Kuljetinketjuöljy 2. ja 3. tyypilliset arvot

Kuljetinketjuöljy 2,3				
Tyypilliset arvot				
Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	Kuljetinketjuöljy 2	Kuljetinketjuöljy 3
Viskositeetti 40°C	ISO 3104	mm ² /s	46	68
Viskositeetti-indeksi			210	210
Jähmepiste	ISO 3016, ASTM D 97	°C	-36	-18
Pitkäaikainen kylmänkesto	VTT Energia	°C/168 t	-30	-8
Tiheys 20°C	ISO 3675	kg/m ³	919	921
Leimahduspiste	ASTM D 92	°C	>200	>200

Viimeisenä vertailukohteena on Teräketjuöljy 2., jota valmistetaan esteristä, joka pohjautuu rypsiöljyyn, ja onkin näin ollen täysin biohajoava, luontoon kerääntymätön, sekä myrkytön. Öljyn käyttötarkoituksena on terien voitelu ja jäähdyttäminen sahateollisuudessa puuta sahattaessa. Kyseinen öljy suojaa erinomaisesti korroosiolta ja vähentää teräpyörien ja terien kulumista ja estää pihkan tarttumisen terän pintaan liuottamalla sitä. Tämän öljytyypin arvot analyysimenetelmiin ja mittayksiköineen ovat alla olevassa taulukossa 7.

TAULUKKO 7. Teräketjuöljy 2. tyypilliset arvot

Teräketjuöljy 2.			
Tyypilliset arvot			
Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	Teräketjuöljy 2.
Viskositeetti 40°C	ISO 3104	mm ² /s	17
Jähmepiste	ISO 3016	°C	-45
Tiheys 20°C	ISO 3675	kg/m ³	910
Leimahduspiste	ASTM D 93	°C	>300

9 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN KÄSITTELY

Käytettyjen bioöljyjen soveltuvuutta Nextoilin prosessiin tutkitaan vertaamalla analysoitavaksi lähetetyistä bioöljynäytteistä saatuja mittaustuloksia joihinkin Nextoilin valmistamien tai jälleenmyymien voitelukäyttöön tarkoitettujen tuotteiden arvoihin. Tärkein yksittäinen mittaustulos on tuotteen viskositeetti, sillä käytettyjen bioöljyjen saatavuudesta ja tuotantolaitoksen varastointikapasiteetista johtuen ei bioöljyistä tehdyn lopputuotteen viskositeettiin voida juuri vaikuttaa. Normaalisti tuotantolaitoksella prosessoitavien öljyjen viskositeettiin voidaan vaikuttaa, sillä näitä öljyjä prosessoidaan enemmän tuotantolaitoksella, joten eri viskositeetteja omaavia perusöljyjä on saatavilla öljyjen keskenään sekoittamista varten, jolloin viskositeettiakin pystytään säätämään.

9.1 Bioöljynäytteiden analyysitulokset

Bioöljynäytteitä otettiin neljästä eri tuotantolaitokselle saapuneesta bioöljyerästä ja ne lähetettiin analysoitavaksi laboratorioon. Analyysejä tehtiin kullekin öljytyypille neljästä eri ominaisuudesta, joita olivat viskositeetti, jähmepiste, happoluku ja leimahduspiste. Analyysituloksia verrataan pääasiassa vertailukohteena oleviin öljylajeihin niiden viskositeetin ja jähmepisteen perusteella, sillä nämä määrittävät hyvinkin pitkälti millaiseen käyttötarkoitukseen öljyt soveltuvat. Salassapitovelvollisuuden vuoksi näistä neljästä bioöljynäytteistä käytetään nimiä: Näyte 1., Näyte 2., Näyte 3. ja näyte 4. Bioöljynäytteiden analyysitulokset näkyvät alla olevassa taulukossa 8.

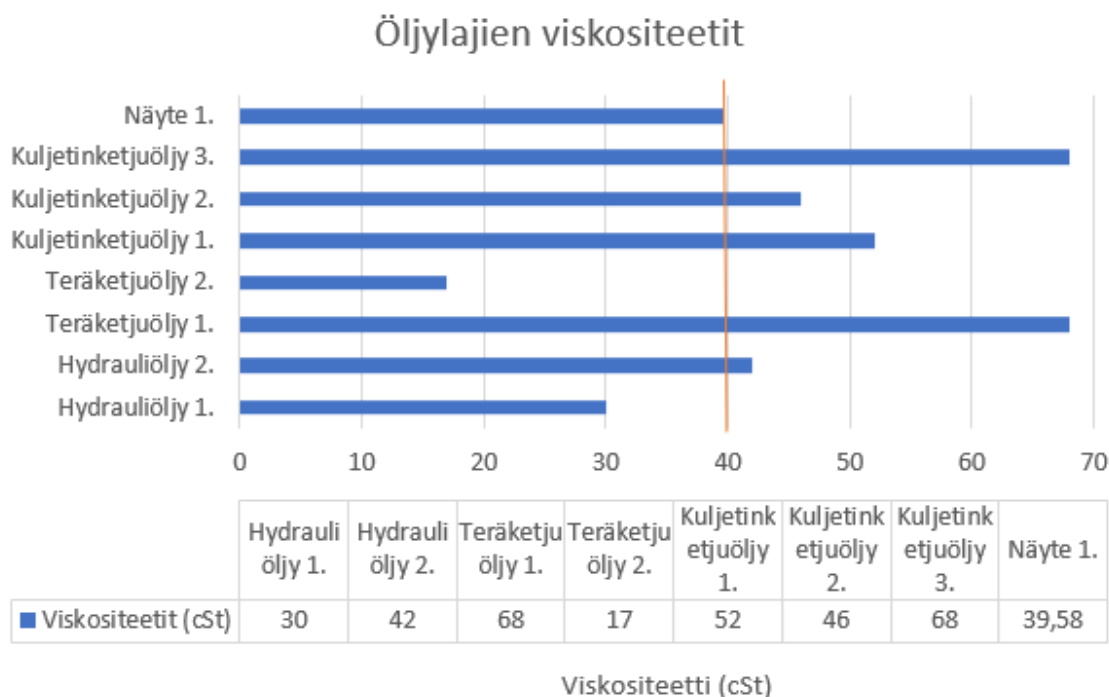
TAULUKKO 8. Bioöljynäytteiden analyysitulokset

