

95

*Päivi Nykänen-Kurki,
Ritva Mäkelä-Kurtto,
Marjo Mäkinen-Aakula,
Tiina Tontti ja
Väinö Mäntylähti*

**Mikkelin kaupungin
puhdistamolietteen
käyttömahdollisuus
maataloudessa**

*Päivi Nykänen-Kurki, Ritva Mäkelä-Kurtto, Marjo Mäkinen-Aakula,
Tiina Tontti ja Väinö Mäntylähti*

Mikkelin kaupungin puhdistamo- lietteen käyttömahdollisuus maataloudessa

**Agricultural use of sludge from sewage
treatment plant of the City of Mikkelä**

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-613-4 (Painettu)
ISBN 951-729-614-2 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1239-0852 (Painettu)
ISSN 1239-0844 (Verkkajulkaisu)
<http://www.mtt.fi/asarja>

Copyright

MTT

Päivi Nykänen-Kurki, Ritva Mäkelä-Kurtto, Marjo Mäkinen-Aakula,
Tiina Tontti ja Väinö Mäntylähti

Julkaisija

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen
Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339
sähköposti julkaisut@mtt.fi

Painatus

Jyväskylän yliopistopaino 2001

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen Joutsenmerkki.
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Nykanen-Kurki, P.¹⁾, Mäkelä-Kurto, R.²⁾, Mäkinen-Aakula, M.³⁾, Tontti, T.¹⁾ & Mäntylähti, V.⁴⁾ 2001. Mikkelin kaupungin puhdistamolietteen käyttömahdollisuus maataloudessa. MTT:n julkaisuja. Sarja A 95. Jokioinen: MTT. 38 p. + 1 app. ISSN 1239-0852 (Painettu), ISSN 1239-0844 (Verkkójulkaisu), ISBN 951-729-613-4 (Painettu), ISBN 951-729-614-2 (Verkkójulkaisu). <http://www.mtt.fi/asarja>

¹⁾ MTT, Ympäristöntutkimus, Ekologinen tuotanto, Karilantie 2 A, 50600 Mikkeli, paivi.nykanen-kurki@mtt.fi

²⁾ MTT, Ympäristöntutkimus, Ympäristöhallinta, 31600 Jokioinen, ritva.makela-kurto@mtt.fi

³⁾ Elintarvikealan osaamiskeskus Varsinais-Suomi, Biokemian ja elintarvikekemian laitos, 20014 Turun yliopisto, marjo.makinen-aakula@utu.fi

⁴⁾ Viljavuuspalvelu Oy, Graanintie 7, 50190 Mikkeli, vaino.mantylahti@viljavuuspalvelu.fi

Tiivistelmä

Avainsanat: jätevesiliete, lietekomposti, levitysmäärät, kasvintuotanto, peltoviljely, raskasmetallit, ravinteet, maanviljelijät, viljavuustutkimus, viljelijäkysely, viljelymaa, raskasmetalliluokitus, viljelykäytön rajoitukset

Maatalouden tutkimuskeskus (1. maaliskuuta 2001 alkaen MTT, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus) selvitti vuonna 1999 Mikkelin vesilaitoksen toimeksianton puhdistamolietteen käyttömahdollisuutta maataloudessa. Selvityksessä käytiin läpi puhdistamolietteen peltokäytön edellytykset lainsäädännön ja ohjeistuksen sekä laatuvaatimusten ja ympäristötukiehtojen pohjalta. Nykyisten säädösten mukaan puhdistamolietteen käyttö on sallittua viljan, sokerijuurikkaan, öljykasvien ja lisäksi myös sellaisten kasvien viljelyssä, joita ei käytetä ihmisen ravinnoksi tai eläimen rehuksi. Perunaa, juureksia ja vihanneksia saa viljellä samalla maalla aikaisintaan viiden vuoden kuluttua lietteen levityksestä. Luonnonmukaisen tuotannon ehdot kieltävät puhdistamolietteen käytön kokonaan.

Viljavuuspalvelun vuosina 1992–1998 analysoimien peltomaanäytteiden raskasmetallipitoisuuksien pohjalta esitetään viljelymaille luokitusjärjestelmä. Raportissa tarkastellaan myös suomalaisten viljelymai-

den raskasmetallitaseita sekä raskasmetallipitoisuuksien kehitysnäkymiä. Lisäksi tuodaan esille laskelmia siitä, miten eri viljelykasvien ravinnetarve, maan ravinnetaso ja puhdistamolietteen sisältämien ravinteiden liukoisuus vaikuttavat sallittuihin levitysmääriin.

Koska maatalouden tuotantoehdoissa asetetut ravinnerajat ovat alhaiset ja puhdistamolietteen sisältämät ravinteet liukenevat heikosti, puhdistamolietteen sallittu levitysmäärät ja niiden ravinnevaikutus jäävät kannattamattoman vähäisiksi. Voimassa olevien säädösten mukaan Mikkelin puhdistamolietteen tai peltojen raskasmetallipitoisuus ei estä lietteen käyttöä maataloudessa. Jos puhdistamoliete kompostoitaisiin ja hygienisoitaisiin sekä lietteellä tuotetut sadot osoitettaisiin laadukkaiksi ja turvallisiksi, ja sallitut levitysmäärät saataisiin järkevälle tasolle, Mikkelin seudun viljelijät olisivat nykyistä halukkaampia käyttämään puhdistamolietettä viljelyksillään.

Nykänen-Kurki, P.¹⁾, Mäkelä-Kurtto, R.²⁾, Mäkinen-Aakula, M.³⁾, Tontti, T.¹⁾ & Mäntylähti, V.⁴⁾ 2001. Agricultural use of sludge from sewage treatment plant of the City of Mikkeli. MTT publications. Series A 95. Jokioinen: MTT. 38 p. + 1 app. ISSN 1239-0852 (Printed version), ISSN 1239-0844 (Electronic version), ISBN 951-729-613-4 (Printed version), ISBN 951-729-614-2 (Electronic version). <http://www.mtt.fi/asarja>

¹⁾ MTT Agrifood Research Finland, Environmental Research, Ecological Production, Karilantie 2 A, FIN-50600 Mikkeli, Finland, paivi.nykanen-kurki@mtt.fi

²⁾ MTT Agrifood Research Finland, Environmental Research, Environmental Management, FIN-31600 Jokioinen, Finland, ritva.makela-kurtto@mtt.fi

³⁾ Centre of Expertise for Food Development, Department of Biochemistry and Food Chemistry, University of Turku, FIN-20014 Turun yliopisto, Finland
marjo.makinen-aakula@utu.fi

⁴⁾ Soil Analysis Service, Graanintie 7, FIN-50190 Mikkeli, Finland,
vaino.mantylahti@viljavuuspalvelu.fi

Abstract

Key words: sewage sludge, plant production, field production, heavy metals, nutrients, soil fertility analysis, questionnaire, heavy metal classification, cultivated soil, application rates, application restrictions, sludge compost

The Agricultural Research Centre of Finland (since 1 March 2001 MTT Agrifood Research Finland) studied the application of sewage sludge in agriculture. Commissioned by Mikkeli Water Facility the study examined the feasibility of using sewage sludge on agricultural fields in the light of the legislation, guidelines, quality requirements and Finnish environmental aid regulations for agriculture. Current regulations permit the use of sewage sludge only in the production of cereals, sugarbeet, oil plants or plants not to be used as food for humans or as feed for animals. Potato, root crops and vegetables may be cultivated only after five years have passed since sewage sludge was applied on the same land. The use of sewage sludge is prohibited in organic production.

A heavy metal classification system for Finnish cultivated soils is presented. The classification is based on the analytical results obtained by the Soil Analysis Service in

1992–1998. Also heavy metal balances and trends in Finnish cultivated soils are considered. The effect of the nutrient requirements of cultivated plants, soil nutrient level and the solubility of nutrients in sewage sludge is assessed.

Due to the nutrient input limits of Finnish agricultural production and the low solubility of nutrients in sewage sludge, the application rate of sewage sludge has been set so low that no benefit would derive from the nutrient effect. According to the current legislation, the agricultural use of Mikkeli sewage sludge is not restricted by the heavy metal contents of sludge or arable land. Composting and hygienization of sewage sludge, ensuring the quality of crops produced with sludge and setting the application rate of sewage sludge at a reasonable level would encourage farmers to use sewage sludge at agriculture.

Alkusanat

Maatalouden tutkimuskeskus selvitti vuonna 1999 Mikkelin vesilaitoksen toimeksiantosta puhdistamolietteen käyttömahdollisuutta maataloudessa. Selvityksessä käytiin läpi puhdistamolietteen peltokäytön edellytykset lainsäädännön ja ohjeistuksen sekä laatuvaatimusten ja ympäristötukiehtojen pohjalta. Aikaisemmin lietettä käyttäneille viljelijöille, alueen kasvinviljelytiloille ja suurimmille karjatilaille Mikkeliissä, Mikkelin maalaiskunnassa ja Anttolassa lähetettiin kyselylomake, jossa selvitettiin viljelijöiden halukkuutta lietteen vastaanottoon. Kyselyyn osallistui yhteensä 47 tilaa.

Vanhempi tutkija Päivi Nykänen-Kurki vastasi työn suunnittelusta ja toteutuksesta. Hän vastaa myös julkaisun tekstistä. Vanhempi tutkija Ritva Mäkelä-Kurto toimi jätteiden maatalouskäytön ja raskasmetallien asiantuntijana. Tutkija Tiina Tontti selvitti hygieniä- ja laatuvaatimukset sekä kokosi aihetta koskevan lainsäädännön ja viimeisteli tekstin. Tutkimuspäällikkö Väinö Mäntylähti teki yhteenvedon Viljavuuspalvelu Oy:ssä tehdystä peltomaan raskasmetallianalyseistä. Hän myös laati ehdotuksen peltomaan puhtausluokituksesta raskasmetallipitoisuuden perusteella. Tutkija Marjo Mäkinen-Aakula suunnitteli ja toteutti tilakyselyn.

Maa- ja metsätalousministeriön asettaman Maatalouden ympäristöohjelmaa työstäneen työryhmän (MYTO-työryhmä) jäseniä sekä alan asiantuntijoita maa- ja metsätalousministeriössä, ympäristöministeriössä, Suomen ympäristökeskuksessa ja Maatalouden tutkimuskeskuksessa informoitiin Maatalouden ympäristöohjelman 2000–2006 valmisteluvaiheessa tässä työssä esiintulleiden, puhdistamolietteen maa-

talouskäyttöä rajoittavien seikkojen osalta. Vanhempi tutkija Ritva Mäkelä-Kurto valmisteli MYTO-työryhmälle lausunnon, jossa ehdotettiin, että jäteaineiden hyötykäyttö kasvintuotannossa sisällytettäisiin karjanlannan käytön edistämisen ohella ympäristötuen erityistukiin. Erityistukea maksettaisiin korvauksena yhteiskunnalle tehdystä palvelusta niille viljelijöille, jotka suostuvat kierrättämään säästönsä jätteiden hyötykäyttöä maataloudessa. Ehdotus Maatalouden ympäristöohjelmaksi 2000–2006 valmistui toukokuussa 1999 ja se on tätä kirjoitettaessa EU:n komission hyväksyttävänä. Ehdotettua jäteaineiden hyötykäyttöä ei sisällytetty tässä vaiheessa Maatalouden ympäristöohjelmaan. EU:ssa keskustellaan parhaillaan myös puhdistamolietteen käyttöä koskevan ohjeistuksen uudistamisesta.

Selvitystyön aikana pidettiin kaksi työtä arvioivaa kokousta, joihin osallistui kirjoittajien lisäksi vesihuoltopäällikkö Hannu Rautio Mikkelin vesilaitokselta, ympäristötarkastaja Timo Tiilikainen Mikkelin seudun ympäristökeskuksesta, toiminnanjohtaja Kari Tillanen Maataloustuottajain Etelä-Savon Liitosta ja johtaja Seppo Kauppila Maaseutokeskus Mikkelistä. Kiitämme lämpimästi edellä mainittuja henkilöitä sekä Maatalouden tutkimuskeskuksen erikoistutkija Markku Yli-Hallaa ja tutkija Pentti Seuria käydystä keskustelusta ja käsikirjoituksen tarkastamisesta. Kiitämme erityisesti vesihuoltopäällikkö Hannu Rautiota hyvästä yhteistyöstä Mikkelin vesilaitoksen kanssa. Kiitämme myös kaikkia muita työn edistymiseen vaikuttaneita tahoja.

Maaliskuussa 2001

Tekijät

Sisällys

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Alkusanat	5
1 Johdanto	7
2 Mikkelin alueella tuotettu puhdistamoliete ja sen käsittely	7
3 Puhdistamolietteen käyttökohteet maataloudessa	9
4 Puhdistamolietteen käyttörajoitukset	10
4.1 Puhdistamolietteen raskasmetallipitoisuus	10
4.2 Maan raskasmetallipitoisuus	16
4.3 Suurin sallittu raskasmetallikuormitus	22
5 Maan raskasmetallipitoisuuksien kehitysnäkymiä	25
6 Nitraattidirektiivi	28
7 Ympäristötukiehtojen asettamat typen ja fosforin käyttörajoitukset	28
8 Hygieeninen laatu	32
9 Viljelijäkyselyn tulokset	33
10 Päätelmät	36
Kirjallisuus	36
Säädökset	38
Liite	

1 Johdanto

Mikkelin vesilaitos tuottaa vuosittain noin 3000 m³ puhdistamolietettä. Tästä käytettiin enimmillään 90 % maataloudessa. Lietteen käyttö pelloilla tyrehtyi 1990-luvun puolivälin jälkeen lähes tyystin, vaikka orgaanisen aineen palauttaminen pellolle olisi kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti.

Orgaanisen jätteen käsittely Mikkelin alueella on siirtymässä uuteen aikaan, kun Mikkelin kaupunki päätyi maaliskuussa 1999 Vapo Oy Biotechin Wastech-kompostointilaitoksen rakentamiseen Mikkeleihin. Lopputuotteet valmistetaan jatkossa kompostista sen sijaan, että puhdistamoliete stabiloidaan mädättämällä. Kompostin markkinointi voi kuitenkin olla yhtä ongelmallista kuin puhdistamolietteen.

Tässä selvityksessä käytiin läpi puhdistamolietteen peltokäytön edellytykset lainsäädännön ja ohjeistuksen, laatuvaatimusten ja ympäristökäyttöolosuhteiden osalta. Mikkelin seudun viljelijöiden lietteen vastaanottohalukkuus selvitettiin kyselyn avulla.

2 Mikkelin alueella tuotettu puhdistamoliete ja sen käsittely

Mikkelin vesilaitoksen Kenkäveronniemen puhdistamolle johdetaan Mikkelin kaupunkialueen jätevesien lisäksi Mikkelin maalaiskunnan Rantakylän, Otavan ja Sairilan taajamien jätevedet sekä Metsä-Sairilan jäteaseman suotovedet. Hulevesiä (sadevesiviemäri) johdetaan puhdistamolle hyvin vähän. Puhdistusprosessi on mekaanis-biologis-kemiallinen, missä esi- ja mekaanisen vaiheen muodostavat välppäys (karkeampien osasten poisto), hiekanerotus ja esiselkeytys (painovoimaan perustuva osasten

erottaminen). Fosfori saostetaan kemiallisesti ferrosulfaattilla (FeSO₄). Ferrosulfaattia kuluu keskimäärin 180 g/m³. Tällä menetelmällä saadaan saostettua jäteveden kokonaisfosforista 98 %, mikä jää puhdistamolietteeseen (Mikkelin vesilaitos 1997).

Biologinen vaihe tapahtuu pitkäilmas-tusalueella aktiivilieteyksikössä, missä jäteveden ammoniumtyppi muutetaan nitrifikaation avulla nitraatiksi. Esiselkeytyksen jälkeen prosessiin lisätään kalkkia keskimäärin 80 g/m³. Tällä korjataan nitrifikaation pH:ta alentava vaikutus. Nitrifikaatioprosessi etenee kahdessa vaiheessa bakteeritoiminnan tuloksena. *Nitrosomonas*-bakteeri hapettaa ammoniumia nitriitiksi ja *Nitrobacter*-bakteeri hapettaa nitriitistä nitraattia. Kesällä jäteveden tyypeä poistetaan denitrifikaation avulla kaasuna ilmaan. Denitrifikaatiossa nitraatti pelkistyy dityppioksidiksi (N₂O) eli typpioksiduuliksi ja vapaaksi N₂-kaasuksi (Heinonen et al. 1992). Kaasumaisessa muodossa oleva typpi haihtuu ilmaan ja nitraattimuodossa oleva typpi liikkuu veden mukana ja puretaan Saimaan Savilahteen. Jäteveden kokonaistyypeistä ilmaan haihtuu noin 23 %, Saimaaseen puretaan 63 % ja puhdistamolietteeseen siitä jää noin 14 %. Puhdistamolietteen sisältämästä tyypeistä suurin osa on lietteen orgaaniseen aineeseen sitoutuneena. Tästä on liukoista tyypeä keskimäärin 20 % (Taulukko 1). Ilmastettuun lietteeseen lisätään jälkiselkeytystä varten Finferri-nimistä saostuskemiallista polymeeria keskimäärin 0,30 g/m³.

Jälkiselkeytyksen jälkeen liete stabiloidaan mädättämällä. Tämä tarkoittaa lietteen käsittelyä muutaman viikon ajan vähintään 33–35 °C:n lämpötilassa hapettomissa oloissa. Mädätyksen jälkeen liete kuivataan lingolla. Vuonna 1992 hankitulla lingolla päästään noin 30 %:n kuiva-ainepitoisuuteen. Kuivauksen jälkeen liete vietään kompostointialueelle kompostoitavaksi, mistä se on käytetty pääasiassa viherkentämiseen (Taulukko 2). Etelä-Savon Energian Pursialassa sijaitsevassa lämpövoimalaitoksessa poltettiin 50 m³ lietettä kokeeksi vuonna 1998. Varsin kostean liet-

Taulukko 1. Puhdistamolietteen koostumus keskimäärin Mikkelissä vuonna 1998 (Hannu Rautio, Mikkelin vesilaitos, 1999, henkilökohtainen tiedonanto) ja koko Suomessa vuonna 1997 (Juhani Puolanne, Ympäristökuormitusyksikkö, Suomen ympäristökeskus, 1999, henkilökohtainen tiedonanto).

