

Marjo Raesalmi

**ENERGIASÄÄSTÖLAMPPUJEN JA LOISTEPUTKIEN KIERRÄTYS  
SUOMESSA**

Insinöörityö  
Kajaanin ammattikorkeakoulu  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kevät 2010



**Kajaanin  
ammattikorkeakoulu**

## OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Marjo Raesalmi	
Työn nimi ENERGIASÄÄSTÖLAMPPUJEN JA LOISTEPUTKIEN KIERRÄTYS SUOMESSA	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Koneensuunnittelu ja kaivostekniikka	Ohjaaja(t) Kalevi Leskinen ja Jarmo Happonen
	Toimeksiantaja MR-Projektit Oy
Aika 31.3.2010	Sivumäärä ja liitteet 41+6
<p>Tämä insinööri työ on selvitysraportti energiasäästölamppujen ja loisteputkien kierrätyksestä Suomessa. Insinööri työn lähtökohtana on Heikki Litendalin 2002 valmistunut loppu työ kuvaputkilasin kierrätyksestä. Tietojenkeruumenetelmänä käytettiin ajankohtaisia artikkeleita, vierailua Ekokem Oy:n laitoksella ja asiantuntijahaastattelua.</p> <p>Aluksi selvitettiin loisteputkien kierrätyksen taustaa ja sitten tutustuttiin kierrätyksen tämän hetkiseen tilanteeseen. Lopuksi pohdittiin tuloksia ja kehitettiin uutta loisteputkien kierrätysprosessia. Loisteputket ovat kierrätyksen kannalta ongelmajätettä ja jäte tulee käsitellä ympäristölle vaarattomaksi. Tavoitteena olisi palauttaa materiaalia mahdollisimman paljon uusiokäyttöön ja kehitellä sekundäärikaivosajattelua.</p> <p>Insinööri työn tuloksena oli, että energiasäästölamppuja palautuu vielä vähän kierrätykseen. Tällä hetkellä on tarvetta valmistautua kasvaviin palautusmääriin. Haastavaa energiasäästölamppun kierrätyksessä on kierrätyksen kannattavuuden saavuttaminen energiasäästölamppun vähäisen ja monimuotoisen sisällön vuoksi. Tämän insinööri työn perusteella voidaan päätellä, että kehittämistyö tarvitsee aikaa ja resursseja. Taloudellisin ratkaisu voi olla, että olemassa olevaa loisteputkien kierrätysprosessia kehitettäisiin energiasäästölamppuille.</p>	
Kieli	suomi
Asiasanat	Energiasäästölamppu, loisteputki, kierrätys
Säilytyspaikka	<input type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Marjo Raesalmi	
Title Recycling of energy-saving and fluorescent lamp in Finland	
Optional Professional Studies Extractive technology and Mechanical planning	Instructor(s) Mr Kalevi Leskinen Lecturer, Mr Jarmo Happonen Lecturer
	Commissioned by MR-projektit Oy
Date 6 April 2010	Total Number of Pages and Appendices 41+6
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by MR-Project and it was based on previously completed Heikki Litendal's Bachelor thesis of the picture tube glass recycling. The purpose was to report recycling of the energy-saving and the fluorescent light tube in Finland at the present time. The data was collected from newsarticles, by visit in Ekokem Oy plant and open questions to the expert.</p> <p>Firstly background material was explored. Secondly at present time situation get to know and new process was developed. Finally the recycling process was sketched and results summary. Energy-saving light and fluorescent light tube are hazardous waste and are must not return to landfill. Hazardous waste as energy-saving and fluorescent light tube are processed safe to the environment. Material is must be recycled as much as possible and reused in manufacturing.</p> <p>The result of the thesis was that energy-saving light bulbs are return little for recycling and all are burned in own process. Glass, aluminium and iron of the fluorescent light tube are recycled and reused. Currently, there is a need to steel for the increasing return rates of energy-saving lamp. The recycling of the energy-saving light bulb is challenging, because it is small and rich content. The thesis can be concluded that the development recycling of the energy-saving light bulbs requires time and resources. Economical solution is to develop an existing fluorescent recycling process.</p>	
Language of Thesis	English
Keywords	energy-saving lamp, fluorescent light tube, recycling
Deposited at	<input type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

## ALKUSANAT

Haluan kiittää insinööriyön tilaajaa MR-Projektit Oy:tä ja ohjaajaa Kalevi Leskistä. Kiitos opinnäytetyön ohjauksesta, ohjeista ja ajankohtaisesta aiheesta. Suuret kiitokset rakkaalle aviomiehelleni Pasille, ilman tukeasi tämä ei olisi ollut mahdollista. Lämmin kiitos kuuluu myös lapsilleni Ilkalle, Karitalle ja Inkalle.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO	2
2 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	3
3 SÄHKÖ- JA ELEKTRONIIKKALAITEROMUN KIIERRÄTYS JA LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA	4
4 ELOHOPEA	7
4.1 Elohopea ympäristössä	7
4.2 Elohopea käyttökohteena	7
4.3 Elohopean kierrätyksestä	8
5 LOISTEAINHEET	9
6 HEHKULAMPUSTA LOISTEPUTKI- JA ENERGIASÄÄSTÖLAMPPUUN	11
6.1 Loisteputkilamppu	12
6.2 Energiasäästölamppu	13
7 KIIERRÄTYS	14
7.1 Ekokem Oy	14
7.2 Loisteputkien kierrätys	15
7.3 Energiasäästölamppujen kierrätys	16
8 SÄHKÖ- JA ELEKTRONIIKKAROMUN TUOTTAJAYHTEISÖT	18
10 EROTTELUMENETELMÄT KIIERRÄTYKSESSÄ	20
11 ENERGIASÄÄSTÖLAMPPUJEN KIIERRÄTYKSEN KEHITTÄMINEN	25
11.1 Kierrätyskonferenssi 2008 ja energiasäästölamppujen kierrätys	25
11.4 Elohopean erottelu	27
10.5 Kehiteltävä energiasäästölamppujen kierrätysprosessi	27
12 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	

## LIITTEET

### SYMBOLILUETTELO

#### Lyhenteet

EU	Euroopan unioni
EY	Euroopan yhteisö
LED	Light Emitted Diode, valodiodi
LCD	Liquid Crystal Display, nestekidenäyttöä
PC	Personal Computer, henkilökohtainen tietokone
RoHs	Restriction of the use of Hazardous Substances in electrical and electronic equipment, vaarallisten aineiden käytön rajoittamisen direktiivi
SER	Sähkö- ja elektroniikkaromu
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment, sähkö- ja elektroniikkatuotteiden käsittely- ja kierrätysdirektiivi

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana on MR-Projektit. Tavoitteena on selvittää energiasäästölamppujen ja loisteputkien kierrätyksen tämänhetkinen tilanne. Lähtökohtana on 2002 valmistunut Heikki Litendahlin opinnäytetyö ”Kuvaputkilasin kierrätysmahdollisuudet sekä TV-vastaanottimien ja PC-monitoreiden käsittelylinja”. Kierrätys ja sitä koskeva lainsäädäntö on kuitenkin muuttunut vuodesta 2002, ja nykyisin on käytössä ja markkinoilla sellaisia tuotteita, joita muutama vuosi sitten oli vielä vähän. Työn tarkoituksena on selvittää elohopean ja loisteaineiden talteenottoa ja uudelleenkäyttöä sekä pohtia tulevaisuuden mahdollisuuksia kierrätyksen tehostamiseksi. EU-lainsäädännössä ohjataan tuotteiden ja tuotannon materiaalitehokkuutta SER-direktiivillä. [1.] Eco-design-direktiivi ohjaa jo tuotteen suunnitteluvaiheessa materiaalin vähäiseen käyttöön ja elinkaariajatteluun, jolloin materiaali olisi helposti kierrätettävissä ja sitä käytettäisiin mahdollisimman vähän. [2, 3.] Kierrätetty ja valmistukseen palautunut valmistusmateriaali on konetekniikan ja kaivosteollisuuden näkökulmasta toimiva sekundäärikaivos.

Kierrätystä säätelee ensisijaisesti jätelaki ja asetus yleisimmistä jätteistä ja ongelmajätteistä. Kierrätys noudattaa lainsäädäntöä ja direktiivejä, mutta kustannustehokkuus on ohjaavassa asemassa, koska kierrätys on myös kaupallista toimintaa. Tehokkaampiin toimenpiteisiin ryhdytään viime kädessä ja usein lainsäädännön pakottamana, vaikka tieto ja tekniikka mahdollistavat toiminnan jo nyt. Jätelaissa säädetään myös tuottajavastuusta, joka ohjaa ongelmajätteiden ja jätteiden kierrätyksen järjestämisen vastuuta. Tämä on Suomessa järjestetty tuottajayhteisöjen avulla. [4.]

Kansainvälisessä kierrätyskonferenssissa Saksassa aiheena oli sähkölaitteiden kierrätyksen hallinta, esimerkkejä Norjasta ja Suomesta. Suomi esiteltiin Norjan kanssa edelläkävijänä kierrätyksessä ja tuottajavastuudessa. Kierrätyksen tulee kehittyä vieläkin, koska harvaanasuttuna maana välimatkat ovat pitkiä ja kierrätyksestä syntyy kustannuksia. Kierrätyksen avulla saavutetut hyödyt kuluvat kierrätettävän materiaalin kuljetukseen ilmansaasteina ja fossiilisten polttoaineiden kulutuksena. [5.] Tuottajavastuu ei toimi aukottomasti, ja varsinkin pienillä paikkakunnilla on ollut ongelmia toteutuksessa. Ongelmana ovat olleet liian pitkät välimatkat, valvonnan puute ja esimerkiksi vastuiden määrittely [6]. Energiasäästölamppujen kierrätys on ollut ajankohtaisesti esillä.

## 2 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tämän insinööri työ aloitettiin tutustumalla ajankohtaisiin artikkeleihin ja keräämällä tietoa aiheesta. Aihetta syvennettiin vierailulla Ekokem Oy:n laitokseen Riihimäellä ja keskustelulla myyntipäällikkö Jorma Koskisen kanssa.

Aluksi tutustuttiin Heikki Litendalin opinnäytetyöhön ”Kuvaputkilasin kierrätysmahdollisuudet sekä TV-vastaanottimien ja PC-monitoreiden käsittelylinja”. Seuraavaksi tarkasteltiin jätteenkäsittelyyn liittyvään lainsäädäntöä Suomessa ja ajankohtaisia artikkeleita energiasäästölamppuista. Opintomatka ajoittui opinnäytetyön keskivaiheeseen, ja tarkoituksena oli selvittää asiantuntijan näkemystä muutamista ongelmista. Lopuksi analysoitiin koottua materiaalia ja pohdittiin kehittämiskäsitteitä.



### 3 SÄHKÖ- JA ELEKTRONIKKALAITEROMUN KIERRÄTYS JA LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA

Sähkö- ja elektroniikkalaiteromua poistui käytöstä yksistään Suomessa vuosittain 13 600 kg vuonna 2005, ja vuonna 2008 romua käsiteltiin jo 44 600 kg [7, 8]. Tilastoissa on poikkeavuuksia, koska sama jäte kiertää käsittelijöiltä toiselle. Tilastokeskuksen sivuilta löytyy tilastoja jätelajeista ja käsittelyistä. Taulukossa 1 on kerätty tietoa vuosilta 2004-2008 tilastokeskuksen sivuilta sähkö- ja elektroniikkaromun jätemääristä [8]. Vastuu jätteistä kuuluu yrityksille ja laitoksille myös elektronisten ja sähköisten laitteiden osalta. Jätehuollon periaatteena on tuottajavastuu, ja laitteiden tuottajat vastaavat sähkö- ja elektroniikkalaiteromun ongelmajätteistä. Laitteissa on hyödyntämiskelpoisia aineita, mutta myös ympäristölle ja terveydelle vaarallisia aineita. Laitteiden poistuminen käytöstä aiheuttaa ympäristövaikutuksia, ja jätteenhuollosta tulee sopia palvelua toimittavien yritysten kanssa. Lainsäädännössä on säädetty asetuksessa 1129/02 laitteiden vaarallisista osista ja aineista, jotka on määritelty ongelmajätteeksi. [9, 10].