Bioöljynäytteiden analyysitulokset				
Analyysi	Näyte 1.	Näyte 2.	Näyte 3.	Näyte 4.
Viskositeetti 40°C (cSt)	39,58	44,12	37,23	62,93
Jähmepiste (°C)	-36	-45	-33	-45
Happoluku (mg KOH/g)	10,50	0,80	0,90	5,50

9.2 Bioöljynäytteiden vertailu

9.2.1 Näyte 1.

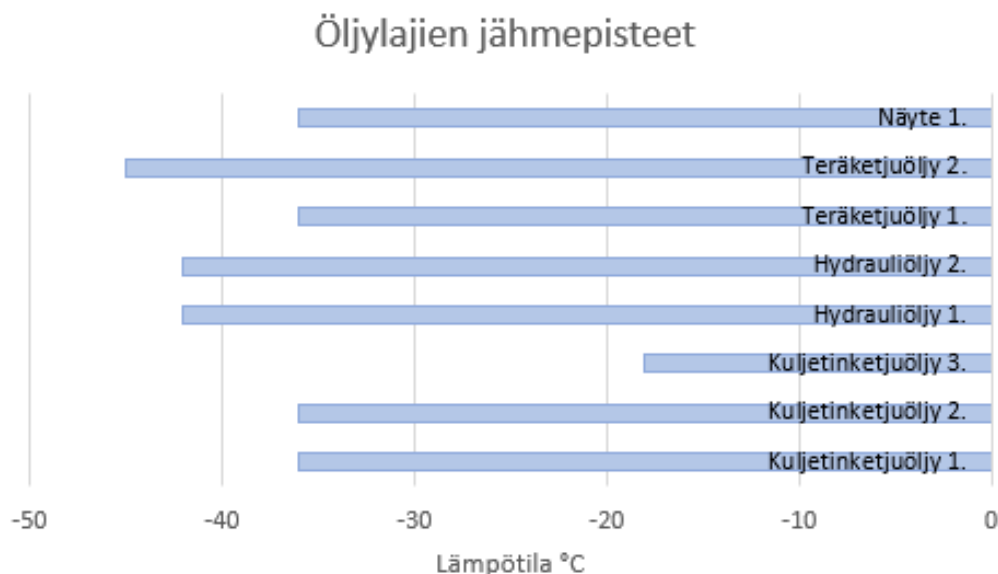
Ensimmäisenä vertaillaan näytteen 1. ominaisuuksia vertailukohteena oleviin voiteluaineisiin (kuvio 2 ja 3).



KUVIO 2. Öljylajien viskositeetit

Yllä olevasta kuviosta voidaan huomata, että tuotantolaitoksen näytteen 1. viskositeetti (39.58 cSt) on hyvin lähellä Hydraulioöljy 2. viskositeettia (42 cSt) ja tuotantolaitoksen prosessin takia sen viskositeetti kasvaa vielä, joten voidaan todeta, että viskositeettien osalta Hydraulioöljy 2. olisi sopivin lopputuote, jota näytteestä 1. voitaisiin valmistaa ilman eri öljyjen keskenään sekoittamista. Mikäli bioöljyjä on tulevaisuudessa mahdollista sekoittaa toisiinsa tuotantolaitoksella mahdollisuudet laajenevat entisestään.

Seuraavaksi verrataan näytteen 1. jähmepistettä muiden öljynäytteiden arvoihin (kuvio 3).



