

Saana Käkelä

KIERRÄTYSÖLJYN HYÖDYNTÄMINEN  
ENERGIANTUOTANNOSSA

Kemiantekniikan koulutusohjelma  
2014

# KIERRÄTYSÖLJYN HYÖDYNTÄMINEN ENERGIANTUOTANNOSSA

Käkelä, Saana  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kemiantekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2014  
Ohjaaja: Hannelius, Timo (lehtori, SAMK)  
Sivumäärä:34  
Liitteitä:14

Asiasanat: jäteöljy, öljyn poltto, öljyn lämpöarvo

---

## TIIVISTELMÄ

*Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia jäteöljyn hyödyntämistä energiantuotannossa. Työssä tutkittiin Suomessa kierrätysöljyä käsitteleviä yrityksiä, jätteenpoltoa koskevaa lainsäädäntöä sekä jätteen pienpolttua. Työn kokeellisessa osiossa öljynäytteistä määritettiin metallipitoisuuksia mm. sinkki-, kupari-, nikkeli- ja kromipitoisuudet, sekä mitattiin pH, johtokyky, viskositeetti ja lämpöarvo. Todettiin, että öljyssä oli runsaasti sinkkiä, joka siirtyy myös palamiskaasuihin pommikalorimetrysten kokeiden perusteella.*

*Jäteöljynäytteille määritetyt kalorimetriset lämpöarvot olivat todella korkeita jopa 45 MJ/kg, mikä vastaa kevyen polttoöljyn tasoa. Voiteluöljyjä ei ole tarkoitettu polttoaineiksi, koska ominaisuuksia parantavat lisäaineet, mm. sinkki, sekä käytössä muodostuvat yhdisteet tekevät siitä polttoon kelpaamatonta jätettä.*

*Säädöksistä huolimatta on todennäköistä, että pienpolttua kuitenkin tapahtuu, koska tilastollisesti jäteöljyn keräysmäärät eivät vastaa myyntitilastoissa esiintyviä määriä. Pessimistisimpien arvioiden mukaan jäteöljyn kierrätysaste olisi vain n. 40 %, mikä merkitsee sitä, että kierrosta ”häviää” jopa 30 000 t jäteöljyä vuodessa.*

*Jäteöljyn ilmeisen pienpolton vähentämiseksi Suomessa, voitaisiin harkita taloudellista kompensatiota keräyksen tehostamiseksi. Lisäksi tekniikan riittävästi kehityttyä pienpoltto voitaisiin sallia valtaviin keräyksestä syntyvien kuljetusmatkojen minimoimiseksi ja jätteenkeräysjärjestelmän yksinkertaistamiseksi ainakin kuntaöljyjen osalta.*

# UTILIZATION OF WASTE OIL IN ENERGY PRODUCTION

Käkelä, Saana

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Chemical Engineering

May 2014

Supervisor: Hannelius, Timo (Senior Lecturer, SAMK)

Number of pages: 34

Appendices:14

Keywords: Waste Oil; Oil Waste; Oil Combustion; Calorimetric Heat Value

---

## ABSTRACT

*Purpose of this thesis was to study the utilization of waste oil in energy production. The work introduces companies handling waste oil in Finland, legislation concerning burning of waste oil and waste handling in non- industrial scale.*

*In the experimental part of the thesis the waste oil was analyzed including the zinc-, copper-, nickel- and chromium levels, pH, electrical conductivity, viscosity and calorimetric heat value.*

*According to the experimental results the analyzed oil samples contained high level of zinc which was transferred in to the flue cases in the burning process. The determined calorimetric heat values were substantially high up to 45 MJ/kg, which is almost equivalent to light heating oil.*

*Lubrication oils are not suitable for combustion. Additives including zinc and other substances, which enhance performance of the engines, convert the waste oil as non-suitable for burning purpose.*

*Despite the regulations it's evident that small scale non- industrial waste oil burning does occur, this assumption is backed up by the statistics. The amounts of the oils sold in Finland do not correlate to the amounts collected for recycling.*

*According to the most pessimistic assessments waste oil recycling rate might be about 40%, this means 30 000 t of oily waste disappears from the "cycle" annually. In order to reduce the waste oil burning in non-industrial scale in Finland, maybe a small financial compensation should be put under consideration in order to make collecting more sufficient.*

*In addition, when the technology allows it, non-industrial waste oil burning could be admitted in order to reduce collecting transportation and simplify the municipal waste handling system at least where oil is concerned.*

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	JÄTEÖLJY.....	7
2.1	Jätteen määritelmä.....	7
2.2	Jäteöljylajit.....	7
2.2.1	Voiteluöljyt.....	9
2.2.2	Vastuu jätteestä.....	9
2.2.3	Vastuu jätteen keräyksestä.....	10
2.2.4	Jäteöljyn keräys.....	11
2.3	Kuljetuskalusto.....	13
2.3.1	Suomessa jäteöljyn käsittely kustannuksista muodostuvia maksuja.....	13
3	SUOMESSA JÄTEÖLJYÄ KÄSITTELEVÄT YRITYKSET.....	14
3.1	Ekokem Jämsänkoski.....	14
3.2	Ekokem Riihimäki.....	15
3.3	Ecostream.....	16
4	JÄTTEEN POLTTOA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET.....	18
4.1	Valtioneuvoston asetus jätteenpolttamisesta.....	18
4.2	Asetuksen pykälän 2 § mukaisten jätteenpolttolaitosten määritelmät.....	19
5	KOKEELLINEN OSA.....	22
5.1	Näytteet.....	22
5.2	Tiedetyt näytteissä olevat metallit.....	22
5.2.1	Kalorimetrinen lämpöarvo.....	23
5.2.2	Palamislämmön määrittäminen pommikalorimetrillä.....	24
5.3	Öljynäytteille määritetyt palamislämmöt.....	27
5.4	Uutto.....	28
5.5	Pitoisuusmääritykset.....	29
5.5.1	Standardisuorat.....	30
5.5.2	Öljyn metallipitoisuus.....	31
5.6	Viskositeetin määrittäminen Höppler- viskosimetrillä.....	32
6	TULOSTEN TARKASTELU.....	34
	LÄHTEET.....	35

## LIITTEET

Liite 1: Nikkelin-, kuparin-, kromin ja sinkin standardisuorat

Liite 2: Uuden moottoriöljyn nikkelpitoisuus

Liite 3: Käytetyn moottoriöljyn nikkelpitoisuus

Liite 4: Uuden moottoriöljyn sinkkipitoisuus

Liite 5: Käytetyn moottoriöljyn sinkkipitoisuus

Liite 6: Uuden moottoriöljyn kuparipitoisuus

Liite 7: Käytetyn moottoriöljyn kuparipitoisuus

Liite 8: Uuden moottoriöljyn kromipitoisuus

Liite 9: Käytetyn moottoriöljyn kromipitoisuus

Liite 10: Moottoriöljy (25°C) viskositeettimittauksia

Liite 11: Konepajan jäteöljyseoksen viskositeettimittauksia

Liite 12: Hydraulissynteriniöljyn viskositeettimittauksia

Liite 13: Hoonausöljyn viskositeettimittauksia

Liite 14: Kuntien jätelaitosten jäsenkunnat

## 1 JOHDANTO

Suomessa jätehuollosta vastaavat kunnat, tämä velvollisuus perustuu jätelakiin.

Tästä johtuen syntyvän jäteöljyn keräys on hyvin järjestettyä ja käsittely tarkkaan valvottua.

Jätelain pääasiallisena tarkoituksena on jätteenkäsittelystä aiheutuvien ympäristövai-  
kutusten minimointi, valvonta ja vallitsevien käytäntöjen yhdenmukaisuus varmista-  
minen.

Ensisijaisesti jäteöljy tulisi regeneroida, toissijaisesti polttaa. Käsittelyn tulee kuiten-  
kin aina tapahtua parasta saatavilla olevaa tekniikkaa käyttäen.

Käsittelylle asetetut vaatimukset velvoittavat alalla toimijat suuriin investointeihin ja  
tästä johtuen on liiketoiminta keskittynyt maanlaajuisesti kahdelle yritykselle Lassila  
ja Tikanojalle ja Ekokem Oy:lle, ja kahdelle paikkakunnalle Riihimäelle ja Jämsän-  
koskelle.

Vaikka pienpoltto on kiellettyä ja rangaistavaa, ”katoaa” jätettä kuitenkin varovaisen  
arvion mukaan 15 000-20 000 tonnia vuodessa.

Siitä mitä katoavalle öljylle tapahtuu, ei ole tarkkaa tietoa, mutta arvellaan, että suu-  
rin osa öljystä poltetaan ja loppu joutuu luontoon.

## 2 JÄTEÖLJY

### 2.1 Jätteen määritelmä

Jätteen määritelmä on kirjattu jätelakiin. Jätelaissa *jätteellä* tarkoitetaan: ”ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä.”

Samaisessa laissa *vaarallisella jätteellä* tarkoitetaan jätettä, jolla on ”palo- tai räjähdysvaarallinen, tartuntavaarallinen, muu terveydelle vaarallinen, ympäristölle vaarallinen tai muu vastaava ominaisuus (*vaaraominaisuus*)”. /12/

Jäteöljy lukeutuu vaarallisiin jätteisiin.

Vaaralliset jätteet tulee pitää erillään muista jätteistä, eikä niitä tule sekoittaa keskenään tai muiden jätteiden kanssa.

