

LIETTEEN RASKASMETALLIEN
VAIKUTUS KOMPOSTITUOTTEIDEN
HYÖTYKÄYTTÖMAHDOLLISUUKSIIN
SUOMESSA

Case-yrityksenä Kujalan Komposti Oy

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Ympäristötekniikan suuntautumisvaihtoehto
Opinnäytetyö
Kevät 2011
Jere Petteri Tynnenen

Lahden ammattikorkeakoulu
Tekniikan ala
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

TYNNINEN, JERE PETTERI: Lietteen raskasmetallien vaikutus kompostituotteiden hyötykäyttömahdollisuuksiin Suomessa
Case-yrityksenä Kujalan Komposti Oy

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 34 sivua, 9 liitesivua

Kevät 2011

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön aiheena on raskasmetallien vaikutus kompostituotteiden hyötykäyttömahdollisuuksiin Suomessa. Työ on tehty Kujalan Komposti Oy:lle. Työssä on tarkoitus tutkia lietteiden raskasmetallipitoisuuksia Lahden Ali-Juhakkalan ja Kariniemen sekä Orimattilan, Nastolan, Myrskylän, Kärkölan, Hämeenkosken ja Heinolan jätevedenpuhdistamoilta. Lisäksi tarkoituksena on tilastoida ja taulukoida lietteiden raskasmetallipitoisuudet selkeästi ja seurata niiden kehittymistä. Työssä selvitetään myös kompostituotteiden hyötykäyttöön liittyvää lainsäädäntöä.

Opinnäytetyötäni varten kävin läpi raportteja ja mittaustuloksia kymmenen vuoden ajalta edellä mainituilta jätevedenpuhdistamoilta ja tein niistä koontiraportteja. Tutkimuksen osalta voidaan todeta, että materiaalia oli liian vähän suurempien johtopäätösten tekemiseen, mutta joistain raskasmetallipitoisuuksista on nähtävissä nousuvia ja laskevia trendejä. Työssä on myös vertailtu puhdistamolietteen ja valmiin kompostituotteen raskasmetallipitoisuuksia.

Jatkuva ja säännöllinen raskasmetallipitoisuuksien seuraaminen ja tilastointi auttaisivat pidemmällä aikavälillä löytämään parempia ja luotettavampia tuloksia. Niiden perusteella voitaisiin ryhtyä myös mahdollisesti tutkimaan raskasmetallipitoisuuksien vaihteluiden syitä ja ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin.

Avainsanat: puhdistamoliete, raskasmetallit, kompostituote

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology
Degree Programme in Environmental Technology

TYNNINEN, JERE PETTERI: The effects on heavy metals in sludge on possibilities to utilize compost products in Finland
Case: Kujalan Komposti Oy

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering 34 pages, 9 appendices

Spring 2011

ABSTRACT

The subject of this study was the effects on heavy metals in sludge on possibilities to utilize compost products in Finland. The study was made for Kujalan Komposti Oy. The purpose of this thesis was to investigate the heavy metal concentrations of sludge from the water treatment plants in Ali-Juhakkala and Kariniemi from Lahti, and also Orimattila, Nastola, Myrskylä, Kärkölä, Hämeenkoski and Heinola. One purpose was also to compile statistics and to tabulate the heavy metal concentrations of sludge distinctly and to follow their development. This study also clarifies the legislation concerning the utilization of compost products.

For this thesis, reports and measurements over the past ten years from the above mentioned water treatment plants were reviewed. Some upward and downward trends of the heavy metal concentrations were noticed. The heavy metal concentrations in sewage sludge and a completed compost product were also compared.

A continuous and cyclic monitoring and compiling statistics of the heavy metal concentrations would help in a long term time span to find some better and more reliable results. Based on that it could be possible to study the reasons for the variations of heavy metal concentration and initiate the actions needed.

Key words: sewage sludge, heavy metals, compost product

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	PUHDISTAMOLIETTEEN OMINAISUUDET JA HYÖTYKÄYTTÖMAHDOLLISUUDET	2
2.1	Puhdistamolietteen ominaisuudet	2
2.2	Puhdistamolietteen hyötykäyttö	3
3	LIETTEEN KÄSITTELYMENETELMÄT	5
3.1	Kompostointi	5
3.2	Mädätys	6
3.3	Terminen kuivaus	7
3.4	Poltto	8
3.5	Kemiallinen käsittely	9
3.5.1	Kemicond-käsittely	10
3.5.2	Kalkkistabilointi	11
4	PUHDISTAMOLIETTEEN RASKASMETALLIT JA FOSFORI	12
4.1	Raskasmetalleista yleisesti	12
4.2	Raskasmetallit ympäristössä	12
4.3	Raskasmetallikuormitus	12
4.4	Viljelymaat	13
4.5	Raskasmetallien vaikutus kasveihin	13
4.6	Kadmium	14
4.7	Elohopea	14
4.8	Kromi	14
4.9	Kupari	14
4.10	Lyijy	15
4.11	Nikkeli	15
4.12	Sinkki	15
4.13	Fosfori	15
5	LAINSÄÄDÄNTÖ JA VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET	16
5.1	Kompostituotteiden hyödyntämistä maa- ja metsätaloudessa koskevat säädökset	16
5.2	Puhdistamolietteen käsittelyyn ja loppusijoitukseen liittyvä lainsäädäntö	17
5.3	Puhdistamolietteen lopputuotteita koskeva lainsäädäntö	18

5.4	Lannoitevalmisteiden käytössä huomioon otettavat lainsäädännöt	20
5.4.1	Lannoitevalmistelaki 539/2006	20
5.4.2	Maa- ja metsätalousministeriön asetukset lannoitevalmisteista 12/07 ja 13/07	21
5.4.3	Sivutuoteasetus (EY) 1774/2002	21
5.4.4	Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 931/2000	22
5.4.5	Maatalouden ympäristötukiin liittyvät ehdot	22
5.4.6	Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä 282/1994	22
6	LANNOITEVALMISTEIDEN KÄYTTÖ MAANVILJELYKSESSÄ	23
6.1	Kompostituotteiden käyttö maanviljelyksessä	23
6.2	Lietteiden käyttö maanviljelyksessä	23
6.3	Käytännön toimet	25
6.4	Käsitellyn puhdistamolietteen käyttö ja rajoitukset viljelyssä	27
7	LIETTEIDEN RASKASMETALLIPITOISUUDET, MUUTOKSET JA NIIDEN VAIKUTUS KOMPOSTIN RASKASMETALLIPITOISUUKSIIN	28
7.1	Lietteiden raskasmetalli- ja fosforipitoisuudet Kujalassa ja niiden muutostrendit	30
7.2	Lietteiden raskasmetallipitoisuuksien vaikutus kompostituotteiden raskasmetallipitoisuuksiin	32
7.3	Lietteen raskasmetallien raja-arvot muissa valtioissa	33
8	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35

1 JOHDANTO

Tutkimus on osana Kujalan Komposti Oy:n tarvetta kartoittaa ja koota lietteiden raskasmetallipitoisuudet ja niiden kehitys vuosilta 2000–2010 saaduista tuloksista ja tarkastella niiden vaikutusta kompostin raskasmetallipitoisuuksiin. Kujalan Komposti Oy perustettiin 30.9.2003. Sen perustajina toimivat Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy ja LV Lahti Aqua Oy. Kujalan Komposti Oy:n rakennuttama tunnelikompostointilaitos valmistui ja otettiin käyttöön vuonna 2005 (Päijät-Hämeen jätehuolto 2010).

Kujalan Komposti Oy tarjoaa biojätteiden ja lietteiden käsittelyä omistajayhtiöidensä lisäksi myös ympäristökunnille. Näihin kuuluvat Hollola, Nastola, Orimattila, Kärkölä, Hämeenkoski, Heinola, Myrskylä sekä Padasjoki. Tunnelikompostointilaitoksen jätteiden käsittelykapasiteetti on biojätteellä 12 000 t/a, mädätetyllä yhdyskuntajätevesilietteellä 16 000 t/a ja mädättämättömällä yhdyskuntajätevesilietteellä 7 400 t/a (Päijät-Hämeen jätehuolto 2010).

Opinnäytetyössä käsitellään lietteiden raskasmetallipitoisuuksia Lahden Ali-Juhakkalan ja Kariniemen jätevedenpuhdistamoilta saaduista tuloksista. Lisäksi mukana tarkastelussa ovat Orimattila, Nastola, Myrskylä, Kärkölä, Hämeenkoski ja Heinola. Työssä käydään läpi yleisesti puhdistamolietteen ominaisuuksia ja erilaisia lietteiden käsittelymenetelmiä. Myös raskasmetalleista ja niiden vaikutuksista sekä ominaisuuksista kerrotaan yleisellä tasolla. Raskasmetallien ulkopuolelta myös fosfori on otettu tarkasteluihin mukaan. Työssä tarkastellaan lakeja ja asetuksia, jotka vaikuttavat lietteiden ja kompostituotteiden hyötykäyttöön sekä selvitetään saadun aineiston perusteella raskasmetallipitoisuuksien kehittymistä ja tulkitaan niitä.

2 PUHDISTAMOLIETTEEN OMINAISUUDET JA HYÖTYKÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

Lietteitä muodostuu maataloudesta, yhdyskuntajätevesistä, haja-asutuksesta, maaseudun pienteollisuudesta ja elintarviketeollisuudesta. Suomessa märkää lietettä syntyy noin 23 miljoonaa tonnia vuodessa. Noin 93 % lietteestä on lantaa ja 4 % puhdistamolietteitä. Lietteenkäsittelymenetelmät jaotellaan perinteisesti kompostointiin, mädätykseen, termiseen kuivaukseen, polttoon ja kemialliseen käsittelyyn. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Mädätys sekä auma- ja reaktorikompostointi ovat tällä hetkellä yleisimmät lietteen jatkokäsittelytavat Suomessa. Lietteistä lantaa hyödynnetään peltolannoituksessa ja puhdistamolietteitä viherrakentamisessa sekä kaatopaikkojen peitekerroksissa. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Jätevesipuhdistamojen lietteen hyödyntämistavoite valtakunnallisen jätesuunnitelman mukaan oli vuoteen 2005 mennessä 90 %, ja tavoite on saavutettu tilastollisesti. Kuitenkin suurin osa kompostoidusta lietteestä joudutaan varastoimaan, jolloin tavoite ei käytännössä ole toteutunut. Tähän vaikuttaa kysynnän vähyys. (Suomen Ympäristökeskus 2010.)

2.1 Puhdistamolietteen ominaisuudet

Puhdistamolietettä syntyy yhdyskuntien jätevesien puhdistuksessa ja se on karjanlantaan verrattava maanparannus- ja lannoiteaine. Puhdistamolle tulevan jäteveden laatu vaikuttaa suurilta osin myös puhdistamolietteen ominaisuuksiin. Muita lietteen laatuun ja ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä ovat puhdistamossa käytettävät käsittelymenetelmät ja käytetyt kemikaalit. Puhdistamolietteeseen sisältyy fosforia, typpeä sekä ravinteita, ja sen kuiva-aineesta noin puolet on orgaanista ainesta. (Vihersaari 2003.)

2.2 Puhdistamolietteen hyötykäyttö

Maanparannusaineena puhdistamolietettä käytetään viljan, öljykasvien ja sokerijuurikkaan viljelyssä. Lisäksi sitä voidaan käyttää sellaisten kasvien viljelyssä, joita ei käytetä ihmis- tai eläinravinnoksi. Pellolle levitettävä lietemäärä lasketaan eräkohtaisesti määriteltyjen ravinne- ja raskasmetallipitoisuuksien mukaan. Fosfori on yleisin levitysmäärää rajoittava tekijä. Puhdistamoliete parantaa maan kuohkeutta sekä mururakennetta, ja sen sisältämä orgaaninen aines lisää maan humuspitoisuutta. Lietteen käyttö aiheuttaa näin ollen maan ravinteiden sekä veden pidätyskyvyn paranemista. Teollisuuslaitoksille asetetut ympäristö- ja laatusertifikaatit sekä puhdistamojen asettamat laatuvaatimukset ovat aiheuttaneet sen, että puhdistamoliete sisältää nykyään hyvin vähän raskasmetalleja. (Vihersaari 2003.)

Lietteen käyttöön vaikuttavat erilaiset lait, kustannustekijät sekä puhdistamojen lähialueiden tarpeet ja hyötykäyttömahdollisuudet. Lietettä käytetään maanviljelyksen lisäksi viherrakentamisessa ja maisemoinnissa. Lisäksi osa lietteestä menee jätteenpolttolaitoksille polttoon, jolloin lietteen energiasisältö saadaan talteen. Poltossa ongelmaksi muodostuu suuri polttojätteenmäärä, mikä on noin puolet lietteen kuiva-ainemäärästä. Myös lietteen sisältämät hyödylliset ravinteet jäävät tällöin hyödyntämättä. (Vihersaari 2002.)

Lietettä käytetään vähäisissä määrin myös metsälannoituksessa istutusten ja harvennushakkuiden yhteydessä sekä taimikoiden lannoituksessa. Ongelmia syntyy mahdollisesti ravinteiden huuhtoutumisen myötä. Puhdistamolietettä sijoitetaan paljon myös kaatopaikoille kustannusten nousun ja tiukentuneiden lakisäädösten takia. Tästä voi seurata hajuhaittoja ja suotovesiongelmiä. Se voi myös vaikeuttaa jätteiden hajoamista aiheuttaessaan tiivistymistä kaatopaikalla. Kaatopaikalle sijoitettuna puhdistamolietteestä ei saada ravintoaineita hyödynnettyä. (Vihersaari 2002.)

Puhdistamoliete tulisi jätelainsäädännön ja kestävän kehityksen kriteereiden mukaan saada mahdollisimman hyvin hyötykäyttöön. Suomen jätevedenpuhdistamoi-

den lietteistä noin puolet käytetään maataloudessa, neljäsosa viherrakentamisessa ja loput viedään kaatopaikalle.

Puhdistamoliete toimii hyvänä lannoitteena ja parantaa maaperänrakennetta. Suuren humuspitoisuutensa johdosta se parantaa maan veden- ja ravinteidenpidätyskykyä sekä tekee maasta kuohkeaa. Jos liete on kalkkistabiloitua, nostaa se myös pellon pH-arvoja, mitkä ovat Suomessa usein liian matalia. Karjanlantaan verrattuna lietteen ravinnehuuhtoumat jäävät myös pieniksi, koska sen sisältämät ravinteet ovat vain osittain liukoisessa muodossa.

Nykyisellään puhdistamolietteen raskasmetallipitoisuudet ovat hyvin pieniä, joten sen käytölle maanviljelyssä ei ole esteitä. Lakisääteinen valvonta on kiristynyt niin tiukaksi, että puhdistamolietteen laatu on tarkasti selvillä.

(Vihersaari 2002.)