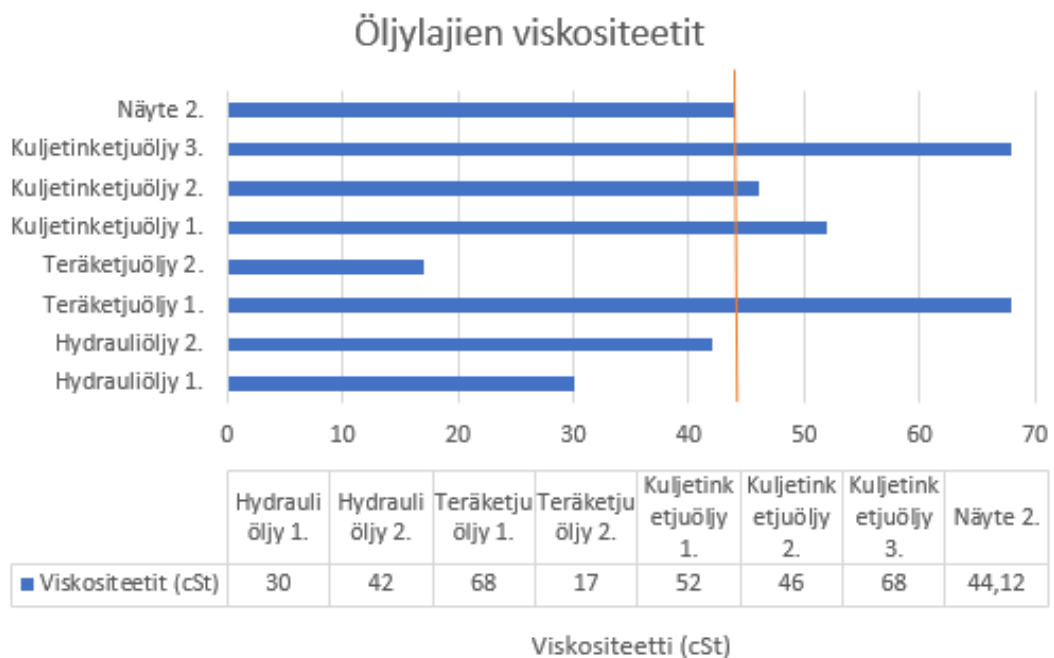
KUVIO 3. Näytteen 1. jähmepisteen vertailu

Jähmepisteitä tarkastellessa voidaan huomata, että näytteen 1. jähmepiste on sama, kuin öljylajeilla Teräketjuöljy 1, Kuljetinketjuöljy 1. ja Kuljetinketjuöljy 2. Verrattaessa jähmepistettä Hydraulioöljy 2 -öljylajiin, joka on viskositeetiltaan sopivin lopputuote tälle näytteelle, huomataan että sen jähmepiste onkin kylmemmässä lämpötilassa kuin näytteellä 1., joten voidaan todeta, ettei ensimmäinen bioöljynäyte ole yhtä soveltuva erittäin kylmiin lämpötiloihin. Viskositeettia ja jähmepisteitä verratessa tuloksena voidaan kuitenkin todeta, että näytteestä 1. voisi olla mahdollista tuottaa tätä hydraulioöljyä, kunhan jähmepisteiden ero otetaan huomioon, eikä tuotetta käytetä yli -36 °C pakkaslukemissa.

Näytteen 1. happoluku on neljästä bioöljynäytteestä korkein (10.5 mg KOH/g), joka viittaa siihen, että se on kuluttanut suuren osan alkuperäisistä lisäaineistaan ja on ollut kontaktissa hapen kanssa, mikä voisi viitata siihen, että se on ollut varastoituna pitkään olosuhteissa, joissa se on päässyt reagoimaan hapen kanssa. Näyte 1. on myös leimahduspisteeltään sopiva tuotantolaitoksen prosessiin, joten voidaan todeta, että koe-erän tuottaminen voisi olla mahdollista tulevaisuudessa.

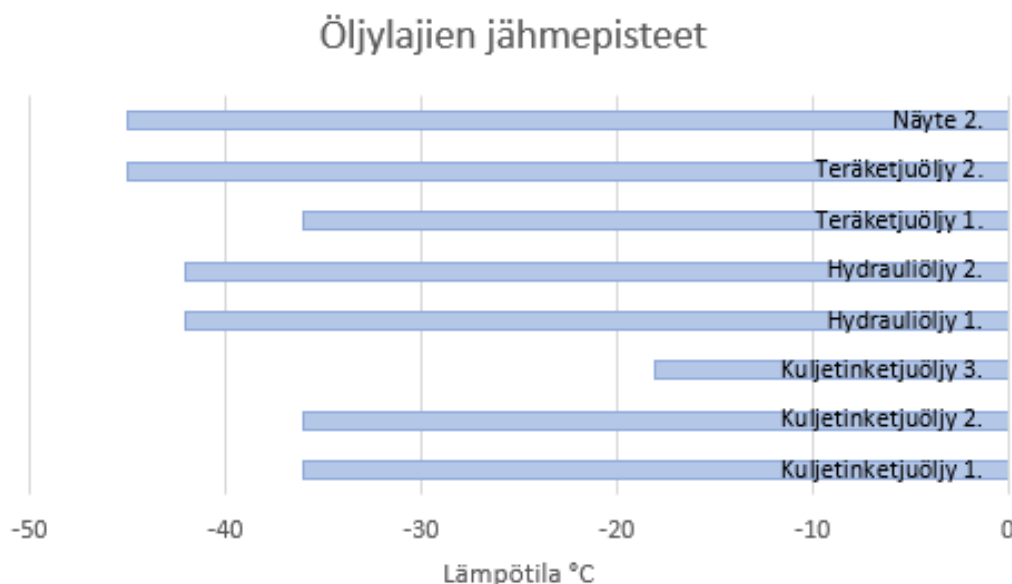
9.2.2 Näyte 2.

Näytteen 2. viskositeettia (kuvio 4) tarkastellessa huomataan sen viskositeetin olevan korkeampi kuin näytteellä 1. ja korkeampi kuin siitä mahdollisesti valmistettavalla Hydraulioöljy 2. -öljyllä. Näytteestä 2. huomataan, että sen viskositeetti onkin lähempänä Kuljetinketjuöljy 2:n viskositeettia, ja prosessin aikana tapahtuva veden poistuminen huomioon ottaen voidaan siis päätellä, että näytteen 2. viskositeettiarvo on kyllin lähellä Kuljetinketjuöljy 2:n viskositeettia. Näytteiden 1. ja 2. viskositeetteja vertaillen havaitaan myös, että sekoittamalla niitä keskenään, voitaisiin ainakin ennen prosessin läpi kulkemista saavuttaa tarkalleen Hydraulioöljy 2. viskositeetti.