Taulukko 1. Jätetilasto 1000 t vuodessa[8]

<b>JÄTETILASTO SER-JÄTTEET</b>			
<b>VUOSI</b>	<b>JÄTEMÄÄRÄ</b>	<b>KIERRÄTYS KÄSITTELY</b>	<b>POLTTO</b>
2008	53 326	44 600	26
2007	49 400	39 300	0,3
2006	38 000	40 900	0,7
2005	23 600	33 900	0,1
2004	33 800	49 900	0,3

Taulukkoon 2 on kerätty sähkö- ja elektroniikkaromuun liittyvä ohjeistusta ja lainsäädäntöä. Finlexin mukaan jätelaissa 3.12.1993/1072 määrätään, että tuotteen valmistuksessa pyritään vähentämään jätteen määrää ja haitallisuutta. Lisäksi säädetään tuotteen elinkaaresta ja kierrätyksestä. [4.] Tuottajavastuusta määrätään jätelaissa asetuksella 4.6.2004/852, ja sillä pyritään vähentämään jätteen kaatopaikalle sijoittamista ja haitallisuutta, tehostamalla jätteen syntymi-

sen ehkäisemistä ja jätteenhuollon järjestämistä sekä tehostamaan jätteen uudelleenkäyttöä [10]. Tuotteissa pyritään vähentämään ongelmallisten aineiden määrää, kuten elohopeaa, lyijyä ja kadmiumia. Alkuperäistä tarvetta ajatellen tuotteen elinkaaren tulisi olla riittävän pitkä. Lisäksi haitallisten aineiden kierrätyksessä ja käsittelyssä pyritään säästämään luontoa.[4.]

Tuottajilla on vastuu tuotteiden jätehuollosta, ja niiden tulee järjestää jätehuolto kustannuksellaan joko liittymällä tuottajayhteisöön tai ilmoittautumalla valvovalle viranomaiselle tuottajatiedostoon. Suomessa Pirkanmaan ympäristökeskus valvoo lain toteutumista (paitsi Ahvenanmaan osalta). Tuottajavastuu koskee esim. seuraavia tuotteita:

- henkilöautoja, pakettiautoja ja niihin rinnastettavia muita ajoneuvoja
- moottorikäyttöisen tai muun ajoneuvon ja laitteen renkaita
- sähkö- ja elektroniikkalaitteita, paristoja ja akkuja sanomalehtiä
- aikakauslehtiä, toimistopaperia ja muita näihin rinnastettavia paperituotteita pakkauksia Huom. Muista aloista poiketen pakkausten tuottajavastuussa ovat pakkaajat ja pakattujen tuotteiden maahantuojat. [7.]

Taulukko 2. Sähkö- ja elektroniikkaromuun liittyvää ohjeistusta ja lainsäädäntöä.

SÄÄDÖS	NRO	SISÄLTÖ
Direktiivi sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta  (WEEE)	2002/95/EY	Sähkö- ja elektroniikkaromun synnyn ennaltaehkäisy, jätteenkäsittely, tuottajan vastuu
Direktiivi sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (RoHs)	2002/95/EY	Vaarallisten aineiden käytön rajoittaminen
Valtioneuvoston asetus sähkö- elektroniikkalaiteromusta	852/2004	Sähkö- ja elektroniikkaromun suunnittelusta, jätteen synnyn ennaltaehkäisy, jätteenkäsittely, tuottajan vastuu,
Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa	853/2004	Sähkö- ja elektroniikkaromun haitallisuuden vähentäminen
Jätelaki	1072/1993	Jätehuollon periaatteet, jätteen synnyn ehkäisy ja haitallisuuden vähentäminen
Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi, energiaa käyttävien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteissa	2005/32/EY	Tuotteiden suunnittelu- ja energiatehokkuusasetukset
Finlex-asetuksen muuttaminen	423/2008	Jätehuollon periaatteet, jätteen synnyn ehkäisy ja haitallisuuden vähentäminen ja kierrätettävyyden lisääminen
Finlex-säädös	1129/02	Ongelmajätteistä
Euroopan komission asetus	244/2009	Vaatimukset pienloistelamppujen laadulle
Asetus jätelain muuttamisesta	277/2008	Tuottajavastuun järjestämisestä jätehuollossa

## 4 ELOHOPEA

### 4.1 Elohopea ympäristössä

Elohopea on hopeanväriinen, nestemäinen alkuaine, ja puhtaana esiintyessään sitä kutsutaan metalliseksi elohopeaksi. Elohopea höyrystyy hitaasti huoneen lämpötilassa, ja siksi sitä ei voi säilyttää avoimessa astiassa. Elohopea kuuluu jaloihin metalleihin ja on kemiallisesti kestävä. Sitä myrkyllisempi muoto on metyylielohopea, joksi elohopea muuntautuu luonnossa. Luontoon joutuessaan elohopea on ympäristömyrkky ja terveydelle vaarallinen hermomyrkky. Jos metallista elohopeaa joutuu luontoon, sitä ei voida poistaa ja se rikastuu ravintoketjussa saalistajiin. Tavallisesti luonnossa esiintyvä elohopea on osana yhdisteitä tai epäorgaanisia suoloja. [11, 12.]

### 4.2 Elohopea käyttökohteena

Elohopeaa saadaan luonnosta louhimalla elohopeasulfidia, joka höyrystetään ja kaasu jäädyytetään puhtaan metallisen elohopean erottumiseksi. Käyttökohteita ovat loisteputket, energiasäästölamput, paristot, elohopealämpömittarit ja sähkötekniikka sekä suussa amalgaami-paikat. Koska elohopea on raskas eli tiheydeltään  $13,6 \text{ kg/dm}^3$ , se soveltuu hyvin paineiden mittaukseen. Kemiallisissa reaktioissa elohopeaa käytetään katodina kloorin valmistukseen. [12.]

Euroopan unioni on pääasiallinen metallisen elohopean viejä. Euroopan unionissa on ollut esillä elohopean vientikielto ja varastointivelvoite ylijäämäiselle ja kierrätetylle metalliselle elohopealle vuonna 2006. Suomessa ainoa vielä vuonna 2006 toiminut kloorialkalitehdas oli Eka Chemicals Oulun tehdas, joka on jo nyt lopettanut toimintansa. Suomessa oli myös kloorialkalitehtaita, jotka eivät käytä elohopeaa prosessissaan. Menetelmää on alettu kokeilla 70-luvulla, ja Joutsenon kloorialkalitehdas on saanut sertifiointin tehtaalleen. Euroopan liki kymmenen miljoonan tonnin kloorituotannosta noin puolet valmistetaan yhä elohopeamene- telmällä. Euroopan Komission DG Environment/ Hazardous Substances Committee onkin

ollut suosittlemassa elohopeapohjaisten kloorialkaliprosessien kieltämistä viimeistään vuonna 2007.[13.]

Elohopeaa on tarjolla enemmän kuin sillä on kysyntää, ja siksi sen hinta on pysynyt alhaisena. Kloorialkalitehtaiden lisäksi elohopeaa käytetään köyhissä etelänmaissa kullankaivuun yhteydessä malmin erotuksessa joko käsin tai vaatimattomilla laitteilla. Esille on tullut ympäristö- ja terveysriskejä, koska toimitaan ilman varotoimenpiteitä. [14.]

### 4.3 Elohopean kierrätyksestä

Tällä hetkellä elohopea on ongelmajätettä ja sen käsittelystä joudutaan maksamaan. Aikaisemmin elohopeasta maksettiin kierrätyksessä. Raportin ”Hallittua kauppaa vai myrkkyyvirtoja kehitysmaihin” mukaan tulisi elohopean kierto kehitysmaihin estää. Kun elohopean vapaa kauppa on sallittu ja sen valvonta on yritysten vastuulla, syntyy elohopeaongelma kehitysmaihin. Raportissa painotetaan loppusijoitusta, jotta ei syntyisi lisää kansainväistä elohopeavarastoa kaupan avulla. Euroopan unionin elohopeastrategia pyrkii kieltämään elohopean viennin 2011 mennessä. [13.] Suomessa elohopea loppusijoitetaan kaatopaikalle ja käsitellään ympäristölle haitattomaksi [15].

## 5 LOISTEAINHEET

Loisteaineet kuuluvat harvinaisiin maametalleihin, ja niiden käyttö on lisääntynyt koko ajan. Taulukossa 3 luetellaan loisteaineita ja niiden käyttökohteita sekä louhintamääriä tonneina. Nimitys harvinaiset maametallit on harhaanjohtava, koska niitä esiintyy maaperässä yleisesti. Harvinaiset maametallit esiintyvät luonnossa yhdisteinä silikaattien tai fosfaattien kanssa. Tärkeimmät mineraalit harvinaisille maametallien esiintymille ovat monaziitti, bastnäsiitti ja ioniabsorptiosavi. Rantahiekassa esiintyy monaziittia, koska mineraalipartikkelit kulkeutuvat kalliosta eroosion avulla helposti sinne. Bastnäättia ja ioniabsorptiosavea esiintyy karbonaattikivissä.[16.]

Loisteaineita käytetään televisioruuduissa ja energiansäästölamppuissa. Pääosin energiansäästölamppuissa aine on yttriumia, johon lisätään väriä antamaan europiumia, ceriumia, terbiumia tai gadoliinia, ja niitä louhittiin 2005 yhteensä 4007 tonnia. Energiasäästölamppujen kulutuksen arvioidaan kasvavan edelleen ja kaksinkertaistuvan seuraavan viiden vuoden aikana. Vuonna 2005 harvinaisten maametallien käyttö on ollut yhtä suurta energiasäästölamppuissa kuin katodisädeputkitelevisioissa [16.]

Taulukko 3. Harvinaisia maametalleja ja niiden käyttökohteita.

Harvinaisen maametallin käyttökohde	Harvinainen maametalli	Louhintamäärä tonneina	Käyttötarve
Loisteaine	Eu, Y, Tb, La, Dy, Ce, Pr, Gd	4,007 t	LCD-TV:t ja LCD-näytöt energiasäästölamput
Kiiltoaine	Ce, La, Pr, sekoi- te	15,150 t	LCD-näytöt, plasma-TV:t ja näytöt, mikrosirut

Louhitusta malmista harvinaiset maametallit erotetaan nelivaiheisesti. Jalostusprosessi on monimutkainen menetelmä, joka vaatii tietotaitoa. Konsentraatin saamiseksi malmista poistetaan ensin sivukivi. Seuraavaksi malmia rikastetaan edelleen ja erotellaan harvinaiset maametalliyhdisteet muusta aineesta, joita voivat olla esim. karbonaatit. Kolmas vaihe sisältää alkuaineiden erottelua omiksi tuotteiksi eli oksideiksi. Pelkistykseen oksidit jalostetaan metalleiksi. Kiina vastaa tällä hetkellä lähes kaikesta maametallien louhinnasta. Harvinaisten maametallien esiintymää on myös Intiassa, Venäjällä, Australiassa ja Yhdysvalloissa. Tällä hetkellä Vietnamissa selvitetään louhinnan aloittamista, Australiassa kaivosta ollaan käynnistämässä sekä Yhdysvalloissa oleva kaivos on suljettu kannattamattomuuden vuoksi. [16.]

Harvinaisten maametallien jalostusprosessi vie paljon energiaa, ja riittävä energian saanti on ollut varsinkin Kiinan huolenaiheena. NdFeB-pohjaisten magneettien alkuaineiden, kuten Nd, Pr, Tb sekä Dy, hintakehitys on ollut nouseva. Nämä alkuaineet ovatkin tulleet tärkeimmiksi tulonlähteiksi. Muuten harvinaisten maametallien hinta on ollut alhainen ja hintakehitys tasaista. [16.]