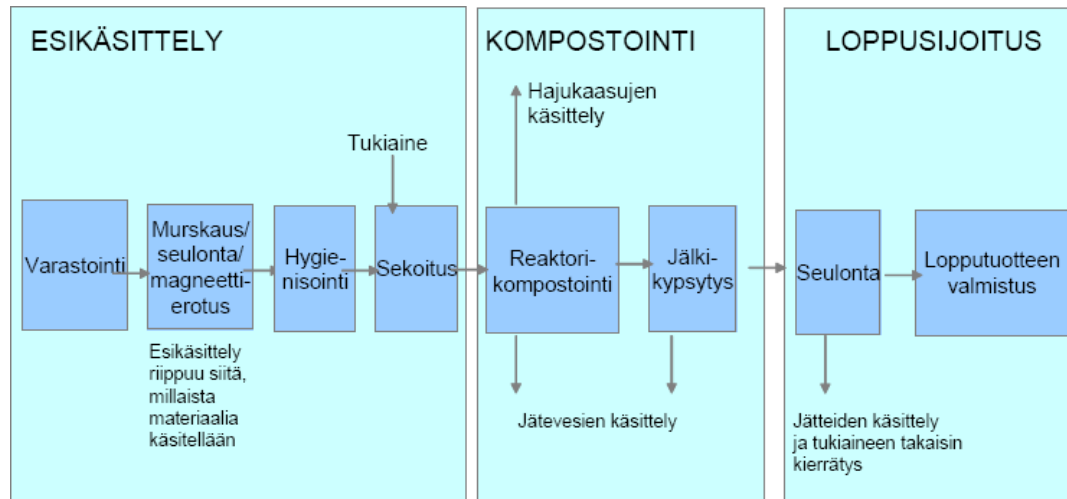
3 LIETTEEN KÄSITTELYMENETELMÄT

3.1 Kompostointi

Esikäsittelyvaiheessa mekaanisesti kuivatetut lietteet varastoidaan vastaanottosii-loihin. Tämän jälkeen lisätään tukiaine ja homogenisoidaan syöteseos. Myös syö-teseoksen kosteus säädetään oikeaksi, jotta prosessi käynnistyisi mahdollisimman hyvin. Tärkeimpiä asioita esikäsittelyssä ovat ilmavan rakenteen saaminen kompos-timassaan ja kosteuden säätäminen sopivaksi. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Kuviossa 1 on esitetty kompostoinnin vaiheet esikäsittelystä loppusijoitukseen. Varsinainen kompostointivaihe jaetaan esikompostointiin ja jälkikypsytykseen. Esi-kompostointiin kuuluu ilmastus, sekoitus ja kompostikaasujen poistaminen kom-postimassasta. Tässä vaiheessa tapahtuu myös kompostin hygienisointi. Vaihtoehtoisia reaktorityyppejä kompostointilaitoksiin on useita. Tunnelikompos-tointi, rumpukompostointi, tornikompostointi, konttikompostointi ja membraani-kompostointi ovat Suomessa käytettyjä tai rakenteilla olevia menetelmiä. Näistä tunnelikompostointi on suosituin menetelmä. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Kompostimassa siirretään esikompostoinnin jälkeen jälkikypsytykseen, joka teh-dään avoimilla kentillä tai katetuissa tiloissa. Kompostin kypsytyksen alussa kom-postia käännellään 1-4 viikon välein ja kääntelyväliä harvennetaan kypsytyksen edetessä. Tämän vaiheen jälkeen mahdolliset epäpuhtaudet ja tukiainekappaleet seulotaan ja kompostiin lisätään tavallisesti hiekkaa, jolloin tuotteesta saadaan mul-taa. Oleellista on että lopputuotteen pitää täyttää lannoitevalmisteiden tyyppinimi-luettelon vaatimukset, jotta sitä voidaan käyttää maanviljelyksessä tai kasvualusto-jen valmistukseen. Kompostoinnista aiheutuvia ympäristövaikutuksia ovat hajukaa-sut, jätevedet sekä melu- ja pölyhaitat. (Pöyry Environment Oy 2007.)



KUVIO 1. Kompostoinnin lohkokkaavio (Pöyry Environment Oy 2007)

3.2 Mädätys

Kuivamädätys ja märkämädätys ovat mädätyksen päätyypit. Menetelmät eroavat siten, että reaktoriin syötettävän lietteen kiintoainepitoisuudet ovat märkämädätyksessä pienemmät. Lisäksi märkämädätyksessä liete sekoitetaan reaktorissa mekaanisesti, kun taas kuivamädätyksessä lietettä ei yleensä sekoiteta, vaan se puristetaan tai viedään reaktorin läpi. Märkämädätys on selvästi yleisempi käsittelymenetelmä, koska kuivamädätystä käytetään lähinnä biojätteen mädätyksessä.

Esikäsittelyvaiheessa liete yleensä sakeutetaan. Tämän tarpeellisuus riippuu lietteiden kiintoainepitoisuudesta. Hygienisointi voidaan suorittaa joko ennen mädätysreaktoria tai sen jälkeen (KUVIO 2). (Pöyry Environment Oy 2007.)

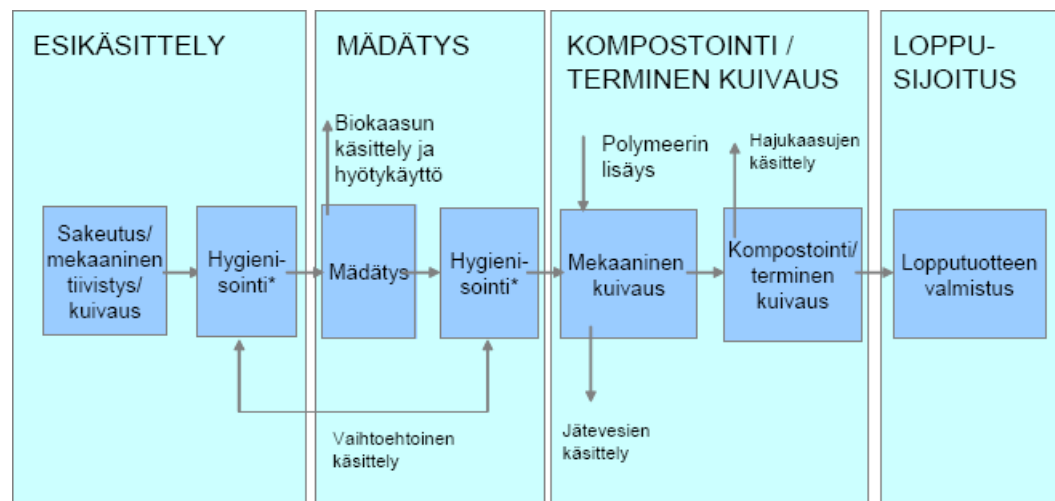
Varsinainen mädätys suoritetaan hapettomassa tilassa. Suljetussa reaktorissa tapahtuva prosessi on joko mesofiilinen (n. 37 °C) tai termofiilinen (55 °C). Suomalaiset mädättämöt ovat tavallisesti mesofiilisiä, ja lietteen lämmitys tapahtuu joko lämmönvaihtimilla tai höyryllä. Osa orgaanisista aineista muuttuu mädätyksessä bakteerien vaikutuksesta metaanipitoiseksi biokaasuksi. Tämä taas johtaa siihen, että lietteen kiintoaineen määrä pienenee ja syntyy tasalaatuista ja helposti kuivattavaa lietettä, jossa myös ravinteet muuttuvat orgaanisista epäorgaanisiin muotoihin.

Lietteen kuivaus tapahtuu yleensä lingolla tai puristimella. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Puhdistamoliete, joka on mädätetty termisesti tai kuivatettu mekaanisesti, on valmista käytettäväksi maanparannusaineena. Jos mukana on mädätettyä lantaa tai lantatuotteita, on liete hygienisoitava, ja lietteen on täytettävä annetut vaatimukset. Jatkokäsittelyssä voidaan tällöin hyödyntää esimerkiksi kompostointia tai termistä kuivausta. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Mädätystekniikan haittoja ovat lähinnä mahdolliset hajuhaitat ja jätevesiin liittyvät ongelmat, jos lähistöllä ei sijaitse jätevedenpuhdistamo. Mädätys vähentää teollisten lannoitteiden käyttöä, jos mädätettyä lietettä käytetään lannoitteena. Tällöin lannoitteiden valmistuksesta johtuva ympäristökuormitus pienenee.

(Pöyry Environment Oy 2007.)



KUVIO 2. Mädätyksen lohkokaavio (Pöyry Environment Oy 2007)

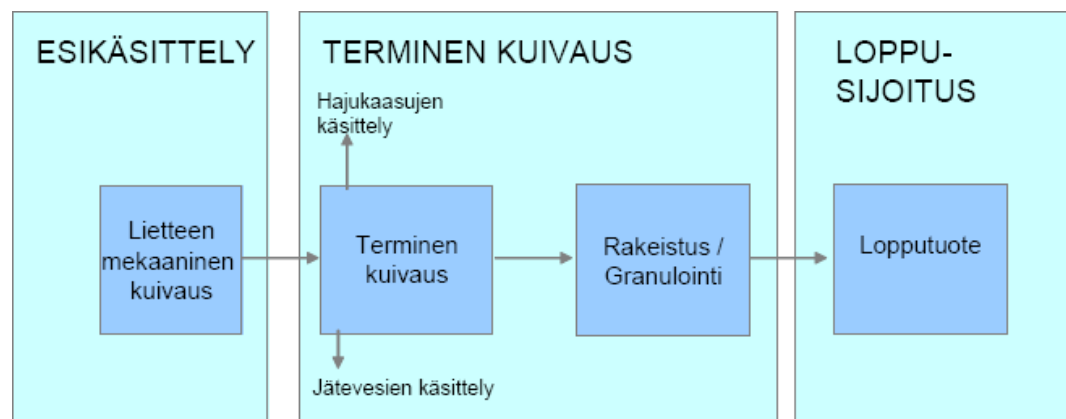
3.3 Terminen kuivaus

Termisen kuivauksen päävaiheet on esitetty kuviossa 3. Esikäsittelyvaiheessa on tarkoitus saada liete kuivaksi mahdollisimman tehokkaasti. Yleensä tämä vaihe suoritetaan mekaanisesti linkojen avulla. Jäljelle jäänyt vesi poistetaan tämän jälkeen haihduttamalla. Kuivauksessa käytetään lämmönlähteenä höyryä, termoöljyä tai kuumaa ilmaa. Terminen kuivaus jaotellaan täyskuivaukseen ja osittaiseen kuivaukseen. Pölymäistä täyskuivauksessa saatua lopputuotetta käytetään yleensä

suoraan polttoon, ja siinä pitää ottaa huomioon palo- ja räjähdysriskit. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Kuivauksessa syntynyt granuloitunut liete on puolestaan helpommin käsiteltävä ja varastoitava. Kuiva-ainepitoisuus on oltava noin 85–90 %, jotta se olisi helpompi ja hygieenisempi varastoida. Jos tarkoitus on suoraan lietteen polttoon, on kuiva-ainepitoisuuden oltava ainakin 35–60 %, mutta sen optimipitoisuuteen vaikuttaa suurilta osin polton lämpötase. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Lopputuotteena liete joko rakeistetaan tai granuloidaan, jolloin se saadaan jalostettua tuotteeksi, ja sitä voidaan hyödyntää polttoaineena tai lannoitevalmisteena. Termisessä kuivauksessa syntyvät hajukaasut käsitellään kuivauksen yhteydessä. Lietteiden pölyäminen pitää myös ottaa huomioon, koska se on hengitettynä haitallista. (Pöyry Environment Oy 2007.)



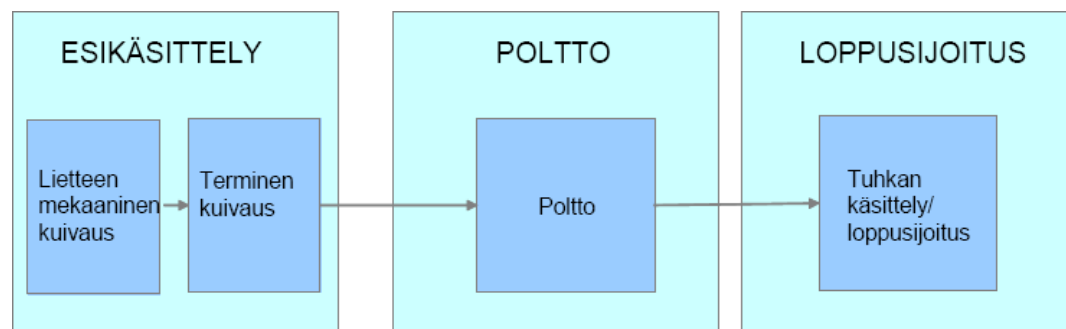
KUVIO 3. Termisen kuivauksen lohkokaavio (Pöyry Environment Oy 2007)

3.4 Poltto

Lietteiden poltto on pääkäsittelymenetelmä, joka koostuu esikäsittelystä, poltosta ja loppusijoituksesta (KUVIO 4). Esikäsittelyvaiheessa vesi erotetaan lietteestä mekaanisesti ja termisellä kuivauksella liete kuivatetaan vielä kuivemmaksi. Kuiva-ainepitoisuuden olisi hyvä olla polttolaitoksissa mahdollisimman korkea, jotta lopputulos olisi mahdollisimman hyvä.

Varsinaisessa poltossa on tärkeää määritellä jakeiden väliset seossuhteet tarkasti. Lietteiden osuus vaihtelee eri laitoksissa riippuen lietteiden laadusta ja muista poltettavista materiaaleista. Lietteiden kuiva-ainepitoisuus vaikuttaa myös tukipolttoainemäärään ja savukaasujen muodostumiseen. Polttokattilassa on tavoitteena saada aikaiseksi mahdollisimman hyvä sekoittuminen. Prosessiin johdettavalla ylimääräillä saadaan aikaiseksi turbulenssi, joka aiheuttaa sekoittumisen. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Poltossa syntyvää tuhkaa ei saa käyttää lannoitevalmisteenä eikä maanparannusaineena, koska sitä ei ole määritelty lannoiteasetuksen tyyppinimiluettelossa. Se pitää myös käsitellä stabiiliksi, ja yleisin loppusijoituspaikka on kaatopaikka. Liete saattaa sisältää raskasmetalleja, klooria, rikkiä, fosforia, typpeä sekä haitta-aineita, kuten PAH-yhdisteitä, sekä muita orgaanisia yhdisteitä. Ne voivat aiheuttaa ympäristöongelmia muodostaessaan toksisia yhdisteitä savukaasuihin tai rikastuessaan tuhkaan. (Pöyry Environment Oy 2007.)



KUVIO 4. Polton lohkokaaevio (Pöyry Environment Oy 2007)

3.5 Kemiallinen käsittely

Kemicond-käsittely ja kalkkistabilointi ovat kemiallisia lietteenkäsittelymenetelmiä, jotka soveltuvat pientenkin laitosten lietteiden käsittelyyn. Ne ovat hyväksytyjä menetelmiä, ja käsiteltyjä lietteitä voidaan käyttää maanparannusaineena lannoitevalmistelain mukaan. (Pöyry Environment Oy 2007.)

