

Minna Kahilainen

KAATOPAIKKA VESIEN ON-LINE MONITOROINTI SUOMESSA

Opinnäytetyö
Ympäristötekniologia


Helmikuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU <small>Mikkeli University of Applied Sciences</small>	Opinnäytetyön päivämäärä 11.02.2013				
Tekijä(t) Minna Kahilainen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Ympäristötekniikan koulutusohjelma				
Nimeke Kaatopaikkavesien on-line monitorointi Suomessa					
Tiivistelmä Tässä opinnäytetyössä selvitettiin Suomessa kaatopaikoilla olevien jatkuvatoimisten veden laadun mitta- usantureiden käytön laajuutta sekä käyttökokemuksia. Opinnäytetyössä kartoitettiin kyselytutkimuksen avulla, kuinka laajasti jatkuvatoimiset anturit ovat käytössä kaatopaikoilla suotoivesien laadun tarkkai- lussa. Lisäksi kysyttiin käyttäjien kokemuksia kalibroinnin ja huollon tarpeesta ja käytännöistä. Tämän lisäksi selvitettiin viranomaisten kantaa jatkuvatoimisten mittausantureiden mittaustulosten hyväksymi- sestä velvoitetarkkailuun. Suomen kaatopaikat ovat aikaisemmin olleet pieniä ja niitä on ollut suuri määrä. Nykyinen kehitys on, että kaatopaikoista tehdään paremmin toimivia jäteasemia ja useammat kunnat käyttävät samaa jätease- maa. Näin saadaan tehokkaammin hallittua kaatopaikkojen päästöjä ja riskejä. Nykyinen lainsäädäntö antaa tiukat säännöt jätteen käsittelylle ja loppusijoitukselle sekä jätteen hyödyn- tämiselle. Uusi jätelaki (646/2011) tuli voimaan 1.5.2012. Samaan aikaan tuli voimaan myös valtioneuvos- ton asetus jätteistä (179/2012) sekä muutoksia ympäristönsuojelulakiin (647/2011) ja -asetukseen (180/2012). Jätteistä aiheutuvia ympäristöhaittoja sääntelee myös ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja - asetus (169/2000). Kyselyyn vastanneista kaatopaikoista vähän alle puolella on käytössä jatkuvatoimisia veden laadun mit- tausantureita. Yleisin mitattava suure on sähkönjohtavuus. Jokainen vastanneista korosti säännöllisen huollon ja kalibroinnin tärkeyttä mittaustulosten luotettavuuden varmistamiseksi. Vain viidellä vastan- neista kaatopaikoista mittaustulokset on hyväksytty osaksi velvoitetarkkailua.					
Asiasanat (avainsanat) kaatopaikka, suotovesi, jatkuvatoiminen monitorointi					
Sivumäärä 27	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Kieli</td> <td style="width: 33%;">URN</td> </tr> <tr> <td>suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	suomi	
Kieli	URN				
suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä)					
Ohjaavan opettajan nimi Marjatta Lehesvaara	Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin Ammattikorkeakoulu, Open- tietojärjestelmä hanke				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 11.02.2013	
Author(s) Minna Kahilainen		Degree programme and option Environmental engineering	
Name of the bachelor's thesis On-line monitoring in landfills in Finland			
Abstract <p>This thesis is about on-line monitoring in landfills in Finland. I have made questionnaire for all landfill companies in Finland to find out how much there is in use on -line monitoring systems to measure the quality of leachate in landfills. I also made questions about calibration and maintenance of sensors. I tried to find out which sensors and standards are more commonly used in on-line monitoring in landfills. The final thing to clarify was how authorities approve results of on-line monitoring.</p> <p>In Finland there have been many small landfills in the past but now situation is different. Legislation defines that all new landfills are bigger than before and small ones are been shut down. These changes help to control more likely landfill emissions and risks.</p> <p>There are many laws which control environmental risks caused by landfills. New law about waste (646/2011) was introduced in 1st of May in 2012. There are also few more laws that include regulations about landfills and waste management.</p> <p>By this survey that I made I found out that here in Finland it is not common to use on-line monitoring systems in landfills. Where on-line monitoring is in use the most common measured parameter is conductivity. I found out that regular maintenance and calibration is the most important thing to ensure that sensors are working correctly.</p>			
Subject headings, (keywords) landfill, leachate, on-line monitoring			
Pages 27	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Marjatta Lehesvaara		Bachelor's thesis assigned by Mikkeli University of applied science, Open-information systems project	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	LAINSÄÄDÄNTÖ, YMPÄRISTÖLUPA JA VIRANOMAISEN TEHTÄVÄT ..	2
2.1	Jätelainsäädäntö	2
2.2	Kaatopaikkavesiä koskeva lainsäädäntö	3
2.3	Ympäristölupa.....	4
2.4	Viranomaisten tehtävät jätehuollossa	6
3	KAATOPAIKAT	7
3.1	Kaatopaikkojen toiminta.....	7
3.2	Kaatopaikkavedet	8
3.3	Suotovesien muodostumiseen vaikuttavat tekijät.....	10
3.4	Vesitase.....	11
4	KAATOPAIKKAVESIEN MONITOROINTI.....	12
4.1	Automaattinen veden laadun seuranta	13
4.2	Esimerkkejä monitoroinnista kaatopaikoilla ja avovedessä	14
4.2.1	Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus	14
4.2.2	Kujalan kaatopaikka, Kaatopro-hanke.....	15
4.2.3	Kierrätyspolttoaineen valmistuslaitos, Kaatopro-hanke	16
4.2.4	Kyrönjoen automaattinen tarkkailu.....	17
5	MITTAUSTEN LUOTETTAVUUS	19
5.1	Ympäristömittaukset.....	19
5.2	Laadunvarmistus.....	20
5.3	Jatkuvatoimisten mittausantureiden luotettavuus	21
6	KYSELY JÄTEASEMILLE.....	22
6.1	Jatkuvatoimisten mittausantureiden käyttö jäteasemilla	22
6.2	Antureiden toimivuus	24
6.3	Velvoitetarkkailun raja-arvot.....	24
7	TULOSTEN TARKASTELU	25
8	POHDINTA	26
	LÄHTEET	28
	LIITTEET	

- 1 Kyselylomake jäteasemille
- 2 Kyselylomake viranomaisille
- 3 E-PRTR asetuksen haitta-aineet

1 JOHDANTO

Suomessa jätteiden loppusijoituspaikka on vuosikymmenien ajan ollut kaatopaikka. Suomalaiset kaatopaikat ovat perinteisesti olleet pieniä kaatopaikkoja ja niitä on ollut runsaasti ympäri Suomen. Jättemäärien lisääntyessä sekä kaatopaikkapäästöjen hallittavuuden parantamiseksi ovat uudet kaatopaikat suunniteltu sijaintinsa ja toimintansa kannalta paremmin kuin vanhat. Kaatopaikat tulevat olemaan osa jätehuoltoa tulevaisuudessakin. (Marttinen ym. 2000, 4.)