## 6 HEHKULAMPUSTA LOISTEPUTKI- JA ENERGIASÄÄSTÖLAMPPUUN

EU-direktiivi 2005/32/EY estää asetuksellaan hehkulamppujen myynnin vaiheittain vuodesta 2009 alkaen. Tässä direktiivissä ”hehkulampulla tarkoitetaan hehkulankalamppua, jossa hehkulanka toimii tyhjiökuvussa tai on inertin kaasun ympäröimänä.” Lainsäädännön tarkoituksena on vähentää energiankulutusta ja estää ilmaston lämpenemistä. Lamppujen valaisutekniikan avulla voidaan tehostaa lampun valaisukykyä suhteessa sen energiankulutukseen. Hehkulamppujen valaisutehokkuus on riittävä himmeiden lamppujen eli 60 W osalta vuoteen 2016 saakka. Himmeäkupuiset hehkulamput poistuvat myynnistä syyskuun 2011 jälkeen ja kirkaskupuiset asteittain sen jälkeen. Taulukossa 4 on koottu tietoja hehkulampan myynnin kieltämisen aikatauluista [3, s. 5-15].

Taulukko 4. Hehkulamppujen myynnin kieltäminen

Vaihe	Päivämäärä	Lamppuja ei saa tuoda markkinoille
1	01.09.09	Himmeäkupuiset lamput, ei A-energialuokkaan kuuluvat Kirkaskupuiset, joiden teho 80 W tai enemmän
2	01.09.10	Kirkaskupuiset, joiden teho on yli 65 W
3	01.09.11	Kirkaskupuiset, joiden teho on yli 45 W
4	01.09.12	Kirkaskupuiset, joiden teho on yli 7 W
5	01.09.13	Laatuvaatimusten nosto
6	01.09.16	Lamput, joiden energianluokitus on C

Energiasäästölamppu ja muitakin ratkaisuja kuten led-tekniikkaan perustuvat lamput ovat tulleet hehkulamppujen tilalle. Kun tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasuja ja ilmaston lämpenemistä, on energiasäästölamppu tässä avainasemassa varsinkin lämpimissä maissa ja myös Suomessa lämpimänä ajankohtana Etelä-Suomen osalta. Tämä 244/2009-direktiivi ei kiellä hehkulamppujen käyttämistä, vaan rajoittaa markkinoille tuontia. [3, s. 5-15, 17.]

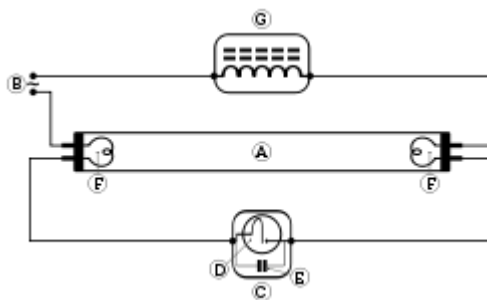
Energiatehokkuusdirektiivin mukaan loistelamppujen tehokkuutta tulee parantaa. ”Loistelampulla tarkoitetaan pienipaine-elohopeatyypistä purkauslamppua, jossa suurin osa valosta emittoituu yhdestä tai useammasta loisteainekerroksesta, jonka purkautuminen aiheuttaa ult-



raviolettisäteilyn virittymisen.” Loistelamppujen kuristustekniikka muuttuu perinteisestä elektroniseen kuristukseen. Tämä parantaa valohyötysuhdetta neljäsosalla. [ s. 5-15, 17.]

### 6.1 Loisteputkilamppu

Loisteputkella tarkoitetaan kaasupurkauslamppua, joka rakentuu (kuva 1) kuristimesta G, sytyttimestä C ja loistelampusta A. Muut osat ovat virtalähde B, bimetallinen termostaatti D, kondensaattori E ja elektrodit F, sekä lisäksi loisteputkessa on elohopeaa. Elohopea kaa-suuntuu sähkökentän vaikutuksesta ja Hg-atomit emittoivat UV-säteilyä, kun ne palautuvat perustasolle elektrodien tai sähkökentän vaikutuksesta. Loisteputken lasi on värjätty fluori-soivalla aineella, jotta elohopeahöyryn säteily muuttuisi näkyväksi valoksi. Loisteputki on täytetty argon- tai krypton-kaasulla, jotta sytytys helpottuisi ja kaasujen purkautuminen pysyisi kurissa.[18.]



Kuva 1. Loistevalaisimen osat[18].

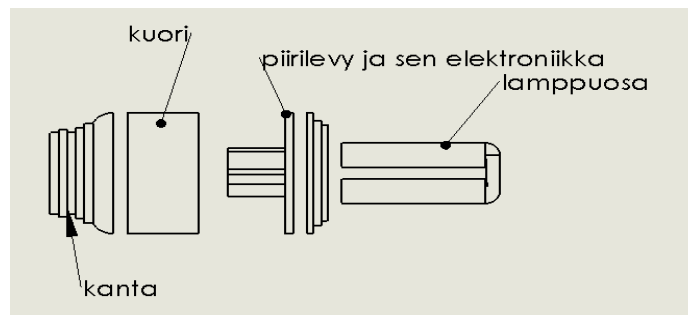
Loisteputki toimii tasa- ja vaihtovirralla. Magneettisia kuristimia käytettäessä taajuus on 50/60 hertsiä ja elektronisia kuristimilla taajuus on 20...100 kHz. Elektronisilla kuristimilla saavutetaan parempi hyötysuhde, värinätön valo sekä valotehokkuuden kasvu. Sytytys tapahtuu vilkkumattomana ja ottovirta on sinimuotoista. Elektroninen kuristin muuttaa syöttöjännitettä loisteputkelle sopivaksi.[18.]

Magneettisia kuristimia käytettäessä bi-metallikärjet ovat aluksi auki ja niiden välille syntyy 230 V jännite. Kaasussa tapahtuu sähköpurkaus, ja lämpenemisen johdosta kärjet sulkeutuvat. Näin virta pääsee kulkemaan kuristimen ja lämpövastuksien kautta ja ne lämpenevät.

Elohopea höyrystyy lämpenemisen johdosta, ja kuristimen rautasydämeen syntyy magneettikenttä. Jonkin ajan kuluttua bi-metallikärjet avautuvat ja kuristimen magneettikenttä purkautuu, syntyy korkea jännite. Loisteputkilamppu syttyy, kun putkessa tapahtuu sähköpurkaus jännitteen vaikutuksesta.[18.]

## 6.2 Energiasäästölamppu

Energiasäästölampulla tarkoitetaan kierrekannallista, loisteputkiperiaatteella toimivaa lampua. Energiasäästölamppu rakentuu (kuva 2) tiiviisti taivutetusta loisteputkesta ja koteloidusta ohjauselektronikasta. [19., 20.]



Kuva 2. Energiasäästölamppun rakenne.

Energiasäästölamppu aiheuttaa sähkömagneettista häiriötä ympäristölleen elektronisen kuristimen takia. Hehkulamppuun verrattuna energiasäästölamppun käyttöikä on viisi- tai jopa kaksikymmenkertainen. Turhaa sammutusta ja sytytystä tulisi välttää, koska ne kuluttavat lampun katodeita. Lampun kestoikää voidaan lisätä, mutta sytytykseen tulee viivettä, joka johtuu katodien esilämmittämisestä. [17., 19.]

Energiasäästölamppun valmistaminen vie enemmän energiaa kuin hehkulamppujen valmistus. Energiasäästö tavoitetaan, koska energiasäästölamppun käyttöikä ja käyttö kuluttaa vähemmän energiaa [21]. Pienloistelamppu eli energiasäästölamppu sisältää vähäisiä määriä elohopeaa. Määrä on 0,001 - 0,004 grammaa, ja se on noin puolet amalgaamipaikan elohopeasta. Siis monella on omassa suussa enemmän elohopeaa kuin energiasäästölamppuissa. [22.]

## 7 KIERRÄTYS

Ongelmajätteet tulee erotella ja kerätä syntypaikoilla. Erityisesti elohopea ja vastaavat aineet tulisi pitää erillään muista aineista. [15.] Ongelmajätteillä tarkoitetaan jätettä, joka voi aiheuttaa erityistä haittaa tai vaaraa luonnolle, ympäristölle tai terveydelle sen kemiallisen tai muun ominaisuutensa vuoksi [1]. Seuraavaksi esittelen Ekokem Oy:tä ja käsittelen loisteputkien ja energiasäästölamppujen kierrätystä tällä hetkellä sekä sitä, miten asia on ollut esillä ajankoh-  
taisesti.

### 7.1 Ekokem Oy

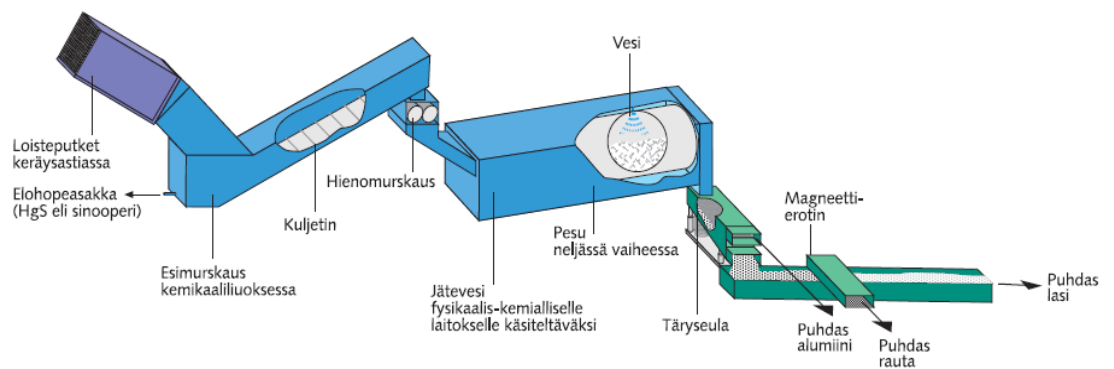
Ekokem Oy on perustettu 1979, ja nykyisin Ekokem Oy Ab-emoyhtiöön kuuluvat myös tytäryhtiöt Ekokem-Palvelu Oy ja Ekovoima Oy. Omistajia ovat kunnat 28,1 %:n osuudella, Suomen valtio 34,1 %:n osuudella ja elinkeinoelämä 37,8 %:n osuudella. Ekokem-konsernin tehtävänä on vaativan ja tavanomaisen jätehuollon tuottaminen, jätteiden kierrätys, maaperän kunnostus ja ympäristörakentamisen palveluiden tuottaminen yhdyskunnille ja elinkeinoelämälle. Ekokem tekee yhteistyötä eri kumppaneiden kanssa, ja tavoitteena ovat monipuoliset, kustannustehokkaat, logistisesti edistyselliset ja joustavat ratkaisut jätehuollossa. Konsernin liikevaihto vuonna 2008 oli 96,6 M € ja henkilökuntaa oli 276.[23.]

Ekokem Oy tarjoaa palveluratkaisuja teollisuudelle, yhdyskuntateknisille aloille, tuottajavastuuyhteisöille sekä maa- ja pohjarakentamisen kohteille. Ekokemillä on ongelmajätteiden käsittely- ja hyötykäyttöpisteitä Riihimäellä, Porissa ja Jämsänkoskella. Yrityksellä on maailmanlaajuisesti tunnettavuutta teknologian ja osaamisen vuoksi. Ekokem on erityisosaaja teollisuuden sivutuotteiden hyötykäytössä, ympäristöä suojaavissa eristys- ja tiivistysrakenteissa sekä maaperän ja pohjaveden kunnostuksessa.[23.]

## 7.2 Loisteputkien kierrätys

Loisteputket kerätään ongelmajätteiden aluekeräyspisteisiin. Loisteputket pakataan päällekkäin lavoille, kuljetuslaatikoihin tai tynnyreihin tiukasti siten, etteivät ne pääse rikkoontumaan. Kuusakoski Oy ja Ekokem Oy tekevät yhteistyötä loisteputkien osalta. Kuusakoski Oy toimittaa energiasäästölamput ja loisteputket Ekokem Oy:lle. Ekokem Oy vaihtaa ne TV- ja näyttöpääteteromuun.[23.]