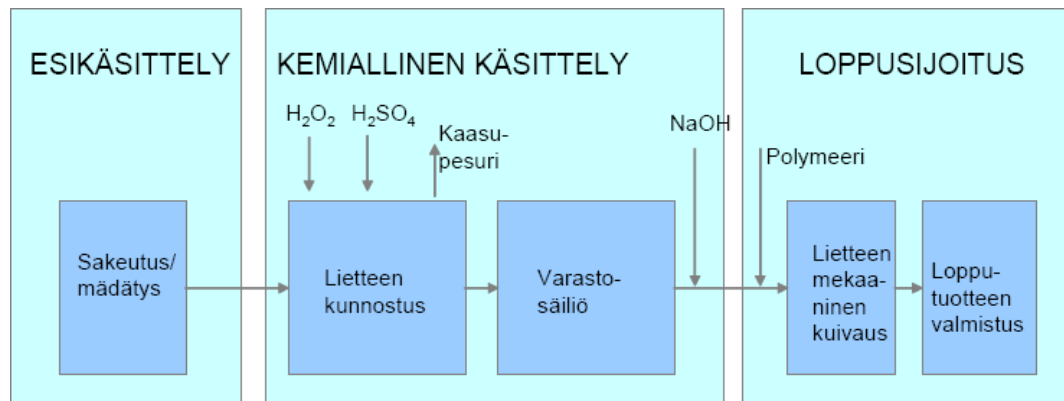
3.5.1 Kemicond-käsittely

Mahdolliseen esikäsittelyvaiheeseen käytetään joko sakeutusta tai mädätystä, jonka jälkeen seuraa kemiallinen käsittely, lietteen kuivaus, lietteen jatkokäsittely ja loppusijoitus (KUVIO 5). Kemicond-käsittelyssä voidaan käyttää myös raakalietettä. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Kemiallisessa käsittelyssä lietteen pH lasketaan rikkihapon avulla neljään, jotta lietteen rakenne hajoaisi ja metallisuolat liukenisivat. Kahdenarvoinen ferrorauta hapettuu kolmenarvoiseksi ferriraudaksi, kun lietettä hapetetaan vetyperoksidilla. Syntynyt ferrirauta aiheuttaa fosfaatti-ionien saostumisen ferrifosfaattina, jolloin lietteen rakenne hajoaa ja siitä vapautuu vettä. Lietteiden neutralisointiin käytetään natriumhydroksidia. Jotta lietteiden kuivaus olisi tehokasta, siihen lisätään vielä polymeeriä ennen mekaanista kuivausta, joka tapahtuu ruuvipuristimella, lingolla, suotonauha- tai kammiopuristimella. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Kemiallisessa käsittelyssä saostettu liukoinen fosfori ja orgaaninen aines ovat hapatettu tai hajotettu pienemmiksi partikkeleiksi kuin perinteisesti käsitellyssä lietteessä. Tästä johtuen kuivauksesta syntyvä rejektivesi ei aiheuta yhtä suurta kuormitusta vesiprosessiin kuin normaalisti. (Pöyry Environment Oy 2007.)

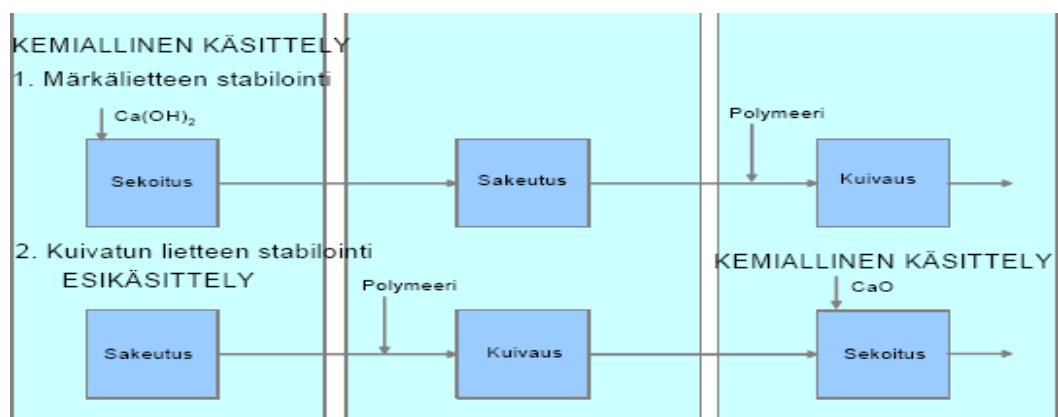
Lopputuotteena Kemicond-käsitelty liete on hajutonta, hygienisoitua, rakeista ja lähes tarttumaton, joka tekee siitä helposti varastoitavan. Sitä on myös helppo käsitellä ja kuljettaa. Lietettä voidaan käyttää maanparannusaineena ja se sopii hyvin kompostointiin. Käsittelyn etuihin kuuluu myös vähäiset hajuhaitat ja lietteiden hygienisoituminen. (Pöyry Environment Oy 2007.)



KUVIO 5. Kemicond käsittelyn lohkokaavio (Pöyry Environment Oy 2007)

3.5.2 Kalkkistabilointi

Kalkkistabilointi soveltuu sekä koneellisesti kuivatun että märän lietteen käsittelyyn (KUVIO 6). Sen tarkoituksena on lietteen biologisen toiminnan lakkaaminen ja hygienisoituminen nostamalla lietteen pH riittävän pitkäksi aikaa korkeaksi. Kuiva- tulle lietteelle käytetään poltettua kalkkia (CaO) kalkkistabiloinnissa, jossa kalkki reagoi lietteen veden kanssa nostaen pH:n ja lämpötilan vaaditulle tasolle. Tällöin lietteen kuiva-ainepitoisuus kasvaa ja osa vedestä haihtuu. Myös sammutettua kalkkia voidaan käyttää kuivaattuun tai märkään lietteeseen, mutta silloin lämpötila ei nouse. Valmiin lopputuotteen pH ja kalsiumpitoisuus ovat korkeat ja liete on hygieenistä. Sitä käytetään maataloudessa ja viherrakentamisessa. Kalkkistabilointi kasvattaa lietemäärää. (Pöyry Environment Oy 2007.)



KUVIO 6. Kalkkistabiloinnin lohkokaavio märälle ja kuivaatulle lietteelle (Pöyry Environment Oy 2007)

4 PUHDISTAMOLIETTEEN RASKASMETALLIT JA FOSFORI

4.1 Raskasmetalleista yleisesti

Raskasmetallit ovat metalleja, joiden tiheys on suurempi kuin 5 g/cm^3 . Osa raskasmetalleista on myrkyllisiä jo pieninä pitoisuuksina. Haitallisimpia raskasmetalleja ympäristön kannalta ovat elohopea, lyijy ja kadmium, kun taas esimerkiksi kupari, sinkki ja rauta ovat tärkeitä hivenravinteita. (Suomen ympäristökeskus 2009.)

4.2 Raskasmetallit ympäristössä

Raskasmetalleja esiintyy luonnossa eri muodoissa niin maaperässä, kasveissa kuin eläimissäkin. Ne voivat olla joko mineraaleina, veteen liuenneina ioneina, suoloina tai kaasuina. Lisäksi raskasmetallit voivat kiinnittyä ilmassa leijuviin hiukkasiin sekä sitoutua epäorgaanisiin ja orgaanisiin molekyyliin. Raskasmetallit eivät häviä, vaan ne ainoastaan muuttavat muotoaan. (Suomen ympäristökeskus 2009.)

4.3 Raskasmetallikuormitus

Ihminen aiheuttaa toiminnallaan haitallisia raskasmetallipäästöjä fossiilisten polttoaineiden poltolla, jätteiden poltolla sekä joidenkin metallien tuotannolla. Suurimmat päästöt aiheuttaa hiilen poltto, josta syntyy noin kaksi kolmasosaa kromi- ja elohopeapäästöistä ilmakehään. Kaksi kolmasosaa arseenin, kadmiumin, kuparin ja sinkin päästöistä aiheutuu puolestaan muiden kuin metallien tuotannosta. Luonnon omia raskasmetallipäästöjä on vaikea arvioida, mutta esimerkiksi ihmisen toiminnasta aiheutuvien lyijyn päästöjen arvellaan olevan noin kymmenkertaiset luontope räisiin päästöihin nähden. (Suomen ympäristökeskus 2009.)

Jätevesien laatu on merkittävin tekijä puhdistamalla syntyvän lietteen raskasmetallipitoisuuksiin. Varsinkin teollisuudesta tulevat jätevedet aiheuttavat merkittäviä

raskasmetallikuormituksia. Tämän takia puhdistamolietteiden raskasmetallipitoisuuksissa on vaihteluja. Tärkeimmät puhdistamolietteestä tarkkailtavat raskasmetallit ovat elohopea, kadmium, kupari, sinkki, kromi, nikkeli ja lyijy. (Vihersaari 2002.)

4.4 Viljelymaat

Erilaiset lannoitteet, lannat, puhdistamolietteet sekä kalkitus- ja torjunta-aineet aiheuttavat raskasmetallien kulkeutumisen maaperään.

Maaperän erilaiset yhdisteet adsorboivat raskasmetalleja, jolloin liukoisten raskasmetallien määrä vähenee. Suurin osa raskasmetalleista jää maan pintakerrokseen ja kulkeutuminen alempiin kerroksiin on hyvin vähäistä. (Vihersaari 2002.)

Maaperään kohdistuva raskasmetallikuorma ei saisi olla keskimääräistä raskasmetallipitoisumaa suurempi, jolloin maaperän normaali ravinnetasapaino ei muutu. Tästä johtuen puhdistamoliettele säädetyt lainsäädännölliset raskasmetallirajat ovat tiukat. Suomessa raskasmetallipitoisuudet puhdistamolietteessä ovat kuitenkin alhaisia ja levitystä rajoittavana tekijänä on yleisimmin fosfori. (Vihersaari 2002.)

4.5 Raskasmetallien vaikutus kasveihin

Puhdistamolietteen raskasmetallit kertyvät kasveihin yleensä juurien kautta. Lyijy (Pb) ja kromi (Cr) sitoutuvat maahan tiukasti, eikä niitä kulkeudu kasveihin juuri lainkaan. Myös elohopean (Hg) kulkeutuminen maasta kasveihin on heikkoa. Sinkki (Zn), kupari (Cu) ja nikkeli (Ni) aiheuttavat kasvivaurioita jo pienemmissä pitoisuuksissa, mistä olisi ihmisille haittaa. Tästä ja lakisääteisistä enimmäispitoisuuksista johtuen niiden kertyminen kasveihin ei ole ongelma. Kadmium (Cd) aiheuttaa raskasmetalleista eniten ongelmia kasveihin kertyessään. Lainsäädännön tiukkojen raja-arvojen takia myös kadmiumin riskit ihmiselle ovat vähäisiä. (Vihersaari 2002.)

4.6 Kadmium

Kadmiumin vuosituotanto on 14 000 tonnia, ja sen kaupallisesti hyödynnettävä muoto saadaan sinkkimalmeista sivutuotteena. Ilmakehään pääsee vuosittain 8000 tonnia kadmiumia, joista 90 % on ihmisen aiheuttamia päästöjä. Teräksen galvanoinnissa on käytetty kadmiumia sen hyvän suojaamiskyvyn takia merivettä vastaan. Maalien, kumien ja muovien tuotannossa on taas käytetty kadmiumsulfidia. (Hamilo 2006.)

4.7 Elohopea

Elohopean vuosittainen tuotanto maailmassa on noin 8000 tonnia. Elohopeaa on käytetty perinteisesti lämpö- ja painemittareissa, sähkölaitteissa sekä hammaspairoissa ja väriaineena. Se on ollut myös tärkeä alkuaine tieteellisissä tutkimuksissa vapaasti liikkuvana raskasmetallina. (Hamilo 2006.)

4.8 Kromi

Kromimetallia tuotetaan noin 20 000 tonnia vuodessa ja sitä käytettiin aiemmin antamaan teräkselle hopeanhohtavan ja kiiltävän pinnoitteen. Nykyään sitä käytetään pääosin seoksena ruostumattoman teräksen valmistuksessa yhdessä raudan ja nikkelin kanssa. (Hamilo 2006.)

4.9 Kupari

Kuparin vuosituotanto on noin 12 miljoonaa tonnia. Kuparin hyvän lämmön- ja sähkönjohtokyvyn ansiosta sitä käytetään paljon johtimissa ja pannuissa. Yli puolet

vuosittaisesta kuparista käytetään elektroniikkaan, 20 % rakentamiseen ja 15 % teollisuuslaitteisiin. Myös seoksiin, kuten messinkiin, käytetään kuparia. (Hamilo 2006.)

4.10 Lyijy

Lyijyä käytetään nykyään kaapeleiden suojamateriaalina, meluneristyksessä sekä erilaisissa painoissa. Sitä on käytetty paljon myös luodeissa, maaleissa, laakereissa ja kosmetiikan väriaineena. Lyijy on nykyään kielletty useissa tuotteissa myrkyllisyytensä takia. (Hamilo 2006.)

4.11 Nikkeli

Nikkeliä tuotetaan vuodessa noin 500 000 tonnia, joista puolet käytetään ruostumattoman teräksen valmistukseen. Siitä valmistetaan erilaisia metalliseoksia käyttötarkoituksen mukaan. (Hamilo 2006.)

4.12 Sinkki

Sinkkiä käytetään teräksen galvanointiin, koska se estää hapen ja veden pääsyä teräkseen. Sitä käytetään myös kuparin kanssa messingin valmistukseen, jota hyödynnetään muun muassa erilaisiin soittimiin. Kumiteollisuudessa ja pigmenttien valmistuksessa käytetään sinkkioksidia. (Hamilo 2006.)

4.13 Fosfori

Fosforimineraalien tuotanto on yli 150 miljoonaa tonnia vuodessa. Tästä määrästä suurin osa käytetään fosforihapon valmistukseen, jota hyödynnetään lannoitteissa.

Puhdasta fosforia käytetään gallium- ja indiumfosfidin valmistukseen led-valaisimia ja lasereita varten. Pääosa fosforipäästöistä syntyy maataloudesta ja ainoastaan muutama prosentti teollisuudesta. (Hamilo 2006.)

5 LAINSÄÄDÄNTÖ JA VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET

5.1 Kompostituotteiden hyödyntämistä maa- ja metsätaloudessa koskevat säädökset

Kompostituotteiden hyödyntämistä maa- ja metsätaloudessa rajoittavat lannoitevalmistelaki (539/2006), maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmiste-

laista (12/07), maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta (13/2007), maatalouden ympäristötuen sitoutumisehdot, valtioneuvoston nitraattiasetus (931/2000) sekä ympäristönsuojeluasetus (169/2000).

Lisäksi maataloudessa kompostien levitysmäärää rajoittavat maatalouden ympäristötuen ehdot koskien typpeä ja fosforia. Rajoittavana tekijänä on myös nitraattiasetus, jossa typen määrä on rajoitettu 170 kgN/ha/a, sekä lannoitevalmistelaki, jossa kadmiumin maksimimääräksi on säädetty 1,5 g/ha/a.