Kaatopaikoilla jätteet hajoavat aiheuttaen kaasu- ja vesipäästöjä. Vesipäästöt ovat erilaisia riippuen kaatopaikan iästä ja ne muuttuvat kaatopaikan elinkaaren aikana useaan kertaan. Vesipäästöt ja niiden riskit ovat aina pitkäaikaisia, joiden muodostumiseen ja ominaisuuksiin vaikuttavat monet tekijät. Tärkeimpiä ovat jätetäytön ikä ja olosuhteet sekä jätteiden ominaisuudet, esimerkiksi teollisuusjäte käyttäytyy jätetäytössä erilalla kuin perinteinen kotitalousjäte. (Marttinen ym. 2000, 4.)

Valtioneuvoston kaatopaikkapäätöksen (861/1997; muutokset:1049/1999, 552/2001, 13/2002, 202/2006, 59/2008, 381/2008) tavoitteena on ohjata kaatopaikkojen suunnittelua, perustamista, rakentamista, käyttöä, hoitoa, käytöstä poistamista ja jälkihoitoa. Lisäksi sillä ohjataan jätteiden sijoittamista kaatopaikoille siten, ettei niistä vuosien tai vuosikymmenten kuluessa aiheudu vaaraa tai haittaa terveydelle eikä ympäristölle. Kaatopaikan pitäjä on velvoitettu valvomaan ja tarkkailemaan kaatopaikkaa sekä sen ympäristöä. Tämä velvoittaa laatimaan kaatopaikan seurantaan varten tarkkailuohjelman. Tarkkailu koskee niin jätetäyttöä kuin kaatopaikkavesiä. Kaatopaikkaa on tarkkailtava myös sen sulkemisen jälkeen. (Niemi 2009.)

Tässä työssä tarkastellaan kaatopaikkojen jatkuvatoimista veden laadun seurantaan aikaisempien tutkimusten sekä muun kirjallisen tiedon pohjalta. Lisäksi pyritään tuomaan viranomaisen näkökulma velvoitetarkkailuun. Opinnäytetyön osana tehtiin kyselytutkimus Suomen jäteasemille sekä valvovalle viranomaiselle. Kyselytutkimuksen tavoitteena oli selvittää jatkuvatoimisten mittausantureiden käytön laajuutta jäteasemilla sekä selvittää käyttökokemuksia. Lisäksi kyselyssä pyrittiin selvittämään viranomaisen näkemys jatkuvatoimisten mittausantureiden mittaustulosten käytöstä osana velvoitetarkkailuja.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ, YMPÄRISTÖLUPA JA VIRANOMAISEN TEHTÄVÄT

Jätelaisissa jäte on määritelty esineeksi tai aineeksi, jonka sen haltija poistaa tai aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä. Kaatopaikoille toimitettavat jätteet koostuvat asuin- ja liikehuoneistoissa sekä laitoksissa syntyvistä jätteistä, rakennus- ja purkujätteistä, yhdyskuntien palveluissa sekä jäteveden ja jätteen käsittelyssä syntyvistä jätteistä (Marttinen ym. 2000). Kaatopaikkojen käyttöä ohjaa Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997, jonka muutos 202/2006 pitää sisällään kaatopaikkaluokat, eri kaatopaikoille sijoitettavat jätteet sekä jätteiden sijoittamista kaatopaikoille koskevat yleiset rajoitukset (Ihalainen 2000). Uusi jätelaki (646/2011) tuli voimaan 1.5.2012. Samaan aikaan tuli voimaan myös valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012) sekä muutoksia ympäristönsuojelulakiin (647/2011) ja -asetukseen (180/2012). Jätteistä aiheutuvia ympäristöhaittoja sääntelee myös ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja -asetus (169/2000).

2.1 Jätelainsäädäntö

Euroopan unionin uudella jätedirektiivillä (2008/98/EY) pyritään edistämään jätteen synnyn ehkäisyä, uudelleenkäyttöä ja kierrätystä sekä yksinkertaistamaan nykyistä EU:n jätesäätelyä. EU:n jätepolitiikassa on noudatettava pääpiirteissään seuraavaa tärkeysjärjestystä: jätteen synnyn ehkäisy, valmistelu uudelleenkäyttöön, kierrätys, muu hyödyntäminen, loppukäsittely. Uudessa jätedirektiivissä jäsenmaat velvoitetaan edistämään jätteen kierrätystä. Tämä tarkoittaa käytännössä, että syntyvästä paperi-, metalli-, muovi- ja lasijätteestä täytyisi kierrättää vuonna 2020 vähintään puolet, ja rakennus- ja purkujätteestä vähintään 70 prosenttia. Jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseksi jäsenmaat muun muassa velvoitetaan laatimaan ja toimeenpanemaan tätä koskevia ohjelmia. Lisäksi direktiivi selventää jätteen määritelmää ja pyrkii sitä kautta yhdenmukaistamaan jäsenmaiden jätepolitiikkaa. Direktiivissä on mukana arviointiperusteet, joiden mukaan jäte tai materiaali voidaan määrittää tarkemmin joko jätteeksi tai sivutuotteeksi. Myös yhdyskuntajätteen polton määrittelyä ja säätelyä selvennetään, ja vaarallisten jätteiden turvallista jätehuoltoa parannetaan. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY.)