KUVIO 4. Näytteen 2. viskositeetin vertailu

Verrattaessa näytteen 2. jähmepistettä muiden vertailtavana olleiden öljyjen jähmepisteisiin (kuvio 5) huomataan, että sen jähmepiste on yhtä korkea kuin Teräketjuöljy 2:lla ja korkeampi kuin muiden vertailussa olleiden öljylajien jähmepisteet, näin ollen näyte 2. voidaan todeta jähmepisteensä puolesta soveltuvaksi kaikkiin vertailussa olleisiin öljylajeihin.



KUVIO 5. Näytteen 2. jähmepisteiden vertailu

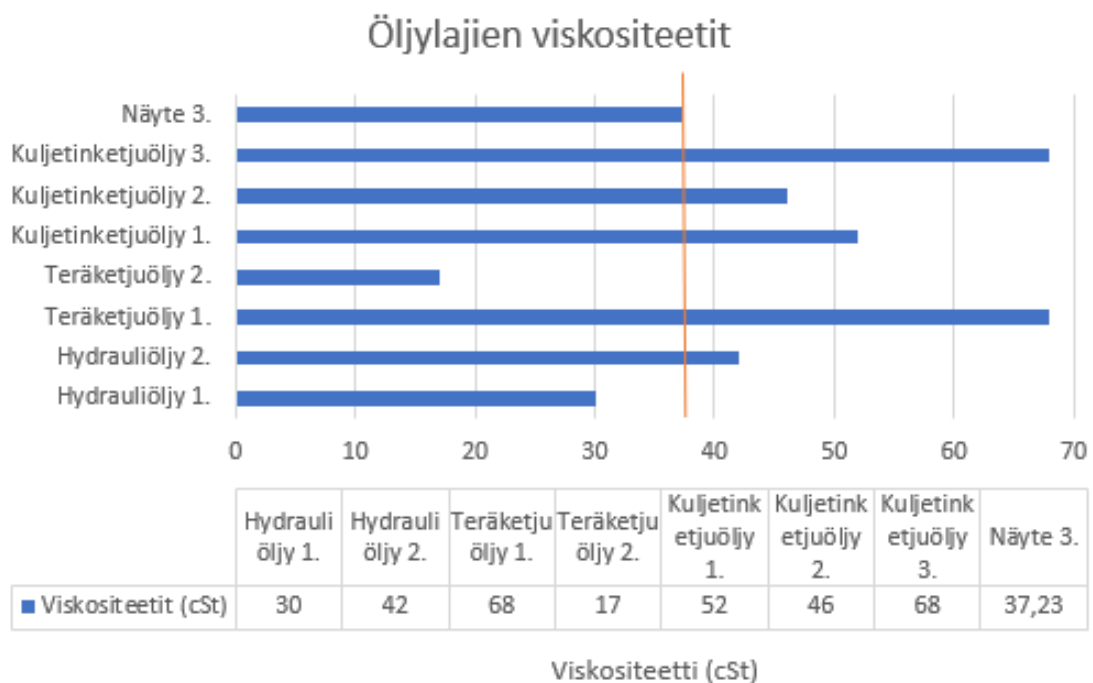
Näytteen 2. viskositeetin ja jähmepisteiden perusteella, todetaan, että sopivin lopputuote voisi tässä tapauksessa olla Kuljetinketjuöljyä 2. vastaava tuote. Voidaan myös todeta, että öljyllä on potentiaalia muihinkin lopputuotteisiin mikäli, sitä sekoitetaan esimerkiksi näytteeseen 1. Näytteen vesipitoisuutta ei tiedetä, joten prosessin tarkkaa vaikutusta sen viskositeettiin ei tiedetä, mutta on turvallista sanoa sen nousevan, sillä siitä haihtuu prosessissa vettä.

Näytteen 2. happopitoisuutta tarkastellessa nähdään että, se on laadultaan paljon parempaa kuin näyte 1, sillä näytteen 2. happopitoisuus on vain 0.8 mg KOH/g. Tästä voidaan päätellä, että sen alkuperäiset käyttöolosuhteet ovat olleet öljyn käyttöänsä kannalta suotuisammat, tai vaihtoehtoisesti öljy on ollut vähemmän aikaa käytössä ennen kierrätyslaitokselle tuloaan, sillä öljy ei ole ehtinyt kulluttaa lisäaineitaan samalla tavalla, kuin ensimmäinen näyte. Yksi selittävä tekijä tälle on myös se, että kyseinen bioöljyerä ei ole ollut varastoituna yhtä pitkään, jolloin se ei ole päässyt reagoimaan hapen kanssa samalla tavalla.

Näyte 2. myös soveltuu tuotantolaitoksen prosessiin leimahduspisteensä ansiosta.