Table 1. Average nutrient and heavy metal contents of sewage sludge in Mikkelä in 1998 (Hannu Rautio, Mikkelä Water Facility, 1999) and in Finland in 1997 (Juhani Puolanne, Finnish Environment Institute, 1999).

	Pitoisuus g/kg kuiva-ainetta <i>Nutrient content</i> g/kg dry matter			Pitoisuus mg/kg kuiva-ainetta <i>Heavy metal content</i> mg/kg dry matter	
	Mikkeli <i>Mikkeli</i>	Suomi <i>Finland</i>		Mikkeli <i>Mikkeli</i>	Suomi <i>Finland</i>
Liukoinen typpi <i>Soluble N</i>	9,3		Kupari (<i>Cu</i>)	188	290
Kokonaistyyppi <i>Total N</i>	37	32	Sinkki (<i>Zn</i>)	501	606
Kokonaisfosfori <i>Total P</i>	37	28	Molybdeeni (<i>Mo</i>)	7,9	
Kokonaisrikki <i>Total S</i>	9,2		Kromi (<i>Cr</i>)	135	84
Kalium (<i>K</i>)	1,8		Kadmium (<i>Cd</i>)	0,9	1,0
Kalsium (<i>Ca</i>)	21		Nikkeli (<i>Ni</i>)	29	34
Magnesium (<i>Mg</i>)	2,5		Lyijy (<i>Pb</i>)	21	39
Rauta (<i>Fe</i>)	165		Elohopea (<i>Hg</i>)	1,2	1,3
Happamuus (<i>pH</i>)	6,3				

Taulukko 2. Puhdistamolietteen vuotuinen määrä ja käyttökohde Mikkelissä verrattuna lietteen sijoitukseen koko Suomessa (Hannu Rautio, Mikkelin vesilaitos, 1999, henkilökohtainen tiedonanto ja Juhani Puolanne, Ympäristökuormitusyksikkö, Suomen ympäristökeskus, 1999, henkilökohtainen tiedonanto).

Table 2. Yearly amounts and end use of sewage sludge in Mikkelä and in Finland (Hannu Rautio, Mikkelä Water Facility, 1999 and Juhani Puolanne, Finnish Environment Institute, 1999).

	Mikkeli <i>Mikkeli</i>		Pelto		Suomi <i>Finland</i>		
	Lietemäärä <i>Amount of sludge</i> m ³	Komposti <i>Compost</i> m ³ %	Pelto <i>Field</i> m ³ %		Pelto <i>Field</i> %	Viher- rakennus <i>Green areas</i> %	Varastointi kaatopaikalla <i>Storage at disposal site</i> %
1990	3000	1650 55	1350	45	32	30	38
1991	4092	3642 89	450	11			
1992	4300	3268 76	946	22	24	34	42
1993	2440	1220 50	1220	50			
1994	2484	224 9	2260	91	31	31	38
1995	2594	1323 51	1271	49	32	31	37
1996	3028	2786 92	242	8	38	31	31
1997	3000	2100 70	900	30	39	22	39
1998	2789	2697 97	42	1,5			

teen poltto on lähinnä jätteen hävittämistä, ei sen hyötykäyttöä. Lietteen lämpöarvo on noin kaksi, kun se esimerkiksi turpeella on noin 20. Toisaalta lietteen poltossa syntyy herkästi klorideja, jotka syövyttävät muiden polttoaineiden polttoa varten tehtyjä kattiloita.

Mikkeliä ympäröivissä kunnissa tuotetaan vuosittain yhteensä noin 3500 m³ puhdistamolietettä siten, että Anttolan ja Haukivuoren lietemäärä on noin 150 m³/kunta, Ristiinan ja Juvan noin 500 m³/kunta, Kangasniemen noin 900 m³ ja Mäntyharjun noin 1400 m³. Kaikissa kunnissa fosfaatti saostetaan ferrosulfaatilla. Lieite stabiloidaan Haukivuorella kalkkistabiloinnilla ja muissa kunnissa kompostoimalla. Puhdistamolietteen kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 20 %. Mäntyharjulla lietteen kuiva-ainepitoisuus oli noin 10 %. Mäntyharjulle on hankittu lokakuussa 1998 linko, jonka avulla päästään 16–17 % kuiva-ainepitoisuuteen. Lietteen pääasiallinen sijoituspaikka oli kaatopaikka. Pieniä määriä käytettiin viherrakentamiseen, mutta missään mainituista kunnista lietettä ei mennyt maatalouskäyttöön. Juvan lietteen kromipitoisuus on todettu 1990-luvulla liian korkeaksi maatalouskäyttöön, mutta Juvan lietettä on mennyt jonkin verran tielaitokselle.

3 Puhdistamolietteen käyttökohteet maataloudessa

Puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä säädetään valtioneuvoston päätöksessä 282/1994. Lietteen käyttökohteiksi soveltuvista kasveista todetaan kyseisen päätöksen 6 §:ssä seuraavaa: *"Lietettä saa käyttää vain viljelymaalla, jolla kasvatetaan viljaa, sokerijuurikasta tai öljykasveja taikka sellaisia kasveja, joita ei käytetä ihmisen ravinnoksi tai eläimen rebuksi. Nurmelle lietettä saa levittää vain perustettaessa nurmi suojaviljan kanssa ja multaamalla lieite huolellisesti. Viljelymaalla,*

jolla on käytetty lietettä, saa viljellä perunaa, juureksia ja vihanneksia aikaisintaan viiden vuoden kuluttua lietteen käytöstä". Vastaavat asiat todetaan myös Ympäristöministeriön julkaisuissa Työryhmän mietintö 53 (1990) ja Ohje 4 (1991).

Marjakasveista edellä mainitussa valtioneuvoston päätöksessä ei mainita mitään. Käyttökohteisiin sovelletaan päätöksen 1 §:ssä määritettyä tavoitetta niiltä osin kuin käyttökohteita ei ole päätöksessä mainittu. *"Päätöksen tavoitteena on säännellä puhdistamolietteen käyttöä maanviljelyksessä siten, että lietteen haitalliset vaikutukset ympäristöön ja terveyteen voidaan estää edistään samalla lietteen asianmukaista käyttöä".* Edellisen pohjalta voidaan katsoa, että puhdistamolietettä voidaan käyttää puuvartisten hedelmä- ja marjakasvitarhojen perustamiseen (esim. hedelmäpuut, herukat, karviainen, vadelma, mustamarja-aronia, tyrni), jos käytettävä lieite on kunnolla maatunutta ja se levitetään kynnon alle (Heikki Latostenmaa, ympäristöministeriö, 28.1.1999, suullinen tiedonanto). Muiden marjakasvitarhojen (esim. mansikka, mesimarja, mustikka) perustamiseen lietettä ei tule käyttää. Perunan, juuresten ja vihannesten viiden vuoden viljelykiellon perustana on ollut vaikeiden kasvintuhoojien (esim. peruna-ankeroinen) leviämisen estäminen ja viljelyhygienian varmistaminen. Valtioneuvoston päätöksen (282/1994) mukaisesti lietettä saa käyttää vain viljelymailla, joiden pH-arvo on yli 5,8. Kalkkistabiloitua lietettä käytettäessä maan pH-arvon on oltava yli 5,5.

Valtioneuvoston päätöksessä puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä (282/1994) ei mainita mitään siitä, saako puhdistamolietettä käyttää luonnonmukaisessa tuotannossa. Sen sijaan luonnonmukaisen maataloustuotannon ehdot kieltävät yksiselitteisesti puhdistamolietteen käytön myös kompostoituna luonnonmukaisessa tuotannossa (Maa- ja metsätalousministeriön päätös maatalouden ympäristötuen erityisehdoista 52/1995 ja 44/1996). Euroopan yhteisöjen neuvoston asetuksessa 2092/1991 luetellaan aineet, jotka EU sallii luonnonmukaisessa tuotannossa (ns. positiivilis-

Taulukko 3. Kasvikohtaiset viljelypinta-alat Mikkelin alueella vuonna 1997 maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus TIKE:n tilastojen pohjalta.

Table 3. Production areas of cultivated plants in Mikkeli region 1997 according to statistics of Information Centre of Ministry of Agriculture and Forestry.

	Mikkeli	Mikkelin mlk	Anttola	Hauki- vuori Pinta-ala, ha Area, ha	Juva	Kangas- niemi	Mänty- harju	Ristiina	Yhteensä Total
Vilja Cereals	127	1907	301	754	2890	1352	1347	996	9674
Sokeri- juurikas Sugarbeet	0	140	0	0	22	23	47	60	292
Nurmi/ moniv. Perennial ley	64	3282	505	1367	4074	2256	1685	1565	14798
Nurmi/ yksiv. Annual ley	0	91	9	47	87	23	21	43	321
Metsä- laidun Pasture forest	0	614	11	21	404	115	126	53	1344
Peruna Potato	0	47	7	11	18	33	22	33	172
Puutarha- kasvit Hortic. crops	0	94	5	131	176	54	59	56	575
Kesanto Fallow	38	209	38	106	251	242	323	143	1349
Muut Others	0	102	8	176	487	138	162	73	1146
Yhteensä Total	229	6491	883	2612	8410	4236	3790	3022	29673

ta). Positiivisella hyväksytyt lannoitteet ja maanparannusaineet eivät sisällä puhdistamoliettä missään muodossa, joten sitä ei saa käyttää luonnonmukaisessa tuotannossa lainkaan (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1999). Lisäksi Euroopan yhteisöjen komission päätöksessä ekologisista arviointiperusteista yhteisön ekomerkin myöntämiseksi maanparannusaineille (98/488/EY) asetetaan selkeä rajoitus, jonka mukaan EU:n ekotuotemerkityissä (Eco-label) ja SFS-ympäristömerkityissä maanparannusaineissa ei saa myöskään käyttää puhdistamoliettä.

Mikkelin seutu on maidontuotanto-alueita, joten valtakasvina on nurmi (Tau-

lukko 3). Vilja-ala on pääasiassa nurmen suojaviljana viljeltyä rehuviljaa. Öljy- ja non-food -kasveja ei viljellä lainkaan. Sokerijuurikkaan viljelyala keskittyy Mikkelin maalaiskuntaan.

4 Puhdistamolietteen käyttörajoitukset

4.1 Puhdistamolietteen raskasmetallipitoisuus

Maanviljelyksessä käytettävän lietteen ja

Taulukko 4. Maanviljelyksessä käytettävän lietteen ja lieteseoksen sekä lieteseoksen raaka-aineeksi soveltuvan lietteen suurimmat sallitut raskasmetallipitoisuudet Suomessa ja EU:ssa. Suluissa ovat suositusarvot uusista enimmäispitoisuuksista Suomessa (Vnp 282/1994, Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivi 86/278/ETY).

Table 4. Limit values for heavy metal contents of sewage sludge or sludge mixture used in agriculture in Finland and in EU. Recommendations for new limit values in parentheses (Council of State decision 282/1994, Directive on the use of sewage sludge 86/278/EEC).

	Suomi <i>Finland</i>		Suomi <i>Finland</i>		EU <i>EC</i>
	Liete ja lieteseos <i>Sludge and sludge mixture</i>		Lieteseoksen raaka-aine <i>Sludge as material for mixing</i>		Liete <i>Sludge</i>
	Nykyinen raja-arvo* <i>Current limit value*</i>	Suosittel raja-arvo <i>Recommended limit value</i>	Nykyinen raja-arvo <i>Current limit value</i>	Suosittel raja-arvo <i>Recommended limit value</i>	Nykyinen raja-arvo <i>Current limit value</i>
	mg/kg kuiva-ainetta <i>mg/kg dry matter</i>				
Kadmium <i>(Cd)</i>	3,0	(1,5)	5,0	(3,0)	20-40
Kromi <i>(Cr)</i>	300		1000	(300)	1000-1750
Kupari <i>(Cu)</i>	600**		3000	(600)	1000-1750
Elohopea <i>(Hg)</i>	2,0	(1,0)	25	(2,0)	16-25
Nikkeli <i>(Ni)</i>	100		500	(100)	300-400
Lyijy <i>(Pb)</i>	150	(100)	1200	(150)	750-1200
Sinkki <i>(Zn)</i>	1500**		5000	(1500)	2500-4000

*Lietteen ja lieteseoksen kadmiumpitoisuusrajoitukset saa tilapäisesti ylittää korkeintaan 20 prosentilla. Muiden raskasmetallien pitoisuusrajoituksia voidaan ylittää tilapäisesti, mutta ylitysten merkitys on arvioitava jokaisessa tapauksessa erikseen.

*Cadmium contents in sludge and sludge mixture may temporarily be exceeded by 20% at the highest. Limits of other heavy metals may be exceeded temporarily, but the consequences should be evaluated in each case.

** Lietteissä ja lieteseoksissa saa olla kasvinravinteiksi katsottavia kuparia ja sinkkiä enintään kaksinkertaiset pitoisuudet, milloin näistä ravinteista on puutetta siinä maaperässä, jossa lietettä tai lieteseosta on tarkoitus käyttää.

**Sewage sludge and sludge mixture may contain double contents of copper and zinc at the highest, provided that the soil where the material is to be used is deficient in those micro-nutrients.

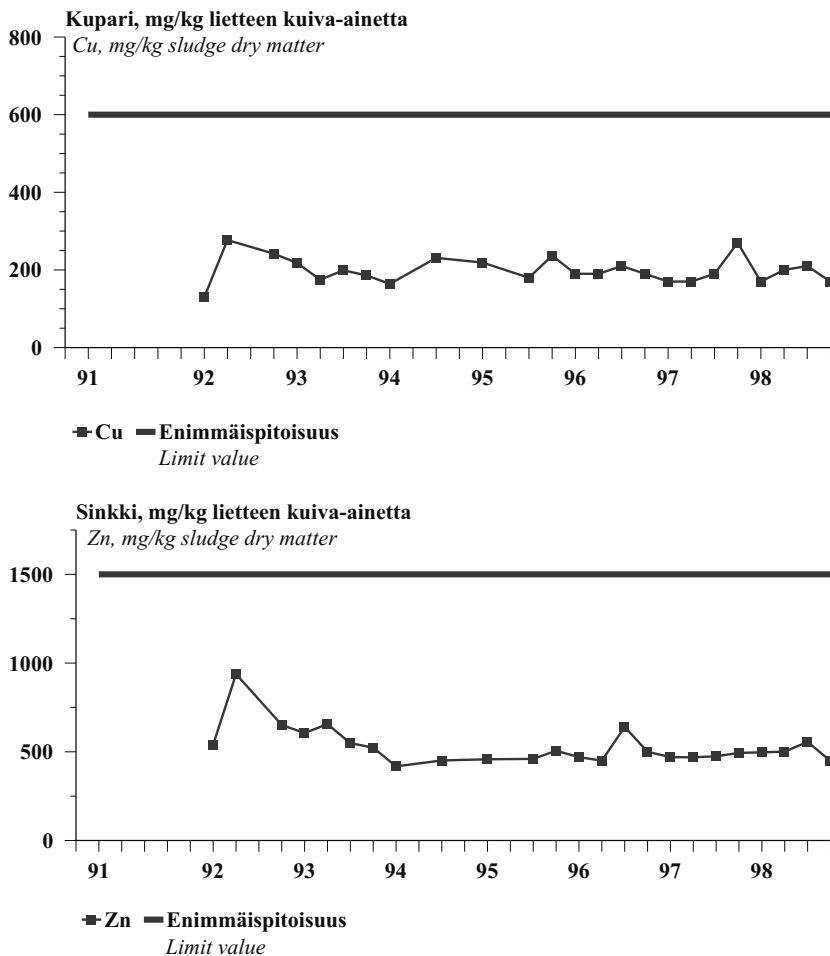
lieteseoksen sekä lieteseoksen raaka-aineeksi soveltuvan lietteen suurimmat sallitut raskasmetallipitoisuudet ja niiden määrittäminen menetelmät (SFS 3044, SFS 3047 ja ISO 5666/1) säädetään valtioneuvoston päätöksessä puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä (282/1994) (Taulukko 4). Valtioneuvoston päätöksessä vuodelle

1998 asetetut tavoitearvot (taulukossa suluissa) eivät ole tällä hetkellä (1999) voimassa vaan ne ovat edelleen suosituksia. Pitoisuudet eivät koske julkiseen viherrakentamiseen tai maisemointiin käytettävää lietettä. EU:n osalta puhdistamolietteen raskasmetallien enimmäispitoisuuksista säädetään Euroopan yhteisöjen direktiivis-

Taulukko 5. EU:n ekotuotemerkkiä ja eri maiden kompostin tai orgaanisen jätteen raskasmetallien enimmäispitoisuuksia koskevia raja-arvoja (European Commission 1997, Vnp 282/1994, MMMp 46/1994).

Table 5. Heavy metal limits of EC Ecolabel for soil improvers, composts and organic waste in certain European countries (European Commission 1997, Council of State decision 282/1994, Ministry of Agriculture and Forestry decision 46/1994).