2.2 Kaatopaikkavesiä koskeva lainsäädäntö

Kaatopaikalla syntyvien vesien hallinnasta, käsittelystä ja seurannasta säädetään EU-lainsäädännössä erityisesti kaatopaikkadirektiivissä. Kaatopaikkavesien keräämisestä ja käsittelystä direktiivi määrittelee, että ne on hoidettava riittävien kansallisten standardien mukaisesti. Tarkempia säädöksiä vesien hoidosta tai käytettävistä laatustandardista direktiivi ei kuitenkaan sisällä vaan jokainen jäsenvaltio toimii omien kansallisten lakien ja säädösten mukaisesti. EU-alueella ei ole yhtenäisiä menettelytapoja kaatopaikkavesien ja niiden vaikutusalueella olevien vesien seurannasta ja käsittelystä. (Eskola ym. 2009.)

Suomessa kaatopaikkaveden seurannalle asetetut vaatimukset on säädetty Valtioneuvoston kaatopaikkapäätöksessä (861/1997), jossa velvoitetaan seuraavaa:

- Kaatopaikkaveden määrää ja laatua täytyy tarkkailla erikseen jokaisessa kohdassa, jossa sitä johdetaan kaatopaikan ulkopuolelle.
- Vesien puhdistamista ja puhdistuksesta pois johdettavia vesiä täytyy tarkkailla niin, että pystytään luotettavasti arvioimaan puhdistuksen tehokkuutta sekä kaatopaikan aiheuttamaa kuormitusta.
- Kaatopaikkaveden määrää ja sähkönjohtavuutta tulee seurata viikoittain kaatopaikan toiminnan aikana ja puolivuositain jälkihoitovaiheen aikana.
- Veden laatua on seurattava neljännesvuositain kaatopaikan toiminnan aikana ja puolivuositain jälkihoitovaiheen aikana. Vesinäytteistä analysoitavat aineet tai ominaisuudet määritellään sijoitettavien jätteiden laadun perusteella. (Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997.)

Lisäksi samassa asetuksessa säädetään pinta- ja pohjavesien seurannasta:

- Pintaveden määrää ja laatua on tarkkailtava vähintään kahdesta näytteenotuspisteestä. Pisteistä toisen täytyy sijaita pintavesien virtaussuunnassa kaatopaikan yläpuolella ja toisen taas ilmentää kaatopaikan vaikutuksia pintavesiin. Mittaukset tulee tehdä neljännesvuositain kaatopaikan käyttövaiheessa ja puolivuositain jälkihoitovaiheessa.
- Pohjavesiä täytyy tarkkailla vähintään kahdesta pisteestä virtaussuunnassa kaatopaikan alapuolelta sekä vähintään yhdestä pisteestä yläpuolelta.
- Kaatopaikan mahdollisella vaikutusalueella sijaitsevien talousvesikaivojen veden laatua on myös tarkkailtava.

- Näytteenotto sekä analysoitavat aineet ja ominaisuudet määritellään tapauskohtaisesti kaatopaikkaveden ja kaatopaikka-alueen pohjaveden laadun perusteella. Myös pohjaveden virtausnopeus alueella on huomioitava.
- Pohjaveden ja kaatopaikan sisäisen veden korkeutta täytyy seurata puolivuositain.
- Pohjaveden laatua koskevat tiedot on koottava taulukoksi, josta on helposti havaittavissa laadussa tapahtuvat muutokset. Jos pohjaveden laadun todetaan heikentyneen tai lupapäätöksessä asetetun haitallisten aineiden kynnystason ylittyvän, siitä on viipymättä ilmoitettava lupaviranomaiselle. (Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997.)

Yleiset tavoitteet vesien tilalle on asetettu EU:n vesipolitiikan puitedirektiivissä (2000/60/EY) sekä sen pohjalta Suomessa annetuissa vesienhoidon järjestämistä koskevassa laissa (1299/2004) ja valtioneuvoston asetuksessa vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006). Vesilainsäädännön uudistusten tavoitteena on estää pinta- ja pohjavesien tilan heikkeneminen ja tilan pysyminen vähintään hyvänä. Jätteiden käsittely on yksi tärkeä osa pohjavesiin kohdistuvien riskien hallintaa. Vaikka kaatopaikoilta tulevien haitallisten aineiden päästöt kuuluvat ympäristönsuojelulain (86/2000) mukaiseen ympäristölupajärjestelmään, on nämä kuitenkin käytännössä huomioitu puutteellisesti ympäristölupamenettelyissä sekä lupapäätöksissä. (Eskola ym. 2009.)

Haitallisten aineiden säätelyä lupamenettelyssä selkiyttää valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006). Siinä annetaan päästöraja-arvoja ja -kieltoja sekä ympäristön laatunormeja tietyille haitta-aineille. Näitä aineita ovat esimerkiksi DDT, hiilitetrakloridi ja pentakloorifenoli. Asetus koskee pintavesiin joutuvaa ja kunnallisille jätevesipuhdistamoille johdettavaa vettä. Asetus velvoittaa ympäristöluvanvaraisen toiminnan harjoittajan tarkkailemaan pintavettä, johon päästetään tai huuhtoutuu asetuksen liitteessä määriteltyjä vesiympäristölle vaarallisia tai haitallisia aineita (E-PRTR asetuksen haitta-aineet, liite 3). (Eskola ym. 2009.)

2.3 Ympäristölupa

Ympäristölupamääräykset on laadittu pilaantumisen ehkäisemiseksi ja ympäristöluvassa on annettava tarpeelliset määräykset seuraavista asioista:

- päästöistä, päästöraja-arvoista, päästöjen ehkäisemisestä ja rajoittamisesta sekä päästöpaikan sijainnista
- jätteistä sekä niiden määrän ja haitallisuuden vähentämisestä
- toimista häiriö- ja muissa poikkeuksellisissa tilanteissa
- toiminnan lopettamisen jälkeisistä toimista, kuten alueen kunnostamisesta ja päästöjen ehkäisemisestä
- muista toimista, joilla ehkäistään, vähennetään tai selvitetään pilaantumista, sen vaaraa tai pilaantumisesta aiheutuvia haittoja. (Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86.)

