



**SELVITYS LEHTONIEMEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON JÄTEVESI-
LIETTEEN LOPPUKÄYTTÖ- JA LOPPUSIJOITUSMAHDOLLISUUKSIS-
TA**

Opinnäytetyö

Martti Maljanen

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Vesi- ja ympäristötekniikka

SAVONIA- AMMATTIKORKEAKOULU**Tekniikka, Kuopio****OPINNÄYTETYÖ****Tiivistelmä**

Koulutusohjelma: Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Vesi- ja ympäristötekniikka

Työn tekijä: Martti Maljanen

Työn nimi: Selvitys Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon jätevesilietteen hyötykäyttö- ja loppusijoitusmahdollisuuksista

Päiväys: 8.11.2010

Sivumäärä: 52

Ohjaajat: Yliopettaja Pasi Pajula, Suunnittelupäällikkö Marja Stjerna

Työyksikkö / projekti:

Tiivistelmä:

Työn aiheena oli Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon jätevesilietteen hyötykäyttö- ja loppusijoitusmahdollisuuksien selvittäminen. Tavoitteena oli selvittää hyötykäyttöpaikkoja ja – muotoja Lehtoniemen jätevesiliettele ja työn lähtökohtana oli nykyisen loppusijoituskohteen häiriöön varautuminen. Tämän hetkinen hyötykäyttöpaikka on Yara Suomi Oy:n läjitysalueiden maisemointi, jolla pyritään mm. rikastushiekan pölyämisen estämiseen. Lehtoniemen jäteveden puhdistamo tuottaa noin 8 000 m³ sijoitettavaa jätevesilietettä vuodessa ja toimintahäiriö loppusijoituksessa merkitsisi suuria ongelmia sujuvan toiminnan kannalta.

Työssä on selvitetty puhdistamon nykyinen prosessi, mahdolliset uudet prosessit ja mahdolliset hyötykäyttömahdollisuudet. Lisäksi on tarkasteltu jätevesilietettä koskevaa lainsäädäntöä ja ohjeistusta. Selvitys tehtiin etsimällä Lehtoniemen puhdistamon lietteelle hyötykäyttömahdollisuuksia, joista epäsoivat karsittiin vaiheittain pois. Karsinnassa käytettiin arvostelumenetelmää. Arvosteltavat kategoriat olivat vaikutus ympäristöön, tekninen toteutettavuus, lopputuotteen menekki sekä tulevaisuuden reagoitukyky. Kategoriat pisteytettiin, pisteet summattiin ja valittiin paras lopputuote.

Parhaaksi hyötykäyttömuodoksi osoittautui nykyinen käyttö, jonka lisäksi liete prosessia kehitettäisiin siten, että liete voitaisiin käyttää myös maanparannusaineena. Tällainen jätevesilietteen hyötykäyttö on teknisesti ja taloudellisesti järkevää.

Avainsanat: jätevesiliete, loppusijoitus, lainsäädäntö, maanparannus

Julkinen Salainen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**University of applied sciences Kuopio****THESIS****Abstract**

Degree Programme: Degree Programme in Environmental Technology

Option: Water and Environmental Technology

Author: Martti Maljanen

Title of Thesis: Possibilities of wastewater sludge disposal and its beneficial use at Lehtoniemi wastewater treatment plant

Date: 8 November 2010

Pages: 52

Supervisor: Mr Pasi Pajula, Senior lecturer, Ms Marja Stjerna, Chief of planning

Contact persons:

Abstract:

The aim of this thesis was to find out beneficial usages for the sludge from Lehtoniemi wastewater treatment plant. The starting point of this thesis was to prepare a wastewater sludge treatment process for the future. The present disposal method is to landscape the tailing areas at Yara Suomi Oy mine. The research contains the legislation of wastewater sludge, the present process of the treatment plant and the possible utilization of wastewater sludge.

First, the possible disposal methods for wastewater sludge were searched. The methods were then screened to find the best possibilities of the group. The screening was carried out by reviewing the different categories of the sludge. The categories were impact on nature, technical implementation, market of the finish product and response capability for the future.

The best utilization method proved to be the present disposal method upgraded with a possibility to process the sludge into a soil conditioner. This kind of usage is technically and economically sound.

Keywords: wastewater sludge, disposal, legislation, amelioration

Public Secure

Sisältö

1. JOHDANTO	6
2. LIETTEEN HYÖTYKÄYTTÖÄ JA LOPPUSIJOITUSTA OHJAAVA LAINSÄÄDÖNTÖ JA OHJEISTUS	7
2.1 Lainsäädäntö	7
2.1.1 Lainsäädäntö pääpiirteittäin	7
2.1.2 Jätelaki pääpiirteittäin	7
2.1.3 Lannoitevalmistelaki pääpiirteittäin	9
2.2 Paikalliset määräykset	13
2.2.1 Kuopion kaupungin ympäristönsuojelumääräykset	13
2.2.2 Kuopion kaupungin yleiset jätehuoltomääräykset.....	13
2.3 Jätevesilietteen hyötykäyttöä koskeva ohjeistus	13
2.3.1 Valtakunnalliset ohjeet ja suositukset	13
2.3.2 Maanviljelyn ympäristötukijärjestelmä	14
2.3.3 Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015.....	15
2.3.4 Mielipiteiden ja mielikuvien vaikutus	16
2.3.5 Lietteen kuljetusmatkat	16
3. LEHTONIEMEN PUHDISTAMON JÄTEVEDEN JA LIETTEEN KÄSITTELY	17
3.1 Vesiprosessi	18
3.2. Lieteprosessi	19
3.2.1 Sakeutus	20
3.2.2 Mädätys.....	21
3.2.3 Lietteen kuivatus	21
3.2.4 Rejektiviesien käsittely.....	22
3.3 Biokaasuprosessi	23
3.4 Lietteen laatu ja valvonta	23
3.5 Lietteen käsittelyyn ja laatuun vaikuttavat muutokset	24
3.5.1 Lehtoniemen ympäristölupa.....	24
3.5.2 Väestönkasvu, kaavoitus ja liittyvät alueet	25
3.6 Lehtoniemen puhdistamolietteen hyötykäytön nykytilanne	26
4. VAIHTOEHTOVERTAILU LIETTEENKÄSITTELYMENETELMISTÄ JA MAHDOLLISUUKSISTA	28
4.1 Hyötykäyttö- ja loppusijoitusmahdollisuudet	28
4.1.1 Maanparannustuotteeksi jalostaminen	28
4.1.2 Puhdistamon lietteenkäsittelyn ulkoistaminen	35
4.1.3 Puhdistamolietteen polttaminen.....	36
4.2 Lietteen loppusijoituksen ja hyötykäytön mahdollisuudet Lehtoniemen puhdistamolla	37

4.2.1 Yara Suomi Oy	37
4.2.2 Yara Suomi Oy ja lietteen käsittelyn kehittäminen.....	38
4.2.3 Lietteiden sijoittaminen useaan eri käyttötarkoitukseen	38
4.3 Lietteiden käsittelyn prosessivaihtoehdot Lehtoniemessä	39
4.3.1 Lisättävien jätevesilietteiden käsittelyprosessien kuvaukset	40
4.3.2 Ketjut 2-4 – Kehitetty prosessi	43
4.3.3 Ketjut 5-6 - Viherrakentaminen	45
4.4 Tuotteiden vertailu.....	45
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	47
LÄHTEET	48

1. JOHDANTO

Yhteiskuntien jäteveden puhdistuksessa syntyy jätevesilietettä. Jätevesilietteen käsittely ja hyötykäyttö on yksi vesihuollon haasteista. Laki, tekninen toteutettavuus, hyötykäyttöpotentiaali ja kustannukset asettavat kehykset missä jätevesilietteen loppusijoitus täytyy toteuttaa. Lietteessä on orgaanista ainetta ja ravinteita sekä bakteereita, viruksia ja raskasmetalleja. Lietteen käsittelyssä pyritään hygieenisen laadun parantamiseen, stabilointiin sekä loppusijoituksen mukaisten ominaisuuksien saavuttamiseen.

Kuopion Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo palvelee noin 80 000 asukasta ja monia teollisuuden toimijaa, erityisesti elintarviketeollisuutta. Puhdistamon lopputuotteena syntyy noin 8 000 m³ jätevesilietettä vuodessa. Toiminnan sujuvan jatkumisen edellytyksenä on lietteen ohjaaminen hyötykäyttöön tai loppusijoitukseen. Yhdyskuntien jätevesilietteessä on paljon hyödynnettävää ja siten sen sijoittaminen hyötykäyttöön on kestäväkehityksen kannalta järkevää. Jäte- ja lannoitevalmistelaki yhdessä paikallisten määräysten kanssa asettavat rajat joiden sisällä lietteen käsittely ja käyttö tapahtuu.

Työn tavoitteena on selvittää Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon jätevesilietteen hyötykäyttömahdollisuuksia. Mahdollisuuksien selvittämiseksi työssä tutustutaan lietteeseen koskevaan lainsäädäntöön ja määräyksiin sekä tutustutaan Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon nykyiseen prosessiin ja lietteen käsittelyyn sekä sijoittamiseen. Tietojen pohjalta on muodostettu ratkaisumalleja lietteen käsittelyn ja sijoittamisen kehittämiseksi. Selvityksessä on tarkasteltu ja vertailtu teknisesti ja taloudellisesti järkeviä vaihtoehtoja.

Kappaleessa kaksi käydään läpi lietteen käyttöä säättävät lait ja määräykset. Kappaleessa kolme on esitelty Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon prosessit sekä lietteen hyötykäytön nykytilanne. Tässä kappaleessa tarkastellaan myös nykyisellä prosessilla saatavan lietteen laatua sekä lietteen laatuun vaikuttavia muutoksia. Kappale neljä kertoo lietteen käsittely- ja loppukäyttömahdollisuuksista. Kappale viisi sisältää johtopäätökset.

2. LIETTEEN HYÖTYKÄYTTÖÄ JA LOPPUSIJOITUSTA OHJAAVA LAINSÄÄDÖNTÖ JA OHJEISTUS

2.1 Lainsäädäntö

2.1.1 Lainsäädäntö pääpiirteittäin

Keskeisimmät puhdistamolietteen hyödyntämistä ja käsittelyä ohjaavat lait ovat jätelaki (1072/1993), lannoitevalmistelaki (539/2006) sekä niiden nojalla annetut säädökset. Lainsäädännön yleisenä ja ensisijaisena tavoitteena on ohjata hyötykäyttöön ja määritellä sen edellytykset. Jätelain mukaan puhdistamoliete voidaan hyödyntää aineena tai energiana. Aineena hyödyntäminen on ensisijaista. Lannoitevalmistelain mukaan puhdistamoliete voidaan nähdä lannoitevalmisteen raaka-aineena. Myös loppusijoitus kaatopaikoille on mahdollista jos hyötykäyttö on jostain syystä estynyt. (Kangas 2008; Blauberg 2008).

Puhdistamolietteen hyötykäyttöä ja loppusijoitusta koskevia keskeisiä lakeja ja asetuksia ovat

- Jätelaki 1072/1993
 - Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä 282/1994
 - Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997
 - Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 362/2003
- Lannoitevalmistelaki 539/2006
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 12/07 ja 13/07.

Lainsäädännön ohella puhdistamolietteen käyttöä ja käsittelyä koskevia velvoittavia määräyksiä voi sisältyä paikallisiin kuntatason määräyksiin. Lisäksi asiaan voivat vaikuttaa valtakunnalliset ohjeet ja suositukset sekä paikalliset ympäristötekijät.

2.1.2 Jätelaki pääpiirteittäin

Jätelain (1072/1993) tavoitteena on edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä ehkäistä jätteistä aiheutuvaa vaaraa tai haittaa terveydelle ja ympäristölle. Jätelaissa tarkoitetaan jätteellä ainetta tai esinettä, joka on poistettu käytöstä. Jätteen tuottajaksi määritellään taho, jonka toiminta aiheuttaa jätteitä. Jätelaki on tärkeä puhdistamoliet-

teen hyötykäytön ja käsittelyn kannalta, sillä puhdistamoliete kuuluu lain piiriin. Puhdistamoliete on jätelain näkökulmasta ainetta, joka on poistettu käytöstä. Lain mukaan jäte ja siten myös puhdistamoliete voidaan hyödyntää

- aineena tai
- energiana tai
- loppusijoittaa. (Jätelaki L 1072/1993)

Puhdistamolietteen hyötykäyttö aineena

Puhdistamoliete voidaan hyötykäyttää aineena maataloudessa, jos se täyttää jätelain nojalla annetun valtioneuvoston päätöksen puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä (282/1994) asettamat vaatimukset. Aineena käyttöä säätelee myös lannoitevalmistelaki. Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä tähtää lietteen turvalliseen ja asianmukaiseen lannoitekäyttöön. Haitat ympäristölle ja terveydelle pyritään estämään. Päätöstä sovelletaan yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoissa syntyvän tai muun vastaavan tyyppisen lietteen tai siitä valmistetun lieteseoksen käyttöön maataloudessa. Päätöksessä asetetaan rajoituksia mm. raskasmetallimäärille ja asetetaan vaatimuksia maaperän viljavuustutkimuksille. Taulukossa 1 on esitettyä viljelymaan ja lieteseoksen raaka-aineen suurimmat sallitut raskasmetallipitoisuudet sekä -kuormitukset. Yksikkö mg/kg ka tarkoittaa kuinka paljon ko. ainetta on kilogrammassa kuiva-ainetta. (Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä VNp 282/1994)

Taulukko 1 Valtioneuvoston päätöksen 282/1994 mukaisia enimmäisarvoja raskasmetalleille (Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maataloudessa VNp 282/1994)

Raskasmetalli	Viljelymaan suurimmat sallitut pitoisuudet, mg/kg ka	Suurin sallittu raskasmetallikuormitus, g/ha-a	Lieteseoksen raaka-aine lietteen suurimmat sallitut pitoisuudet, mg/kg ka
Kadmium (Cd)	0,5	1,5	3,0
Kromi (Cr)	200	300	300
Kupari (Cu)	100	600	600
Elohopea (Hg)	0,2	1,0	2,0
Nikkeli (Ni)	60	100	100
Lyijy (Pb)	60	100	150
Sinkki (Zn)	150	1500	1500

VNp (282/1994) määrittelee puhdistamolietteen mahdolliset käyttökohteet. Puhdistamolietettä saa päätöksen mukaan käyttää vain viljelymailla, joissa kasvatetaan viljaa,

sokerijuurikasta tai öljykasveja tai sellaisia kasveja, joita ei käytetä ihmisten ravinnoksi tai eläinten rehuksi. Nurmelle lietettä saa käyttää, jos liete mullataan huolellisesti ja nurmi perustetaan suojaviljan kanssa. Lietteen käytöstä seuraa 5 vuoden varmuusaika, jonka aikana viljelymaalla ei saa viljellä perunaa, juureksia ja vihanneksia. (Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maataloudessa VNp 282/1994)

Puhdistamolietteen hyötykäyttö energiana

Lietteen käytöstä energiana on säädetty jätelain nojalla annetussa valtioneuvoston asetuksessa jätteen polttamisesta (362/2003). Päätöksessä määrätään mm. lietteen poltto-olosuhteista. Pohjatuhkan orgaanisen hiilen kokonaismäärän tulee olla alle 3 % tai hehkutushäviön alle 5 % kuivapainosta. Lietteen polttamisesta syntyville päästöille veteen ja ilmaan on lisäksi asetettu rajoituksia. (Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta A 362/2003)

Lietteen polttolaitoksen rakenteelle ja toiminnalle on myös VNp 262/2003 asetettu vaatimuksia. Palotapahtumassa savukaasun lämpötilan tulee nousta epäedullisimminkin tilanteessa vähintään kahdeksi sekunniksi 850 C^o:seen. Lietteen polttolaitoksella tulee olla jatkuvatoimiset savukaasun koostumusta tarkkailevat mittalaitteet. Tarkkailtavia yhdisteitä ovat mm. typenoksidit, hiilimonoksidit, hiukkasten kokonaismäärä, orgaanisen hiilen kokonaismäärä, suolahappo, fluorivety ja rikkidioksidi. Päätöksessä asetetaan lisäksi valvontavelvoitteita myös muille polttoprosessin muuttujille, esim. savukaasun lämpötilalle ja happipitoisuudelle. Pohjatuhka on sijoitettava kaatopaikalle. (Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta A 362/2003)

Puhdistamolietteen loppusijoittaminen kaatopaikoille

Jätelain nojalla annettu valtioneuvoston päätös kaatopaikoista (861/1997) säätelee puhdistamolietteen sijoitusta kaatopaikoille. Päätöksen mukaan kaatopaikalle saa sijoittaa jätettä (lietettä), joka on esikäsitelty siten, että se ei käsittelyn jälkeen aiheuta haittaa ympäristölle tai terveydelle. Lisäksi edellytyksenä on, että jätteen, siis myös lietteen, biohajoavasta materiaalista on otettu talteen suurin osa. Kaatopaikan ympäristölupa ja ylläpitäjän linjaukset vaikuttavat myös asiaan. (Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista VNp 861/1997)