### 2.2 Jäteöljy lajit

Öllyjäte jakautuu kahteen alalajiin öljyisiin jätteisiin ja käytettyihin voiteluöljyihin.

Öllyiset jätteet:

- Laivaöljyt
  - Pilssiöljyt
  - Polttoaineen separointijäte
  
- Polttoaineiden jätteet
- Säiliöiden puhdistusjätteet
  - Pohjasakka
  - Nestemäinen
  
- Öljynerottimien jätteet
  - Pintaliuotin
  - Kokotyhjennys
  - Pohjasakka

- PCB-pitoinen jäte
  - Muuntajaöljyt
  - Katkaisijaöljyt

Käytetyt voiteluöljyt:

- Erilläänpito epäonnistunut
  - Vesipitoiset öljyt
  - Liuottimet
- Erilläänpito onnistunut
  - Kirkkaat öljyt
    - Hydraulioöljyt
    - Muuntajaöljyt
    - Vaihteistoöljyt
    - Turbiiniöljyt
  - Mustat öljyt
    - Moottoriöljyt/3/



### 2.2.1 Voiteluöljyt

Voiteluöljyt ovat nestemäisiä voiteluaineita, joiden tarkoituksena on alentaa kitkaa ja kulumista liikkuvien koneenosien välillä, sekä osaltaan puhdistaa ja viilentää konetta. Voiteluöljyt koostuvat perusöljyistä ja lisäaineista. Perusöljyjä on kolmea eri tyyppiä täyssynteettisiä, mineraaliöljypohjaisia ja puolisynteettisiä, jotka ovat kahden edellä mainitun seoksia.

Voiteluöljyissä käytettävien lisäaineiden pitoisuus vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan, noin 40 % -iin asti.

Käytetyt lisäaineet ovat viskositeetti-indeksin parantajia, puhdistavia lisäaineita, jähmeäpisteen alentajia, kulumisenestoaineita, sekä hapetuksen- ja vaahdonestoaineita. Lisäaineet sisältävät usein suuria pitoisuuksia metalleja esim. sinkkiä, jopa 1,1g/l.  
/18/

### 2.2.2 Vastuu jätteestä

Vastuu jätteestä on jätteenhaltijalla. Jätteenhaltija on jätteen tuottaja, kiinteistön haltija tai muu jätteen hallussapitäjä. Tämä vastuu säilyy haltijalla jätteen hallussapitoajan keräys tai käsittelypaikalle asti.

”Jätteen haltijan on oltava selvillä jätteen alkuperästä, määrästä, lajista, laadusta ja muista jätehuollon järjestämiselle merkityksellisistä jätteen ominaisuuksista sekä jätteen ja jätehuollon ympäristö- ja terveysvaikutuksista ja tarvittaessa annettava näitä koskevat tiedot muille jätehuollon toimijoille.”

Jätteenhaltijalla on velvollisuus suorittaa kunnan jätemaksu.

/12/

”Vaarallisen jätteen pakkauksen on oltava tiivis ja tiiviisti uudelleen suljettava ja sen on kestävä tavanomaisesta käytöstä, siirtämisestä ja säilytysolosuhteista aiheutuva kuormitus ja rasitus. Pakkauksen ja sulkimen materiaalit eivät saa reagoida vaarallisen jätteen kanssa siten, että jätteestä aiheutuu vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle.” /15/

### 2.2.3 Vastuu jätteen keräyksestä

Jätelain mukaa *jätehuollolla tarkoitetaan*: ”jätteen keräystä, kuljetusta, hyödyntämistä ja loppukäsittelyä, mukaan lukien tällaisen toiminnan tarkkailu ja seuranta sekä loppukäsittelypaikkojen jälkihoito ja toiminta välittäjänä.” /12/

Jätteen keräyksellä tarkoitetaan: ”jätteen kokoamista kiinteistön haltijan, kunnan, tuottajan, jakelijan tai muun järjestämään vastaanottopaikkaan omatoimista käsittelyä varten tai jätteen kuljettamiseksi käsittelyyn, mukaan lukien jätteen alustava lajittelu ja tilapäinen varastointi.”

Kunnalla on jätelain mukaan velvollisuus järjestää jätehuolto, tämä koskee myös öljyjätettä.

”Kunnan on lisäksi järjestettävä asumisessa syntyvän vaarallisen jätteen vastaanotto ja käsittely. Maa- ja metsätaloudessa syntyvän vaarallisen jätteen vastaanotto ja käsittely kuuluu kunnan vastuulle, jollei kysymys ole kohtuuttomasta määrästä jätettä.” /12/

Kunnan hoitaessa jätehuollon on jätteenhaltijalla velvollisuus suorittaa kunnan jätemaksu. ”Kunnan jätemaksun perusteita ovat jätteen laji, laatu, määrä ja noutokerrat.”

## 2.2.4 Jäteöljyn keräys

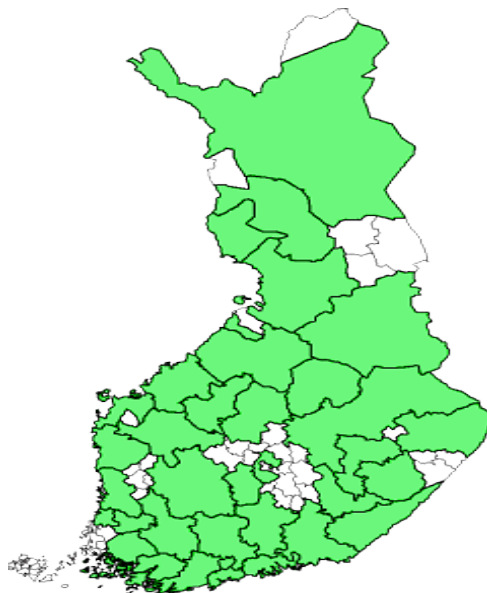
Suomessa jäteöljyn keräyksen järjestävät kunnat yhteistyössä Lassila & Tikanojan (L&T) ja Ekokem Oy:n kanssa.

Ympäristöministeriö on hyväksynyt L&T:n hoitamaan valtakunnallista jäteöljyn keräämistä 1.1.2013 alkaen. /13/

Alueellisia vaarallisen jätteen keräyspisteitä on 433 kpl. Nämä ovat kaikki miehittetyjä vastaanottopaikkoja. Keräysvälineenä toimivat yleensä keräyskontit.

Vaarallisen jätteen keräyskonttien tunnusväri on yleensä punainen.

Kiinteiden keräyspaikkojen lisäksi vaarallisia jätteitä kerätään monilla paikkakunnilla kiertävillä keräysautoilla.



Kuva 1 Kuntien jätelaitokset /7/

1. Botnariosk Oy Ab
2. Ekorosk Ab Oy
3. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy
4. HSY:n jätehuolto
5. Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy
6. Jyväskylän kaupunki
7. Jämsän Jätehuolto liikelaitos
8. Jätekkukko Oy
9. Kainuun jätehuollon kuntayhtymä (Ekokymppi)
10. Keski-Savon Jätehuolto
11. Kiertokapula Oy
12. Kymenlaakson Jäte Oy
13. Lakeuden Etappi Oy
14. Lapin Jätehuolto kuntayhtymä

15. Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy
16. Metsäsairila Oy
17. Millespakka Oy
18. Napapiirin Residuum Oy
19. Nurmijärven kunta
20. Oulun Jätehuolto
21. Perämeren Jätehuolto Oy
22. Pirkanmaan Jätehuolto Oy
23. Porin Jätehuolto
24. Puhas Oy
25. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy
26. Rauman seudun jätehuoltolaitos
27. Rosk'n Roll Oy Ab
28. Rouskis Oy
29. Sammakkokangas Oy
30. Satakierto Oy
31. Savonlinnan Seudun Jätehuolto Oy
32. Stormossen Ab Oy
33. Turun Seudun Jätehuolto Oy
34. Vestia Oy
35. Ylä-Savon Jätehuolto Oy

Alle 200l jäteöljymäärät viedään kunnan jätteenkeräyspisteisiin.

L&T laatii siirtoasiakirjat ja noutaa hyvän laatuiset alle 10 % vettä sisältävät öljyerät kotoa veloituksetta. Noutopisteen tulee olla sellainen, että säiliöauton on mahdollista ajaa sen lähelle, jätteen on myös oltava pakattuna 200l pakkaukseen.

/13/

”Ekokem kerää ja kierrättää edelleen teollisuudessa sekä huolto- ja korjaustoiminnassa käytetyt voiteluöljyt. Ekokemin minimimäärä veloituksettomalle öljynnoudolle on 600 litraa.” /4/

## 2.3 Kuljetuskalusto

Jäteöljyn kuljetus maanteillä tapahtuu säiliöautoilla tai keräyskonteissa.

Vaaralliset jätteet kuljetetaan vaarallisten aineiden kuljetuksena (VAK) keräyspisteistä käsittelyyn.