Lupamääräyksiä annettaessa on otettava huomioon toiminnan luonne sekä sen alueen ominaisuudet kokomaisvaltaisesti, jolla toiminnan vaikutus ilmenee. Toiminnan vaikutus ympäristöön, toimet pilaantumisen ehkäisemiseksi ympäristön kannalta sekä tekniset ja taloudelliset resurssit kaikkien näiden toimien toteuttamiseksi vaikuttavat lupien myöntämiseen ja lupaehtojen määrittämiseen. Käyttöön otettavan tekniikan osalta lupamääräyksissä ei velvoiteta käyttämään jotakin tiettyä tekniikkaa vaan sen perustana tulee olla paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT), jonka jokainen toimija valitsee soveltuvuuden mukaisesti. Käytettäessä parasta käyttökelpoista tekniikkaa voidaan päästöjen ehkäisyyn ja päästöraja-arvoihin vaikuttaa luotettavimmin. Lisäksi on tarpeen mukaan otettava huomioon energian ja materiaalien käytön tehokkuus sekä varautuminen onnettomuuksien ehkäisemiseen ja niiden seurausten rajoittamiseen. (Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86.)

Ympäristöluvassa on annettava tarpeelliset määräykset toiminnan käyttötarkkailusta sekä päästöjen ja toiminnan vaikutusten sekä toiminnan lopettamisen jälkeisen ympäristön tilan tarkkailusta. Luvassa on lisäksi annettava tarpeelliset määräykset jätelaissa säädetystä jätehuollon seurannasta ja tarkkailusta sekä jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelmasta ja sen noudattamisesta. Tarkkailun toteuttamiseksi luvassa on määrättävä mittausmenetelmistä ja mittausten tiheydestä. Luvassa on myös määrättävä siitä, miten seurannan ja tarkkailun tulokset arvioidaan ja miten tulokset toimitetaan valvontaviranomaiselle. Toiminnanharjoittaja voidaan myös määrätä antamaan valvontaa varten muita tarpeellisia tietoja. Ympäristölupa myönnetään asian laadun mukaan toistaiseksi tai määräajaksi. Lupapäätöksestä on käytävä ilmi ratkaisun perusteet ja päätöksen perustelut. Päätöksessä on vastattava lausunnoissa ja muistutuksissa tehtyihin yksilöityihin vaatimuksiin. (Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86.)

2.4 Viranomaisten tehtävät jätehuollossa

Ympäristöministeriö osallistuu Suomen, Euroopan unionin ja maailman laajuisen jätet politiikan valmistelun lisäksi Euroopan unionin lainsäädännön pohjalta valmisteltavaan kotimaiseen lainsäädäntötyöhön. Ympäristöministeriö ohjaa, kehittää ja seuraa jätelain soveltamista ja tulkintaa, mutta ympäristöministeriö ei ota kantaa yksittäisiin lainsoveltamisongelmiin poikkeustapauksia lukuun ottamatta. Valtion hallinnossa aluehallintovirastot (AVI) myöntävät ympäristölupia merkittävälle jätehuollon laitoksille, kuten kaatopaikoille, jätteenpolttolaitoksille, ongelmajätteen käsittelylaitoksille, kompostointilaitoksille ja pienehköille jätevedenpuhdistamoille. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskus) ohjaavat ja valvovat kuntien ja yritysten jätehuoltoa, valvovat ympäristölupien noudattamista sekä valmistelevat alueellisia jätehuoltosuunnitelmia. ELY-keskukset myös hyväksyvät ammattimaiset jätteen kuljettajat ja välittäjät jätehuoltorekisteriin. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus valvoo jätehuollon tuottajavastuuta valtakunnallisesti. Tuottajavastuualoja ovat romurenkaat, keräyspaperi, pakkausjäte, romuautot, sähkö- ja elektroniikkalaiteromu sekä akut ja paristot. Suomen ympäristökeskus puolestaan valvoo jätteiden kansainvälisiä siirtoja sekä on jätteensirtoasetuksen mukainen yhdyshenkilö. (ymparisto.fi.)

Kunnat vastaavat asumisessa syntyvien jätteiden hyödyntämisestä ja loppukäsittelystä. Suurimmassa osassa Suomen kunnissa nämä jätehuollon toiminnot on siirretty alueelliselle jäteyhtiölle, joka huolehtii jätteen kuljetuksesta, kaatopaikasta, kompostointilaitoksesta, polttolaitoksesta ja jäteneuvonnasta. Kunnan jätehuoltoviranomainen huolehtii kunnan jätetaksasta ja jätehuoltojärjestelmästä päättämisestä. Alueellisen jätehuoltoyhtiön ollessa kyseessä, kuntien muodostama yhteinen toimielin hoitaa viranomais-tehtävät kyseisellä alueella. Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen toimialue voi olla yksi tai useampi kunta, ja sen tehtäviin kuuluu pienimuotoisen jätehuollon ympäristölupa-asiat kuten ongelmajätteiden pienvarastointi ja romuajoneuvojen varastot. Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen tehtäviin kuuluu valvoa, että yritykset ja yksityiset noudattavat jätelakia. Näitä velvollisuuksia ovat muun muassa velvollisuus liittyä järjestettyyn jätehuoltoon, roskaamiskiellon noudattaminen ja jätteiden asianmukainen kerääminen. (ymparisto.fi.)

3 KAATOPAIKAT

Vuonna 2010 Suomessa päätyi kaatopaikoille 45 prosenttia yhdyskuntajätteestä (Jätteentuottajat lajittelivat enemmän vuonna 2010). Loput jätteistä kierrätetään tai muuten hyöty käytetään. Kaatopaikka on luonteeltaan enemmän loppusijoituspaikka kuin jätteen käsittelymenetelmä. Toisaalta kaatopaikalla tapahtuu monivaiheinen maatusmisprosessi, jossa jätteiden orgaaninen aines hajoaa biologisten prosessien avulla kaasumaisiksi tuotteiksi ja stabiiliksi biomassaksi (Ihalainen 2000).