2.1.3 Lannoitevalmistelaki pääpiirteittäin

Lannoitevalmistelain (539/2006) tavoitteena on edistää turvallisten ja kasvintuotantoon sopivien lannoitevalmisteiden tarjontaa. Laki pyrkii takaamaan elintarvikkeiden ja ympäristön sekä kasvintuotannon laadun. Tätä lakia sovelletaan lannoitevalmisteiden

raaka-aineiden tuotantoon, markkinoille saattamiseen, käyttöön, kuljettamiseen, maahantuontiin ja maastavientiin. Puhdistamoliete kuuluu lannoitevalmistelain piiriin jos sitä aiotaan käyttää lannoitevalmistelain määrittelemässä tarkoituksessa lannoitevalmisteen raaka-aineena. Lakia sovelletaan myös, jos lietettä käytetään raaka-aineena omaan käyttöön tulevaan lannoitevalmisteseen. (Lannoitevalmistelaki L 539/2006)

Maanparannusaineet kuuluvat lannoitevalmistelaisissa tarkoitettuihin lannoitevalmisteesiin. Lain mukaan lannoite on aine tai valmiste, joka on tarkoitettu edistämään kasvien kasvua tai parantamaan sadon laatua ja jonka vaikutus perustuu ravinteisiin taikka muihin hyödyllisiin aineisiin. Puhdistamolietteen sisältämät ravinteet ja hivenaineet edistävät kasvien kasvamista. Maanparannusaineeksi määritellään puolestaan aine, jolla on maahan lisättäessä ominaisuuksia jotka ylläpitävät tai parantavat maan fyysisiä ominaisuuksia tai lisäävät maan biologista toimintaa. Puhdistamolietteistä voidaan valmistaa esimerkiksi maanparannuskompostia, joka on lannoitevalmistelain liitteen I mukainen maanparannusaine. (Lannoitevalmistelaki L 539/2006)

Lannoitevalmistelain mukaan valmisteen on oltava tasalaatuista, turvallista ja käyttötarkoitukseensa sopivaa. Valmisteen tulee täyttää myös muut lain vaatimukset sekä muiden asiaa koskevien asetusten vaatimukset. Lannoitevalmisteen raaka-aineena käytettävä puhdistamoliete tulee siis käsitellä siten, että edellä olevat ehdot täyttyvät, jos sitä käytetään maanparannus- tai lannoitustarkoitukseen. Ympäristölle ja kasveille, ihmisille ja eläimille aiheutuvan vaaran ehkäisemiseksi lannoitevalmiste ei saa sisältää merkittävää määrää haitallisia aineita, tuotteita tai eliöitä. Raaka-aineiden tulee olla turvallisia. Lisäksi toiminnanharjoittajalta vaaditaan asianmukaista laitteistoa ja kalustoa lannoitevalmisteen valmistusta ja kuljetusta varten. Vain tyyppinimen omaavat lannoitevalmisteen tyypit ovat markkinoille saattamis- ja maahan tuonti kelpoisia. Tyyppinimiluetteloon voidaan lisätä uusi tyyppinimi, jos aine täyttää lannoitevalmistelain yleiset vaatimukset. Hakemukset käsittelee Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira). Markkinoille saatettavat lannoitevalmisteen tyypit tarvitsevat tuoteselosteen. Toiminnanharjoittajan tulee lisäksi pitää kirjaa toiminnastaan. (Lannoitevalmistelaki L 539/2006)

Lannoitevalmistelain liitteistä löytyy tyyppinimiluettelo, yleiset vaatimukset ja tuoteselosteeseen liittyvät määräykset. Liitteiden yleiset vaatimukset täyttävät lannoitevalmisteen tyypit voivat saada Eviran hyväksynnän. Tyyppinimiluettelossa esitettynä tyyppinimikohtaisesti valmistusmenetelmä ja siihen liittyvät vaatimukset ja käyttörajoitukset. Luettelossa on tyyppinimikohtaisesti myös ravinteiden ja muiden aineiden vä-

himmäispitoisuudet sekä tuoteselosteessa ilmoitettavat asiat. (Lannoitevalmistelaki L 539/2006)

Valmisteiden yleiset vaatimukset koskevat raskasmetallipitoisuuksia, taudinaiheuttajia sekä epäpuhtauksia esimerkiksi rikkakasvinsiemeniä. Taudinaiheuttajia ovat esimerkiksi *Salmonella*, *Escherichia coli* ja kasvitaudeista keltaperuna-ankeroinen, juuripolttesieni ja perunasyöpä. *Escherichia coli* toimii indikaattoribakteerina. Puhdistamolietteessä on normaalisti sekä *Salmonellaa* että *E.colia*. Myös roskien määrille on asetettu rajoituksia. Yleiset vaatimukset on esitettyinä taulukossa 2. (Lannoitevalmistelaki L 539/2006)

Taulukko 2. Lannoitevalmistelain liitteen IV mukaiset yleiset laatuvaatimukset. (Lannoitevalmistelaki L 539/2006)

Haitalliset metallit			
Alkuaine		Enimmäispitoisuus	Metsätaloudessa sellaisenaan lannoitevalmisteena käytettävissä sivutuotteessa enimmäispitoisuus
Arseeni (As)	mg/kg-ka	25	30
Elohopea (Hg)	mg/kg-ka	1,0	1,0
Kadmium (Cd)	mg/kg-ka	1,5	15
Kromi (Cr)	mg/kg-ka	300	300
Kupari (Cu)	mg/kg-ka	600	700
Lyijy (Pb)	mg/kg-ka	100	150
Nikkeli (Ni)	mg/kg-ka	100	150
Sinkki (Zn)	mg/kg-ka	1500	4500
Taudinaiheuttajat ja muut mikro-organismit			
Taudinaiheuttaja/indikaattori		Enimmäismäärä	
<i>Salmonella</i>		Ei todettavissa 25 g näytettä	
<i>Escherichia coli</i>		1000 pmy/g	
Juuripoltesieni mm. <i>Fusarium</i>		Ei todettavissa taimituotannossa käytetyissä kasvu-alustoissa	
Epäpuhtaudet			
Epäpuhtaus		Enimmäismäärä	
Rikkakasvinsiemenet			
Lannoitteet ja kalkitusaineet		Ei todettavissa	
Pakatut maanparannusaineet ja kasvualustat		2 itänyttä litrassa	
Pakkaamattomat maanparannusaineet ja kasvualustat		5 itänyttä litrassa tai tuoteselosteessa maininta ”tuote sisältää tuulilevitteisiä rikkakasvinsiemeniä”	
Roskat (lasi, metalli, muovi ja kivet)		0,2 % tuorepainosta	
Pakatut tuotteet		0,5 % tuorepainosta	
Pakkaamattomat			
Hukkakaura		Ei todettavissa	
Kasvin osat		Tuotteessa ei saa olla eläviä juuria, juurakoita tai muita kasvulliseen lisääntymiseen liittyviä osia.	

2.2 Paikalliset määräykset

2.2.1 Kuopion kaupungin ympäristönsuojelumääräykset

Ympäristön suojelulain (86/2000) 19 §:n nojalla annettujen ympäristönsuojelumääräyksien tavoitteena on paikallisten olosuhteiden puitteissa ehkäistä ympäristön pilaantuminen. Kuopion kaupungin ympäristönsuojelumääräyksissä on asetettu rajoituksia jätevesilietteen käytölle. Jätevesilietteen käyttö on kokonaan kielletty vedenhankinnan kannalta tärkeillä ja vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla. Tämä pätee myös metsälannoitukseen. Myös vedenhankinnan kannalta tärkeiden vesistöjen valuma-alueilla jätevesilietteen käyttöä on rajoitettu. Kaivojen ja lähteiden ympärille on jätettävä vähintään 30 metrin suojavyöhyke. Kuopiossa on 14 vedenhankinnan kannalta tärkeää aluetta ja 1 vedenhankintaan soveltuva alue sekä 2 vedenhankinnan kannalta tärkeää vesistöä, joille on määritelty valuma-alue. (Kuopion kaupungin ympäristönsuojelumääräykset –ehdotus 2006)

2.2.2 Kuopion kaupungin yleiset jätehuoltomääräykset

Jätelain nojalla annettujen jätehuoltomääräysten tavoitteena on paikalliset olosuhteet huomioonottaen edistää turvallista ja kestävästä jätehuollosta. Kuopion kaupungin yleisissä jätehuoltomääräyksissä on annettu määräyksiä jätteen kuljettamisesta. Jätteet, siis myös puhdistamolietteet, on kuljetettava ja kuormattava siten, että terveydelle tai ympäristölle ei aiheudu haittaa. Lietteen kuljetuksesta saattaa aiheutua hetkellistä hajua. Jätteet eivät myöskään saa päästä leviämään kuljetuksen aikana ympäristöön. Pölyävät aineet on kuljetettava umpinaisissa säiliöissä. Puhdistamoliete voi olla pölyävää esimerkiksi termisesti kuivattuna. (Kuopion kaupungin yleiset jätehuoltomääräykset 2006 8-9)

2.3 Jätevesilietteen hyötykäyttöä koskeva ohjeistus

2.3.1 Valtakunnalliset ohjeet ja suositukset

Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016

Jätelain nojalla laadittu valtakunnallinen jätesuunnitelma ohjaa viranomaisten toimintaa ja siten vaikuttaa esimerkiksi ympäristölupien myöntämiseen. Voimassa oleva jätesuunnitelma on hyväksytty valtioneuvostossa 10.4.2008 ja sen velvoitteet on määritelty vuoteen 2016. Suunnitelmassa esitetään jätealan toimijoille kehittämistavoitteita sekä – toimia. Ympäristökeskuksille suunnitelma asettaa tavoitteeksi mm. biohajoavan jätteen kompostointi-, biokaasu- ja polttolaitosten ympäristölupaehto-

tarkistamisen ja yhtenäistämisen. Jättesuunnitelma keskeiset tavoitteet ovat Blauber-
gin (2008) mukaan seuraavat:

- jätteen synnyn estäminen
- jätteiden materiaalikierrätyksen ja biologisen hyödyntämisen lisääminen
- kierrätykseen sopimattoman jätteen polttamisen lisääminen
- jätteen haitaton käsittely ja sijoittaminen.

Jättesuunnitelman tavoitteiden mukaisesti myös jätteeksi luettavan puhdistamolietteen määrää tulee vähentää sekä materiaalien kierrätystä tehostaa. Lietteen kuiva-aine määrään ei juuri voi vaikuttaa mutta lietteen sisältämää vettä voidaan poistaa kuivaamalla ja siten vaikuttaa tilavuuteen. Puhdistamoliete soveltuu kierrätettäväksi esimerkiksi maanparannusaineena.

Viherympäristöliiton suositukset

Viherrakentamisessa vaikuttaa Viherympäristöliitto ry:n antamat yleiset suositukset katteille ja kasvualustoille. Puhdistamolietettä voidaan käyttää kasvualustan raaka-
aineena. Kasvualustoille on annettu suositellut pitoisuudet ravinteille ja hivenaineille sekä tilavuuspainolle, orgaaniselle aineelle, pH:lle ja johtoluvulle. Erityyppisille kasvupaikoille on annettu omat suositellut arvot. Liitto suosittelee kasvualustoille myös rakeisuusjakamaa. Jos puhdistamoliete on esimerkiksi kompostoitu, on se sekoitettava sellaiseen maa-ainekseen, että haluttu rakeisuus saavutetaan. (Viherympäristöliitto ry:n suositus kasvualustaohjearvoksi 2004; Viherympäristöliitto ry:n suositus kasvualustan rakeisuuskäyriksi 2004)

2.3.2 Maanviljelyn ympäristötukijärjestelmä

Ympäristötukijärjestelmä vaikuttaa puhdistamolietteen hyötykäyttöön maanviljelyksessä. Tämä rajoittaa levitettävää lietemäärää. EU:n ympäristötukijärjestelmän tarkoituksena on kehittää maaseutua ja edistää luonnon monimuotoisuuden säilymistä. Maatalouden ympäristötukea maksetaan ympäristötukisitoumuksen tehneille viljelijöille, eli ympäristötukijärjestelmään liittyminen on viljelijälle vapaaehtoista. Käytännössä tukea saa noin 94 % maataloista ja 98 % peltoalasta kuuluu järjestelmän piiriin. Järjestelmään sitoutumattomia viljelijöitä velvoittaa lain asettamat rajoitukset. Sitoumus tehdään viideksi vuodeksi kerrallaan koko peltopinta-alalle. Hakija on siis velvollinen noudattamaan tuen saamisen määräyksiä myös niillä viljelijän hallitsemilla peltoloikoilla, jotka eivät ole tukikelpoisia. Ympäristötuki rakentuu seuraavista osakokonaisuuksista:

- vähimmäisvaatimukset lannoitukselle ja kasvinsuojeluaineiden käyttämiselle
- perustoimenpiteet
- lisätoimenpiteet
 - yksi lisätoimenpide on vähennetty lannoitus
- erityistukisopimukset. (Kuranne & Haaranen 2008; Maaseutuvirasto 2008)

Kaikki ympäristötukisitoumuksen tehneet ovat myös sitoutuneet noudattamaan lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden vähimmäismääriä. Tukijärjestelmä asettaa puolestaan fosforilannoituksen määrälle raja-arvon jota ei saa ylittää. Lannoitteiden ravinteiden typen osalta vaatimukset tulevat valtioneuvoston ns. nitraattiasetuksesta (931/2000) tai ympäristötukijärjestelmästä. Typen enimmäislevitysmäärä nitraattiasetuksen mukaan on esimerkiksi kevätiljalle 170 kg/ha/a ja ympäristötuen 120 kg/ha/a. Fosforilannoituksen enimmäiskäyttömäärä on riippuvainen maaperästä ja käytettävästä lajikkeesta. Viherrakentamiselle on myös olemassa omat raja-arvonsa. Tähän fosforimäärään saa soveltaa fosforin tasausta, eli fosforia voi levittää useamman vuoden annoksen yhdellä levityskerralla. 40 % fosforista katsotaan kasveille käyttökelpoiseksi. Tasaus voidaan tehdä 5 vuoden ajalle. Jos viljelijä ei ole liittynyt ympäristötukijärjestelmään fosforin osalta määräävä on maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista (12/07). Tämän asetuksen mukaan hehtaarille saa levittää korkeintaan 400 kg fosforia viiden vuoden jaksolle tasattuna. (Maaseutuvirasto 2008 52-55; Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista A 12/07)

2.3.3 Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015

Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 on valtioneuvoston periaatepäätös. Päätöksen päämääränä on vesistöjen tilan parantaminen. Päätöksessä esitetään rehevöitymisen olevan sekä sisävesien että Itämeren pahin ongelma. Maatalouden ravinnekuormitukseen ehdotetaan kolmanneksen leikkausta vuoteen 2015 mennessä. Toinen painopiste on yhdyskuntien jätevesienkäsittelyn typenpoiston parantamisessa ja kalankasvattamoiden ravinnekuormituksen vähentämisessä. Päätöksen tavoitteet ovat

- vähentää ravinnekuormitusta
- vähentää haitallisista aineista aiheutuvia riskejä
- suojella luonnon biodiversiteettiä
- kunnostaa vesistöjä
- suojella pohjavesiä (Valtioneuvoston periaatepäätös vesiensuojelun suuntaviivoista vuoteen 2015 2008).

Puhdistamolietteiden hyötykäyttöön ja käsittelyyn päätös vaikuttaa maatalouskäyttöä rajoittavasti. Puhdistamoiden typenpoistovaatimusten kiristyessä lietteen laatu saattaa muuttua, ja siten muuttaa hyötykäytön tilannetta.

2.3.4 Mielipiteiden ja mielikuvien vaikutus

Puhdistamolietteellä on terveydelle ja ympäristölle haitallinen imago. Mielikuva juontaa juurensa vuosien takaisesta tilanteesta, jolloin lietteen raskasmetallipitoisuudet olivat korkeammat ja lietteen käsittelyyn ei juuri kiinnitetty huomiota. Tästä syystä lietteen markkinoiminen kuluttajille, esimerkiksi maanviljelijöille, metsänomistajille ja viherrakentäjille voi olla vaikeaa, vaikka nykyisin lietteen laadulle on tiukat vaatimukset. Viljelijöiden mielikuviin voivat erityisesti vaikuttaa viljelysuunnitelmia tekevät maatalousneuvojat. (Nykänen 2008)

Maanviljelijöillä ja metsänomistajilla voi myös olla pelko lietevalmisteen haitallisesta vaikutuksesta maan ja tuotteen hintaan. Puhdistamolietekompostin käyttäminen viherrakentämisessä esimerkiksi hautuumailla, sairaaloiden ja päiväkotien läheisyydessä voisi aiheuttaa laajaa vastustusta. Näistä syistä liete tulisi käsitellä ja markkinoida siten, että mielikuvia voitaisiin muuttaa myönteisemmäksi.