Vaarallisten aineiden maantiekuljetuksista on voimassa kansainvälinen sopimus (ADR- sopimus). Tässä sopimuksessa määritellään esimerkiksi aineiden luokitukset, osapuolten vastuut ja velvollisuudet kuljetusketjussa ja henkilöstön pätevyyteen liittyvät vaatimukset. Myös ajoneuvoille, kuljetuspakkauksille ja säiliöille annetaan tarkat vaatimukset. /15/

### 2.3.1 Suomessa jäteöljyn käsittely kustannuksista muodostuvia maksuja

”Valmisteveron luonteisia maksuja ovat kaatopaikalle toimitettavasta jätteestä maksettava jätevero, voiteluöljyistä ja -valmisteista kannettava öljyjättemaksu ja maahan-  
tuodusta ja Suomen kautta kuljetetusta öljystä perittävä öljysuojamaksu.” /9/

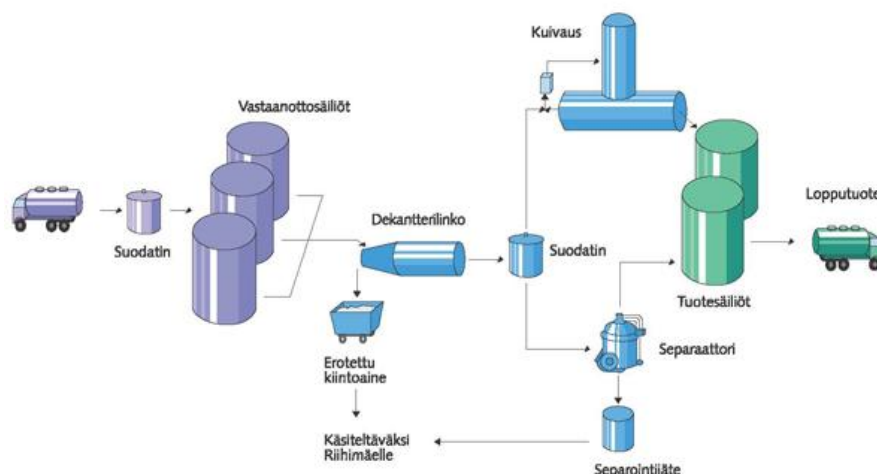
### 3 SUOMESSA JÄTEÖLJYÄ KÄSITTELEVÄT YRITYKSET

Syntyvä öljyjäte käsitellään kolmena ryhmänä: kirkkaina voiteluöljyinä, mustina voiteluöljyinä ja kuntaöljyinä, jotka ovat kuntien keräyspisteisiin saapuneiden öljyjätteiden seoksia.

#### 3.1 Ekokem Jämsänkoski

”Jämsänkosken tuotantolaitoksella kirkkaat voiteluöljyt puhdistetaan ja lisä aineistetaan uusioöljyiksi metsäteollisuuden käyttöön. Hyödynnettäviä öljyjä ovat mm. hydraulikka-, vaihteisto-, kiertovoitelu-, turbiini- ja muuntajaöljyt, jotka ovat PCB-vapaita. Aluksi öljy lämmitetään kosteuden poistamiseksi, minkä jälkeen prosessi jatkuu suodatuksella ja separoinnilla eli kiintoaineiden poistolla.” /4/ Saatu perusöljyseos lämmitetään 60 °C:een, jonka jälkeen öljyyn sekoitetaan tulevan käyttötarkoituksen mukainen lisäaineyhdistelmä. Vuonna 2012 valmistui uusioöljyjä yli 3 400 tonnia.

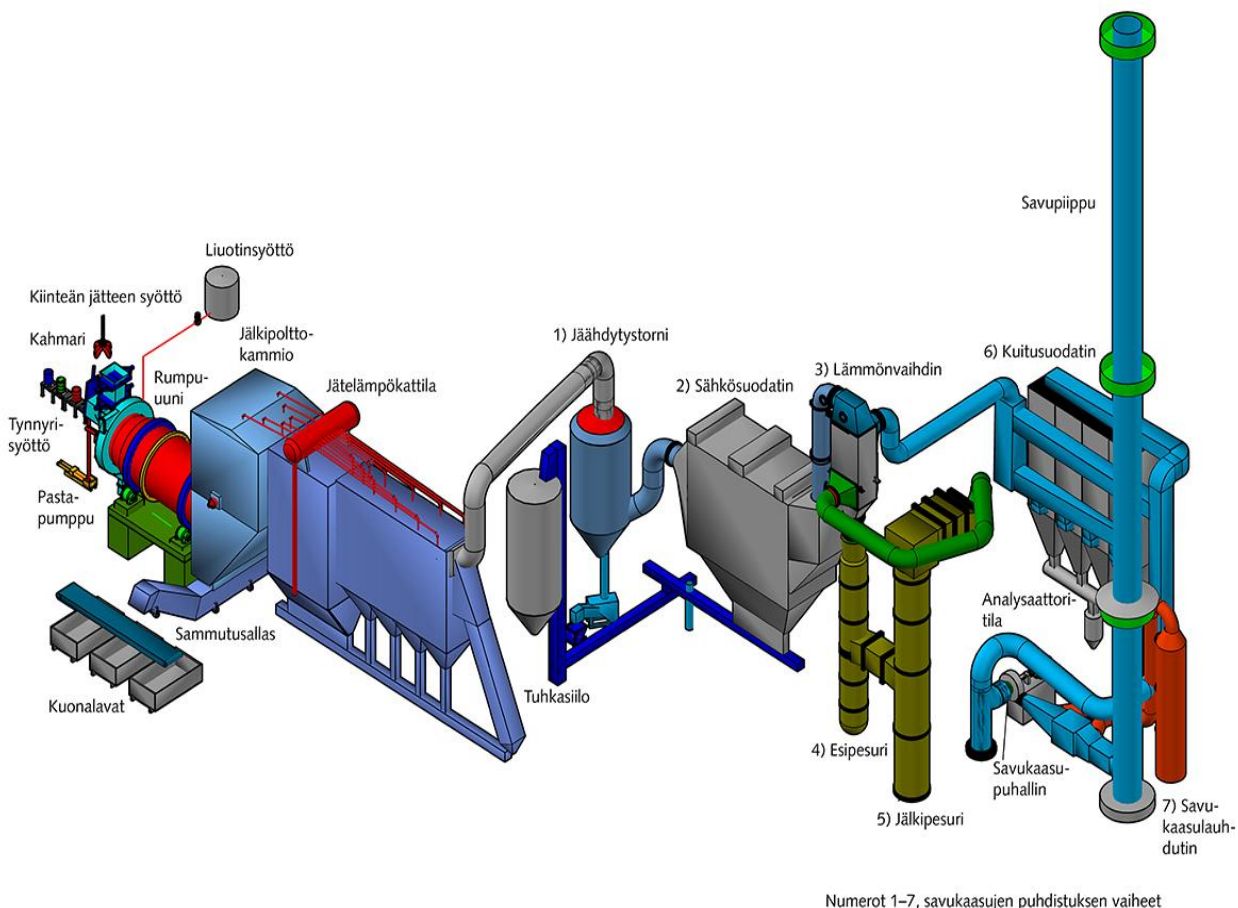
Ekokem Jämsänkosken toimipisteessä kierrätettiin öljyjä vuonna 2012, 3433 tonnia.



Kuva 1 Pelkistetty prosessikuva Ekokem Jämsänkosken tuotantolaitoksesta

### 3.2 Ekokem Riihimäki

Ekokem Oy:n Riihimäen voimalaitos käsittelee kerätyt kuntaöljyt. Riihimäenlaitoksella poltetusta jätteellä tuotetaan sähköä ja kaukolämpöä. Riihimäen voimala on rinnakkaispolttolaitos, jossa öljyt yhdyskuntajätteeseen sekoitettuna poltetaan 1300°C:ssa rumpu-uunissa. Normaalioloissa jätteenpolttolaitoksissa rinnakkaispoltoissa käytettävä apuaine on kivihiili tai polttoöljy.



Kuva 2 Prosessikuva Riihimäen voimalaitoksesta /4/

### 3.3 Ecostream

Ecostream osti L&T Recoilin Lassila Tikanojalta 25.6.2013, samanaikaisesti L&T tuli Ecostreamin osakkeenomistaja 19,9 % osakekannasta.

L&T Recoil oli Ecostream Oy:n täyssomisteinen tytäryhtiö.

Ecostream osti ja uudelleen jalosti käytettyjä voiteluaineita.

Yhtiö tehdas sijaitsi Haminassa.

Tehdas oli ainoa käytettyjä voiteluaineita vety-käsittelyteknologialla jalostava laitos Pohjois- Euroopassa. ”Haminan Satamassa sijaitseva tehtaan prosessikapasiteetti oli 60000 t vuodessa, josta 20000 t tuli Suomesta. Tuotejakaumasta 70% oli perusöljyä, 13% oli polttoainetta, 12% oli bitumia ja 5% oli vettä.” /1/

Ecostream käsitteli ns. mustaa öljyä eli käytettyä nokeentunutta moottoriöljyä.

L&T toimi yhtenä Haminan laitoksen suurimmista raaka-aine toimittajista. Jäteöljyn kierrättäjä Ecostream ja sen tytäryhtiö L&T Recoil lopettivat toimintansa 1.4.2014.

Kaikkiaan voiteluaineita myytiin Suomessa vuonna 2013 noin 51 890 tonnia, josta moottoriöljyn osuus oli noin 17 318 tonnia./4/

Suomessa syntyvän jätemoottoriöljyn määrän voidaan arvioida koostuvan myydyistä öljymäärästä, jota vastaava määrä poistuu käytöstä, sekä Suomessa käytöstä poistettujen romutettavien autojen synnyttämästä öljymäärästä (65 058 kappaletta vuonna 2012). Henkilöauton moottoriöljyn määrä vaihtelee 3-8 litran välillä, vaihtoväli on noin 10 000-15 000 km. Henkilöautojen osuus autokannasta oli 85 % vuonna 2012.