	Kromi (Cr)	Nikkeli (Ni)	Kupari (Cu)	Sinkki (Zn)	Kadmium (Cd)	Elohopea (Hg)	Lyijy (Pb)	Arseeni (As)
Ekomerkki EU <i>EU Ecolabel</i>	140	50	75	300	1,5	1,0	140	7,0
Itävalta <i>Austria</i>								
1. luokka <i>Class 1</i>	70	42	70	210	0,7	0,7	70	
2. luokka <i>Class 2</i>	70	60	100	400	1,0	1,0	150	
Belgia <i>Belgium</i>	70	20	90	300	1,5	1,0	120	
Tanska <i>Denmark</i>		30			0,8	0,8	120	
Ranska <i>France</i>	200				8,0	8,0	800	
Saksa <i>Germany</i>								
RAL	100	50	100	400	1,5	1,0	150	
Blue Angel	75			300	1,0		100	
Italia <i>Italy</i>								
Kansallinen laki <i>National law</i>								
Lombardia	150	50	200	400	3,0	2,0	200	5,0
Piemonte	500	150	50	1500	5,0	2,5	350	2,5
Veneto	151	150	300	1250	5,0	3,0	200	5,0
Alankomaat <i>Netherlands</i>								
Komposti <i>Compost</i>	50	20	60	200	1,0	0,3	100	15,0
Korkea- laatuinen komposti <i>High quality compost</i>	50	10	25	75	0,7	0,2	65	5,0
Espanja <i>Spain</i>	750	400	1750	4000	40,0	25,0	1200	
Ruotsi <i>Sweden</i>	100	50	600	800	2,0	2,5	100	
Suomi <i>Finland</i>								
Puhdistamo- liete <i>Sewage sludge</i>	300	100	600	1500	3,0	2,0	150	50,0
	mg/kg tuoretta ainetta mg/kg fresh matter							
Suomi <i>Finland</i>								
Komposti <i>Compost</i>		100	600	1500	3,0	2,0	150	50,0

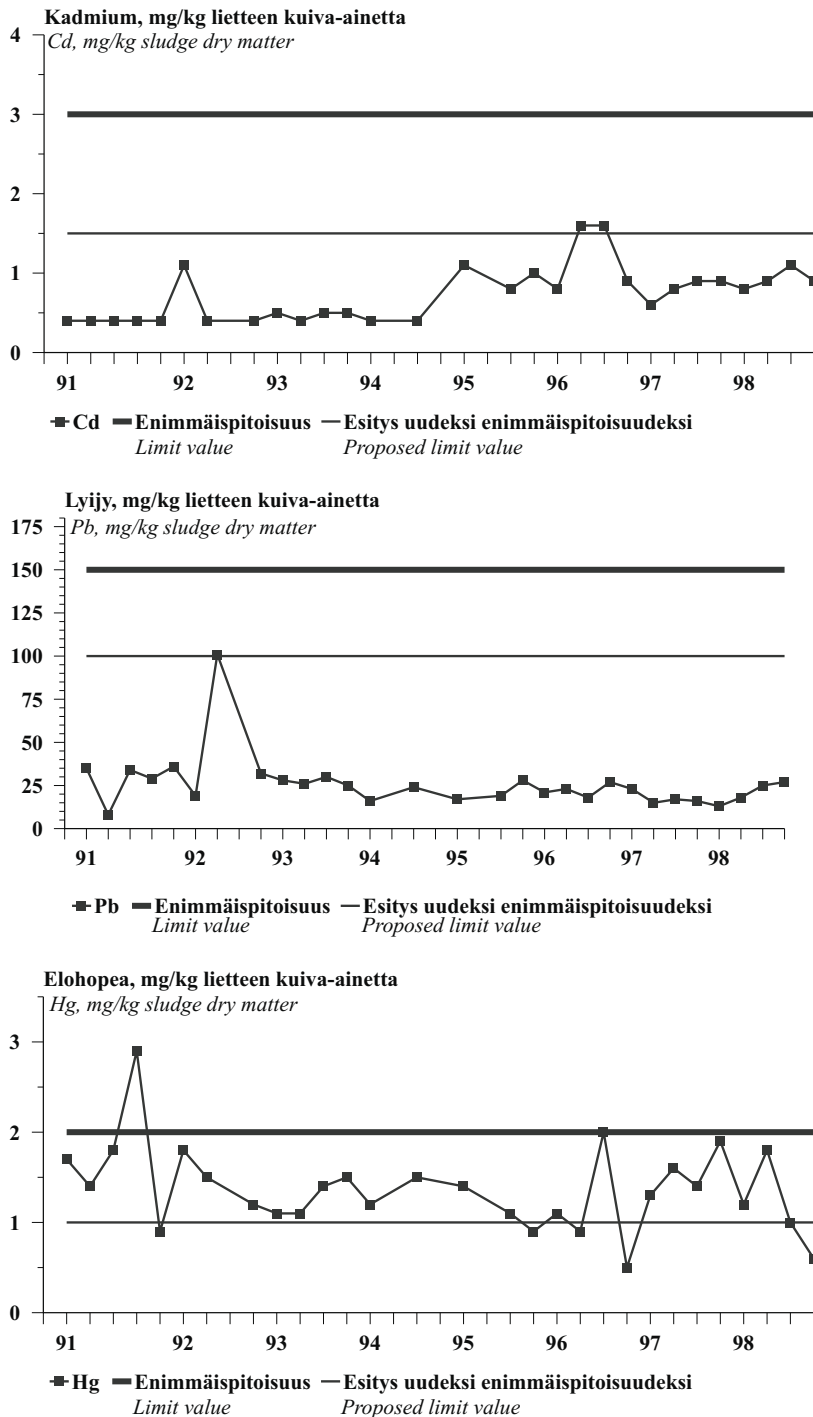


Kuva 1. Mikkelin puhdistamolietteen kupari- ja sinkkipitoisuus vuosina 1992–1998 suurimpaan sallittuun pitoisuuteen verrattuna.
Figure 1. Cu and Zn contents of Mikkeli sewage sludge in 1992–1998 relative to limit value.

sä, joka koskee ympäristön, erityisesti maaperän, suojelua käytettäessä puhdistamolietettä maanviljelyssä (86/278/ETY).

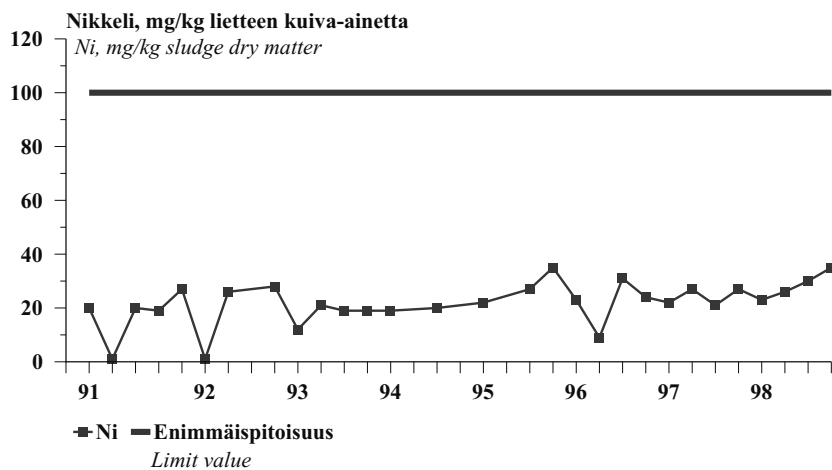
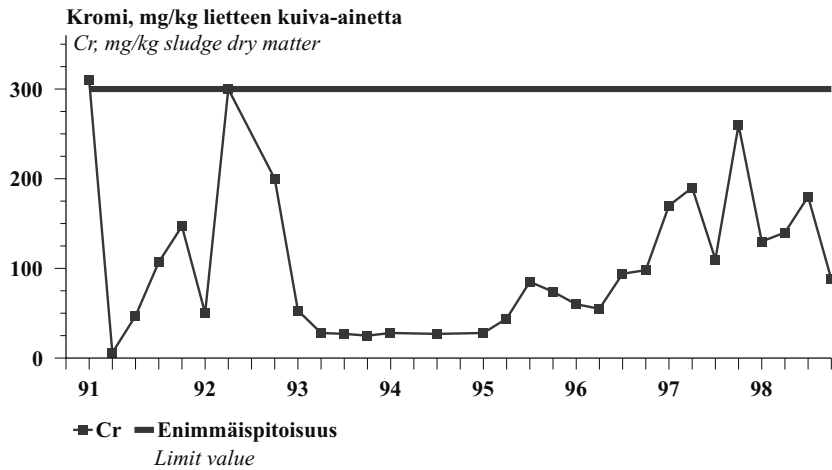
Taulukossa 5 esitetään EU:n eko- tuotemerkin (Eco-label) omaavalle kompostille asetettavat raskasmetallien enimmäispitoisuudet sekä raskasmetallien enimmäispitoisuuksia koskevia kansallisia raja-arvoja eri maissa. Suomessa biojättees- tä ja myös puhdistamolietteestä valmistet- tujen maanparannuskompostien laatua sää- telee maa- ja metsätalousministeriön päätös eräistä lannoitevalmisteista (46/1994).

Mikkelin puhdistamolietteen raskasme- tallipitoisuudet ovat olleet 1990-luvulla otetuissa näytteissä alle suurimpien sallittu- jen pitoisuuksien (Kuvat 1–3). Pitoisuudet ovat kokonaispitoisuuksia. Näistä raskas- metalleista kupari ja sinkki ovat viljelyssä tarvittavia hivenravinteita. Kasvit tarvitse- vat kuparia muun muassa lehtivihreän toi- mintaan. Viljoilla se on tärkeä siementen muodostuksessa. Erityisesti kaura on arka kuparinpuutteelle. Sinkki taas edistää kas- veissa tärkkelyksen ja typpiyhdisteiden muodostumista. Sinkki on eläimille välttä-



Kuva 2. Mikkelin puhdistamolietteen kadmium-, lyijy- ja elohopeapitoisuus vuosina 1991–1998 suurimpaan sallittuun pitoisuuteen verrattuna.

Figure 2. Cd, Pb and Hg contents of Mikkeli sewage sludge in 1991–1998 relative to limit value.



Kuva 3. Mikkelin puhdistamolietteen kromi- ja nikkelpitoisuus vuosina 1991–1998 suurimpaan sallittuun pitoisuuteen verrattuna.

Figure 3. Cr and Ni contents of Mikkeli sewage sludge in 1991–1998 relative to limit value.

mätön hivenaine, jonka määrää rehussa pyritään lisäämään rehu kasvien lannoituksen kautta. Sekä kuparin- että sinkinpuutetta esiintyy muun muassa eloperäisillä mailla. Sinkkiä esiintyy niukasti myös kivennäismailla ja se huuhtoutuu melko helposti happamasta maista. Puhdistamolietteen sisältämästä kuparista ja sinkistä noin puolet on kasveille käyttökelpoista (Ritva Mäkelä-Kurto, Luonnonvarojen tutkimus, Maatalouden tutkimuskeskus, 19.11.1998, henkilökohtainen tiedonanto).

Mikkelin puhdistamolietteen kad-

mium- ja lyijypitoisuus on ollut varsin alhainen kaikissa vuosina 1992–1998 otetuissa näytteissä. Myös uusiksi raja-arvoiksi esitetyt pitoisuudet alittuvat kadmiumin ja lyijyn osalta (Kuva 2). Elohopea on vaihdellut voimassaolevan ja uuden enimmäispitoisuudeksi ehdotetun rajan välissä koko jakson ajan. Mikkeliissä tehtyjen selvitysten pohjalta Mikkelin puhdistamolietteen elohopealähdettä ei ole voitu yksiselitteisesti osoittaa. Valtioneuvoston päätöksessä 112/97 säädetään hammashoidon amalgaamipitoisista jätteistä ja jätevesistä. Tämän pää-

töksen mukaisesti hammaslääkäriasemille on asennettu uudet amalgaamierottimet 30.6.1998 mennessä elohopean keräämiseksi talteen. Käytännössä amalgaamierottimen tehokkuus on 99 %. Hammaslääkärien asennuttamat amalgaamierottimet näyttäisivät vähentävän selvästi Mikkelin puhdistamolietteen elohopeapitoisuutta. Kukin analyysitulokset edustaa kolmen näytteenottoa edeltäneen kuukauden aikana kertynyttä lietettä. Puhdistamolietteen elohopeapitoisuus oli 0,6 mg/kg lietteen kuiva-ainetta 9.12.1998 ja 0,4 mg/kg lietteen kuiva-ainetta 21.7.1999. Edellä mainitut pitoisuudet alittavat myös uuden ehdotetun enimmäispitoisuusrajan 1,0 mg/kg kuiva-ainetta.

Hampaan amalgaamipaikassa on elohopeaa 45–50 painoprosenttia paikkaa tehtäessä. Loppuosassa amalgaamia on 67 % hopeaa, 25 % tinaa, 6 % kuparia ja 2 % sinkkiä (Forsten 1995). Kuitenkin 20 vuotta vanhassa paikassa elohopeaa on jäljellä enää 5 %. Hengitysilman elohopeapitoisuutta voi mitata teollisuudessa käytettävillä ilman elohopeamittareilla. Jos suussa on amalgaamipaikkoja, hengitysilman elohopeapitoisuudeksi on mitattu 10–60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ilmaa. Pureskelun jälkeen pitoisuus on ollut jopa 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hammaslääkäreiden vastaanotoilta tuleva amalgaamijäte sisältää uusien paikkojen teon yhteydessä poisuoltuja osia ja ylimääräisiä murusia. Vanhoja paikkoja poistettaessa tulee amalgaamijauhetta ja paikankappaleita. Niistä elohopea irtaantuu samoin kuin suussakin korrodoitumalla, ja lämpötilan vaihtelu edistää tapahtumaa. Jotkut mikrobit pystyvät muuttamaan metallisen elohopean myrkylliseksi metyylielohopeaksi. Näin voi tapahtua jätteenkeruupaikoissa ja vesistöjen pohjasedimenteissä. Metyylielohopeaa ei katsota syntyvän merkittävässä määrin maassa tai lietteissä (Liukkonen-Lilja 1993).

Raskasmetallit ovat osa luonnon alkuaineita ja niitä esiintyy yleisesti kaikkialla ympäristössämme. Karjanlantakin sisältää pieniä määriä ympäristömyrkyinä tunnettuja kadmiumia, lyijyä ja elohopeaa (Taulukko 6). Kotieläinten lannassa on eläin- ja lanta-

lajista riippuen kadmiumia ja elohopeaa suurin piirtein saman verran tai hiukan enemmän, mutta lyijyä huomattavasti vähemmän kuin viljelymaassa. Biojätekompostien raskasmetallipitoisuudet ovat korkeampia kuin lannan mutta alhaisempia kuin puhdistamolietteen metallipitoisuudet.

Mikkelin puhdistamolietteen nikkelipitoisuus on ollut alhainen ja kromipitoisuus on vaihdellut sallituissa rajoissa vuosina 1991–1998 (Kuva 3). Kromipitoisuus on kuitenkin hallittavissa kirjapainoteollisuuden päästöjä vähentämällä.

Tontti ja Mäkelä-Kurtto (1999) selvittivät maa- ja metsätalousministeriön toimeksiannosta biojätekompostien käyttöä kasvintuotannossa Suomessa. Selvityksen pohjalta he ehdottivat laatuluokitusta, jossa kompostit jaettaisiin raskasmetallipitoisuuksien mukaan neljään eri luokkaan. Muita luokituksessa huomioitavia tekijöitä ovat kompostin hygieenisuus, kypsyys/stabiilisuus ja yleiset ominaisuudet. Kukin luokka jaetaan vielä kahteen alaluokkaan, joista toinen saa sisältää puhdistamolietettä ja toinen ei. Lisäksi kullekin luokalle on ehdotettu sopivat käyttökohteet kompostin laadun ja raaka-aineen perusteella. Selvityksen mukaan puhdistamolietteistä voidaan Suomessa tuottaa jopa parhaiden laatuluokkien vaatimukset täyttävää kompostia.

4.2 Maan raskasmetallipitoisuus

Valtioneuvoston päätöksessä puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä (282/1994) ja EU:n osalta Euroopan yhteisöjen direktiivissä 86/278/ETY säädetään suurimmista sallituista raskasmetallipitoisuuksista ja niiden määrittämismenetelmistä viljelymaalle, jolla käytetään lietettä tai lietesosia (Taulukko 7).

Raskasmetallien keskimääräiset pitoisuudet suomalaisissa viljelymaissa sekä pitoisuuksien vaihteluvälit kotimaassa ja ulkomailta esitetään taulukossa 8. Maaperän raskasmetallipitoisuudet ovat Suomessa

Taulukko 6. Lannan ja biojätekompostin keskimääräisiä raskasmetallipitoisuuksia Suomessa (1) Mäkelä-Kurto & Kempainen 1993, 2) Mäkelä-Kurto et al. 1996).

Table 6. Average heavy metal contents of manure and biowaste compost in Finland (1) Mäkelä-Kurto & Kempainen 1993, 2) Mäkelä-Kurto et al. 1996).

	Näytteitä (kpl) <i>Number of samples</i>	Kadmium (Cd) mg/kg kuiva-ainetta <i>mg/kg dry matter</i>	Lyijy (Pb)	Elohopea (Hg)
Nauta yht. ¹⁾ <i>Cattle, total¹⁾</i>	206	0,24	3,08	0,05
Sonta <i>Dung</i>	20	0,26	3,07	0,05
Olkilanta <i>Straw manure</i>	84	0,23	2,53	0,06
Lietelanta <i>Slurry</i>	49	0,24	3,73	0,04
Virtsa <i>Urine</i>	50	0,37	4,02	0,07
Sika yht. ¹⁾ <i>Pig, total¹⁾</i>	41	0,22	2,86	0,18
Sonta <i>Dung</i>	10	0,18	1,78	0,16
Olkilanta <i>Straw manure</i>	15	0,22	3,71	0,15
Lietelanta <i>Slurry</i>	15	0,25	2,67	0,21
Virtsa <i>Urine</i>	1	0,23	2,77	0,29
Kana yht. ¹⁾ <i>Chicken, t¹⁾</i>	25	0,19	3,90	0,07
Sonta <i>Dung</i>	20	0,20	1,80	0,07
Olkilanta <i>Straw manure</i>	5	0,16	11,45	0,07
Lammas ¹⁾ <i>Sheep¹⁾</i>				
Virtsa <i>Urine</i>	8	0,21	1,63	0,24
Kettu ¹⁾ <i>Fox¹⁾</i>				
Sonta <i>Dung</i>	24	0,17	6,75	0,10
Minkki ¹⁾ <i>Mink¹⁾</i>				
Sonta <i>Dung</i>	24	0,19	1,32	0,08
Biojätekomposti ²⁾ <i>Biowaste compost²⁾</i>		0,57	40,00	0,17

yleisesti ottaen alhaisia verrattuna moniin muihin Euroopan maihin.

Seuraavassa tarkastellaan raskasmetallianalyysien tuloksia, jotka on tehty Viljavuuspalveluun vuosina 1992–1998 saapuneista peltomaanäytteistä (Kuvat 4–7). Määritetyt pitoisuudet on analysoitu ku-

ningasvesiuutolla valtioneuvoston päätöksen (puhdistamolietteen käyttö maanviljelyksessä, 282/1994) mukaisesti. Menetelmää käytetään kuvaamaan maan raskasmetallien pitoisuuksia, vaikka todellisiin kokonaispitoisuuksiin ei kuningasvesiuutolla täysin päästäkään. Näytteitä ei ole otettu

Taulukko 7. Viljelymaan, jolla käytetään puhdistamolietettä, suurimmat sallitut raskasmetallipitoisuudet Suomessa ja EU:ssa (Vnp 282/1994, Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivi 86/278/ETY).