3.1 Kaatopaikkojen toiminta

Kaatopaikalle päätyvän jätteen määrää pyritään vähentämään ja koostumusta muuttamaan. Näillä toimilla pyritään lisäämään kaatopaikkojen hallittavuutta. Kaatopaikkojen prosessien ohjauksella pyritään nopeuttamaan jätetäytön stabiloitumista, sekä tehostuneen stabiloitumisen myötä kasvattamaan kaatopaikan kapasiteettiä. Kaatopaikan prosesseihin voidaan vaikuttaa muun muassa suotoveden kierrättämisellä jätetäytössä, jätetäytön ilmastamisella ja pintarakenteella. Jätetäytön instrumentointi prosessien ohjauksen mittauksilla parantaa jätetäytön hallinnan kokonaisuutta. Jätetäytöllä tarkoitetaan kaatopaikkarakenteiden rajaamaa aluetta, johon jätteet kasataan. Jätetäytöllä voidaan tarkoittaa myös kaatopaikkaa. (Lindeberg 2005, 2-3.)

Kaatopaikat ovat osa jätehuoltoa, joka on yksi yhteiskunnan perustoiminnoista. Jätehuollon muodostavat käytöstä poistettujen esineiden ja aineiden talteen ottaminen ja keräys, kuljetus, uudelleenkäyttö, kierrätys, kompostointi, energiana hyödyntäminen sekä asianmukainen käsittely kaatopaikalla. Suomessa on yhteensä noin 100 kaatopaikkaa, joista puolet on kunnallisia yleisiä kaatopaikkoja. Näillä kaatopaikoilla on EU:n määräysten seurauksena ympäristönsuojelu parantunut merkittävästi. Tähän on vaikuttanut muun muassa parantunut jätteiden lajittelu sekä erilaisten jätteenkäsittelyasemien lisääntyminen. EU:n määräykset ovat johtaneet myös vanhojen kaatopaikkojen sulkemisiin sekä käytössä olevien kaatopaikkojen uudistamisiin ympäristöturvallisemmiksi. (Poukka 2010, 1.)

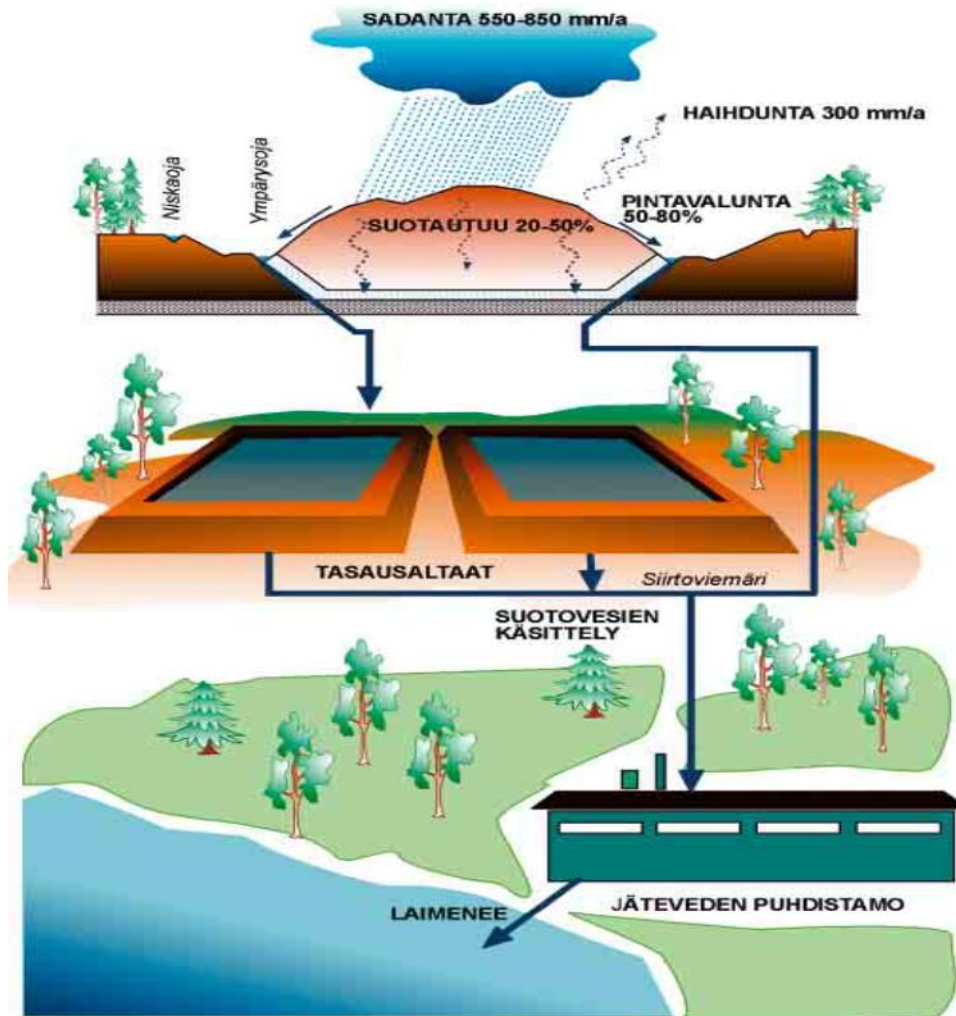
Viime vuosikymmenen aikana yhdyskuntajätteen määrä on kasvanut vuosittain 1-4 % ja vuoden 2008 aikana syntyi Suomessa yhdyskuntajätettä 520 kg asukasta kohti.

Yhdyskuntajätteestä 60 % syntyi kotitalouksissa ja 80 % kaatopaikalle tuodusta kotitalousjätteestä oli biohajoavaa. Yhdyskuntajätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen määrä on pysynyt samalla tasolla viimeisen vuosikymmenen aikana, mutta prosentuaalinen osuus kaikesta kaatopaikalle tuotavasta jätteestä on vähentynyt jätteen polton yleistymisen myötä. Myös yhdyskuntajätteen kierrättäminen ja uudelleen hyödyntäminen on hiljalleen kasvanut kuluneen vuosikymmenen aikana. (Poukka 2010, 1.)