2.3.5 Lietteiden kuljetusmatkat

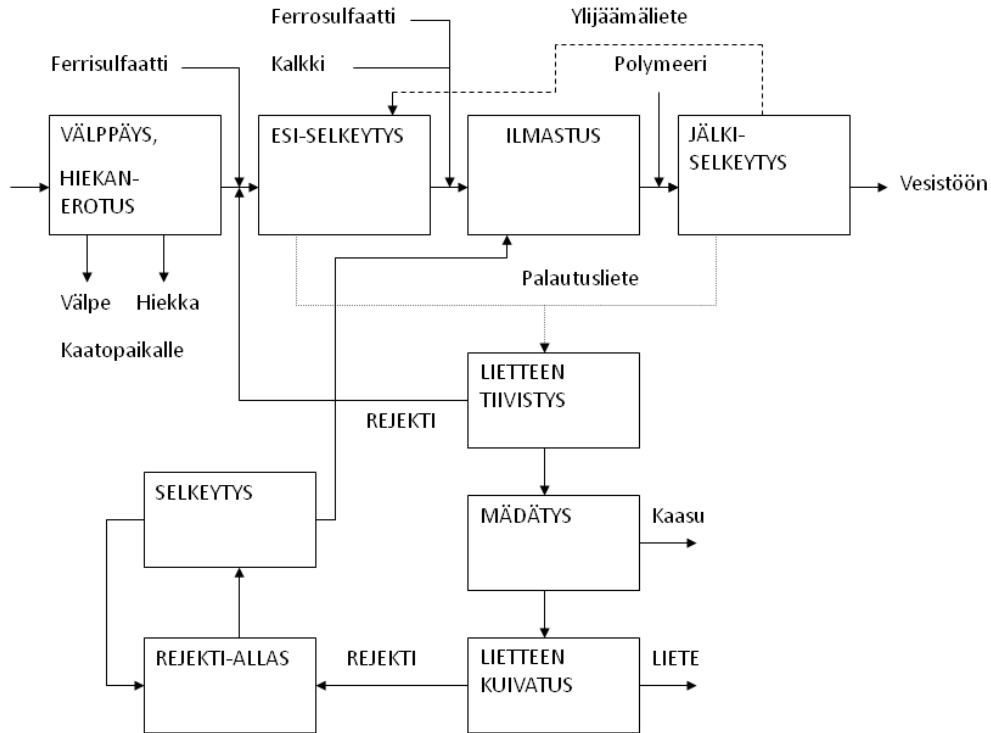
Jätevesilietteiden kuljettamisesta aiheutuu kustannuksia. Kustannuksille on olemassa raja, jonka sisäpuolelle kuljettaminen on järkevää. Polttoaineen hinnan nouseminen lyhentää taloudellisesti kannattavaa kuljetusmatkaa. Kuljetusmatkaa voidaan pidentää lietteiden tilavuutta pienentämällä, esimerkiksi lietteiden kuivausta tehostamalla.

Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon sijainnin ja tontin koon vuoksi mahdollinen uusi lietteenkäsittely yksikkö voidaan joutua rakentamaan kauemmaksi kaupungista. Vaikka käsittely tapahtuisi nykyisellä tontilla, joudutaan se kuitenkin kuljettamaan muualle sijoitettavaksi ja käytettäväksi. Kuljetus tapahtuu kummassakin tapauksessa Saaris-
to kaupungin läpi. Tästä voi aiheutua haju- ja jopa terveyshaittoja, jos lietettä joutuu maastoon. Kuljetusten turvallisuus ja reittivalinta tulee suunnitella tarkoin.

3. LEHTONIEMEN PUHDISTAMON JÄTEVEDEN JA LIETTEEN KÄSITTELY

Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla käsitellään Kuopion kaupunkialueen asutuksen sekä teollisuuden jätevedet. Asukkaita puhdistamon vaikutuspiirissä on noin 80 000. Jätevettä Lehtoniemen puhdistamolle tuli vuonna 2007 keskiarvona 20 400 m³/d eli noin 7 425 000 m³/a. Lisäksi puhdistamolla puhdistetaan sakokaivolietteitä noin 7500 m³/a. Kuivattua puhdistamolietettä syntyi vuonna 2007 7 915 m³, jonka kuiva-ainepitoisuus oli noin 27 %. Puhdistamo on otettu käyttöön 1974 ja se on mitoitettu asukasvastineluvulle 105 000 ja keskitoitusvirtaamalle 44 000 m³/d. (Juntunen P 2005; Hartikainen, J. Sipilä, A. 2008 2; Kuopion ja Vehmersalmen vesihuollon kehittämissuunnitelma 2004 8-10)

Lehtoniemen jäteveden puhdistus jakautuu kolmeen prosessikokonaisuuteen: vesiprosessiin, lieteprosesseen ja biokaasuprosessiin. Koska tämä suunnitelma painottuu lietteen käsittelyyn ja hyödyntämiseen, lieteprosessi käsitellään tarkemmin kohdassa 3.2. Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo on ns. rinnakkaissaostuslaitos, eli kemiallinen ja biologinen puhdistus tapahtuu yhtä aikaa. Puhdistamon virtauskaaviosta (kuva 1) selviää materiaalivirtojen takaisinkierrot ja käsittelyvaiheet.



Kuva 1 Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon virtauskaavio (Juntunen 2005)

3.1 Vesiprosessi

Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon vesiprosessiin kuuluu seuraavat yksikköprosessit:

- välppäys
- hiekanerotus
- ferrisulfaatin syöttö
- esi-ilmastus (rejektivesien käsittelyaltaana)
- esiselkeytys
- ferrosulfaatin syöttö
- ilmastus
- jälkiselkeytys.

Jätevedestä erotetaan kiinteä jäte kahden porraskäppän ja yhden levyvälppän avulla. Välpe siirretään pesurille pestäväksi ja edelleen tiivistävään konttiin kaatopaikalle vientiä varten. Uusi levyvälppä ja välpepesuri hankittiin 2007. Hiekka poistetaan laskeuttamalla ilmastetussa hiekanerotusaltaassa. Laitokselle on hankittu hiekanpesuri, jolla erotetun hiekkajätteen määrää saadaan huomattavasti pienemmäksi. Hiekan-

pesuri vähentää kaatopaikalle menevän orgaanisen aineen määrää ja siten puhdistamon ympäristöhaittoja. (Juntunen 2005)

Hiekanerotusaltaan jälkeiseen kanavaan annostellaan saostuskemikaalia, ferrisulfaattia. Kanava johtaa esi-ilmastusaltaaseen. Vesiprosessin esi-ilmastus on lieteprosessin rejektivesien käsittelyaltaana, joten jätevesi ohjataan suoraan esiselkeytykseen. Rejektivesien käsittelystä tarkemmin kohdassa 3.2.4. Esiselkeytyksessä pyritään pienentämään ilmastukseen menevää kuormaa mahdollisimman tehokkaasti. Esiselkeytyksessä on käytössä 5 allasta, joissa vettä raskaammat partikkelit laskeutuvat altaan pohjalle jäteveden jatkaessa ilmastukseen. (Juntunen 2005)

Ennen ilmastusta jätevetteen lisätään ferrosulfaattia. Ilmastuksessa jätevettä hapetetaan flokkien muodostamiseksi ja biologisen hajoamisen aikaan saamiseksi. Ilmastusaltaan osioita voidaan ajaa myös hapettomana denitrifikaatio – prosessia, eli typen poistoa varten. Ilmastusta ajetaan erilaisilla allas yhdistelmillä kesällä ja talvella. Talvella jäteveden ilmastus on normaalikuormitteinen ja kesällä osa ilmastuksesta muutetaan hapettomaksi denitrifikaatiota varten. (Juntunen 2005)

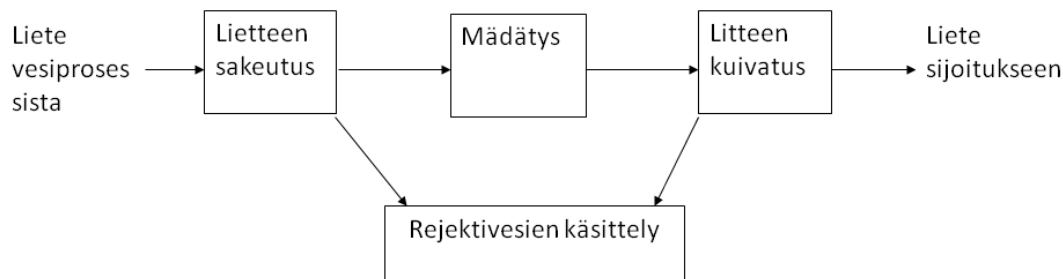
Jälkiselkeytyksessä tapahtuu viimeinen lietteen erotus. Jätevetteen lisätyt saostuskemikaalit ja polymeeri muodostavat yhdessä jäteveden epäpuhtauksien kanssa laskeutumiskelpoisia hiutaleita, eli flokkeja. Jälkiselkeyttimen pinnalta kerätään kouruilla poistettava puhdistettu jätevesi vesistöön purettavaksi. Purkukohta on Kallaveden Susisaaren edustalla. Altaan pohjalle laskeutunut liete pumpataan takaisin esiselkeytykseen. Lieteprosessiin pumpattavat lietteet otetaan esiselkeytysaltaasta ja osa johdetaan ilmastukseen. Lietteen mukana pumpataan biologisesti käsittelemätöntä lietettä helposti hajoavan orgaanisen materiaalin saamiseksi mädätyksen tarpeisiin. Mädätykseen menevä liete otetaan esiselkeytyksestä. (Juntunen 2005)

Lehtonimen jätevedenpuhdistuksessa päästään vuositasolla 98 % BOD reduktioon, 98 % kokonaisfosfori reduktioon ja 36 % kokonaistyyppi reduktioon. Vuonna 2007 puhdistamon ympäristöluvan raja-arvot alitettiin kaikkien parametrien osalta. Ammoniumtyyppien osalta laitoksella on velvoite vuosikeskiarvona 80 % poistotehoon. Vuoden 2007 nitrifioinnin kokonaisteho vuosikeskiarvona oli 67 %. (Hartikainen 2008)

3.2 Lieteprosessi

Lehtoniemen lieteprosessiin kuuluu sakeutus, mädätys ja kuivatus. Käsittelyyn tuleva jätevesiliete otetaan vesiprosessin esi- ja jälkiselkeyttimestä. Lieteprosessin rejekti-

vedet johdetaan edelleen käsiteltäväksi. Kuvassa 2 on esitettyä lieteprosessin virtauskaavio.



Kuva 2 Lieteprosessin virtauskaavio

3.2.1 Sakeutus

Sakeutuksessa pyritään nostamaan lietteen kiintoainepitoisuutta, samalla jatkokäsittelyyn menevän lietteen tilavuus pienenee. Sakeutus voi tapahtua painovoimaisesti tai mekaanisesti. Painovoimainen sakeutus on periaatteeltaan laskeutuksen kaltainen, eli vettä raskaammat partikkelit laskeutuvat altaan pohjalle. Mekaanisia sovelluksia ovat esimerkiksi linkoaminen, suotonauha tiivistäminen ja ruuvipuristin.

Lehtoniemen lietteet lieteprosessiin tulevat esiselkeytysaltaasta. Liette pumpataan lietteen tiivistykseen, jossa lietteen kuiva-ainepitoisuutta pyritään nostamaan. Lehtoniemessä on kaksi sakeutusallasta, joissa liete tiivistyy painovoimaisesti. Primääri- ja sekundäärilietteen eli sekalietteen kuiva-ainepitoisuus (DS, Dry Solids) on noin 1,7 %. Keskimäärin lietettä pumpataan sakeuttamoihin 500 m³/d. Normaalisti tämänkaltaisella tiivistyksellä päästään 4-6 % kuiva-ainepitoisuuteen, mutta Lehtoniemen lietteen laskeutuvuusominaisuuksista johtuen pitoisuus jää noin 3-4 %. Sakeutettu liete pumpataan mädättämöön, missä se sekoitetaan kierrätyslietteen kanssa ja pumpataan edelleen lämmönvaihtimien kautta varsinaiseen mädätykseen. Kierrätyslietteellä varmistetaan oikean bakteerikannan siirtyminen uuteen lietteeseen. (Juntunen 2005)

Sakeuttamoiden tiedot:

- Pinta-ala yht. 300 m²
- Keskimääräinen syvyys 3 m
- Tilavuus yht. 900 m³
- Tulevan lietteen DS % 1,7 %
- DS % sakeutettu 3-4 %

3.2.2 Mädätys

Mädätyksen tarkoituksena on hajottaa orgaanista-ainetta metaaniksi, hiilidioksidiksi ja humukseksi biologisella anaerobisella prosessilla. Mätäneminen tapahtuu neljässä vaiheessa: hydrolyysi, eloperäinen aines hajoaa rasvahapoiksi, rasvahapot hajoavat etikkahapoksi ja etikkahappo lopulta metaaniksi ja hiilidioksidiksi. Hydrolyysillä tarkoitetaan lietteen yhdisteiden hajoamista pienemmiksi ja joidenkin aineiden liukenemistä. Typpiyhdisteet pelkistyvät ammoniakiksi. (Ympäristöministeriö 2008)

Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon mädätyslaitteisto otettiin käyttöön vuonna 1988. Lehtoniemen lieteprosessi toimii mesofiilisellä lämpötila-alueella, eli +35 °C. Viipymä reaktorissa on kuormituslanteesta riippuen noin 20 vuorokautta, 15 vuorokauden ollessa suositeltava minimiviipymä. Prosessin hyvän lopputuloksen kannalta on tärkeää luoda mahdollisimman hyvät olosuhteet mädätysreaktorin mikrobeille biomassan hajotusta ja kaasuntuotantoa varten. Mädättämössä on kaksi 3 000 m³ reaktoria, joita ajetaan rinnan. Prosessissa päästään noin 30 % kuiva-aine reduktioon, eli vähemmän, ja eloperäisestä aineesta hajoaa biokaasuksi 50–70 %. Tuotetun kaasun metaanipitoisuus on noin 66 % ja hiilidioksidipitoisuus 34 %. Mädätyksessä lietteen kuiva-ainepitoisuus laskee 3 % → 2 %:iin. Prosessissa syntynyt biokaasu johdetaan kaasuprosessiin. (Juntunen 2005; Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon ympäristölupa 2007; Ympäristöministeriö 2008)

Mädätetty liete pumpataan välivarastoon, joka toimii tasaavana säiliönä ennen kuivausta. Välivarastossa lietettä sekoitetaan jäljelle jääneen biokaasun poistamiseksi ja tasalaatuisuuden varmistamiseksi. Varastoallasrakennus on hyvin tuuletettu jäämäkaasun poistamiseksi. Pahimmassa ja äärimmäisessä tapauksessa jäämäkaasu voisi aiheuttaa metaaniräjähdyksen. (Juntunen 2005; Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon ympäristölupa 2007 6-7)

3.2.3 Lietteiden kuivatus

Lietteiden kuivauksessa pyritään saamaan lietteen sisältämä vesi pois. Kuivauksessa lietteiden paino ja tilavuus pienenevät, jolloin kuljetus, käsittely ja varastointi helpottuvat. Poistettu vesi, eli rejektivesi puhdistetaan ennen vesiprosessiin johtamista. Kuivaus tapahtuu Lehtoniemessä linkoamalla.

Ennen kuivausta lietteeseen lisätään flokkien rakennetta vahvistavaa kationista polyelektrolyyttiä. Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla on käytössä kaksi linkoa joiden

yhteinen hydraulinen kapasiteetti on 30 m³/h ja joita käytetään rinnan. Lingoille tuleva lietemäärä on noin 350 m³/d. Kuivauksessa lietteen kiintoainepitoisuus kohoaa noin 27 %:iin. Kuivauksen rejektivesi johdetaan rejektivesien käsittelyyn. (Juntunen 2005)

Kuivauksesta liete siirretään varastosiiiloihin. Tällä hetkellä kuivattu liete lastataan kuorma-autoihin ja kuljetetaan Yaran Siilinjärven rikastushiekka-alueen ja läjitysalueiden maisemointiin. Lietteiden sijoituksesta tarkemmin on kohdassa 3.6 Lehtoniemen puhdistamolietteiden hyötykäytön nykytilanne.

Lehtoniemen laitosalueella on kenttä kuivatetun lietteen väliaikaista varastointia varten. Kentän pinta-ala on 6 500 m² ja se on asfaltoitu ja viemäroity. Hule- ja suotovedet johdetaan takaisin puhdistusprosessiin.

