

# AHDIN SANOMAT

2001



Jyväskylän yliopisto  
Ympäristöntutkimuskeskus



## AHDIN SANOMAT

Jyväskylän yliopiston  
ympäristöntutkimuskeskuksen  
tiedotuslehti

### JULKAISIJA

Jyväskylän yliopisto  
Ympäristöntutkimuskeskus  
PL 35 (YAD)  
40351 Jyväskylä

### TOIMITUS

Jarmo Meriläinen  
(014) 260 3820  
jarmo.merilainen@ymtk.jyu.fi

Allan Witick  
(014) 260 3862  
allan.witick@ymtk.jyu.fi

### ULKOASU

Taina Pipinen  
PIGME  
tainajamarkus@kolumbus.fi

### KUVAT

Ympäristöntutkimuskeskus

Lehden tekstiaineisto  
on vapaasti lainattavissa,  
mutta lähde  
pyydetään mainitsemaan.

ISSN 1238-8416

# AHDIN SANOMAT

2001

<b>Ympäristöntutkimuskeskuksen laboratorio on uudistunut .....</b>	<b>4</b>
<b>Pohjan liejukerrostumat kertovat Jyväsjärven ympäristöhistorian .....</b>	<b>9</b>
<b>Happamia kuivatusvesiä puhdistetaan Etelä-Pohjanmaalla Ensimmäinen koelaitos käynnistettiin .....</b>	<b>12</b>
<b>Okavirsut ja voimatölkki Julkaisemattoman tiedon lähteillä .....</b>	<b>14</b>
<b>Hoitokalastus aloitettiin Pohjois-Päijänteellä .....</b>	<b>15</b>
<b>Metalliteollisuuden prosessinesteiden kierrätystä lännen malliin .....</b>	<b>16</b>

AHDIN SANOMAT  
*<http://www.jyu.fi/ymtk/>*

# NYKYAJAN LABORATORIO RAKENTUU INFORMAATIOTEKNOLOGIAN VARAAN

**K**un bunsenlampun sinertävä liekki syttyi ensimmäisen kerran Ympäristön-  
tutkimuskeskuksen laboratoriossa joulukuun hämärissä 1968, kukaan tus-  
kin olisi arvannut minkä värisiä liekkejä sytytellään runsaan kolmen vuosikym-  
menen kuluttua ja millaisiin laitteisiin, sillä niin suuri muutos on ollut.

“Panta rhei”, kaikki virtaa, totesi jo Herakleitos muinoin, noin kaksituhatta  
viisisataa vuotta sitten. – Ei ole muuta pysyvää kuin muutos.

Nykyaikaisen analyysilaboratorion kaikki toiminnot ohjataan tietokoneilla.  
Tiedonhallintajärjestelmä valvoo laboratorion toimintoja ja kitkee inhimillisiä  
virheitä. Järjestelmä koodaa näytteen tiedot sisuksiinsa. Siihen kerätään kaikki  
analyysitieto, ja lopulta sen avulla raportoidaan tulokset.

Järjestelmän avustamana kemistit voivat vastata nopeasti asiakkaalle tutki-  
muksen ja tulosten tilaa koskeviin kyselyihin. Internet-yhteys mahdollistaa tu-  
lostien toimittamisen asiakkaalle ajasta ja paikasta riippumatta.

Akkreditoidun laboratoriomme toimintaohjeena on luotettavuus ja laatu.  
Nyt, kun olemme uudistaneet laboratoriotointamme alusta loppuun, niin  
voimme luvata myös lisää nopeutta ja tehokkuutta. Kaiken tekniikan takana on  
kuitenkin inhimillinen toiminta. Toivomme, että asiakas kohtaa meillä myös  
ihmisen. Meistä se on osa palvelua. Vastaisuudessa myös.

Tämän numeron sivuilta löydät luettavaa siitä kuinka laboratoriomme on  
uudistunut.

**Jarmo J. Meriläinen**

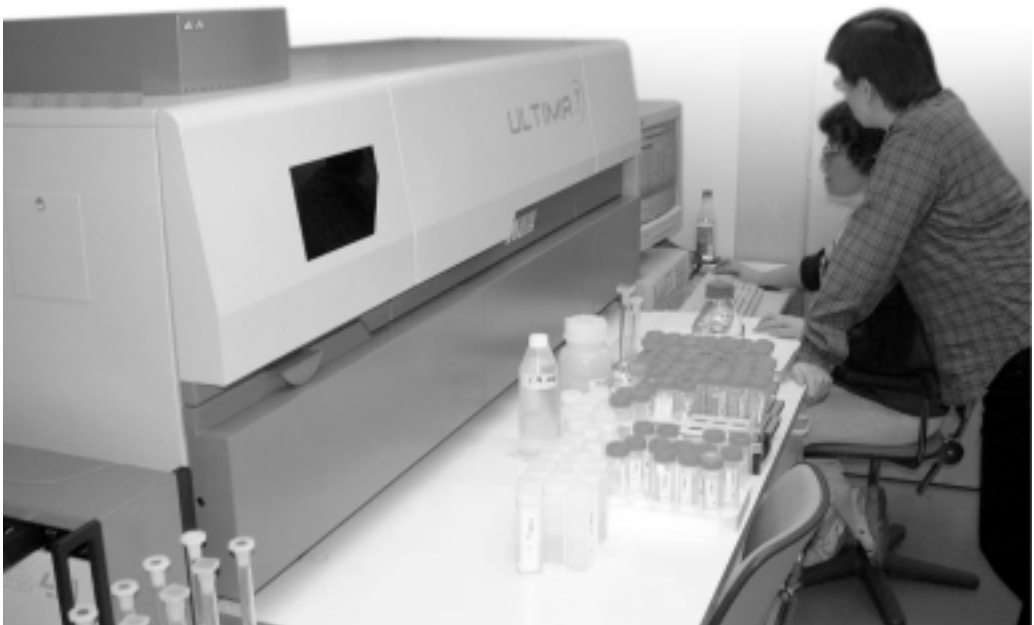
YMPÄRISTÖNTUTKIMUSKESKUKSEN  
LABORATORIO ON UUDISTUNUT

“LAADUKKAASTI JA NOPEASTI  
KILPAILUKYKYISEEN  
HINTAAN”

*Kuluvan vuoden aikana Ympäristöntutkimuskeskuksen laboratoriossa on tehty täysremontti. Tutkimuslaitteisto on uudistettu lähes kokonaan ja laboratorion tiedonkulku on koottu Innovo-Lims -tiedonhallintajärjestelmään.*

*Kokonaistavoittemme on palvella asiakkaita laadukkaasti ja nopeasti kilpailukykyiseen hintaan, se on asian ydin, sanoo keskuksen johtaja, tutkimusprofessori Jarmo Meriläinen. – Meillä on maan parhaat laboratoriotilat Ambiotica-talossa, tarjonta pitää olla sen mukaista.*

*Laboratorion uudella laitteistolla voidaan muutamassa minuutissa mitata näytteestä noin 40 alkuaineen pitoisuudet.*



## **Alkuaineet selville kuumassa kaasupurkauksessa**

Mikroaaltopolttolaitteistot ja ICP-OES -spekrometri muodostavat laitekannan, jolla tuotetaan tehokkaasti alkuainemäärittäjiä. – ICP-OES tarkoittaa optista plasmaemissiospektrometriaa, opastaa laboratorion johtaja **Allan Witick**. – Plasma muodostuu kun argonkaasu virtaa radiotaajuuskenttään ja ionisoituu osittain. Plasman lämpötila on erittäin suuri, jopa 10 000 astetta. Enemmän kuin auringon pintalämpötila. Näissä olosuhteissa useimmat alkuaineet emittoivat valoa kullekin aineelle ominaisilla aallonpituusalueilla. Valon määrä voidaan mitata ja käyttää sitä alkuaineen pitoisuuden mittana.

