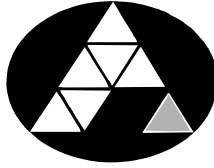


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Iiro Määttänen

BIOHAJOVIEN HYDRAULIÖLJYJEN KÄYTTÖ

Opinnäytetyö  
Kevät 2011



POHJOIS-KARJALAN  
AMMATTIKORKEAKOULU

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2011**  
**Kone- ja tuotantotekniikan koulutus-**  
**ohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
p. (013) 260 6801 p. (013) 260 6906

Tekijä(t)  
Iiro Määttänen

Nimeke  
Biohajoavien hydraulioöljyjen käyttö

Toimeksiantaja

**Tiivistelmä**

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia biohajoavien hydraulioöljyjen käyttötottumuksia, saatavuutta ja ominaisuuksia. Tuloksia verrattiin yleisesti käytössä oleviin mineraalipohjaisten öljyjen ominaisuuksiin sekä aiempina vuosina toteutettuihin tutkimuksiin.

Tavoitteena työssä on saada havainnollistettua sitä, miten yleisesti eri yritykset nykyään suosivat biohajoavien hydraulioöljyjen käyttöä ja onko kyseisten öljyjen käyttö tuonut mukanaan käyttöä haittaavia ongelmia.

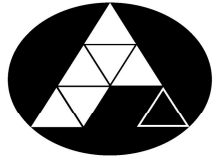
Työn toteuttamista varten haastateltiin sähköpostitse sekä henkilökohtaisesti eri yrityksiä, jotka kalustossaan hyödyntävät hydraulikkaa. Pääasiassa haastateltavina olivat metsäkone-, kuljetus- ja maansiirtoyrityksiä.

Tuloksena pohdittiin mahdollisia ratkaisuja, joilla biohajoavien hydraulioöljyjen käyttöä voitaisiin edelleenkin kasvattaa.

Kieli  
suomi

Sivuja 30  
Liitteet 3 kpl  
Liitesivumäärä 4

Asiasanat  
biohajoava, hydraulioöljy,



NORTH KARELIA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**THESIS**  
**May 2011**  
**Degree Programme in Me-**  
**chanical and Production En-**  
**gineering**

Karjalankatu 3  
FIN 80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. 358-13-260 6801

Author(s)

Iiro Määttänen

Title Use of Biodegradable fluids

Commissioned by

Abstract

The purpose of this study was to investigate usage, availability and quality of biodegradable hydraulic fluids. The results were compared to studies that were previously released. One of the most important things was to investigate the problems and also benefits that using of biodegradable hydraulic fluids may cause.

Data for this study was mostly gathered by interviewing some companies who use hydraulic systems in their operations. The interviews were mostly made via e-mail, but there were also personal interviews.

On the basis of the results of this research, it can be concluded that usage of biodegradable hydraulic fluids are no longer so common than it was in previous years.

Language  
Finnish

Pages 30  
Appendices 3  
Pages of Appendices 4

Keywords

hydraulic, biodegradability

## Sisältö

Tiivistelmä	
Abstract	
1 Johdanto .....	5
2 Yleistä hydrauliiikasta .....	6
2.1 Hydraulijärjestelmän pääosat ja toimintaperiaate.....	7
2.2 Hydrauliiikan käyttökohteita .....	9
2.3 Yleistä hydrauliiöljyistä.....	10
3 Öljyjen peruskäsitteitä .....	10
4 Erilaisia hydrauliiöljyjä .....	12
4.1 Mineraaliöljyt .....	12
4.2 Synteettiset öljyt.....	13
4.4 Palamattomat nesteet .....	13
5 Hydrauliiöljyn tehtävät.....	13
5.1 Hydrauliiöljylle asetettuja vaatimuksia .....	14
5.2 Viskositeettiluokitus.....	15
5.3 Muita hydrauliiöljyjen luokituksia.....	16
6 Biohajoavat hydrauliiöljyt .....	18
7 Biohajoavien hydrauliiöljyjen valmistus.....	20
7.1 kasviöljyt .....	20
7.2 Synteettiset öljyt.....	20
8 Biohajoavien hydrauliiöljyjen käyttö .....	21
9 Havaittuja ongelmia käytettäessä biohajoavia hydrauliiöljyjä .....	23
10 Havaittuja hyötyjä käytettäessä biohajoavia hydrauliiöljyjä .....	25
11 Biohajoavien öljyjen saatavuus Suomessa .....	26
12 Biohajoavien hydrauliiöljyjen tulevaisuus .....	26
13 Suomessa saatavilla olevia biohajoavia öljyjä.....	27
14 Johtopäätökset ja pohdinta .....	28
Lähteet.....	30

## Liitteet

Liite 1 Kyselykaavake

Liite 2 Tuloksia vuonna 1994 tehdystä tutkimuksesta

Liite 3 Tuloksia vuonna 1999 tehdystä tutkimuksesta

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus tutkia biohajoavien hydraulioöljyjen käytön yleisyyttä, niiden saatavuutta ja kyseisten öljyjen ominaisuuksia verrattuna tavallisiin mineraalipohjaisiin hydraulioöljyihin. Työssä tavoitteena on saada havainnollistettua sitä, kuinka suomalaiset hydraulijärjestemien kanssa työskentelevät hydraulioöljyjen käyttäjät ovat laitteissaan tottuneet biohajoavia hydraulioöljyjä käyttämään.

Työtä varten on haastateltu maansiirto-, metsäkone-, kuljetus- ja maatalousyrittäjiä. Haastattelut on tehty pääosin sähköpostitse, mutta mukana oli myös henkilökohtaisesti tapahtuvaa haastattelua. Haastattelut tapahtuivat siten, että ensiksi on satunnaisesti valituille yrityksille lähetetty sähköpostitse kyselylomake (liite1). Lomakkeen vastausten perusteella osaa yrityksistä haastateltiin sitten täsmentävin kysymyksiin. Vastaukset koottiin erillisiin taulukkoihin. Täsmentäviä kysymyksiä esitettiin sekä biohajoavien öljyjen käyttäjille että niille, jotka eivät niitä käyttäneet. Täsmentävillä kysymyksillä tiedusteltiin muun muassa syitä, jotka ovat vaikuttaneet yrityksen hydraulioöljyvalintaan, sekä yleisiä kommentteja liittyen biohajoavien hydraulioöljyjen käyttöön. Haastateltavina olleet yritykset olivat suurimmalta osalta Itä-Suomen alueelta, mutta joukossa oli myös muutamia yrityksiä muualtakin päin Suomea.

Haastattelujen tuloksia on verrattu muun muassa vuosina 1994 ja 2000 tehtyihin tutkimuksiin. Tutkimuksien tekijöinä olivat metsäntutkimuslaitos Metla ja Metsätehon osakkaiden tekemä yhteishanke, josta ilmeni biohajoavien hydraulioöljyjen käytön osuus metsän raivauksen yhteydessä käytettävissä laitteissa vuonna 2000.

## 2 Yleistä hydraulikasta

Hydraulikkaa on hyödynnetty ja sovellettu erilaisissa teknisissä sovelluksissa jo vuosisatojen ajan. Erityisesti koneautomaation nopea kehitys ja yleistyminen viime vuosisadalla on edesauttanut uusien hydraulisten järjestelmien kehitystä ja käytön lisääntymistä. Kohtaamme lähes päivittäin sovellutuksia, joissa on jollain tavalla hyödynnetty hydraulikkaa.