Johtaja Pekko Kohonen Recoil Oy:stä arvioi, että Suomessa käytettävästä voiteluöljystä saadaan kerättyä noin 40 prosenttia. /19/



Taulukko 1 Suomen henkilöautokanta vuonna 2012, /17/

Maakunta	Ennakkoväkiluku 31.12.2012	Henkilöautot 31.12.2012	Henkilöautoja 1000 asukasta kohti
Manner-Suomi	5 397 597	3 036 618	562,6
Uusimaa	1 566 481	767 337	489,8
Varsinais-Suomi	468 881	271 587	579,2
Satakunta	226 177	146 101	646
Kanta-Häme	175 455	107 819	614,5
Pirkanmaa	495 314	271 812	548,8
Päijät-Häme	202 537	112 495	555,4
Kymenlaakso	181 393	111 269	613,4
Etelä-Karjala	133 097	82 557	620,3
Etelä-Savo	152 667	92 737	607,4
Pohjois-Savo	248 240	142 429	573,8
Pohjois-Karjala	165 746	101 770	614
Keski-Suomi	275 113	156 197	567,8
Etelä-Pohjanmaa	194 036	129 395	666,9
Pohjanmaa	179 668	116 020	645,7
Keski-Pohjanmaa	68 607	42 443	618,6
Pohjois-Pohjanmaa	400 686	218 392	545
Kainuu	80 689	49 773	616,8
Lappi	182 810	109 658	599,8

## 4 JÄTTEEN POLTTOA KOSKEVIA MÄÄRÄYKSIÄ

### 4.1 Valtioneuvoston asetus jätteenpolttamisesta

Jätelakia sovelletaan jätteenpolttolaitoksille ja jätteen rinnakkaispolttolaitoksille.

Jätteenpolton tulee tapahtua § 28 pykälän mukaisesti parhaalla käyttökelpoisella, eli BAT- tekniikalla.

”Jätteenpolttolaitosta tai jätteen rinnakkaispolttolaitosta koskeva lupamääräys voi olla ankarampi kuin tässä asetuksessa säädetty vähimmäisvaatimus, jos tämä on tarpeen parhaan käyttökelpoisen tekniikan noudattamiseksi. Lupamääräys voi koskea laitosta, jossa käsitellään:

1) vaarallista jätettä, jos laitoksen nimelliskapasiteetti ylittää kymmenen tonnia vuorokaudessa;

2) muuta jätettä, jos laitoksen nimelliskapasiteetti ylittää kolme tonnia tunnissa.” /8/

Tätä asetusta ei kuitenkaan sovelleta 1 § pykälän mukaisilta kohdilta:

”1) kaasutus- tai pyrolyysilaitokseen, jos jätteen lämpökäsittelyssä syntyvä kaasu puhdistetaan niin, että se ei ole enää jätettä ennen sen polttamista eikä se voi aiheuttaa päästöjä, jotka ovat suurempia kuin maakaasun polttamisessa aiheutuvat päästöt;

3) koelaitokseen, jota käytetään tutkimukseen ja testaukseen polttoprosessin kehittämiseksi ja jossa poltetaan jätettä alle 50 tonnia vuodessa.”/8/

Toisaalta asetus kuitenkin pätee pykälän 2 § määritelmän mukaiselta kohdalta öljyjätteelle:” 3) öljyjätteellä kokonaan tai osittain mineraaliöljystä tai synteettisestä öljystä koostuvaa, alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa soveltumatonta voiteluainetta tai teollisuusöljyä taikka muuta öljyä sisältävää jätettä;”, kuitenkin pykälän 3 § rajoituksella:

”Öljyjätteen polttamista koskeva rajoitus

Valtioneuvosto antoi 20.2.2013 asetuksen jätteenpoltosta.

Polttoaineteholtaan enintään 5 megawatin (5 MW) jätteenpolttolaitoksessa tai jätteen rinnakkaispolttolaitoksessa ei saa polttaa öljyjätettä.” /8/

EY:n jätedirektiivin (2008/98/EY) mukaan jäteöljy on ensisijaisesti uudistettava perusöljyksi ja palautettava se voiteluainekäyttöön. Jos tähän ei ole teknisiä mahdollisuuksia, jäteöljyt ja muut öljyjätteet on hyödynnettävä energiana. EY:n jätedirektiivi on pantu Suomessa täytäntöön jätelailla (646/2011) ja sen nojalla annetulla valtioneuvoston asetuksella jätteistä (179/2012). /20/

#### 4.2 Asetuksen pykälän 2 § mukaisten jätteenpolttolaitosten määritelmät

Pykälän kohdissa 4-8 määritellään millainen on asetuksen tarkoittama käytössä oleva ja millainen on uusi jätteenpolttolaitos, -rinnakkaispolttolaitos. ”4) jätteenpolttolaitoksella kiinteää tai siirrettävää teknistä yksikköä ja laitteistoa, joka on tarkoitettu jätteiden lämpökäsittelyyn, riippumatta siitä, hyödynnetäänkö polttamisessa syntyvä lämpö vai ei, siten, että jäte poltetaan hapettamalla tai käytetään lämpökäsittelyä, kuten pyrolyysiä, kaasutusta tai plasmakäsittelyä, jos käsittelyssä syntyvät aineet tämän jälkeen poltetaan;

laitosta pidetään jätteenpolttolaitoksena myös, jos jätteen rinnakkaispoltto toteutetaan niin, että laitoksen pääasiallinen tarkoitus on pikemmin jätteiden lämpökäsittely kuin energian tai aineellisten tuotteiden tuottaminen;

5) jätteen rinnakkaispolttolaitoksella kiinteää tai siirrettävää teknistä yksikköä, jonka pääasiallisena tarkoituksena on tuottaa energiaa tai aineellisia tuotteita ja jossa käytetään jätettä vakinaisena tai lisäpolttoaineena tai jossa jätettä lämpökäsitellään sen loppukäsittelyksi polttamalla jäte hapettamalla tai käyttämällä muuta lämpökäsittelyä, kuten pyrolyysiä, kaasutusta tai plasmakäsittelyä, jos käsittelyssä syntyvät aineet tämän jälkeen poltetaan;

6) käytössä olevalla jätteenpolttolaitoksella jätteenpolttolaitosta, jonka

a) toimintaan on myönnetty ympäristölupa ennen 28 päivää joulukuuta 2002 ja toiminta on aloitettu 28 päivään joulukuuta 2003 mennessä;

b) toimintaa koskevasta ympäristölupahakemuksesta on kuulutettu ennen 28 päivää joulukuuta 2002 ja toiminta on aloitettu 28 päivään joulukuuta 2004 mennessä;

7) uudella jätteenpolttolaitoksella muuta kuin 6 kohdassa tarkoitettua jätteenpolttolaitosta;

8) käytössä olevalla jätteen rinnakkaispolttolaitoksella jätteen rinnakkaispolttolaitosta, jonka

a) toimintaan on myönnetty ympäristölupa ennen 28 päivää joulukuuta 2002 ja toiminta on aloitettu 28 päivään joulukuuta 2003 mennessä;

b) toimintaa koskevasta ympäristölupahakemuksesta on kuulutettu ennen 28 päivää joulukuuta 2002 ja toiminta on aloitettu 28 päivään joulukuuta 2004 mennessä;

c) toimintaan on myönnetty ympäristölupa ja toiminta on aloitettu ennen 28 päivää joulukuuta 2002 ja jossa jätteen polttaminen on aloitettu 28 päivään joulukuuta 2004 mennessä;” /8/

### 4.3 Vaarallisen jätteen polttoon liittyviä määräyksiä

Parhaan mahdollisen tekniikan käyttö energiantuotannossa jäteöljystä tarkoittaa tällä hetkellä polttoa, joka tapahtuu yli viiden megawatin kattilalaitoksessa korkeassa lämpötilassa mahdollisimman täydellisen palamisen takaamiseksi.

Vaaditaan, että kuonassa ja pohjatuhkassa olevan orgaanisen hiilen kokonaismäärä on alle kolme prosenttia tai vaihtoehtoisesti hehkutushäviö alle viisi prosenttia aineen kuivapainosta.

Poltettaessa jätettä tulee koko polttokammion olla kahden sekunnin ajan 850 °C-asteen lämpötilassa. Mikäli jätteen sisältämien halogenoitujen hiilivetyjen osuus on yli yksi prosentti kloorina ilmaistuna, tulee palamislämpötilan olla kaksi sekuntia vähintään 1100 °C-asteen lämpötilassa. Edellä mainittujen minimilämpötilojen alittumisen estämiseksi tulee polttokammioon olla liitettynä myös vähintään yksi lisäpoltin, joka on liitetty automaatioon, lisäpolttimen polttoaineen pitoisuuksille on myös asetettu rajat.

Polton aikana epäpuhtaudet siirtyvät suurimmilta osin savukaasuun, josta jatkuva-toimisesti valvotaan prosessin eri vaiheissa polttokaasuun muodostuvia päästöjä ja loppupäässä savukaasujen päästöjen pysymistä raja-arvojen sisällä.