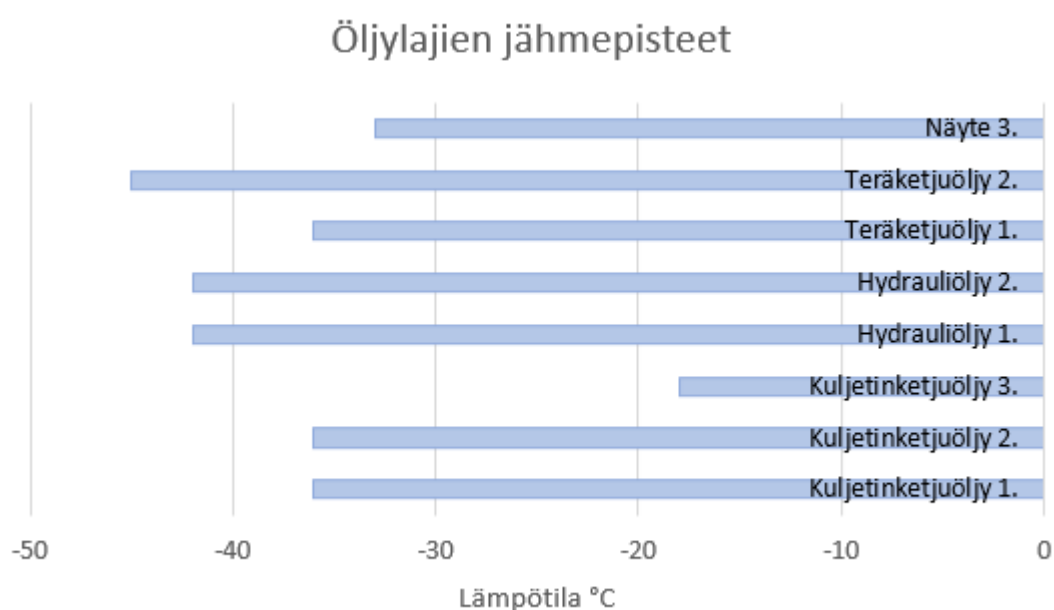
9.2.3 Näyte 3.

Näytteen 3. viskositeetti on neljästä bioöljynäytteestä kaikista matalin, ja sitä verrattaessa muihin öljylajeihin (kuvio 6) havaitaan, ettei sen viskositeetti ole suoraan verrattavissa muihin tuotteisiin. Prosessin vaikutusta öljyjen viskositeettiin on hankala arvioida, sillä näiden öljyjen vesipitoisuutta ei tiedetä, mutta mikäli öljy sisältää ns. vapaata vettä tässä tilassa, tulee prosessissa tapahtuva veden poistuminen nostamaan sen viskositeettia, jolloin esimerkiksi viskositeettivaatimukset Hydraulioöljy 2 -öljylle voivat täyttyä. Mikäli mahdollisuus öljyjen sekoittamiseen toteutuu, voidaan tällä käytetyllä bioöljyllä esimerkiksi näytteeseen 2. sekoitettuna saavuttaa melko tarkkaan Hydraulioöljy 2 -öljyn viskositeetti.



KUVIO 6. Näytteen 3. viskositeetin vertailu

Verrattaessa näytteen 3. jähmepistettä muihin öljynäytteisiin (kuvio 7) huomataan sen tarvitsevan vähemmän pakkasasteita, ennen kuin se alkaa jähmettyä. Tämä tarkoittaa sitä, että se ei sovellu niin hyvin kylmäkäyttöön kuin kumpikaan vertailussa olleista teräketjuöljyistä, tai hydraulioöljyistä, eikä myöskään kuljetinketjuöljyistä 1 ja 2 mikä rajoittaa kyseisen öljytyypin kylmäkäytettävyyttä. Mikäli voiteluympäristö ei ole tällaisessa äärimmäisessä pakkasessa, voidaan se kuitenkin todeta tältä osin käyttökelpoiseksi.

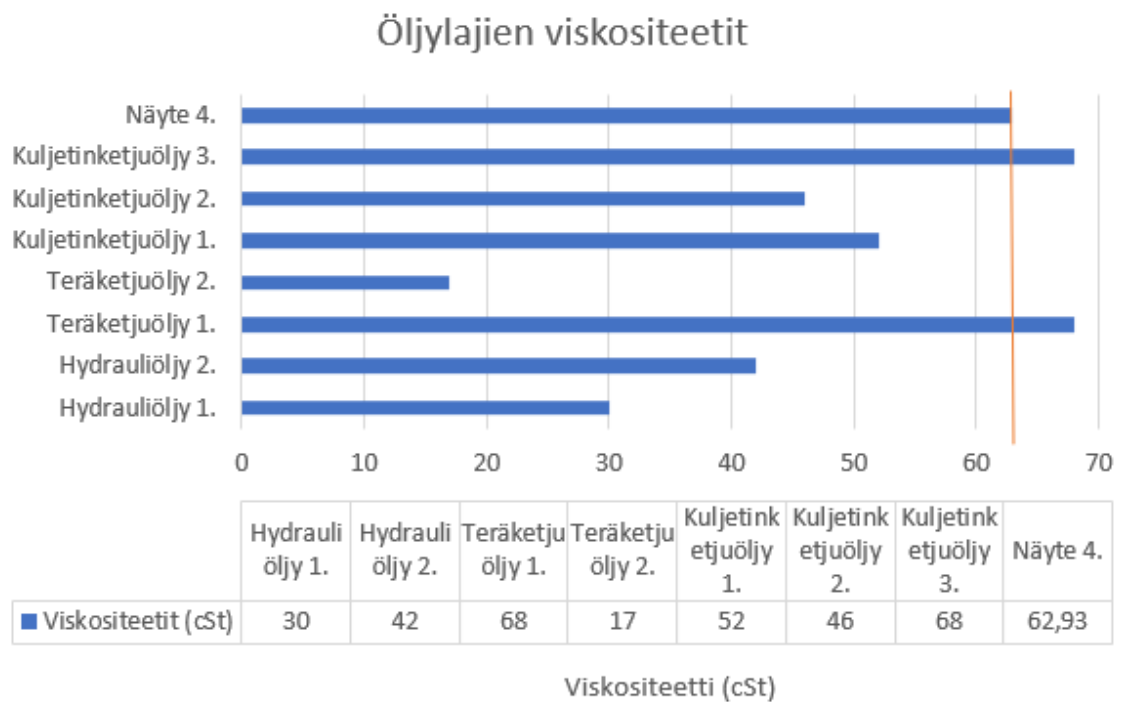


KUVIO 7. Näytteen 3 jähmepisteen vertailu.