Tällä hetkellä loisteputket murskataan Ekokem Oy:n Riihimäen tehtaalla panosprosessina (kuva 3.) suljetussa tilassa kemikaaliliuoksessa. Kemikaali sitoo elohopean, joka muutetaan vaarattomaan muotoon, elohopeasulfidiksi. Kierrätyksen kautta metalli ja lasi palautuvat uusiokäyttöön. Tässä käsittelyprosessissa on mahdollista käsitellä vuosittain 5000 000 loisteputkea.[24.]

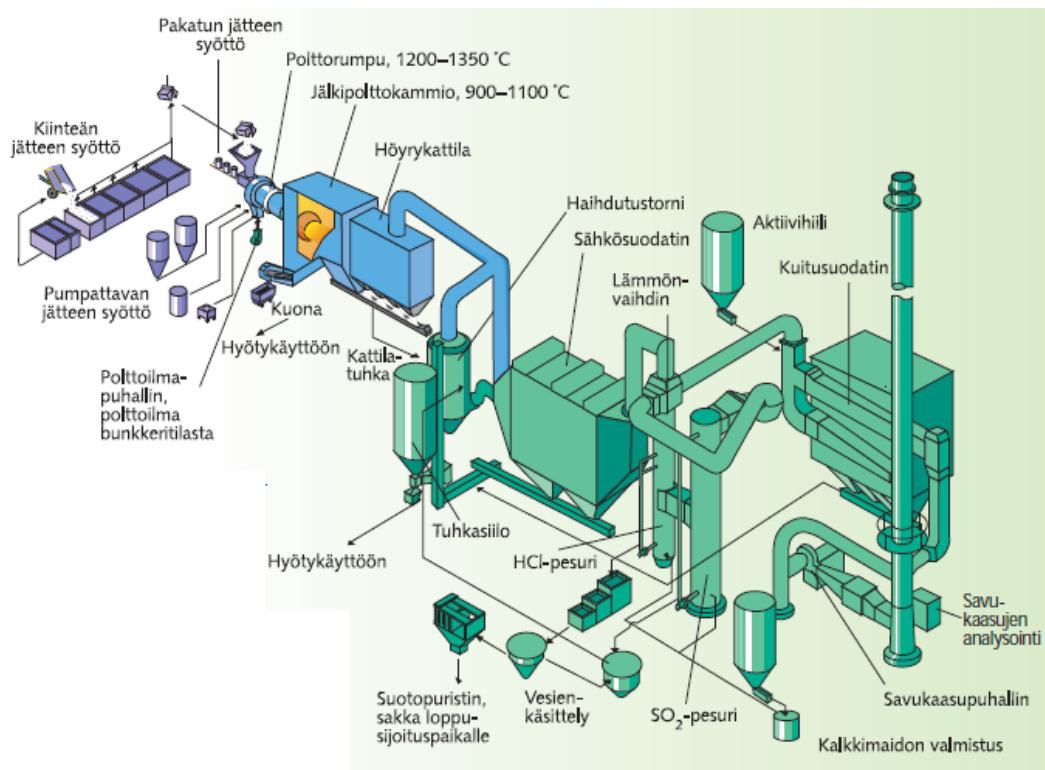


Kuva 3. Loisteputkien käsittely [24]

### 7.3 Energiasäästölamppujen kierrätys

Kierrätyksestä on säädetty SER-direktiivi, jossa määrätään, että kaasupurkauslamppuista pitää olla 80 % kierrätettynä 46 kk kuluttua direktiivin voimaantulosta. Direktiivi on astunut voimaan 2004 [4, 25]. Kierrätyspalvelua järjestää Suomessa Elker Oy, jolle kuuluu myös energiansäästölamppujen lisäksi sähkö- ja elektroniikkalaiteromun kierrätyksen vastuu. Jatkokäsittelystä huolehtii Ekokem Riihimäen tehdas, jonne romu kuljetetaan. [23.]

Energiasäästölamput kerätään ongelmajätekeräyspisteissä kartonkisiin ja metallisiin keräys-tyynyreihin. Ekokemillä tynnyrit poltetaan kokonaisena sisältöineen. Poltossa elohopeahöyryyn lisätään (kuva 4.) aktiivihiili, ja kuitusuodatin ottaa kiinni aktiivihiilen elohopeasi-  
sältöineen. Vuonna 2003-2004 on myyty alle miljoona energiasäästölamppua vuodessa. Täl-  
laisen lampun kestoikä on noin viisi vuotta. Käytettyjen lamppujen palautuminen jätelajitte-  
luun näkyvät tilastoissa vasta vuonna 2008-2009. [22., 24.]



Kuva 4. Energiasäästölamppujen käsittely polttouunissa [24].

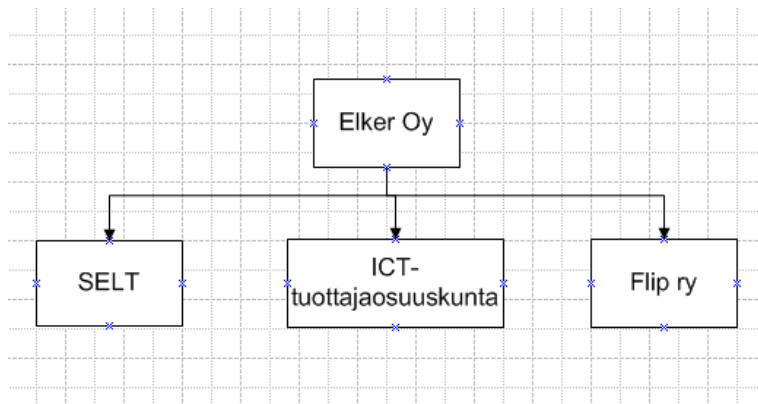
Ajankohtaisesti on ollut esillä energiasäästölamppujen kierrätyksen vaativuus ja toimimattomuus. Lampun tulee pysyä ehjänä koko kierrätyksen ajan, ja käytetty energiasäästölamppu tulee palauttaa ongelmajätelaitokselle tai keräyspisteeseen, koska se sisältää elohopeaa. Keräyspisteitä on harvassa, koska kuljetuskustannukset kasvavat pisteiden lisääntyessä. Kauppojen yhteydessä olevassa kierrätyspisteessä lampun rikkoutumisen riski on suuri, ja siksi se ei ole hyvä vaihtoehto. Tällä hetkellä käytetyt lamput poltetaan Ekokem Oy:n Riihimäen laitoksella, koska niitä ei voida hyödyntää loisteputkien kierrätysprosessissa. Rakenteet poikkeavat liikaa loisteputkilamppujen rakenteesta ja energiasäästölamppuja on vielä palautettu niin vähän, ettei oma prosessi ole kannattavaa. Energiasäästölamppuissa on kyse ongelmajätteistä, ja ongelmajätteet eivät kuulu kauppojen alaisuuteen. [23., 25.]

Elker Oy:n sivujen avulla tutustuttiin luetteloon kaupoista, jotka ottavat vastaan energiasäästölamppuja uusien lamppujen oston yhteydessä. Tässä on ristiriitaa muodostuneen käytännön ja jätteitä käsittelevän yrityksen kanssa. Asiaan vaikuttaa voimaan tullut ja valmisteilla oleva lainsäädäntö. Jäte käsittely Ekokem Oy:llä on yrityspohjaista toimintaa, ja tavoitteena on tuottaa voittoa osakkaille. Tuottajayhteisöjen toiminta on voittoa tavoittelematon. Tuottajayhteisöt toimivat ennakoimalla säädöksiä, vaikka ne eivät ole vielä voimaantulleita ja toiminta ei ole kannattavaa tai tuo voittoa. [25.]

Energiasäästölamppujen kierrätyksestä Kajaanin alueella kysyttiin Anttilasta, joka ottaa vastaan käytettyjä energiasäästölamppuja uuden oston yhteydessä. Kierrätyksestä ei ole muodostunut käytäntöä, eikä palautusmahdollisuutta mainosteta. Energiasäästölamput säilytetään kaupan tiloissa varastossa, josta jätehuolto noutaa tarvittaessa ongelmajätteet jatkokäsittelyyn. Energiasäästölamppuja on palautunut vähän, eikä sillä uskota tulevan merkitystä kaupan toiminnalle.

## 8 SÄHKÖ- JA ELEKTRONIIKKAROMUN TUOTTAJAYHTEISÖT

Elker Oy vastaa kierrätyksen järjestämisen ja kierrätyksen veloitteiden toteutumisesta käytännössä. SELT ry, ICT-tuottajaosuuskunta ja FLIP ry ovat tuottajayhteisöjä, jotka ovat perustaneet palveluyhtiön Elker Oy:n (kuva 5). Tuottajayhteisöt huolehtivat kierrätyksen järjestämisestä ja kierrätyksestä. Elker Oy tarjoaa tuottajayhteisöille keskitettyjä hallinnollisia palveluja ja vastaa lainsäädännön toteutumisesta sekä saavuttaa logistisia etuja tuottajayhteisöilleen. [26.]



Kuva 5. Tuottajayhteisöjen organisaatio

Käytännössä yritys kuuluu jäsenenä tuottajayhteisöön, joka hoitaa yrityksen jätteen kierrätyksen ja sen järjestämisen. Taulukko 5 kuvaa tuottajayhteisön vastuualueita. ICT-tuottajaosuuskunta vastaa tieto- ja teleteknisten laitteiden valmistajien ja maahantuojien kierrätysvastuiden toteuttamisesta. Laitteet, jotka WEEE-luokituksen mukaisesti kuuluvat ICT-tuottajaosuuskunnan alaisuuteen, ovat WEEE 3 tieto- ja teletekniset laitteet ja WEEE 4 kuluttajaelektroniikka. Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden valmistajien ja maahantuojien kierrätysvastuista vastaa SELT ry. Lamppujen kierrätyksestä ja tuottajavastuista vastaa Flip Oy.[26.]

Taulukko 5. Tuottajayhteisöt ja vastuualueet.

Tuottajayhteisö	Laitteet	WEEE-luokka
ICT-tuottajaosuuskunta	Tieto- ja teletekniset laitteet	WEEE 3 Tieto- ja teletekniset laitteet WEEE 4 Kuluttajaelektroniikka
SELT ry	Sähkö- ja elektroniikkalaitteet	WEEE 1 Suuret kodinkoneet WEEE 2 Pienet kodinkoneet WEEE 5 Valaistuslaitteet WEEE 6 Sähkö- ja elektroniikkatyökalut WEEE 7 Lelut, vapaa-ajan ja urheiluvälineet WEEE 8 Terveystuotteiden laitteet WEEE 9 Tarkkailu- ja valvontalaitteet WEEE 10 Automaatit
Flip Oy	WEEE-direktiiviin kuuluvien lamppujen kierrätys	WEEE 5 Lamput



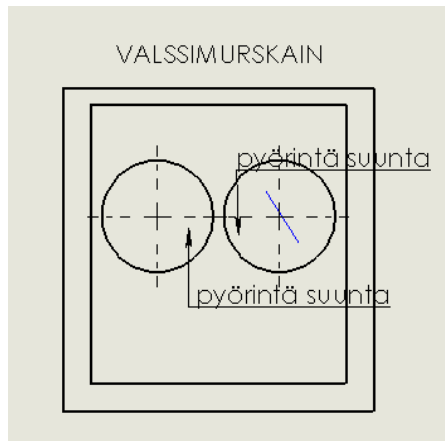
## 10 EROTTELUMENETELMÄT KIERRÄTYKSESSÄ

Sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätyksessä materiaalin kierrätys aloitetaan erottelulla. Erilaiset romut tai jätteet tulevat eri käsittelypisteisiin, ja vaaralliset aineet tai niitä sisältävät komponentit poistetaan tai tehdään ympäristölle vaarattomiksi [15]. Kierrätyksessä ja kaivostekniikassa jatkojalostuksen kannalta on merkittävää materiaalin kappalekoko ja raekoko. Materiaalia käsitellään murskaamalla, seulomalla ja erottamalla. SER-kierrätysprosessiin tuleva syöte on keraameja, muoveja ja metalleja sekä lasia. Murskausvaiheen (2 - 3) jälkeen materiaalin tulisi olla sopivaa raejakaumaltaan ja riittävän puhdasta. Murskauksessa tulisi pölyntuotannon olla mahdollisimman vähäistä. Erityisesti SER-romussa olevien arvometallien tulisi pysyä kantajametallin pinnalla koko murskauksen ajan. Kierrätyskäsittelyssä tulisi lämpötilan pysyä riittävän alhaisena, jotta materiaali ei vahingoitu korkean lämpötilan vuoksi. [27.]