Tutkittava näyte johdetaan plasmaan hienojakoisena sumuna ja näytteen sisältämien alkuaineiden säteilemä valo hajotetaan eri aallonpituuksiin hilan avulla ja niiden intensiteetti mitataan valoherkällä ilmaisimella. Näin voidaan yhdestä näytteestä määrittää samalla kertaa jopa neljäkymmentä eri alkuainetta.

Laboratorioon asennettu JY Ultima 2 -laitteisto on ensimmäinen laatuaan Pohjoismaissa. Se soveltuu rutiinimittausten

lisäksi erinomaisesti tutkimuskäyttöön. Laitteen erikoisuutena on erittäin suuri resoluutio, erottelukyky. Se mahdollistaa luotettavan alkuaineanalyysin hankalistakin näytteistä. Lisäksi laitteen poikkeuksellisen laaja aallonpituusalue (120 - 800 nm) antaa mahdollisuuden määrittää alkuaineita, mm. klooria, joita ei yleensä voida mitata tavanomaisella ICP-OES -tekniikalla.

### **Näytteen yleiskuva “alkuainespektrillä”**

Laitteisto sopii hyvin sellaisten näytteen määrittäjiin, joissa näytteen sisältämiä alkuaineita ei ollenkaan tunneta. Tällainen tilanne on usein saastuneiden maa-alueiden näytteissä. Näytteestä voidaan silloin helposti tehdä laaja alkuaineanalyysi, eräänlainen alkuainespektri, joka seuloo nopeasti näytteen alkuainekoostumuksen ja pitoi-

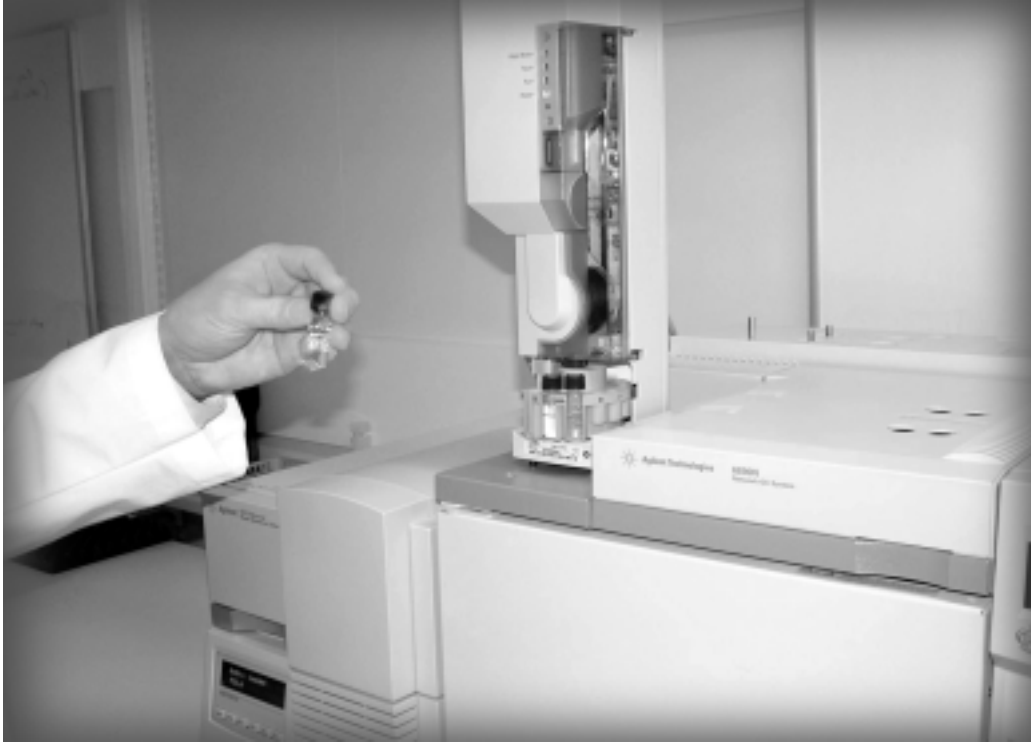
*Mikroaaltopolttolaitteistossa (CEM Mars X) liuotetaan kaikentyyppisiä kiinteitä näytteitä tavallisimmin typpihappoon. Esimerkiksi maanäyte kuivataan ensin lämpökaapissa ilmakuivaksi, seulotaan, ja noin 0,5 g seulottua näytettä punnitaan mikroaaltoastiaan. Astiaan lisätään happo ja varsinainen liuotus kestää lämmityksineen ja jäädytyksineen noin puoli tuntia. Näyte on valmis alkuaineanalyysiin.*

suusluokat. Tarkempi määrittäminen voidaan sitten kohdistaa haluttuihin alkuaineisiin. Näin menetellen vältetään turhilta määrittäyksiltä ja samalla näytteestä voidaan löytää “yllättävät” alkuaineet.

### **Mikroaaltolaitteistolla luotettavuutta ja nopeutta – tulos jopa samana päivänä**

Kiinteät näytteet liuotetaan ennen alkuainemäärittäystä. Liuotus tehdään nopeasti laboratorion mikroaaltouunissa. Nykyaikainen laboratoriomikroaaltouuni poikkeaa monin tavoin kotitalouksissa käytettävästä serkus-





*Massaspektrometrillä (Agilent Technologies) analysoidaan saba-alueelta otettujen maanäytteiden dioksiinien, furaanien ja kloorifenolien pitoisuuksia.*

taan. Laite on tehokkaampi, sen valmistuksessa on käytetty happoja kestäviä materiaaleja ja laitteessa on useita erilaisia ilmaisinia, jotka valvovat käsiteltävien näytteiden lämpötilaa, painetta ja kaasutilaa. Liuotus tapahtuu uuniin sisään asettavissa, tiiviisti suljetuissa teflon- tai kvartsiastioissa. - Eroa kotikoneeseen on hinnassakin. Laboratoriolaitteen hinnalla saisi 200-300 mikroatouunia kotitalouteen, tiivistää Witick.

Mikroalouunitekniikan edut perinteiseen avoastioissa tapahtuvaan happopolttoon on nopeus ja puhtaus. Suljetuissa astioissa ei myöskään pääse tapahtumaan herkästi haihtuvien alkuaineiden hävikkiä. Mikroaal-

touuni mahdollistaa kiireisissä tapauksissa näytteiden pikakuivauksen, jolloin näytteen käsittelyaika voidaan lyhentää niin, että tulokset ovat asiakkaalla parhaimmillaan samana päivänä ja viimeistään 24 tunnin kuluessa laboratorioon toimittamisesta.