Näytteen 3 happolukua tarkastellessa nähdään, että se on melko samaa luokkaa näytteen 2. arvon kanssa ja onkin siltä osin varsin hyvänlaatuista, sillä sen happoluku on sangen matala 0.9 mg KOH/g. Tästä voidaan päätellä, että näytteen alkuperäiset käyttöolosuhteet ovat olleet öljyn käyttöiän kannalta suotuisammat, tai vaihtoehtoisesti öljy on ollut vähemmän aikaa käytössä ennen kierrätyslaitokseen tuloaan, sillä öljy ei ole ehtinyt kuluttaa lisäaineitaan samalla tavalla, kuin ensimmäinen näyte. Tämänkin öljyn leimahduspiste sallii prosessissa käytön.

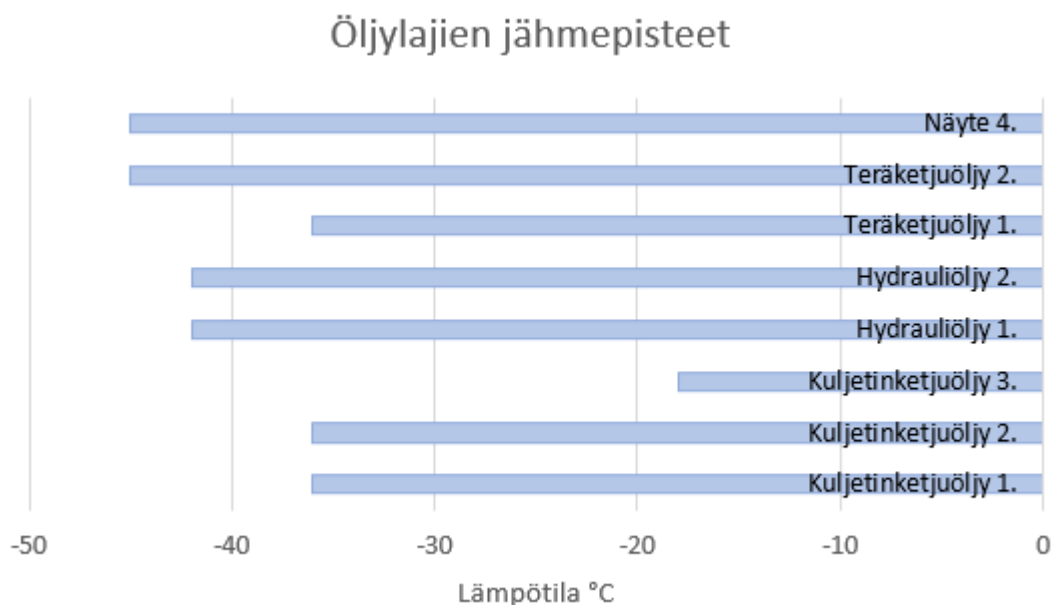
9.2.4 Näyte 4.

Näytteen 4. viskositeetti on neljästä bioöljynäytteestä kaikista korkein, ja verrattaessa sitä muihin öljylajeihin (kuvio 8) havaitaan, ettei sen viskositeetti ole suoraan verrattavissa muihin tuotteisiin. Vesipitoisuudesta riippuen sen viskositeetilla on potentiaalia nousuun, joskaan se ei välttämättä saavuta esimerkiksi Kuljetinketjuöljy 3:n tai Teräketjuöljy 1:n viskositeettiarvoja. Tutkimusta tehdessä täytyy toki ottaa huomioon se, että tuotantolaitoksella tuotetaan muitakin öljyjä kuin mitä vertailuun on valittu, joten öljy voi olla käyttökelpoista joihinkin muihin lopputuotteisiin. Mikäli öljyä voidaan sekoittaa, saataisiin tästä näytteestä esimerkiksi näytteen 1. kanssa muodostettua varsin kattavasti eri öljytuotteita, kuten Hydraulioöljy 2, Kuljetinketjuöljy 1. ja Kuljetinketjuöljy 2. -öljyjä.



KUVIO 8. Näytteen 4. viskositeetin vertailu.

Kun verrataan näytteen 4. jähmepistettä muihin vertailtavana olleisiin öljyihin huomataan, että se täyttää kaikkien näiden öljyjen kylmänkestävyysvaatimukset (kuvio 9). Kuviosta nähdään sen jähmepisteen tulevan vastaan vasta -45°C kohdalla, joten öljy soveltuu hyvin myös kylmässä käytettäväksi. Korkean viskositeetin takia täytyy ottaa kuitenkin huomioon miten sitkaaksi öljy käy kylmetessään näissä käyttöolosuhteissa.