Myös prosessissa syntyvien vesien pitoisuuksia valvotaan ja pitoisuuksille ja kunnanvesilaitokselle johdettaville vesimäärille on annettu rajat ympäristöluvassa.

Raja-arvojen mahdollisista ylityksistä on ilmoitusvelvollisuus, lisäksi polttokammion syötön automaation tulee olla liitettynä savukaasumittaukseen, jolloin polttoaineen-syöttö estyy raja-arvon ylittyessä. /9/

.

## 5 KOKEELLINEN OSA

Työn kokeellisen osion tarkoituksena oli saada tietoa öljynäytteiden sisältämistä metallipitoisuuksista ja määrittää tutkittaville jäteöljyille kalorimetrinen lämpöarvo, johdotkyky, pH ja viskositeetti.

### 5.1 Näytteet

Työssä käytetyt näytteet olivat puhdas kevyt polttoöljy, puhdas moottoriöljy, käytetty moottoriöljy, koululta saatu jäteöljynäyte, sekä sarja konepajalla syntyviä jäteöljyjä. Konepajalta saadut öljynäytteet olivat hoonausöljy, keräyskontin öljyseos, sekä öljyhydraulissylinteristä.

### 5.2 Tiedetyt näytteissä olevat metallit

- Hoonausöljy

Hoonausöljyä käytetään hydraulissylinteriputkien hionnan apuaineena. Sylinteriputket ovat pääsääntöisesti mustaa tai ruostumatonta terästä. Hiontaöljyyn siirtyviä metalleja ovat teräs, kromi, nikkeli, sinkki ja molybdeeni.

- Öljy hydraulissylinteristä

Hydraulissylinteri öljy oli käytettyä öljyä huoltoon tulleesta hydraulissylinteristä. Samoin kuin hoonausöljy, myös hydraulissylinteri on teräksen kanssa kosketuksessa. Voidaan myös olettaa, että öljy sisältää kulkeutuu käytön aikana teräksen sisältämiä metalleja.

- Moottoriöljyt

Moottoriöljyjen lisäaineet sisältävät monia eri metalli yhdisteitä. Vertaamalla uuden ja käytetyn öljyn pitoisuuksia saatiin tietoa lisäaineiden metallipitoisuuksista.

### 5.2.1 Kalorimetrinen lämpöarvo

Energiantuotannossa tärkein yksittäinen tekijä on polttoaineen lämpöarvo. Kalorimetrinen lämpöarvo ilmaisee aineen täydellisessä palamisessa syntyvän lämpöenergiämäärän aineen massayksikköä kohden, kun savukaasujen annetaan jäähtyä 25 °C-asteen lämpötilaan.

Öljynäytteiden lämpöarvot määritettiin Satakunnan ammattikorkeakoulun kemianlaboratoriossa IKA C200 pommikalorimetrillä.

Pommikalorimetrissä poltetaan nestemäisiä ja kiinteitä näytteitä, joiden lämpöarvo ilmoitetaan megajouleina polttoainekiloa kohti (MJ/kg).

Kalorimetrinen lämpöarvo on ns. ”todellista” eli tehollista lämpöarvoa korkeampi, sillä kalorimetrisessä lämpöarvossa oletetaan palamisessa syntyvän vesihöyryn kondensoituvan vedeksi, joka luovuttaa lämpöä systeemiin.

Tehollinen lämpöarvo puolestaan edustaa paremmin todellisuutta, sillä siinä vesihöyryn oletetaan poistuvan systeemin vaikutuspiiristä korkeammassa, yleensä n. 120...150 C-asteen lämpötilassa.

### 5.2.2 Palamislämmön määrittäminen pommikalorimetrillä

Pommikalorimetri kalibroitiin bentsoehappotablettien avulla. Kalibroinnilla varmistetaan laitteen toiminta kunto ja mittaustarkkuus.

Poltettavaa näytettä pipetoidaan n.0,5g upokkaaseen. Upokas asetetaan polttosäiliön kannessa olevalle telakalle, jossa olevaan vastukseen kiinnitetty sytytyslanka asetetaan näytteeseen.

Pommin pohjalle pipetoidaan n.5ml ionivaihdettua vettä, johon palamisessa syntyvät kaasut imeytyvät. Kansirakenne asetetaan pommiin, jolloin upokas jää pommin ilma-tilaan keskiosaan jonka jälkeen pommi suljetaan kannentiivisteellä.



Kuva 1 Pomminkalorimetrin osat

1. Näyteupokas
2. Polttosäiliön kansirakenteen osa, jossa sytytyslanka
3. polttosäiliö
4. polttosäiliön kannen tiiviste



## 5. sytytysadapteri

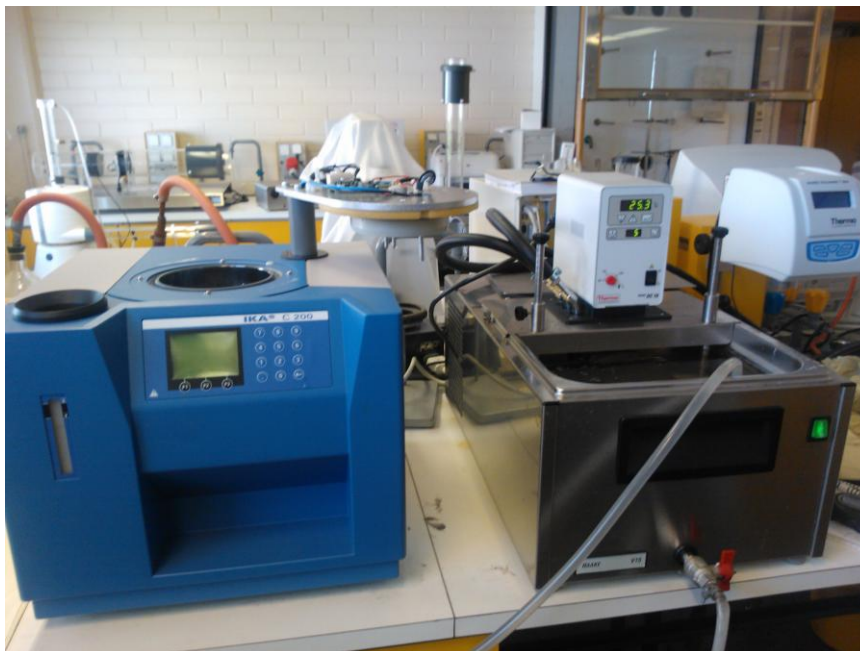
Pommiin syötettävä happi johtuu pommiin kannen venttiilin kautta. Happea syötetään kunnes pommissa vallitsee 30 baarin ylipaine. Tämän jälkeen pommiin kiinnitetään sytytys adapteri, joka toimii sähkönjohtimena. Valmis pommi asetetaan kalorimetrin sisälle.



Kuva 2 Hapenlisäyslaitteisto IKA C 248

Jokaisen poltettavan sarjan määritykset alkavat laitteiston kalibroinnilla bentsoehappo tableteilla. Ensimmäinen poltto alkaa kalorimetrin käynnistämällä ON näppäimellä, sitten ohjelmaan syötetään järjestyksessä, massa, calibration ja lämpöarvon yksikkö MJ/kg. Määritettävien näytteiden poltto alkaa kalorimetrin käynnistämällä on näppäimellä, sitten ohjelmaan syötetään massa. Tämän jälkeen laite varmistaa, että laitteen vesisäiliö on täytetty. Veden lisäyksen jälkeen kansi voidaan sulkea ja laite alkaa lämpöarvon määrittämisen.

Palamisessa syntyvä lämpö johtuu pommista sisältä, kalorimetrin sisällä olevaan veteen. Kalorimetri laskee palamislämmön pommin ympärillä tapahtuneesta veden lämpötilan muutoksesta.



Kuva 3 IKA C200 Kalorimetrijärjestelmän mittaussyksikkö ja vesihaude

Ionivaihdettu veteen liukenee palamisessa syntynyttä polttokaasua, esim. hiilidioksidia ( $\text{CO}_2$ ) ja rikkidioksidia ( $\text{SO}_2$ ), jotka tekevät veden happamaksi ja osoittavat osaltaan palamisen tapahtuneen.

### 5.3 Öljynäytteille määritetyt palamislämmöt

Pommikalorimetri kalibroitiin bentsoehapotablettien avulla. Ensimmäisen kahden näytesarjan osalta pommiin pipetoitu vesi määrä oli n. 5ml, kahden jälkimmäisen näytesarjan osalta 10ml pH- ja johtokykymääritysten helpottamiseksi.

Poltettavaa öljynäytettä pipetoitiin noin n.0,5g analyysivaa'an päällä olevaan upokkaaseen.

Polton tuloksena saatiin lämpöarvo ja pommikalorimetrin sisältämä vesi, joka otettiin talteen pitoisuusanalyysjä varten.

Pommikalorimetrissä poltettiin näytteitä neljä sarjaa. Johtokyky ja pH mitattiin pommivesien laimennoksista.