3.2.4 Rejektivesien käsittely

Rejektiveden käsittely on toimintaperiaatteeltaan aktiivilieteprosessi, eli puhdistettavaa vettä ilmastetaan. Rejektivedestä pyritään poistamaan happea kuluttavia orgaanisia yhdisteitä sekä typpeä. Käsittely perustuu ns. D/N/D prosessiin, eli hapetonta allasta seuraa ilmastettu allas, jonka jälkeen on taas hapeton allas. Prosessista ei poisteta lietettä vaan kaikki poistuva materiaali menee ylivuotona vesiprosessin ilmastukseen. Rejektiveteen lisätään kalkkia.

Käsittelyallas on rakennettu vesiprosessin esi-ilmastusaltaasta ja selkeytysaltaana toimii yksi esiselkeytysaltaista. Käsittelyaltaiksi riittää tilavuudeltaan pienempikin allas veden korkeahkon lämpötilan ansiosta. Rejektivesi on noin 30–35 °C, jolloin tehokas nitrifikaatio on mahdollinen pienemmälläkin tilavuudella. Veden typpipitoisuus on korkea, joten typenpoisto on tarpeen. Rejektivesi johdetaan käsittelyn jälkeen ilmastukseen. (Juntunen 2005; Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon ympäristölupa 2007 5)

Rejektivesien käsittelyaltaan tiedot:

Ilmastus

- 5 m x 30 m, syvyys 4 m
- pinta-ala 150 m²
- tilavuus 600m³

Selkeytys

- 5 m x 35 m, syvyys 2,6 m
- pinta-ala 175 m²
- tilavuus 455 m³.

3.3 Biokaasuprosessi

Mädätyksessä syntyvä biokaasu virtaa biokaasuprosessin kaasukelloon. Kaasukello toimii tasaavana varastona ennen biokaasumoottoria ja sen tilavuus on 1 000 m³ kaasun käyttöpaineen ollessa 3 kPa. Moottori on toimintaperiaatteeltaan turboahdettu ottomoottori ja siinä voidaan tarvittaessa polttaa kevyttä polttoöljyä. Moottorin kokonaisteho on 869 kW. Kaasujärjestelmä on varustettu ali- ja ylipainevarojärjestelmällä. Ylijäämäkaasu on mahdollista polttaa soihdussa. Mädättämön kaasussa on paljon kosteutta, jota joudutaan poistamaan useassa kohtaa kaasuprosessia parempilaatuisen biokaasun tuottamiseksi. (Juntunen 2005; Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon ympäristölupa 2007 6-7)

Poltosta saatava energia hyödynnetään laitoksella sähköinä ja lämpönä. Laitos on energian suhteen lähes omavarainen. Biokaasua saadaan vuosittain noin 1 200 000 m³. Kaasusta saadaan sähköä noin 2 000 MWh/a ja lämpöä noin 3 600 MWh/a. (Juntunen 2005; Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon ympäristölupa 2007 7)

3.4 Lietteiden laatu ja valvonta

Lietteiden kiintoainepitoisuudella ja koostumuksella on paljon vaikutusta loppukäyttöä ajatellen. Puhdistamolietteet sisältävät tavanomaisesti hyödyllisiä ravinteita ja hivenaineita, mutta toisaalta haitallisia raskasmetalleja.

Mesofiilinen mädätys ei takaa lietteiden hygieenistä laatua ja liete sisältää edelleen raskasmetalleja ja ravinteita, mutta se poistaa suuren osan lietteiden orgaanisesta materiaalista. Ravinne- ja raskasmetallipitoisuudet on esitetty tarkemmin taulukossa 3. Taulukossa on vertailukohtana Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteiden käytöstä maanviljelyksessä (VNp 282/1994) mukaiset raskasmetalliohjeet. Kemiran Kemicond tutkimuksen yhteydessä otetuista salmonella näytteistä Xld agarilla viljelty oli positiivinen ja Rambach agarilla negatiivinen. Lietteessä todettiin olevan salmonellaa. Lehtoniemen lietteessä oli fekaalisia koliformisia bakteereja noin 400 000 pmy/g. Kuivatuksen jälkeen lietteiden kuiva-ainepitoisuus on noin 27 %. (Kettunen 2005 2-4)

Taulukko 3 Lehtoniemen lietteen tiedot vuonna 2007 tarkkailujaksoittain. (Hartikainen ym. 2008, testausselostet lietenäytteistä)

		5.2.– 16.2.	7.5.– 18.5.	16.8.– 30.8.	12.11.– 23.11.	Keski- arvo	VNp 282	L 539/2006
pH		7,5	7,5	6,8	6,1	7,0		
Kuiva-aine	g/kg	270	280	260	250	265		
Kuiva-aine	%	27	28	26	25	26,5		
Hehkutusjäännös	g/kg	120	130	120	110	120		
Hehkutusjäännös	%	12	13	12	11	12		
Hehkutusjäännös kuiva-aineessa	%	44	46	46	44	45		
Kokonaistyyppi	g/kg ka	32	30	33	34	32,25		
Kokonaisfosfori	g/kg ka	38	38	35	25	34		
Kadmium	mg/kg ka	0,51	0,56	0,82	0,54	0,61	<1,5	<1,5
Kromi	mg/kg ka	22,3	29,9	25,1	27,5	26,2	<300	<300
Kupari	mg/kg ka	197	223	246	228	223,5	<600	<600
Lyijy	mg/kg ka	17,20	6,78	15,60	9,00	12,15	<100	<100
Nikkeli	mg/kg ka	22,1	23,5	30,5	20,4	24,1	<100	<100
Sinkki	mg/kg ka	551	542	560	478	533	<1500	<1500
Elohopea	mg/kg ka	0,41	0,40	0,26	0,20	0,32	<1	<1,0

Puhdistamon jätevesilietteen laatua valvotaan ympäristöluvan mukaisesti. Lietteiden ominaisuuksia seurataan ottamalla lietteestä kolmen kuukauden välein kahden viikon kokoomänäytteet. Näytteistä määritetään kuiva-aine, hehkutusjäännös, kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori. Lietteestä analysoidaan myös kadmium, kromi, kupari, nikkeli, lyijy, sinkki ja elohopea. (Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon ympäristölupa 2007 23-24)

Lehtoniemen liete ei täytä lannoitevalmistelain yleisiä vaatimuksia, eikä sille siten voi hakea tyyppinimeä Eviralta. Lannoitevalmistelain L539/2006 yleiset vaatimukset on esitetty taulukossa 2 ja raskasmetallien osalta myös taulukossa 3. Käsittelyssä tulisi keskittyä ainakin hygienisointiin ja mahdollisesti hajun poistamiseen. *Salmonellan* ja *E.colin* esiintyminen lietteessä kertoo, että lietteessä on läsnä taudinaiheuttajia ja se on siten vaarallista terveydelle ja ympäristölle. *Salmonella* ja *E.coli* ovat jäteveden testauksessa yleisesti käytetyt indikaattoribakteerit.

3.5 Lietteiden käsittelyyn ja laatuun vaikuttavat muutokset

3.5.1 Lehtoniemen ympäristölupa

Lehtoniemen jätevedenpuhdistamoa koskeva ympäristölupa on viranomaiskäsittelyssä Vaasan Hallinto-oikeudessa valitusten vuoksi. Oletettavasti kiristyviin vaatimuksiin on alettu valmistautumaan vuonna 2009 käynnistetyllä tulevan jäteveden tasaustaan rakennushankkeella. Kunhan ympäristölupa saa lainvoiman, aloitetaan puhdis-

tamon saneeraus luvan raja-arvojen saavuttamiseksi. (Kuopion Veden liikelaitoksen johtokunnan kokouspöytäkirja 2010)

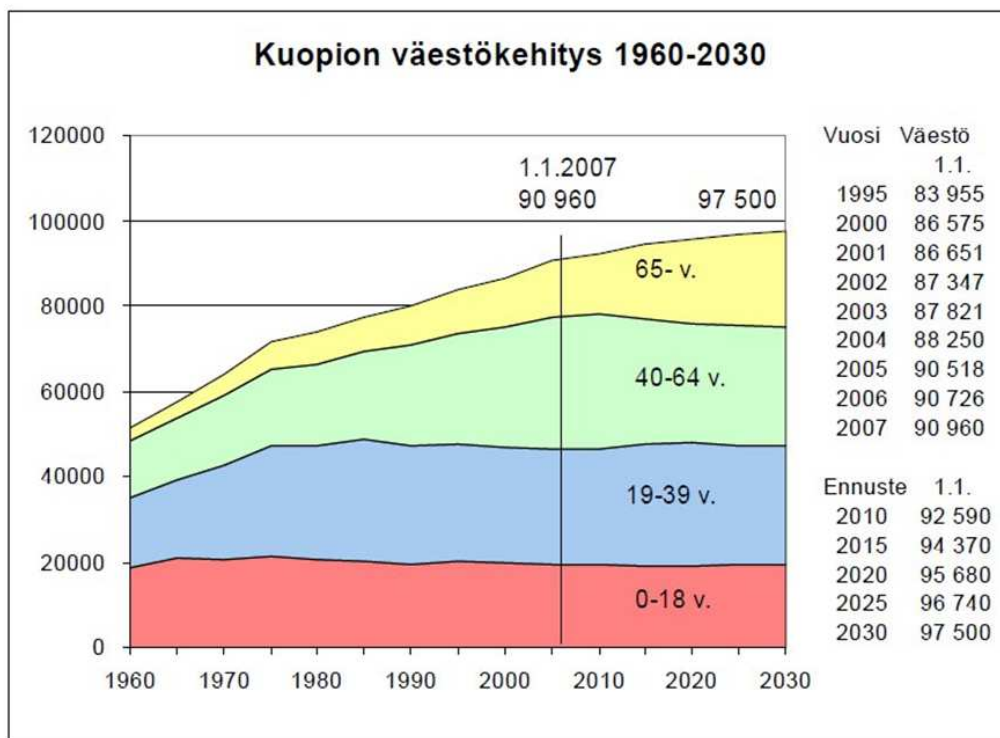
3.5.2 Väestönkasvu, kaavoitus ja liittyvät alueet

Kaavoituksen etenemisen myötä Kuopion väkiluku tulee nousemaan. Varsinkin Saaristokaupungin kaupunginosa on voimakkaasti kasvavaa aluetta. Kaupungin väestönkasvu lisää puhdistettavan jäteveden ja siten myös käsiteltävän ja loppusijoitettavan lietteen määrää. Vuonna 2007 puhdistamolla käsiteltiin noin 80 000 ihmisen jätevedet sekä alueen teollisuuden jätevedet. Vuoteen 2020 mennessä keskeisellä kaupunki-alueella on noin 87 900 asukasta. Väestöennuste on esitetty taulukossa 4. (Kuopion ja Vehmersalmen vesihuollon kehittämissuunnitelma 2004 25-27)

Taulukko 4 Kuopion keskeisen kaupunkialueen, Kurkimäen ja Karttulan väestöennuste. (Kuopion ja Vehmersalmen vesihuollon kehittämissuunnitelma 2004 25-27; Kuopion kaupunki hallinto- ja kehittämiskeskus 2007)

Alue	Asukkaita			
	2007	2010	2015	2020
Kuopion kaupunkialue	80 000	82 700	85 600	87 900
Kurkimäki	440	440	440	440
Karttula	3 600	3 700	3 800	3 900
Yhteensä	84 040	86 840	89 840	92 240

Lehtoniemen puhdistamoon voi myös liittyä siirtoviemärillä osia maaseutukeskusten viemäriverkostoista. Kuopion vesihuollon kehittämissuunnitelmassa on esitetty mahdollisuus siirtoviemärin rakentamisesta Karttulasta Kurkimäen kautta Kuopioon. Hanke on yleissuunnitteluvaiheessa. Kurkimäen asukkaiden lukumäärän ennustetaan laskevan vuodesta 2007 909 lukumäärään 880 vuoteen 2015 mennessä. Karttulan yhteenlaskettu väkimäärä oli vuonna 2007 noin 3500. Karttulan taajaman väkiluku on pienempi. Vain taajaman jätevedet tulisivat Lehtoniemeen puhdistettavaksi. Jos omi-naiskulutukseksi oletetaan 150 l/as/d, lisääntyy veden kulutus ja oletettavasti myös viemäriin joutuvan veden määrä noin 1185000 l/d aikavälillä 2007-2020. (Kuopion ja Vehmersalmen vesihuollon kehittämissuunnitelma 2004 25-27; Kuopion kaupunki hallinto- ja kehittämiskeskus 2007)



Kuva 3 Kuopion väestöennuste 1960- 2030 (Kuopion kaupunki hallinto- ja kehittämiskeskus 2007)

Kuopion ympäristöön on kaavoitettu uusia teollisuusalueita, joiden rakentamisen valmistuttua Lehtoniemen puhdistamolle tulee lisää puhdistettavaa jätevettä ja siten myös käsiteltävää puhdistamolietettä. Matkukseen rakennettavan uuden teollisuusalueen jätevesimäärän arvioidaan olevan noin 46 000 m³/a. (Laaksoviita 2007)

3.6 Lehtoniemen puhdistamolietteen hyötykäytön nykytilanne

Lehtoniemen lietteet sijoitetaan tällä hetkellä kokonaisuudessaan Yaran Siilinjärven kemikaali- ja lannoitetehtaan alueiden maisemointiin. Yaraa velvoittaa ympäristöluvassa asetettu maisemointi vaatimus. Maisemoinnilla pyritään mm. rikastushiekan pölynsidontaan. Rikastushiekka pölyää kuivina kausina voimakkaasti. Pääosa puhdistamolietteestä käytetään rikastushiekka-alueen maisemointiin ja loppu osa kaivoksen sivukiven läjitysalueelle. Rikastushiekka-alueelle liete kuljetetaan Lehtoniemestä täysperävaunurekalla ja kipataan maisemointia vaativalle alueelle. Kasoista liete levitetään puskutraktorilla ohueksi kerrokseksi rikastushiekan päälle. Maisemoidulle kentälle on mm. kylvetty viljaa ja osalla pinta-alasta kasvaa pioneerilajien kasvustoa. Sivukiven läjityksessä lietettä käytetään esimerkiksi kasojen luiskien maisemointiin. Käytännössä Maisemointi tapahtuu purkamalla kuorma luiskan päälle ja puskemalla

kasa hallitusti rinnettä alas. Rinteen jyrkkyyden takia tasainen levittäminen olisi erittäin vaikeaa. (Kemphos Oy, Kemira Oy, Minelco Oy ympäristölupa 2006)

Yaran kaivosalueella on kaksi rikastushiekan läjitysalueita, Raasion allas ja Mustin allas. Raasion allasta ei käytetä aktiivisesti läjitysalueena, mutta se otetaan käyttöön tarvittaessa. Tällaisia tilanteita on esimerkiksi Mustin altaan pumppauslinjan muutosten ja huoltotyöt. Tämän altaan varsinainen käyttö lopetettiin vuonna 1983. Raasion altaan maisemoitava kokonaispinta-ala on 170 ha, josta vesiallasta on 110 ha. Raasion allasta on maisemoitu noin 50 ha. Mustin allas on ollut käytössä vuodesta 1983 ja sen pinta-ala on noin 800 ha, josta vesiallasta on 110 - 200 ha. Maisemoitavaa alaa on n. 450 ha. Pölynsidonnain vuoksi aluetta on tilapäisesti maisemoitu 200 ha. Nykyisellä läjitystekniikalla Mustin altaan kapasiteetti riittää vuoteen 2010. Tällä hetkellä läjitysalueen vesialtaan laajennusta rakennetaan alueen länsipuolelle, jolla taataan alueen toiminnan jatkuminen vuoden 2010 jälkeenkin. Maa-, raakku-, kipsi- ja pasute-läjityksiä Yaralla on n. 300 ha, josta kolmas osa on maisemoitu. (Kemphos Oy, Kemira Oy, Minelco Oy ympäristölupa 2006; Kangaskesti 2008)

Yaran ympäristöluvassa on minimi vaatimuksena alaiden maisemointiin massaa 50 m³/ha. Muilla alueilla maisemointia rajoittavat pitoisuusrajat. Pitoisuusrajat määräytyvät VNp (282/1994) mukaan. Yaran suunnitteluinsinöörin Jouni Kangaskestin mukaan maisemointiin voidaan käyttää vuosittain arviolta 5000–8000 m³ puhdistamolietettä. Sijoituskapasiteetin yläraja on sama kuin Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon jätevesilietteen vuosittainen tuotantomäärä. (Kangaskesti 2008)

Yaran ympäristöluvassa mukaan rikastushiekka- ja sivukivienläjitysalueen jälkihoitoon kuuluu maisemointi. Maisemoinnin tarkoituksena on sovittaa alueen luonnolliseen maisemaan. Lietteen sijoitus suljetulle kaivosalueelle jää lannoitevalmistelain ulkopuolelle, joten lannoitevalmistelaki ei vaikuta nykyiseen menettelyyn. Yaran kannalta lietteen tulisi olla mahdollisimman kuivaa, ei merkittävästi hajuhaittoja aiheuttavaa ja raskasmetallipitoisuuksien tulisi olla mahdollisimman matalat. Lietteen sijoittamisesta ei ole kirjallista sopimusta Yaran kanssa. (Kemphos Oy, Kemira Oy, Minelco Oy ympäristölupa 2006; Kangaskesti 2008; L 539/2006)

4. VAIHTOEHTOVERTAILU LIETTEENKÄSITTELYMENETELMISTÄ JA MAHDOLLISUUKSISTA

4.1 Hyötykäyttö- ja loppusijoitusmahdollisuudet

Yhdyskuntienjätevesilietteessä on jätevedenkäsittelyn jälkeenkin paljon hyödynnettävää. Jätevesiliete sisältää ravinteita ja hivenaineita ja sen ominaisuudet soveltuvat lannoitteeksi tai maanparannusaineeksi. Lietteeseen on myös sitoutuneena energiaa, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi sähkön ja lämmöntuotannossa. Suuri osa lietteen energiasta otetaan talteen jo mädätysvaiheessa ja näin ollen lietteen energiatiheys laskee. Lietteen mädätyksen voidaan katsoa olevan lietteen hyötykäyttöä. Käyttöä peltolevitykseen ja metsälannoitteeksi rajoittaa mielikuva lietteen aiheuttamasta tartuntavaarasta ja likaisuudesta. Maataloustuotteiden ja suomalaisen metsän puhtauden imago saattaisi vahingoittua. Pelko imagon vahingoittumisesta voi heijastua myös pelto- tai metsämaan hintaan. Lietteen hyötykäyttö vaatii tehokkaan ja lain mukaisen käsittelyn. Hyötykäyttöön vaikuttavista lakiasioista on kerrottu tarkemmin kohdassa 2.1.