KUVIO 9. Näytteen 4. jähmepisteen vertailu

Näytteen 4. happolukua tarkastellessa huomataan sen olevan korkeampi kuin näytteissä 2. ja 3, mutta kuitenkin matalampi kuin näytteessä 1, joten voidaan päätellä että kyseistä öljyä on käytetty pidemmän aikaa, kuin näytteitä 2. tai 3.

9.3 Lopputulos

Neljää bioöljynäytettä tutkittaessa ja verrattaessa niiden arvoja seitsemään eri öljytyyppiin, jotka olivat mukana tutkimuksessa, huomataan, että näytteet 1. ja 2. osoittavat suurinta potentiaalia, sillä niiden viskositeetti-arvot olivat lähimpänä lopputuotteita. Näyte 1. voisi soveltua melkein suoraan Hydrauliöljy 2:n valmistukseen viskositeettinsa puolesta ainakin teoreettisesti. Öljyn vesipitoisuutta ei kuitenkaan tiedetä, joten prosessin jälkeen öljyn viskositeetti voi muuttua lopputuotteen tavoitearvojen ulkopuolelle. Tämän lisäksi tutkimuksessa käytettyjen lopputuotteiden viskositeetin toleranssi ei ole ollut tiedossa, joten näytteet saattavat käydä viskositeettinsa puolesta useampiinkin lopputuotteisiin. Näytteen 2. viskositeetti on lähempänä Kuljetinketjuöljy 2:n viskositeettia, joten veden poistuminen ja lopputuotteen viskositeetin toleranssi huomioon ottaen näyte 2. voisi sopia sen valmistukseen. Näytteiden 3. ja 4. viskositeetit ovat kauempana vertailussa olleiden lopputuotteiden viskositeeteista, mutta prosessin vaikutus viskositeettiin voi mahdollisesti nostaa niidenkin viskositeetin sopivalle tasolle joidenkin muiden lopputuotteiden tarpeisiin.

10 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää käytettyjen bioöljyjen käyttömahdollisuuksia Nextoilin Jämsän tuotantolaitoksella. Tutkimusta tukevana tietona, oli se, että tuotantolaitoksella oli aikaisemmin valmistettu onnistuneesti lopputuotteita käytetyistä bioöljystä, joskin bioöljyjen käyttö on ollut tauolla jo vuosien ajan. Vanhan pakkauskoneen purun takia mahdollisuus rakentaa erillinen bioöljyä prosessoiva säiliökokonaisuus nousi esiin. Tämän uuden mahdollisuuden ansiosta, tarve tutkimukselle käytettyjen bioöljyjen ominaisuuksista ja mahdollisista niistä tehtävistä lopputuotteista oli tarpeen.

Kirjallisuusosiossa käsiteltiin erilaisia voiteluaineiden ominaisuuksia ja niiden lisäaineistamisen vaikutuksia, mikä antaa hyvän kuvan siitä, kuinka voiteluaineiden käyttöikä, ja niiden voiteluominaisuuksia voidaan parantaa. Kirjallisuusosiossa kerrotaan myös kasviöljyille tyypillisistä ominaisuuksista ja niistä selvisikin niin hyviä kuin huonojakin puolia. Lisäksi selvisi, miten lisäaineistuksen avulla niiden huonoja puolia voidaan parantaa ja tehdä niistä entistä käyttökelpoisempia ja soveltuvampia useampaan eri käyttökohteeseen. Tällä hetkellä käytettyjä bioöljyjä saapuu tuotantolaitokselle lähinnä pienemmissä erissä, mutta tulevaisuudessa ympäristöystävällisten öljyjen käyttö teollisuudessa tulee lisääntymään, joten niiden saatavuus prosessin raaka-aineeksi paranee ja niitä on saatavissa isompia eriä, joten mahdollisuudet jatkojalostukselle lisääntyvät huomattavasti. Tästä syystä onkin tärkeää panostaa käytettyjen bioöljyjen kierrätysprosessiin.

Bioöljynäytteitä tutkiessa ja vertaillen niitä joihinkin tuotantolaitoksella tuotettaviin lopputuotteisiin havaittiin niissä olevan potentiaalia ja niille löytyi mahdollisia käyttökohteita. Tutkimuksessa havaittiin, että kahdella näytteistä olisi eniten potentiaalia vertailussa olleiden öljyjen valmistukseen ja viskositeetteja verratessa näille kahdelle näytteelle valikoituivat lopputuotteeksi yksi hydrauliöljy-tyyppi ja yksi kuljetinketjuöljy. Tutkimuksessa ja lopputuotteiden valikoinnissa täytyy kuitenkin ottaa huomioon myös prosessin vaikutukset niihin, esimerkiksi näiden näytteiden puhtautta tai vesipitoisuutta ei ollut tiedossa, joten proses-

sisä tapahtuvan veden poistumisen vaikutusta ei vielä näillä tuloksilla voida tietää. Veden poistuessa öljyn viskositeetin odotetaan nousevan, sillä vedellä on matala viskositeetti. Näytteiden puhtaudella on myös suuri vaikutus viskositeetin muuttumiseen, sillä prosessin edetessä öljystä poistuu kiintoainetta. Mikäli öljyt ovat olleet hapettuneita ja likaisia, voi niiden puhdistaminen laskea öljyn viskositeettia, joten prosessin läpi kuljettuaan voivat öljyn ominaisuudet olla hyvin erilaiset. Tästä syystä on tärkeää, että tuotantolaitoksella olisi mahdollisuus sekoittaa näitä bioöljyeriä keskenään, jotta saataisiin mahdollisimman hyvät arvot lopputuotteelle.