Hydraulijärjestelmän etuna verrattaessa muihin tehonsiirtojärjestelmiin on hyvä teho/paino-suhte, säädettävyys ja rakenteen muunneltavuus. Hydraulikan avulla saadaan lineaariset ja pyörivät liikkeet toteutettua helposti. Voiman, nopeuden ja momentin muuttaminen on helppoa. Komponentit ovat standardoituja ja hydrauline neste myös voitelee ja jäähdyttää toimilaitteen. /1 s.171./

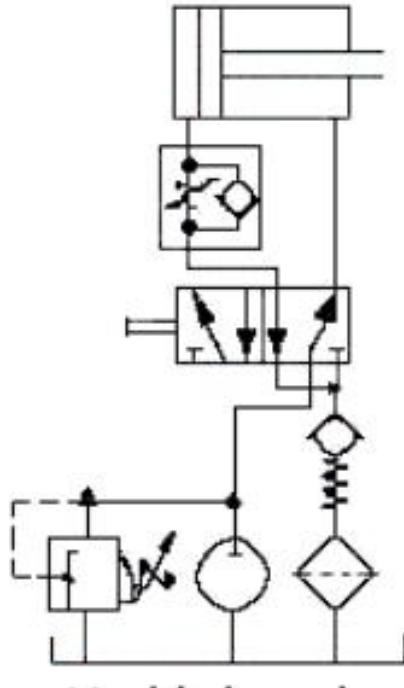
Haittapuolina hydraulikassa on hyötysuhde, joka jää kohtalaiselle tasolle, sekä tehonsiirtoon käytettävän aineen ominaisuudet, kuten lämpötilariippuvuus, likaantuvuus ja monesti palamisen vaara, sekä ympäristöä likaavien nesteiden käyttö. Kun tehoa siirretään hydraulikan avulla pitkiä matkoja, myös tehohäviöt kasvavat suu-riksi. Lähes kaikissa hydraulijärjestelmissä esiintyy hiukan vuotoja. Komponenteissa on tarkat toleranssivaatimukset, jotka nostavat osaltaan myös komponenttien hintaa. /1 s.171./

## 2.1 Hydraulijärjestelmän pääosat ja toimintaperiaate

Perushydraulijärjestelmä muodostuu öljysäiliöstä, pumpusta sekä hallinta-, ja toimilaitteista. Hydraulipumppu on laite, joka muuttaa mekaanisen energian hydrauliseksi energiaksi./2 s.11./

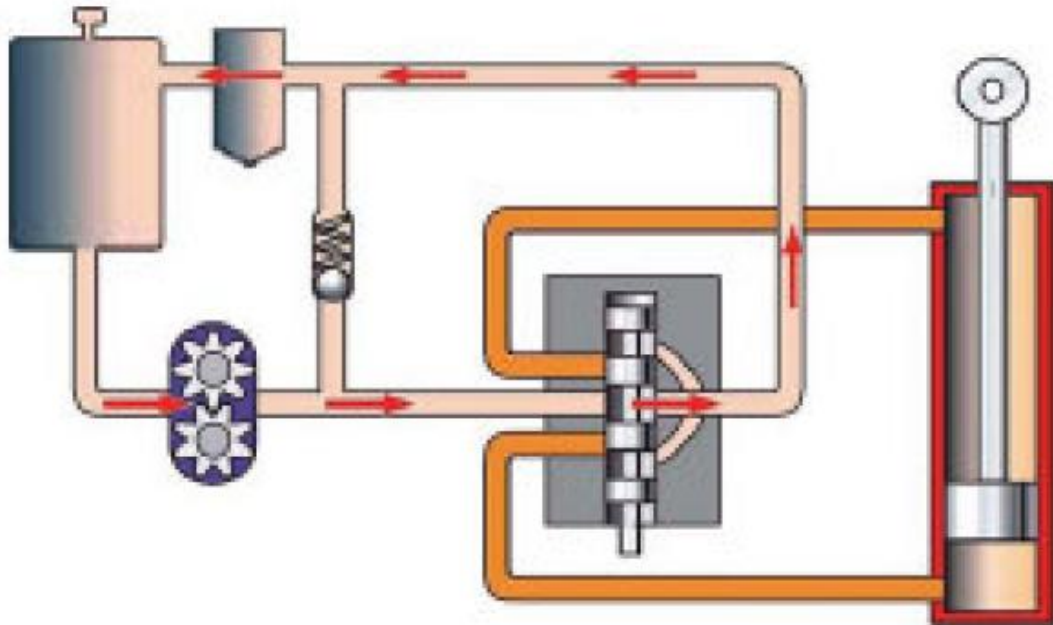
Pumppua voidaan käyttää esimerkiksi sähkömoottorilla, polttomoottorilla tai lihasvoimalla. Hydraulinen energia varastoituu hydraulijärjestelmän nesteeseen paineena. Energiaa siirretään paineistetun virtauksen avulla.

Nesteen virtausta ja painetta ohjataan hydraulijärjestelmässä erilaisilla venttiileillä, joilla voidaan hallita järjestelmän käyttäytymistä. Hydrauliiikan toimilaitteet eli sylinterit ja moottorit muuttavat hydraulisen energian takaisin mekaaniseksi energiaksi. Hydraulijärjestelmän perustoimintaa on kuviossa 1 kuvattu standardissa SFS 2247 määritellyillä piirrosmerkeillä.



Kuvio 1 Esimerkki hydraulijärjestelmästä./3/

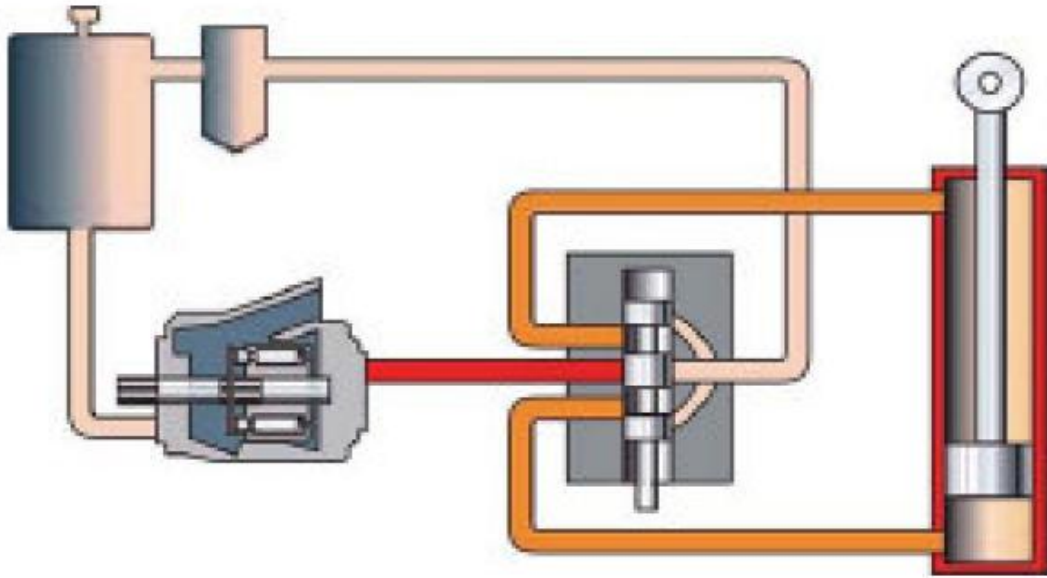
Hydraulijärjestelmiä on olemassa kahta tyyppiä; avoin ja suljettu järjestelmä. Avoin järjestelmässä neste kiertää avoimen, paineettoman säiliön kautta. Pumppu imee nestettä säiliöstä ja pumppaa sitä paineelliseen järjestelmään, josta neste palaa takaisin säiliöön. Avoin hydraulijärjestelmän rakenne on kuvattu kuviossa 2.



Kuvio 2. Esimerkki avoimesta hydraulijärjestelmästä ./4./

Suljetussa järjestelmässä neste kiertää pumpun avulla järjestelmässä, mutta öljy palaa takaisin suoraan pumpun imupuolelle. Tällöin pumpun pyörimissuuntaa voidaan muuttaa halutulla tavalla. /5.s. 97-98./ Suljettua hydraulijärjestelmää on tarkemmin kuvattu kuviossa 3.





Kuvio 3. Esimerkki suljetusta hydraulijärjestelmästä./4/

## 2.2 Hydrauliiikan käyttökohteita

Hydraulisia järjestelmiä käytetään monissa eri kohteissa. Muutamana esimerkkinä mainittakoon muun muassa: hissijärjestelmät, ajoneuvoteollisuus, työkonet ja koneteollisuus. Yksinkertaisimmillaan hydraulijärjestelmä on esimerkiksi auton nostoon käytettävä hydraulinen tunkki. Siinä lihasvoimalla tuotettu hydraulipaine ja virtaus siirtävät työsylinteriä ylöspäin.