### **Orgaanisen kemian repertuaarissa yli 500 yhdistettä**

Orgaanisen ympäristökemian laboratoriossa tutkitaan yhdisteitä, jotka tavallisesti yhdistetään myrkkytutkimuksiin, vaikka sitä nimeä en hyväksykään, selvittää yksikön päällikkö **Keijo Mäntykoski**. – Laboratoriossamme on rutiinivalmiudet yli 500 orgaanisen yhdisteen mää-

rittämiseen. Tarpeeksi suurina pitoisuuksina niitä kaikkia voidaan pitää ympäristölle haitallisina. “Myrkyllisyys” on paljolti määrästä kiinni.

Yleisölle tutuimpia yhdisteitä ovat PCB, eli polyklooratut bifenyylit, ja muut klooratut hiilivedyt, kuten dioksiinit ja furaanit. Ne muodostavatkin suuren osan laboratorion töistä. Muita kysytyjä analyysejä ovat PAH-yhdisteet (polysykliset aromaattiset hiilivedyt), kloorifenolit, kloorikatekolit, klooriguajakolit, liuottimet, öljyt, polttoainet ja niiden lisäaineet sekä torjunta-aineet. – Meillä on analyysivalmius liki sadalle torjunta-aineyhdisteelle, Mäntykoski jatkaa.

Tutkittavat näytteet ovat monenlaista alkuperää, suurin osa on erilaisia jätteitä, esimerkiksi rakennusjätettä ja kieräytysmateriaaleja. Pilaantuneet maat, järvi- ja merisedimentit ja biologiset näytteet, kuten kalat muodostavat toisen suuren näytekokonaisuuden.

### Nopeutta ja

#### **määrittystarkkuutta lisää**

Orgaanisen ympäristökemian keskeistä laitteistoa ovat massaspektrometrit, kaasua- ja nestekromatografit sekä erilaiset uuttolaitteistot. Uusien tutkimuslaitteiden ansiosta orgaanisen kemian määrittämisä on voitu nopeuttaa paljon. Määrittystark-

kuus on parantunut, muutamilla yhdisteillä jopa kymmenkertaisesti. Toimitusaika vaihtelee tutkittavista yhdisteistä riippuen, mutta normaali analyysiaika useille yhdisteille on 5-10 työpäivää. – Kiiretapauksissa jotkut tulokset valmistuvat jopa seuraavaksi päiväksi, Mäntykoski lupaa.

### **Uusi tiedonhallinta- järjestelmä valvoo jokaista analyysia**

Uusi tiedonhallintajärjestelmä, Innovo-Lims, otetaan tuotantokäyttöön vuoden 2002 alussa. – Järjestelmän toimittaja, Tietonovo-yhtiö Oyj., on suunnitellut ja rakentanut ohjelmis-

ton toimintojemme ja toiveitamme vastaavaksi, kertoo tutkija **Heikki Veijola**. – Ohjelmiston tietokanta on Progress-relaatio-tietokanta, joka on suorituskykyinen ja sietää vikoja sortumatta. Sähkökatkotkaan eivät vaaranna kannan eheyttä.

Järjestelmään kerätään tiedot näytteistä ja analyysituloksista, ja sen avulla hoidetaan myös tulosten raportointi ja seuranta. Määrittystulos siirtyy analysaattorilta suoraan järjestelmään. Koska Innovo-Lims -järjestelmään sisältyvät myös tutkimusohjelmat ja näytteenoton suunnittelu, valvonta ja hallinta kattaa kaikki laboratorion toi-

*Tietonovon Anita Nick (vas.) opastaa tiedonhallintajärjestelmän pääkäyttäjii koulutustilaisuudessa.*



minnat aina siihen saakka kunnes tulokset ovat hyväksytyt ja tilaajalle annettu.

Kehittyneen tiedonhallinta-järjestelmän avulla laboratorio kykenee palvelemaan asiakkaitaan tehokkaasti ja laadukkaasti. Sillä tavalla se valvoo ja kehittää myös laboratorion omaa laatu-järjestelmää. Ohjelmiston avulla voidaan suunnitella myös työkuormitusta.

### **Analyysitulokset asiakkaan tietokoneelle**

Järjestelmällä on yhteydet ympäristöhallintoon. Sinne kuuluvat tulokset voidaan siirtää sähköisesti viranomaisten tietokantoihin. Sama vaivattomuus

tiedonsiirtoon voidaan tulevaisuudessa rakentaa kaikille hallukaille asiakkaille. Tämä on mahdollista web-liittymän avulla. Asiakas voi omalla kooditunnuksellaan katsoa omien näytteidensä tilaa ja tuloksia internetin kautta, olipa sitten Ilomattisissa, Suomen Turussa tai Teneriffalla.

### **“Ympäristöteknologia on tulevaisuuden osaamisalue”**

Ympäristöteknologia on valittu Jyväskylän seudun yhdeksi keskeiseksi kehittämiskohteeksi informaatioteknologian, energiateknologian, paperinvalmistuksen ja hyvinvointiteknologian kanssa. Yliopiston velvolli-

suus on omalta osaltaan tukenäitä yhteisiä tavoitteita, nostaa kilpailukykyä kansainväliselle tasolle, määrittelee erikoissuunnittelija **Toivo Takala** Jyväskylän yliopiston hallintoverastosta.

– Hankkeen päärahoittaja oli Länsi-Suomen lääninhallitus, jonka kautta kanavoitui opetusministeriön rahoitus ja Euroopan aluekehitysrahaston tuki. Hanketta tukivat taloudellisesti myös Jyväskylän Seudun Kehittämisyhtiö Jykes Oy, Jyväskylän Teknologikeskus Oy, Jyväskylän kaupunki, Jyväshelmi Oy ja tukea saatiin myös muilta organisaatioilta.

Takala koordinoi yliopiston EU-hankkeita ja tietää, että ilman EU-rahoitusta ei suuria kehittämishankkeita kokoon saada. – Siitä huolimatta tällaiset hankkeet vetävät toteuttajan voimavarat tiukalle, henkilökunnalta vaaditaan paljon.





# Pohjan liejukerrostumat kertovat JYVÄSJÄRVEN YMPÄRISTÖHISTORIAN

■ Jarmo J. Meriläinen

*Jyväsjärven ympäristöhistoriaa ja ekologisen tilan muuttumista 1700-luvulta nykypäiviin selvitettiin eliöjäänteiden ja sedimentin fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Liejunäytteistä tutkittiin 32 alkuaineen ja orgaanisten haitta-aineiden, kuten hartsihappojen, PCB:n, DDT:n ja sen hajoamistuotteiden esiintymistä sekä piilevien ja surviaissääsken toukkien jäänteitä. Tämän ajanjakson, runsaan kahden vuosisadan aikana Jyväsjärvi muuttui erämaajärvestä kaupunkijärveksi. Tämä jakso sisältyy Jyväsjärvessä noin 80 cm:n paksuiseen liejukerrokseen. Yhden vuoden tapahtumat mahtuvat tässä liejuisessa historiankirjassa sivuun, jonka paksuus vaihtelee esiteollisen ajan noin kahdesta millistä voimakkaan kuormituksen ajan 15 milliin.*

## **Kaupunki pienen järven rannalla**

Jyväsjärven tuleva kohtalo kaupungin jätevesien purkupaikkana sinetöityi samalla hetkellä kun maanmittauskonttorin insinööri J. L. Boringh sijoitti Jyväskylän kaupungin ruutu-kaavan Harjun ja Jyväsjärven rannan väliselle maalle. Kaupunki perustettiin 1837. Muutama vuosikymmen myöhemmin, 1872, paperitehdas aloitti

toimintansa järveen laskevan Tourujoen rannalla, ja 1910-luvulla nousi järven pohjoisrannalle Lutakkoon vaneritehdas.