3.2 Kaatopaikkavedet

Kaatopaikkavesi on kaatopaikalle sijoitetun jätteen läpi suotautuvaa tai muuta kaatopaikalla muodostuvaa likaantunutta nestettä (Vnp. 861/1997). Suotovedet syntyvät pääosin kaatopaikan päälle satavasta vedestä ja lumesta. Satanut vesi kulkeutuu jäte-
tätön läpi, ja liuottaa ja huuhtelee jätemassasta erilaisia yhdisteitä. Veteen liuenneiden aineiden kulkeutumiseen jätetäytössä vaikuttavat liukoisuusominaisuudet, veden virtaus, haihtuminen ja sitoutuminen jätetäytössä. (Eskola ym. 2009.) Kaatopaikoilla muita syntyviä vesiä luokitellaan yleisesti puhtaisiin, laimeisiin ja väkeviin vesiin. Hulevedet pyritään keräämään ojilla ja viemärein yhteen siten, etteivät ne joudu kosketuksiin jätteiden kanssa. (Nurmela 2006, 5.)

Käsittelykentiltä kootut, lievästi likaantuneet vedet voivat edellyttää jonkinlaista käsittelyä ennen niiden johtamista luontoon. Voimakkaammin likaantuneita vesiä syntyy esimerkiksi biojätteiden, lietteiden, kuivajätteiden ja nestemäisten jätteiden käsittelyssä sekä sosiaalituloista. Muodostumispaikasta riippuen väkevät vedet voivat sisältää runsaasti muun muassa kiintoainetta, orgaanista ainesta, ravinteita sekä jonkin verran metalleja ja mahdollisesti muita haitta-aineita. Väkevät vedet vaativat aina käsittelyä ennen luontoon johtamista. (Nurmela 2006, 5.) Kaatopaikkavesien muodostumisen ja käsittelyn pääperiaatteet on esitetty kuvassa 1.



KUVA 1. Periaatekuva suotovesien muodostumisesta ja käsittelystä. (Jätteenkäsittelykeskuksen ympäristövaikutusten arviointiselostus).

Myös kaatopaikkavesien määrää, laatua ja puhdistamista on tarkkailtava. Kaatopaikka-alueen puhtaat pintavedet ja ulkopuoliset valumavedet on pidettävä erillään jätteesistä ja kaatopaikkavesistä, eikä kaatopaikalle sijoitettava jäte saa joutua kosketuksiin pohjaveden kanssa. Pinta- ja pohjavesiä on tarkkailtava virtaussuunnassa kaatopaikan ylä- ja alapuolella. Kaatopaikkaveden määrän ja laadun tarkkailupisteitä ovat kohdat, jossa vesiä johdetaan kaatopaikan ulkopuolelle, kuten jätevedenpuhdistamolle. Lisäksi puhdistuksen tehoa tarkkaillaan, jotta voidaan luotettavasti arvioida kaatopaikan aiheuttamaa kuormitusta. Pohjaveden ja kaatopaikan sisäisen veden pinnankorkeutta on tarkkailtava puolen vuoden välein ja tarvittaessa useamminkin. Pohjaveden laatua koskevista havainnoista on pidettävä kirjaa ja tiedot on koottava helposti tulkittavaan muotoon, kuten taulukoksi. (Niemi 2009.)

Suomessa kaatopaikkojen ympäristöluvut sisältävät vain harvoin varsinaisia ainekohtaisia lupamääräyksiä. Näissä tapauksissa kaatopaikkojen suotovesien tarkkailuohjelmissa on eri haitta-aineille määritelty raja-arvoja. Haitta-aineiden raja-arvojen ohella kaatopaikkojen ympäristöluvissa määritellään tapauskohtaiset suotovesien käsittelyvaatimukset, joille Suomessa ei ole olemassa valtakunnallisia vaatimuksia. Suurin osa muodostuvista suotovesistä johdetaan jätevedenpuhdistamoille puhdistettavaksi, jotka vain harvoin ovat asettaneet suotovesille esikäsittelyvaatimuksia. (Poukka 2010, 5.)

3.3 Suotovesien muodostumiseen vaikuttavat tekijät

Kaatopaikoilla muodostuu suotovesiä sadevedestä, kun jätetäytön päälle satanut vesi kulkeutuu jätetäytön läpi. Jätetäytön pintarakenteella on vaikutusta siihen, miten suuri osa sadevedestä suodattuu jätetäytön läpi. Suotovesien määrään voidaan vaikuttaa tehostamalla jätetäytön pintarakenteen toimintaa erilaisilla kerroksilla, jotka vaikuttavat sadeveden suodattumiseen. Toisaalta myös jätetäytössä olevan jätteen tiivistämisellä voidaan vähentää suotoveden muodostumista. Tiivistäminen vaikuttaa läpäisevyyteen ja sitä kautta suodattumisnopeuteen. Myös jätetäytön kyllästysasteen kasvattaminen vaikuttaa jätetäytön vedenläpäisevyyteen. (Poukka 2010, 5-9.)

Suotovesien muodostumiseen voidaan vaikuttaa kaatopaikkarakenteilla. Kaatopaikkaa rakennettaessa tulee ottaa huomioon etteivät kaatopaikan ulkopuolella muodostuvat vedet pääse kaatopaikalle ja näin sekoittumaan kaatopaikkavesiin. Jätetäyttö tulisi peittää niin, että veden joutuminen jätetäyttöön on mahdollisimman vähäistä ja suodattumista tapahtuisi mahdollisimman vähän. Tärkeää on myös, että sadevedet saadaan johdettua alueen ulkopuolelle. Lisäksi riittävät ja huolellisesti tehdyt pohja- ja seinämärakenteet estävät suotovesien pääsyn maaperään ja siitä mahdollisesti pohjavesiin. Täyttövaiheessa olevan jätetäytön suotoveden määrä on vuositasolla noin 40 – 55 % sadannasta kun taas pintarakenteiden asennuksen jälkeen noin 5 – 30 %. Suotoveden määrään vaikuttavat esimerkiksi pintarakenteen läpäisevyys ja jätetäytön tiiviys (Taulukko 1.) (Eskola ym. 2009.) Taulukossa 1 on esitetty tärkeimmät suotovesien muodostumiseen vaikuttavat tekijät Poukan mukaan.

TAULUKKO 1. Suotoveden muodostumiseen vaikuttavat tekijät (Poukka 2010, 7).