Kuva 1. Esimerkki hydraulijärjestelmän käytöstä./6/

### 2.3 Yleistä hydraulioöljyistä

Hydraulijärjestelmässä käytettävät väliaineet voidaan jakaa kemiallisen koostumuksen mukaan neljään ryhmään: mineraaliöljyt, synteettiset hydraulioöljyt, kasviöljyperustaiset hydraulioöljyt sekä palamattomat hydraulioöljyt.

Yleisimmin teollisuudessa käytetyistä hydraulioöljyistä on mineraaliöljy, ellei muiden öljyjen käyttöä ole erityisvaatimuksissa esitetty. Erityisvaatimuksina voidaan mainita aineen palamattomuus, ympäristöystävällisyys, arktiset olosuhteet sekä kuumat olosuhteet.

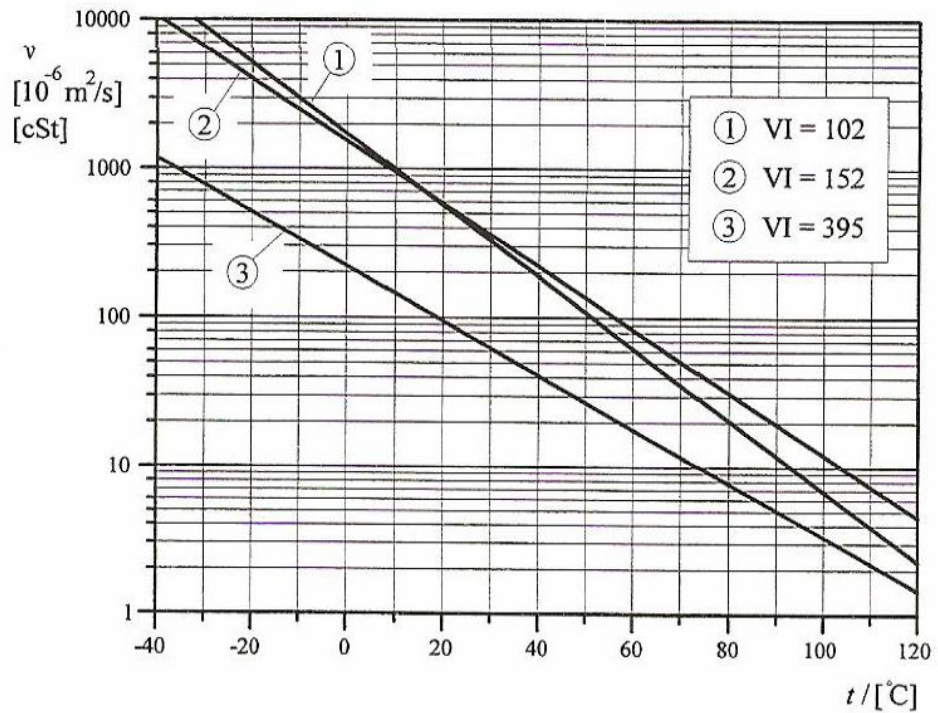
Hydraulioöljyjen tärkein ominaisuus on viskositeetti. Se vaikuttaa hyötysuhteeseen, vuotohäviöihin, laakereiden hydrodynaamiseen kuormankantokykyyn, sekä liikkeelle lähtöön kylmässä. Eri järjestelmien ja erilaisten käyttöolosuhteiden vaatimusten tarpeisiin on saatavissa viskositeetiltaan erilaisia hydraulioöljyjä ./7 s. 61./

## 3 Öljyjen peruskäsitteitä

Voiteluaine	Valmiste, joka koostuu perusaineesta ja lisäaineesta.
Perusöljy	Voitelevaa öljy, jonka viskositeettia, käyttöikä, voitelevuus-, ja kulumisenesto-ominaisuuksia tai kiinteiden epäpuhtauksien muodostumiseen estämiseen liittyviä ominaisuuksia ei ole paranneltu lisäaineilla.
Lisäaine	Aine, jonka keskeisenä tarkoituksena on parantaa voiteluaineen viskositeettia, käyttöikä, voitelevuus-, ja kulumisenesto-ominaisuuksia tai kiinteiden epäpuhtauksien muodostumisen estämiseen liittyviä ominaisuuksia.

## Viskositeetti

Lämpötilasta riippuva suure, joka kuvaa fluidin (lähinnä neste tai kaasu) kykyä vastustaa virtaamista. Yleisesti se käsitetään nesteen paksuudeksi tai nesteen kaatamista vastustavaksi ominaisuudeksi./8 s.50./ Kuvasta 2 käy ilmi lämpötilan vaikutus viskositeetin muutokseen.



Kuva 2

Viskositeetin muutos lämpötilan muuttuessa./9 s. 84/

## Viskositeetti-indeksi

Osoittaa viskositeetin muuttumisen lämpötilan muuttuessa. Mitä korkeampi viskositeetti-indeksi on, sitä pienempi vaikutus lämpötilalla on viskositeettiin. Viskositeetti-indeksi voi olla negatiivinenkin. VI määritellään  $+40^{\circ}\text{C}$  ja  $+100^{\circ}\text{C}$  lämpötiloissa mitattujen viskositeettiarvojen perusteella./8 s.50/

Ominaispaine	Aineen ja veden tiheyden suhde. Öljyteollisuudessa vertailulämpötilana käytetään yleensä +15°C ./8 s.52/
Leimahduspiste	Lämpötila, jossa voiteluaineesta höyrystyvät kaasut leimahtavat pienen liekin vaikutuksesta, mutta eivät jatka palamista./8 s.53./
Samepiste	Lämpötila, jossa kiteytyvät parafiiniset hiilivedyt alkavat näkyä sameutena./8 s.53./
Jähmepiste	Ylin lämpötila, jossa koeputkessa oleva voiteluaine ei enää kallistettaessa liiku viiden sekunnin aikana./8 s.53./
Pumpattavuus	Kertoo voiteluaineen juoksevuudesta alhaisissa lämpötiloissa. Se ilmaisee alimman lämpötilan, jossa voiteluaine saadaan testilaitteessa virtaamaan riittävästi. Pumpattavuuden raja on järjestelmäkohtainen./8 s.53./

## 4 Erilaisia hydraulioöljyjä

### 4.1 Mineraaliöljyt

Perusöljy valmistetaan valikoidusta raakaöljystä. Perusöljyyn sekoitetaan lisäaineet, joilla aikaansaadaan halutut ominaisuudet.

Mineraaliöljyjä ei voida käyttää palovaara-alueilla. Käytön mukaan öljyt luokitellaan sisäkäyttöön, ulkokäyttöön ja arktiseen käyttöön./8 s 55.

## **4.2 Synteettiset öljyt**

Synteettiset öljyt valmistetaan kemiallisen prosessin avulla eteenistä, jota saadaan raakaöljystä tislamalla. Kemiallisessa prosessissa saadaan öljylle täysin hallittu rakenne, jolla on huomattavasti paremmat ominaisuudet kuin mineraaliöljyillä. /5 s.33 ./

## **4.3 Kasviöljypohjaiset hydraulioöljyt**

Yleisesti ottaen kasviöljyperustaiset nesteet ovat ominaisuuksiltaan hyvin lähellä mineraaliöljyjä ja osittain ne ovat jopa parempia. Kasviöljyjen viskositeetti-indeksi on korkea (200) ja viskositeetin riippuvuus paineesta ei ole niin suuri kuin mineraaliöljyillä. On huomioitava, että kasviöljyjen kylmä- ja kuumaominaisuudet ovat huonommat kuin mineraaliöljyillä./5 s.33./

## **4.4 Palamattomat nesteet**

Palamattomilla nesteillä tarkoitetaan nesteitä, joita on vaikea saada syttymään ja joilla ei ole ominaisuutta ylläpitää tai levittää liekkiä. Nesteet voidaan jakaa pienviskositeettisiin ja nesteisiin, joilla on sama viskositeetti kuin mineraaliöljyillä./5 s.33./

# **5 Hydraulioöljyn tehtävät**

Hydraulijärjestelmässä kulkevalla öljyllä on useita eri tehtäviä. Hydraulioöljyn tulee välittää pumpun tuottamaa energiaa toimilaitteille samalla toimia myös voiteluaineena laitteiston liikkuville osille.