Taulukko 1 Näytteiden kalorimetrisiä lämpöarvoja (J/g)

Näyte	Näytteen massa (g)	Lämpöarvo (J/g)
Bentsoehappo	1,0317	26292
Puhdas PÖ	0,5504	45692
Jäteöljy Näyte 1	0,5686	44862
Jäteöljy Näyte 2	0,54	44731

Taulukko 2 Näytteiden kalorimetrisiä lämpöarvoja (J/g)

Näyte	Näytteen massa (g)	Lämpöarvo (J/g)
Bentsoehappo	0,97771	26393
Konepaja seos	0,536	45094
Öljy hydraulissyylinteristä	0,5563	44835
Synteettinen moottoriöljy (käytetty)	0,5145	44799
Hoonausöljy Näyte 1	0,5381	41295
Hoonausöljy Näyte 2	0,5573	43218

Taulukko 3 Näytteiden kalorimetrisiä lämpöarvoja (J/g)

Poltto	Näyte	Näytteen massa(g)	Lämpöarvo (J/g)	Johtokyky	pH
<b>1 Poltto</b>	5W50 Formula (uusi)	0,5705	45186	4,13mS/cm	2,14
<b>2 Poltto</b>	5W50 Formula (uusi)	0,521	45144	2,98mS/cm	2,29
<b>3 Poltto</b>	5W50 Formula (uusi)	0,5322	45122	2,89mS/cm	2,35
<b>4 Poltto</b>	5W50 Formula (uusi)	0,5804	45263	1942µS/cm	2,47
<b>5 Poltto</b>	5W50 Formula (uusi)	0,5318	45309	2,68mS/cm	2,34
<b>6 Poltto</b>	5W50 Formula (uusi)	0,5154	45059	3,22mS/cm	2,26

Taulukko 4 Näytteiden kalorimetrisiä lämpöarvoja (J/g)

<i>Poltto</i>	Näyte	Näytteen massa(g)	Lämpöarvo (J/g)	Johtokyky	pH
<b>1 Poltto</b>	5W50 Formula (Käytetty)	0,5428	45083	1851 $\mu$ S/cm	2,55
<b>2 Poltto</b>	5W50 Formula (Käytetty)	0,5406	45137	1410 $\mu$ S/cm	2,58
<b>3 Poltto</b>	5W50 Formula (Käytetty)	0,54	44843	2,31mS/cm	2,45
<b>4 Poltto</b>	5W50 Formula (Käytetty)	0,5099	45031	2,26mS/cm	2,48
<b>5 Poltto</b>	5W50 Formula (Käytetty)	0,5301	45070	2,98mS/cm	2,26
<b>6 Poltto</b>	5W50 Formula (Käytetty)	0,5229	45040	2,03 mS/cm	2,48

#### 5.4 Uutto

Uudesta ja käytetystä moottoriöljystä tehtiin uutot kolmen kappaleen sarjoissa erotus suppilossa. Erotussuppiloon pipetoitiin 50ml näyteöljyä, joka uutettiin 150ml IE -vettä. Seosta ravisteltiin sekoitussuppilossa kolmesti kymmenen minuutin välein, jonka jälkeen faasien annettiin erottua puoli tuntia. Kirkkaasta vesiosasta otettiin talteen noin 40ml pitoisuusmäärittystä varten.



Kuva 4 Öljy-vesi uutto erotussuppilossa

## 5.5 Pitoisuusmääritykset

Pommikalorimetrissä poltetusta näytteestä tuli analysoida sinkki-, kupari-, nikkeli- ja kromipitoisuudet.

Käytetty laite on FAS -tyyppinen Perkin Elmer A-analyst 200 Liekkiatomiabsorptiospektrometri, jossa näyte paloi ilma-asetyleeni seoksessa. Laitteen pitoisuusmääritys perustui standardisuoraan. Laite saatettiin käyttökuntoon.

Ensin syötettiin ionivaihdettua vettä nollanäytteeksi/pohjaksi, sitten standardit yksittäiselle aineelle yksi kerrallaan, näistä piirtyneeseen suora toimi vertauskohtana näytteille. Jokainen aine analysoitiin kerran.



Kuva 5 Liekkiatomiabsorptiospektrofotometri



Kuva 6 Ilma- ja asetyleenisäiliöt

Määriykset tehtiin pommikalorimetrin sisällä olleiden vesien laimennoksista, sekä uutoissa käytetyistä vesistä AAS- laitteella.

Lisäksi polttokokeissa käytetyistä vesistä mitattiin pH ja johtokyky.

pH- ja johtokyky arvot on mitattu pommikalorimetrivesistä, jotka on laimennettu 20ml:aan.

#### 5.5.1 Standardisuorat

Pitoisuusmääriyksiä varten valmistettiin jokaiselle metallille 4 standardiliuosta.

Sinkistä valmistettiin 1g/l perusliuos, metallijauhetta suolahappoon liuottamalla.

Perusliuoksesta valmistettujen standardiliuosten pitoisuudet olivat;

0,5 mg/l, 1 mg/l, 1,5 mg/l ja 2mg/l.

Kupari, kromi ja nikkeliille standardiliuokset valmistettiin laimentamalla valmista perusliuosta (Merck).

Standardi liuospitoisuudet olivat kaikille ohjeen mukaiselta (1-5mg/l) väliltä valitut 2,3,4,5mg/l.

## 5.5.2 Öljyn metallipitoisuus

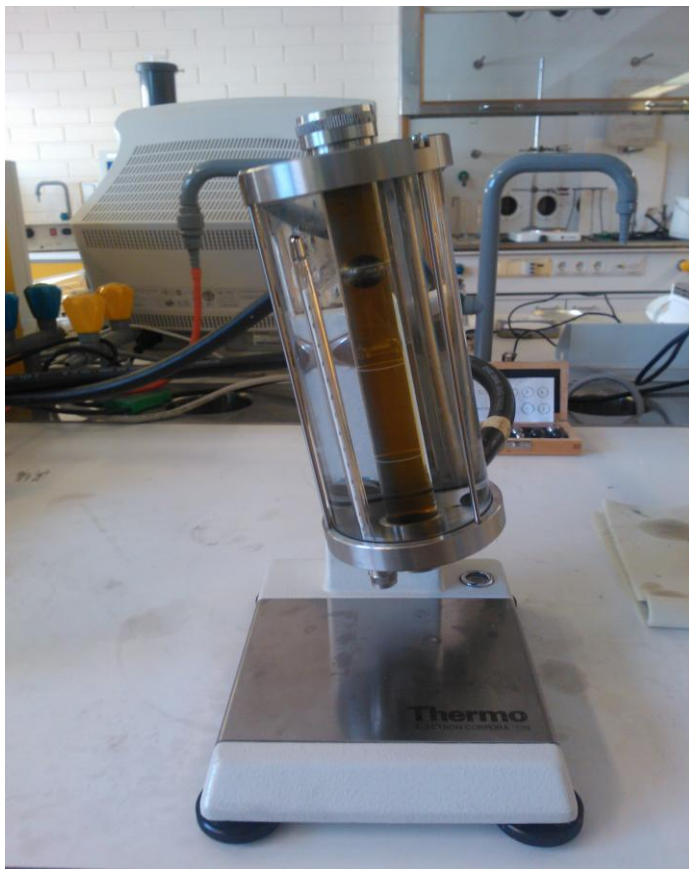
Taulukko 5 Uuden moottoriöljyn metallipitoisuuksia

	<b>Cu (mg/kg)</b>	<b>Ni (mg/kg)</b>	<b>Cr(mg/kg)</b>	<b>Zn (mg/kg)</b>
<b>1 Poltto(UMÖ)</b>	0	11,008	5,925	451,954
<b>2 Poltto(UMÖ)</b>	0	20,038	2,764	523,186
<b>3 Poltto(UMÖ)</b>	0	27,433	3,044	493,160
<b>4 Poltto(UMÖ)</b>	0	24,948	4,342	486,699
<b>5 Poltto (UMÖ)</b>	0	22,602	1,655	511,734
<b>6 Poltto( UMÖ)</b>	0	18,005	8,110	539,115
<b>1 uutto (UMÖ)</b>	0	1,530	0,000	64,491
<b>2 uutto (UMÖ)</b>	0	1,635	0,000	65,033
<b>3 uutto (UMÖ)</b>	0	1,558	0,007	67,934
<b>polttojen ka.</b>	0	20,673	4,307	500,975

Taulukko 6 Käytetyn moottoriöljyn metallipitoisuuksia

	<b>Cu (mg/kg)</b>	<b>Ni (mg/kg)</b>	<b>Cr(mg/kg)</b>	<b>Zn (mg/kg)</b>
<b>1 Poltto(KMÖ)</b>	4,56890199	12,159	7,148	458,401
<b>2 Poltto(KMÖ)</b>	2,73769885	7,288	7,029	427,710
<b>3 Poltto(KMÖ)</b>	1,7037037	8,889	3,556	434,704
<b>4 Poltto(KMÖ)</b>	1,09825456	10,316	3,530	471,583
<b>5 Poltto (KMÖ)</b>	0,56593096	13,960	3,245	437,427
<b>6 Poltto(KMÖ)</b>	0,65021993	14,228	2,639	492,675
<b>1 uutto(KMÖ)</b>	0	0,347	0,020	0,178
<b>2 uutto (KMÖ)</b>	0	0,531	0,017	0,165
<b>3 uutto (KMÖ)</b>	0	0,704	0,020	0,162
<b>polttojen ka.</b>	1,887	11,140	4,524	453,750

## 5.6 Viskositeetin määrittäminen Höppler- viskosimetrillä



Kuva 7 Höppler-viskosimetri

Viskositeetin määrittäminen viskosimetrillä alkaa näyteöljyn syöttämisellä laitteeseen, kuumaa ja näytteen tulee yhdessä täyttää kokonaan viskosimetrin sisällä olevan sylinterinmuotoisen säiliön. Näytesäiliön päällä on kuvassa näkyvä tiiviste, joka takaa näytteen ilmatiivyyden. Näytettä lämmitetään haluttuun lämpötilaan säiliön ympärillä virtaava vesi. Vesi kiertää kuvassa 3 näkyvän vesihauteen kautta, josta on termostatti.