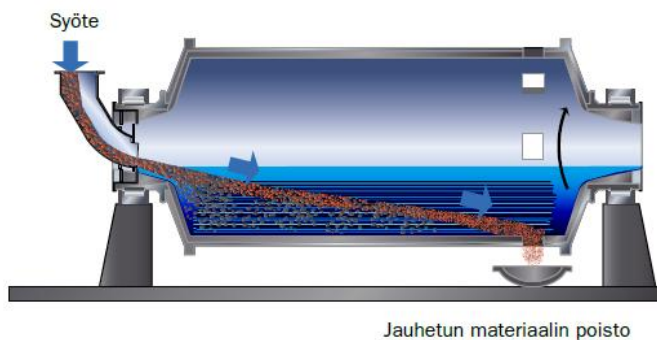
Kierrätettävän materiaalin ongelmana SER-romussa ovat erilaiset muovilaadut. Muovit käsitellään kierrätyksessä mekaanisesti tai kemiallisesti. Mekaaninen käsittely tarkoittaa haketusta, pesua, kuivausta, hienomurskausta ja rakeutusta. Kemiallinen käsittely tarkoittaa muovin palauttamista polymeereiksi eli peruskemikaaliksi. Muovia voidaan kierrättää myös energiaksi, jolloin se poltetaan. Kuitenkin PVC- ja PTFE -muovit täytyy erottaa, koska ne eivät sovellu polttamiseen. Muovien erotteluun voidaan käyttää tiheyteen perustuvia erottelumenetelmiä, mutta muovin tiheyden vaihtelut ovat pieniä. Metallin ja muovin saadaan eroteltua pyörrevirtaerottelulla, erityisesti menetelmä sopii alumiinin erotteluun muusta metallijakeesta. Kierrätyksessä tulisi huomioida, että pyörrevirtaerottelu kuumentaa rautaa ja se voi sulattaa muita materiaaleja kuten muoveja. Puhdas rauta pitäisi erotella ennen pyörrevirtaerottelua esim. magneettisen erottelun avulla. [27, s. 217, 28.]

Murskaus tapahtuu nesteessä, kemikaaliseoksessa tai vastaavassa energiasäästölamppujen ja loisteputkien sisältämän elohopean vuoksi. Kemikaalina voidaan käyttää seleeniä tai rikkiä. Murskaimen valintaan vaikuttavat materiaaliominaisuudet, tarvittava kapasiteetti, syötteen karkeus ja tuotteen haluttu karkeus sekä hankintahinta ja käyttökustannukset. Usein tarvitaan vähintään useita murskauskäsittelyvaiheita, kuten esimurskaus ja hienomurskaus, jotta haluttu materiaaliraekoko saavutetaan. Materiaalin murskauksessa on voitettava materiaalia koossapitävät voimat ja materiaali on altistettava ääripisteessä jännitykselle.[27.]

Puristavaan murskaukseen ja hienonnustapaan perustuvat murskaimet soveltuvat loisteputkien ja energiasäästölamppujen käsittelyyn. Valssimurskain ja tankomylly perustuvat puristavaan murskauksessa. Valssimurskaimessa on vaakasuorien akselien varassa kaksi (tai kolme) pyörivää sylinteriä ja materiaali hienonnetaan näiden välissä (kuva 6). Tankomurskaimessa (kuva 7) käytetään jauhinkappaleina tankoja tai kuulia ja murskaus voidaan tehdä märkänä tai kuivana. Ei-kuluttavalle ja kostealle materiaalille sopii valssimurskain. [29. s. 90] Rengasmurskaimessa murskaus tapahtuu pyörivän roottorin ja reikälevyn välissä, jolloin murske poistuu reikälevyn reikien kautta. Rengasmurskainta käytetään elektroniikkalaiteromun murskauksessa[27 s. 214.]



Kuva 6. Valssimurskaimen toimintaperiaate.



Kuva 7. Tankomyllyn toimintaperiaate [30]

### 10.1 Materiaalien seulonta ja erottelu energiasäästölamppujen ja loisteputkien kierrätyksessä

Murskausvaiheen jälkeen erityisesti SER-jätteen käsittelyssä tulee rauta erotella muusta materiaalista ennen jatkokäsittelyä. Magneettinen erottelu soveltuu raudan erotteluun, ja hihnamagneettierotin soveltuu romun erotteluun hihnalta. Kuvassa 8 on Mastermag 6PCB9-kestomagneetin avulla toteutettu hihnamagneettierotin [31].

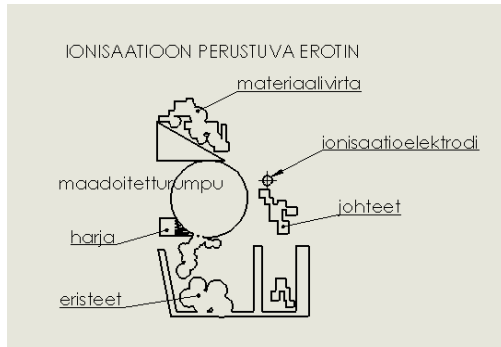


Kuva 8. Mastermag 6 PCB 9 [31].

Raudan erottelun jälkeen voidaan käyttää pyörrevirtaerotinta (kuva 9), jolloin ei-magneettiset, alumiini ja muovi saadaan pois lasimurskasta. Kuljetinhihnan ja taittorummun sisällä pyörii magneetti, jolloin ei-magneettiset pompahtavat hihnalta kouruun. Ei-magneettiset kappaleet hylkivät erotinta (kuva 10), koska ne ovat varautuneet sähköisesti magneetin indusoivan sähkökentän avulla.[32.]



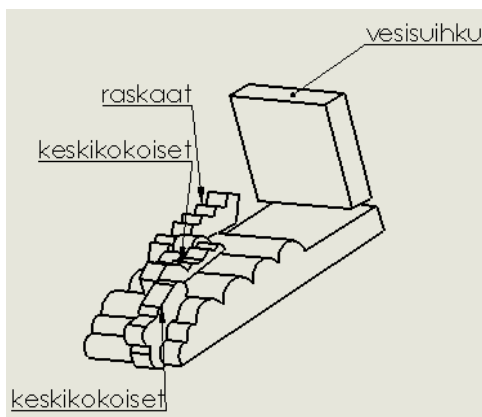
Kuva 9 Pyörrevirtaerotin Mastermag[32]



Kuva 10. Ionisaatioon perustuva erotin

Tärypöytä on pituussuunnassa uritettu, kalteva, pituussuuntaiseen edestakaiseen liikkeeseen saatettu pinta. Materiaalirakeet erotetaan painon ja tiheyden mukaisiin jaokkeisiin veden tai ilman avulla. Materiaalilietteen liike riippuu rakeiden ominaisuuksista, pinnan kaltevuudesta ja laadusta sekä materiaalivirran paksuudesta. Maan vetovoima, kitka, virtauksen vastusvoimat, pöydän iskuliike ja lietteen sisäiset leikkausvoimat vaikuttavat liikkeeseen. Pöydän yläosalla erottuu tiheä materiaali ja välituote sen alapuolelle ja hienojakoisin materiaali kulkeutuu suoraan alaspäin huuhtoveden mukana.[29, s. 164-166.]

Tärypöydän avulla saadaan eroteltua alumiini muusta metallijakeesta. Tärypöydällä materiaalit erottuvat tiheyksien mukaan eri vyöhykkeisiin. Ensin erottuvat kevyet ja viimeisenä raskaat materiaalit. Veden virtauksen mukaan lähtevät helpoiten keskikokoiset ja kevyet jakeet, pienet rakeet jäävät lähelle pöydän pintaa. Pöydän liike vaikuttaa eniten raskaisiin rakeisiin, ja ne jäävät lähelle pöydän pintaa. Lisäksi pöydän urat ohjaavat raskaita rakeita pidemmälle.[29, s. 164-166.] Kuvassa 11 on havainnollistettu täryerottelun periaatetta.



Kuva 11. Täryerottelun periaate

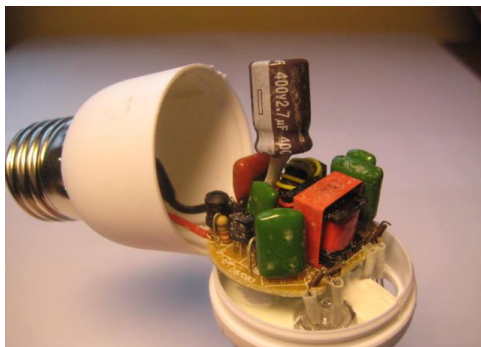
Erottelussa käytetään rikastusmenetelmistä poikkeavia menetelmiä kuten suodatus ja sitouttaminen. Aktiivihili on puhdasta hiiltä, ja sitä käytetään erilaisissa suodattimissa epäpuhtauksien ja haitallisten aineiden poistamiseen. Käyttökohteita ovat lääkehiili, vedensuodatus, kaasunaamari ja ilmasuodatus. Kaasujen erottelussa haitalliset ja vaaralliset aineet sitoutuvat aktiivihiiileen. Energiasäästölamppujen kierrätyksessä polttamisen yhteydessä elohopea kaasuuntuu ja otetaan talteen aktiivihiiilen avulla. Sitouttamista tehdään kemiallisilla aineilla, kun halutaan estää haitallisten aineiden kulkeutuminen. Loisteputkien kierrätyksessä murskauksen yhteydessä käytetään kemikaaliin sitouttamista elohopean ottamiseksi talteen.[23., 33.]

## 11 ENERGIASÄÄSTÖLAMPPUJEN KIERRÄTYKSEN KEHITTÄMINEN

Energiasäästölamput kerätään aluekeräyspisteisiin. Käytännössä Flip Oy on järjestänyt lamp-  
pujen keräyspisteet ja huolehtii kuljetuksista sekä kierrätyksestä. Käytetyt energiasäästölam-  
put kuljetetaan Ekokem Oy:n laitokselle Riihimäelle, jossa ne poltetaan keräysastioineen.  
Ekokem Oy:llä on jo kehitetty prosessi, jossa energiasäästölamput voidaan myös käsitellä.  
Energiasäästölamppuja palautuu nykyisin liian vähän, jolloin polttaminen on edullisem-  
paa.[23.]

### 11.1 Kierrätyskonferenssi 2008 ja energiasäästölamppujen kierrätys

Kierrätyskonferenssissa Saksassa 2008 on ollut esillä CFL eli compact fluorescent lamp de-  
sign. Kirjoittajien mukaan energiasäästölampan suunnittelu ja valmistus tulisi toteuttaa irro-  
teltavin osin. Energiasäästölampan kantaosassa on (kuva 12) elektroniikkaa, joka lämmittää  
lampan katodeja ja sytyttää lampan loistamaan. Kantaosa ei kulu käytössä kuten lamppuosa.  
Kuluttaja voi vaihtaa kuluneen osan eli loistelamppuosan, joka olisi vaihdettavissa ja liitettä-  
vissä kantaosaan. Jos kantaosa kierrätetään, tulee 90 % energiasta kierrätettyä. [ 34, s.721-  
724.] Tämänhetkisessä kierrätyksessäkin tulisi huomioida tuo arvokkaan kantaosan materiaa-  
lin talteenotto ja kierrätys.