Hydrauliijärjestelmän jäähtytys, korroosion esto ja järjestelmästä irronneiden epäpuhtauksien kuljettaminen suodattimeen ovat myös tärkeitä hydrauliöljyltä vaadittavia tehtäviä. Hydrauliöljyn liiallinen lämpiäminen ja joukossa olevat epäpuhtaudet vaikuttavat heikentävästi öljyn käyttöikään.

## **5.1 Hydrauliöljylle asetettuja vaatimuksia**

Hydrauliöljyn viskositeetin oltava sopiva eri lämpötiloissa. Lämpötilan kohoaminen pienentää öljyn viskositeettia ja samalla voitelukykyä. Lämpötilan lasku nostaa öljyn viskositeettia ja öljy tulee paksummaksi, jolloin liikkuvien osien liike vaikeutuu. Hydrauliöljyillä on oltava paljon paremmat kylmäominaisuudet ulkona toimivissa laitteissa.

Hydrauliöljyjen on oltava mahdollisimman kokoon puristumattomia. Kokoonpuristuvuuteen vaikuttaa eniten öljyyn liuennut kaasu. Öljyyn liukenematon kaasu esiintyy öljyssä pieninä kaasukuplina, joka näkyy myös öljyn vaahtoamisena. Vaahtoaminen aiheuttaa öljyn kokoonpuristumista.

Hydrauliöljy ei saa hapettua. Hapettumisella tarkoitetaan öljyn kemiallista sitoutumista ilman happeen, tätä ilmiötä kutsutaan myös öljyn vanhenemiseksi, jonka myötä öljyn voitelukyky heikkenee ja öljyyn muodostuu hartsimainen aine, joka saattaa aiheuttaa toiminta häiriöitä venttiileissä.

Hydrauliöljyn tulee myös ehkäistä järjestelmä metalliosien ruostumista. Ruosteesto-ominaisuutta parannetaan öljyyn lisätyillä korroosionesto aineilla. Ruoste lisää järjestelmän komponenttien kulumista, mikä vaikuttaa järjestelmän hyötysuhteeseen heikentävästi. Öljy ei saa reagoida tiiviste- ja letkumateriaalien kanssa. Mineraaliöljyt eivät juuri reagoi tiivistemateriaalien kanssa pois lukien butyylikumi ja luonnonkumi. Kasviöljypohjaisista nesteistä vapautuu käytössä rasvahappoja ja nämä voivat lisätä metallien korroosiota.

## 5.2 Viskositeettiluokitus

Hydrauliöljyt luokitellaan ISO 3448 standardin mukaan erilaisiin viskositeettiluokkiin. Luokitus koostuu 18 eri viskositeettiluokasta, jotka on ilmaistu  $\text{mm}^2/\text{s}$ :nä  $40\text{ }^\circ\text{C}$  lämpötilassa. ISO VG- luokitus ei ota kantaa öljyn suorituskykyyn. Kuvioista 4 käy ilmi, kuinka teollisuusöljyt on luokiteltu ISO 3448-standardin mukaan./8 s 95./

ISO VG-luokka	Viskositeetin Keskiarvo $\text{mm}^2/\text{s}/+40^\circ\text{C}$ Vaihtelurajat $\pm 10\%$
ISO VG 2	2,2
ISO VG 3	3,2
ISO VG 5	4,6
ISO VG 7	6,8
ISO VG 10	10,0
ISO VG 15	15,0
ISO VG 22	22,0
ISO VG 32	32,0
ISO VG 46	46,0
ISO VG 68	68,0
ISO VG 100	100,0
ISO VG 150	150,0
ISO VG 220	220,0
ISO VG 320	320,0
ISO VG 460	460,0
ISO VG 680	680,0
ISO VG 1000	1000,0
ISO VG 1500	1500,0

Kuvio 4. Teollisuusöljyjen viskositeettiluokitus /8 s.95./

### 5.3 Muita hydraulioöljyjen luokituksia

Suomessa tunnetuin hydraulioöljyjen luokitus perustuu DIN 51524:ään. Oheisessa kuvio 5:ssa on otettu rinnalle yhteneväinen ISO 6743-4. Kuviossa 5 näkyy, kuinka voidaan rinnastaa kaksi tunnetuinta hydraulioöljyluokitusta./8 s. 96/

HYDRAULIKÄYTTÖ	DIN 51524 OSA 1 = HL OSA 2 = HLP OSA 3 = HVLP	ISO 6743-4 HL HM HV	VISKOSITEETTI- INDEKSI VI	ÖLJYN LISÄ- AINEISTUS, SUORITUSKYKY
Vanhakot yksinkertaiset järjestelmät Sisäkäyttö Paine < 100 bar	<b>HL</b> ISO VG 10 - ISO VG 22 ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100	<b>HL</b> ISO VG 10 ISO VG 15 ISO VG 22 ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 ISO VG 150	> 70	Korroosion ja hapettumisen esto
Nykyaikaiset sisätiloissa toimivat hydraulikat Paine > 100 bar	<b>HLP</b> ISO VG 10 - ISO VG 22 ISO VG 32	<b>HM</b> ISO VG 10 ISO VG 15 ISO VG 22 ISO VG 32	>90	Korroosion ja hapettumisen ja kulumisen esto
Vanhakot yksinkertaiset järjestelmät	ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 -	ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 ISO VG 150		
Nykyaikaiset vaihtelevissa lämpötiloissa toimivat hydraulikat esim. ajoneuvot ympäri vuoden Paine > 100 bar	<b>HVLP</b> ISO VG 15 - ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 -	<b>HV</b> ISO VG 15 ISO VG 22 ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 ISO VG 150	>140  >120	Korroosion, hapettumisen ja kulumisenesto + viskositeetti - indeksin (VI) parantajat

Kuvio 5. Tunnetuinpien hydraulioöljyluokitusten likimääräinen rinnastus /8 s.96/

ISO-standardi 6743/34 jakaa mineraaliöljyt neljään ryhmään HH, HL, HM ja HV. HH on lisäaineeton öljy, HL sisältää korroosionestoainetta, HM sisältää edellisten lisäksi kulumisenestoaineita ja HV:ssä on muiden lisäksi viskositeetti-indeksiä parantavia aineita./5 s. 34./

### 5.4 Ympäristömyötäiset hydraulioöljyt

ISO (International Organization for Standardization) on maaliskuussa 2002 julkaissut standardin ISO 15380:2002 – koskien ympäristömyötäisiä hydraulioöljyjä. Siinä tuotteet on ryhmitelty perusöljyn mukaan:/8 s. 97./

-HETG Standardin mukainen luokitus ympäristömyötäisille öljyille, jotka koostuvat pääasiallisesti kasviöljyistä.



-HEES Standardin mukainen luokitus öljyille, jotka koostuvat pääasiassa synteettisistä estereistä.

## 5.5 Vaikeasti syttyvät hydraulioöljyt

Vaikeasti syttyvät hydraulioöljyt on luokiteltu ISO 6743/4- standardin mukaan seuraavaan taulukkoon. Vaikeasti syttyvien hydraulioöljyjen käyttötarpeita esiintyy muun muassa teräs-, kaivos-, puunjalostus-, kumi-, voima-, auto-, offshore- ja elintarvike-teollisuudessa./8 s.98./ Kuviossa 3 on esitetty erilaisia vaikeasti syttyviä hydraulioöljyjä.