Opinnäytetyössä myös havainnollistettiin, miltä uusi käytettyjen bioöljyjen prosessointiin suunniteltu säiliökokoonpano voisi näyttää. Tältä osin lopputulos oli varsin hyvä, sillä Autocadilla suunnitellut säiliöt antavat hyvin kuvaa siitä, miltä tuotantolaitoksen sisätiloissa voisi näyttää pakkauskoneen purkamisen ja uusien säiliöiden rakentamisen jälkeen.

LÄHTEET

Ahlbom,J., Duus,U. Rena Smörjan. Rapport Från KemikaliInspektionen 8/92, Göteborg,1992.

Carley, L. 2019. Diagnose oil pump. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.aa1car.com/library/2005/us020516.htm> [viitattu 28.12.2020]

Electrical4u. 2019. Transformer insulating oil. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.electrical4u.com/transformer-insulating-oil-and-types-of-transformer-oil/> [viitattu 12.11.2020]

Fortum. 2017. Ekokem nyt Fortum. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fortum.fi/media/2017/04/ekokem-nyt-fortum> [viitattu 1.11.2020]

Fortum. 2020. Fortum Jämsän tuotantolaitos. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fortum.fi/sites/default/files/documents/fortum-jamsan-tuotantolaitos.pdf> [viitattu 1.11.2020]

Hyvämaa Oy. 2020. Shell Turbo CC 32. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://hyvamaa.fi/application/files/4514/3039/1753/GPCDOC_Local_TDS_Finland_Shell_Turbo_CC_32_fi_TDS_v1.pdf [viitattu 7.12.2020]

Kärkkäinen. 2021. Fortum Metsuri Bio 3l Teräketjuöljy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.karkkainen.com/verkkokauppa/fortum-metsuri-bio-3l-teraketjuoljy> [viitattu 16.03.2021]

Lea, C.W. Ind Lubr Tribol.2002, 54, 268-274.

Lelubricants. 2020. Turbine Oils. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.lelubricants.com/lubricants/turbine-oils/>. [viitattu 13.11.2020]

Lubrizol. Industrial Lubricants. Reference Manual.

Merriam-webster. 2021. Acid Number. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/acid%20number> [viitattu 9.2.2021]

Neste. n.d. Ajoneuvojen voiteluaineet -opas. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.fi/sites/neste.fi/files/AVA_opas_WEB.pdf [viitattu 5.2.2021]

Nextoil. 2021. Nextoil kierrätysöljyt. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://nextoil.fi/> [viitattu 9.2.2021]

Ocsoil. 2020. Tekninen Terminologia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ocsoil.fi/?page=API%252FACEA+Luokitukset> [viitattu 4.12.2020]

Opetushallitus. 2021. Viskositeetin määrittäminen Ostwald -viskosimetrillä. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/elintarvikkeanalyysit_viskositeetti_ostwald.html [viitattu 13.01.2021]

Opetushallitus. 2020. Voiteluaineet. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_e03_voiteluaineet_voiteluoljyt.html [Viitattu 5.1.2021]

Quinchia, L. A., Delgado, M. A., Franco, J. M., Spikes, H. A., Gallegos, C. Ind Crops Prod. 2012, 37, 383-388.

Reyes, D. 2017. Viscosity for liquids. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.thinglink.com/scene/702927773542383616> [viitattu 13.1.2021]

Rxpharmaworld. 2016. Viscosity determination. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://rxpharmaworld.blogspot.com/2016/12/viscosity-determination.html> [viitattu 15.11.2020]

Sciencedirect. 2019. Polyolefin. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/polyolefin> [viitattu 16.01.2021]

Teboil. 2020. Hydraulikkaöljyn valintaperusteita. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.teboil.fi/tuotteet/voiteluaineet/yleista-voiteluaineista/hydraulikkaoljyn-valintaperusteita/> [viitattu 8.11.2020]

Teboil. 2021. Perustietoa voiteluaineista. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://www.teboil.fi/tuotteet/voiteluaineet/yleista-voiteluaineista/perustietoa-voiteluaineista/> [viitattu 6.1.2021]

Teboil. 2020. Voimansiirtoöljyt. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.teboil.fi/tuotteet/voiteluaineet/ajoneuvot/voimansiirtoöljyt/>
[viitattu 7.11.2020]

Teollisuusvoitelu, Kunnossapidon julkaisusarja N:o 8. KP-Media Oy. 2006. Kunnossapitoyhdistys ry. s.254. [viitattu 13.12.2020]

Tihilä, V. 2020. Tuotantovastaava. Haastattelu 25.11.2020. Fortum

Wiki.metropolia. 2009. Peruslait. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/3.+Peruslait> [viitattu 14.01.2021]

Williams, D. 2018. What Grade of Oil Is Used on a Chainsaw Oiler?. Saatavissa:

<https://homeguides.sfgate.com/grade-oil-used-chainsaw-oiler-89865.html> [viitattu 14.11.2020]

Wilson, B. Ind Lubr Tribol. 1998, 50, 6-15.

Wärtsilä 46, käyttöohjekirja [viitattu 10.11.2020]

Öljycenter. 2020. Johdeöljy. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://www.oljycenter.fi/voiteluaineet/johdeoljy> [viitattu 3.12.2020]