Viskositeetti (*siiko*) on suure, joka kuvaa fluidin tässä tapauksessa nesteiden kykyä vastustaa virtaamista. Viskositeetti vaikuttaa öljyjen voiteluominaisuuksiin, mm:ssä öljyn virtaukseen ja pumppauksen tehon tarpeeseen.

Moottoriöljyn valmistajien tavoitteena on tehdä öljyjä, joissa viskositeetin lämpöriippuvuusvaikutus on mahdollisimman vähäinen.

Tutkittavien näytteiden viskositeetti-arvot päätettiin määrittää 25 °C-asteen lämpötilassa, jolloin saadaan tietoa öljyn käsiteltävyydestä ja, joiltain osin myös voiteluominaisuuden muutoksesta.



Näytteiden viskositeetit laskettiin määritetystä kuulan laskeutumisaajasta, nesteen tiheyden avulla. Dynaamisesta viskositeetistä, laskettiin kinemaattinen viskositeetti.

$$\eta = K(\rho_1 - \rho_2) \cdot t \quad (1)$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2)$$

,jossa

$\eta$ =dynaaminen viskositeetti mPas

$K$ = pallon vakio mPas \*  $cm^3 / g \cdot s$

$\rho_1$ =kuulan tiheys  $g/cm^3$

$\rho_2$ =nesteen tiheys  $g/cm^3$

$t$ = laskeutumisaika sekunteina

Viskositeetin määrittämisessä käytetty kuula on sarjan numero 3 joka on nikkeli-rauta seos.

Laskuissa käytetyn kuulan tiheys on  $\rho_1 = 8,1 g/cm^3$ , halkaisija  $15,6 \pm 0,05 mm$ . Kyseistä kuulaa käytetään viskositeettialueella 30-700mPas.  $K$  arvo kyseiselle kuulalle on  $0,09 mPas \cdot cm^3$ .

Taulukko 6 Öljynäytteiden viskositeettejä 25°C-asteen lämpötilassa

	Tiheys(kg/m <sup>3</sup> )	Viskositeetti (mPa/s)	Viskositeetti(mm <sup>2</sup> /s)
Konepaja seos	813	41	51
Nostomäntäöljy	796	40	50
Synteettinen moottoriöljy käytetty	898	78	87
Hoonausöljy	851	29	34

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

Käytetyille öljyille määritetyt viskositeetit olivat suhteellisen alhaisia, joka tarkoittaa sitä, että jäte on helposti käsiteltävää. Viskositeettiarvojen erot ilmentävät tuotteiden alkuperäisiä käyttötarkoituksia. Ainoana poikkeuksena oli synteettinen moottoriöljy, jolla oli muita näytteitä korkeampi viskositeetti. Tämä on ymmärrettävää, sillä valmistajan uudelle moottoriöljylle ilmoittama viskositeetti on mitattu 100 °C-asteen lämpötilassa ja näin ollen käytetyn arvo ei ole poikkeava.

Näytteille määritetyt kalorimetriset lämpöarvot olivat todella korkeita. Tarkasteltaessa määritettyjä lämpöarvoja oli verrattain huonoinkin mitattu arvo 90 % kevyenpolttoöljyn lämpöarvosta, parhaimman ollessa n. 99 %.

Voiteluöljyjä ei ole tarkoitettu polttoaineiksi, vaarallisia aineita niistä tekee lisä aineistus, sekä käytössä aineeseen muodostuvat mm:ssa syöpää aiheuttavat yhdisteet. Tämän lisäksi pienet ei-teolliset kattilalaitokset eivät pysty käsittelemään jätettä niin ettei vähintään osia laitoksesta tuhoudu. On myös huomattava, että pienpoltossa öljyn sisältämät metallit kulkeutuvat polttokaasuissa suoraan ympäröivään luontoon ja maaperään. Pienpoltossa luontoon kumuloitavat pitoisuudet ovat suoraan verrattavia poltettuun määrään ja alueen asukastiheyteen (haja-asutus alue /Kaupungin keskustaa). Hyvänä esimerkkinä voitaisiin pitää esimerkiksi autokorjaamo, joka polttaisi yrityksessä syntyneet voiteluöljyt. Jos em. autokorjaamo polttaa 1,5 t öljyä vuodessa ja toimii samalla liikepaikalla 25 vuotta on syntyvä kuormitus helppo laskea saadusta tuloksista; savukaasujen mukana kulkeutuisi ympäristöön sinkkiä n.17kg.

Pienpolttoa kuitenkin tapahtunee, ja jos pessimistisimmän arvion mukaan syntyneestä jätteestä kierrätetään 40 %, olisi häviävä jätemäärä 30 000 t vuodessa. On kuitenkin tunnustettava, että jos kaikki tämä jäte poltettaisiin pienpoltossa, olisi jätteen arvo kevytpolttoöljyn markkinahinta (n. 1 e/kg) huomioiden ainakin 30 miljoonaa euroa vuodessa. Mikäli jäteöljyn ilmeinen pienpoltto Suomessa halutaan täysin lopettaa, voitaisiin ehkä harkita taloudellista kompensatiota keräyksen tehostamiseksi. Lisäksi puhdistustekniikan riittävästi kehittyttyä pienpoltto voitaisiin sallia valtaviin keräyksestä syntyvien kuljetusmatkojen minimoimiseksi ja jätteenkeräysjärjestelmän yksinkertaistamiseksi öljyjen osalta.

## LÄHTEET

1. *Ecostream yrityksen www-sivut*  
*<http://www.ecostream.fi/company/> viitattu 23.1.2014*
2. *<http://globalindustrialsolutions.net/base-oil-definition.php> viitattu 23.1.2014*
3. *Ongelmajäteopas. Teuvo Heinonen. Ekokem Oy Ab, Hämeenlinna 2006, s.64 viitattu 27.1.2014*
4. *Ekokem yrityksen www-sivut*  
*<http://www.ekokem.fi/fi/tietopankki/kasittelyprosessit/jatteiden-kasittelyprosessit> viitattu 27.1.2014*
5. *Öljyalan keskusliiton www-sivut*  
*<http://www.oil.fi/fi> viitattu 27.1.2014*
6. *Tekniikan Kemia*
7. *Jätelaitosyhdistyksen www-sivut*  
*<http://www.ongelmajate.fi/> viitattu 16.4.2014*
8. *Jätelaitosyhdistyksen www-sivut*  
*<http://www.jly.fi/energia37.php?treeviewid=tree3&nodeid=37> viitattu 16.4.2014*
9. *Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013*  
*<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130151> 16.4.2014*
10. *Suomen tullin www-sivut*  
*[http://www.tulli.fi/fi/suomen\\_tulli/julkaisut\\_ja\\_esitteet/asiakasohjeet/valmisteverotus/tiedostot/016.pdf](http://www.tulli.fi/fi/suomen_tulli/julkaisut_ja_esitteet/asiakasohjeet/valmisteverotus/tiedostot/016.pdf) viitattu 28.4.2014*
11. *<http://www.tulli.fi/fi/yrityksille/verotus/valmisteverotettavat/>*
12. *Jätelaki 17.6.2011/646*  
*<http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2011/20110646> viitattu 29.4.2014*
13. *L&T yrityksen www-sivut*

*<http://www.lassila-tikanoja.fi/> viitattu 3.5.2014*

*14. Teboil yrityksen www-sivut*

*[www.teboil.com](http://www.teboil.com) viitattu 3.5.2014*

*15. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi www-sivut*

*[www.trafi.fi](http://www.trafi.fi) viitattu 3.5.2014*

*16. Valtioneuvoston asetus jätteestä 19.4.2012/179*

*<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179> viitattu 6.5.2014*

*17. Autoalan tiedotuskeskuksen WWW-sivut*

*<http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/tilastot> viitattu 14.5.2014*

*18. Suomen Kemianteollisuus. Kyösti Riistama, Jorma Laitinen, Merja Vuori. Chemas Oy, Tammer-Paino Oy, Tampere 2005 viitattu 14.5.2014*

*19. Maaseudun tulevaisuuslehden www-sivut*

*<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi> viitattu 14.5.2014*

*20. Ympäristöhallinnon www-sivut*

*[www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) viitattu 18.5.2014*

**Nikkelin standardisuora**

Standardisuora( Ni)		
	Pitoisuus(mg/l)	Absorbanssi
1	2	0,038
2	3	0,07
3	4	0,104
4	5	0,118

**Kromin standardisuora**

Standardisuora( Cr)		
	Pitoisuus(mg/l)	Absorbanssi
1	2	0,095
2	3	0,138
3	4	0,17
4	5	0,229

**Kuparin standardisuora**

Standardisuora( Cu)		
	Pitoisuus(mg/l)	Absorbanssi
1	2	0,079
2	3	0,147
3	4	0,184
4	5	0,242