Merkintä	Kuvaus	Vesipitoisuus	Viskositeetti	Käyttölämpötila-alue
HFA-nesteet HFA-E HFA-M HFA-S	Tyypilline käyttö vesihydrauliikoissa Öljyä vedessä -emulsiot Mikroemulsiot Synteettiset liukset	>80%	Lähellä veden viskositeetta	+5 ... +55°C
HFB	Vettä öljyssä -emulsiot	>40%	ISO VG 22-100	+5 ... +60°C
HFC	Polymeeri-vesiliuos (esim. Vesi-glygoli)	>35%	ISO VG 22-100	-20 ... +60°C
HFD	Vedettömät synteettiset nesteet		ISO VG 15-100	-20 ... +150°C
HDF-R HDF-S HDF-T HDF-U	Fosforihaposteetit Klooratut hiilivedyt R:n ja S:n tyyppien seos Muu koostumus			

Kuvio 6. Vaikeasti syttyviä hydraulioöljyjä /8 s.98./

## 6 Biohajoavat hydraulioöljyt

Ympäristön kuormituksen vähentämiseksi tehdään tänä päivänä yhä runsaammin erilaisia toimenpiteitä. Biohajoavien hydraulioöljyjen käytön yleistyminen kansainvälisesti ja valmistajamäärän lisääntyminen ovat olleet asioita, joiden ansiosta myös Suomessa toimivien yritysten on ollut pakko kehittää toimintojansa yhä enemmän kohti ympäristöystävällisempiä toimintatapoja.

Puhuttaessa biohajoavista öljyistä saadaan usein käsitys siitä, että kyse on pelkästään kasviöljypohjaisista tuotteista. Nykyään yhä useampi öljyn valmistaja valmistaa öljynsä synteettisesti käyttämällä biohajoavia estereitä. Termiä bioöljy ei vielä ole mitenkään standardisoitu, joten monet öljyn valmistajat käyttävät kyseistä termiä varsin vapaamuotoisesti eri tuotteitaan markkinoidessaan.

Biohajoavat hydraulioöljyt ovat mineraaliöljyjä ympäristöystävällisempiä, mutta eivät ympäristölle täysin haitattomia aineita. Biohajoavat hydraulioöljyt ovat kuitenkin omassa tuoteryhmässään ympäristöystävällisimpiä tuotteita. Biohajoavuudella tarkoitetaan mikrobien aiheuttamaa aineiden hajoamista hiilidioksimiksi ja vedeksi tai lähtöainetta vähemmän haitallisiksi yhdisteiksi.

Biohajoamattomien ainesosien määrä saa olla enintään viisi prosenttia, ja raaka-aineiden uusiutuvuus tulee olla minimissään yli 80 prosenttia. ISO on määritellyt standardissa ISO-15380 tarkemmin vaatimukset, jotka biohajoavilta voiteluaineilta vaaditaan.

Biohajoavat öljyt pohjautuvat usein, muttei aina kasvipohjaisiin öljyihin. Etenkin kehityksen alussa noin 20 vuotta sitten oli päämääränä kehittää öljy, joka on pelkästään kasviöljypohjainen. Merkittävimmät haitat kasviöljypohjaisessa hydraulioöljyssä ovat ne, että kyseisen öljyn suhteellinen hapettumiskestävyys on melko alhainen ja kylmäkäyttöominaisuudet ovat myös tavallista mineraaliöljyä heikommät.

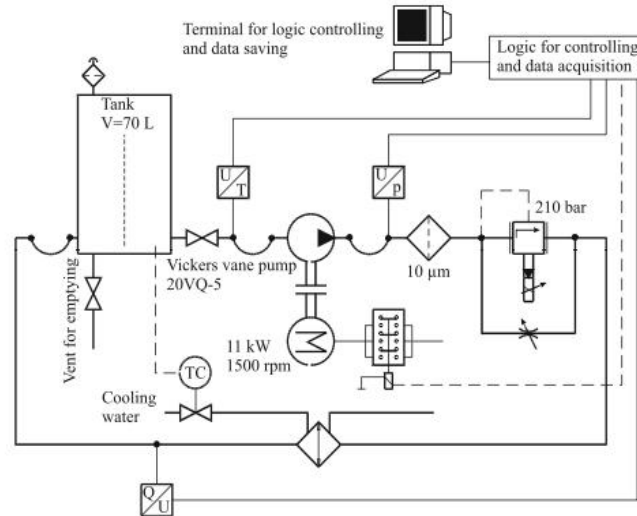
Perusöljynä mäntyöljyä hyödyntäviä biohajoavia hydraulioöljyjä on myös kehitetty, näissä öljyissä toimintaominaisuudet ovat hyvät ja jopa sekoitettavuus tavallisten hydraulioöljyjen kanssa mahdollista ilman ongelmia valmistajan ilmoittamien tietojen mukaan.

Sittemmin on kuitenkin alettu myös kehittää täysin synteettisesti valmistettuja luontoa mahdollisimman vähän kuormittavia hydraulioöljyjä. Synteettisesti valmistetut bioöljyt perustuvat biologisesti hajoaviin synteettisiin estereihin, joiden ympäristövaikutukset ovat vähäiset ja hapettumiskestävyys hyvä.

Synteettisesti valmistettujen biohajoavien hydraulioöljyjen kylmäkäyttö ominaisuudet ovat myöskin kasviöljypohjaisia tuotteita kelvollisemmat. Vähäinen myrkkypitoisuus ja nopea hajoaminen ovat merkittävimpiä vaatimuksia kehitettäessä biohajoavia hydraulioöljyjä.

Voiteluaineiden biohajoavuutta testataan useilla erilaisilla kokeilla. Seuraavassa on mainittu muutamia yleisempiä testejä, joilla öljyjen valmistajat tuotteitaan testaavat. Yleisin testi on CEC-L-33-A-934. Testissä määritellään tuotteen kokonaishajoavuus luontoon. Testausaika on 21 vuorokautta ja, jotta tuote läpäisisi testin on öljystä hajottava vähintään 80 prosenttia, mieluummin enemmän. Laitevalmistajilla on myös omia laatu- ja ominaisuustestejä tuotteilleen.

Hydraulioöljyjä ja muita voiteluaineita testataan myös DIN 51354 standardin mukaisella FZG-pumpputestauksella. Testissä mitataan öljyn voitelukykyä mittaamalla pumpun hammaspyörien kulumista tietyn käyttötuntimäärän jälkeen. Kuvassa 3 esitetty testausjärjestelmä on käytössä Tampereen teknillisessä yliopistossa.



Kuva 3 Modifioitu Vickers-testijärjestelmä. /10/

## 7 Biohajoavien hydraulioöljyjen valmistus

### 7.1 Kasviöljyt

Kasviöljyt ovat kasvista valmistettuja öljyjä. Öljy saadaan puristamalla kasvien siemeniä ja jalostamalla sitä edelleen. Suomessa kasviöljynä käytetään yleensä rypsi- ja rapsiöljyä. Myös mäntyöljyä perusöljynä hyödyntäviä hydraulioöljyjä on markkinoilla./11./