Kuva 12. Energiasäästölampan kantaosassa on elektroniikkaa [35]

## 11.2 Energiasäästölamppujen kierrätyksen prosessi

Energiasäästölamppujen prosessointi loisteputkien käsittelyssä on ongelmallista, koska murskauksen jälkeen oleva kuljetin tukkeutuu energiasäästölamppujen kantaosan murskamateriaalista. Murskauksen jälkeen kantaosan materiaali tulisi erotella muusta materiaalista, kuten lasi ja metalli. Erottelussa voisi hyödyntää ominaispainoon perustuvia erottelumekanismia. Pyörrevirta- ja ominaispainerottelu sopivat elektroniikan, jätteille ja tätä periaatetta voisi kehittää energiasäästölamppujen elektronisten osien erottelussa. Alumiinin erottelu tehdään täryseulan avulla, jolloin painavimmat rauta ja lasi jatkavat seulasta eteenpäin. Rauta erotellaan lasimassasta magneettisen erottelun avulla. Viimeiseksi jätteeksi pitäisi jäädä lasimurska, josta ei tarvitse enää erotella vähäisiä määriä muovia. Ekokem Oy:llä on jo tähän kehitelty prosessi, mutta se odottaa suurempia energiasäästölamppujen palautusmääriä.[23., 27.]

Aikaisemmin KTP Oy on hakenut ympäristöluvassaan käsittelylupaa loisteputkille. Luvassa kuvaillaan loisteputkien käsittelyprosessia. Loisteputket murskataan vedessä, jonka jälkeen ne syötetään alipaineistettuun uuniin. Tarkoituksena on erottaa elohopea lasimassasta kemiallisella erotuksella. Elohopea imetään reaktiokammioon ja lasimassa jatkaa uunissa eteenpäin.[36.]

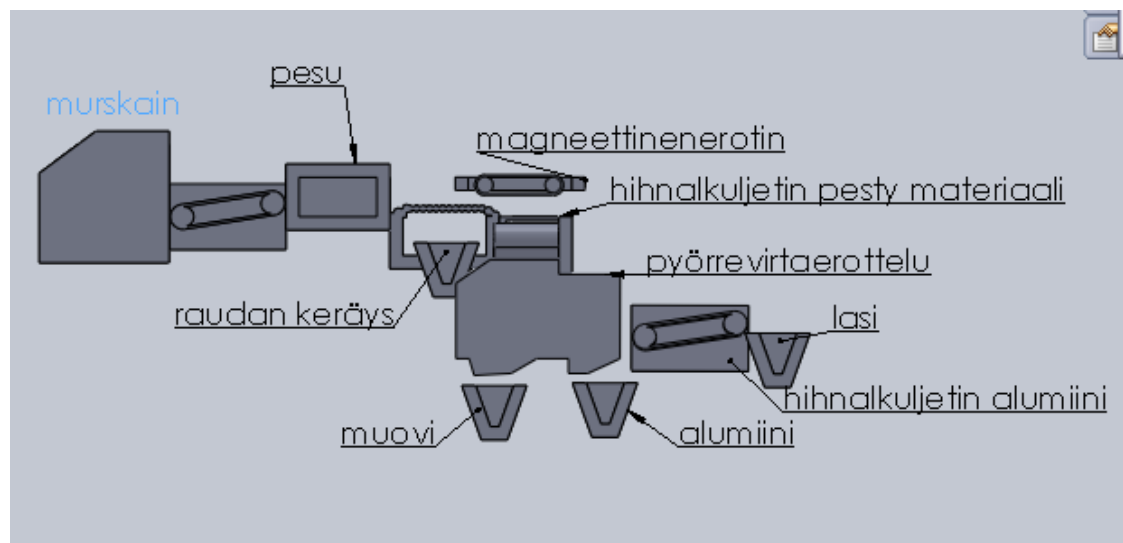
Uunin lämpötila on 1350-1400 °C. Reaktiokammiossa elohopea reagoi lisätyn säädetyin seleenin kanssa, jolloin syntyy elohopeaseleniidiä. Ensin prosessikaasut jäädytetään 30 °C:seen ja suodatetaan seleenifiltterin läpi, lopuksi kaasut johdatetaan ulos. Lasimassasta on 99,8 % puhdistunut elohopeasta. Miljoonan lampun käsittelystä syntyy 35-40 kg selluniidia, joka toimitetaan Ekokem Oy:lle loppusijoitukseen kaatopaikalleen. KTP Oy:n prosessi ei ole käytössä tällä hetkellä, koska Ekokem Oy käsittelee kaikki loisteputket omassa prosessissaan. Elohopean sitoutumiseksi voidaan käyttää seleenin lisäämistä. On siis muitakin mahdollisuuksia kuin Ekokem Oy:n tämänhetkinen toimintatapa, joka on saksalainen patenti.[23., 24., 36.]

#### 11.4 Elohopean erottelu

Elohopea on mahdollista ottaa talteen esim. tislauksella. Aineiden erilaiset höyrystymislämpötilat mahdollistavat tislauksen, jolla voidaan erotella eri aineita. Elohopea höyrystyy matalassa lämpötilassa. Yliopistolainen-lehden mukaan yrittäjä erottelee lasin ja metallin sekä loisteaineet ja elohopea palautetaan uusien lamppujen valmistukseen. Tällä hetkellä elohopea tehdään vaarattomaksi ja se loppusijoitetaan Ekokem Oy:ssä.[23., 37.]

#### 10.5 Kehiteltävä energiasäästölamppujen kierrätysprosessi

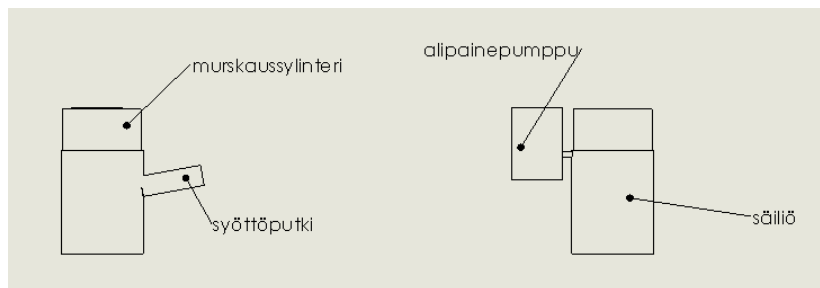
Kuvassa 13 esitellään kehiteltävää erotteluprosessia. Todennäköisesti taloudellisesti järkevin vaihtoehto on kehittää nykyistä loisteputkien käsittelyprosessia. Energiasäästölamput murskataan ensin vedessä. Rullakuljettimen tilalle voisi ottaa hihnakuljettimen, jolloin elektroniikka- ja muovimurska ei tukkisi kuljetinta ja murskamateriaali jatkaa hihnakuljettimella eteenpäin. Rauta erotellaan magneettisella erottimella. Muun metallin ja muovin erotteluun käytetään pyörrevirtaerotinta. Alumiini erotellaan metallijakeesta tärypöydän avulla. Taloudellisin ratkaisu olisi, että muovimurskan elektroniikka jatkokäsiteltäisiin vasta muun elektronikkaromun erottelun yhteydessä, koska energiasäästölamppujen piirilevy on niin pieni ja niitä on määrällisestikin vähän.



Kuva 13. Kehiteltävä yksinkertainen kierrätysprosessi



Energiasäästölamppuja voisi murskata pienessä prosessissa aluekeräyspisteissä, jolloin säästättäisiin kuljetuskustannuksilta. Yksitellen palautetut energiasäästölamput murskattaisiin alipaineimulla varustetussa "lampunpalautusautomaatissa". Murskain olisi alipaineella varustettu tynnyri, joka varmistaa, ettei elohopeahöyryjä pääse ilmaan. Lasi, metalli ja loisteaineet otetaan talteen ja uudelleen käyttöön. Lasimurska pestään, ja pesuvedestä otettaisiin loisteaineet ja elohopea talteen. Jos tarkastellaan suuria palautuseriä, tulisi murskauksen onnistua pahvisen keräystynnyrin kanssa, koska lamput kerätään niihin. Kuvassa 14 havainnoillistetaan aluekeräyspisteissä olevaa murskaussylinteriä. Energiasäästölamput syötetään syöttöputkesta säiliöön. Murskaus tapahtuu murskaussylinterin avulla ja alipainepumpun avulla imeetään elohopeahöyryt talteen. Näin energiasäästölamput mahtuvat pienempään tilaan. Tästä prosessi voisi edetä elektroniikkaromun erotteluprosessiin.



Kuva 14. Energiasäästölamppujen murskaus aluekeräyspisteessä

## 12 YHTEENVETO

Tämän insinööriyön tavoitteena oli selvittää energiasäästölamppujen loisteputkien kierrätystä Suomessa. Lisäksi tarkoituksena oli pohtia prosessin kehittämistä. Työ saavutti tavoitteet ja selvitysraportti valmistui, mutta konkreettisiin toimenpiteisiin ei ryhdytty.

Energiasäästölamppujen kierrätyksen kehittäminen on haastavaa, koska se sisältää erityyppistä materiaalia, kuten muovia, metalleja ja ongelmajätteitä. Kierrätyksen kannattavuus on energiasäästölamppujen osalta heikkoa, koska kierrätykseen saatava materiaali ja palautuminen kierrätykseen ovat vielä vähäistä. Kuitenkin energiasäästölamppuja poistuu käytöstä yhä enemmän ja niiden kulutus kasvaa koko ajan, ja siksi kierrätyksen kehittämisen on tärkeää. Suomessa välimatkat ovat pitkiä ja asukasluku on pieni, mutta muualla maailmassa ja Euroopassakin asiat ovat jo toisin. Kierrätystä tulee ennakoida ja kehittää, koska Euroopan unioni ja Suomen lait ohjaavat materiaalitehokkuuteen ja ongelmallisten aineiden vähäiseen käyttöön sekä jätteen syntymisen estämiseen. Suomi voisi olla tiennäyttäjänä kierrätyksessä panostamalla kierrätyksen kehittämiseen. Energiasäästölamppujen käyttöä tulevaisuudessa on vaikea arvata, mutta todennäköistä on, että led-tekniikkaan perustuva valaistus lisääntyy.

Kierrätyksen kehittäminen ei pitäisi perustua kaikille samoihin pakkokeinoihin, koska silloin saattaa syntyä tehottomia ja epäkäytännöllisiä toimintamalleja. Toisaalta on otettava huomioon, että kierrätystä ei järjestetä, jos sitä ei ole lailla määrätty. Suomessa kierrätys on kehittynyt verrattuna Euroopan eteläisiin osiin, mutta sama toimintamalli ei välttämättä toimi muualla. Suomessakin on vielä kierrätyksen järjestämisessä paranneltavaa ja tehostamista.

Lakeja ja direktiivejä valmisteltaessa ja määrättäessä tulisi huomioida, ettei tuloksena ole energiansäästöä valmistuksessa ja energiankulutusta kierrätyksessä. Samalla tavalla kun tuotteen elinkaaren aikana vaaditaan vähemmän materiaalin kulutusta, ongelmallisia aineita ja energiaa, tulisi samoin ajatella lakeja säädettäessä. Kun alueellisia eroja ei oteta huomioon lakia säädettäessä, saattaa syntyä korkeita kustannuksia ja kyseenalaistettavia toimintamalleja. Tällainen tapaus on hehkulamputa siirtyminen energiasäästölamppuun. Energiasäästölamppujen kierrätys ongelmajätteenä pohjoisissa oloissa vaatii enemmän energiaa kuin hehkulamppujen käyttäminen, kun asukasluku ja asumistiheys huomioidaan. Hyödyt ja haitat tulisi ottaa huomioon, ja tietyissä tapauksissa voisi direktiivistä poiketa hyvän käytännön ni-

missä. Tässä tapauksessa tarkoitetaan, että hehkulamppuja olisi sallittua käyttää poikkeusluvalla, jolloin ei syntyisi energiasäästölamppujen kierrätysongelmaa ja kustannusta. Pohjoisissa oloissa hehkulampan tuoma lämpöenergia tulee hyödynnettyä kylmänä vuodenaikana ja lämpimänä vuodenaikana on luonnonvalo, jolloin hehkulamppuja ei käytetä lainkaan tai hyvin vähän.