Table 7. Heavy metal limits for arable land on which sewage sludge is used in Finland and EU (Council of State decision 282/1994, Directive on the use of sewage sludge 86/278/EEC).

	Kadmium (Cd)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Elohopea (Hg)	Nikkeli (Ni)	Lyijy (Pb)	Sinkki (Zn)
			mg/kg kuivaa maata mg/kg dry soil				
Suomi/ Finland	0,5	200	100	0,2	60	60	150
EU	1-3	100-200	50-140	1-1,5	30-75	50-300	150-300

Taulukko 8. Raskasmetallien pitoisuudet suomalaisissa viljelymaissa keskimäärin sekä pitoisuuksien vaihteluväli kotimaassa ja ulkomailla (1 Sippola & Mäkelä-Kurtto 1986, 2 Mäkitie 1961, 3 Mäkelä-Kurtto & Sippola 1986, 4 Vuorinen 1958, 5 Bridges 1989).

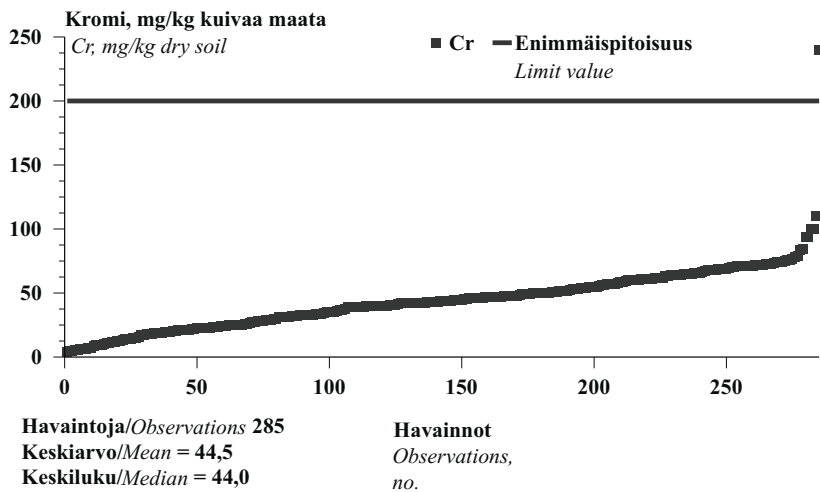
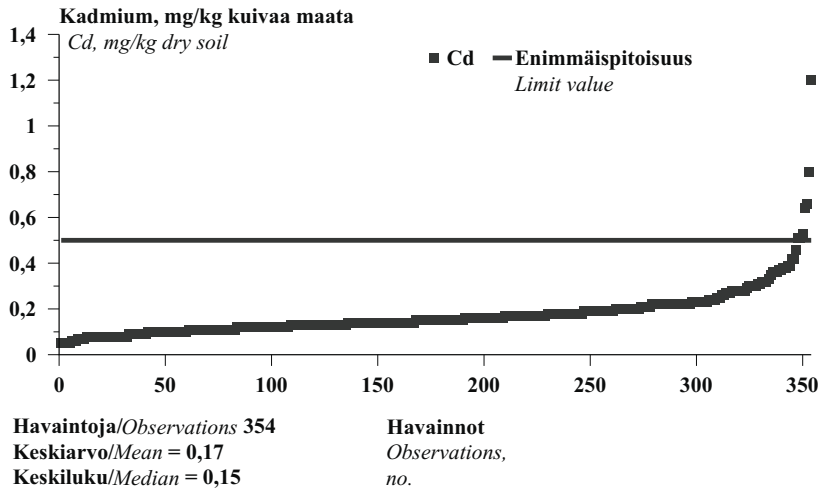
Table 8. Means and ranges of heavy metal contents in Finnish arable land and international ranges (1 Sippola & Mäkelä-Kurtto 1986, 2 Mäkitie 1961, 3 Mäkelä-Kurtto & Sippola 1986, 4 Vuorinen 1958, 5 Bridges 1989).

	Suomalainen keskiarvo <i>Finnish mean</i>	Suomalainen vaihteluväli <i>Finnish range</i>	Kansainvälinen vaihteluväli <i>International range</i>
		mg/kg kuivaa maata mg/kg dry soil	
Kadmium (Cd)	0,21 ¹⁾	0,04 – 0,76 ¹⁾	0,01 – 1,0 ⁵⁾
Kromi (Cr)	87 ⁴⁾	6 – 300 ²⁾	5 – 500 ⁵⁾
Kupari (Cu)	21 ⁴⁾	1 – 100 ²⁾	2 – 100 ⁵⁾
Elohopea (Hg)	0,067 ³⁾	0,016 – 0,285 ³⁾	0,1 – 0,5 ⁵⁾
Nikkeli (Ni)	23 ⁴⁾	3 – 60 ²⁾	5 – 500 ⁵⁾
Lyijy (Pb)	16 ⁴⁾	1 – 60 ²⁾	2 – 200 ⁵⁾
Sinkki (Zn)	36 ⁴⁾	3 – 100 ²⁾	10 – 300 ⁵⁾
Arseeni (As)			0,1 – 40 ⁵⁾

systemaattisesti eikä valikoitu millään tavoin, ja ne ovat peräisin koko Suomesta. Näytteiden taustatiedot, kuten maalaji, pH, multavuus, viljavuusluvut jne. eivät ole käytettävissä. Tulokset on lajiteltu pelto- maan raskasmetallipitoisuuden (Y-akseli) mukaiseen suuruusjärjestykseen. X-akseli kuvaa havainnon järjestysnumeroa, ei sen esiintymistiheyttä. Viimeisimmän havainnon numero on samalla havaintojen kokonaismäärä. Keskiarvo on koko aineiston

keskiarvo ja keskiluku on aineiston keskimäinen havainto. Havaintojen jakauma ei ole vinoutunut, koska keskiarvo ja keskiluku eivät sanottavasti eroa toisistaan. Siten molemmat arvot kuvaavat koko havainto- aineistoa hyvin.

Raskasmetallien kokonaismäärästä vain osa on kasveille käyttökelpoisessa muodossa, esimerkiksi kadmiumista noin 40 % ja lyijystä noin 20 % (Mäkelä-Kurtto ym. 1992). Kasvit ottavatkin maasta suhteelli-



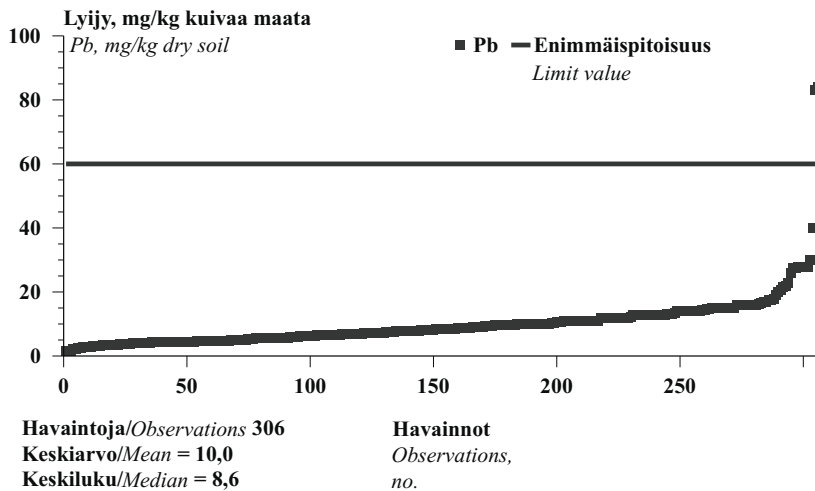
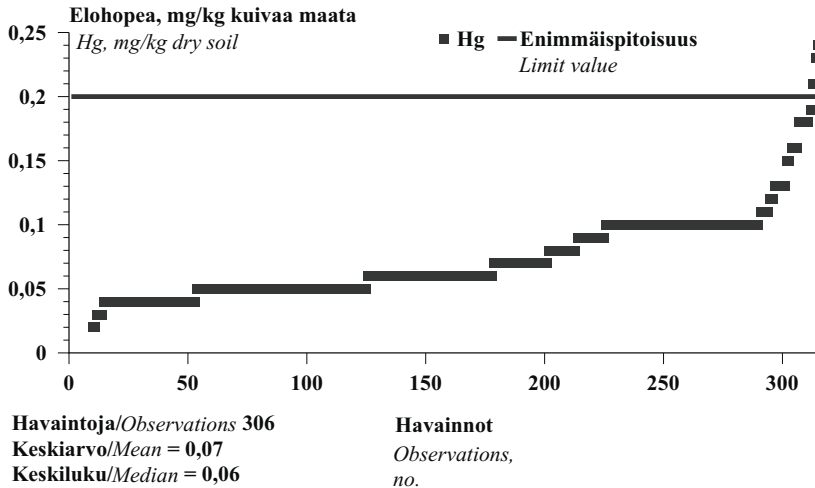
Kuva 4. Viljavuuspalvelun analyysitulokset peltomaiden kadmium- ja kromipitoisuuksista vuosilta 1992–1998 (Vainö Mäntylähti, henkilökohtainen tiedonanto 27.1.1999) ja vastaavat enimmäispitoisuudet viljelymaalle lietettä käytettäessä (Vnp 282/1994).

Figure 4. Cadmium (Cd) and chromium (Cr) contents of arable land based on the soil samples analyzed by Viljavuuspalvelu in 1992–1998 (Vainö Mäntylähti, personal communication 27.1.1999) and respective limit values for the cultivated soil receiving sewage sludge (Decision of the Council of State 282/1994).

sesti paljon enemmän kadmiumia kuin lyijyä.

Viljalajeista vehnä kerää muita viljalajeja tehokkaammin kadmiumia maasta (Levinen 1990). Samaan tulokseen on päädytty Suomen Rehun ISO-vilja-projektissa. Projektissa viljasta mitatut kadmiumpitoisuudet olivat yleisesti pieniä, mutta korkein mitattu kadmiumpitoisuus oli 0,119 mg/kg

(K. Kiltilä, Suomen Rehu, 1999, henkilökohtainen tiedonanto). Tämä pitoisuus vastaa 11,9 % rehulakiin (Maa- ja metsätalousministeriön päätös 180/1994) kirjatusta enimmäismäärästä (1 mg/kg), mutta 119 % kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä (134/1996) mainitusta kadmiumin enimmäismäärästä elintarvikkeissa (0,1



Kuva 5. Viljavuuspalvelun analyysitulokset peltomaiden elohopea- ja lyijypitoisuuksista vuosilta 1992–1998 (Väinö Mäntylahti, henkilökohtainen tiedonanto 27.1.1999) ja vastaavat enimmäispitoisuudet viljelymaalle lietettä käytettäessä (Vnp 282/1994).

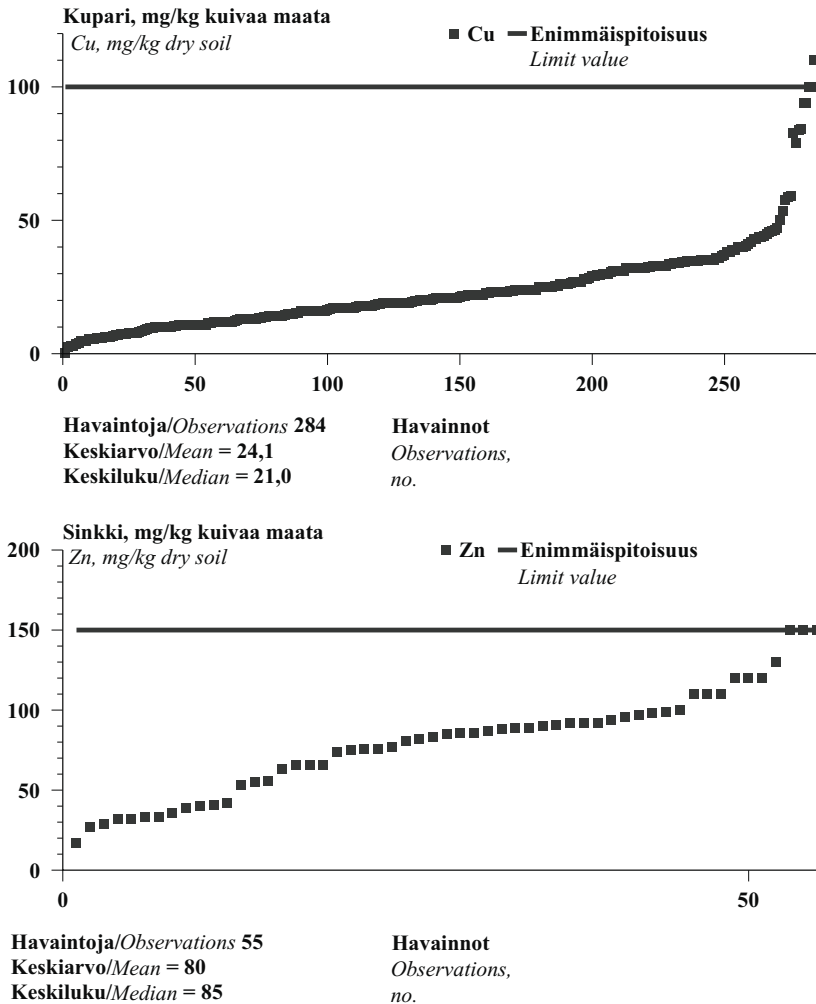
Figure 5. Mercury (Hg) and lead (Pb) contents of arable land based on the soil samples analyzed by Viljavuuspalvelu in 1992–1998 (Väinö Mäntylahti, personal communication 27.1.1999) and respective limit values for the cultivated soil receiving sewage sludge (Decision of the Council of State 282/1994).

mg/kg). Koelohkoilla ei oltu käytetty puhdistamolietettä.

Lietteen kupari- ja sinkkipitoisuutta tarkasteltaessa todettiin edellä mainittujen hivenravinteiden olevan kasvintuotannon ja kotieläinten ravitsemuksen kannalta tärkeitä. Mikäli maassa on puutetta näistä aineista, lietteen sinkki- ja kuparipitoisuus

ja niiden vuotuinen kuormitus saa olla kaksinkertainen raja-arvoihin verrattuna, mutta kuvassa 6 ja taulukossa 7 mainittuja maan enimmäispitoisuuksia kokonaissinkin ja kokonaiskuparin osalta ei saa ylittää.

Viljavuuspalvelu (Väinö Mäntylahti, henkilökohtainen tiedonanto 27.1.1999) on ehdottanut viljelymaille raskasmetalli-

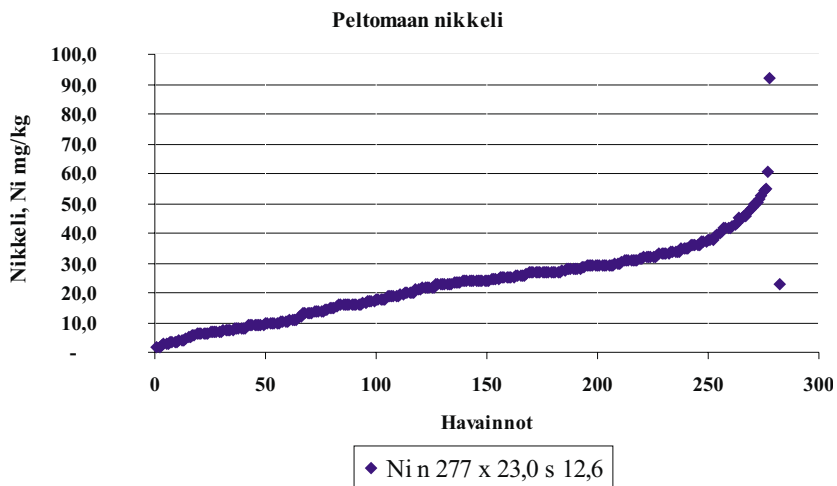


Kuva 6. Viljavuuspalvelun analyysitulokset peltomaiden kupari- ja sinkkipitoisuuksista vuosilta 1992–1998 (Väinö Mäntylähti, henkilökohtainen tiedonanto 27.1.1999) ja vastaavat enimmäispitoisuudet viljelymaalle lietettä käytettäessä (Vnp 282/1994).

Figure 6. Copper (Cu) and zinc (Zn) contents of arable land based on the soil samples analyzed by Viljavuuspalvelu in 1992–1998 (Väinö Mäntylähti, personal communication 27.1.1999) and respective limit values for the cultivated soil receiving sewage sludge (Decision of the Council of State 282/1994).

luokitusjärjestelmää (Taulukko 9), joka pohjautuu Viljavuuspalvelun vuosien 1992-1998 analyysituloksiin (Kuvat 4-7). Ehdotuksessa viljelymaat jaetaan luokkiin kunkin metallin osalta pitoisuuksien perusteella siten, että 16,5 % alhaisimmista arvoista edustaa luokkaa I, joka on nimeltään “hyvin pieni pitoisuus” = “puhdas maa”, 67

% tyypillisimmistä arvoista edustaa luokkaa II, joka on nimeltään “tavanomainen pitoisuus”, ja 16,5 % korkeimmista arvoista edustaa luokkaa III, joka on nimeltään “kohonnut pitoisuus”. Taulukossa 9 pitoisuusluokkia voidaan verrata Valtioneuvoston päätöksessä 282/1994 esitettyihin viljelymaiden enimmäispitoisuuksiin lietettä käy-



Kuva 7. Viljavuuspalvelun analyysitulokset peltomaiden nikkelpitoisuuksista vuosilta 1992–1998 (Väinö Mäntylähti, henkilökohtainen tiedonanto 27.1.1999) ja vastaava enimmäispitoisuus (60 mg/kg kuivaa maata) viljelymaalle lietettä käytettäessä (Vnp 282/1994).