4.1.1 Maanparannustuotteeksi jalostaminen

Lehtoniemessä tuotettu puhdistamoliete soveltuu käytettäväksi maanparannusaineen raaka-aineeksi. Lietettä on käytetty mm. viherrakentamiseen, maisemointiin sekä eroosion estämiseen. Tällaisessa käytössä ravinteet tulevat takaisin kiertoön sekä maanparannusaineen ominaisuuksia hyödynnetään muutenkin.

Maanparannuskäyttö on kausiluontoista. Keväisin tarvitaan lannoitetta sekä aloitetaan viherrakennustyöt. Talvella taas käyttö on vähäisempää. Käyttö voi olla myös epäsäännöllistä kysynnän mukaan. Esimerkiksi energiakasvien tai yleisesti maatalouden tukijärjestelmässä tapahtuvat muutokset voivat muuttaa viljelymääriä ja siten maanparannusaineen kysyntää siksi, maanparannustuotteille tarvitaan puskurivarastointi.

Viherrakentaminen

Kuopion alueella viherrakentamiseen materiaalia käyttävät Kuopion kaupunki, seurakunnat sekä tieliikelaitos. Yksityiset rakennusyrietykset tarvitsevat rakennusprojektien

yhteydessä nurmialueita sekä istutuksia, joiden kasvualustaksi lietteestä valmistettua maanparannusainetta voidaan käyttää. Etuna kaupunkialueella tapahtuvaan viherrakennuskäyttöön ovat lyhyet kuljetusmatkat. Lannoitevalmistelain tyyppinimistä viher- rakentamiseen käy esimerkiksi maanparannusmädäte ja kuivarae tai – jauhe. Tarkoi- tukseen sopii myös muunlainen tuote, joka täyttää lannoitevalmistelain yleiset vaati- mukset sekä on koostumukseltaan sopiva käyttötarkoitukseen. Viherrakennusainetta koskevat lait ovat lannoitevalmistelaki (539/2006) sekä maa- ja metsätalousministeri- ön asetus lannoitevalmisteista (12/07). Kasvualustaa voi toimittaa vain Eviran tuotta- jarekisterissä oleva taho. Kasvualustan tulee täyttää myös Viherympäristöliiton aset- tamat suositukset ohjearvoiksi sekä kasvualustan rakeisuuskäyrän tulee olla suositel- lun käyrän mukainen (Hyvärinen 3.6.2008).

Kuopion kaupunki käyttää viherrakennukseen vuosittain noin 5 000 m³ kasvualustaksi menevää maanparannusainetta. Kaupungilla on omaa kasvualustan tuotantoa vaihte- levasti. Tuotanto ei kuitenkaan riitä tyydyttämään tarvetta ja Vapolta ostetaan 2 000- 3 000 m³ kasvualustaa vuodessa. (Hyvärinen 3.6.2008.)

Kuopion seurakuntien tarve on hyvin pieni ja heidän oma lehtikompostituotantonsa riittää viherrakennustarpeisiin (Laukkanen 6.2008). Yleinen asenne jätevesilietteen käyttöä kohtaan hautuumaiden viherrakennustöissä olisi todennäköisesti erittäin kiel- teinen. Seurakuntien viheralueiden hyödyntäminen lietteen loppukäyttöpaikkana ei ole järkevää, kun otetaan huomioon kunnioitus hautuumaita kohtaan ja se, että hau- tuumailla tarvittavat maanparannusaine määrät olisivat varsin pieniä.

Maatalous

Lietteen käyttö maatalouden lannoitevalmisteena on viherrakentamisen ohella toinen yleinen lietteen hyötykäyttötapa Euroopassa. Esimerkiksi Virossa puhdistamoliettees- tä käytettiin 35 % maatalouskäyttöön (Rantanen P, Valve M, Kangas A 2008 19). Suomessa käyttö on vain 10 % (Kapuinen 2008). Puhdistamolietteellä on maanpa- rannusvaikutuksia, jotka edesauttavat kasvien kasvua. Se parantaa mm. maaperän mururakennetta sekä nostaa humuspitoisuutta. Lietteen sisältämien ravinteiden vuoksi sillä on myös lannoittavia vaikutuksia. Ravinteiden, varsinkin fosforin hinta on noussut huomattavasti, mikä tekee lietteestä houkuttelevamman vaihtoehdon lannoi- tevalmisteen raaka-aineeksi. Puhdistamolietteestä valmistettu lannoitevalmiste pitäisi prosessoida siten, että sen levitystulos olisi tarpeeksi tasalaatuista ja olemassa olevil- la laitteilla suoritettavissa. (Nykänen 5.8.2008.)

Lietteen käyttämistä maatalouden lannoitevalmisteen raaka-aineena säätelee lannoitevalmistelaki (539/2006) ja käyttöä maataloudessa valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä (282/1994). Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä ja maatalouden ympäristötuen erityistuista (503/2007) asettaa rajoituksia niille viljelijöille, jotka saavat ympäristötukea. Lähes kaikki viljelijät ovat ympäristötuen saajia, tukea saa noin 94 % maataloista ja 98 % peltoalasta kuuluu ympäristötukijärjestelmän piiriin. Laki asettaa maataloushyötykäytölle tiukat rajoitukset. Se rajoittaa mm. lietteen käyttöä jos lietteen tai maaperän raskasmetallipitoisuudet ovat liian korkeat. Lietteen käytöstä seuraa myös varoaika, jonka aikana perunaa, juureksia ja vihanneksia ei saa pellolla kasvat-
taa. Varoaika on 5 vuotta. Lietteen käyttöä lannoitteena rajoittavat fosfori ja harvoin myös raskasmetallit. Liete on lähinnä maanparannusaine, jossa on fosforia. Fosforin käyttömäärää rajoittaa maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista (12/07), mutta maataloudessa ympäristötukijärjestelmän raja-arvot ovat pullonkaula-
na. Sato, maan viljavuusluokka ja viljelykasvi määräävät fosforin ylimmän sallitun käyttömäärän (taulukko 7). Ympäristötuen mukaan lietetuotteiden kokonaisfosforista otetaan huomioon 40 % kasveille käyttökelpoiseksi fosforiksi. Lannoitevalmisteita voi ympäristötukijärjestelmän puitteissa levittää kerralla viiden vuoden annoksen fosforia. Tällöin pitää ottaa huomioon, että muut lain vaatimukset täyttyvät, esimerkiksi ras-
kismetallien osalta. Esimerkiksi Lehtoniemen lietteen kokonaisfosforimäärä vuonna 2007 oli noin 66 000 kg, tästä laskennallisesti kasveille käyttökelpoista fosforia on 26 400 kg. Ne viljelijät, jotka eivät kuulu ympäristötukijärjestelmän piiriin velvoittavana lainsäädäntönä toimii Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanvilje-
lyksessä (VNp 282/1994) sekä Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmis-
teista (A12/07). Asetuksen mukaan fosforia voi levittää korkeintaan 400 kg hehtaarille viiden vuoden ajalle tasattuna. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoiteval-
misteista A 12/07; Kapuinen 2008.)

Typhen osalta ympäristötukijärjestelmässä on myös annettu rajat suurimmille levitysmäärille. Määrä on riippuvainen viljeltävästä lajikkeesta sekä maaperästä. Jos viljelijä ei kuulu ympäristötukijärjestelmään, rajoitukset tulevat nitraattiasetuksesta.

Taulukko 5 Ympäristötukijärjestelmän suurimmat sallitut fosfori määrät (kg/ha/a).

Kasvi		Viljavuusluokka					
		Huono	Huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea
Ruis, vehnä, öljy- kasvit	kg/ha/a	32	24	20	12	8	-
Ohra	kg/ha/a	34	26	22	14	10	-
Kaura	kg/ha/a	28	20	16	8	4	-
Ruokohelpi, perus- tamisvuonna	kg/ha/a	50	40	30	20	10	-
Ruokohelpi, sato- vuonna	kg/ha/a	30	20	15	10	5	-

Laskettuna Lehtonimen lietteen fosforipitoisuudella ja tuotetulla määrällä peltoa tarvittaisiin huomattavia määriä. Hehtaari määrät on esitettyinä taulukossa 6. Käytettävissä olevat levitysmäärät ovat käytännössä pienempiä. Karjatilalliset eivät tarvitse juuri ollenkaan ulkopuolista fosforilannoitusta oman karjalannan levityksen vuoksi. Osa viljasta menee suoraan karjan rehuksi, jolloin lietettä ei saa käyttää lannoitteena ja siten laskee mahdollista pinta-alaa. Karjatilojen määrä on kuitenkin laskemassa ja karjatalouden loputtua osa pelloista siirtynee energiakasvien tuotantoon ja viljan viljelyyn. Keinotekoiset lannoitteet ja luomutuotannossa kielletty puhdistamolietteen käyttäminen vievät myös oman osan mahdollisista markkinoista. (Nykänen 5.8.2008.)

Taulukko 6 Tarvittavat peltopinta-alat Lehtoniemen lietteet sijoittamiseksi (ha/a).

Kasvi		Viljavuusluokka					
		Huono	Huononlai- nen	Välttä- vä	Tyydyttä- vä	Hyvä	Korkea
Ruis, vehnä, öljy- kasvit	ha/a	829	1105	1326	2210	3315	-
Ohra	ha/a	780	1020	1206	1894	2652	-
Kaura	ha/a	947	1326	1658	3315	6630	-
Ruokohelpi, pe- rustamisvuonna	ha/a	530	663	884	1326	2652	-
Ruokohelpi, sato- vuonna	ha/a	884	1326	1768	2652	5304	-

Vuonna 2007 Pohjois-Savon leipäviljakasvien yhteinen viljelypinta-ala oli 2 900 ha. Leipävilja kasveja ovat vehnä ja ruis. Tuotantoala laski edellisestä vuodesta 100 hehtaaria. Lain mukaan eläimille ei saa syöttää kasveja joiden kasvatuksen apuna on käytetty puhdistamolietettä, joten rehuviljan osuus on vähennetty koko viljan viljely

alasta. Ruokohelven vastaavat luvut olivat 2 000 ha ja kasvua vuodesta 2006 yhteensä 300 ha. Kauran tuotantoa vuonna 2007 oli 14 300 ha ja laskua vuoteen 2006 oli 1 000 ha. Laskennallisesti viljelyksiä on siis 19 200 ha. (Maataloustilastot 2008)

Jos peltolevityksen rajoittavana tekijänä on fosfori, Pohjois-Savon peltomäärä riittäisi Lehtoniemen lietteen hyötykäyttöpaikaksi. Käytännössä muita rajoittavia tekijöitä on paljon ja todellinen käytettävissä oleva peltomäärä ja maaperän viljavuusluokkatilanne tulisi selvittää tarkemmin. Myös kysyntää olisi hyvä tiedustella viljelijöiltä. Maanviljelyskäytön rinnalle tulisi olla vaihtoehtoisia lietteenkäyttömahdollisuuksia, jotta kaikki liete saataisiin varmasti sijoitettua.

Metsänlannoitus

Puuston kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat valo, lämpö, vesi ja ravinteiden riittävyys. Yaran metsänlannoitusoppaan mukaan metsänlannoitus on kannattavin metsätalouden investointi. Metsänlannoituksen suorittaminen riippuu paljon siitä, tehdäänkö se kangasmaalle, suomaalle vai onko kyseessä kasvatuslannoitus tai terveyslannoitus. Kasvatuslannoituksella pyritään puuston nopeampaan kehittymiseen ja suurempaan tuottoon. Terveyslannoituksella poistetaan kasvua haittaava tai rajoittava minimitekijä. Ennen lannoitukseen ryhtymistä, on selvitettävä mikä on puuston kannalta minimitekijä. Helposti vettä läpäisevillä mailla tekijä voi olla veden puute ja soilla kivennäisravinteiden vähyys. Suomailla rajoittavina tekijöinä voi olla fosforin ja kaliumin puute. Suomessa yleinen metsien ravinnepuute on maaperän boorin niukka pitoisuus. Puuston ravinnetilanne voidaan selvittää neulasanalyysillä, joita tekee esimerkiksi Viljavuuspalvelu. (Hynönen, Hämäläinen & Laukkanen 2002 5-7; Yara Oy 2008 4-5.)

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen (MMM 12/07) mukaan metsätaloudessa kadmiumin enimmäiskuormitusmäärä on 60 g hehtaarille 40 vuoden ajanjaksona annettuna.

Pohjois-Savossa laskettiin vuosina 2004–2006 tehdyssä inventoinnissa olevan yhteensä 1 406 000 ha metsämaata. Metsämaahan katsotaan kuuluvaksi metsän lisäksi kitumaa, joutomaa ja tiet ja varastot. Pohjois-Savon metsämaasta on 1 010 000 ha kankaita ja 386 000 ha suomaita. Vuonna 2006 Pohjois-Savossa lannoitettiin yhteensä 8 745 hehtaaria metsämaata. Tästä lannoitusmäärästä 5 826 ha oli terveyslannoituksia ja 2 919 ha oli kasvatuslannoituksia. Lannoituksen osuudesta yksityiset maanomistajat ovat suurin tekijä, valtion lannoittaessa vain 24 ha. (Metsätilastollinen vuosikirja 2007)

Lähteestä riippuen ojitetuista suometsistä 30–60 % kärsii ravinne-epätasapainosta. Ojitettujen soiden osuus Pohjois-Savossa on noin 80 %, eli 320 000 ha. Tästä voidaan laskea, että 96 000-192 000 ha ojitetusta suomaasta on potentiaalista lannoitus-alaa. Lannoitusmääriä voitaisiin siis huomattavasti lisätä Pohjois-Savossa. Lehtoniemen lietteen korkean fosforipitoisuuden ansiosta se sopisi hyvin turvemaiden maanparannusaineeksi, jolla olisi myös lannoittavia vaikutuksia. Taulukossa 7 on esitettyä Yaran metsälannoitusoppaan suosittamat ravinnelevitysmäärät kasvupaikkatyypeittäin. (Hyvärinen 3.6.2008; Laukkanen) Taulukko on tehty keinotekoisille lannoitteille, joiden fosfori on helpommin kasvien käytettävissä kuin puhdistamolietteen fosforiyhdisteet. Käytännössä puhdistamolietteen kokonaisfosforista kasvien käytettävissä on vain osa tai se on hitaasti liukenevaa.