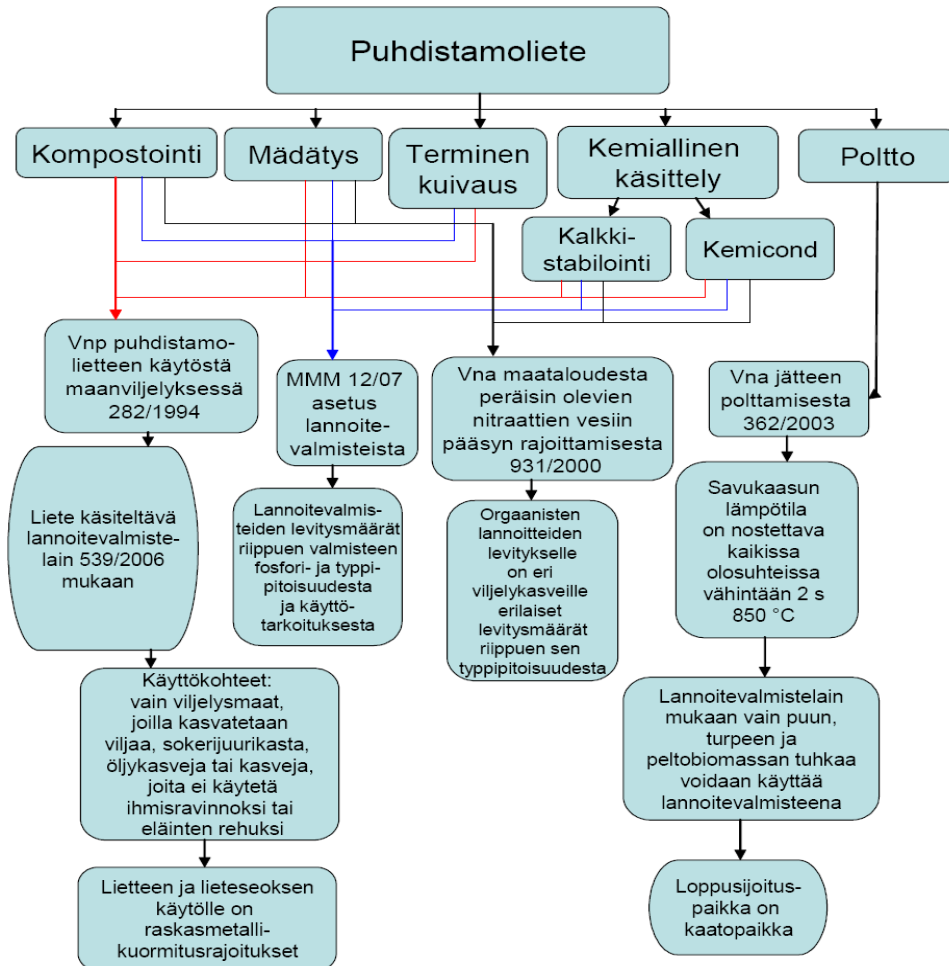
5.2 Puhdistamolietteen käsittelyyn ja loppusijoitukseen liittyvä lainsäädäntö

Kuviossa 7 on esitetty puhdistamolietteen käsittelyyn ja loppusijoitukseen liittyvää lainsäädäntöä. Kompostoinnissa lietteen käsittelyä säätelee valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä (282/1994), ja liete on käsiteltävä lannoitevalmistelain (539/2006) mukaan. Käyttökohteita ovat ainoastaan viljelysmaat, joilla kasvatetaan viljaa, sokerijuurikasta, öljykasveja tai kasveja, joita ei käytetä ihmis- tai eläinravinnoksi. Lisäksi lietteen ja lieteseoksen käytölle on säädetty raskasmetallikuormitusrajoitukset. Myös valtioneuvoston asetus (931/2000) maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta on rajoittava tekijä.

Mädätystä säätelee maa- ja metsätalousministeriön asetus (12/07) lannoitevalmisteista, jossa lannoitevalmisteiden levitysmäärät riippuvat valmisteiden fosfori- ja typpipitoisuudesta ja käyttötarkoituksesta. Myös mädätystä koskee valtioneuvoston asetus (931/2000), jossa orgaanisten lannoitteiden levitykselle on kasvikohtaiset levitysmäärät riippuen sen typpipitoisuudesta. Lisäksi mädätyksen lopputuotetta koskevat muutkin samat lait ja asetukset kuin kompostoinnissa syntynyttä lietettä.

Lietteen polttoa säätelee valtioneuvoston asetus (362/2003). Savukaasun lämpötilan on oltava kahden sekunnin ajan vähintään 850 asteessa. Vain puun, turpeen ja peltobiomassan tuhkaa voidaan käyttää lannoitevalmisteena lannoitevalmistelain

(539/2006) mukaan, joten puhdistamolietteen tuhkaa ei voida käyttää lannoitevalmisteisiin. Tuhkan loppusijoitus tapahtuu kaatopaikalle.



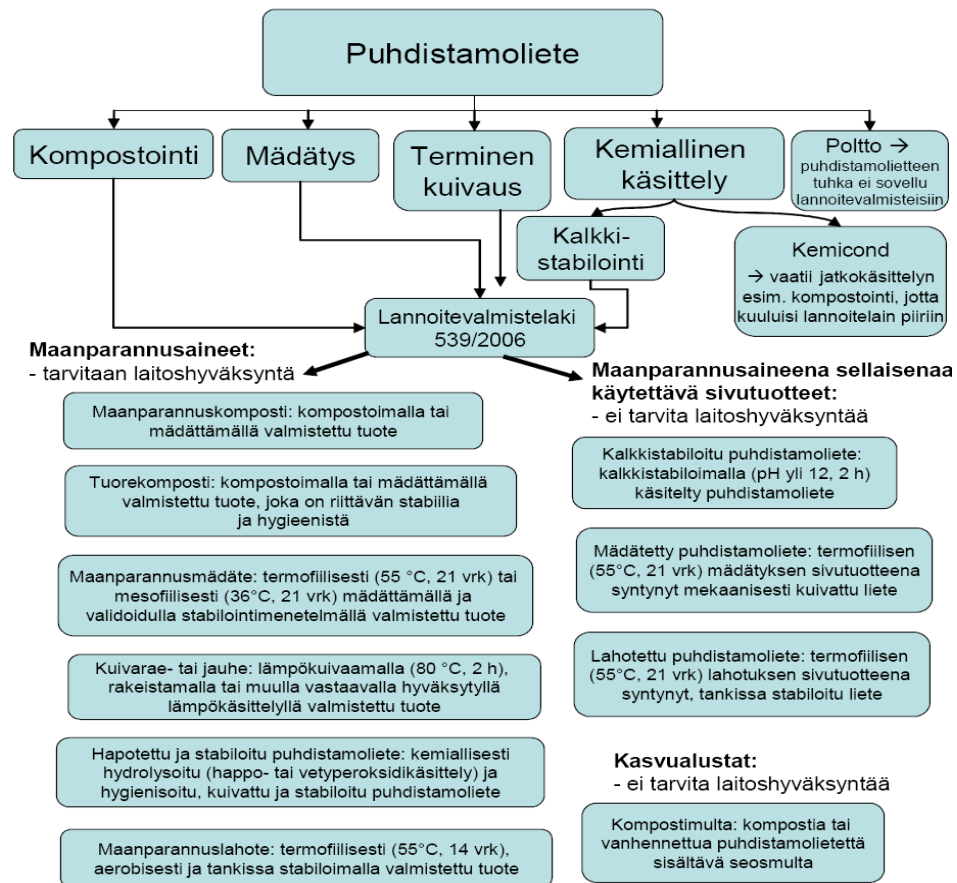
KUVIO 7. Puhdistamolietteen käsittelyyn ja loppusijoitukseen liittyvä lainsäädäntö (Pöry Environment Oy 2007)

5.3 Puhdistamolietteen lopputuotteita koskeva lainsäädäntö

Puhdistamolietteiden lopputuotteisiin liittyvä lainsäädäntö on koottu kuvioon 8. Puhdistamolietteiden loppusijoitukseen vaikuttaa käsittelytavasta riippumatta lannoitevalmistelaki (539/2006). Käsiteltyä puhdistamolietettä voidaan käyttää joko maanparannusaineena sellaisenaan sivutuotteena tai varsinaisena maanparannusaineena. Maanparannusaineiden käyttöön tarvitaan aina laitoshyväksyntä.

Maanparannusaineena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita ovat kalkkistabiloitu puhdistamoliete (puhdistamolietteen pH on nostettu kalkkistabiloimalla yli 12:sta vähintään kahden tunnin ajaksi), mädätetty puhdistamoliete (termofiilisen mädätyksen sivutuotteena syntynyt mekaanisesti kuivattu liete) sekä lahotettu puhdistamoliete (termofiilisen lahotuksen sivutuotteena syntynyt tankissa stabiloitu liete). Myöskään kompostimullalle (kompostia tai vanhennettua puhdistamolietettä sisältävä seosmulla) ei tarvita laitoshyväksyntää. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Maanparannuskomposti, maanparannusmädäte, kuivarae- tai jauhe, hapotettu ja stabiloitu puhdistamoliete sekä maanparannuslahote, ovat maanparannusaineita, joihin tarvitaan laitoshyväksyntä. Maanparannuskomposti on kompostoimalla tai mädättämällä valmistettu tuote, joka on riittävän stabiilia ja hygieenistä. Maanparannusmädäte on tuote, joka on valmistettu termofiilisesti tai mesofiilisesti ja stabiloitu hyväksytyllä menetelmällä. Kuivarae- tai jauhe on hyväksytyllä lämpökäsitellyllä, kuten lämpökuivaamalla tai rakeistamalla valmistettu tuote. Hapotettu ja stabiloitu puhdistamoliete tarkoittaa kemiallisesti hydrolysoitua tai hygienisoitua kuivattua ja stabiloitua puhdistamolietettä. Maanparannuslahote on termofiilisesti ja aerobisesti valmistettu tuote, joka on stabiloitu tankissa. (Pöyry Environment Oy 2007.)



KUVIO 8. Puhdistamolietteen lopputuotteiden lainsäädäntö (Pöyry Environment Oy 2007)

5.4 Lannoitevalmisteiden käytössä huomioon otettavat lainsäädännöt

5.4.1 Lannoitevalmistelaki 539/2006

Lannoitevalmisteita tuottavan laitoksen tulee hakea toiminnalleen hyväksyntä ja noudattaa hyväksytyä omavalvontasuunnitelmaa ja valvovana virastona toimii Elintarviketurvallisuusvirasto. Lannoitevalmisteiden on oltava tasalaatuisia, turvallisia ja käyttötarkoitukseensa sopivia. Lannoitevalmiste ei saa myöskään sisältää haitallisia aineita, tuotteita tai eliöitä, jotka voivat aiheuttaa vaaraa ihmisen terveydelle tai turvallisuudelle, kasvien terveydelle tai ympäristölle. Toiminnanharjoittajalla on oltava asianmukaiset tilat, laitteet ja kalusto lannoitteiden valmistukseen,

säilytykseen ja kuljetukseen. (Lannoitevalmistelaki 539/2006; Pöyry Environment Oy 2007.)

5.4.2 Maa- ja metsätalousministeriön asetukset lannoitevalmisteista 12/07 ja 13/07

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 12/07 on lannoitevalmisteiden tyyppinimiluetteloista ja tyyppinimikohtaisista vaatimuksista. Siinä säädetään myös lannoitevalmisteiden laatu-, merkintä-, pakkaus-, kuljetus-, varastointi-, käyttö- ja muista vaatimuksista sekä lannoitevalmisteiden raaka-aineista. Asetus 13/07 sisältää säädöksiä lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja valvonnasta. Se säättää toiminnanharjoittajan ilmoitusvelvollisuudesta, tiedostonpitämisvelvollisuudesta, omavalvontavelvollisuudesta, ennakoilmoitusvelvollisuudesta, laboratoriohyväksynnästä, orgaanisia lannoitevalmisteita tai niiden raaka-aineita valmistavan tai teknisesti käsittelevän laitoksen hyväksynnästä sekä lannoitevalmisteita koskevan valvonnan järjestämisestä. (Evara 2010; Maa- ja metsätalousministeriön asetukset 12/07 ja 13/07.)

5.4.3 Sivutuoteasetus (EY) 1774/2002

Sivutuoteasetus 1774/2002 on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveystiennoista. Asetus koskee eläinperäisiä orgaanisia lannoitevalmisteita ja lantaa. Lietteiden hävittäminen on tapahduttava polttamalla, rinnakkaispolttamalla, hautaamalla jätteenä hyväksytyille kaatopaikalle tai käsiteltävä hyväksytyssä biokaasu- tai kompostilaitoksessa. Asetus koskee ainoastaan eläinperäisten jätteiden käsittelyä lietteessä ja käsittelee lietteiden laatu- ja hygieniavaatimuksia. Tähän liittyy myös komission asetus (EY) 181/2006, joka käsittelee muiden eläinperäisten lannoitevalmisteiden kuin lannan käsittelyvaatimuksia ja käytön rajoituksia. Se sisältää käytön tilastointivelvoitteen ja varoajan (21 vuorokautta). (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset 1774/2002 ja 181/2006.)

5.4.4 Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 931/2000

Varastointitila lannalle on oltava niin suuri, että siihen voidaan varastoida 12 kuukauden aikana kertynyt lanta. Lisäksi varastointitilojen ja kourujen on oltava vesitiiviitä ja vuotovarmoja. Lannan levitystä rajoittaa se, että se saa sisältää typpeä enintään 170 kg/ha/vuosi, ja levityksen on tapahduttava sulan maan aikana. (Valtioneuvoston asetus 931/2000.)

5.4.5 Maatalouden ympäristötuikiin liittyvät ehdot

Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 931/2000. Lannoitevalmisteiden levitykselle on eri viljelykasveille erilaiset levitysmäärät riippuen lannoitevalmisteen fosforipitoisuudesta ympäristötukiehtojen mukaisesti. Tähän liittyy osana myös valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä 282/1994. (Savolainen 2011.)

5.4.6 Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä 282/1994

Tämä päätös on otettava huomioon, jos puhdistamo-, sako- tai umpikaivolietettä on yhtenä raaka-aineena. Käsittelemättömän lietteen, lieteseoksen ja lietteestä valmistetun lannoitevalmisteen kadmiumin käytölle ovat kuormitusrajoitukset samoin kuin muillekin raskasmetalleille. Käyttökohteet ja rajoitukset ovat vain viljelysmaille, joilla kasvatetaan viljaa, sokerijuurikasta, öljykasveja tai kasveja, joita ei käytetä ihmisravinnoksi tai eläinten rehuksi. Varoaika on 5 vuotta. (Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyssä 282/1994.)

6 LANNOITEVALMISTEIDEN KÄYTTÖ MAANVILJELYKSESSÄ

6.1 Kompostituotteiden käyttö maanviljelyksessä

Kompostituotteiden käyttöä maanviljelyksessä rajoittaa lannoitevalmistelaki- ja asetus, ympäristötuen ehdot sekä nitraattiasetus. Taulukossa 1 on esitetty kompostituotteelle kaksi maanviljelyksessä käytettävää tyyppinimeä: tuorekomposti ja maanparannuskomposti. (Lannoitevalmisteasetus.)

Tuorekomposti on lannasta, kasvijätteestä, puhdistamolietteestä, ruokajätteestä tai elintarviketeollisuuden orgaanisista jätteistä kompostoimalla tai mädättämällä ja jälkikompostoimalla valmistettu tuote. Sen pitää olla riittävän stabiilia ja hygieenistä, jotta sitä voidaan käyttää maanparannusaineena vilja- ja energiakasveille sekä eroosion estoon ja maisemointiin. Maanparannuskomposti on tuorekompostin tavoin valmistettu tuote, joka soveltuu käytettäväksi maanparannukseen ja eroosion estoon. (Maaseutuvirasto 2010; Lannoitevalmisteasetus.)

TAULUKKO 1. Kompostituotteiden tyyppinimet (Lannoitevalmistusasetus)

Nro ID2	Tyyppinimi
1	Maanparannuskomposti
3	Tuorekomposti

6.2 Lietteiden käyttö maanviljelyksessä

Puhdistamolietettä, saostuskaivolietettä tai lieteseosta ei ole sallittua laittaa suoraan pelloille, vaan se tulee olla käsitelty lannoitevalmistelain (539/2009) mukaisesti.

Käsitelty puhdistamoliete on sivutuote, jota voidaan käyttää maanparannusaineena. Valtioneuvoston päätös 282/1994 käsittelee puhdistamolietteen käyttöä maanvilje-

lyssä. Nämä ehdot koskevat kaikkia puhdistamolietettä vastaanottavia tai jätevesilietettä itse käsitteleviä viljelijöitä. Joidenkin lannoitevalmisteiden, kuten maanparannus- ja tuorekompostin raaka-aineena voi olla puhdistamolietettä.

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 12/07 on määritelty hyväksyttävät kompostituotteiden ja puhdistamolietteen käsittelytavat. Kansalliset tyyppinimet käsitellyille ja maanviljelykäytössä hyväksytyille puhdistamolieteteille on esitelty taulukossa 2. (Maaseutuvirasto 2010.)