Jätevedet muodostuivat kasvavan kaupungin ongelmaksi jo hyvin varhain, 1800-luvun lopulla, kun kelmollista pohjavettä ei enää kaupunkialueen kai-voista saatu. Vesi- ja viemärilaitos saatiin kaupunkiin jo vuonna 1912. Se takasi kaupunkilaisille puhtaamman juoma-

veden, mutta koitui pian Jyväsjärven kohtaloksi, sillä viemäri-vedet ohjattiin puhdistamattomina Tourujoen kautta Jyväsjärveen.

## **Puhdistamo-suunnittelun pitkä tie**

Kaupunkiin suunniteltiin puhdistamo jo 1930-luvulla, mutta suunnitelmaa ei toteutettu. Tuolloin tuskin kukaan arvasi kuinka pitkä tie oli puhdis-



tamoasiassa kuljet-  
tava. Puhdistamoa  
vaadittiin useaan ot-  
teeseen, mutta lo-  
pullinen suunnitte-  
lu käynnistyi vasta  
1950-luvun lopulla,  
jolloin puhdistamo-  
suunnitelma tilattiin  
Kaupunkiliitolta. Ra-  
kentamista ei kuiten-  
kaan aloitettu. Kor-  
keimman oikeuden  
vuonna 1961 anta-  
ma tulkinta vuoden  
1902 vesilain pilaa-  
miskiellosta muutti  
yleistä asennoitumis-

ta vesien likaamiseen. Tulkinta  
muuttui ankarammaksi. Kau-  
punkien oli kuitenkin mahdol-  
lista anoa väli aikaista helpotusta  
jätevesikysymystensä hoitoon.  
Tämä merkitsi jatkoaikaa. Puh-  
distamon suunnittelu pitkittyi  
entisestään, kun uusi vesilaki as-  
tui voimaan vuonna 1962 ja  
katselmusasiakirjat ruuhkautti-  
vat valtion virkakoneiston. Asu-  
majäteveden puhdistamo val-  
mistui vasta vuodeksi 1974.  
Kokonaan Jyväsjärvi pääsi asu-  
majätevesikuormituksesta kol-  
mea vuotta myöhemmin. Myös  
Kankaan paperitehtaan jätevesi-  
kuormitus, jossa keskeistä on ol-  
lut happamuus ja suuri happea  
kuluttava vaikutus, on edennyt  
parempaan suuntaan. Erityisesti



*Karttakuva Jyväsjärvestä 1700-luvun lopulta, jolloin järven ympäristössä oli vain muutama tila ja talo (Kuninkaan kartasto Suomesta 1776-1805).*

1990-luvulla Kankaan tehtaan  
kuormitus Jyväsjärveen on pie-  
nentynyt prosessimuutosten ta-  
kia ja sen vuoksi, että osa jäte-  
vesistä ohjataan Jyväskylän seu-  
dun puhdistamolle.

### **Viisi ympäristöhistorian vaihetta**

Järven ulappa-alueen ja syvän-  
teiden eliöyhteisöjen muutosten  
sekä sedimentin fysikaalisten ja  
kemiallisten ominaisuuksien perusteella Jyväsjärven ympäristöhistoriasta voidaan erottaa neljä vaihetta. Ne nimettiin seuraavasti. (1) Esiteollinen aika (päätyi noin 1870), (2) teollistumisen ja kaupungistumisen alkuaika (1870-luvulta 1940-luvulle), (3) rehevöitymisen aika

(noin vuodesta 1950  
noin vuoteen 1965),  
(4) järven pilaantu-  
misen aika (noin 1965  
noin vuoteen 1978),  
ja (5) elpymisvaihe,  
joka käynnistyi hitaasti  
1980-luvun taittees-  
sa ja eteni ripeämmin  
vasta 1990-luvulla.

Jyväsjärven ekolo-  
ginen tila alkoi muut-  
tua teollistumisen ja  
kaupungistumisen al-  
kuaikoina hyvästä kes-  
kinkertaiseksi. Ekolo-  
ginen tila oli huono  
noin vuodesta 1950

vuoteen 1978. Kun jätevesi-  
kuormitus oli suurimmillaan  
1970-luvun alussa, niin hapet-  
tomissa syvänteissä ei kyennyt  
elämään mikään tavallisen jär-  
ven asukas. Järven ekologinen  
tila alkoi elpyä kun asumajäte-  
tevesien kuormitus loppui ko-  
konaan vuoden 1977 aikana ja  
Kankaan paperitehtaan jäteve-  
sikuormitus väheni. Syvänteiden  
ilmastus on auttanut suu-  
resti järven toipumista. Jyväsjär-  
ven ekologinen tila on nykyisin  
välttävä ja hygieeninen tila hy-  
vä.

Haitallisten aineiden suuret  
pitoisuudet Jyväsjärvestä ovat  
onneksi jo historiaa. Elohopean  
suurimmat pitoisuudet oli-  
vat 1960-luvun sedimenteissä.

PCB:n ja monien jätevesien mukana kulkeutuneiden alkuaineiden pitoisuushuiput jäävät 1970-luvun kerrostumiin. Kromin maksimipitoisuus havaittiin kerrostumissa, jotka ajoittuvat 1920- ja 1940-lukujen väliin. Se on varhaisin selkeästi teollisesta toiminnasta aiheutunut muutos sedimentin kemiallisessa koostumuksessa. Kromipäästön alkuperää ei varmuudella tunne-

ta, mutta sen oletetaan olevan peräisin värjäämöistä, nahan parkituslaitoksista. Kyseessä on niin huomattava päästö, että se voi ainakin osittain olla vahingosta peräisin.

### **Ravinnekuormitus määrää kunnan**

Koska Jyväsjärveen ei enää johdeta eikä sinne pääse kemiallisia haitta-aineita, niin oleellisen tekijä järven kunnan kannalta on ravinne- ja erityisesti fosforikuormitus. Se on nykyisellään noin 10 kg vuorokaudessa, vain noin viisi prosenttia siitä, mitä se oli pahimman kuormituksen aikaan. Silti nykyinen kuormitus, noin 1,16 g fosforia neliö-



*Jyväsjärvi vuonna 2001 (Jyväskylän kaupunki). Kaupunki on kasvanut järven ympärille ja entiset tilat ovat antaneet nimensä kokonaisille kaupunginosille. Karttakuvien aikaväliin mahtuu Jyväsjärven kehitys erämaajärvestä kaupunkijärveksi.*

metrille vuodessa, ylittää edelleen rehevöitymisen laskennallisen raja-arvon, 0,87 grammaa. Tämä tarkoittaa sitä, että järven tila ei oleellisesti parane, ellei nykyistä fosforikuormitusta kyetä pienentämään. Järvi kestää rehevöitymättä myös nykyisenkaltaista tai ainakin hieman pienempää ravinnekuormitusta, jos järveä hoidetaan niin, että sisäistä kuormitusta pienennetään ja tehostetaan ravinteiden sitoutumista järven pohjasedimentteihin.