Taulukko 7 Lannoitusmäärät kasvupaikkatyypeittäin (Yara Oy 2008 6)

Kasvupaikkatyyppi		Ravinne			
		Typpi	Fosfori	Kalium	Boori
Kangasmetsät					
Lehtomainen kangas					
Kuusikko	kg/ha	150	20–30	-	-
Tuore kangas					
Kuusikko	kg/ha	150	20–30	-	-
Männikkö	kg/ha	150	-	-	-
Kuivahko kangas					
Männikkö	kg/ha	150	-	-	-
Suometsät					
Muuttumat ja turvekankaat					
Ruoho- ja mustikkaturvekan- gas/muuttuma	kg/ha	-	30–40	60–85	1,0–1,5
Puolukka- ja varputurvekan- gas/muuttuma	kg/ha	100	30–40	60–85	1,0–1,5
Korvet ja typpirikkaat rämeet	kg/ha	-	30–40	60–85	1,0–1,5
Niukkatyypiset rämeet	kg/ha	100	30–40	60–85	1,0–1,5

Jos puhdistamolietettä tarkastellaan fosforilannoitteena, saataisiin liete helposti sijoitettua Pohjois-Savon metsiin. Kaiken Lehtoniemen lietteen vuosittain tulevan lietteen sijoittamiseen tarvittaisiin 3 315–2 210 ha kangasmetsämaata. Suomaalle käytettynä samaiset luvut ovat 2 210-1 658 ha.

Jos Lehtoniemen puhdistamolietettä käytettäisiin metsänlannoitteen raaka-aineena, tulisi se käsitellä sellaiseen muotoon että levittäminen olisi mahdollista. Käsittelynä

toimisi hyvin terminen kuivaus ja rakeistus. Tällä menetelmällä valmistetulle tuotteelle on tyyppinimi Eviran tyyppinimiluettelossa. Rakeistettu liete olisi taudinaiheuttajista vapaa, helpompaa käsitellä ja levittäminen esimerkiksi keskipakolevittimellä mahdollista. Kuljetuskustannukset laskisivat ja samalla pidentyisi kannattava kuljetusmatka. Lietteestä tulisi määrittää boorin pitoisuus, jotta voitaisiin arvioida sen käyttömahdollisuus terveyslannoitteena. Kannattaisi myös harkita boorin lisäämistä rakeistamisvaiheessa parempien metsälannoitusominaisuuksien saavuttamiseksi. Ongelmaksi voi nousta yleinen vastustus marjametsien tai sienipaikkojen pilaamisesta. Levityksessä tulee myös ottaa huomioon huuhtouman mahdollisuus lähivesistöihin. Lannoitteen päätyminen ojiin tulisi ehkäistä ja suurien lannoitusten tekeminen samalle valuma-alueelle tehdä esimerkiksi muutaman vuoden välein.

Maisemointi

Vanhat soranottoalueet, murskeen valmistuspaikat ja esimerkiksi meluvallit ja teiden leikkaukset sekä pengerrykset voitaisiin maisemoida, käyttäen jätevesilietteestä valmistetulla maanparannusaineella. Maisemoinnissa pyritään saattamaan maanrakennustöiden jälkeinen alue takaisin kasvien kasvualustaksi. Liete tulisi käsitellä Eviran vaatimusten mukaisesti. Yhtenä vaihtoehtona on esimerkiksi puhdistamolietteen kompostointi ja kompostin käyttäminen maisemointiin. Tällä hetkellä Lehtonimen puhdistamoliete menee Yaran rikastushiekka-alueen maisemointiin. Katso tarkempi selitys kohdasta 3.6.

Leppävirran Kotalahdella sijaitsevalle Suomen Nikkeli Oy:n kaivokselle ei tarvita lietettä maisemointiin. Malmi viedään rikastettavaksi toisaalle. (Penttilä 24.6.2008)

Eroosion estäminen

Sadevesi aiheuttaa jyrkillä kivennäismaapinnoilla eroosiota. Eroosiolla tarkoitetaan maan kulumista esimerkiksi veden mukana huuhtoutumista. Eroosio on luonnossa normaali tapahtuma, mutta rakennetulle ympäristölle se on haitallinen. Eroosio voi aiheuttaa vaurioita esimerkiksi tieverkon rakenteille.

Eroosion estämiseen soveltuu komposti jonka raaka-aineena on käytetty puhdistamolietettä. Komposti tulee valmistaa lannoitevalmistelain vaatimusten mukaisesti. Kompostin sekaan ei eroosion estämistarkoituksessa sekoiteta kivennäismaata, sillä se haittaa kompostin toimivuutta. Komposti levitetään alueelle jossa sadevesieroosion vaikutukset halutaan estää. Kompostin vaikutus perustuu sen kykyyn imeä vettä ja

kuljettaa sitä muodostamatta noroja. Komposti ei muodosta kovaa pintaa, eikä liety. Komposti toimii eroosion estäjänä vaikka sen pinnalla ei heti levittämisen jälkeen olisi kasvillisuutta. Mitä jyrkempi pinta on kyseessä sitä paksumpi pitää olla kompostikerroksen. Eroosion estämisestä lietekompostilla on käytännön kokemuksia sekä Suomesta että Yhdysvalloista. Levityksessä on havaittu, että parhaiten toimii 5-20 cm kerros kompostia. (Mäntylä, E 2008)

Pohjois-Savon tieverkkoa hallinnoi Savo-Karjalan tiepiiri. Tiepiirin alueella on noin 11 000 km teitä. Joillakin tiepiirin osuuksilla on havaittavissa sadevesierosiota. Ongelmia esiintyy varsinkin sateisina kesinä. Tällä hetkellä teiden ylläpidossa ei käytetä kompostituotteita. Suunnittelupäällikkö Airi Muhonen Savo-Karjalan tiepiiristä arvioi kompostin käyttömahdollisuudet hankekohtaisiksi. Iisalmen ohikulkutien rakentamisen yhteydessä 1998 jätevesilietekompostin käyttämistä harkittiin. Ohitustien pituus on noin 18 km. Jos luiskien keskimääräiseksi leveydeksi oletetaan 2 * 4 m, olisi laskennallinen levitys pinta-ala ollut noin 144 000 m². Jos kompostia olisi levitetty keskimäärin 10 cm kerros, olisi tarvittu määrä ollut noin 14 400 m³. (Muhonen 1.7.2008; Kaikkonen 25.6.2008)

Savo-Karjalan tiepiirissä on suunnitteilla uusia tiehankkeita esimerkiksi valtatie 5 osuus Leppävirta-Palokangas. Tämä tieosuus on noin 9,75 km pitkä. Toinen suunnitteilla oleva tiehanke on välille Palokanga-Humalajoki. Tämäkin tieosuus sijaitsee vt 5 varrella ja on noin 16,5 km pitkä. Hyväksymispäätös hankkeesta tehdään vuoden 2009 aikana. Tien ylläpitäminen ja kehittäminen on jatkuva prosessi ja uusia hankkeita tulee lisää vuosittain. (Liikennevirasto 2008)

Lietekompostille löytyisi mahdollisuuksia tieverkon ylläpidossa. Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon lietteiden kompostille olisi ainakin ajoittain kysyntää. Kysynnän vaihtelusta johtuen kompostia joudutaan varastoimaan. Tässä käytössä lietteen ravinteet palaisivat takaisin luonnonkiertoon sekä sen ominaisuuksia hyödynnettäisiin kestävä kehityksen suuntaviivojen mukaisesti.

4.1.2 Puhdistamon lietteenkäsittelyn ulkoistaminen

Puhdistamon lietteenkäsittely voidaan siirtää esimerkiksi yksityiselle yritykselle. Ulkopuolinen yritys siis vastaisi lietteen käsittelystä ja jatkosijoituksesta. Puhdistamolietteen osalta yritystä sitovat samat lait ja asetukset kuin Kuopion Vettäkin. Tämä malli on käytössä useissa pienemmissä kunnissa ja mm. Savonlinnassa ja Mikkelissä. Kunta tai kaupunki voi myös olla itse osallisena perustettavassa yrityksessä. Ulkois-

tamisen hyvänä puolena on se, että puhdistamo voi keskittyä omaan toimintaansa. Puhdistamoliete hyödynnetään urakoitsijan toimesta. Samalla vältetään esimerkiksi oman käsittelylaitoksen investointikustannukset. Kääntöpuolena on käsitellyn puhdistamolietteen kallis kuutiohintaa, mutta puhdistamo maksaa siis vain toimittamistaan lietteistä. Sopimuksen sisältö on neuvoteltavissa, mutta se voi sisältää esimerkiksi lietteen kuljetukset, käsittelyn, lopputuotteen markkinoinnin ja toimituksen hyötykäyttöön. Palveluntarjoaja vastaa myös lainsäädännön vaatimista raportoinneista ja ympäristön seuraamisesta. (Aho 17.7.2008; Kangas 17.6.2008)

Käytännössä palveluntarjoaja joutuu investoimaan alueelle käsittelylaitoksen. Tästä johtuen sopimukset puhdistamon kanssa pyritään tekemään 10–15 vuoden mittaisiksi, jolloin käsiteltävän kuution hinta saadaan kohtuulliseksi. Samaan laitokseen pyritään saamaan usean toimijan biojätteitä käsiteltäväksi. (Aho 17.7.2008)

Vapon tarjoaman palveluperiaatteella toimivan puhdistamolietteen käsittely maksaa arviolta 60–70 €/tn (alv %). Presecon vastaava on noin 60–75 €/m³. Nykyisellä Lehtoniemessä syntyvällä määrällä kustannuksiksi tulisi Vapon tapauksessa 480 000–560 000 €/a ja Presecon 480 000–600 000 €/a. Käsittelyn todellinen hinta määräytyisi jatkoneuvotteluissa. (Aho 17.7.2008; Kangas 17.6.2008)

Koska ulkoistamisen kustannukset nousevat korkeiksi, jätetään se jatkotarkastelusta pois.

4.1.3 Puhdistamolietteen polttaminen

Puhdistamoliete voidaan hyödyntää energiana, jos aineena hyödyntäminen ei ole mahdollista. Jätelain mukaan jätteen, eli myös lietteen, hyödyntäminen aineena on ensisijaista (L 1072/1993). Poltettaessa lietettä, sen tilavuus ja massa pienenevät. Huomioon otettavaa on, että hehkutusjäännös puhdistamolietteen kuiva-aineesta on noin 45 %. Tästä johtuen loppusijoitettavaa pohjatuuhkaa syntyy kuitenkin paljon. Lehtoniemen vuosittain syntyvästä 8000 m³ 27 % DS lietteestä syntyy tuuhkaa noin 970 m³. Tuhkan yleisin sijoitusmuoto on kaatopaikkasijoitus, sillä puhdistamoliettetuhkaa ei voida käyttää maanparannusaineena tai lannoitevalmisteena. Tuhka tulee käsitellä siten, että se on laadultaan kaatopaikkakelpoista. Puhdistamo lietteen kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo on 9,92 MJ/kg. Puuhakkeen tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa on 18,5–20 MJ/kg. Lietteestä saatava energiamäärä ei siis ole merkittävä, varsinkin kun otetaan huomioon lietteen kuivaamiseen kuluva energia. (Paatero 2000; Pöyry Environment Oy 2007 29-33)

Kuopion energian ja Jätekukon tekemässä jätteen polton YVA-selvityksessä lietteen poltto oli kuitenkin mukana arvioitaessa jätteen polton teknisiä vaihtoehtoja ja ympäristövaikutuksia. Mikäli jätteenpolttolaitos toteutuu Kuopion alueella, Lehtoniemen jätevesilietteen poltto ei ole poissuljettua. (Henttonen, M. Puska, A. 2004).

Jätevesilietteen polttamisen investointikustannukset ovat suuret. Jotta jätevesiliete voitaisiin polttaa, se tulisi esikäsitellä esimerkiksi termisesti kuivaamalla. Kuivaaminen vaatii paljon energiaa. Kuten edellä on todettu, polttamalla saatu energia menisi käytännössä kokonaan lietteen kuivaamiseen, jolloin varsinaista hyötyä ei saataisi. Näiden seikkojen lisäksi loppusijoitettavaa tuhkaa tulisi kuitenkin runsaasti. Jäte tulisi ensisijaisesti hyödyntää aineena, joten polttaminen ei ole tämän ohjenuoran mukaista. Näiden syiden takia jätevesilietteen polttaminen jätetään jatkotarkastuksesta pois.

4.2 Lietteen loppusijoituksen ja hyötykäytön mahdollisuudet Lehtoniemen puhdistamolla

Koska liete on hyödynnettävissä siten, että siitä saadaan taloudellista etua, voidaan se ajatella tuotteena. Lietetuote voidaan ajatella sijoitettavaksi erilaisiin kohteisiin, jolloin sen käsittelyvaatimukset vaihtelevat. Tuotteen tulee täyttää halutut ominaisuudet niin käytön kuin lain kannalta. Ominaisuudet saavutetaan käsittelemällä liete erilaisilla prosessiketjuilla. Tarkasteluun on otettu kolme suuntausta:

- Liete sijoitetaan kokonaisuudessaan Yaran alueen maisemointiin.
- Liete sijoitetaan Yaran alueen maisemointiin sekä varaudutaan tulevaisuuden haasteisiin kehittämällä lieteprosessia.
- Liete sijoitetaan useaan eri käyttökohteeseen maanparannusaineena.

Jatkotarkastelussa ei ole enää mukana jätteen polttoa, Kemicond- lietteen kunnostusta eikä lietteen käsittelyn ulkoistamista. Myös kokeelliset menetelmät rajattiin ulos, koska niiden katsottiin olevan, kalliita sekä liian epävarmoja. Kemicon jätevesilietteen kunnostusmenetelmä on käytössä monessa Suomen kaupungeista. Kuopion jätevesilietteelle on tehty koeajoja, mutta sen todettiin olevan epäsopeva, lähinnä suurien käyttökustannusten takia. (Kettunen 2005)

4.2.1 Yara Suomi Oy

Lietteen hyödyntäminen Yaran alueiden maisemoinnissa on sekä molempia osapuolia hyödyttävä, että kestävä kehitystä tukevaa toimintaa. Lietteen sijoittamisesta ei ole kirjallista sopimusta. Kuopion Veden ja Yaran yhteisten etujen valossa tällainen sopimus tulisi tehdä. Tällä varmistettaisiin yhteistyön säännöt, toimitus määrät, lietteen laatu sekä toiminnan aikarajat. Lietteen sijoittaminen rikastushiekka-alueen maisemointiin on taloudellinen vaihtoehto Kuopion Vedelle sekä se noudattaa kestävän kehityksen periaatteita.

Lietteen käsittelyyn ei tarvitse tässä vaihtoehdossa tehdä muutoksia. Lietteen ominaisuudet täyttävät halutut vaatimukset. Toiminta on Kuopion Veden kannalta edullinen ja se on ympäristöystävällistä. Jätevedenpuhdistamon prosesseja ei tarvitse muuttaa eikä lietteelle tarvita erillistä käsittelylaitteistoa tai tilaa. Lietteen kuljetuksen ja levittämisen kustannusten sopiminen on olennaista. Heikkoutena ovat lietteen laadun puutteet Yaran näkökulmasta. Yaran näkökulmasta lietteen tulisi olla kuivempaa, hygieenisempää sekä raskasmetallipitoisuudet tulisi olla matalat, mutta laki ei aseta maisemointiin käytetylle aineelle vaatimuksia.

4.2.2 Yara Suomi Oy ja lietteen käsittelyn kehittäminen

Tässä suuntausvaihtoehdossa lietteen sijoittaminen Yaran alueiden maisemointiin olisi yhä ensisijainen lietteen hyötykäyttö ja sijoitus paikka, mutta sen rinnalle rakennettaisiin valmius lietteen käsittelemiseksi siten että käyttö maanparannukseen ja viherrakennukseen olisi mahdollista. Tuotteen käsittelyn ohjenuorana käytettäisiin lannoitevalmistelain vaatimuksia. Varautuminen toisenlaiseenkin sijoitusmuotoon tuo varmuutta ja joustavuutta tulevaisuutta ajatellen. Pelkkä maanparannusaine käyttö on sellaisenaan epävarma sijoitusmenetelmä ja näin ollen Yara-sijoituksen ja maanparannusaine käytön yhdistäminen on järkevää. Epävarmuutta tuo tuotteen kausittainen tarve sekä kysyntä verrattuna tuotantoon. Suuntauksen valinnan luoman varmuuden lisäksi maanparannusaineesta voisi olla saatavissa taloudellista hyötyä. Lietteen sijoittaminen viherrakennukseen on kestävän kehityksen ajatuksen mukaista toimintaa, aivan kuin Yaran alueen maisemointikin. Lieteprosessia voitaisiin kehittää esimerkiksi seuraavilla tavoilla:

- liete pastöroidaan
- liete kompostoidaan
- liete mädätetään termofiilisesti.