### 7.2 Synteettiset öljyt

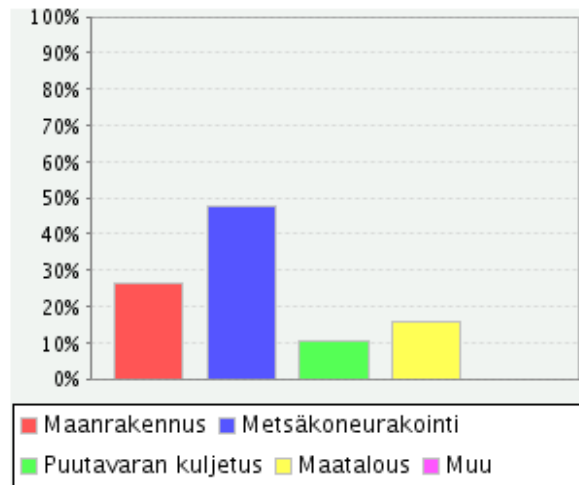
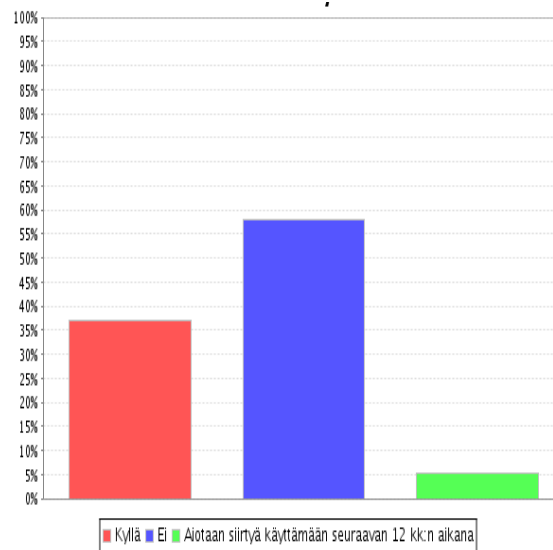
Synteettiset öljyt valmistetaan kemiallisten reaktioiden avulla hiiltä ja vetyä sisältävistä raaka-aineista. Synteettisissä öljyissä käytetään perusöljynä synteettisiä esteiteitä, joita jalostamalla saadaan lopulliseen tuotteeseen halutut ominaisuudet. Haluttuja ominaisuuksia ovat muun muassa parempi hapettumisen esto, pidempi käyttöikä ja paremmat kylmäkäyttöominaisuudet./11./

## 8 Biohajoavien hydraulioöljyjen käyttö

Biohajoavien hydraulioöljyjen käyttö on yleistynyt myös Suomessa siitä, kun kyseiset öljyt tulivat markkinoille. Hydraulioöljyjen käyttöä on sivuttu aiemmin vuosina 1994 (liite 2) ja 1999 (liite 3) Metsäntutkimuslaitos Metlan toimesta tehdyissä tutkimuksissa. Vuonna 1994 tehdyssä tutkimuksessa käy ilmi, että biohajoavien hydraulioöljyjen osuus on keskimääräisesti noin 32 prosenttia. Vuonna 2000 tehdyssä tutkimuksessa havaittiin noin 18 prosentin kasvu vuoteen 1994 verrattuna. Edellä mainituissa tutkimuksissa oli tutkimuksen kohteena pääasiallisesti metsäalan yritykset.

Tätä opinnäytetyötä varten tehtyjen haastattelujen perusteella havaittiin se, että kielteisyys biohajoavien hydraulioöljyjen käyttöä kohtaan on lisääntynyt, kun tuloksia verrataan aiempiin tutkimustuloksiin (liitteet 2 ja 3). Ainoastaan noin 37 % kaikista vastanneista kertoi käyttävänsä laitteissaan biohajoavia hydraulioöljyjä. Noin 58% vastanneista ei käytä kyseisiä öljyjä ja viisi prosenttia ilmaisi, että aikoo kokeilla biohajoavia hydraulioöljyjä seuraavan 12 kuukauden aikana. Pääasiassa vastaajat, jotka ilmoittivat käyttävänsä biohajoavia hydraulioöljyjä toimivat metsäkoneyrittäjinä. Tosin vuosien 1994 ja 2000 tutkimuksiin osallistuneita yrittäjiä oli enemmän, joten tulokset eivät siten ole aivan suoraan vertailukelpoisia. Taulukosta 1 käy ilmi, kuinka vastaukset ovat tässä työssä jakautuneet eri yritysten kesken.

Taulukosta 2 näkyy tulokset vastanneiden kesken kysyttäessä, että käytetäänkö yrityksessä biohajoavia hydraulioöljyjä.

**Taulukko 1** Vastausten jakautuminen**Taulukko 2** Biohajoavien hydraulioöljyjen käyttö

Nykyään yhä enemmän yrityksiltä odotetaan ja vaaditaan myös ympäristöasioihin perehtymistä ja toimimista sen mukaisesti. Erityisesti suuret kansainväliset, muun muassa metsäalan yritykset, ovat sitoutuneet noudattamaan erilaisia ympäristön hyväksi toimivia laatustandardeja, esimerkiksi ISO 14001.

Kyseisten standardien noudattaminen edellyttää yrityksiltä myös sitä, että heidän aliurakoitsijatkin sitoutuvat noudattamaan samoja ympäristövaatimuksia.

Yrittäjät ilmoittivat suurimmaksi syyksi käyttää biohajoavia hydraulioöljyjä sen, että heidän asiakkaansa vaativat sitä. Yrityskuvan parantaminen ja tuotteen ympäristöystävällisyys olivat seuraavaksi merkittävimmät syyt kyseisen öljyn käyttöön. Ensisiasennusöljy -kohtaan osa vastaajista ilmoitti sen öljyalaadun, mikä käytettynä hankitussa koneessa oli kyseiselle yritykselle tullessaan. Osassa ulkomailta hankittavista metsäkoneista on ollut hankinta hetkellä käytössä biohajoava hydraulioöljy.

Taulukossa 3 on tarkemmin kuvattu vastausten osuus kysyttäessä merkittävimpiä syitä yrityksen hydraulioöljyvalinnalle.

**Taulukko 3.** Syitä tuotteen käytölle.



## 9 Havaittuja ongelmia käytettäessä biohajoavia hydraulioöljyjä

Biohajoavien hydraulioöljyjen käyttö ei ole osoittautunut aivan ongelmattomaksi.

Noin 53 % haastatteluihin osallistuneista biohajoavien hydraulioöljyjen käyttäjistä ilmoitti, että heillä on joskus aiheutunut ongelmia, kun he ovat käyttäneet kyseisiä tuotteita.

Taulukosta 4 ei käy ilmi ongelmien laatu, vaan ainoastaan se, että onko yritys havainnut mitään ongelmia käyttäessään biohajoavia hydraulioöljyjä. Ongelmien laatua on selvitetty tarkentavilla kysymyksillä.

Suurimmat ongelmat ovat aiheutuneet kasviöljypohjaisista tuotteista. Täysin synteettisesti valmistettujen öljyjen kanssa ongelmia on ollut hiukan vähemmän. Tuotteiden on havaittu aiheuttavan osalle koneiden käyttäjistä lieviä terveysongelmia.

Ongelmat ovat ilmenneet erilaisina silmä- ja iho-oireina, esimerkiksi pienetkin haavat tulehtuvat helpommin joutuessaan kosketuksiin biohajoavan öljyn kanssa. Syyinä tähän todennäköisesti on tuotteessa oleva suuri bakteerikanta. Osalle käyttäjistä on myös ilmennyt erilaisia allergisia reaktioita.

Biohajoavan hydraulioöljyn on todettu myös osalla yrittäjistä aiheuttaneen heidän laitteistoilleen teknisiä ongelmia erilaisten letku-, tiiviste- ja pumppurikkojen vuoksi. Kyseisten öljyjen pakkasenkestävyys on myös havaittu olevan tavallisia hydraulioöljyjä heikompaa. Kuumissa olosuhteissa työskennellä on myös havaittu kyseisten öljyjen käytöstä aiheutuvan laitteisto-ongelmia. Osa ongelmista tosin johtunee öljyn sekaan joutuneista epäpuhtauksista, jotka aiheuttavat eri laitevalmistajien mukaan jopa yli 70 % syntyvistä vaurioista.

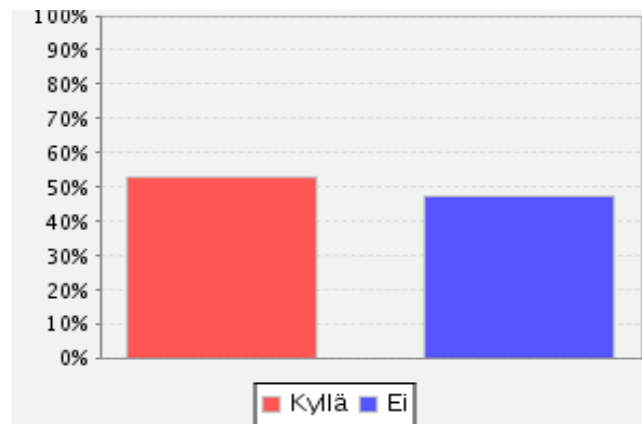
Teknisiä ongelmia on myös havaittu syntyvän silloin, kun koneeseen on sekoitettu mineraali- ja biohajoavia öljyjä keskenään. Tämän on todettu aiheuttavan erityisesti pumppuvaurioita. Öljyjen sekä laitteiden valmistajat suosittavatkin, että siirryttäessä mineraaliöljyistä bioöljyihin tai toisinpäin, olisi koko hydraulijärjestelmä syytä tyhjentää ja puhdistaa kunnolla, jottei öljyjen sekoittumista pääsisi syntymään.