On huomattava, että järveen tuleva happea kuluttava kuormitus voi muuttua sisäiseksi ravinnekuormitukseksi, ellei järvisyvänteisiin johdeta tarpeeksi lisä-

happea. Hapeton sedimentti alkaa nopeasti luovuttaa sinne sitoutuneita ravinteita, fosforia ja typpiyhdisteitä.

Keskeisin hoitotoimenpide Jyväsjärven tautiin on ilmastus. Järven pääsyvännettä onkin hapetettu parin viimeisimmän vuosikymmenen ajan. Järven ilmastusta tulee jatkaa ja mahdollisuuksien mukaan jopa tehostaa kesän aikana. Järveen tulevaa ravinnekuormitusta voi-

daan pienentää ensisijaisesti Tourujoen valuma-alueelle kohdistetuilla vesiensuojelutoimilla. Muiden kunnostustoimien ja hoidon suunnittelemista varten tulisi ensin selvittää järven sisäisen kuormituksen suuruus.

### **Aiheesta enemmän**

**Jarmo J. Meriläinen, Juhani Hynynen, Arja Palomäki, Keijo Mäntykoski & Allan Witick**  
**2001. Erämaajärvestä kaupunkijärveksi: Jyväsjärven ympäristöhistoria. Jyväskylän yliopisto, ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 122.**

## *Happamia kuivatusvesiä puhdistetaan Etelä-Pohjanmaalla*

# ENSIMMÄINEN KOELAITOS KÄYNNISTETTIIN

**R**intalan pengerrysalueella käynnistettiin marraskuussa 2001 pilotmitakaavan laitos happamien valumavesien puhdistamiseksi. Koelaitos on ensimmäinen laatuaan Suomessa. Puhdistusmenetelmänä kokeillaan kaivosvesien käsittelyssä Amerikassa hyväksi

havaittua biologisen ja kemiallisen käsittelyn yhdistelmää, ns. SAPS-järjestelmää (Successive Alkalinity Producing System), jossa käsiteltävä vesi johdetaan ensin kompostimassan ja sen jälkeen kalkkikivikerroksen läpi.

Laitos on suunniteltu Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskuksessa yhteistyössä Vesi-Hydro Oy:n kanssa. Vesi-Hydro Oy vastasi laitoksen teknisestä suunnittelusta. Hanketta isännöi Länsi-Suomen ympäristökeskus, ja siinä on mukana asiantuntijoita myös Åbo Akademista.

*Koealueella on kolme SAPS-suodatinallasta ja kullakin altaalla on oma laskeutusaltaansa. Ensimmäisessä altaassa on pelkkää kalkkikiveä, toisessa altaassa on lisäksi kompostikerros ja kolmannessa on rautakipsillä vahvistettua kompostimassaa kalkkikivikerroksen päällä. Rautakipsin tarkoituksena on edistää sulfaatipelkistysbakteerien toimintaa.*



Koelaitos rakennettiin Ilmajoen ja Seinäjoen alueilla sijaitsevalle Rintalan pengerrysalueelle, joka kuivattiin suosta viljelykseen runsaat kaksi vuosisataa sitten maan suurimmassa suonkuivatushankkeessa. Nykyisin pohjaveden pintaa pidetään viljelykseen sopivalla tasolla pumppaamoiden avulla. Alueen maaperä on muinaisen Itämeren pohjaa, sulfidipitoista alunamaata. Alueen kuivatusvedet ovat erittäin happamia ja sisältävät runsaasti liuenneita metalleja. Näiden ominaisuuksien vuoksi kuivatusvedet tuhoavat vesien eliöstöä ja ovat myrkyllisiä Kyrönjoen kalastolle.

Puhdistuksen ensimmäisessä vaiheessa kompostimassa poistaa vedestä liuenneen hapen, suodattaa kiintoainesta ja pidättää sulfaatinpelkistyksen seurauksena saostuvat metallisulfidit. Käsittelyn toisessa vaiheessa kalkkikivikerros nostaa veden pH:ta ja alkaliniteettia. Kalkkikivikerroksen jälkeen vesi johdetaan ilmastuksen jälkeen toisiin maa-almaitisiin, joihin metallihydroksidisakka laskeutuu.

Jos menetelmä osoittautuu toimivaksi, se tarjoaa edullisen ja ympäristölle turvallisen vaih-

toehdon mm. suoralle vesistö-kalkitukselle. Koelaitoksen on tarkoitus toimia ainakin vuoteen 2004 saakka. Tarkoitus on saada kokemusta laitoksen soveltuvuudesta tämän kaltaisten vesien käsittelyyn Suomen ilmasto-oloissa, kertovat tutkijat **Allan Witick** ja **Virve Kustula** Ympäristöntutkimuskeskuksesta.

Hankkeen takana on useampivuotinen tutkimustyö, jonka aikana on laboratoriomittakavassa selvitetty menetelmän toimivuutta happamien sulfaattimaiden valumavesien käsittelyyn. Tutkimus liittyy Länsi-Suomen ympäristökeskuksessa

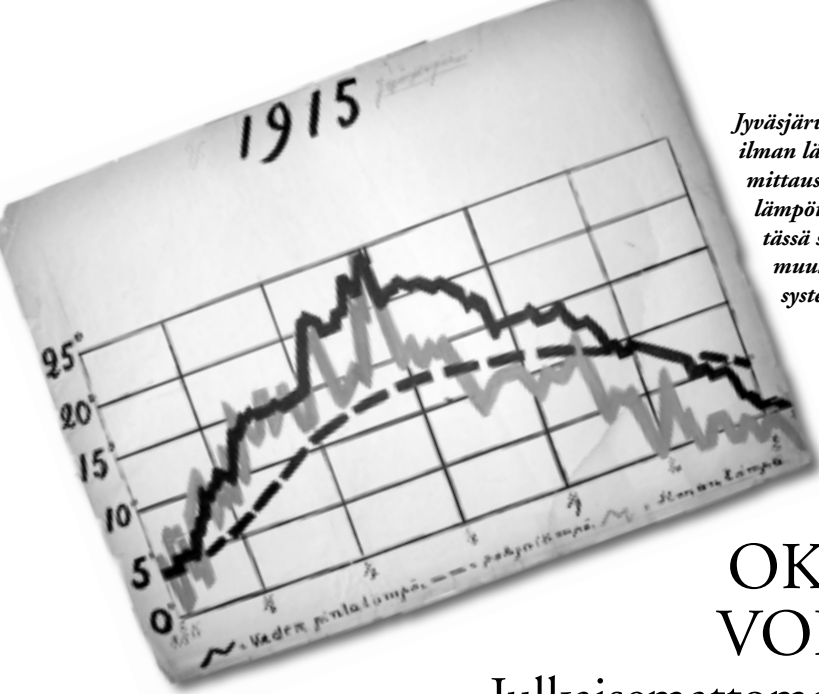
*SAPS-almaiten vedenpinnan korkeus pidetään noin metrisssä säätökaivojen avulla.*

käynnissä olevaan Kyrönjoen Rintalan pengerrysalueen kuivatusvesien laadun parantamishankkeeseen.

Puhdistuslaitoshankkeen rahoittajana toimii Länsi-Suomen ympäristökeskus. Yli-insinööri **Martti Kujanpään** mukaan on tärkeää etsiä keinoja happamuuden vähentämiseksi Kyrönjoen alueella. – Viranomaisina joudumme hakemaan vuoden 2005 loppuun mennessä uutta lupaa johtaa pumppaamoiden vesiä jokeen. Tähän meillä on lain kirjaimen asettama velvoite.