4.2.3 Lietteen sijoittaminen useaan eri käyttötarkoitukseen

Tässä suuntausvaihtoehdossa jätevesilietteestä jalostettu maanparannusaine sijoitettaisiin maanparannusainekäyttöön. Yaran kaivosalueen maisemoinnista luovuttaisiin kokonaan. Jätevesilietteestä jalostettaisiin sellaista, että sitä voitaisiin hyödyntää moneen erilaiseen käyttötarkoitukseen. Mahdollisia käyttökohteita ovat lietetuotteen käyttäminen maataloudessa, metsän lannoituksessa sekä viherrakentamisessa. Tässä tapauksessa viherrakentamiseen luetaan istutus- ja muut viherrakennustyöt, eroosion estäminen sekä maisemointi. Moneen kohteeseen sijoittamisella kohotetaan sijoituksen onnistumisen todennäköisyyttä. Yhden kohteen häiriö ei romahduta koko järjestelmää, sekä monen sijoituskohteen summalla saadaan tarvittava kapasiteetti.

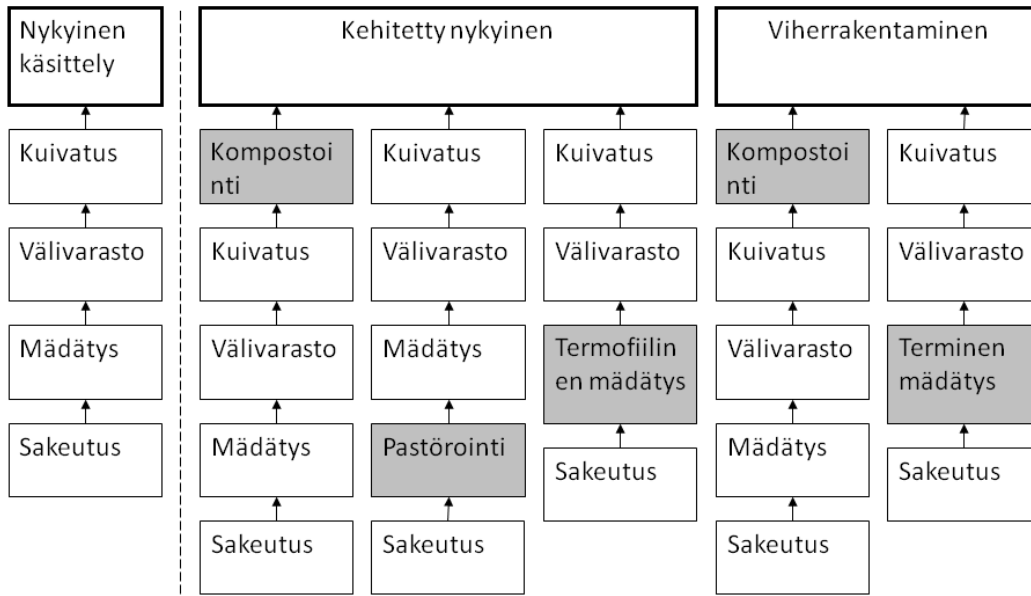
Käyttö tarkoituksesta riippuen käsitellyltä lietteeltä vaaditaan erilaisia ominaisuuksia. Ominaisuudet saavutetaan valitsemalla oikea käsittelymenetelmäketju. Käsittelyksi sopivia ovat esimerkiksi kompostointi tai mädätyksen muuttaminen termofiiliseksi.

Suuntauksen etuna on jätevesilietteen ravinteiden palaaminen kiertoon. Jätevesilietteen käyttö maanparannusaineena tukee kestävän kehityksen periaatetta. Uusiutumattomiin luonnonvaroihin lukeutuva fosfori palaa kiertoon ja on suoraan hyötykäytössä. Suuntauksen heikkoutena on tuotteen menekin takaaminen. Tuotteen varastoimiseksi tarvitaan esimerkiksi kenttä.

4.3 Lietteen käsittelyn prosessivaihtoehdot Lehtoniemessä

Lietteen käsittelyyn on kehitetty paljon menetelmiä. Ne perustuvat fysikaaliseen, kemialliseen tai biologiseen käsittelyyn. Käsittelyn tarkoituksena on saada lietteestä sellaista, että se on terveydelle ja ympäristölle vaaratonta sijoittaa sekä se täyttää lain asettamat vaatimukset, ja siten hyötykäytävissä. Kehitteillä on menetelmiä, joilla lietteen sisältämät arvokkaat ravinteet saataisiin erotettua, mutta ne eivät tässä tapauksessa ole täyden kokoluokan ajojen puutteen ja kustannusten takia järkeviä.

Teknisesti menetelmän tulisi sopia yhteen nykyisen puhdistamon kanssa tai korvata osia vanhasta prosessista. Tilanvarausten kannalta pitää ottaa huomioon Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon varsin rajallinen tontti ja Saaristokaupungin asutuksen leviäminen puhdistamoalueen lähelle. Haju- ja melupäästöt saattavat vaikeuttaa menetelmäketjun valintaa.



Kuva 4 Jätevesilietteen käsittelyketjut sijoituspaikoittain

Kuvassa 4 on käsittelyketjuja, joilla saavutetaan käyttötarkoituksen mukainen lopputulos. Ketjut ovat valittu lannoitevalmistelain asettamien vaatimusten pohjalta, eli kullekin ketjulle on olemassa oleva tuotenimi tuotenimiluettelossa. Ketjun toteutuminen vaatii uuden prosessin integroimista. Vanhan ja uuden laitteiston yhteistoiminnan varmistamiseksi tulee suorittaa pienen mittakaavan kokeita.

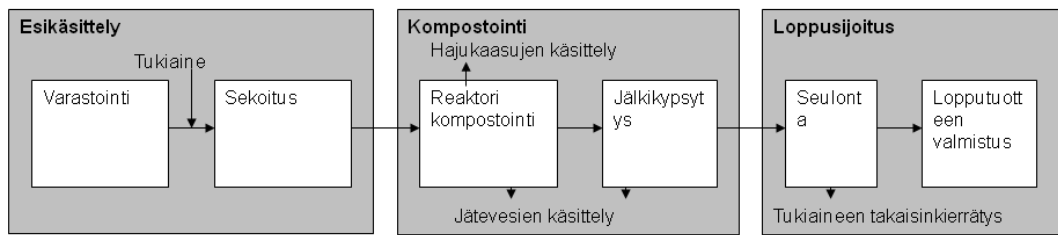
4.3.1 Lisättävien jätevesilietteen käsittelyprosessien kuvaukset

Kompostointi

Kompostointi perustuu lietteen orgaanisen aineen aerobiseen, eli hapellisissa olosuhteissa tapahtuvaan hajoamiseen sekä lämpötilan nousemiseen. Varsinaisen hajottamisen tekevät kompostissa olevat mikrobit ja pieneliöt, jotka käyttävät hiiltä, vettä ja happea solusynteesiinsä ja energian tuottamiseen, samalla tuottaen lämpöä ja hiilidioksidia. Kompostoinnissa syntyvän matalahkon lämmön hyötykäyttö on käytännössä vaikeaa. Orgaanisen materiaalin hajoaminen kompostissa on nopeaa, jos kompostissa on optimaaliset olosuhteet Ammoniumyhdisteet hapettuvat nitraateiksi ja sulfidimuotoinen rikki sulfaatiksi. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2008; Kemphos Oy, Kemira Oy, Minelco Oy ympäristölupa 2006)

Laitosmaisessa eli reaktorikompostoinnissa hallitaan kompostin lämpötilaa, happimäärää ja kosteutta ja se onkin paremmin hallittavissa kuin avokompostointi. Reaktorikompostoinnin lohkokkaavio on esitettyinä kuvassa 5. Reaktori- ja aumakompostointi voidaan myös yhdistää, jolloin viipymäaika reaktorissa voidaan laskea 12–36 tuntiin. Reaktorikompostoinnin tarkoituksena on tässä tapauksessa lietteen hygienisoiminen ja maatumisen alkuun saattaminen. Suomessa on käytössä:

- aumakomposteja,
- rumpukomposteja sekä
- tunnelikomposteja. (Louhineva ym. 2001 96-97; Paatero 2000)



Kuva 5 Reaktorikompostoinnin virtauskaavio (Pöyry Environment Oy, 2007 14)

Aumakompostoinnissa liete sekoitetaan tukiaineeseen suhteessa 2:3. Seos levitetään asfaltoidulle ja viemäröidylle kentälle 1,5–2,5 m korkeiksi aumoiksi. Kompostin annetaan kypsyä vähintään 6 kuukautta. Auma täytyy kääntää aika ajoin hapen saamiseksi myös auman keskusosiin. Kompostin kääntämiseen on kehitetty erilaisia menetelmiä ja laitteita, mutta yksinkertaisimmillaan sen voi tehdä esimerkiksi kauha kuormaajalla. Kääntäminen tulee tehdä minimissään kolme kertaa prosessin aikana. Vuodenaikojen vaihtelu asettaa avokompostoinnille haasteita, etenkin talvella jolloin auman lämpö- ja kosteustasapaino saattaa muuttua. Auma voidaan rakentaa siten, että massa on mahdollista puhaltaa ilmaa, jolloin viipymäaika voidaan laskea. (Paatero 2000)

Rumpukompostoinnissa lieteen ja tukiaineen seos laitetaan hitaasti pyörivään rumpuun. Rumpun sylinteri on 0-17 °C kulmassa. Rumpuun syötetään ilmaa sekä tarvittaessa vettä optimaalisten olosuhteiden saavuttamiseksi. Rumpukompostori voi olla jatkuvatoiminen tai panostyyppinen. Viipymäksi kompostorissa suositellaan 55 °C:ssa vähintään 3 vuorokautta. Kompostoinnin aktiivisen vaiheen katsotaan loppuneeksi kun massan lämpötila on pysyvästi alle 40 °C. Tämän vaiheen jälkeen kaikille kompostointimenetelmille suositellaan vähintään 6 kuukautta kestävää jälkikypsytystä. (Paatero 2000)

Tunnelikompostoinnissa lietteen ja tukiaineen seos laitetaan teräsbetonista rakennettuun tunneliin. Tunnelin lattiaan on rakennettu ilmastusmahdollisuus, josta biomassaan ilmastetaan. Samoin kuin rumpukompostoinnissa myös tässä menetelmässä pyritään noin 55 °C:n. Reaktorivaihe kestää noin 2-3 viikkoa. Aktiivisen vaiheen jälkeen komposti jälkikypsytetään, jonka jälkeen kompostimateriaali on valmista maanparannusainetta.

Pastörointi

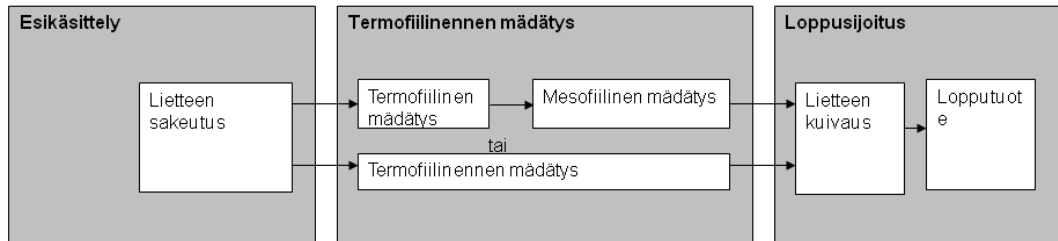
Pastöroinnin tarkoituksena on tuhota lietteen sisältämät taudinaiheuttajat sekä hajottaa lietteen rakennetta. Haluttu tulos saavutetaan kuumuuden ja viipymän yhdistelmällä. Liete kuumennetaan +70 °C viipymän ollessa 35 minuuttia. Pastörointiyksikkö sijoitetaan ennen mesofiilistä mädätystä, ja siihen syötetään sakeutettua lietettä. Viipymä voidaan varmistaa esimerkiksi panosprosessin avulla, jolloin liete ei voi kulkeutua prosessin läpi ns. oikovirtauksen avulla. Jos käytössä on useita pastörointi säiliötä, voidaan prosessia ajaa jatkuvatoimisesti.

Laitteisto koostuu esilämmönvaihtimesta, lietteen kuumentimesta, pastörointi säiliöistä, jälkilämmönvaihtimesta ja lietteen viilennysyksiköstä, jota käytetään jos lämmönvaihtimilla ei saada lietteen lämpötilaa laskettua haluttuun mädätyslämpötilaa. Tämä saattaa olla tarpeellista esimerkiksi kesäkuukausina. Liete esilämmitetään lämmönvaihtimesta saadulla lämpöenergialla, jonka jälkeen se kuumennetaan pastörointilämpötilaan. Liete kuumennetaan vedellä, käyttämällä mädätyksestä saatua biokaasua. Iskukuumennettu liete jäähdytetään, ja jäähdytys vesi kierrätetään esilämmönvaihtimeen.

Termofiilinen mädätys

Mädätyksen perustana on reaktoriin selektoituneet mikrobit, jotka käyttävät lietteen orgaanista-ainetta ravinnokseen. Samoin kuin mesofiilisessä mädätyksessä, myös termofiilinen mädätys tapahtuu hapettomissa eli anaerobisissa olosuhteissa. Orgaanisen aine hajoaa aluksi orgaanisiksi hapoiksi ja lopulta hiilidioksidiksi ja metaaniksi. Jäljelle jää epäorgaanista ainetta ja vaikeasti hajoavaa orgaanista materiaalia sekä vettä. Lämpötila termofiilisessä prosessissa on noin 55 °C. Lietteen hygienisointi voidaan lisätä ennen termofiilistä mädätystä. Hygienisoinnin tarkoituksena on tässä tapauksessa saattaa hajotus käyntiin ja etenkin tappaa taudinaiheuttajat. (Pöyry Environment 2007 19-20). Eviran lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelossa liitteessä IV ovat yleiset vaatimukset, jotka kaikkien lannoitevalmisteiden tulee täyttää.

Kaksivaiheisen ja kokonaan termiseksi muutetun mädätysprosessin virtauskaavio on esitettyä kuvassa 6. Kaksivaiheinen mädätys tarkoittaa termofiilisen- ja mesofiilisen mädätyksen ketjuttamista.



Kuva 6 Termofiilisen mädätyksen virtauskaavio

Kaksivaiheisen mädätyksen sijaan koko mesofiilinen prosessi voitaisiin muuttaa toimivaksi termofiilisellä lämpötila-alueella. Mädätysprosessi nopeutuisi ja lietteestä saataisiin enemmän biokaasua pidemmän suhteellisen viipymän vuoksi. Lietteen taudinaiheuttajat poistuisivat. Ongelmaksi muodostuu lietteen kasvanut kuumennukseen tarvittava energian tarve, toimintavarmuus ja lietteen kuohumisongelmat. Termofiilinen mädätys reagoi herkästi olosuhteiden muutokseen ja lietteen mukana tuleviin haitta-aineisiin. Tällaisessa mädätyksessä syntyy voimakkaita hajupäästöjä, jotka täytyisi puhdistaa. Vaikka terminen mädätys lisää biokaasun saantoa, tulee hyötyä arvioidessa ottaa huomioon lisääntynyt lämpöenergian tarve lietteen saattamisessa tarvittavaan lämpötilaan. (Kiisto & Fred 2007 10-13)

4.3.2 Ketjut 2-4 – Kehitetty prosessi

Nykyisen sijoituksen lisäksi lietteen käsittelyyn lisättäisiin prosessi, joka mahdollistaisi lietteen sijoittamisen myös muuhun käyttöön. Käsittelyn päämäärästä kohdassa 4.2.2. Prosessivaihtoehdot ovat pastörinti, terminen mädätys ja kompostointi.

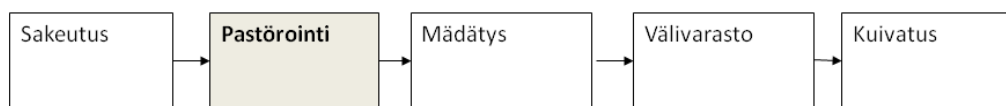
Kompostointi lisätään liete-prosessin loppuun. Ketju on esitettyä kuvassa 8. Kuten kappaleessa 4.3.1 on kerrottu, kompostointi voidaan toteuttaa kahdella periaatteella, jotka ovat avokompostointi ja reaktorikompostointi.



Kuva 7 Kompostointiketju

Kompostoinnin hyvät puolet ovat jätevesilietteen patogeenien poistuminen, hyötykäyttömahdollisuuksien laajentuminen maanparannuskäyttöön. Kompostointi on laajalti käytössä olevaa tunnettua tekniikkaa. Kompostoinnissa tarvitaan paljon tukiainetta, joka laimentaa haitallisten raskasmetallien pitoisuutta. Osa tukiaineesta seulotaan pois kompostoinnin jälkeen. Kompostoinnissa ei synny sellaista energiaa, jota voitaisiin helposti hyötykäyttää, prosessi kuluttaa energiaa mikrobien hapettaessa lietteen massaa. Kompostoinnin jälkikypsytyksessä vaatii paljon tilaa ja siitä saattaa aiheutua hajuhaittoja. Lopputuotteena ketjusta saadaan kompostia, joka luetaan maanparannusaineksi.