Osa yrittäjistä on myös havainnut sen, että biohajoavat hydraulioöljyt lisäävät työtä koneiden puhdistamisessa esimerkiksi letkurikon sattuessa. Kyseinen ongelma johtunee siitä, että biohajoavat öljyt sitovat itseensä enemmän ulkopuolista likaa ja ovat mineraaliöljyä tahmeampia.



Edellä mainitut tulokset on saatu haastattelemalla niitä yrityksiä, jotka käyttävät tai ovat joskus käyttäneet kalustossaan biohajoavia hydraulioöljyjä. Yritysten toimialana oli pääsääntöisesti koneellinen metsänraivaus ja puun kuljetus. Kyseiset yritykset toimivat pääosin Itä-Suomen alueella.

**Taulukko 4.** Onko havaittu ongelmia biohajoavien hydraulioöljyjen käytöstä



## 10 Havaittuja hyötyjä käytettäessä biohajoavia hydraulioöljyjä

Osa yrittäjistä ei ole havainnut merkittävien ongelmien lisääntyneen käyttäessään biohajoavia hydraulioöljyjä. Noin 42% vastanneista kyseisten öljyjen käyttäjistä totesi biohajoavien hydraulioöljyjen olevan toimivampia kuin mineraalipohjaiset hydraulioöljyt.

Havaittuja hyötyjä, joita yrittäjät ovat havainneet käyttäessään biohajoavia hydraulioöljyjä ovat olleet muun muassa kohonnut yritysimage ja muutenkin kohonnut ympäristötietoisuus.

Kyseiset käyttäjät eivät olleet havainneet mitään ongelmia kyseisten öljyjen aiheuttamina ja he myös pitivät biohajoavien öljyjen käyttöikä parempana. Pääasiallisesti näillä yrityksillä on käytössään öljyjä, jotka eivät ole kasviöljypohjaisia vaan ne ovat synteettisesti valmistettuja tuotteita. Tulokset on saatu kyselylomakkeeseen (liite 1) vastanneille yrityksille lähetettyjen tarkentavien kysymysten perusteella. Suurin osa vastaajista toimii koneelliseen metsänraivaukseen parissa.

## **11 Biohajoavien öljyjen saatavuus Suomessa**

Suomessa on saatavilla sekä kasviöljypohjaisia, että synteettisesti valmistettuja biohajoavia hydraulioöljyjä lähestulkoon kaikilta markkinoilta olevilta öljynvalmistajilta.

Valtaosa markkinoilla olevista biohajoavista hydraulioöljyistä on valmistettu hyväksikäyttäen synteettisiä estereitä. Kasviöljypohjaisia tuotteita kuitenkin kehitetään lisää koko ajan.

Suomessa toimii myös yrityksiä, jotka tekevät omaa tuotekehitystä biohajoavien öljyjen saralla. Muun muassa pirkkalalainen Voitelukeskus Tonttila Oy on kehittänyt oman mäntyöljypohjaisen biohajoavan hydraulioöljyn.

Raisio on myös kehittänyt oman kasviöljypohjaisen hydraulioöljyn. Molemmat edellämainituista yrityksistä ovat saaneet tuotteelleen Euroopan ympäristömerkin eli EU-kukan./11./

## **12 Biohajoavien hydraulioöljyjen tulevaisuus**

Yhä useammassa hydrauliiikkaa sisältävissä laitteissa on ensiasennusöljyksi ostajalla mahdollisuus valita biohajoava hydraulioöljy tavallisen hydraulioöljyn sijaan.

Suurimpana haasteena biohajoavien hydraulioöljyjen käytön yleistymiseen on käyttäjien ennakoasenteet ja huonot kokemukset vanhemmista bioöljyistä, joiden ominaisuudet eivät olleet nykyaikaisten synteettisesti valmistettujen biohajoavien hydraulioöljyjen tasoa.

Tavallisten hydraulioöljyjen halvempi hankintahinta on myös yksi merkittävästi vaikuttava syy niiden yleisyyteen. Jatkuva laitevalmistajien ja käyttäjien sekä öljynvalmistajien välinen yhteistyö yhdessä kovenevien ympäristöstä tulevien vaatimusten on edesauttamassa yhä paremmin toimivien öljyjen kehittämiseen.

Monet kunnat Suomessa ovat siirtyneet käyttämään omassa kalustossaan biohajoavia hydraulioöljyjä. Yksityisellä puolella on myös tapahtunut jonkin verran edistystä kohti ekologisempia käytäntöjä. Tiehallintopiirit ovat yhä enempi alkaneet vaatia urakoitsijoiltaan biohajoavien öljyjen käyttöä ja muun muassa ympäristön huoltoon erikoistunut Lassila & Tikanoja Oy on ilmoittanut, että heillä käytetään omissa laitteissaan biohajoavia hydraulioöljyjä.

Muualla Euroopassa biohajoavien hydraulioöljyjen markkinaosuus on Suomeen verrattuna suurempi. Ruotsissa yli 80 prosenttia metsäkoneista ja muusta liikkuvasta hydraulikasta käyttää biohajoavaa hydraulioöljyä. Saksa, Itävalta ja Sveitsi tulevat hiukan perässä noin 60 prosentin osuudellaan./12/.

### **13 Suomessa saatavilla olevia biohajoavia öljyjä**

Suomessa suurimmalta osalta markkinoilla olevilta hydraulioöljyjen valmistajilta löytyy valikomistaan myös biohajoava vaihtoehto. Taulukossa 5 on esitetty muutamia Suomessa saatavilla olevista biohajoavista hydraulioöljyistä.

**Taulukko 5.** Esimerkkejä biohajoavista hydraulioöljyistä.

<b>Valmistaja</b>	<b>Merkki</b>	<b>Viskositeettiluokka VG</b>
<i>MobilExxon</i>	<i>EAL Hydraulic</i>	32,46
<i>Shell</i>	<i>Shell Naturelle Fluid</i>	15,32,46,68
<i>Teboil</i>	<i>Hydraulic Eco</i>	32,46
<i>Neste oil</i>	<i>Neste Biohydrauli</i>	15,32,46,68
<i>Binol</i>	<i>Biosafe</i>	15,32,46,68
<i>Solmaster</i>	<i>Solmaster Eko</i>	32

## 14 Johtopäätökset ja pohdinta

Tässä työssä tarkoituksena oli selvittää, kuinka yleisesti biohajoavia hydraulioöljyjä käytetään ja millaisia vaikutelmia kyseisten öljyjen käyttäjät ovat niistä havainneet. Vastausprosentti eri yrityksille lähetettyihin kyselyihin jäi melko alhaiseksi, joten tulokset eivät siltä osin ole täysin vertailukelpoisia aiemmin tehtyihin tutkimuksiin.

Suuremman vastausprosentin saavuttamiseksi olisi kyselyn toteuttamiseen varattu aika voinut olla mahdollisesti pidempi, jolloin ehkä vastauksia olisi saattanut tulla enemmän. Nyt aikaa kyselyjen lähettämisen ja vastausten kokoamisen välinen aika oli noin kuusi viikkoa.

Pääteltävissä saatujen vastausten perusteella kuitenkin on se, että biohajoavien hydraulioöljyjen yleistymisen ei ole ollut enää niin suurta, kuin se oli vielä vuosien 1994 ja 2000 välisenä aikana. Syitä tähän voi olla monia, mutta ainakin kohonneet kustannukset ovat varmasti yksi merkittävimmistä syistä. Biohajoavat hydraulioöljyt ovat hinnaltaan kalliimpia kuin mineraalipohjaiset öljyt, joten urakoitsijat säästävät rahaa käyttäessään perinteisempiä mineraaliöljyjä.