Figure 7. Nickel (Ni) contents of arable land based on the soil samples analyzed by Viljavuuspalvelu in 1992–1998 (Väinö Mäntylähti, personal communication 27.1.1999) and respective limit value (60 mg/kg dry soil) for the cultivated soil receiving sewage sludge (Decision of the Council of State 282/1994).

tettäessä ja Ympäristöministeriön muistiossa (1998) ehdotettuihin tavoitearvoihin ja saastuneen maan raja-arvoihin. Ympäristöministeriön ehdottamat tavoitearvot riippuvat maan saveksen ja orgaanisen aineksen määrästä siten, että niiden kasvaessa myös tavoitearvot kasvavat (Taulukko 10). Säädöksissä asetut maan tavoitearvot ja usein myös viljelymaiden tavanomaiset pitoisuudet ovat lähellä luonnon taustapitoisuuksia (Koljonen 1992). Maan orgaaninen aines ja saves pidättävät tehokkaasti raskasmetalleja. Siksi runsaasti edellä mainittuja aineksia sisältävillä mailla voi olla muita maita suurempi kuormitus.

4.3 Suurin sallittu raskasmetallikuormitus

Suurin sallittu, lietteen tai lieteseoksen käytöstä aiheutuva vuotuinen raskasmetallikuormitus säädetään valtioneuvoston päätöksessä puhdistamolietteen käytöstä

maanviljelyksessä (282/1994) ja Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivissä 86/278/ETY (Taulukko 11).

Ennen Siilinjärven raakafosfaatin käyttöönottoa Suomen peltoja kuormitettiin afrikkalaisesta raakafosfaatista valmistettujen fosforilannoitteiden sisältämällä kadmiumilla. Myös monia muita kadmiumia sisältäviä raakafosfaattilähteitä löytyy maailmalta. Tällä hetkellä fosforilannoitteista tuleva kadmiumkuormitus on varsin vähäinen, sillä Siilinjärven raakafosfaatti sisältää kadmiumia erittäin vähän. Fosforilannoitteidemme kadmiumpitoisuus vaihteli 1990-luvulla 1–5 mg/kg fosforia, kun se oli eurooppalaisissa fosforilannoitteissa keskimäärin 138 mg/kg fosforia (Ministry of Agriculture and Forestry 1997).

Kaukonäköisesti ja useimmista muista EU-maista poiketen Suomi on asettanut enimmäisrajan fosforilannoitteiden kadmiumpitoisuudelle. Maa- ja metsätalousministeriön päätöksen (45/1994) mukaan lannoitteissa saa olla enintään 50 mg kad-

Taulukko 9. Viljelymaiden raskasmetalliluokat ryhmiteltynä Viljavuuspalvelussa 1992–1998 saatujen analyysitulosten perusteella (Väinö Mäntylähti, henkilökohtainen tiedonanto 27.1.1999). Kunkin metallin osalta pitoisuudet on jaettu kolmeen luokkaan siten, että mittaustuloksista 16,5 % on asetettu luokkaan I, nimeltään ”hyvin pieni pitoisuus” = ”puhdas maa”, 67 % luokkaan II, nimeltään ”tavanomainen pitoisuus”, ja 16,5 % luokkaan III, nimeltään ”kohonnut pitoisuus”. Lisäksi Valtioneuvoston päätöksen (282/1994) mukaiset viljelymaan enimmäispitoisuudet liettävä käytettäessä ja Ympäristöministeriön muistion (1998) mukaan lasketut tavoitearvot ja saastuneen maan raja-arvot karkealle hiedalle (KHT).

Table 9. Heavy metal classes of Finnish cultivated soils grouped according to analytical results obtained by Soil Analysis Service in 1992–1998 (Väinö Mäntylähti, personal communication 27.1.1999). Soils were classified into three classes by metals so that 16.5% of the observations belonged to the class I called “very low content” = “pure soil”, 67% to the class II called “normal content” and 16.5% to the class III called “elevated content”. In addition, limit values of heavy metals for cultivated soils receiving sludge according to the decision of the Council of State (Vnp 282/1994) and target values for pure soils and limit values for contaminated soils calculated for finesand (KHT) according to the proposals by the Ministry of Environment (ME) in 1998.

	Raskasmetalliluokat Heavy metal classes			Vnp 282/1994 DCS 282/1994	YM:n ehdotus 1998 Proposal of ME 1998	
	I	II	III	Raja-arvo Limit value	Tavoite- arvo Target value	Raja- arvo Limit value
	mg/kg kuivaa maata mg/kg dry soil					
Kadmium (Cd)	< 0,06	0,06-0,30	> 0,30	0,5	0,25	> 10
Kromi (Cr)	< 20	20-70	> 70	200	38	> 500
Kupari (Cu)	< 10	10-35	> 35	100	21	> 400
Elohopea (Hg)	< 0,03	0,03-0,11	> 0,11	0,2	0,12	> 5
Nikkeli (Ni)	< 10	10-35	> 35	60	19	> 300
Lyijy (Pb)	< 2	2-20	> 20	60	20	> 300
Sinkki (Zn)	< 50	50-110	> 110	150	25	> 700

Tavoitearvo on laskettu karkealle hiedalle (KHT), jossa on 4 % savesta (s) ja 6 % orgaanista aineesta (o).

Target value calculated for finesand (KHT) with 4% clay (s) and 6% organic matter (o).

miumia fosforikiloa kohti. Mikkelin alueella peltojen fosforiluokka on viljavuusanalyysitietojen mukaan keskimäärin tyydyttävä. Ympäristötukiehtojen mukaan lannoitettaessa viljoille voidaan tällöin käyttää 15 kg/ha fosforia. Nurmen suojaviljalle neljän vuoden varastolannoituksena voi kerralla käyttää 95 kg/ha fosforia. Jos fosforilannoit-

te sisältäisi suurimman sallitun määrän kadmiumia, kadmiumkuormitus olisi ympäristötukiehtojen mukaisesti lannoitettaessa viljoilla 0,75 g/ha vuodessa ja nurmen varastolannoituksessa 4,74 g. Todellisuudessa lannoitteiden aiheuttama kadmiumkuormitus on alle 10 % tästä.

Puhdistamolietteen vaikutusta maan

Taulukko 10. Ympäristöministeriön (1998) suosittelemat kaaviot maaperän raskasmetallipitoisuuksien tavoitearvojen laskemiseen, joissa o = orgaanisen aineksen pitoisuus (%) ja s = saveksen pitoisuus (%).

Table 10. Equations recommended by the Ministry of Environment (1998) for calculating heavy metal target values for soil where o = organic matter content (%) and s = clay content (%).

Kadmium (Cd)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Elohopea (Hg)	Nikkeli (Ni)	Lyijy (Pb)	Sinkki (Zn)
$0,1+0,007(s+3o)$	$30+2s$	$15+0,6(s+o)$	$0,1+0,0017(2s+o)$	$15+s$	$10+(s+o)$	$10+1,5(2s+o)$

Taulukko 11. Suomen nykyiset ja suositellut raskasmetallien kuormitusrajoitukset viljelymaalle puhdistamolietettä käytettäessä (Vnp 282/1994) ja myös EU:n vastaavat nykyiset kuormitusrajoitukset (Directive on the use of sewage sludge 86/278/EEC).

Table 11. Current and recommended limit values for heavy metal loads on soil receiving sewage sludge in Finland (Decision of the Council of State 282/1994) and current limit values in EU (Directive on the use of sewage sludge 86/278/EEC), respectively.

	Kadmium (Cd)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Elohopea (Hg)	Nikkeli (Ni)	Lyijy (Pb)	Sinkki (Zn)
	g/ha vuodessa g/ha/year						
Suomi Finland	3,0	300	600	2,0	100	150	1500
Suomi suositus Finland recommendation	(1,5)			(1,0)		(100)	
EU	150	4 500	12 000	100	3 000	15 000	30 000

raskasmetallipitoisuuteen tutkittiin Toijalassa (Niemi 1995). Työssä vertailtiin kahden viljelijän peltojen (yhteensä 5 koalaa) raskasmetallipitoisuuksia. Osaa koaloista oli lannoitettu toistuvasti voimakkaasti puhdistamolietteellä (100–400 m³/ha vuodessa). Verrokkina oli viereisen lietteellä lannoittamattoman pellon raskasmetallipitoisuus. Peltojen raskasmetallipitoisuuksissa ei havaittu eroa.

Suomen pellot ovat olleet raskasmetallien osalta varsin puhtaita (Sillanpää 1988). Koko Eurooppaan verrattuna peltomme ovat edelleen hyvin puhtaita, vaikka Maatalouden tutkimuskeskuksen seuranta-tutkimuksen mukaan viljelymaidemme

uuttuvan kadmiumin määrä lisääntyikin 31 %:lla vuodesta 1974 vuoteen 1987, koska kyseisenä aikana käytettiin fosforilannoitteiden valmistukseen kadmiumpitoista raskasmetallikuormituksen perusteella. Ravinneanalyysi on tehty 21.7.1999 otetusta lietteestä.

Mikkelin puhdistamolietteen raskasmetallipitoisuudet alittavat sallitut enimmäispitoisuudet. Myöskään maan raskasmetallipitoisuudet eivät rajoita lietteen käyttöä. Taulukossa 12 esitetään Mikkelin lietteen enimmäiskäyttömäärät suurimman sallitun raskasmetallikuormituksen perusteella. Ravinneanalyysi on tehty 21.7.1999 otetusta lietteestä.

Taulukko 12. Mikkelin lietteen enimmäislevitysmäärät laskettuna kunkin metallin osalta erikseen sekä nykyisten että suositeltujen kuormitusrajoitusten perusteella (Vnp 282/1994). Lietteiden metallipitoisuudet todettu 21.7.1999 otetusta näytteestä.

Table 12. Maximum acceptable application rates of sewage sludge from the city of Mikkeli when calculated separately by metals on the basis of current and recommended limit values for heavy metal loads Decision of the Council of State 282/1994.

	Lietteen metallipitoisuus <i>Metal content of sludge</i>	Nykyinen kuormitusrajoitus <i>Current load limit</i>	Nykyinen enimmäislevitysmäärä <i>Current maximum application rate</i>	Suosittelu kuormitusrajoitus <i>Recommended load limit</i>	Suosittelu enimmäislevitysmäärä <i>Recommended maximum application rate</i>
	g/m ³ g/m ³	g/ha/vuosi g/ha/year	m ³ /ha/vuosi m ³ /ha/year	g/ha/vuosi g/ha/year	m ³ /ha/vuosi m ³ /ha/year
Kadmium (Cd)	0,05	3,0	60	(1,5)	(30)
Kromi (Cr)	3	300	100		
Kupari (Cu)	40	600	15		
Elohopea (Hg)	0,08	2,0	25	(1,0)	(12,5)
Nikkeli (Ni)	1,5	100	66		
Lyijy (Pb)	0,8	150	187	(100)	(125)
Sinkki (Zn)	123	1500	12		

5 Maan raskasmetallipitoisuuksien kehitysnäkymiä

Vaikka ilmakehän raskasmetallipitoisuudet ovat selvästi pienentyneet viimeisten 30 vuoden aikana ja vaikka sen seurauksena ilmasta tulevat raskasmetallilaskeumat maahan ovat vähentyneet, ovat maaperän raskasmetallipitoisuudet kuitenkin yleisesti lisääntyneet ja tulevat ilmeisesti jatkossakin lisääntymään. Raskasmetallipitoisuuksien nousu maaperässä johtuu siitä, että maahan kohdistuvat raskasmetallikuormitukset ovat suurempia kuin raskasmetallien poistumat maasta. Tällainen kehityssuunta on uhka maaperän puhtaudelle ja tuotantoky-

vyllle, satojen ja vesien laadulle, ihmisten ja eläinten terveydelle, luonnon ja maisemien monimuotoisuudelle ja sitä kautta myös ympäristön kauneudelle ja viihtyisyydelle (Mäkelä-Kurtto 1998b).

Suurin kuparilisäys viljelymaihin tulee lannoitteista. Eniten sinkkiä, mutta myös huomattavia määriä kuparia, joutuu maahan karjanlannassa. Karjanlanta on myös suurin kadmiumkuormituslähde. Muissa Euroopan maissa yleisesti runsaimmin kadmiumia joutuu viljelymaihin kadmiumpitoisista fosforilannoitteista. Suurin lyijykuormitus tulee ilmasta. Puhdistamolietteestä tuleva, koko peltoalaan kohdistuva keskimääräinen kuormitus on kaikkien tässä tarkasteltujen metallien osalta Suomessa vähäinen, mutta puhdistamolietteiden levityksen kohteena olevaan peltomaahan voi kohdistua hyvinkin huomattava raskasme-

Taulukko 13. Raskasmetallitaseet suomalaisissa viljelymaissa 1993–94 (Mäkelä-Kurtto 1996).

Table 13. Heavy metal balances in Finnish cultivated soils in 1993–1994 (Mäkelä-Kurtto 1996).

	Kupari (Cu)	Sinkki (Zn)	Kadmium (Cd)	Lyijy (Pb)
Lisäys, g/ha/vuosi <i>Input, g/ha/year</i>				
Ilmasta <i>Atmospheric deposition</i>	5,9	15,7	0,150	7,50
Lannoitteista <i>Fertilizers</i>	100,0	91,0	0,100	1,20
Kalkitusaineista <i>Liming</i>	2,3	11,6	0,025	1,70
Karjanlannasta <i>Manure</i>	72,0	278,0	0,220	3,70
Puhdistamolietteestä <i>Sewage sludge</i>	6,0	12,2	0,023	0,61
Yhteensä <i>Total</i>	186,2	408,5	0,518	14,71
Poistuma, g/ha/vuosi <i>Output, g/ha/year</i>				
Satoihin <i>Crops</i>	18,7	115	0,14	0,75
Huuhoutumalla <i>Leaching</i>	4,3	8	0,06	0,50
Eroosion mukana <i>Erosion</i>	10,5	18	0,11	8,00
Yhteensä <i>Total</i>	33,5	141	0,31	9,25
Kertymä, g/ha/vuosi <i>Accumulation, g/ha/year</i>	152,7	267,5	0,21	5,5

tallikuormitus. Näin ollen puhdistamoliete voi aiheuttaa paikallisesti selvästi suurimman kadmium-, lyijy- ja elohopeakuormituksen peltoon, vaikka säädettyjä enimmäiskuormitusrajoja ei ylitettäisikään.

Kupari ja sinkki poistuvat maaperästä pääasiassa satojen mukana. Kadmiumin vuotuisesta kokonaispoistumasta noin puolet on sadoissa ja puolet pelloilta poistuvissa pinta- ja pohjavesissä. Lyijy poistuu maasta pääasiassa vesiin, ennen kaikkea erodoituneen maa-aineksen mukana. Mikäli vuotuiset lisäykset ovat suurempia kuin poistumat, raskasmetalleja kertyy maahan. Jos taas lisäykset ovat pienempiä kuin poistumat, raskasmetallipitoisuudet maassa vähenevät. Raskasmetallipitoisuudet eivät muutu, jos lisäykset ja poistumat ovat yhtä suuria. Taseiden avulla voidaan osoittaa maaperän raskasmetallipitoisuuksien tulevaa kehityssuuntaa.

Maatalouden tutkimuskeskuksessa on selvitetty kadmiumin, lyijyn, kuparin ja sinkin raskasmetallitaseita viljelymaassa (Mäkelä-Kurtto 1998b, Moolenaar 1998). Taulukossa 13 esitetyt laskelmat raskasmetallisisäyksistä ja -poistumista perustuvat pääasiassa suomalaisiin tutkimustuloksiin ja Suomen maatalouden tilastotietoihin vuosilta 1993–94. Vain metallien huuhtoutuminen vesiin perustuu ruotsalaisiin tutkimustuloksiin. Vuonna 1994 ilmasta tullut kadmiumlaskeuma vaihteli välillä 0,03–0,33 g/ha mittausasemasta riippuen (Ilmatieteen laitos 1994). Keskisessä Suomessa laskeuma oli 0,2 g/ha. Laskeuman lisäksi kadmiumia joutuu peltoon karjanlannan ja muiden lannoitteiden mukana 0,3–0,5 g/ha vuodessa (Levinen 1990).

Taulukossa 13 esitettyjen taseiden mukaan metalleja kertyy maaperään, ja sen mukaan metallipitoisuudet näyttävät ylei-

sesti nousevan Suomessakin. Pitoisuudet nousevat kuitenkin hyvin hitaasti, kun vuotuisia metallikertymiä verrataan muihin Euroopan maihin (Moolenaar 1998). Hehtaarin alalla muokkauskerroksessa (20 cm) on metalleja yleensä seuraavia määriä: kuparia 42 kg, sinkkiä 72 kg, kadmiumia 0,42 kg ja lyijyä 32 kg. Suomessa on monin paikoin puutetta kuparista ja sinkistä. Sen sijaan ympäristömyrkyinä tunnettujen kadmiumin ja lyijyn lisääntyminen maaperässä on aina epäedullista, koska samalla myös ympäristö- ja terveysvaarat lisääntyvät. Turvallisinta olisi, jos raskasmetallikuormitus saataisiin yhtä pieneksi kuin on vuotuinen poistuma (Mäkelä-Kurtto 1993).

Eri lähteistä tulevat raskasmetallipäästöt on Suomessa onnistuttu saamaan poikkeuksellisen hyvin hallintaan (Mäkelä-Kurtto 1998b). Erityisesti haitallisimman raskasmetallin, kadmiumin, kertyminen viljelymaahan on Suomessa OECD-maiden vähäisintä (Mäkelä-Kurtto 1995). Maatalouden tutkimuskeskuksen viljelymaiden tilan seurantatutkimukset antavat lähivuosina uutta tietoa peltojen tilasta ja kehityssuunnasta, kun analyysitulokset vuonna 1998 kerätyistä näytteistä valmistuvat.

Kivennäismaan ominaispaino on keskimäärin 1,0–1,3 kg/l maata. Maa on sitä painavampaa, mitä enemmän siinä on hienoja kivennäismaalajitteita (saves ja hiesu). Maan kuiva-ainepitoisuus on keskimäärin 80 %, joten yksi litra kuivaa maata painaa noin yhden kilon. Muokkauskerroksessa (20 cm) on 2 miljoonaa litraa maata hehtaarilla. Viljavuuspalvelussa vuosina 1992–1998 suoritettujen analyysien perusteella peltomaiden kadmiumpitoisuuden keskiarvo oli 0,17 mg/kg kuiva-ainetta. Oletetaan, että peltoon tulee puhdistamolietteestä vuosittain kadmiumia 1,5 g/ha, joka on enimmäissuositus (Vnp 282/1994). Tällöin pellolle ei levitettäisi karjanlantaa, mutta muista lähteistä (ilma, lannoitteet, kalkki) kuormitusta tulisi keskimäärin 0,275 g/ha. Kadmiumin vuotuinen nettokertymä poistumien jälkeen olisi silloin 1,465 g/ha kadmiumia (1,465 g/ha = 1,5 g/ha + 0,275

g/ha – 0,31 g/ha; 0,31 g/ha on kadmiumin vuotuinen poistuma viljelymaasta, Taulukko 13). Maan kadmiumpitoisuus ylittäisi 450 vuoden kuluttua rajan 0,5 mg/kg kuivaa maata (enimmäispitoisuus maalle, jolle puhdistamolietettä saa levittää). Ympäristöministeriön ehdottama (1998) saastuneen maan raja, 10 mg/kg kuivaa maata saavutettaisiin 13 420 vuodessa.