(JJM & VK)





*Jyväsjärven päänlys- ja alusveden lämpötilan ja ilman lämpötilan vaihtelu lehtori Lauri Helteen mittausten mukaan kesällä 1915. Ilman lämpötila vaihtelee enemmän ja se on tässä seurannassa selvästi mitattu johonkin muuhun kuin maksimilämpötilan aikaan, systemaattisesti aamulla tai iltasella.*

## OKAVIRSUT JA VOIMATÖLKKI

### Julkaisemattoman tiedon lähteillä

Tutkijan tehtävänä on perehtyä kunnolla tutkimusaiheeseensa. Ei riitä, että tekee omat mittauksensa ja määrittäksensä hyvin. On luettava koko joukko aiheeseen liittyviä julkaisuja. Pahitteeksi ei ole paneutua muuhunkaan tekstiin. Lukemalla oppii ymmärtämään ja hahmottamaan. Kirjoitusvaiheessa tekijän on hallittava aiheensa. On osattava poimia olennainen epäolennaisesta, tärkeä mielenkiintoisesta. Ellei sitä osaa, ei tule ymmärretyksi.

Julkaistua tietoa löytyy useimmiten riittämiin, kunhan sitä osaa vain etsiä. Julkaisemattonta tietoa onkin sitten rajattomasti. Maailma täynnä. Kuinka siihen pitäisi suhtautua?

Jyväsjärven ympäristöhistorian tutkimuksessamme törmäsimme suureen määrään jul-

kaisematonta tietoa. Keski-Suomen museon intendentti **Erkki Fredrikson** vei tutkimusryhmämme sellaisen tiedon lähteille maineikkaan Jyväskylän lyseon arkistoihin. Nykyisin tämä "maailman vanhin suomenkielinen oppikoulu" tunnetaan Jyväskylän Lyseon lukiona.

Jyväskylän lyseossa vaikutti pitkään, vuodesta 1908 vuoteen 1942, lehtori **Lauri Teodor Helle** (1875-1950). Hän oli ilmeisen mainio luonnonhistorian ja maantieteen opettaja. Lehtori on innokas luonnontutkija. Hänen tutkimuskohteitaan olivat mm. Jyväsjärvi ja Päijänne. Vaikka hän julkaisi ahkerasti maantieteestä hyönteisiin, niin vesistöjen tutkimus- ja mittaus-tuloksiaan hän hyödynsi ensisijaisesti opetuksessa. Julkaisuihin asti ne eivät liioin pääty-

neet. Helle jätti jälkeensä valtavat määrät opetusmateriaalia ja tutkimusaineistoa. Aineisto on Jyväskylän lyseon museon suojoissa, mutta toistaiseksi vielä käsittelemättömänä ja luokittelemattomana. Lyseon vanhojen arkistojen tarkempi analysointi tulee myöhemmin paljastamaan mikä osa siitä on luonnontieteellisesti arvokasta ja mikä historiallisesti kiinnostavaa, säilyttämisen arvoista.

Lehtori Helle, Lasa, kuten lyseolaiset häntä kutsuivat, oli kova suomalaisuuden ja suomenkielen vaalija. Hän ei hyväksynyt suoria käännöslainoja, vaan sanojen piti olla ytimeltään tervettä suomea. "Piikkarit" ei sellaista kieltä ollut, mutta *okavirsut* olivat. "Taskulampun" nimen piti olla *pohjukkavalaisin* ja sen virtalähteen, "patterin", *voi-*

*matölkei*. Ensikosketukselta ei osaa sanoa kuinka vakavissaan Lasa uudissanoineen oli, oppilaita ne ainakin innoittivat lo-

puttomiin uusiin keksintöihin. Varsin *mieltohuomio* mies.

Arkistotkaan eivät ensikosketuksella avaudu. On jäätävä

odottamaan Keski-Suomen museon työn edistymistä. Luonnontieteellisiä merkintöjä yritämme itsekkin avata. (JJM)



## HOITOKALASTUS ALOITETTIIN Pohjois-Päijänteellä

**P**ohjoisen Päijänteen kalataloudellinen kunnostushanke käynnistettiin keväällä 2001. Vaikka alueen veden laatu on suuresti kohentunut viimeisimmän parin vuosikymmenen aikana, niin kalasto ja kalakannat eivät ole muuttuneet. Ongelmana ovat runsaat ahven- ja särkikalakannat, joilla ei ole taloudellista merkitystä.

“Valikoivalla hoitokalastuksella pyritään muuttamaan kalaston rakennetta, poistamaan mahdollisimman paljon pientä ahventa ja särkikaloja ja parantamaan arvokalojen, erityisesti muikun ja siian elinmahdollisuuksia”, kertoo hankkeesta vastaava tutkija **Hannu Salo** Ympäristöntutkimuskeskuksesta. - Tavoitteena on vesialueen taloudellisen tuoton lisääminen ja ammattimaisen kalastuksen elinehtojen parantaminen. Hankkeen aikana etsitään myös kei-

noja kuinka voimme paremmin hyödyntää hoitokalastussäaliitä ja kohentaa vähän arvostettujen kalalajien arvostusta ihmisravintona.

Kalataloudellisen kunnostushankkeen toteuttavat Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus ja Keski-Suomen kalatalouskeskus. Hoitokalastus työllistää osan vuotta puolen tusinaa ammattikalastajaa. Pikkukalojen tehopyynti jatkuu näillä näkymin vuodelle 2004 saakka.

Keski-Suomen TE-keskus on myöntänyt hankkeelle rahoitusta kalatalouden ohjausrahastosta. Hanketta tukevat taloudellisesti myös Jyväskylän kaupunki, Muuramen kunta ja Pohjois-Päijänteen kalastusalue sekä pohjoisimman Päijänteen kalastuskunnat. Lisätietoja hankkeesta saa Hannu Salolta (matkapuhelin (040) 5665 996) ja ympäristöntutkimuskeskuksen internetsivuilta ([www.jyu.fi/ymtk](http://www.jyu.fi/ymtk)).





# METALLITEOLLISUUDEN PROSESSINESTEIDEN *kierrätystä lännen malliin*

■ Esko Martikainen

*Jutta Nyblom Jyväskylän Teknologikeskus Oy:stä, Marjukka Lemmetti Jyskän Metalli Oy:stä ja Esko Martikainen Ympäristöntutkimuskeskuksesta vierailivat Yhdysvalloissa tutustumassa sikäläisiin teollisuuden prosessinesteiden kanssa toimiviin yrityksiin. Detroitin ja Minneapolisin alueen yrityksistä olivat edustettuina nesteitä ja kierrätys- ja käsittelylaitteita valmistavat sekä varsinaiset nesteiden puhdistus- ja kierrätyspalveluja harjoittavat yritykset. Tarkoituksena oli hakea oppia siitä kuinka metalliteollisuuden nesteiden puhdistus ja kierrätys lännen mailla hoidetaan. Matkakertomuksessaan Martikainen kertoo millaista oppia suomalaisille oli tarjolla.*

## **Detroit, vastakohtien ja teollistumisen historian kaupunki**

Lähdimme matkaan tiistaina, 12. päivä kesäkuuta kylmänkalteasta Jyväskylästä kohti Detroitia, jonne saavuttiin saman päivän iltana. Perillä oli miellyttävän lämmin. Lentokentältä vuokrasimme auton, jolla pääsimme hotelliin Detroitin keskustaan. Yllätykseksemme huomasimme, että olimme lähes ainoat valkoiset asiakkaat hotellissa. Detroitin asukkaista kolme neljästä on musta, joten kerranakin tunsin itsensä vähemmistöön kuuluvaksi.