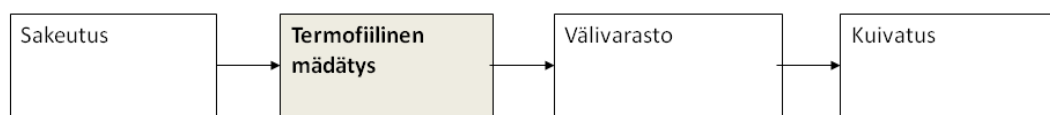
Pastörinti yksikkö lisättäisiin sakeutuksen jälkeen. Pastörintistä lisää kohdassa 4.3.1.



Kuva 8 Pastörinti osana liete-prosessia

Pastörinti tuhoaa jätevesilietteen patogeenit. Käsittelyn jälkeen liete on hygieenistä. Laitteisto ei vaadi paljoa tilaa, joten sen voi sijoittaa rajalliseenkin tilaan. Pastörintoitu liete mätännee tehokkaammin, jolloin biokaasun saanto kasvaa. Heikkoutena tekniikalla on suuri energian tarve. Kuumennukseen tarvittava energia on kallista ja käyttökustannukset nousevat. Sakeutusta tehostamalla kuumennettavaa massaa saadaan pienemmäksi. Lopputuotteeksi ketjusta saadaan pastörintoitua jätevesilietettä.

Termofiilinen mädätys lisätään entisen mesofiilisen mädätyksen tilalle tai mädätyksestä tehdään kaksivaiheinen.



Kuva 9 Termofiilisen mädätyksen käsittelyketju

Termofiilisen mädätyksen vahvuudet ovat jätevesilietteen hygienisoituminen, suurempi biokaasun saanto sekä mädätyksen tehostuminen. Hygieeninen liete on turvallisempaa käsitellä sekä sen jatkokäyttömahdollisuudet voimistuvat. Kasvanutta bio-

kaasuenergiaa voidaan käyttää jätevedenpuhdistamon tarpeisiin tai se voidaan myydä sähköverkkoon. Termisestä mädätyksestä aiheutuu hajuhaittoja sekä se on herkkä lietteen laadun muutoksille. Lämpötilan ja pH:n muutokset aiheuttavat häiriötä termofiiliseen mädätysprosessiin. Lopputuotteeksi käsittelyketjusta saadaan mädätettä, joka luetaan maanparannusaineeksi.

4.3.3 Ketjut 5-6 - Viherrakentaminen

Suuntauksessa, jossa Lehtoniemen jätevesiliete sijoitettaisiin kokonaisuudessaan maanparannusaine käyttöön, nykyistä liete-prosessia kehitettäisiin lisäämällä kompostointi yksikköprosessi tai mädätys muutettaisiin termofiiliseksi. Tällaisella prosessilla saataisiin tarkoituksen mukaista tuotetta. Tekniikoiden edut ja haitat esitettynä kohdassa 4.3.2.

4.4 Tuotteiden vertailu

Jätevesilietteestä saatavat lietetuotteet ovat arvosteltu käyttäen mittareina ympäristöä, teknistä toteutettavuutta, toiminnan häiriötöntä jatkuvuutta sekä tuotteen menekkiä. Perusteina on käytetty lannoitevalmistelakia, selvityksiä sekä muita lähteitä. Suurin painoarvo tätä työtä ajatellen on asetettu toiminnan häiriöttömälle jatkuvuudelle ja tuotteen menekille. Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon toiminta on erittäin tärkeää ympäristön sekä Kuopion kaupungin asukkaiden viihtyvyyden kannalta. Käsittelyketjusta riippumatta kaikissa tuotteissa on raskasmetalleja. Vertailu on suoritettu antamalla tuotteen ominaisuudelle plussia tai miinuksia. Taulukossa 8 käytetyt arvosanat tarkoittavat seuraavaa:

- +++ selvä vahvuus
- ++ vahvuus
- + etu
- - puute
- -- heikkous
- --- selvä heikkous

Taulukko 8 Tuotteiden vertailutaulukko

	Tuote	Ympäristö	Tekninen toteutettavuus	Tulevaisuus/reagointikyky	Tuotteen menekki
Yara	Jätevesiliete	+	+++	-	++
Yara ja kehitys	Jätevesiliete/ maanparannusaine	++	-	+	+++
Maanparannusaine	Maanparannusaine	+++	-	++	--

Lietetuote, joka suunnataan kokonaisuudessaan Yaran kaivosalueen maisemointiin, on teknisesti helppoa toteuttaa. Tuotteen valmistamiseen ei tarvita uutta prosessia. Investointikustannuksiakaan ei tule. Tuotanto ei häiriinny uuden prosessin säätämisen ja integroimisen takia. Tuotteelle on varauksin varma sijoituspaikka, mutta sijoituksen häiriötilanteen sattuessa, tuotteelle ei ole muuta käyttöä, vaan se joudutaan varastoimaan. Siten tämä vaihtoehto ei ole reagoitukykyinen. Lietetuote sisältää patogeenejä, ja se on lain mukaan ympäristölle vaarallista, mutta oikein käytettynä se estää läjitysalueen pölyämistä sekä sen avulla kasvatetaan alueelle kasvillisuutta.

Kehitetty lieteprosessi yhdistettynä Yaran sijoitukseen on teknisesti vaikea toteuttaa Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla, vaikka lietteen muokkaukseen käytettävät tekniikat ovat hyvin tunnettuja ja testattuja. Jätevesilietteen käsittely saattaa aiheuttaa hajua- ja meluhaittoja, joista on haittaa ympäristölle. Toisaalta lietteen ravinteet tulevat hyödynnetyksi. Koska jätevesiliettele on vaihtoehtoisia hyötykäyttömahdollisuuksia, on se herkempi tilanteen muuttumiselle kuin ensimmäinen vaihtoehto. Tämän vaihtoehdon menekki on arvioitu kaikkein parhaimmaksi. Yaran maisemoinnin lisäksi, osan lietteestä voi sijoittaa muuallekin.

Maanparannusaineeksi jalostaminen on teknisesti ongelmallista. Uuden prosessin istuttaminen olemassa olevaan kokonaisuuteen voi olla haastavaa. Tässä vaihtoehdossa liete tulee hyötykäyttöön ja sen vaikutukset ovat välittömät. Myös sen monet käyttömahdollisuudet tekevät siitä reagoitukykyisen vaihtoehdon. Tuotteen menekki sen sijaan on vaihtoehdoista huonoin. Teiden pientareita ja viherrakennustöitä on vain rajallisesti, peltojen lannoittamiseen on nykyisin saatavilla houkuttelevampia vaihtoehtoja sekä metsien lannoitukseen jätevesiliete olisi hyvä rakeistaa levityksen helpottamiseksi.

Yhteenvetona voidaan todeta, että kehitetty lieteprosessi yhdistettynä Yaran sijoitukseen on tuotantosuuntauksista paras. Pelkkä jätevesilietteen käyttö Yaran maisemointiin on vaihtoehtona hyvä, mutta sen tulevaisuuden reagoitukyky tekee tuotteen varmasta sijoitukseen menemisestä kyseenalaisen. Maanparannusainekäyttö olisi ympäristön kannalta paras, mutta tuotteen menekki on oletettavasti huono.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli selvittää Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon jätevesilietteen hyötykäyttömahdollisuuksia ja -muotoja. Uusia toteutettavia jätevesilietteen hyötykäyttömahdollisuuksia ei löytynyt. Lehtoniemen jätevesilietteen nykyinen hyötykäyttötapa, eli Yara Oy:n läjitysalueiden maisemointi, on erittäin hyvä niin teknisesti kuin taloudellisestikin. Monet muissa kaupungeissa käytössä olevat hyötykäyttömahdollisuudet eivät toimi Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon tapauksessa.

Selvityksen johtopäätöksenä on se, että suositeltavin jätevesilietteen hyötykäyttövaihtoehto on lietteen sijoittaminen Yaran läjitysalueen maisemointiin. Tämän lisäksi on hyvä varautua häiriötilanteisiin ja investoida käsittelyprosessiin, jolla voidaan käsitellä liete siten, että jätevesiliete voidaan sijoittaa muuallekin. Investoitu prosessi voi olla esimerkiksi kompostointikenttä, joka voisi samalla toimia puskurivarastona. Tämä vaihtoehto on teknisesti mahdollista toteuttaa. Toteutettavuuden lisäksi jätevesiliete kokonaisuudessaan saadaan hyötykäyttöön, eikä normaalissa tilanteessa tarvita varastointia. Toimintavarmuuden ja luotettavuuden saavuttamiseksi on hyvä investoida testattuun ja jo käytössä olevaan tekniikkaan. Laitteiston toimintavarmuus on erittäin tärkeää jatkuvan puhdistuksen kannalta. Jätevesilietteestä valmistettu tuote on saatava hyötykäyttöön, joten hyötykäyttömahdollisuuden valinnassa on huomioitava kapasiteetti ja aikarajat milloin sijoitus on mahdollista. Tekniikan tulee muokata lietettä siten, että se täyttää lain asettamat vaatimukset.

LÄHTEET

Aho J. Vapo. [Sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Martti Maljanen. Lähetetty 17.7.2008 [viitattu 17.7.2008].

Blauberg, T. *Kohti kierrätysyhteiskuntaa – Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016*, jätealan neuvottelupäivät 27.-28.5.2008. Luento.

Hartikainen, J. Sipilä, A. 2008. *Kuopion kaupungin Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon toiminnan tarkkailun vuosiyhteenveto 2007*. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy

Henttonen, M. Puska, A. 2004. *Lausunto ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta - Kuopion Energian jätteen energiakäyttöhanke Kuopiossa*. Pohjois-Savon ympäristökeskus. [Viitattu 15.11.2010] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=17311>.

Hynönen, T, Hämäläinen, T & Laukkanen, H. 2002. *Metsänlannoitus – kannattava sijoitus*. Metsäkeskuksen julkaisuja. [Viitattu 19.6.2008] Saatavissa: <http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/042A24F6-9A2B-4B07-BEF1-8EB36C23A516/0/metsanlannoitus.pdf>.

Hyvärinen, Pekka. Kunnallistekninen osasto, Kuopion kaupunki. Viher-rakennus Kuopiossa [Sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Martti Maljanen. Lähetetty 3.6.2008 [viitattu 3.6.2008].

Juntunen, P. 2005. *Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo - Laitoksen laajennus esiselvitys*. Kuopion Vesi.

Jätelaki L 1072/1993. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 6.2008]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931072>.

Kaikkonen, R. Savo-Karjalan tiepiiri [Sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Martti Maljanen. Lähetetty 25.6.2008 [viitattu 25.6.2008].

Kangas J. Preseco Oy. [Sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Martti Maljanen. Lähetetty 17.6.2008 [viitattu 17.6.2008].

Kangas, A. *Lietteitä ja biojätteitä koskeva lainsäädäntö* -pdf. Jätealan neuvottelupäivät 27.-28.5.2008 Savonlinna. Luento.

Kangas, J. Preseco Oy. Rumpukompostointilaitteiston tarjous [Sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Martti Maljanen. Lähetetty 17.6.2008 [viitattu 17.6.2008].

Kangaskesti, J. Yara Oy. Yaran läjitysalueen maisemointi [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Martti Maljanen. Lähetetty 6.8.2008 [viitattu 6.8.2008].

Kapuinen, P. Lietteen hyötykäyttö maataloudessa. Vesihuoltopäivät Kuopiossa 4. -5.6.2008. Luento.

Kemphos Oy, Kemira Oy, Minelco Oy. Ympäristölupa. 6.10.2006.

Kettunen, V. 2005. *Kuopion jätevesilietteen kuivaaminen Kemicond-tekniikalla*. Kemira Oy.

Kiisto, K & Fred, T. 2007. Jätevesilietteen mädätyksen tehostaminen. *Vesitalous*. 1/2007.

Kuopion ja Vehmersalmen vesihuollon kehittämissuunnitelma.

27.8.2004. [Viitattu: 4.10.2010] Saatavissa:

[http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/020904113946732/\\$FILE/Kehittamissuunnitelma.pdf](http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/020904113946732/$FILE/Kehittamissuunnitelma.pdf).

Kuopion kaupungin yleiset jätehuoltomääräykset, 3.7.2006. Saatavissa:

[http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/010204120151273/\\$File/JHM%20muutoksineen%202010.pdf?OpenElement](http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/010204120151273/$File/JHM%20muutoksineen%202010.pdf?OpenElement).

Kuopion kaupungin ympäristönsuojelumääräykset –ehdotus, Ympäristölautakunta, 19.12.2006.

Kuopion kaupunki hallinto- ja kehittämiskeskus. 2007. *Tiedote 1/2007, Kuopion väestö*. Talous- ja strategiapalvelu. Kuopion kaupunki.

Kuopion Vesi. 2010. Kuopion Veden liikelaitoksen johtokunnan kokouspöytäkirja 24.02.2010.

Kuranne, L & Haaranen, T. *Maatalouden ympäristötuki* [verkkajulkaisu], Ympäristöministeriö [viitattu 8.7.2008]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=14894&lan=fi>.

Laaksoviita, J. 2007. *Matkuksen yritysalueen vesihuollon yleissuunnitelma*. Kuopion Vesi.

Lannoitevalmistelaki L 539/2006. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 6.2008]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539>.

Laukkanen, Aarne. Kuopion Seurakuntien puistopäällikkö. Kuopio 6.2008. Puhelinkeskustelu.

Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon ympäristölupa. 2.4.2007.

Liikennevirasto. *Käynnissä olevat hankkeet* [verkkajulkaisu]. Savo-Karjalan tiepiiri [viitattu 16.7.2008]. Saatavissa: http://www.tiehallinto.fi/servlet/page?_pageid=70&_dad=julia&_schema=PORTAL30&menu=2273&_pageid=70&kieli=fi&linkki=4416.

Louhineva, E. Mäkinen, T. Sipilä, K. 2001. *Lietteen käsittely uudet ja käytössä olevat tekniikat*. VTT. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2001/T2081.pdf>.

Maa- ja metsätalousministeriön *asetus lannoitevalmisteista* A 12/07. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 6.2008]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/28518-07012fi.pdf>.

Maaseutuvirasto. 2008. *Maaseutuviraston julkaisuja: Hakuoppaita ja ohjeita, Hakuopas 2008*. Helsinki. Edita Prima Oy.

Maataloustilastot. 2008. Matilda tietopalvelu.

Metsätilastollinen vuosikirja 2007. 2007. Metla.

Muhonen, A. Savo-Karjalan tiepiiri [Sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Martti Maljanen. Lähetetty 1.7.2008 [viitattu 1.7.2008].

Mäntylä, E. *Komposti torjuu sadevesi eroosiota* [verkkajulkaisu]. Vapo [viitattu 16.7.2008]. Saatavissa:

http://www.vapo.fi/fin/kunta_ ja_yritysasiakkaat/viherrakentaminen/kompostituotteet/eroosion_estoon/?id=205

Nykänen, J. Maaseutupäällikkö. Kuopion kaupunki. [Sähköpostiviesti] Vastaanottaja Martti Maljanen. Lähetetty 5.8.2008 [viitattu 5.8.2008].

Paatero, P. 2000. *Puhdistamolietteiden hyödyntämis- ja loppusijoitusvaihtoehdot sekä niiden vertailu*. Suomen Ympäristökeskus.

Penttilä, Vesa-Jussi. Suomen Nikkeli Oy. Kuopiossa 24.6.2008. Puhelinkeskustelu.

Pöyry Environment Oy. 2007. *Lietteenkäsittelyn nykytila Suomessa ja käsittelymenetelmien kilpailukyky –selvitys*.

Rantanen, P, Valve, M & Kangas, A. 2008. *Lietteen loppusijoitus esiselvitys*. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. [Viitattu 18.6.2008] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=80857&lan=fi>

Valtioneuvoston asetus *jätteen polttamisesta* A 362/2003. Finlex.

Lainsäädäntö [viitattu 6.2008]. Saatavissa:

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

Valtioneuvoston periaatepäätös *vesiensuojelun suuntaviivoista vuoteen 2015* [verkkajulkaisu]. Ympäristöministeriö [Viitattu 5.8.2008].

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=5227&lan=fi>

Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista VNp 861/1997. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 4.11.2010]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970861>.

Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä VNp 282/1994. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 6.2008]. Saatavissa:

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

Viherympäristöliitto ry:n suositus kasvualustan rakeisuuskäyriksi, 2004.

Viherympäristöliitto ry:n suositus kasvualustaohjearvoiksi, 2004.

Yara Oy. 2008. *Metsänlannoitusopas*. Forssankirjapaino.

Ympäristöministeriö. *Lietteen mädätys* [verkkosivu]. [viitattu 27.5.2008]

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6604&lan=fi>.