Asia ei ole kuitenkaan näin yksiselitteinen. Ratkaiseva tekijä ihmisen kannalta on elintarvikkeiden raskasmetallipitoisuus. Toisaalta jo alhaistenkin maan raskasmetallipitoisuuksien on todettu aiheuttavan haittaa maassa olevien mikrobien toiminnalle, joten pitkällä aikavälillä turvallisten raja-arvojen asettaminen on vaikeaa (de Vries & Bakker 1996, Ministry of Agriculture and Forestry 1997). Maan happamuuden lisääntyessä myös metallien liukoisuus lisääntyy, joten riittävä kalkitus on meidän oloissamme erityisen tärkeää. Maan orgaaninen aines sitoo raskasmetalleja. Meillä maan orgaanisen aineksen pitoisuus on peltomaassa eurooppalaisittain korkea ja maan mineralisaationopeus alhainen. Lämpimissä oloissa mineralisaatio on maassa huomattavasti nopeampaa kuin meillä. Mikäli maan orgaanisen aineksen pitoisuus laskee merkittävästi nopean mineralisaation myötä, kysymys raskasmetallien kohtalosta korostuu.

Viljelymaan elohopeatetta ei voitu tässä esittää, koska elohopean poistumisreittejä ja -määriä ei Suomen oloissa vielä toistaiseksi tunneta riittävän hyvin. Viljelymaiden suurimpia elohopeakuormittajia ovat olleet elohopeapitoiset torjunta-aineet (peittausaineet). Peitatusien siemenviljan mukana elohopeaa joutui peltomaahan noin 5 grammaa hehtaaria kohti aina vuoden 1992 syyskuun loppuun saakka, jolloin elohopeaa tehoaineena sisältävien torjunta-aineiden käyttö kiellettiin. Ilmasta on elohopeaa laskeutunut vuosittain noin 0,05 grammaa hehtaaria kohti (Mäkelä-Kurtto 1987).

Vesistöissä elohopea rikastuu ravintoketjun loppupäässä oleviin petokaloihin. Kala ja kalatuotteet ovat ravinnon merkittävien elohopeälähteiden. Suppeahkossa koti-

maisista kaloja (kirjolohi, lohi, muikku, siika, ahven ja silakka) käsittävissä aineistossa kalojen keskimääräiset elohopeapitoisuudet vaihtelivat välillä 0,017–0,196 mg/kg (Kumpulainen 1998), mikä on selvästi alle lainsäädännössä asetetun enimmäispitoisuusrajan (1 mg/kg petokalat ja 0,5 mg/kg muut kalat). Hauki ei ollut tutkimuksessa mukana.

Etelä-Savon Energian Pursialassa sijaitsevassa lämpövoimalaitoksessa noin puolet energiasta tuotetaan turpeella. Polttoturpeen sisältämä elohopea joutuu lähes kokonaan ilmaan (R. Lilja, Rejlers Oy, 29.1.1999, henkilökohtainen tiedonanto). Turpeen elohopeapitoisuutta on analysoitu hyvin vähän, ja pitoisuudet ovat olleet alhaisia. Kasvuturve ja maanparannukseen käytettävä turve on vaaleaa heikosti maatumutta pintaturvetta, jonka elohopeapitoisuus on muutamissa analyyseissä ollut 0,02–0,03 mg/kg kuiva-ainetta (L. Sitaloppi, Vapo Oy:n Jyväskylän tutkimusosaston laboratorio, 22.1.1999, henkilökohtainen tiedonanto). Polttoturve on tummaa ja maatumisasteeltaan paljon pitemmällä kuin kasvuturve. Polttoturpeen keskimääräiseksi elohopeapitoisuudeksi on kirjallisuuden ja tehtyjen analyysien perusteella arvioitu alle 0,1 mg/kg kuiva-ainetta (L. Sitaloppi, Vapo Oy:n Jyväskylän tutkimusosaston laboratorio, 22.1.1999, henkilökohtainen tiedonanto). Polttoturpeen elohopeapitoisuudeksi on saatu myös edellistä korkeampia arvoja (alle 0,5 mg/kg kuiva-ainetta) (R. Lilja, Rejlers Oy, 29.1.1999, henkilökohtainen tiedonanto).

6 Nitraattidirektiivi

Valtioneuvoston päätös (maaloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittaminen, 219/1998) asettaa enimmäisraajat vuotuiselle typpilannoitukselle: nurmi 250 kg/ha typpeä, kevätvilja, sokerijuurikas ja öljykasvit 170 kg/ha typpeä. Lannasta typpeä voi olla peräisin enintään 170 kg/ha. Lannan tyyppi lasketaan kokonaistyppenä,

eikä Suomen oloissa kasveille käyttökelpoisena, liukoisena tyypenä. Typpirajat perustuvat EU:n lainsäädäntöön (Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivi 91/676/ETY) vesien suojelemisesta maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta (Ulla Kaarikiivi-Laine, ympäristöministeriö, 3.11.1999, henkilökohtainen tiedonanto). Mikkelin puhdistamolietteisessä on kokonaistyyppiä 10,0 kg/m³, mutta liukoista typpeä vain 2,2 kg/m³. Kokonaistyyppimäärän perusteella suurin sallittu vuotuinen Mikkelin puhdistamolietteen levitysmäärä olisi siten 17 m³/ha kasvista riippumatta, kun puhdistamoliete tulkitaan karjanlannalle rinnasteiseksi typpilähteeksi.

7 Ympäristötukiehtojen asettamat typen ja fosforin käyttörajoitukset

Vuoden 1998 ympäristötukiehdoista määrätään maa- ja metsätalousministeriön yleiskirjeessä 82/98. Ehdotuksessa Maatalouden ympäristöohjelmaksi 2000–2006 lannoitusrajoituksia on tarkennettu viljelyvyöhykkeittäin, maalajeittain, kasvilajeittain ja -lajikkeittain typpitarpeen mukaan (Maa- ja metsätalousministeriö 1999). Vuosien 2000–2006 ympäristöohjelman soveltamisohje valmistuu kevääseen 2000 mennessä eikä se siten ole käytettävissä tätä kirjoitettaessa marraskuussa 1999. Ympäristöohjelma on alistainen nitraattidirektiiville, joten siinä esitettyjä typen kokonaismääriä ei voi ylittää. Mikkelin seutu kuuluu toiseen viljelyvyöhykkeeseen, jossa suuri osa peltoja on karkeitä kivennäismaita. Niistä kasvilajeista, joiden viljelyssä voidaan tällä alueella käyttää puhdistamolietettä, alhaisin typen peruslannoitustaso kivennäismailla (70 kg/ha) on seuraavilla ohralajikkeilla: Botnia, Hjan Pokko, Loviisa ja Arra.

Taulukko 14. Maatalouden ympäristöohjelman 2000–2006 mukaiset fosforilannoituksen enimmäismäärät fosforin viljavuusluokan ja kasvilajin mukaan (Maa- ja metsätalousministeriö 1999).

Table 14. Phosphorus fertilization limits according to fertility class and cultivated plant in Finnish environmental programme for agriculture 2000–2006 (Ministry on Agriculture and Forestry 1999).

	Fosforin viljavuusluokka <i>Fertility class of phosphorus</i>						
	Huono <i>Poor</i>	Huonon- lainen <i>Rather poor</i>	Välttävä <i>Fair</i>	Tyydyttävä <i>Satisfactory</i>	Hyvä <i>Good</i>	Korkea <i>High</i>	Arveluttava <i>Possibly excessive</i>
	Fosforilannoitus kg/ha/vuosi <i>Phosphorus fertilization kg/ha/year</i>						
Sokerijuurikas* <i>Sugarbeet</i>	80	80	80	60	40	20	0
Sokerijuurikas** <i>Sugarbeet</i>	70	70	70	50	30	10	0
Nurmen suojavilja <i>Shelter cereals for grass</i>	65	55	45	35	25	0	0
Monivuotinen rehunurmi <i>Perennial forage grass</i>	50	40	30	20	10	0	0
Ruis ja vehnä <i>Rye and wheat</i>	40	30	25	15	10	0	0
Ohra <i>Barley</i>	43	33	28	18	13	0	0
Kaura <i>Oat</i>	35	25	20	10	5	0	0
Öljykasvit <i>Oil plants</i>	40	30	25	15	10	0	0

* = Naatit korjattu pois. ** = Naatit kynnetty maahan.

* = Sugarbeet tops removed. ** = Sugarbeet tops ploughed-under

Mikkelin puhdistamolietteen käytön enimmäismääräksi tulee tällöin nitraattidirektiivin asettama 17 m³/ha.

Ehdotuksessa Maatalouden ympäristöohjelmaksi 2000–2006 ei esitetä muutoksia fosforilannoituksen osalta vuoden 1998 ympäristötuen mukaiseen fosforilannoitukseen verrattuna (Taulukko 14). Fosforilannoituksen perustaso viljoille ja öljykasveille on 15 kg/ha fosforia. Mikkelin alueella keskimääräinen maan fosforin viljavuusluokka on 'tyydyttävä', joten fosforilannoitusta pääsee viljavuusluokan perusteella lisäämään perustasosta vain harvoin. Ainoastaan ohralle voidaan käyttää viljavuusluokassa 'tyydyttävä' 18 kg/ha fosforia.

Sokerijuurikkaan peruslannoitustaso on 30 kg/ha fosforia vuodessa. Sokerijuurikas tarvitsee paljon fosforia kasvaakseen kunnolla. Sokerijuurikasmaat ovatkin yleensä hyvin kalkittuja, mutta myös maan fosforin viljavuusluokka on yleensä keskimääräistä korkeampi. Viljavuusluokassa 'hyvä' saa käyttää 40 kg/ha fosforia. Vuoden 1998 ympäristötuen mukaan fosforin sai tasata neljälle vuodelle ja lannoittaa kerralla neljän vuoden fosforitarpeen. Puhdistamolietteen fosfori on vaikealiukoista, eikä riittävä liukaisen fosforin saatavuus sokerijuurikkaalle kolmantena ja neljäntenä satovuonna ole varmaa. Sokerijuurikkaalle voi suositella korkeintaan kahden vuoden fosforin varas-

Taulukko 15. Maatalouden ympäristöohjelman 2000–2006 mukaisen fosforimäärän perusteella laskettu Mikkelin lietteen levitysmäärä eri kasveille fosforin viljavuusluokittain (Maa- ja metsätalousministeriö 1999). Mikkelin alueen keskimääräinen peltojen fosforin viljavuusluokka on tyydyttävä.

Table 15. Amounts of Mikkeli sewage sludge applied to different cultivated plants by fertility class of phosphorus (P) according to P limits set by Finnish environmental programme for agriculture 2000–2006 (Ministry of Agriculture and Forestry 1999). Average P fertility class of fields in Mikkeli area is satisfactory.

	Fosforin viljavuusluokka Fertility class of phosphorus						
	Huono <i>Poor</i>	Huonon- lainen <i>Rather poor</i>	Välttävä <i>Fair</i>	Tyydyttävä <i>Satisfactory</i>	Hyvä <i>Good</i>	Korkea <i>High</i>	Arveluttava <i>Possibly excessive</i>
	Lietemäärä m ³ /ha <i>Sewage sludge applied m³/ha</i>						
Sokerijuurikas* <i>Sugarbeet</i>	11,1	11,1	11,1	8,3	5,6	2,8	0,0
Sokerijuurikas** <i>Sugarbeet</i>	9,7	9,7	9,7	6,9	4,2	1,4	0,0
Nurmi varastolannoitus 4v <i>Reserve fertilization for grass for 4 years</i>							
suojav.+3v nurmi <i>shelter cereals+3 year grass</i>	29,9	24,3	18,8	13,2	7,6	0,0	0,0
Ruis ja vehnä <i>Rye and wheat</i>	5,6	4,2	3,5	2,1	1,4	0,0	0,0
Ohra <i>Barley</i>	6,0	4,6	3,9	2,5	1,8	0,0	0,0
Kaura <i>Oat</i>	4,9	3,5	2,8	1,4	0,7	0,0	0,0
Öljykasvit <i>Oil plants</i>	5,6	4,2	3,5	2,1	1,4	0,0	0,0

* = Naatit korjattu pois. ** = Naatit kynnetty maahan.

* = *Sugarbeet tops removed.* ** = *Sugarbeet tops ploughed-under*

tolannoitusta puhdistamolietteellä.

Nurmen suojaviljalle saa antaa 35 kg/ha fosforia ja monivuotiselle rehunurmelle 20 kg/ha vuodessa. Jos nurmen perustamisen yhteydessä antaa koko neljän vuoden annoksen fosforia varastolannoituksena, voidaan kerralla levittää 95 kg/ha fosforia.

Vuoden 1998 ympäristötukiehdossa puhdistamolietteen kokonaisfosforista lasketaan liukoiseksi 75 %. Asiaan otetaan kantaa seuraavan kerran kevättalvella 2000 vuosien 2000–2006 ympäristöohjelman soveltamisohjessa. Puhdistamolietteen fosforin liukoisuusluku (75 %) on liian korkea käytännön kannalta. Kemikaalit (ferro- ja

aluminiumsulfaatit) ovat perusteltuja saostaessaan fosforin tehokkaasti, mutta viljelykäytössä fosfori ei ole kovin käyttökelpoista, jos se on saatu näillä kemikaaleilla saostetuista lietteistä (Jokinen 1989, 1990a, 1990b ja 1990c).

Kalkkistabilointi näyttäisi parantavan fosforin liukoisuutta. Mikkelisä käytetään ferrosulfaattia saostukseen, mutta lietettä ei kalkkistabiloida. Kasveille käyttökelpoisen fosforin määrä kemiallisesti saostetuista puhdistamolietteistä tehdyissä tutkimuksissa vaihteli kirjallisuuden mukaan muutamasta prosentista noin 20 %:iin kokonaisfosforista (Jokinen 1989, 1990a, 1990b ja

Taulukko 16. Mikkelin lietteen levitysmäärä eri kasveille fosforin viljavuusluokittain, jos kemiallisesti saostetun puhdistamolietteen liukoiseksi fosforiksi laskettiin 25 % kokonaisfosforista. Mikkelin alueen keskimääräinen peltojen fosforiluokka on tyydyttävä.

Table 16. Amounts of Mikkeli sewage sludge applied to different cultivated plants by fertility class of phosphorus (P), assuming that 25% of total P is soluble. Average P fertility class of fields in Mikkeli region satisfactory.

	Fosforin viljavuusluokka Fertility class of phosphorus						
	Huono Poor	Huonon- lainen Rather poor	Välttävä Fair	Tyydyttävä Satisfactory	Hyvä Good	Korkea High	Arveluttava Possibly excessive
	Lietemäärä m ³ /ha Sewage sludge applied m ³ /ha						
Sokerijuurikas* Sugarbeet	33,3	33,3	33,3	25,0	16,7	8,3	0,0
Sokerijuurikas** Sugarbeet	29,2	29,2	29,2	20,8	12,5	4,2	0,0
Nurmi varastolannoitus 4v Reserve fertilization for grass for 4 years							
suojav.+3v nurmi shelter cereals+3 year grass	89,6	72,9	56,3	39,6	22,9	0,0	0,0
Ruis ja vehnä Rye and wheat	16,7	12,5	10,4	6,3	4,2	0,0	0,0
Ohra Barley	17,9	13,8	11,7	7,5	5,4	0,0	0,0
Kaura Oat	14,6	10,4	8,3	4,2	2,1	0,0	0,0
Öljykasvit Oil plants	16,7	12,5	10,4	6,3	4,2	0,0	0,0

* = Naatit korjattu pois. ** = Naatit kynnetyt maahan.

* = Sugarbeet tops removed. ** = Sugarbeet tops ploughed-under

1990c). Samansuuntaista tietoa on tullut puhdistamolietettä käyttäneiltä viljelijöiltä. Maan liukoisen fosforin pitoisuus reagoi yleensä ainoastaan ensimmäisenä vuonna lietteen levityksen jälkeen, ja lietteen kokonaisvaikutus maan liukoiseen fosforiin jäi vähäiseksi suurista fosforimääristä huolimatta.

Mikkelin lietteessä on 75 %:n liukoisuussäännön perusteella keskimäärin 7,2 kg/m³ liukoista fosforia, minkä mukaiset lietteen enimmäislevitysmäärät on esitetty taulukossa 15.

Yhteen kuormaan menee keskimäärin 6 m³ lietettä, joten fosforin mukaan lasketulla levitysmäärällä lietteen levitys on käytän-

nössä mahdotonta. Pienillä määrillä tasainen levitys on vaikeaa, ja peltoa tallataan ilman vastaavaa hyötyä.

Jos ympäristötukiehtoja muutettaisiin siten, että kemiallisesti saostetun puhdistamolietteen fosforin liukoisuudeksi käytettiin 25 %:a, Mikkelin lietteessä olisi laskennallisesti keskimäärin 2,4 kg/m³ liukoista fosforia, minkä mukaiset lietteen enimmäislevitysmäärät on esitetty taulukossa 16. Tällöinkin on kuitenkin muistettava nitraattidirektiivin asettama 17 m³/ha/vuosi puhdistamolietteen enimmäislevitysmäärä. Taulukossa 17 esitetään tästä liettemäärästä (17 m³/ha/vuosi, noin 3 autokuormaa) aiheutuva raskasmetallikuormitus. Määrä

Taulukko 17. Raskasmetallikuormitus, joka aiheutuu levitettäessä Mikkelin lietettä 17 m³/ha. Suluissa on suositus uusista enimmäiskuormituksista.

Table 17. Heavy metal load on fields due to application rate (17 m³/ha) of Mikkelin sewage sludge (MSS). In parentheses new recommendations for maximum heavy metal load on fields.