Ensimmäisenä vierailupäivänä kävimme MonlanGroup'iin

kuuluvassa Hyde Products -yhtiössä, joka sijaitsi noin 250 kilometrin ajomatkan päässä West-lakessa, Ohiossa, lähellä Clevelandia ([www.monlangroup.com/home.htm](http://www.monlangroup.com/home.htm)). Yhtiön tuotteita ovat työstönesteiden puhdistukseen ja kierrätykseen tarkoitettu laitteet. MonlanGroup valmistaa myös erilaisia kuljettimia ja altaiden puhdistuslaitteita. Tapaamamme **Tom Tripepin** mielestä työstönesteiden puhdistus ja kierrätys on kannattavaa. Säästöjä saadaan alentuneista nesteiden hankinta- ja koneiden puhdistuskustannuksista sekä jätevesimaksuista. Myös koneiden käyttöikä pitenee. Hänen mukaansa ollaan menossa

kohti konekohtaisia puhdistusjärjestelmiä, joskin näkemys on laitetoimittajalta ymmärrettävä.

Illalla teimme tuttavuutta paikallisessa ravintolassa yhteen "kansallisruokaan", grillattuun possunkylkeen ranskalaisten perunoiden keralla. Sikäläiseen tyyliin annokset olivat isoja, ja osa oli pakko jättää lautaselle reilun kilon kokoisesta kylkipalasta, niin hyvää kuin se olikin.

Toisen päivän vierailukohteena oli Master Chemical Corporation Perrysburgissa, Ohiossa, noin 100 kilometrin päässä Detroitista ([www.masterchemical.com](http://www.masterchemical.com)). Yhtiön perustaja, jo edesmen-



nyt Clyde Sluhan, keksi öljy-pohjaiset työstöemulsiot. Yrityksen valikoimiin kuuluu noin 200 nestevalmistetta täysöljyisistä synteettisiin työstö- ja puhdistusnesteisiin. Laittevalikoimiin kuuluvat pumppuanostelijat, öljynerottelijat, vedenpuhdistusjärjestelmät mineraalien poistoon työstönesteisiin käytettävistä vesistä, nestesäiliön puhdistuslaitteet, sentrifugit sekä kalvosuodattimet. Tutustuimme myös laitevalmistusyksikköön, jossa meille demonstroitiin "Sump Sucker'in" käyttöä työstökoneen nestelaitaan tyhjennyksessä ja sentrifugin toimintaa sen erottaessa vierasöljyn työstönesteestä.

Perjantaina oli vuorossa General Oil Company, jonka toimipaikka oli Detroitin lähellä Livoniassa, noin 20 kilometriä Detroitin keskustasta. General Oilin toimintaan kuuluu öljyjätteiden keräys ja jalostaminen uudelleenkäytettäväksi, teollisuuspalvelu, laboratorio-

analytiikka, konsulttitoiminta ja koulutus. Yritys vastaanottaa käytettyjä öljyjä ja emulsioita, joista poistetaan vesi ja haitta-aineet. Jäljelle jääneestä öljystä tehdään teollisuuden käyttöön voiteluöljyjä ja työstönesteitä. Eroteltu vesi käsitellään kemiallisesti ja suodatetaan, ja lasketaan tarkastusanalyysien jälkeen viemäriin. Kiinteät jätteet ja kiinteytetty liete viedään kaatopaikalle tai valmistetaan polttoaineeksi. Suomesta poiketen öljyisten jätteiden vieminen kaatopaikalle on sallittua, mikäli jäte ei sisällä muita haitta-aineita.

Jet lagin hieman hellittäessä tutustuimme viimeisenä Detroitin iltana kaupungin keskustaan ja sen kreikkalaiskortteliin. Kaupungin yöelämä keskustassa oli keskittynyt parin korttelin alueelle, ja siellä sijaitsi yksi kaupungin kolmesta kasinosta. Kasinolla käynti teki Marjukan onnelliseksi, sillä ovimies kysyi papereita (ikäraja 18 vuotta), vaikka tuohon ikärajaan oli ehtinyt

Marjukallakin kertyä etäisyyttä jo jonkin verran. Hyvän tervena-aterian, puolityhjän pikku klubin ja täyteen pakatun tanssiravintolan jälkeen poliisin neuvosta taksilla hotellille, vaikka matkaa oli vain mailin verran. Kävelemällä olisi ollut hyvät mahdollisuudet päästä ainakin rahoista ja arvoesineistä, jos ei hengestään.

Lauantai oli vapaapäivä, joka käytettiin vierailuun Henry Ford -museoon ja Greenfield Villageen, joka kokoaa Yhdysvaltojen teollistumisen ja keksintöjen merkkitapahtumat.. Fordin museossa oli ensimmäinen sarjavalmisteen auto T-Ford sekä Lincoln Continental, johon John F. Kennedy ammuttiin. Villagessa olivat Henry Fordin, Orville ja Willbur Wright'ien ja Thomas Alva Edisonin kotitalot ja työskentelylaboratorioita. Illansuussa lähdimme lentäen kohti Minneapolisia.

*General Oil Co:n jäteöljyjen kierrätyslaitos.*



## Minneapolis, Keski-Lännän vauras kauppakeskus

Sunnuntaiamu alkoi työn merkeissä. Minneapolisin pääisäntämme **Bill Shaver** (Fluid Management Inc., [www.fluidmanagementinc.com](http://www.fluidmanagementinc.com)) tuli hotellille hakemaan meitä ensimmäiselle tutustumiskäynnille metalliverstaalle, jossa FMI:n miehet olivat juuri puhdistamassa työstönestejärjestelmiä. Aluksi neste imettiin välisäiliöön, jossa se lämmitettiin vierasöljyjen helpomman erottumisen vuoksi. Sen jälkeen neste pumpattiin sentrifugiin, jossa partikkelit, vierasöljyt ja osa bakteerimassasta erottui. Sentrifugoinnin jälkeen neste jäähdytettiin ja palautettiin säiliöön. Nesteen puhdistamisen aikana myös koneiden nestesäiliöt puhdistettiin. Näimme siten käytännössä, mitä työstönesteiden puhdistaminen on ja mitä siltä vaaditaan, jotta työn jälki olisi hyvä.

Meille oli järjestetty open house -tapaaminen yrityksen muutamien henkilöiden ja yhteistyökumppanien kanssa Billin kotona. Tapaaminen oli varsin miellyttävä ja keskusteluja käytiin pääasiassa muista kuin metalliteollisuuteen liittyvistä asioista. Muutaman tunnin rupattelun jälkeen Bill kulljetti meidät hotelliimme ja so-



*Jutta, Ron T. Wendt, Marjukka, Jouni ja Esko  
Master Chemical Co:n edustalla.*

vimme huomisen aamun tapaamisesta.