Veden saatavuus	Sadeveden ja lumen määrä Haihdunta Jätevesilietteen määrä jätetäytössä Pintavalunta ympäristöstä kaatopaikalle Suotoveden kierrätys Kaatopaikan pinnan kastelu
Kaatopaikan pinnan ominaisuudet	Pinnan kaltevuus Pintarakenteiden vedenläpäisevyys ja paksuus Kasvillisuus
Jätetäytön ominaisuudet	Jätteen sisältämä vesimäärä kaatopaikalle tai jätteenkäsittelykeskukseen tuotaessa Jätetäytön tiiviys, läpäisevyys ja veden pidätyskyky Jätetäytön tiivistämiseen käytetyt menetelmät
Kaatopaikan reuna- ja pohjarakenteet	Läpäisevyys

Syntytavastaan johtuen suotovesien määrä ei ole vakio ympäri vuoden, vaan riippuu muun muassa vuodenajasta ja sadannasta. Merkittävin suotoveden määrään vaikuttava tekijä on sadeveden ja lumen määrä. Kesällä suotoveden määrää vähentää kesäkuukausien aikainen haihtuminen. (Poukka 2010, 8.)

3.4 Vesitase

Kaatopaikan vesitase koostuu jätetäyttöön tulevista ja sieltä poistuvista vesistä, sekä vesivaraston muutoksesta (taulukko 2). Jätetäytöllä on tietty vedenpidätys- ja varastointikyky, joka riippuu jätteiden laadusta ja jätteiden koneellisesta tiivistämisestä sekä jätetäytön tiivistämisestä aikaa myöten. Jätteiden laatu ja tiivistäminen sekä tiivistäminen vaikuttavat veden kulkeutumiseen. (Marttinen ym. 2000, 7.)

TAULUKKO 2. Jätetäytön vesitaseeseen vaikuttavat tekijät (Poukka 2010, 8).

VESITASEEN OSATEKIJÄ	VAIKUTTAVA TEKIJÄ
Jätetäyttöön tuleva vesimäärä	Sadanta ja maanpinnalta tapahtuva kokonaishaihdunta Jätetäyttöön sijoitettavien jätteiden vesipitoisuus Jätetäytön peittäminen ja lopullinen pintarakenteen vedenläpäisevyys Jätetäyttöön pääsevät pinta- ja pohjavedet
Jätetäytön vedenpidätys- ja varastointikyky Jätetäytön huokoisuus ja veden kulkeutuminen siinä	Jätteiden laatu Jätteiden koneellinen tiivistäminen Ajan mittaan painovoiman vaikutuksesta tapahtuva jätetäytön tiivistyminen

Kaatopaikkavesien määrään vaikuttavat olennaisesti kaatopaikan hoito sekä ikä. Hyvin hoidetuilla kaatopaikoilla veden määrään vaikuttavat olennaisesti sade ja haihdunta sekä pintavalunta kun taas huonosti hoidetuilla kaatopaikoilla myös ulkopuolisia pinta- ja pohjavesiä voi sekoittua kaatopaikkaveden sekaan. Yleisesti uusilla kaatopaikoilla kaatopaikkavettä muodostuu vähemmän kuin vanhoilla kaatopaikoilla. Tämä johtuu eroista jätteen pidätyskyvyssä ja veden suotautumisessa erilaisilla uudessa ja vanhassa jätetäytössä. (Marttinen ym. 2000, 7.) Ylimääräinen vesi, jota jätetäyttö ei pysty pidättämään, poistuu jätetäytöstä kaatopaikkavetenä. Se koostuu pääasiassa jätteen mukana tulevasta vedestä ja jätteen läpi suotautuneesta, likaantuneesta sadevedestä. Lisäksi osa vedestä poistuu vesihöyryinä jätteiden hajoamisessa muodostuvan biokaasun mukana (Kettunen 2006, 7.)

4 KAATOPAIKKAVESIEN MONITOROINTI

Ympäristön tilan seurannassa käytetään ympäristömittauksia ja -monitorointia. Näin saadaan tietoa myös ihmisen aiheuttamista päästöistä ja muutoksista ja niiden vaikutuksesta ympäristöön. Perinteinen seurantatapa perustuu näytteiden ottoon ja näytteiden analysointiin laboratorioissa. Suuntaus on nykyisin siirtymässä jatkuvatoimisiin kenttämittauksiin näytteenottojen ja laboratorioanalysoinnin sijaan. Etämonitorointiin perustuvat mittaukset ja seurannat edellyttävät luotettavasti toimivaa on-line -yhteyttä

sekä teknisesti hyvin toimivia antureita. Antureiden luotettavuutta lisää niiden monipuolisuus, toimintavarmuus sekä helposti toteutettavissa oleva huoltaminen. Jatkuva-toimisten antureiden käyttömukavuutta lisää mahdollisuus mitata yhdellä tai enimmillään muutaman anturin yhdistelmällä suuri joukko kemikaaleja ja muita muuttujia. (Ympäristöinnovaatiopaneeli 2009.)

4.1 Automaattinen veden laadun seuranta

Automaattiasemien datan laadun varmistamisen lähtökohtana voidaan pitää sitä, onko laitteiden hankintavaiheessa valittu oikeanlaiset ja laadukkaat anturit mittamaan haluttuja suureita. Myös tiedon keräämiseen ja tallentamiseen tarkoitettujen laitteiden tulee olla mietitty sopiviksi kohteen mukaan. Lisäksi aseman tai anturien asennuspaikan valinnassa on otettava huomioon mitattavien suureiden erityispiirteet. Esimerkiksi sameusantureissa paineilmapuhdistuksen tai puhdistusharjojen käyttö pitäisi huomioida tapauskohtaisesti. Samoin sääasemat tulisi asentaa avoimeen maastoon, suhteellisen tasaiselle paikalle, jotta mittaustulokset ovat luotettavia. Langattomia asemia ei myöskään tulisi asentaa voimalinjojen alle tai GSM-verkon ulkopuolelle, jotta datan siirtoon ei tulisi häiriöitä. (Huttula ym. 2009, 13-14.)