	Mikkelin lietteen pitoisuus 21.7.99	Lietemäärästä 17 m ³ /ha aiheutuva kuormitus	Enimmäiskuormitus 4 vuoden aikana	Suositus 4 v. enimmäiskuormitukseksi
	<i>MSS content 21 July 1999</i>	<i>Heavy metal load from 17 m³/ha of MSS</i>	<i>Maximum load within 4 years</i>	<i>Recommendation for maximum load in 4 years</i>
	g/m ³	g/ha	g/ha	g/ha
Kadmium (Cd)	0,05	0,85	12,0	(6,0)
Kromi (Cr)	3	51	1200	
Kupari (Cu)	40	680	2400	
Elohopea (Hg)	0,08	1,4	8,0	(4,0)
Nikkeli (Ni)	1,5	26	400	
Lyijy (Pb)	0,8	14	600	(400)
Sinkki (Zn)	123	2091	6000	

vastaa fosforin osalta kahden vuoden varastofosforia sokerijuurikkaalle. Tällöin raskasmetallien enimmäiskuormitus ei ylittyisi minkään raskasmetallin kohdalla. Uusiksi kadmiumin, elohopean ja lyijyn enimmäiskuormitusarvoiksi vuotta kohti esitettyjen arvojen mukaan elohopeaa tulisi 1,4 vuoden annos, mutta kadmiumin ja lyijyn osalta vuosittainen enimmäismäärä ei ylittyisi (lietenäyte 21.7.1999). Elohopean vuoksi lietettä voisi levittää 17 m³/ha samalle pellolle joka toinen vuosi.

8 Hygieneninen laatu

Valtioneuvoston päätöksen (puhdistamolietteen käyttö maanviljelyksessä, 282/1994) 4§:ssä todetaan, että ”*liete on ennen sen käyttöä maanviljelyksessä käsiteltävä mädättämällä tai kalkkistabiloimalla taikka muulla sellaisella tavalla, jolla voidaan merkittävästi*

vähentää taudinaibettajien määrää ja hajubaittoja sekä lietteen käytöstä aiheutuvia terveys- ja ympäristöhaittoja”. Hygieneniselle laadulle ei kuitenkaan aseteta selviä mitattavissa olevia laatuvaatimuksia eikä laboratorioanalyysijä edellytetä. Myöskään terveydensuojelulaki 763/1994 ja terveydensuojeluasetus 1280/1994 eivät määritä asiaa. Mikrobin lisäksi puhdistamoliete voi sisältää erilaisia orgaanisia haitta-aineita.

Hapettomissa oloissa tehtävä mädättäminen tuhoaa pääosan mikrobeista, mutta loisten munia ja erilaisia mikrobin kestoasteita mädättäminen ei täysin tuhoa. Ne tuhoutuvat kompostoinnissa, mikäli lämpötila pysyy riittävän kauan tarpeeksi korkeana. Materiaalin viipymä korkeassa lämpötilassa riippuu muun muassa kompostointimenetelmästä, mutta useissa menetelmissä 55 °C lämpötila katsotaan riittäväksi. Mikäli liete kompostoidaan, sitä käsitellään sen jälkeen lannoite- tai maanparannusaineena lannoitelain mukaan. Lietekompos-

tien valmistusta ja markkinointia säätelee lannoitelaki 232/1993 ja maa- ja metsätalousministeriön päätökset 45/1994, 46/1994 ja 47/1994. Kyseisissä säädöksissä on määräyksiä myös kompostin raskasmetallipitoisuusrajoituksista, jotka ovat lievemmät kuin puhdistamolietettä koskevilla määräyksillä.

Vuoden 1998 ympäristötukiehdoissa (Maa- ja metsätalousministeriön yleiskirje 82/98) todetaan, että ”*maataloudessa käytettävän puhdistamolietteen tulee olla kompostoitua tai seostettua*”. Hygienian kannalta paras vaihtoehto olisi kompostointi. Sitä, mitä seostamisella tarkoitetaan, ei yleiskirjeessä määritetä. Valtioneuvoston päätöksessä (puhdistamolietteen käyttö maanviljelyksessä, 282/1994) todetaan, että lieteseoksella tarkoitetaan valmistetta, joka saadaan sekoittamalla lietteeseen hyvälaatuisia seosaineita kuten turvetta, kalkkia tai puhdasta raakamaata, ei kuitenkaan lannoitevalmisteita. Näin ollen lieteseoksen valmistamisesta ei ole olemassa selvää ohjeistusta. Suositeltavia seosaineita ovat turve ja kalkki. Kalkki vähentää maan happamuutta, mikä lisää raskasmetallien sitoutumista maahan. Turve taas on maanparannukseen hyvin sopivaa, runsaasti orgaanista ainesta sisältävää seosainetta. Se pidättää ravinteita ja sitoo samalla raskasmetalleja. Ohjeistus siitä, mitä seostamisella tarkoitetaan, olisi tarpeen. Määdätykseksi katsotaan sellainen käsittely, jossa lietettä on varastoitu niin kauan, että liete alkaa olla maatumutta. (Heikki Latostenmaa, ympäristöministeriö, 28.1.1999, henkilökohtainen tiedonanto). Määdätettyä lietettä ei tule sellaisenaan levittää ympäristötukiehtojen mukaiselle viljelmälle.

Pohjoismaiden ministerineuvosto rahoittaa parhaillaan selvitystä biohajoavista jätteistä valmistettujen kompostien hygieenisen laadun määrittämisjärjestelmästä Pohjoismaissa. Maatalouden tutkimuskeskuksessa työskennellään yhteistyössä alan muiden organisaatioiden kanssa kierrätysketjun laatujärjestelmän rakentamiseksi (Tontti & Mäkelä-Kurto 1999). Puhdistamolietekomposti liittyy luontevasti osaksi

edellä mainittuja hygieenisen laadun määrittämisjärjestelmiä.

9 Viljelijäkyselyn tulokset

Viljelijäkysely tehtiin niille viljelijöille, jotka olivat aiemmin käyttäneet puhdistamolietettä. Kyselylomake lähetettiin myös suurimmille kasvinviljely- ja karjatiloille Mikkelissä, Mikkelin maalaiskunnassa ja Anttolassa. Osoitelähteinä olivat Mikkelin vesilaitos ja MTK Etelä-Savo. Muutaman päivän päästä kirjeen lähettämisestä viljelijöille soitettiin ja tehtiin puhelinhaastattelu.

Kyselylomake (Liite) lähetettiin 47 viljelijälle, joista kahta ei tavoitettu. Kolme viljelijää oli siirtynyt luonnonmukaiseen viljelyyn ja 11 viljelijää oli joko luopunut viljelystä tai vuokrannut pellot pois. Loput 31 viljelijää vastasivat kyselyyn. Heistä kaikki saivat ympäristötukea. Viljelijöille ei kerrottu haastattelutilanteessa, että ympäristötukiehdot edellyttävät maataloudessa käytettävän puhdistamolietteen kompostointia tai seostamista. Kyselyn tarkoitus oli selvittää viljelijöiden periaatteellinen halukkuus ja tekninen valmius puhdistamolietteen vastaanottamiseen sekä levitykseen soveltuva pinta-ala.

Viljelijöistä 11 ilmoitti, että ei ota lietettä vastaan. Suurin syy tähän oli tilan oma karjanlanta ja ympäristötukiehtojen fosforirajat. Raskasmetallien kertyminen ja ruuan puhtausimago olivat karjanlannan kanssa yhtä painavia syitä olla ottamatta vastaan lietettä tai epäröidä sen ottamisessa. Myös ne, jotka vastasivat 'kyllä' ensimmäiseen lietteen periaatteellista vastaanottamista koskevaan kysymykseen, kantoivat huolta raskasmetallipitoisuudesta. Muita syitä olla ottamatta lietettä vastaan olivat levittämisongelmat ja hajuhaitat sekä henkilökohtainen vakaumus parissa tapauksessa. Viljelijöistä 16 vastasi olevansa valmis vastaanottamaan lietettä ja neljä ei osannut sanoa.

Seuraavassa esitetään vastauksissa va-

littujen vaihtoehtojen lukumäärät lietteen levittämistä ja vastaanottamista koskeviin kysymyksiin. Joissakin kysymyksissä

samavastaja on voinut valita useita vaihtoehtoja.

2. Olisitteko valmis...

1. ottamaan lietettä vastaan ilman kustannuksia tai korvausta, mutta levittämään lietteen itse. *1 vastaus*
2. ottamaan lietettä vastaan ilman kustannuksia valmiiksi pellolle levitettyinä. *9 vastausta*
3. ottamaan lietettä vastaan korvausta vastaan ja levittämään lietteen itse. *7 vastausta*

3. Mikäli levitätte lietettä korvausta vastaan, mikä olisi sopiva korvaus levittämistyöstä?

1. 30 mk/kuutio *1 vastaus*
2. 60 mk/kuutio *3 vastausta*
3. 90 mk/kuutio *2 vastausta*
4. Muu korvaus, mikä? *1 vastaaja aikoi laskea levityksen hinnan*

4. Missä muodossa olisitte valmis ottamaan lietettä vastaan?

1. sellaisena kuin sitä nyt toimitetaan (kuiva-ainetta noin 30 %) *8 vastausta*
2. sellaisena, että lietteen levitettävyyttä on parannettu muuten kuin kompostoimalla, esim. Lisäämällä hiekkaa tai kalkkia. *7 vastausta*
3. kompostoituna (tukiaineena turvetta) *10 vastausta*
4. kompostoituna sekä rakeistettuna *5 vastausta*

5. Olisitteko valmis ottamaan ko. lietettä vastaan vuonna 1999?

1. Kyllä *9 vastaajaa*
2. Ei *4 vastaajaa*
3. Eos *4 vastaajaa*

6. Kuinka suurelle peltoalalle yhteensä voisitte ottaa lietettä v. 1999?

Yhteensä 49 hehtaarille. Vastaukset vaihtelivat välillä 2–10 ha/tila. Tyypillisin levitysala oli 3–4 ha tilaa kohti.

7. Miten säännöllisesti arvioisitte jatkossa voivanne ottaa lietettä vastaan?

Vuosittain säännöllistä levitysala oli 27 ha. Viljelykierron mukaan epäsäännöllisesti 37 ha.

8. Jos ottaisitte lietettä v. 1999, milloin voisitte ottaa seuraavan kerran?

Viisi viljelijää katsoi voivansa ottaa lietettä vastaan joka vuosi. Muut vastaajat ottaisivat 2–4 vuoden välein viljelykierrosta riippuen.

9. Mihin vuodenaikaan ja kuinka suurelle pinta-alalle arvioisitte voivanne sijoittaa lietettä v. 1999 ja keskimäärin vuodessa sen jälkeen?

Kaikki olivat valmiita ottamaan lietettä vastaan kevätkuokkauksen alle huhti-toukokuussa. Yksi vastaanottaja löytyi kesäkuukausille ja kaksi oli valmiita ottamaan lietettä vastaan myös syksyllä.

10. Olisiko Teillä mahdollisuus varastoida lietettä?

Kyllä	Ehkä	Ei	<i>Vaihtoehtojen kordalla on vastausten lukumäärät.</i>
7	4	4	nykyisenlaista lietettä (kuiva-ainetta noin 30 %)
10	5	1	seosaineella parannettua (esim. turve, kalkki tms.)
9	5	1	kompostoitua lietettä

11. Pystyisittekö itse levittämään lietteen?

Kyllä	Ehkä	Ei	<i>Vaihtoehtojen kordalla on vastausten lukumäärät.</i>
10	1	4	nykyisenlaista lietettä (kuiva-ainetta noin 30 %)
11	2	3	seosaineella parannettua (esim. turve, kalkki tms.)
11	1	3	kompostoitua lietettä

12. Olisitteko kiinnostunut/pystyisittekö kompostoimaan tilallanne lietettä omaan käyttöön?

1. Kyllä *5 vastausta*
2. Ehkä *6 vastausta*
3. Ei *5 vastausta*

13. Olisitteko kiinnostunut lietteen levitys- tai kompostointiurakoinnista?

1. Kyllä *1 viljelijä*
2. Ehkä *4 viljelijää*
3. Ei *10 viljelijää*

14. Haluaisitteko lisätietoja puhdistamolietteen käytöstä maataloudessa?

1. Kyllä *10 viljelijää*
2. Ehkä *3 viljelijää*
3. Ei *3 viljelijää*

15. Olisitteko lisätietojen pohjalta mahdollisesti valmis tekemään sopimuksen Mikkelin vesilaitoksen kanssa lietteen vastaanottamisesta ja levityksestä?

1. Kyllä *9 viljelijää*
2. Ehkä *6 viljelijää*
3. Ei *1 viljelijä*

Vastaanottaakseen lietettä viljelijät edellyttivät, että puhdistamolietteen käytön ei tule pitkälläkään aikavälillä vaarantaa peltojen puhtautta eikä tuotetun ruuan laatua. Levitettävän lietemäärän edellytettiin olevan kaikissa tilanteissa useita autokuormia hehtaaria kohti. Sopivana määränä levittävyuden kannalta pidettiin 8–12 autokuormaa hehtaarille (40–72 m³), mikä vastaisi Mikkelin lietettä 10–20 t kuiva-ainetta hehtaarille.

Maataloustuottajain Keskusliitto (MTK) on myös kantanut huolta suomalaisen ruuan puhtausimagosta. MTK on julkaissut ympäristöohjelman (1990), jossa todetaan puhdistamolietteen käytöstä seuraavasti: 'Puhdistamolietteen käyttö pelloilla on lopetettava, ja liete on ohjattava viherrakentamiseen.' Päätös on ohjeellinen, ja kukin viljelijä toimii oman harkintansa mukaan.

10 Päätelmät

Puhdistamoliete on maanparannusaine, jonka maatalouskäyttö on käytännöllisesti katsoen mahdotonta voimassa olevan ohjeistuksen puitteissa.

Nitraattidirektiivin ja Maatalouden ympäristöohjelman asettamat tiukat ravinteiden enimmäismäärät alentavat puhdistamolietteen levitysmäärät käytännössä niin alhaisiksi, että lietettä ei kannata levittää. Koska tyyppi lasketaan kokonaistyyppenä eikä kasveille käyttökelpoisena liukoisena tyyppinä, ja kasveille käyttökelpoisen, kemiallisesti saostetun fosforin laskennallinen liukoisuus on liian suuri, viljelykasvien lannoitus puhdistamolietettä käytettäessä ei ole riittävä. Tässä tilanteessa myös mahdollisuus täydennyslannoitukseen muilla ravinne­lähteillä jää riittämättömäksi, eikä ylimääräinen peltoa tallaava ajo ole mielekäs.

Voimassa olevan säännösten mukaan Mikkelin puhdistamolietteen raskasmetallipitoisuus ei estä lietteen käyttöä maataloudessa. Paikalliskuormitukseen tulee kuitenkin kiinnittää huomiota, sillä pitkällä aikavälillä turvallisten raja-arvojen asettaminen on vaikeaa.

Peltojen raskasmetallipitoisuus ei myöskään estä lietteen käyttöä. Jos puhdistamolietettä levitettäisiin nitraattidirektiivin

mukainen suurin sallittu levitysmäärä, nykyiset raskasmetallien enimmäiskuormitusrajat vuotta kohti eivät ylittyisi. Myöskään uudet suositusluontaiset kuormitusrajat eivät ylittyisi kadmiumin ja lyijyn osalta. Sen sijaan ylitystä tapahtuisi elohopeakuormituksen osalta, niin että lietettä voisi levittää samalle pellolle vain joka toinen vuosi.

Liete tulee seostaa tai kompostoida ennen pellolle levitystä. Hygienian kannalta paras vaihtoehto olisi kompostointi, jolloin tuote siirtyy lannoitelain piiriin. Suositeltavia seosaineita ovat turve ja kalkki. Seostamista ei ole kuitenkaan määritelty puhdistamolietteen käyttöä ohjaavissa lähteissä. Ohjeistus siitä, mitä seostamisella tarkoitetaan, olisi tarpeen.

Voimassa olevan säännösten mukaan puhdistamolietteleitä ei vaadita orgaanisten haitta-aineiden tai mikrobien testausta, mutta hygieenisen laadun määrittämissä rakennetaan parhaillaan sekä suomalaisella että pohjoismaisella yhteistyöllä.

Mikkelin seudulla osa viljelijöistä on kiinnostuneita käyttämään puhdistamolietettä maataloudessa, mikäli lietteen käyttö ei pitkälläkään aikavälillä vaaranna peltojen puhtautta eikä tuotetun ruuan laatua ja mikäli levitysmäärät ovat järkeviä.

Kirjallisuus

Bridges, E. M. 1989. Polluted and contaminated soils. Annual report 1989. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre. p. 6–27.

Erviö, R., Mäkelä-Kurtto, R. & Sippola J. 1990. Chemical characteristics of Finnish agricultural soils in 1974 and 1987. In: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (eds.). Acidification in Finland. Berlin: Springer-Verlag. p. 214–234. ISBN 3-540-52213-1.

European Commission 1997. Composting in the European Union. Final report. Registration number AT-973090. 12 June 1997. European Commission

DG XI, Environment, nuclear safety and civil protection. DHV Environment and Infrastructure BV. 52 p. + 5 app.

Forsten, L. 1995. Korjaavassa karieshoidossa käytettävät aineet. 13th ed. Turku: Turun yliopiston hammaslääketieteen laitos. 205 p. ISBN 951-29-0440-3.

Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. Porvoo: WSOY. 334 p. ISBN 951-0-17090-9.

Ilmatieteen laitos 1994. Ilmanlaatumittauksia. Hel-

sinki: Ilmatieteen laitos. 236 p. ISSN 1235-8843. ISBN 951-697-437-6.

Jokinen, R. 1989. Fosforin saostukseen käytettävien kemikaalien vaikutus jätevesilietteiden ominaisuuksiin sekä käyttöarvoon lannoitteena ja maanparannusaineena. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 18/89. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 54 p. ISSN 0359-7652.

– 1990a. Effect of phosphorus precipitation chemicals on characteristics and agricultural value of municipal sewage sludges. 1. Characteristics of Ca, Al and Fe precipitated sewage sludges. *Acta Agriculturae Scandinavica* 40 (2): 123–129.