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin myös kierrätystä ja materiaalikäsittelyä sekundäärikaivoksen näkökulmasta. Tuloksena oli, että materiaali on monimuotoista ja prosessissa voidaan hyödyntää kaivostoiminnan laitteistoa. Materiaalin saattaminen uudelleen käytettäväksi on muovien ja pienten elektronisten osien osalta hankalaa. Materiaalin uusiokäyttö toimii lasin ja metallin sekä raudan osalta hyvin, varsinkin loisteputkien kierrätysprosessissa. Metallinkierrätys on yleinen toimintatapa ja kannattavaa toimintaa. Lisäksi metalli on uudelleenikäytön kannalta helposti hyödynnettävä materiaali. Kierrätysmateriaalin uudelleenikäytön esteeksi tulee kustannustehokkuus. Kierrätysprosessi uusiomateriaaliksi tulee olla kannattavaa, ja jos ei ole materiaali hyödynnetään energiana, kuten muovin osalta usein tapahtuu.

Energiasäästölamppujen prosessin osalta tultiin tulokseen, että materiaalivirta on vähäistä ja energiasäästölamppujen rakenne poikkeaa loisteputkien rakenteesta liikaa, jolloin niitä ei voi yhdistää loisteputkiprosessiin. Materiaalin uudelleenikäyttämisen kannalta kierrätys tulisi yhdistää muun elektroniikkaromun käsittelyyn. Ongelmajätteet tulee poistaa, jonka jälkeen prosessi voisi yhdistyä elektroniikkaromumateriaalivirtaan. Energiasäästölamppujen suljettu murskaus tehtäisiin vedessä tai alipaineimulla varustetussa säiliössä. Pesuvesi käsiteltäisiin ja elohopea ja loisteaineet otettaisiin talteen.

Jatkossa tulisi kehittää prosessia eteenpäin ja kokeilla käytännössä sen toimivuutta. Lisäksi pitäisi mitata prosessin aikana syntyviä haitallisten aineiden määriä ilmasta ja vedestä. Prosessia kehitettäessä tulee huomioida, että käsiteltävät määrät ovat pieniä, jolloin laitteiston kustannukset tulisi olla pienet. Energiasäästölamppujen murskaus ja käsittely tulisi olla mahdollista muuallakin kuin Ekokem Oy:llä kustannustehokkuuden ja kierrätyksen järjeistämisen kannalta.

## LÄHTEET

- [1] Finlex säädös 852/2004. Asetus sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta. [www-dokumentti]<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20040852?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=852%2F2004>>(Luettu 29.11.2009)
- [2]Eco-design. Finlex säädös 423/2008 §4. Elektroniikkalaitteen suunnittelu ja valmistus. [www dokument-  
ti]<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080423?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=852%2F2008>>(Luettu 29.11.2009)
- [3]Eu-komission asetus N:o 244/2009 [www-dokumentti]<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:076:0003:0016:FI:PDF>> (Luettu 3.5.2010)
- [4] Jätelaki. Finlex-lainsäädös1073/1993[www-dokumentti]<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931072>>(Luettu 29.11.2009)
- [5] Roman, E. Ylä-Mella, J. Pongrácz, E. Solvang, W D. Keiski, R. 2008. WEEE Management System - Cases in Norway and Finland. Electronics goes green 2008+, Stuttgart. Berlin, Germany.
- [6] Paajanen, S. Tietoja kuntien jätehuollosta kysely 2002. Suomen kuntaliitto. Kuntaliiton painatuskeskus. Helsinki.
- [7] Ekokemin ohje 11/05: Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu. Turvallisesti hyötykäyttöön. Forssa 2005.
- [8]Jätetilastot [www-dokumentti]<<http://www.stat.fi/til/jate/tau.html>>(Luettu 18.3.2010)
- [9] Finlex säädös 853/2007. Vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa.[www-dokumentti]  
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20040853?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=852%2F2004>> (Luettu 29.11.2009)
- [10] Tuottajavastuu [www-dokument-

ti]<<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=226870&lan=fi&clan=fi>>(Luettu 29.11.2009)

[11] Elohopea [www-dokumentti]<<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=4130&lan=fi>.>(Luettu 23.11.2009)

[12]Arvonen, A., Levonen, H. Opistoasteen kemia. Helsinki 1987. 1-2. painos.

[13]Tiivistelmä. Ehdotukseen Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi metallisen elohopean viennin kieltämisestä ja turvallisesta varastoinnista. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006SC1370:FI:NOT>. Hakupäivä 23.11.2009

[14]Halonen, R 2005. Raportti Hallittua kauppaa vai myrkkyvirtoja kehitysmaihin? Elohopeen vienti ja Suomi. [www-dokumentti] <<http://www.finnwatch.org/pdf/elohopea.pdf>.> (Luettu 14.11.2009)

[15] Heinonen, T 1997. Ongelmajäteopas. Forssan kirjapaino Oy

[16] Haavisto, M. Paju, M. Ovatko harvinaiset maametallit käymässä harvinaisiksi? Prizztech Oy Magneettiteknologiakeskus [www-dokumentti] <<http://www.prizz.fi/linkkitiedosto.aspx?taso=3&id=756&sid=784>>(Luettu 5.3.2010)

[17] Osram. [www-dokumentti] <[http://www.osram.fi/osram\\_fi/News/PDFs/Hehkulamppujen\\_kielto\\_kirje\\_10\\_12\\_08.pdf](http://www.osram.fi/osram_fi/News/PDFs/Hehkulamppujen_kielto_kirje_10_12_08.pdf)>(Luettu 5.3.2010)

[18] Loisteputki[www-dokumentti]<<http://fi.wikipedia.org/wiki/Loistelamppu>>(Luettu 3.12.2009)

[19]Kankare, M. Näin toimivat hehkulamppu ja energiansäästölamppu. Tekniikka ja talous Valaistus 15.2.2009.

[20]Energiasäästölamppu [www-dokumentti]<<http://fi.wikipedia.org/wiki/Energians%C3%A4%C3%A4st%C3%B6lamppu>>(Luettu 27.12.2009)

[21] Motiva. [www-dokumentti] <[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/vaikuta\\_hankinnoilla/valaistus/energiansaastolamppu/](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/valaistus/energiansaastolamppu/)>(Luettu 27.12.2009)

[22] Sarja, T. 2009. Energiasäästöstä elohopeaa. Kaleva 10.11.2009.

[23] Koskinen, J. Keskustelu, Ekokemin vierailu. 2010.

- [24] Ekokem Oy Hyödyntämis- ja käsittelyprosessit [www-dokumentti]  
<[http://www.ekokem.fi/portal/fi/julkaisut/ekokem-yhtioiden\\_esitemateriaalia/](http://www.ekokem.fi/portal/fi/julkaisut/ekokem-yhtioiden_esitemateriaalia/)> (Luettu 1.3.2010)
- [25] Laaksonen, H. 2002. TV- ja tietokonelaitteiden kierrätys seminaari. Taideteollinen korkeakoulu. [www-dokumentti] <[http://www.uiah.fi/klo/research/kimokela/SER-direktiivit\\_presentaatio.pdf](http://www.uiah.fi/klo/research/kimokela/SER-direktiivit_presentaatio.pdf)> (Luettu 14.11.2009)
- [26] Elker Oy. [www-dokumentti]  
<[http://www.elker.fi/mg\\_main/originals/asetus\\_852pdf](http://www.elker.fi/mg_main/originals/asetus_852pdf)> (Luettu 8.3.2010)
- [27] Streams- Yhdyskuntien jätevirroista liiketoimintaa 2001-2004. Teknologiaraportti 5/2005. Libris Oy. Helsinki.
- [28] Muovien kierrätys. [www-dokumentti]  
<<http://www.ymparistoyritykset.fi/hytykytt>> (Luettu 13.4.2010)
- [29] Leskinen, K. Partikkelitekniikka luentomuistiinpanot. Kajaanin ammattikorkeakoulu 2009.
- [30] Tankomylly. [www-dokumentti]  
<[www.teknologiateollisuus.fi/file/70402/Malmienlouhintaja\\_rikastus.pdf.html](http://www.teknologiateollisuus.fi/file/70402/Malmienlouhintaja_rikastus.pdf.html)> (Luettu 25.03.2010)
- [31] Mastermag 6PCB9 hihnamagneettierotin [www-dokumentti]  
<<http://www.vimelco.fi/tuotteemme/85-mastermag-magneettierottimet>> (Luettu 14.3.2010)
- [32] Pyörrevirtaerotin Vimelco tuotteet. [www-dokumentti] <<http://www.vimelco.fi/tuotteemme/66-mastermag-pyoerrevirtaerotin>> (Luettu 23.3.2010)
- [33] Aktiivihiihi . [www-dokumentti] <http://fi.wikipedia.org/wiki/Aktiivihiihi> > (Luettu 19.03.2010)
- [34] Kitamura, M. Hayashi, H. 2008. A Reusable Compact Fluorescent Lamp Design. Electronics goes green 2008+, Stuttgart. Berlin Germany.
- [35] Kuva energiasäästölamppun kannasta [www-dokumentti]  
<http://kompo2010.wikispaces.com/Energians%C3%A4%C3%A4st%C3%B6lamppu> (Luettu 9.3.2010)
- [36] Ympäristölupapäätös 1(15) Nro A 1078 Dnro 0401Y0982-171 25.6.2002 [www-dokumentti] <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=4019>> (Luettu 14.11.2009)

[37] Elohopea ja sen epäorgaaniset yhdisteet [www-dokumentti] <[http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/01F19BFD-756F-4465-BA03-12083D1F6E3D/0/PM\\_Elohopea.pdf](http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/01F19BFD-756F-4465-BA03-12083D1F6E3D/0/PM_Elohopea.pdf)> (Luettu 12.2.2010)

[38] Hänninen, U. 1997. Yliopistot ekotekoihin. Yliopistolainen-lehti 6/97. [www-dokumentti] <[http://yliopistolainen.helsinki.fi/yol97\\_6/art4.htm](http://yliopistolainen.helsinki.fi/yol97_6/art4.htm)> (Luettu 9.3.2010)

## LIITTEET

Liite 1 Ekokem yhdessä maan parhaaksi





PUHTAASTI TULEVAISUUTEEN  
Kehittyvää käsittelyä ja kierrätystä

# Tehokkaat ratkaisut käsittelyyn ja hyötykäyttöön

Ekokem Oy Ab tarjoaa korkealaatuisia jätealan ja ympäristöhuollon palveluja, jotka täydentävät asiakkaan omaa ympäristönsuojelutyötä. Emoyhtiö Ekokem Oy Ab:n lisäksi konserniin kuuluvat Ekokem-Palvelu Oy ja Ekovoima Oy.



## Moderni ja monipuolinen erikoisosaaja



Ekokemin tavoitteena on asiakkaan jäteongelmien ratkaiseminen, ympäristönkuormituksen vähentäminen sekä talteenotettavan energian ja kierrätyskelpoisten materiaalien yhä tehokkaampi hyödyntäminen. Nykyaikaiset ja monipuoliset käsittelyprosessimme ja jatkuva tuotekehityksemme varmistavat, että jätteet käsitellään tehokkaasti, taloudellisesti, turvallisesti ja ympäristön kannalta oikealla tavalla.

Käsittelytoiminnan keskus on Riihimäen tuotantolaitos, jossa hyödynnetään, tehdään vaarattomaksi ja loppusijoitetaan ongelmajätettä sekä hyödynnetään energiana synty-paikkalajiteltua yhdyskuntajätettä.