**Sinkin standardisuora**

Standardisuora(Zn)		
	Pitoisuus(mg/l)	Absorbanssi
1	0,5	0,087
2	1	0,194
3	1,5	0,282
4	2	0,356











## Uuden moottoriöljyn kuparipitoisuus

Kupari(UMÖ)							
	Pitoisuus (mg/l)	Laimennos (näyte+vesi) ml	Pitoisuus näytevesi (mg/l)	Massa öljynäyte( g)	Näytevesi (ml)	Cu kokonaismassa näytevedessä	Massa %- öljynäytteestä
1 Poltto	-0,008	0	0	0,5705	20	0	0
2 Poltto	-0,015	0	0	0,521	20	0	0
3 Poltto	-0,025	0	0	0,5322	20	0	0
4 Poltto	-0,02	0	0	0,5804	20	0	0
5 Poltto	-0,009	0	0	0,5318	20	0	0
6 Poltto	-0,038	0	0	0,5154	20	0	0
1 uutto	-0,014	0	0	42,65	150	0	0
2 uutto	-0,007	0	0	42,65	150	0	0
3 uutto	-0,005	0	0	42,65	150	0	0







## Moottoriöljyn viskositeettimittauksia

	Moottoriöljy (25°C)					
Koesarjat						
		Putoamisaika (s)	ka.	Tiheys(kg/m <sup>3</sup> )	Viskositeetti(mPa/s)	Viskositeetti(mm <sup>2</sup> /s)
1		120,186	120,189	898	78	87
		120,192		898		
2		120,54	120,69	898	78	87
		120,84		898		
3		121,128	121,614	898	79	88
		122,1		898		
4		120,264	120,507	898	78	87
		120,75		898		
<b>ka</b>					78	87

## Konepajan jäteöljyseoksen viskositeettimittauksia

	Konepajan jäteöljyseos (25°C)					
Koesarjat		Putoamisaika	ka.	Tiheys(kg/m3)	Viskositeetti(mPa/s)	Viskositeetti(mm2/s)
1		62,532	62,6142	813	41	51
		62,6964		813		
2		63,018	63,3	813	42	51
		63,582		813		
3		62,886	63,075	813	41	51
		63,264		813		
4		63,24	62,766	813	41	51
		62,292		813		
ka.					41	51

## Hydraulissyylinterinöljyn viskositeettimittauksia

	Hydraulissyylinterinöljy					
Koesarjat		Putoamisaika	ka	Tiheys(kg/m <sup>3</sup> )	Viskositeetti(mPa/s)	Viskositeetti(mm <sup>2</sup> /s)
1		60,618	60,77	796	40	50
		60,918		796		
2		60,714	60,71	796	40	50
		60,714		796		
3		61,122	60,95	796	40	50
		60,768		796		
4		61,182	61,09	796	40	50
		60,996		796		
<b>ka</b>					40	50



## Hoonausöljyn viskositeettimittauksia

	Hoonausöljy (hiontaöljy)					
Koesarjat		Putoamisaika	ka.	Tiheys(kg/m <sup>3</sup> )	Viskositeetti(mPa/s)	Viskositeetti(mm <sup>2</sup> /s)
1		44,91	44,75	851	29	34
		44,59		851		
2		45,31	45,345	851	30	35
		45,38		851		
3		45	45	851	29	34
		44,75		851		
4		43,97	43,97	851	29	34
		44,34		851		
<b>ka</b>					29	34

## Kuntien jätelaitosten jäsenkunnat

1. Botniarosk Oy Ab (Kauhajoki , Närpiö, Kristiinankaupunki, Teuva, Isojoki, Karijoki, Kaskinen)
2. Ekorosk Ab Oy (Kokkola, Pietarsaari, Kauhava, Pedersöre, Uusikaarlepyy, Kruunupyö, Luosto, Kautinen, Veteli, Evijärvi )
3. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy (Lappeenranta, Imatra, Parikkala, Ruoholahti, Luumäki, Taipalsaa-  
ri, Savitaipale, Rautjärvi, Lemi)
4. HSY:n jätehuolto (Helsinki, Espoo, Vantaa, Kirkkonummi, Kauniainen)
5. Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy (Porvoo, Sipoo, Loviisa, Pornainen, Askola)
6. Jyväskylän kaupunki (Jyväskylä)
7. Jämsän Jätehuolto liikelaitos (Jämsä, Kuhmoinen)
8. Jäteukko Oy (Kuopia, Siilinjärvi, Pieksämäki, Lieksa, Nurmes, Suonenjoki, Juuka, Juankoski,  
Maaninka, Rautalampi, Kaavi, Konnevesi, Tuusniemi, Valtimo, Vesanto, Rautavaara, Tervo)
9. Kainuun jätehuollon kuntayhtymä (Ekokymppi)(Kajaani, Sotkamo, Kuhmo, Suomussalmi, Pal-  
tamo, Vaala, Puolanka, Hyrynsalmi, Ristijärvi)
10. Keski-Savon Jätehuolto (Varkaus, Leppävirta, Juva, Joroinen, Heinävesivesi)
11. Kiertokapula Oy (Hämeenlinna, Hyvinkää, Järvenpää, Tuusula, Kerava, Riihimäki, Valkeakoski,  
Mäntsälä, Janakkala, Huttula, Hausjärvi, Loppi)
12. Kymenlaakson Jäte Oy (Kouvola, Kotka, Hamina, Iitti, Mäntyharju, Pyhtää, Virolahti, Lapinjärvi,  
Miehikkälä)
13. Lakeuden Etappi Oy (Seinäjoki, Kurikka, Lapua, Alavus, Ilmajoki, Jalasjärvi, Ähtäri, Kuortane,  
Kihniö)
14. Lapin Jätehuolto kuntayhtymä (Sodankylä, Kemijärvi, Inari, Kittilä, Salla, Muonio, Enontekiö,  
Savukoski, Pelkosenniemi)
15. Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy (Sastamala, Forssa, Akaa, Loimaa, Somero, Tammela, Jokioinen,  
Urjala, Punkalaidun , Ypäjä, Humppila, Koski TI, Oripää)
16. Metsäsairila Oy (Mikkeli, Puumala)
17. Millespakka Oy (Alajärvi, Lappajärvi, Vimpeli, Reisjärvi, Perho, Soini, Kyyjärvi, Halsua, Lesti-  
järvi)
18. Mustankorkea Oy (Jyväskylä, Laukaa, Muurame, Hankasalmi, Hartola, Jämsä, Keuruu, Petäjäve-  
si, Toivakka, Urainen ja Kangasniemi)
19. Napapiirin Residuum Oy (Rovaniemi, Ranua, Pello)
20. Nurmijärven kunta (Nurmijärvi)
21. Oulun Jätehuolto (Oulu, Raahe, Kempele, Ii, Liminka, Muhos, Pudasjärvi, Tyrnävä, Siikajoki,  
Simo, Utajärvi, Lumijoki, Hailuoto)
22. Perämeren Jätehuolto Oy (Tornio, Kemi, Keminmaa, Ylitornio, Tervola)
23. Pirkanmaan Jätehuolto Oy (Tampere, Nokia, Ylöjärvi, Kangasala, Lempäälä, Pirkkala, Mänttä-  
Vilppula, Hämeenkyrö, Orivesi, Ikaalinen, Virrat, Parkano, Pälkäne, Ruovesi, Vesilahti, Juupajo-  
ki)
24. Porin Jätehuolto (Pori, Ulvila, Kokemäki,, Harjavalta,, Nakkila, Luvia, Merikarvia, Pomarkku,  
Siikainen)
25. Puhas Oy (Joensuu, Kontiolahti, Liperi, Ilomantsi, Polvijärvi)
26. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy (Lahti, Hollola, Heinola, Orimattila, Nastola, Asikkala, Kärkölä,  
Sysmä, Padasjoki, Hämeenkoski, Pukkila, Myrskylä)
27. Rauman seudun jätehuoltolaitos (Rauma, Eurajoki)
28. Rosk'n Roll Oy Ab (Lohja, Vihti, Raasepori, Hanko, Karkkila, Siuntio, Inkoo)
29. Rouskis Oy (Salo, Paimio, Kemiönsaari, Sauvo)
30. Sammakkokangas Oy (Saarijärvi, Viitasaari, Pihtipudas, Karstula, Kinnula, Kannonkoski, Kivi-  
järvi)
31. Satakierro Oy (eura, Huittinen, Säkyä, Köyliö)
32. Savonlinnan Seudun Jätehuolto Oy (Savonlinna, Rantasalmi, Sulkava, Enontekiö)
33. Stormossen Ab Oy (Vaasa, Mustasaari, Vöyri, Maalahti, Isokyrö, Korsnäs)
34. Turun Seudun Jätehuolto Oy (Turku, Kaarina, Raisio, Naantali, Lieto, Parainen, Masku, Pöytyä,  
Mynämäki, Rusko, Nousiainen, Aura, Marttila, Tervasjoki)
35. Vestia Oy (Ylivieska, Kalajoki, Nivala, Oulainen, Haapajärvi, Haapavesi, Siikalatva, Pyhäjärvi,  
Kannus, Sievi, Toholampi, Pyhäjoki, Alavieska, Kärämäki, Pyhäntä, Merijärvi)
36. Ylä-Savon Jätehuolto Oy (Iisalmi, Lapinlahti, Kiuruvesi, Pielavesi, Sonkajärvi, Vierämä, Keitele)