– 1990b. Effect of phosphorus precipitation chemicals on characteristics and agricultural value of municipal sewage sludges. 2. Effect of sewage sludges on yield, elemental contents and uptake by spring barley (*Hordeum vulgare*, L.). *Acta Agriculturae Scandinavica* 40 (2): 131–140.

– 1990c. Effect of phosphorus precipitation chemicals on characteristics and agricultural value of municipal sewage sludges. 3. Analytical results of sludge treated soils. *Acta Agriculturae Scandinavica* 40 (2): 141–147.

Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1999. Luonnonmukainen maataloustuotanto. Konsolidoitu versio Euroopan yhteisöjen neuvoston asetuksesta 2092/91. Loimaa: Kasvintuotannon tarkastuskeskus. 68 p.

Koljonen, T. (ed.) 1992. Suomen geokemian atlas. Osa 2: Moreeni. Geologian tutkimuskeskus. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 218 p. ISBN 951-690-379-7.

Kumpulainen, J. (ed.) 1998. Suomalaisen elintarvikkeiden kilpailukyky - turvallisuus ja ravitsemuksellinen laatu. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 98 p. ISBN 952-5244-00-8.

Levinen, R. 1990. Puhdistamolietteen viljelykäytön edellytykset. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja. Sarja A 52. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 165 p. ISSN 0786-9592. ISBN 951-47-3691-5.

Liukkonen-Lilja, H. 1993. Haitta-ainetietokanta I. Elohopea. Elintarvikevirasto, Tutkimuksia 1/1993. Helsinki: Elintarvikevirasto. 96 p. + 2 app. ISSN 1235-2764.

Maa- ja metsätalousministeriö 1999. Ehdotus maatalouden ympäristöohjelmaksi 2000-2006. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. Työryhmämuistio 1999:13. 66 p. ISSN 0781-6723.

Maataloustuottajain Keskusliitto 1990. Puhdas ympäristö – korvaamaton rikkaus. MTK:n ympä-

ristöohjelma. Maataloustuottajain Keskusliiton julkaisuja 124. Helsinki: Maataloustuottajain Keskusliitto. 16 p. ISBN 952-90-1988-2.

Mikkelin vesilaitos 1997. Toimintakertomus. Mikkelin vesilaitos. 25 p.

Ministry of Agriculture and Forestry 1997. Cadmium in fertilizers. Risks to human health and the environment. Publications of the Ministry of Agriculture and Forestry 9/1997. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö, Suomen ympäristökeskus. 93 p. ISSN 1238-2531. ISBN 951-53-1461-5.

Moolenaar, S.W. 1998. Sustainable management of heavy metals in agro-ecosystems. Doctoral thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands. 191 p. ISBN 90-5485-835-4.

Mäkelä-Kurtto, R. 1996. Heavy metal balances in Finnish cultivated soils. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, ympäristötutkimuslaitos. Moniste 17 p.

– 1989. Liukoisen kadmiumin määrä lisääntynyt viljelymaissamme. Koetoiminta ja käytäntö 46 (26.9.1989): 59.

– 1998b. Raskasmetallirikot ja niiden hallinta maataloudessa. In: Salo, R. (ed.). Sata vuotta maataloustutkimusta: Mihin tutkimus ohjaa tuotantoa? Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 38. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. p. 57–64. ISSN 1238-9935. ISBN 951-729-516-2.

– 1995. Suomessa OECD maiden puhtain kasvintuotantoympäristö. Luonnonvara 2: 20.

– 1993. Viljelymaahan kohdistuvat raskasmetallikuormitukset saatava yhtä pieniksi kuin raskasmetallien poistumat ovat maaperästä. Koetoiminta ja käytäntö 50 (30.3.1993): 8.

– 1987. Viljelytoimenpiteiden vaikutus maan raskasmetallipitoisuuteen. Koetoiminta ja käytäntö 44 (15.12.1987): 67.

–, **Lindstedt, L. & Sippola, J.** 1992. Laboratorioden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. Maatalouden tutkimuskeskus Tiedote 18/92. 61 p. + 3 liitettä. ISBN 0359-7652.

– & **Kemppainen, E.** 1993. Karjanlannassa vähäisiä määriä raskasmetalleja. Koetoiminta ja käytäntö 50 (30.3.1993): 7.

– & **Sippola, J.** 1986. Viljelymaittemme elohopeapitoisuus. Koetoiminta ja käytäntö 43 (18.2.1986): 9.

–, **Sippola, J., Hänninen, K. & Paavilainen, J.** 1996. Suitability of composted household waste of

Helsinki metropolitan area for agriculture. In: de Bertoldi, M. et al. (eds). The science of composting. European Commission International Symposium. London: Blackie Academic & Professional. p. 1218–1220. ISBN 0-7514-0383-0.

Mäkitie, O. 1961. Eräiden hivenaineiden esiintymisestä viljelymaissamme. *Agrogeologia julkaisuja* 78: 1–25.

Niemi, S. 1995. Puhdistamolietteen viljelykäyttö ja raskasmetallit Toijalassa. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Mikkelin teknillinen oppilaitos. Terveys- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma. Insinööriyö. 129 p.

Sillanpää, M. 1988. Microelements in Finnish soils: research history and current status. *Annales Agriculturae Fenniae* 27: 177–190.

Sippola, J. & Mäkelä-Kurto, R. 1986. Cadmium in cultivated Finnish soils. *Annales Agriculturae Fenniae* 25: 255–263.

Tontti, T. & Mäkelä-Kurto, R. 1999. Biojätekompostit kasvintuotannossa. Kirjallisuuskatsaus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 64. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 57 p. ISSN 1238-9935. ISBN 951-729-553-7.

de Vries, W. & Bakker, D.J. 1996. Manual for calculating critical loads of heavy metals for soils and surface waters. Preliminary guidelines for environmental quality criteria, calculating methods and input data. Report 114. Wageningen: DLO Winand Staring Centre. 173 p. ISSN 0927-4537.

Vuorinen, J. 1958. On the amounts of minor elements in Finnish soils. *The Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*. (Maataloustieteellinen aikakauskirja) 30: 30–57.

Ympäristöministeriö 1990. Puhdistamolietetyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosasto. Sarja C 53. Työryhmän mietintö. Helsinki: Ympäristöministeriö. 37 p. ISSN 0784-8145. ISBN 951-47-3525-0.

Ympäristöministeriö 1991. Puhdistamolietteen käyttö maanviljelyssä. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosasto, ohje 4/1991. Helsinki: Ympäristöministeriö. 43 p. ISSN 0788-592X. ISBN 951-47-3562-5.

Ympäristöministeriö 1998. Ehdotus valtioneuvoston päätökseksi maa-alueen ja sen maaperän saastuneisuuden selvittämisestä ja puhdistustarpeen arvioinnista. Muistio 8.10.1998. 15 p.

Säädökset

Euroopan yhteisöjen komission päätös 98/488/EY ekologisista arviointiperusteista yhteisön ekomer-

kin myöntämiseksi maanparannusaineille. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L219739, 7.8.1998, L 219: 39–43.

Euroopan yhteisöjen neuvoston asetus 2092/91/ETY, annettu 24 päivänä kesäkuuta 1991, maataloustuotteiden luonnonmukaisesta tuotantotavasta ja siihen viittaavista merkinnöistä maataloustuotteissa ja elintarvikkeissa. Virallinen lehti nro L 198, 22/07/1991 S 0001–0015.

Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivi 86/278/ETY, annettu 12 päivänä kesäkuuta 1986, ympäristön, erityisesti maaperän, suojelusta käytettäessä puhdistamolietettä maanviljelyssä. Virallinen lehti nro L 181, 04/07/1986 S. 0006–0012.

Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivi 91/676/ETY, annettu 12 päivänä joulukuuta 1991, vesien suojelemisesta maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta. Virallinen lehti nro L 375, 31/12/1991 S. 0001–0008.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös eräiden tavallisimpien kontaminanttien enimmäismääristä elintarvikkeissa Nro 134/1996.

Lannoitelaki Nro 232/1993.

Maa- ja metsätalousministeriö. 1998. Maatalousosasto. Yleiskirje Nro 82/98. Maatalouden ympäristötuen perustuki. 33 p.

Maa- ja metsätalousministeriön päätös eräistä lannoitevalmisteista Nro 46/1994.

Maa- ja metsätalousministeriön päätös lannoitteista Nro 45/1994.

Maa- ja metsätalousministeriön päätös lannoitevalmisteiden valvonnasta Nro 47/1994.

Maa- ja metsätalousministeriön päätös maatalouden ympäristötuen erityistuesta 52/1995, 2.6.1995 ja 44/1996, 4.4. 1996. Luonnonmukaisen maataloustuotannon ehdot.

Maa- ja metsätalousministeriön päätös rehuista Nro 180/1994.

Terveystieteiden tutkimuskeskuksen päätös Nro 1280/1994.

Terveystieteiden tutkimuskeskuksen päätös Nro 763/1994.

Valtioneuvoston päätös hammashoidon amalgaamipitoisista jätevesistä ja jätteistä N:ro 112/97.

Valtioneuvoston päätös maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta N:ro 219/1998.

Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä N:ro 282/1994.

Viljelijäkyselylomake

MIKKELIN KAUPUNGIN PUHDISTAMOLIETEKYSELY
YMPYRÖIKÄÄ OIKEA VAIHTOEHTO

Olisitteko periaatteessa valmis ottamaan vastaan Mikkelin vesilaitoksen puhdistamolietettä pelloillenne (mädätettyä, kompostoimatonta, kuiva-ainetta noin 30%, maan pH vaatimus yli 5,5)?

Kyllä

Ei

En osaa sanoa

2. Olisitteko valmis...

ottamaan lietettä vastaan ilman kustannuksia tai korvausta, mutta levittämään lietteen itse.

ottamaan lietettä vastaan ilman kustannuksia valmiiksi pellolle levitettynä.

ottamaan lietettä vastaan korvausta vastaan ja levittämään lietteen itse.

En ota lietettä vastaan missään tapauksessa.

3. Mikäli levitätte lietettä korvausta vastaan (kohta 3 ed. kysymyksessä), mikä olisi sopiva korvaus, jonka haluatte levittämistyöstä?

30 mk/kuutio

60 mk/kuutio

90 mk/kuutio

Muu korvaus, mikä? _____

4. Missä muodossa olisitte valmis ottamaan lietettä vastaan ?

sellaisena kuin sitä nyt toimitetaan (kuiva-ainetta noin 30 %)

sellaisena, että lietteen levitettävyyttä on parannettu muuten kuin kompostoimalla, esim. lisäämällä hiekkaa tai kalkkia.

kompostoituna (tukiaineena turvetta)

kompostoituna sekä rakeistettuna

5. Olisitteko valmis ottamaan ko. lietettä vastaan vuonna 1999?

Kyllä

Ei

Eos

6. Kuinka suurelle peltoalalle yhteensä voisitte ottaa lietettä v. 1999? _____
hehtaarille

7. Miten säännöllisesti arvioisitte jatkossa voivanne ottaa lietettä vastaan?

8. Jos ottaisitte lietettä v. 1999, milloin voisitte ottaa seuraavan kerran? Vuonna _____

9. Mihin vuodenaikaan ja kuinka suurelle pinta-alalle arvioisitte voivanne sijoittaa lietettä v. 1999 ja keskimäärin vuodessa sen jälkeen?

		1999		myöhempinä vuosina
Huhtikuu	_____	ha	_____	ha
Toukokuu	_____	ha	_____	ha
Kesäkuu	_____	ha	_____	ha
Heinäkuu	_____	ha	_____	ha
Elokuu	_____	ha	_____	ha
Syyskuu	_____	ha	_____	ha
Lokakuu	_____	ha	_____	ha
Marraskuu	_____	ha	_____	ha

10. Olisiko Teillä mahdollisuus varastoida lietettä?

Kyllä	Ehkä	Ei	
1	2	3	nykyisenlaista lietettä (kuiva-ainetta noin 30 %)
1	2	3	seosaineella parannettua (esim. turve, kalkki tms.)
1	2	3	kompostoitua lietettä

11. Pystyisittekö itse levittämään lietteen?

Kyllä	Ehkä	Ei	
1	2	3	nykyisenlaista lietettä (kuiva-ainetta noin 30 %)
1	2	3	seosaineella parannettua (esim. turve, kalkki tms.)
1	2	3	kompostoitua lietettä

12. Olisitteko kiinnostunut / pystyisittekö kompostoimaan tilallanne lietettä omiin tarpeisiinne?

Kyllä
Ehkä
Ei

13. Olisitteko kiinnostunut lietteen levitys- tai kompostointiurakoinnista?

Kyllä
Ehkä
Ei

14. Haluaisitteko lisätietoja puhdistamolietteen käytöstä maataloudessa?

Kyllä
Ehkä
Ei

15. Olisitteko lisätietojen pohjalta mahdollisesti valmis tekemään sopimuksen Mikkelin vesilaitoksen kanssa lietteen vastaanottamisesta ja levityksestä?

Kyllä

Ehkä

Ei

16. Mikäli ette halua vastaanottaa lietettä pelloillenne, mitkä ovat kolme (3) tärkeintä syytä?

Ravinteiden huuhtoutuminen

Tasainen levittäminen vaikeaa

Hajuhaitat

Raskasmetallien kerääntyminen

Orgaanisten epäpuhtauksien kerääntyminen

Hygienia

Tallausvauriot, maan tiivistyminen

Ympäristökiehtojen mukaiset ravinteiden enimmäismäärät ylittyisivät tilalla

Suomalaisen ruoan puhtausimago

Henkilökohtainen vakaumus

Muu, mikä?

Taustamuuttajat

17. Asuinkunta

18. Saatteko viljelyynne ympäristötukea?

Kyllä

Ei

19. Onko pelloistanne tehty raskasmetallipitoisuuksien määrittämiä?

Kyllä

Ei

20. Viljelyssä oleva peltopinta-ala (oma + vuokrattu) _____ hehtaaria

21. Viljelykasvit ja viljelypinta-alat v. 1998

_____	_____	ha
_____	_____	ha
_____	_____	ha
_____	_____	ha

Kiitos vastauksistanne! Soitamme Teille muutaman päivän kuluttua ja tiedustelemme vastauksenne puhelemitse, joten säilyttäkää lomake puhelimen läheisyydessä.

Osoitelähteet: Mikkelin vesilaitos, MTK Etelä-Savo



31600 JOKIOINEN

Tekijä(t) Päivi Nykänen-Kurki, Ritva Mäkelä-Kurtto, Marjo Mäkinen-Aakula, Tiina Tontti ja Väinö Mäntylähti	Julkaisun sarja ja numero MTT:n julkaisuja. Sarja A 95
	Julkaisuaika (kk ja vuosi) Toukokuu 2001
	Tutkimushankkeen nimi
	Toimeksiantaja(t) MTT
Nimike Mikkelin kaupungin puhdistamolietteen käyttömahdollisuus maataloudessa	
Tiivistelmä Maatalouden tutkimuskeskus (1. maaliskuuta 2001 alkaen MTT, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus) selvitti vuonna 1999 Mikkelin vesilaitoksen toimeksiannosta puhdistamolietteen käyttömahdollisuutta maataloudessa. Selvityksessä käytiin läpi puhdistamolietteen pelto-käytön edellytykset lainsäädännön ja ohjeistuksen sekä laatuvaatimusten ja ympäristökiettojen pohjalta. Nykyisten säädösten mukaan puhdistamolietteen käyttö on sallittua viljan, sokerijuurikkaan, öljykasvien ja lisäksi myös sellaisten kasvien viljelyssä, joita ei käytetä ihmisen ravinnoksi tai eläimen rehuksi. Perunaa, juureksia ja vihanneksia saa viljellä samalla maalla aikaisintaan viiden vuoden kuluttua lietteen levityksestä. Luonnonmukaisen tuotannon ehdot kieltävät puhdistamolietteen käytön kokonaan. Viljavuuspalvelun vuosina 1992–1998 analysoimien pelto-maananäytteiden raskasmetallipitoisuuksien pohjalta esitetään viljelymaille luokitusjärjestelmä. Raportissa tarkastellaan myös suomalaisten viljelymaiden raskasmetallitaseita sekä raskasmetallipitoisuuksien kehitysnäkymiä. Lisäksi tuodaan esille laskelmia siitä, miten eri viljelykasvien ravinnetarve, maan ravinnetaso ja puhdistamolietteen sisältämien ravinteiden liukoisuus vaikuttavat sallittuihin levitysmääriin. Koska maatalouden tuotantoehdoissa asetetut ravinnerajat ovat alhaiset ja puhdistamolietteen sisältämät ravinteet liukenevat heikosti, puhdistamolietteen sallitut levitysmäärät ja niiden ravinnevaikutus jäävät kannattamattoman vähäisiksi. Voimassa olevien säädösten mukaan Mikkelin puhdistamolietteen tai peltojen raskasmetallipitoisuus ei estä lietteen käyttöä maataloudessa. Jos puhdistamoliete kompostoitaisiin ja hygienisoitaisiin sekä lietteellä tuotetut sadot osoitettaisiin laadukkaiksi ja turvallisiksi, ja sallitut levitysmäärät saataisiin järkevälle tasolle, Mikkelin seudun viljelijät olisivat nykyistä halukkaampia käyttämään puhdistamolietettä viljelyksillään.	
Avainsanat jätevesiliete, lietekomposti, levitysmäärät, kasvintuotanto, peltoviljely, raskasmetallit, ravinteet, maanviljelijät, viljavuustutkimus, viljelijäkysely, viljelymaa, raskasmetalliluokitus, viljelykäytön rajoitukset	
Toimintayksikkö MTT, Ympäristöntutkimus, Ekologinen tuotanto, Karilantie 2 A, 50600 Mikkeli	
ISSN 1239-0852 ISBN 951-729-613-4 (Painettu) 1239-0844 951-729-614-2 (Verkkojulkaisu)	Saatavuus http://www.mtt.fi/asarja
Myynti MTT, Tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhelin (03) 4188 2327 Telekopio (03) 4188 2339 Sähköposti julkaisut@mtt.fi	Sivuja 38 s. + 1 liite

Jyväskylän yliopistopaino 2001

ISBN 951-729-613-4 (Painettu)
ISBN 951-729-614-2 (Verkojulkaisu)
ISSN 1239-0852 (Painettu)
ISSN 1239-0844 (Verkojulkaisu)

<http://www.mtt.fi/asarja>