TAULUKKO 2. Puhdistamolietettä sisältävien ja hyväksytyllä tavalla käsiteltyjen maanparannusaineena sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden tyyppinimet (Lannoitevalmisteasetus)

Nro ID5	Tyyppinimi
1	Kalkkistabiloitu puhdistamoliete
2	Mädätetty puhdistamoliete
3	Lahotettu puhdistamoliete

Evira vastaa tyyppinimien ajankohtaisuudesta ja ylläpitää toiminnanharjoittajarekisteriä kaikkia lannoitevalmisteita luovuttavista tai myyvistä jätevedenpuhdistamoista ja käsittelylaitoksista. Jätevedenpuhdistamoilta vaaditaan tutkimustodistus, jossa ilmenee lietteen käsittelymenetelmät ja lietteen laatu. Raskasmetallien enimmäispitoisuudet ovat määritelty lannoitevalmistelaissa ja -asetuksessa. Taulukossa 3 esitettyjä arvoja käsitelty puhdistamoliete tai sen seos eivät saa ylittää. (Maaseutuvirasto 2010.)

TAULUKKO 3. Käsitellyn lietteen tai lieteseoksen raskasmetallien enimmäispitoisuudet (Maa- ja metsätalousministeriön asetus 12/07)

Alkuaine	Enimmäispitoisuus mg/kg kuiva-ainetta	Metsätaloudessa sellaisenaan lannoitevalmisteena käytettävässä sivutuotteessa enimmäispitoisuus mg/kg ka.
Arseeni (As)	25	30
Elohopea (Hg) ¹⁾	1,0	1,0
Kadmium (Cd)	1,5	15 ²⁾
Kromi (Cr)	300	300
Kupari (Cu)	600 ³⁾	700
Lyijy (Pb)	100	150
Nikkeli (Ni)	100	150
Sinkki (Zn)	1500 ³⁾	4500

¹⁾ Elohopean määräitys EPA 743-menetelmällä

²⁾ 17,5 mg/kg ka. metsätaloudessa käytettävässä puun, turpeen ja peltobiomassa tuhkassa

³⁾ Enimmäispitoisuuden ylitys lannoitevalmisteissa voidaan sallia, kun maaperäanalyysin perusteella on todettu puutetta kuparista tai sinkistä

6.3 Käytännön toimet

Puhdistamolietteen käytöstä tulee solmia kirjallinen sopimus jätevedenpuhdistamon kanssa, ja puhdistamon on toimitettava virallinen lietetutkimustodistus. Todistuksessa on tultava ilmi lietteen ravinne- ja raskasmetallipitoisuudet sekä mikrobiologisten vaatimusten täytyminen. Puhdistamoliete on oltava käsitelty hyväksyttävällä menetelmällä ja sen raskasmetallipitoisuuksien on alitettava taulukon 3 raja-arvot.

Lohkon, jolle liete levitetään, on oltava pH:ltaan yli 5,8. Kalkkistabiloidulle lietteelle pH:n tulee olla yli 5,5. Jos jonkun lohkon raskasmetallipitoisuudet ylittävät taulukon 4 raja-arvot, on lietteen levitys kiellettyä. (Maaseutuvirasto 2010.)

TAULUKKO 4. Suurimmat sallitut raskasmetallipitoisuudet viljelymaassa, jolle levitetään käsiteltyä puhdistamolietettä (Maaseutuvirasto 2010.)

	mg/kg kuiva-ainetta
Kadmium (Cd)	0,5
Kromi (Cr)	200
Kupari (Cu)	100
Elohopea (Hg)	0,2
Nikkeli (Ni)	60
Lyijy (Pb)	60
Sinkki (Zn)	150

Viljelymaahan on sallittua levittää vain tietty määrä lietteen mukana tulevia raskasmetalleja vuotta kohti (TAULUKKO 5). Levitysmäärä on laskettava erikseen jokaiselle liete-erälle ja verrattava pitoisuuksia raja-arvoihin. Myös ravinnepitoisuudet käsitellyssä lietteessä voivat rajoittaa levitysmäärää. Kuparin ja sinkin määrät voivat olla kaksinkertaisia taulukon 5 arvoihin nähden, jos peltolohkolla on puutetta näistä kasvisravinteista. Kuitenkaan kuparin ja sinkin arvot eivät saa ylittää taulukon 4 pitoisuuksia. (Maaseutuvirasto 2010.)

TAULUKKO 5. Suurin sallittu käsitellyn puhdistamolietteen käytöstä viljelymaahan tuleva keskimääräinen vuotuinen raskasmetallikuormitus, suluissa tavoitearvot vuoteen 1998 mennessä (Valtioneuvostonpäätös 282/1994)

	g/ha/vuosi
Kadmium (Cd)	3,0 (1,5)
Kromi (Cr)	300
Kupari (Cu)	600
Elohopea (Hg)	2,0 (1,0)
Nikkeli (Ni)	100
Lyijy (Pb)	150 (100)
Sinkki (Zn)	1500

6.4 Käsitellyn puhdistamolietteen käyttö ja rajoitukset viljelyssä

Käsiteltyä puhdistamolietettä saa käyttää viljan, öljykasvien ja sokerijuurikkaan viljelyyn. Lisäksi sitä voidaan käyttää sellaisten kasvien viljelyyn, joita ei käytetä ihmis- tai eläinravinnoksi. Myös nurmen viljelyksessä on mahdollista käyttää puhdistamolietettä, jos se perustetaan suolaviljan kanssa ja mullataan huolellisesti. Kun viimeisestä lietelevityksestä on kulunut viisi vuotta, voidaan pellolla viljellä myös perunaa, juureksia ja vihanneksia. (Maaseutuvirasto 2010.)

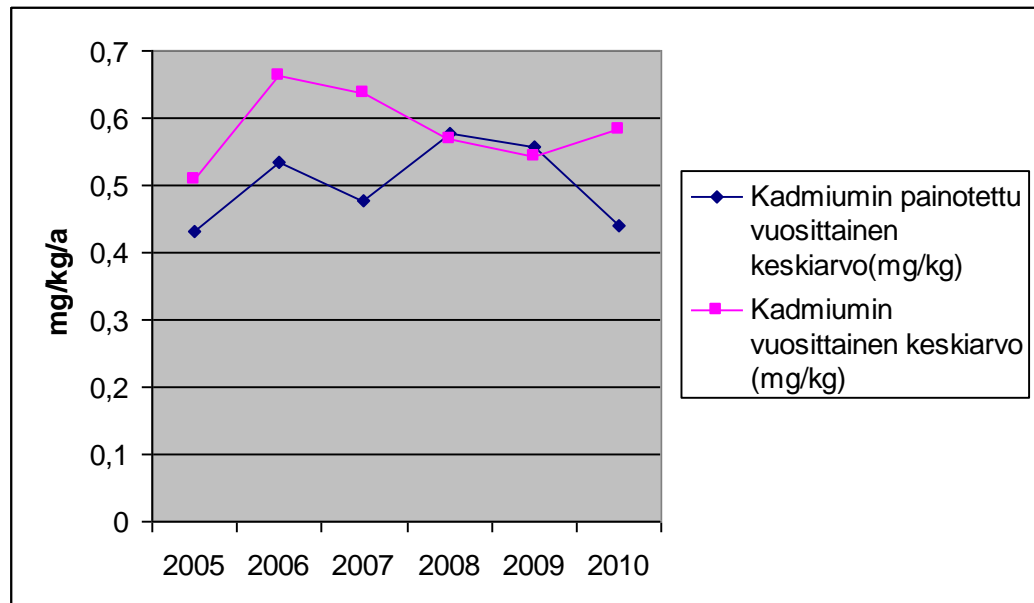
7 LIETTEIDEN RASKASMETALLIPITOISUUDET, MUUTOKSET JA NIIDEN VAIKUTUS KOMPOSTIN RASKASMETALLIPITOISUUKSIIN

Taulukossa 6 on esitetty Kujalan Komposti Oy:lle tulleiden puhdistamolietteiden määrät ja kadmiumpitoisuudet vuosittain. Taulukkoon 6 on myös laskettu painotetut vuosittaiset keskiarvot kadmiumille. Suurimmat vuosittaiset lietemäärät tulevat Lahden Ali-Juhakkalan ja Kariniemen jätevedenpuhdistamoilta, joiden lietteiden yhteenlaskettu märkäpaino on vuosittain yli 10 000 tonnia. Muiden paikkakuntien lietemäärät ovat huomattavasti pienempiä.

Lietteen raskasmetallien painotetut vuosittaiset keskiarvot poikkeavat normaalista vuosittaisesta keskiarvosta, koska ne ovat lietteen kokonaismäärään sidonnaisia. Kuviossa 9 on esitetty kadmiumin vuosittaiset keskiarvot kaikkien tarkasteltavien kohteiden pitoisuuksista, sekä laskettu lietteen määrällä painotetut vuosikeskiarvot. Painotettu keskiarvo antaa realistisemmän kuvan raskasmetallipitoisuuksista ja niiden kehityksestä vuositason tasolla.

TAULUKKO 6. Lietteen kokonaismäärät ja kadmiumin painotetut keskiarvot

	märkäpaino t/a	ka%	kuivapaino t/a	cd mg/kg ka
2005				
Ali-Juhakkala	2684,00	27,00	724,68	0,60
Kariniemi	4470,00	27,00	1206,90	0,50
Orimattila	751,00	17,00	127,67	
Nastola	1902,00	17,00	323,34	
Myrskylä		17,00		
Kärkölä	143,00	17,00	24,31	
Hämeenkoski	56,00	17,00	9,52	0,43
Heinola	14,60	17,00	2,48	
Summa			2418,90	
Painotettu keskiarvo				0,43 mg/kg
2006				
Ali-Juhakkala	5051	27,00	1363,77	0,5
Kariniemi	6972	27,00	1882,44	0,55
Orimattila	1448	17,00	246,16	0,75
Nastola	3847	17,00	653,99	0,43
Myrskylä	146	17,00	24,82	0,54
Kärkölä	504	17,00	85,68	1,2
Hämeenkoski	97	17,00	16,49	
Heinola	188	17,00	31,96	
Summa			4305,31	
Painotettu keskiarvo				0,53 mg/kg
2007				
Ali-Juhakkala	5487	27,00	1481,49	0,5
Kariniemi	7304	27,00	1972,08	0,5
Orimattila	1554	17,00	264,18	
Nastola	3480	17,00	591,6	0,23
Myrskylä	142	17,00	24,14	0,52
Kärkölä	591	17,00	100,47	1,3
Hämeenkoski	98	17,00	16,66	
Heinola	2386	17,00	405,62	0,77
Summa			4856,24	
Painotettu keskiarvo				0,48 mg/kg
2008				
Ali-Juhakkala	5920	27,00	1598,4	0,62
Kariniemi	6572	27,00	1774,44	0,56
Orimattila	1636	17,00	278,12	0,6
Nastola	2729	17,00	463,93	0,44
Myrskylä	114	17,00	19,38	0,47
Kärkölä	500	17,00	85	0,9
Hämeenkoski	117	17,00	19,89	0,39
Heinola	2416	17,00	410,72	0,58
Summa			4649,88	
Painotettu keskiarvo				0,58 mg/kg
2009				
Ali-Juhakkala	5356	27,00	1446,12	0,59
Kariniemi	5796	27,00	1564,92	0,59
Orimattila	1560,00	17,00	265,20	0,60
Nastola	2950	17,00	501,5	0,33
Myrskylä	143	17,00	24,31	0,64
Kärkölä	428	17,00	72,76	0,69
Hämeenkoski	137	17,00	23,29	0,33
Heinola	2134	17,00	362,78	0,565
Summa			4260,88	
Painotettu keskiarvo				0,56 mg/kg
2010				
Ali-Juhakkala	4545	27,00	1227,15	0,53
Kariniemi	5803	27,00	1566,81	0,41
Orimattila	1265	17,00	215,05	
Nastola	1920	17,00	326,4	0,35
Myrskylä	128	17,00	21,76	1
Kärkölä	301	17,00	51,17	0,63
Hämeenkoski	83	17,00	14,11	
Heinola	2208	17,00	375,36	0,57
Summa			3797,81	
Painotettu keskiarvo				0,44 mg/kg



KUVIO 9. Kadmiumin vuosittaiset keskiarvot ja painotetut vuosittaiset keskiarvot

7.1 Lietteiden raskasmetalli- ja fosforipitoisuudet Kujalassa ja niiden muutostrendit

Sinkin pitoisuuksissa ei ollut tapahtunut suuria muutoksia tarkastelemallani aikavälillä. Ainoa merkittävä vaihtelu oli Ali-Juhakkalassa vuonna 2003 yhdessä mittauksessa saatu 7800 mg Zn/kg ka, joka nosti koko vuoden keskiarvoa huomattavasti. Myös Myrskylän vuoden 2010 arvo 1600 mg Zn/kg kuiva-ainetta, erottui muista arvoista selvästi. Muuten keskimääräinen vaihtelu oli aika pientä, eikä huomattavia muutostrendejä ollut nähtävissä (LIITE 1).

Nikkelin pitoisuuksien vaihtelut olivat huomattavasti suurempia kuin sinkillä. Sekä vuosittaiset pitoisuudet paikkakunnittain että paikkakuntien väliset erot olivat huomattavia. Pääasiassa nikkelpitoisuuksien trendit olivat laskevia, lukuun ottamatta Myrskylää ja Heinolaa. Toisaalta taas Heinolan pitoisuudet olivat alhaisimmasta päästä tutkittavia arvoja. Suurimmat nikkelpitoisuudet olivat Ali-Juhakkalassa, missä vuoden 2006 keskiarvo oli 84 mg Ni/kg ka, kun taas Heinolan suurin vuosittainen keskiarvo oli 23 mg Ni/kg ka. Ali-Juhakkalankin pitoisuudet olivat laskussa vuoden 2006 huipun jälkeen (LIITE 2).

Lyijyn pitoisuuksissa oli myös huomattava laskeva trendi Ali-Juhakkalan ja Kariniemen jätevedenpuhdistamojen lietteessä. Ali-Juhakkalassa lyijyn pitoisuudet ovat laskeneet tasaisesti kolmasosaan vuoden 2000 huipusta, jolloin vuoden keskiarvopitoisuus oli 46,5 mg Pb/kg ka. Viimeisin mittaustulos Ali-Juhakkalasta oli enää 15 mg Pb/kg ka. Ainoastaan Myrskylässä on havaittavissa hienoista pitoisuuksien nousua lyhyellä aikavälillä, ja Kärkölen pitoisuudet ovat vaihdelleet vuosittain rajusti (LIITE 3).

Kuparin pitoisuuksissa ei ilmennyt merkittäviä muutoksia. Ainoastaan Ali-Juhakkalassa trendi on pitkällä aikavälillä ollut laskeva ja Myrskylässä on nähtävissä hienoista pitoisuuksien kohoamista. Muilla paikkakunnilla kuparin pitoisuudet ovat pysyneet aika tasaisina lukuun ottamatta Hämeenkoskea, jossa pitoisuudet ovat heitelleet eniten ja olleet korkeimmasta päästä tarkasteltavaa aineistoa (LIITE 4).