Laitoksella käsitellään mm.

- syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä
- orgaanisia ongelmajätteitä
- pilaantuneita maa-aineksia
- epäorgaanisia ongelmajätteitä
- käytettyjä loisteputkia
- kylmälaiteromua
- jätevesiä
- lietteitä.

Lisäksi Jämsänkosken tuotantolaitoksella käsitellään käytettyjä kirkkaita voiteluöljyjä hyödynnettäviksi uusioraaka-aineina.

### Kehittyvät käsittelyprosessit

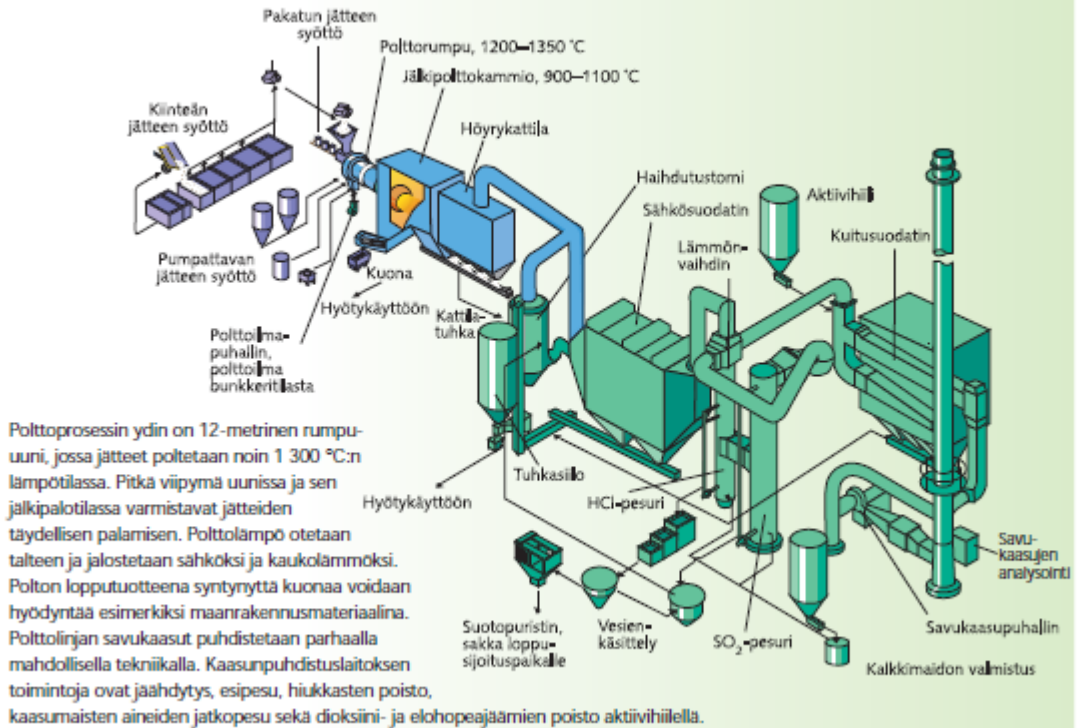
Riihimäen tuotantolaitoksen käytössä on kaksi korkealämpötilauunia, keskilämpötilauuni, jätevoimala, fysikaalis-kemiallinen laitos, haihdutuslaitos, kylmälaiteromun hyödyntämislaitos sekä prosessilinjat käytettyjen loisteputkien käsittelyyn ja jätevesien puhdistukseen.

Loppusijoituspaikalle päätyvät vain ne jätteet, joita ei voida enää hyödyntää. Jatkuvasti uudistuvan ja monipuolistuvan käsittelykapasiteetin ansiosta laitoksella keskitymme jätteiden hävittämisen sijaan niiden yhä tehokkaampaan hyötykäyttöön.

Lisäksi pilaantuneen maaperän kunnostamiseen ja vaativaan ympäristörakentamiseen erikoistunut tytähtiömme Ekokem-palvelu Oy hyödyntää suuria määriä teollisuuden jätteitä ja sivutuotteita.

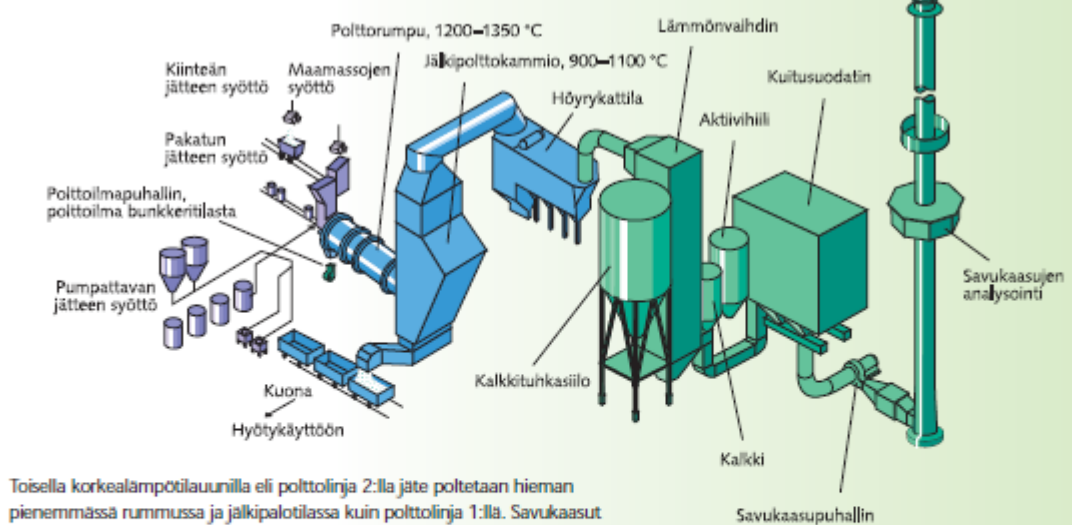
## POLTTOLINJA 1

on otettu käyttöön vuonna 1984, ja sen kaasunpuhdistus on uudistettu vuonna 1999.



## POLTTOLINJA 2

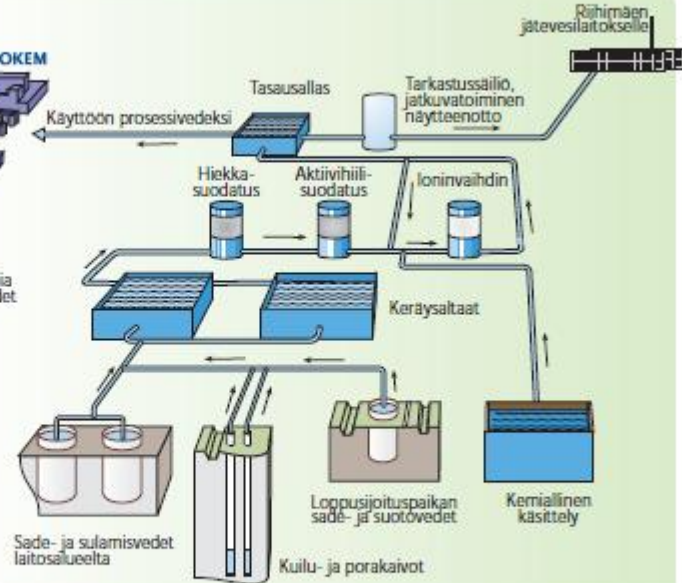
on valmistunut vuonna 1991, ja sen kaasunpuhdistus on uudistettu vuonna 2007.



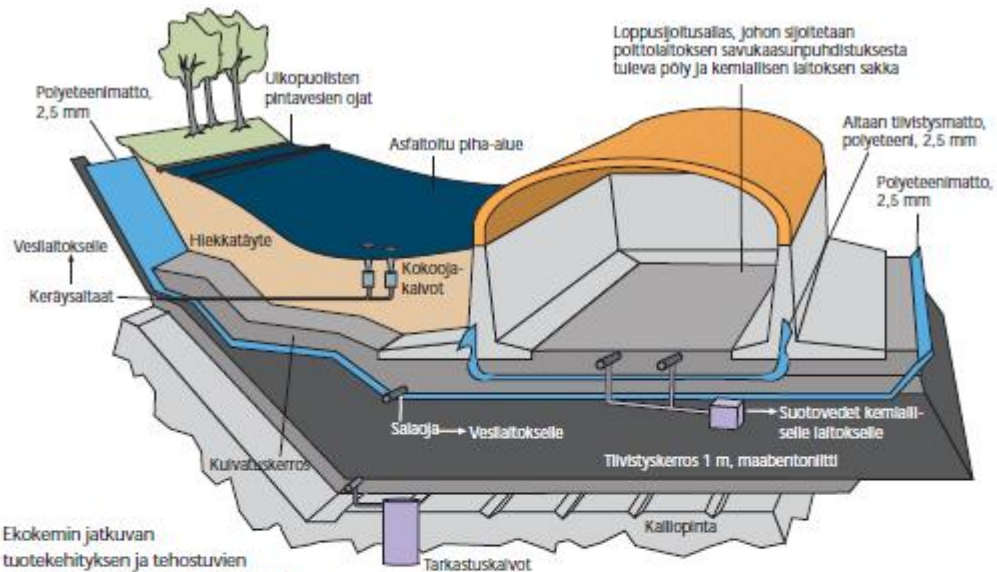
Toisella korkealämpötilauunilla eli polttolinja 2:lla jäte poltetaan hieman pienemmässä rummussa ja jälkipalotilassa kuin polttolinja 1:lla. Savukaasut johdetaan jätelämpökattilan kautta puolikuivaan puhdistusprosessiin. Siinä ne jäähdytetään kaukolämmöntuotannon lämmönvaihtimella puhdistuksen kannalta sopivaan 155 °C:n lämpötilaan. Savukaasukanavaan annostellaan sammutettua kalkkia ja aktiivihiiltä, jotka reagoivat happamien ja muiden haitallisten yhdisteiden kanssa. Hiukkaset poistetaan kuitusuodattimella. Savukaasun virtausta säädelään puhaltimella ja säätöventtiilillä, joilla voidaan kierrättää osa kaasusta takaisin puhdistukseen.

## Monipuolista VEDENPUHDISTUSTA

Vesilaitoksella käsitellään monenlaisia jätevesiä – öljyistä vesistä epäorgaanisia aineita sisältäviin teollisuusjätevesiin. Asiakkaiden jätevesien lisäksi käsitellään omista prosesseista syntyneet vedet sekä laitosalueelta kerätyt sade- ja suotovedet. Erittäin likaiset, orgaanisia epäpuhtauksia sisältävät vedet käsitellään polttolaitoksella, jossa epäpuhtaudet palavat ja vesi haihtuu. Lähes 70 % käsitellyistä vesistä käytetään uudelleen prosessivedenä, ja loput toimitetaan käsiteltynä Riihimäen jätevesilaitokselle.



## Varma ja valvottu LOPPUSIJOITUS



Ekokemin jatkuvan tuotekehityksen ja tehostuvien käsittelyprosessien tavoitteena on kasvava turvallisuus sekä jätteiden yhä kattavampi uusiokäyttö. Loppusijoitukseen päätyvätkin ainoastaan ne jätteet ja käsittelyn lopputuotteet, joita ei voida enää hyödyntää.

Mahdollisimman vaarattomaan muotoon käsitelty jäte varastoidaan katettuihin, kaatopaikkasäädösten mukaisiin altaisiin. Loppusijoituspaikan pohja on eristetty täydellisesti alapuolisesta maa- ja kallioperästä. Eristyksen ylä- ja alapuolisen osan sadevedet kerätään salaajituksilla keräysaltaisiin,

joista suotovesi pumpataan käsiteltäväksi vesilaitokselle. Alueen pohjaveden laatua seurataan analysoimalla tarkastuskaivojen vesinäytteitä. Lopulta täytetyt altaat peitetään vedeltä eristävällä ja maisemoidaan osaksi ympäristöä.