Maanantaina kierros aloitettiin Kurt Manufacturing Co.-yhtiön toimitiloista, jossa ympäristöpääällikkö esitteli meille tuotantoa. Kurt on keskisuuri metallialan yritys, joka valmistaa metallituotteita mm. lentokoneiteollisuudelle. FMI käy säännöllisesti, noin kerran kuukaudessa tyhjentämässä koneiden työstönestesäiliöt ja puhdistamassa työstönesteen.

Iltapäivällä kävimme vielä FMI:n toimistossa, jossa keskustelimme tarkemmin yhtiön toiminnasta. Yhtiö on perustettu 1993, ja sen toimintaideana on tarjota metalliteollisuusyrityksille on-site -palveluna työstönesteiden ylläpito- ja kierrätyspalvelua. Yhtiöllä on kolme kiertävää puhdistusyksikköä lastattuina pieniin umpilavallisiin kuorma-aitoihin. Kussakin yksikössä työskentelee työnjohtajan lisäksi 2-3 työntekijää.

Palaverin jälkeen Bill vei meidät Minneapolisissa sijaitsevaan Yhdysvaltojen suurim-

paan kauppakeskukseen, Mall of Americaan. Neljän jättitavaratalon, yli 500 muun liikkeen, kahden huvipuiston ja kymmenien ravintoloiden kompleksista löytyi jotain pientä tuliaisiksikin. Illalla ei enää jaksanut lähteä kaupungille. Sen verran monta mailia oli kävelty pitkin kauppakeskuksen käytäviä.

Tiistaina aamupäivällä vierailimme vielä Kurt Manufacturing Co:n toisella tuotantolaitoksella, jossa oli meneillään työstönesteiden puhdistus. Kyseessä oli nesteiden vaihto-opeeraatio Master Chemical Corporationin nesteisiin, joiden huollosta ja kierrätyksestä FMI oli juuri tehnyt sopimuksen. Käynnin jälkeen kävimme vielä FMI:n toimistolla pitämässä pienen loppupalaverin.

Iltapäivällä oli vielä aikaa hieman kierrellä Minneapolisin keskustassa ja ostella viimeisiä tuliaisia. Tässä vaiheessa Jutta erosi seurueesta ja lähti Kanadan puolelle Hartfordiin kyläilemään ystäviensä luokse. He olivat tulleet hänet varta vas-

ten USA:n puolelta hakemaan. Meillä muilla oli vielä yksi työpäivä edessä.

Matkan viimeisenä päivänä vierailimme vielä valutuotteita valmistavassa Versa Die Cast Inc. yrityksessä (<http://www.versaco.com/vdc/default.htm>). Yritys tuottaa pääasiassa alumiinivalulla valmistettuja komponentteja. Konehallissa on valun lisäksi työstökoneita, joilla valetut kappaleet saatetaan lopulliseen muotoonsa. Versan työstökoneissa käyttämät emulsiot ovat Master Chemicalin tuotteita ja yrityksellä on kierrätys sopimus FMI:n kanssa. Kuumemamme mukaan FMI:n toimintaan ollaan tyytyväisiä. Koneiden työstöjäljen keuhuttiin olevan parempi, kun nesteen kunnosta pidetään huolta. Myös koneet kestävät pidempään kunnossa. Nesteiden puhdistuksesta ja kierrätyksestä koituvan taloudellisen hyödyn arvioitiin olevan noin 50 prosenttia, jopa yli.

### Summa summarum

Yhteenvetona voisi todeta, että ISO 14001 -sertifointi tuntui olevan varsin pinnalla oleva aihe Lännen teollisuusalueilla. Tapaamamme yritykset puhuivat siitä. Ympäristöasioiden huomiointi tulee olemaan yhä tärkeämpi asia myös yhdysvaltalaisissa yrityksissä. Siksi myös nesteiden puhdistus ja kierrätys tuntuu saavuttavan yhä enemmän suosiota metalliteollisuuden piirissä. Erikoista oli, että lievästi öljypitoisia jätteitä, kuten työstönesteitä, ei aina katsota ongelmajätteiksi, vaan ne voidaan jätevesilaitoksen luvalla laskea jätevesiviemäriin. Myöskään öljypitoisia kiinteitä jätteitä ei luokitella ongelmajätteiksi (mm. öljyiset suodattimet), vaan ne voidaan sijoittaa yleiselle kaatopaikalle tai jopa syviin maakuiluihin.

Oli mielenkiintoista nähdä kaksi niin erilaista Keski-Lännen kaupunkia, Detroit ja Minneapolis. Detroitissa päällimmäisinä jäivät mieleen ränsistyneet, hylätyt pilvenpiirtäjät ja upeat rakennukset, kuten Renaissance Center, jossa on mm. GM:n päämaja ja paikallisen baseballseuran Tigersien uusi stadion. Hyvin ja huonosti voivien ihmisten välinen kuilu Detroitissa on suomalaisen silmin valtava. Minneapolis taas muistutti enemmän eurooppalaista, hyvin toimeentulevaa kaupunkia, joskin katukahviloiden ja katuesiintyjien puute teki sen keskustasta hieman viileähkön, niin helteinen kuin keli olikin. Kaiken kaikkiaan amerikkalainen elämänmeno oli sitä, mitä tiedotusvälineistä on saanut lukea, sen hyvine ja huonoine puolinen.



*Downtown Minneapolis*

- MITTAUKSET ANALYYSIT
- ENNUSTEET SUOSITUKSET
- TUTKIMUKSET SELVITYKSET
- TIEDOTUS KOULUTUS
- SUUNNITELMAT OHJELMAT

#### ILMA JA MELU

- bioindikaattoritutkimukset
- yhdyskuntailmanlaatu
- päästöjen ympäristövaikutukset
- ympäristömelu

#### JÄTEHUOLTO JA SAASTUNEET MAAT

- kompostointi ja jätteen hyötykäyttö
- jätehuoltosuunnitelma
- saastuneen maaperän puhdistus

#### YMPÄRISTÖKEMIKAALIT

- raskasmetallit
- orgaaniset ympäristökemikaalit
- kemikaalipäästöt ja jäämät
- ekotoksikologiset tutkimukset

#### YVA JA YMPÄRISTÖJOHTAMINEN

- YVA-ohjelmat ja selostukset
- elinkaarianalyysit
- ympäristöjohtaminen
- ympäristöluvut

#### JÄTEVEDET

- puhdistamoiden toiminta
- asuma- ja teollisuusjätevedet
- lietteiden käsittely

#### KALATALOUS

- kalavesien käyttö ja hoito
- kalataloustutkimukset
- kalataloudelliset kunnostukset
- kalataloustarkkailut

#### VEDET JA VESISTÖT

- veden laatu ja kuormitus
- vesistöjen kunnostus ja biomanipulaatio
- säännöstelyn ja rakentamisen ympäristövaikutukset
- vesikasvillisuus-, plankton- ja pohjaeläintutkimukset
- paleolimnologia



Jyväskylän yliopisto  
**Ympäristöntutkimuskeskus**

puh. (014) 260 3830 faksi (014) 260 3831  
 Postiosoite: PL 35 (YAD), 40351 Jyväskylä  
 Käyntiosoite: Survantie 9  
 Ambiotica D-rakennus, 4.kerros  
<http://www.jyu.fi/ymtk>