Kromin kohdalla pitoisuudet vaihtelivat aika paljon. Kariniemessä kromipitoisuudet ovat olleet laskusuunnassa, kun taas Ali-Juhakkalassa trendi on ollut lievästi nouseva. Myös Nastolassa ja Myrskylässä pitoisuudet ovat olleet nousussa. Ali-Juhakkalan vuoden 2003 keskiarvoa nostaa huomattavasti yhdestä mittauksesta saatu pitoisuus 300 mg Cr/kg ka, joka oli selkeästi suurin yksittäinen mittaustulos koko aineistosta (LIITE 5).

Kadmiumin vuosittaiset keskiarvot osoittavat, että kaikkien muiden paikkakuntien paitsi Myrskylän pitoisuudet ovat joko pysytelleet samoina tai hieman laskeneet. Selkeää laskua kadmiumpitoisuuksissa on havaittavissa ainoastaan Kärkölässä, jossa pitoisuudet ovat saavuttaneet lähes muiden paikkakuntien tason. Myrskylän lietteiden kadmiumpitoisuudet ovat olleet nousussa ja tällä hetkellä korkeimmat tarkasteltavista kunnista (LIITE 6).

Fosforin pitoisuuksissa on huomattavissa pääasiallisesti nouseva trendi. Ainoastaan Heinolan ja Hämeenkosken pitoisuudet eivät olleet noususuunnassa. Ali-Juhakkalan ja Kariniemen fosforipitoisuuksissa näkyy pitkällä aikavälillä hidasta

nousua, joista Ali-Juhakkalan käyrä on jyrkempi sekä pitoisuudet korkeampia. Myös Myrskylän sekä Nastolan fosforipitoisuudet näyttäisivät olevan kasvamaan päin (LIITE 7).

Elohopean pitoisuudet ovat olleet hienoisessa laskussa Kariniemessä, Ali-Juhakkalassa ja Heinolassa. Kariniemessä pitoisuudet ovat olleet korkeimmillaan vuonna 2001, jolloin kahdessakin eri mittauksessa saatiin noin 2 mg Hg/kg ka. Pitoisuudet ovat lähivuosina asettuneet Kariniemessäkin noin 0,5 mg Hg/kg ka:n tuntumaan. Alhaisimmat elohopeapitoisuudet ovat olleet Kärkölässä, jossa suurin mitattu pitoisuus tarkasteltavalla aikavälillä on ollut 0,3 mg Hg/kg ka. (LIITE 8.)

Tarkastelussa oli mukana myös typen kokonaismäärän vuosittaiset keskiarvopitoisuudet. Typen pitoisuuksissa ei ollut tapahtunut huomattavia muutoksia tarkastelemallani aikavälillä (LIITE 9).

7.2 Lietteiden raskasmetallipitoisuuksien vaikutus kompostituotteiden raskasmetallipitoisuuksiin

Kompostituotteen raskasmetallipitoisuuteen vaikuttaa lietteen lisäksi monta eri muuttujaa. Vaikuttavia tekijöitä ovat input-materiaalit, biojäte ja seosaineet. Puhdistamolietteen sisältämät raskasmetallipitoisuudet eivät siis ole suoraan verrannollisia kompostin raskasmetallipitoisuuksiin. Taulukossa 7 on esitetty Kujalan biokompostin, lietekompostin ja biolietekompostin kadmiumpitoisuuksia. Pitoisuudet ovat keskiarvoja kompostista otetuista näytteistä. Kujalassa oli vuoteen 2008 asti käytössä erilliset biokomposti ja lietekomposti ja ne yhdistettiin keväällä 2008 biolietekompostiksi.

TAULUKKO 7. Kadmiumin keskimääräiset pitoisuudet kompostissa (mg/kg ka)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kujalan biokomposti	0,5	0,4	0,3	0,5		
Kujalan lietekomposti	1	0,8	0,4	0,5		
Kujalan biolietekomposti				0,4		

7.3 Lietteen raskasmetallien raja-arvot muissa valtioissa

Lietteen raskasmetalliarvoissa on huomattavia eroja eri maiden välillä. Tiukimmat raskasmetalleja koskevat raja-arvot ovat Ruotsissa, Hollannissa, Suomessa ja Iso-Britanniassa, kun taas USA:ssa rajat ovat kaikkein väljimmät. Yleisesti ottaen Euroopan Unionin maissa ja erityisesti pohjoismaissa on kaikkein tiukimmat raja-arvot raskasmetalleille johtuen yhtenevästä lainsäädännöstä. (Rantanen, Valve & Kangas. 2008.)

8 YHTEENVETO

Käsittelin opinnäytetyössäni tutkimusraportteja ja mittaustuloksia puhdistamolietteen raskasmetallipitoisuuksista usean vuoden ajalta. Tilastoin ja taulukoin kaiken saamani materiaalin yhtenäisiksi ja vertailtaviksi taulukoiksi ja diagrammeiksi. Lisäksi tutustuin lietteenkäsittelymenetelmiin ja sen hyötykäyttömahdollisuuksiin kompostituotteena. Selvitin myös lietteenkäsittelyyn, loppusijoitukseen, kompostituotteen levitykseen ja tuotenimikkeisiin liittyviä lakeja ja asetuksia.

Tutkimuksen tarkoitus oli tuottaa Kujalan Komposti Oy:lle mahdollisimman selkeää ja helposti vertailtavia tilastoja lietteiden raskasmetallipitoisuuksista ja niiden kehityksestä. Lisäksi opinnäytetyöhön kuului tutkia lakien ja asetusten avulla lietteiden raskasmetallipitoisuuksien vaikutusta kompostituotteiden hyötykäyttömahdollisuuksiin.

Tarkastelemani raskasmetallipitoisuudet eri paikkakuntien lietteistä poikkesivat paljon toisistaan. Tulosten luotettavuus ja johtopäätösten tekeminen aineistosta oli epäluotettavaa sen suppeuden takia. Ainoastaan Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamojen lietteistä oli tarpeeksi mittaustuloksia luotettavien johtopäätösten tekemiseen. Materiaalia kyseisistä paikoista oli yhdentoista vuoden ajalta. Lisäksi mittaustiheys oli neljä kertaa vuodessa, jolloin vuotuinen keskiarvo antoi luotettavan kuvan pitoisuuksien kehittymisestä. Orimattilasta, Myrskylästä ja Hämeenkoskelta oli kustakin yhteensä vain viisi mittaustulosta. Tästä johtuen raskasmetallipitoisuuksien kehittymistä ei voinut lyhyeltä aikaväliltä luotettavasti tulkita.

Mielestäni puhdistamolietteiden raskasmetallipitoisuuksien tilastointia kannattaisi jatkaa päivittämällä tutkimusraporteista saatuja tuloksia suoraan koontitaulukoihin. Tällöin työmäärä pysyisi pienenä ja jatkuvuus seurannassa parantuisi. Pitkäaikaisen ja säännöllisen seurannan avulla saataisiin todennäköisesti luotettavia tietoja raskasmetallipitoisuuksien kehittymisestä. Näiden tutkimustulosten avulla voitaisiin selvittää raskasmetallipitoisuuksien muutoksien syitä ja korjata mahdollisia ongelmakohtia.

LÄHTEET

Evira 2010. Lainsäädäntö [Viitattu 14.01.2011] Saatavissa:

http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely_ja_tuotanto/lannoitevalmisteet/lainsaadanto/

Hamilo, M. 2006. Kaikki koostuu atomeista. Helsingin-Sanomat [Viitattu 03.01.2011] Saatavissa:

<http://www2.hs.fi/extrat/teemasivut/tiedeluonto/alkuaineet/00.html>

Maaseutuvirasto 2010. Täydentävät ehdot. Viljelytapa ja ympäristöehdot. [Viitattu. 20.01.2011] Saatavissa:

http://www.mavi.fi/attachments/mavi/julkaisut/5ndBeR1Sg/taydentavat_ehdot_viljelytapa_ja_ymparistoehdot.pdf

Päijät-Hämeen Jätehuolto 2010. Kujalan komposti Oy [Viitattu 02.06.2010] Saatavissa: <http://www.phj.fi/jateasema/kujalankomposti.html>

Pöyry Environment Oy 2007. Lietteenkäsittelyn nykytila Suomessa ja käsittelymenetelmien kilpailukyky selvitys. [Viitattu 27.11.2010]. Saatavissa:

<http://www.sitra.fi/NR/rdonlyres/BFCEC181-4AD7-4B1A-B7B6-27045F8280FC/0/Lietteenk%C3%A4sittely.pdf>

Rantanen, P. Valve, M. Kangas, A. 2008. Lietteen loppusijoitus esiselvitys. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2008. [Viitattu 22.12.2010] Saatavissa:

<http://www.ymparistokeskus.fi/download.asp?contentid=80857&lan=fi>

Savolainen A. 2011. Toimitusjohtaja. Kujalan Komposti Oy. Haastattelu 09.01.2011.

Suomen Ympäristökeskus 2010. Jätevesipuhdistamojen liete [Viitattu 02.01.2011]

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=107357&lan=fi>

Suomen Ympäristökeskus 2009. Raskasmetallit [Viitattu 29.06.2010] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=1544>

Vihersaari, V. 2003. Puhdistamoliete fosforilannoitteena. Tutkimusraportti. Varsinais-Suomen agendatoimisto. [Viitattu 20.10.2010] Saatavissa: <http://www.turku.fi/public/default.aspx?nodeid=14349&uielementsiz=5>

Vihersaari, V. 2002. Puhdistamoliete-parasta pellolle. Tutkimusraportti. Varsinais-Suomen agendatoimisto. [Viitattu 18.10.2010] Saatavissa: <http://www.turku.fi/public/default.aspx?nodeid=14349&uielementsiz=5>

LAIT JA ASETUKSET:

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) 1774/2002. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:273:0001:0001:FI:PDF>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) 181/2006. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:029:0031:0034:FI:PDF>

Lannoitevalmisteasetus. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/28518-07012fil1.pdf>

Lannoitevalmistelaki 539/2006. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060539>

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 12/07. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/28518-07012fi.pdf>

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 13/07. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/28519-07013fi.pdf>

Maatalouden ympäristötuen sitoutumisehdot. Saatavissa:

http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5Glzzy7xW/SitehdotFI_08.pdf

Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 931/2000. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000931>

Valtioneuvoston asetus 362/2003. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030362>

Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä 282/1994.

Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940282>

Ympäristönsuojeluasetus 169/2000. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000169>

LIITTEET

LIITE 1: Raskasmetallien vuosittaiset keskiarvopitoisuudet kaikissa tarkasteltavissa kunnissa. Sinkin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet

LIITE 2: Nikkelin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet

LIITE 3: Lyijyn vuosittaiset keskiarvopitoisuudet

LIITE 4: Kuparin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet

LIITE 5: Kromin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet

LIITE 6: Kadmiumin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet

LIITE 7: Fosforin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet

LIITE 8: Elohopean vuosittaiset keskiarvopitoisuudet

LIITE 9: Kokonaistypen vuosittaiset keskiarvopitoisuudet

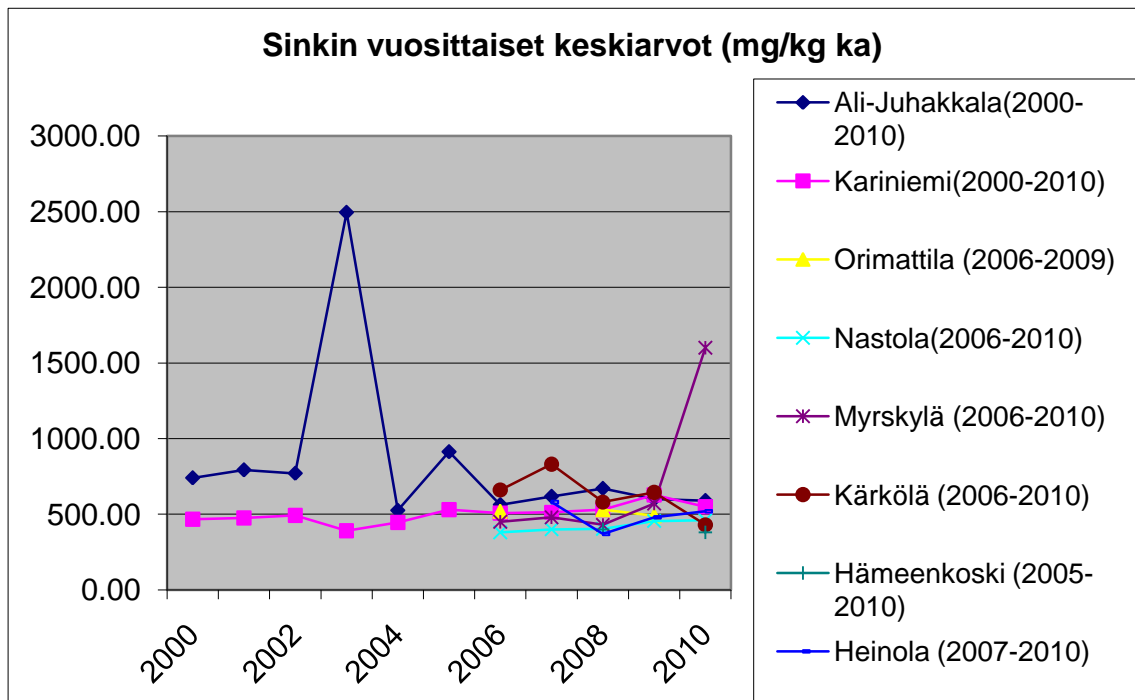
TAULUKKO 1. Kaikkien vuosien keskiarvopitoisuudet tarkasteltavissa kunnissa

Keskiarvot	Kuiva- aine	Hehkus- jäännös	pH lietteestä	Typpi, kokonais-	Elohopea, ICP-MS	Fosfori, ICP-OES	Kadmium , ICP-MS	Kromi, ICP-MS	Kupari, ICP-MS	Lyijy, ICP- MS	Nikkeli, ICP-MS	Sinkki, ICP-MS
	% / kg	g / kg		g N/kg ka	mg Hg/kg ka	g P/kg ka	mg Cd/kg ka	mg Cr/kg ka	mg Cu/kg ka	mg Pb/kg ka	mg Ni/kg ka	mg Zn/kg ka
Ali-Juhakkala(2000-2007)	0,25	489,11	7,11	37,75	0,51	36,05	0,58	58,77	410,45	32,14	59,52	843,18
Kariniemi(2000-2007)	0,29	472,74	6,99	43,20	0,61	33,43	0,51	50,39	417,27	19,34	32,25	502,50
Orimattila (2006-2009)	0,19				0,44		0,68	51,75		14,75		515,00
Nastola(2006-2010)	0,16	368,33	6,98	47,63	0,31	31,29	0,37	43,13	192,50	13,63	40,88	420,00
Myrskylä (2006-2010)	0,20	394,00	6,34	40,80	0,35	24,40	0,63	42,20	354,00	23,20	32,80	706,00
Kärkölä (2006-2010)	0,20	294,44	6,91	47,39	0,21	24,61	0,88	18,33	223,89	29,33	26,61	621,67
Hämeenkoski (2005-2010)	0,20	443,33	6,40	40,50	0,22	29,25	0,37	23,18	662,50	10,00	27,33	386,67
Heinola (2007-2010)	0,16	54,17	7,00	38,83	0,48	25,00	0,61	26,67	310,00	11,98	19,30	466,67

TAULUKKO 2. Sinkin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

Sinkki

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ali-Juhakkala(2000-2010)	740,00	792,5	770	2495,00	525	912,5	562,5	617,5	670	600	590
Kariniemi(2000-2010)	467,5	475	492,5	390	445	530	507,5	512,5	530	627,5	550
Orimattila (2006-2009)							520		530	490,00	
Nastola(2006-2010)							380	400	403,3333	455	460
Myrskylä (2006-2010)							450	480	430	570	1600
Kärkölä (2006-2010)							660	830	580	645	430
Hämeenkoski (2005-2010)									400		380
Heinola (2007-2010)								580	370	480	520