Ennakoasenteet ratkaisevat myös öljyvalintaa, sillä osalla käyttäjistä voi olla biohajoavista hydraulioöljyistä melko negatiivinen mielikuva. Mielikuvat eivät välttämättä perustu käyttäjän omiin kokemuksiin, vaan esimerkiksi muilta käyttäjiltä kuultuihin kokemuksiin, jotka taas saattavat perustua käyttökokemuksiin vanhemmista biohajoavista hydraulioöljyistä, joiden ominaisuudet eivät välttämättä olleet Suomen olosuhteisiin täysin soveliaimmat. Negatiivisiin mielikuviiin ja ennakoasenteisiin voi myös vaikuttaa se, että esimerkiksi metsäkoneyrittäjien on ollut pakko siirtyä käyttämään kyseisiä tuotteita, ja sen myötä kustannukset ovat nousseet merkittävästi.

Mikäli biohajoavien hydraulioöljyjen käyttöä halutaan lisätä, tulisi niiden hinnan olla lähempänä mineraaliöljyjen tasoa. Markkinointia eri öljyvalmistajien taholta tulisi myös kehittää entistä houkuttelevammaksi. Markkinoinnissa tulisi erityisesti huomioida Suomen haastavat ilmastolliset olosuhteet. Haasteena biohajoavien hydraulioöljyjen markkinoinnissa on myös saada kohotettua kyseisten öljyjen heikkoa mainetta.

Tulevaisuudessa biohajoavien hydraulioöljyjen käytön yleistymistä voitaisiin myös edesauttaa siten, että yrittäjät, jotka siirtyvät käyttämään biohajoavia tuotteita voisivat saada jonkinlaista hyvitystä esimerkiksi verohelpotusten yms. muodossa. Toiteuessaan tämä tosin vaatisi jonkinlaista kontrollointia, jossa pystyttäisiin todentamaan se, että yrityksellä on ollut kokoajan käytössä ainoastaan biohajoavia hydraulioöljyjä eikä väärinkäytöksiä pääsisi syntymään.

## Lähteet

1. Keinänen, T & Kärkkäinen, P. 2005. Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka 1. painos. Helsinki: Werner Söderström osakeyhtiö
2. Aula, E & Mikkonen, P. 2008. Liikkuvan kaluston sähköhydraulikka. Vammalan kirjapaino oy
3. Luentomateriaali. 2007 Hydraulikka & Pneumatiikka kurssi. PKAMK.
4. Valtra. 2008. Advance hydraulikka 2008. Huotomiesten koulutusmateriaali
5. Fonselius, J. 1993. Koneautomaatio, hydraulikka. 7. painos. Helsinki. Painatuskeskus Oy.
6. Ponsse Oyj. 2011 [www.ponsse.fi](http://www.ponsse.fi) 5.4.2011
7. Kara, W. 1989. Voiteluaineet. Hämeenlinna. Karisto Oy.
8. Kunnossapitoyhdistys. 2006. Teollisuusvoitelu. 4. Painos. Hamina. Kotkan kirjapaino Ab.
9. Kauranne, H. Kajaste, J. Vilenius, M. 1996. Hydraulikan perusteet 1. painos Porvoo: WSOY
10. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry 2011. [www.promaint.net/kunnossapito8/2005](http://www.promaint.net/kunnossapito8/2005). 6.4.2011
11. Eri öljyvalmistajien kotisivut
12. Ympäristömerkki. 2011. [www.ymparistomerkki.fi/files/123/tiedote\\_Binol.pdf](http://www.ymparistomerkki.fi/files/123/tiedote_Binol.pdf). 10.4.2011

## Kyselylomake

### 1. Yrityksenne toimiala

- a) maanrakennus
- b) metsäkoneurakointi
- c) puutavaran kuljetus
- d) maatalous
- e) muu, mikä?

VASTAUS:

### 2. Käytetäänkö yrityksessänne biohajoavia hydraulioöljyjä

- a) kyllä
- b) ei
- c) aiotaan siirtyä käyttämään seuraavan 12 kk:n aikana

\*mikäli vastasitte kohdan b, siirtykää kysymykseen numero 6.

VASTAUS:

### 3. Syitä miksi käytätte biohajoavia hydraulioöljyjä

- a) asiakkaat vaativat
- b) pyrin parantamaan yrityskuvaani
- c) ne ovat ympäristöystävällisiä
- d) olen saanut tuotteesta positiivista tietoa
- e) ne olivat ensiasennusöljynä
- f) muu, mikä?

VASTAUS:

4. Oletteko havainneet merkittäviä etuja käyttäessänne biohajoavia hydraulioöljyjä?  
(verrattuna tavalliseen öljyyn)

- a) kyllä, mitä?
- b) ei merkittäviä etuja

VASTAUS:

5. Oletteko havainneet merkittäviä ongelmia käyttäessänne biohajoavia hydraulioöljyjä? (verrattuna tavalliseen öljyyn)

- a) kyllä, mitä?
- b) ei merkittäviä ongelmia

VASTAUS:

6. Minkä valmistajan öljyjä yrityksessänne käytetään?

- a) Neste
- b) Teboil
- c) Mobil
- d) Shell
- e) Muu, mikä?

VASTAUS:



Liitteestä käy ilmi vuonna 1994 tehdystä tutkimuksesta saatu tulos, jossa selvitettiin biohajoavien öljyjen käyttöä metsäkoneissa.

### 3 TULOKSET

#### 3.1 Metsäkoneet

##### 3.1.1 Käytössä olevat hydraulii- ja teräketjuöljyt

Biohajoavaa hydrauliiöljyä käytettiin yli 40 %:ssa hakkuukoneista ja kuormatraktoreista (taulukko 2). Biohajoavasta hydrauliiöljystä noin 85 % oli synteettistä öljyä. Teräketjuöljynä käytettiin enemmän biohajoavaa öljyä kuin perinteistä mineraaliöljyä. Biohajoavan öljyn osuus oli jo lähes 60 % hakkuukoneissa käytetystä teräketjuöljystä.

TAULUKKO 2 Öljyalaadut metsäkoneissa

Öljyalaatu	Osuus käyttäjistä, %		
	Hakkuukoneiden hydrauliiöljy	Hakkuukoneiden teräketjuöljy	Kuormatraktorien hydrauliiöljy
Biohajoava	44	59	42
-	5	-	6
Ei-synteettinen			
- Synteettinen	39	-	36
Mineraaliöljy	56	41	58
Yhteensä	100	100	100

Liitteestä 3 käy ilmi vuonna 1999 tehdyn tutkimuksen tulos, jossa muun muassa tutkittiin metsäalalla toimivien yritysten biohajoavien öljyjen käyttöä.

**TAULUKKO 22** Biohajoavien teräketju- ja hydraulioöljyjen käyttö hakkuukoneissa, kuormatraktoreissa ja puutavara-autojen nostureissa vuoden 1999 lopussa

Koneryhmä	Biohajoava teräk.öljy		Biohajoava hydr.öljy	
	Määrä, kpl	Osuus, %	Määrä, kpl	Osuus, %
Hakkuukoneet	686	64,5	491	45,6
Kuormatraktorit	-	-	606	50,3
Puutavara-autot	-	-	595	54,3

Biohajoavaa teräketjuöljyä käyttävien hakkuukoneiden osuus on lisääntynyt vuoden 1994 45,3 prosentista 64,5 prosenttiin vuonna 1999. Biohajoavien öljyjen käyttö hakkuukoneiden hydraulikkaöljyinä on lisääntynyt vuoden 1994 33,3 prosentista 45,6 prosenttiin vuonna 1999. Kuormatraktoreissa biohajoavien öljyjen käyttö hydraulikkaöljyinä on lisääntynyt 32,1 prosentista 50,3 prosenttiin ja puutavara-autoissa 32,8 prosentista 54,3 prosenttiin.