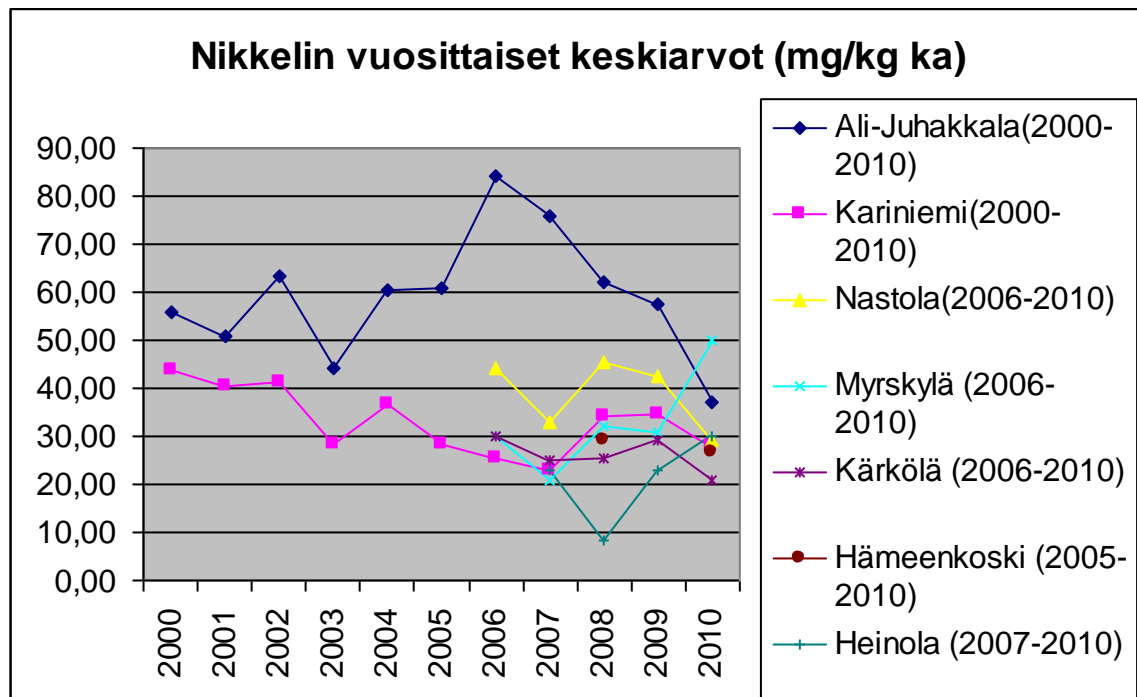
KUVIO 1. Sinkin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

TAULUKKO 1. Nikkelin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

Nikkeli

Ali-Juhakkala(2000-2010)
 Kariniemi(2000-2010)
 Orimattila (2006-2009)
 Nastola(2006-2010)
 Myrskylä (2006-2010)
 Kärkölä (2006-2010)
 Hämeenkoski (2005-2010)
 Heinola (2007-2010)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ali-Juhakkala(2000-2010)	55,75	51	63,5	44,00	60,25	60,75	84	75,75	62,25	57,5	37
Kariniemi(2000-2010)	43,75	40,5	41,25	28,25	36,75	28,5	25,25	23	34	34,5	28
Orimattila (2006-2009)											
Nastola(2006-2010)							44	33	45,33	42,5	29
Myrskylä (2006-2010)							30	21	32	31	50
Kärkölä (2006-2010)							30	25	25,5	29	21
Hämeenkoski (2005-2010)									29		26,5
Heinola (2007-2010)								23	8,4	23	30

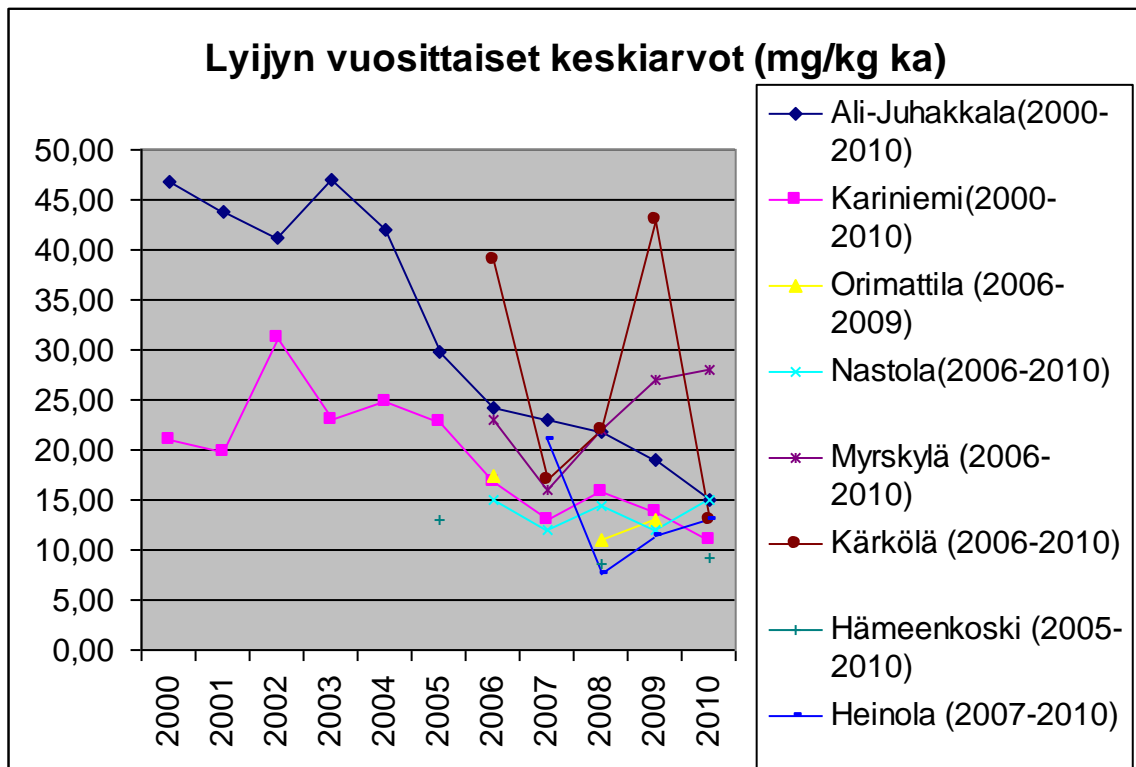


KUVIO 1. Nikkelin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

TAULUKKO 1. Lyijyn vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

Lyijy

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ali-Juhakkala(2000-2010)	46,75	43,75	41,25	47,00	42	29,75	24,25	23	21,75	19	15
Kariniemi(2000-2010)	21	19,75	31,25	23	24,75	22,75	16,75	12,98	15,75	13,75	11
Orimattila (2006-2009)							17,5		11	13,00	
Nastola(2006-2010)							15	12	14,33	12	15
Myrskylä (2006-2010)							23	16	22	27	28
Kärkölä (2006-2010)							39	17	22	43	13
Hämeenkoski (2005-2010)						13			8,6		9,2
Heinola (2007-2010)								21	7,6	11,35	13

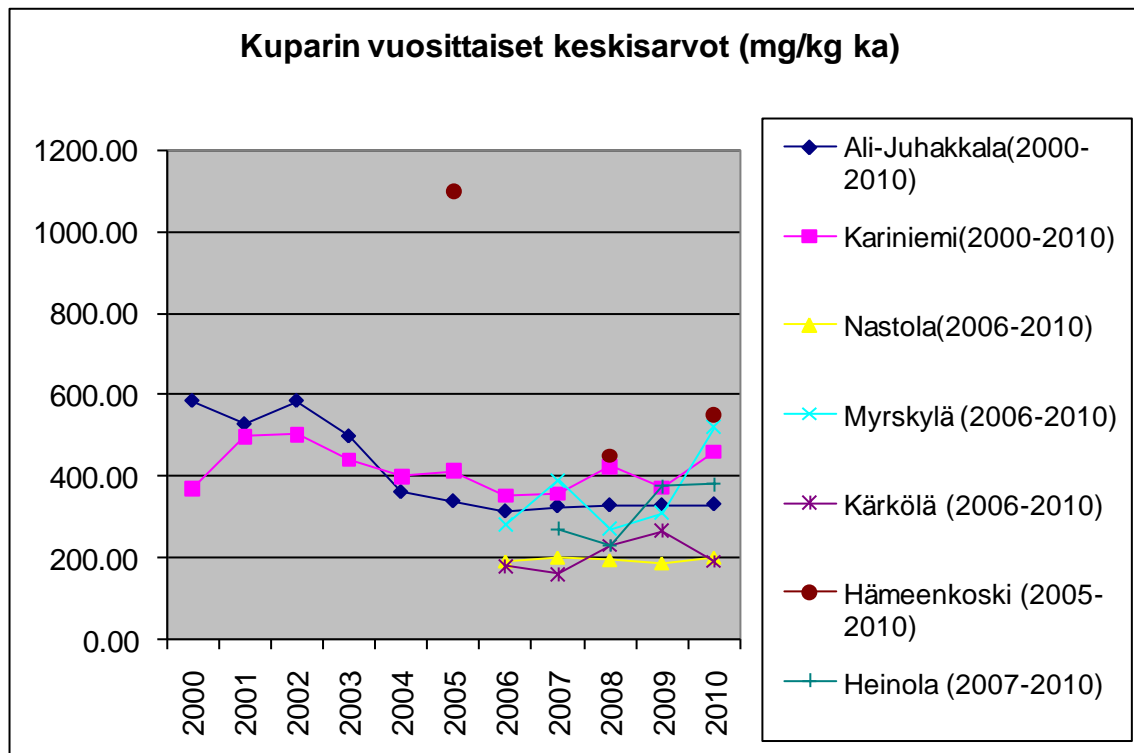


KUVIO 1. Lyijyn vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

TAULUKKO 1. Kuparin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

Kupari

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ali-Juhakkala(2000-2010)	585,00	527,5	585	497,50	360	337,5	312,5	325	327,5	327,5	330
Kariniemi(2000-2010)	370	497,5	502,5	440	400	412,5	352,5	357,5	425	372,5	460
Orimattila (2006-2009)											
Nastola(2006-2010)							190	200	193,33	185	200
Myrskylä (2006-2010)							280	390	270	310	520
Kärkölä (2006-2010)							180	160	230	265	190
Hämeenkoski (2005-2010)						1100			450		550
Heinola (2007-2010)								270	230	375	380

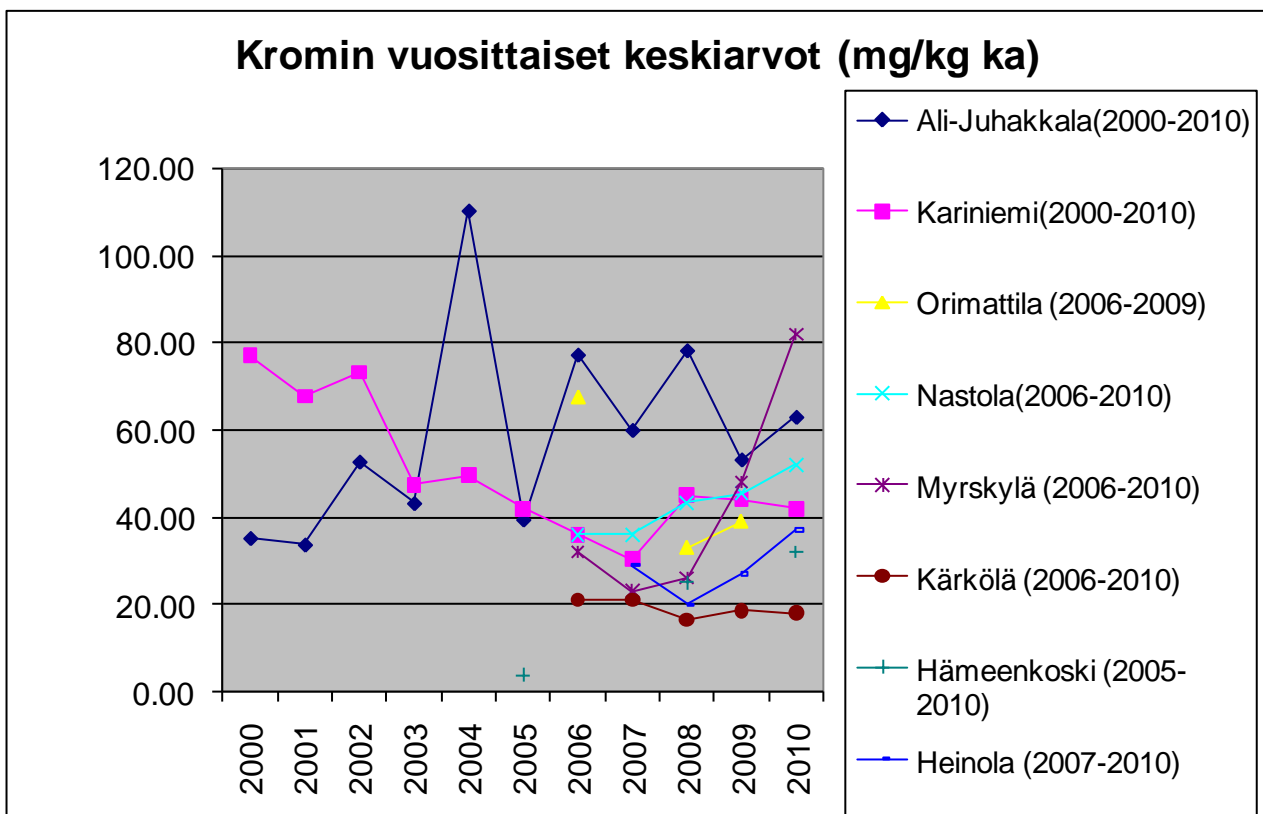


KUVIO 1. Kuparin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

TAULUKKO 1. Kromin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

Kromi

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ali-Juhakkala(2000-2010)	35,25	33,75	52,75	43,25	110,25	39,5	77,25	60	78,25	53,25	63
Kariniemi(2000-2010)	77	67,75	73,25	47,5	49,5	42	36	30,25	45	44	42
Orimattila (2006-2009)							67,5		33	39,00	
Nastola(2006-2010)							36	36	43,33	45,5	52
Myrskylä (2006-2010)							32	23	26	48	82
Kärkölä (2006-2010)							21	21	16,5	18,5	18
Hämeenkoski (2005-2010)						3,7			25		32
Heinola (2007-2010)								29	20	27	37

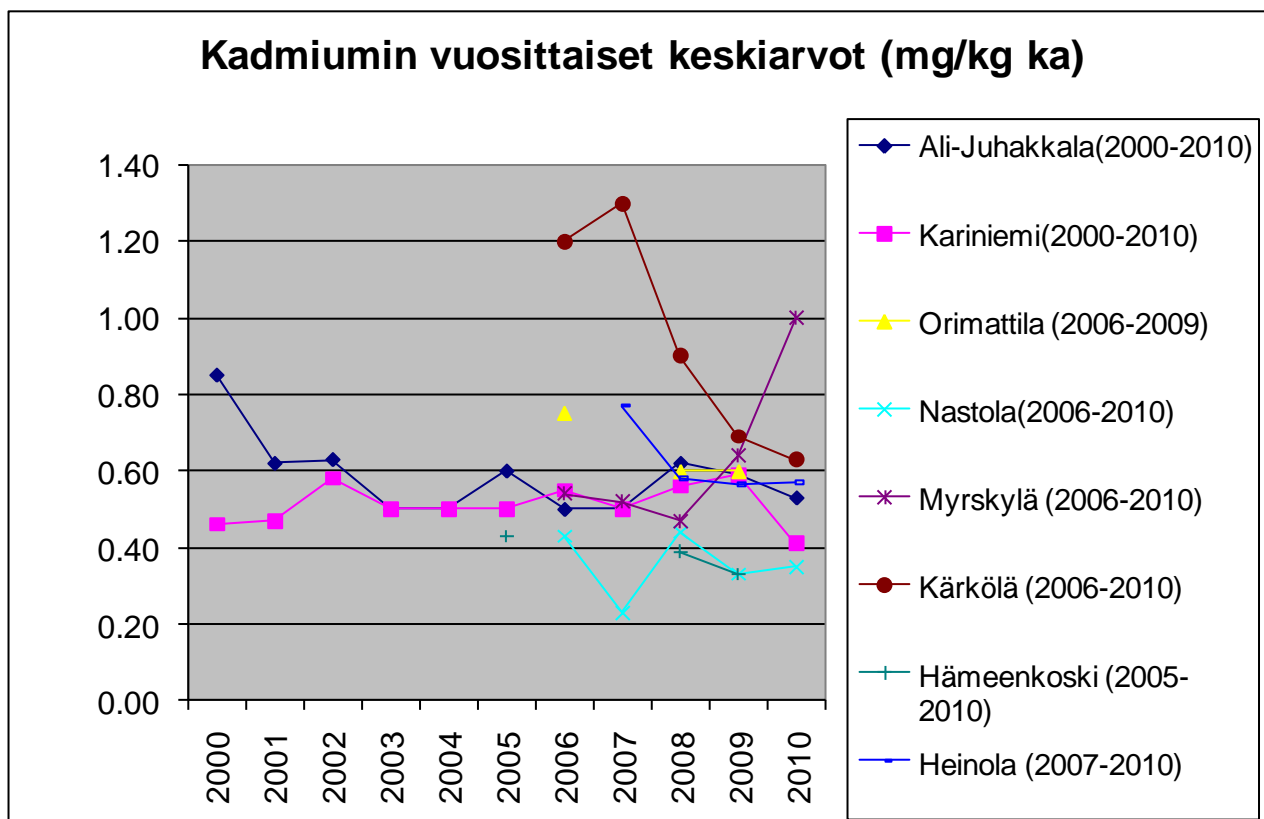


KUVIO 1. Kromin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

TAULUKKO 1. Kadmiumin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

Kadmium

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ali-Juhakkala(2000-2010)	0,85	0,62	0,63	0,50	0,5	0,6	0,5	0,5	0,62	0,59	0,53
Kariniemi(2000-2010)	0,46	0,47	0,58	0,5	0,5	0,5	0,55	0,5	0,56	0,59	0,41
Orimattila (2006-2009)							0,75		0,6	0,60	
Nastola(2006-2010)							0,43	0,23	0,44	0,33	0,35
Myrskylä (2006-2010)							0,54	0,52	0,47	0,64	1
Kärkölä (2006-2010)							1,2	1,3	0,9	0,69	0,63
Hämeenkoski (2005-2010)						0,43			0,39	0,33	
Heinola (2007-2010)								0,77	0,58	0,565	0,57



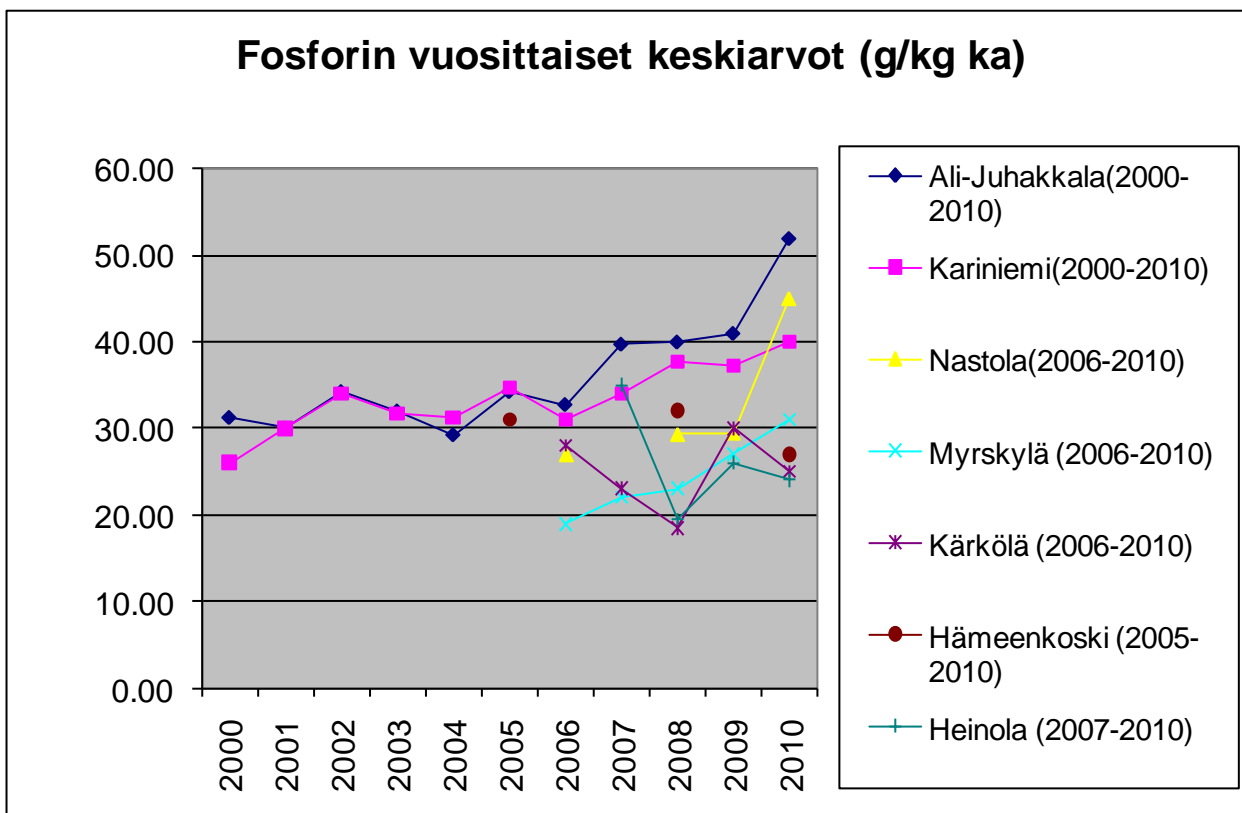
KUVIO 1. Kadmiumin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

LIITE 7

TAULUKKO 1. Fosforin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (g/kg ka)

Fosfori

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ali-Juhakkala(2000-2010)	31,25	30	34,25	32,00	29,25	34,25	32,75	39,75	40	41	52
Kariniemi(2000-2010)	26	30	34	31,75	31,25	34,75	31	34	37,75	37,25	40
Orimattila (2006-2009)											
Nastola(2006-2010)							27		29,33	29,5	45
Myrskylä (2006-2010)							19	22	23	27	31
Kärkölä (2006-2010)							28	23	18,5	30	25
Hämeenkoski (2005-2010)						31			32		27
Heinola (2007-2010)								35	19,5	26	24



KUVIO 1. Fosforin vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (g/kg ka)

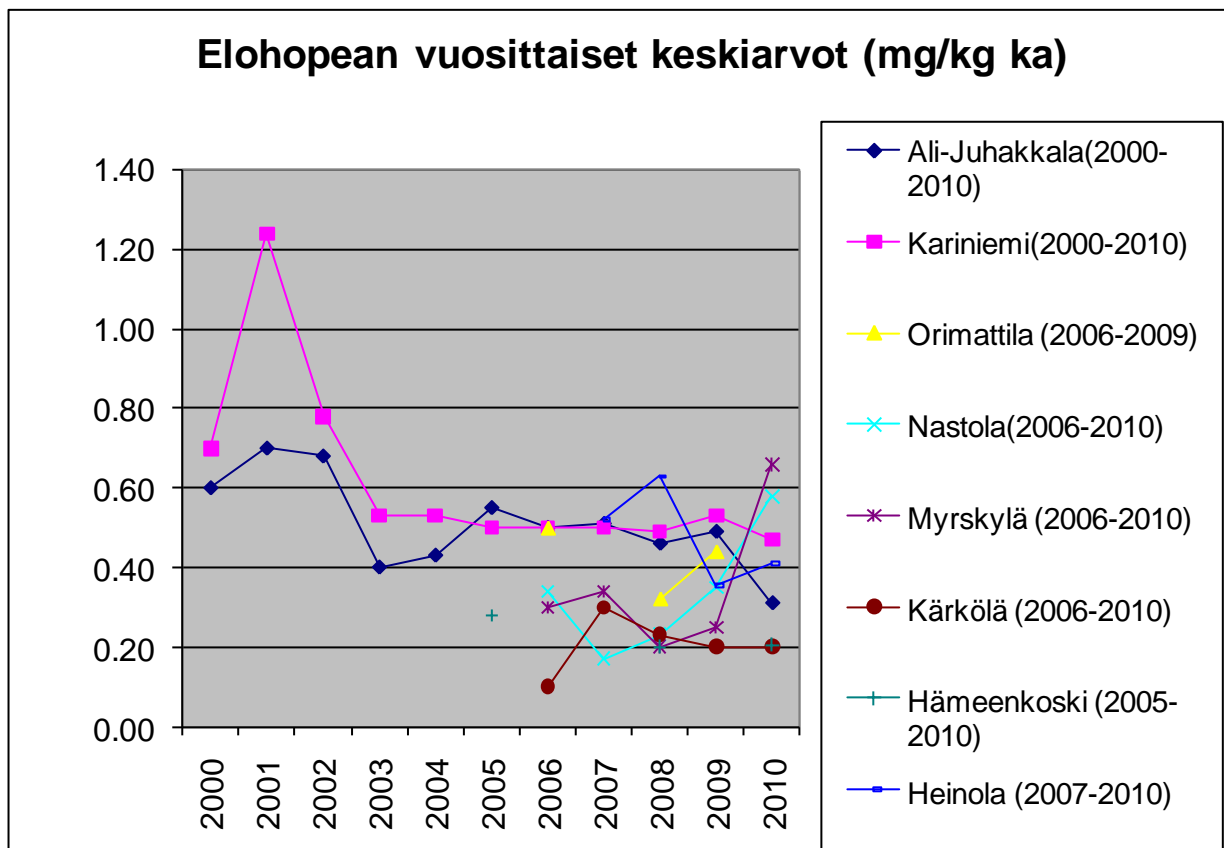
LIITE 8

TAULUKKO 1. Elohopeen vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

Elohoepa

Ali-Juhakkala(2000-2010)
 Kariniemi(2000-2010)
 Orimattila (2006-2009)
 Nastola(2006-2010)
 Myrskylä (2006-2010)
 Kärkölä (2006-2010)
 Hämeenkoski (2005-2010)
 Heinola (2007-2010)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ali-Juhakkala(2000-2010)	0,60	0,7	0,68	0,40	0,43	0,55	0,5	0,51	0,46	0,49	0,31
Kariniemi(2000-2010)	0,7	1,24	0,78	0,53	0,53	0,5	0,5	0,5	0,49	0,53	0,47
Orimattila (2006-2009)							0,5		0,32	0,44	
Nastola(2006-2010)							0,34	0,17	0,23	0,35	0,58
Myrskylä (2006-2010)							0,3	0,34	0,2	0,25	0,66
Kärkölä (2006-2010)							0,1	0,3	0,23	0,2	0,2
Hämeenkoski (2005-2010)						0,28			0,2		0,205
Heinola (2007-2010)								0,52	0,63	0,355	0,41



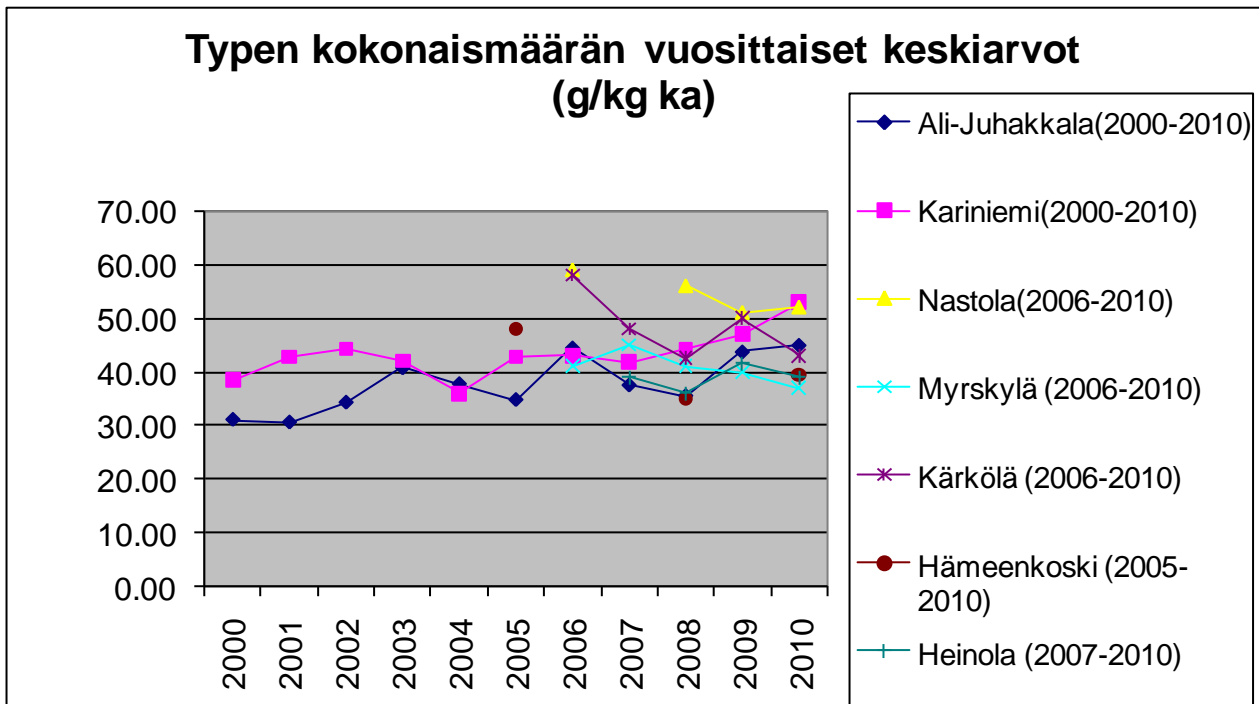
KUVIO 1. Elohopean vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (mg/kg ka)

LIITE 9

TAULUKKO 1. Kokonaistypen vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (g/kg ka)

Kokonaistyyppi

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ali-Juhakkala(2000-2010)	31,00	30,5	34,25	40,75	37,75	34,75	44,5	37,5	35,5	43,75	45
Kariniemi(2000-2010)	38,5	42,75	44,25	42	36	42,75	43	41,75	44,25	47	53
Orimattila (2006-2009)											
Nastola(2006-2010)							59		56	51	52
Myrskylä (2006-2010)							41	45	41	40	37
Kärkölä (2006-2010)							58	48	42,5	50	43
Hämeenkoski (2005-2010)						48			35		39,5
Heinola (2007-2010)								39	36	41,5	39



KUVIO 1. Kokonaistypen vuosittaiset keskiarvopitoisuudet (g/kg ka)