Seurantojen automatisoinnin hyödyt ovat kiistattomat. Automaattiantureiden mittaus-tiheyttä sekä datan lähetystiheyttä voidaan vapaasti säätää tarpeen mukaan kustannusten juurikaan muuttumatta. Näin saadaan katkeamattomat, riittävän tiheet datasarjat hyvin kustannustehokkaasti yleensä lähes reaaliajassa käyttöön. Koska mittaukset ovat jatkuvia ja tiheitä, saadaan tietoa myös sellaisista yllättävistä tapahtumista, joita ei perinteisin menetelmin pystyittäisi havainnoimaan. Suuri etu perinteisiin menetelmiin verrattuna on myös se, että automaattiantureista saatava data on yleensä suoraan käytettävissä sähköisessä muodossa. (Huttula ym. 2009, 13-14.)

Tyypillisiä jatkuvaa monitorointia tarvitsevia kohteita ovat kaatopaikat, jätealtaat, prosessialtaat, kaivosten jätealueet ja saastuneet maa-alueet. Lisäksi muita monitorointikohteita ovat erilaiset kaatopaikkojen ja jätealueiden suoja- ja tiivisterakenteet ja padot. Parametrejä, joiden mittauksen automatisointi koetaan tärkeäksi, ovat esimerkiksi sähkönjohtavuus, pH, lämpötila, happi, redox-potentiaali, kiintoaine, nitraatti, kloridi, pinnankorkeus ja virtaama. Mittauksen automatisointitarve on merkittävä ti-

lanteissa, joissa pohjaveden ja ympäristön tilan seuranta on tärkeää alueen saastumisen tai saastumisvaaran vuoksi. (Hietaniemi ja Lehto 2001, 45-50.)

4.2 Esimerkkejä monitoroinnista kaatopaikoilla ja avovedessä

Tässä on esitelty kahden Suomessa toimivan jäteaseman etämonitorointia lyhyesti, toinen niistä osana Kaatopro-hanketta. Kaatopro-hankkeen aikana on tehty tutkimusta Jyväskylän yliopistossa erilaisista automaattisista mittaustureista, joista esittelen yhden tutkimuskohteen tulokset tässä kappaleessa. Lisäksi avovesissä on tutkittu jatkuvatoimisten mittaustureiden toimivuutta sekä niiden puhdistus ja kalibrointi tarpeita. Niistä on esimerkkinä Kyrönjoella tehty pitkäaikainen seurantatutkimus.

4.2.1 Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen päätoiminnot ovat kaatopaikkakäsittely ja loppusijoitus, biojätteen käsittely, pilaantuneen maan käsittely sekä kaasun keräys ja kaasuvoimalan käyttö. Alueen vesien tarkkailuun on laadittu yhteistarkkailuohjelma, jonka mukaisesti jätteenkäsittelykeskuksen vaikutuksia valvotaan yhteistyössä alueen muiden toimijoiden kanssa. Yhteistarkkailuohjelman mukaisesti alueen pinta- ja pohjavesien laatua seurataan yhdessä jäte- ja kaivovesien laaduntarkkailun kanssa. Näytteenottoajankohdat ovat maaliskuussa, toukokuussa, elokuussa sekä lokakuussa. Lisäksi viemäriin johdettavien vesien laatua seurataan kuudesti vuodessa. (Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen toiminta vuonna 2010, 23-24.)

Yhteistarkkailun lisäksi vesien laatua seurataan päivittäin. Jätteenkäsittelykeskuksessa on käytössä automaatiojärjestelmään liitettyjä jatkuvatoimisia mittaustureita. Näiden lisäksi veden laatua tarkkaillaan säännöllisillä kenttämittauksilla. Jätteenkäsittelykeskuksen alueen hulevedet johdetaan kolmeen avo-ojaan ja veden laatua seurataan neljästi vuodessa. Yhteistarkkailuohjelman mukaisten seurantojen lisäksi avo-ojiin on sijoitettu jatkuvatoimiset mittausturit, joiden toiminta varmennetaan säännöllisesti. (Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen toiminta vuonna 2010, 23-24.)

Sähköpostihaastattelun mukaan Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksella mitataan jatkuvatoimisesti sähkönjohtavuutta. Tämä parametri on valittu tarkkailun kohteeksi siksi, koska se on hyvä indikaattori veden laadusta. Lisäksi sähkönjohtavuusmittaus

on varmatoiminen ja helposti huollettava. Sähkönjohtavuuden mittauksella seurataan ammoniumtyypen muutosta. Käytännössä veden laadun tarkkailu on-line periaatteella toimii niin, että ympäristöön johdettavien hulevesien sähkönjohtavuutta tarkkaillaan jatkuvatoimisesti. Mikäli sähkönjohtavuus nousee yli säädetyn raja-arvon, estää automaatiojärjestelmä veden pääsyn ympäristöön. Raja-arvo on määritelty aikaisempien vuosien mittaustulosten perusteella. Kyseisessä tilanteessa veden likaantumisen syy tutkitaan aina laboratoriotutkimuksella. (Taskinen 2012.)

4.2.2 Kujalan kaatopaikka, Kaatopro-hanke

KAATOPRO on Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen ja VTT:n yhteinen Kaatopaikan prosessien ohjaus – ryhmähanke. Hankkeen tavoitteena on kehittää suljettujen ja tulevaisuuden yhdyskuntajätökaatopaikkojen prosessien hallintaa, mittausteknologiaa ja mittaustiedon käsittelyä. Hankkeen aikana oli tarkoitus selvittää kaatopaikkojen sisäisen veden jatkuvatoimisten mittausten luotettavuutta. Lisäksi haluttiin selvittää antureiden puhdistus- ja kalibrointitarve. Tässä esitetyt tulokset ovat jatkuvatoimisten veden laadun mittausten luotettavuudesta ja huoltotarpeesta saatuja tuloksia, jotka saatiin Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n Kujalan kaatopaikan KAATOPRO-hankkeen koalueella 1.6.–31.10.2004. Koalueelle oli instrumentoitu sisäisen veden havaintoputkiin jatkuvatoimisia pH:n, johtokyvyn, redox-potentiaalin, vedenpinnan korkeuden ja lämpötilan mittauksia. Jatkuvatoimisten johtokyky- ja pH-mittausten antamia arvoja on vertailtu kenttämittareilla suoritettuihin mittauksiin ja puskuriliuoksiin sekä redox-mittauksiin puskuriliuoksiin. Lisäksi hankkeen aikana saatiin tietoa jatkuvatoimisten mittalaitteiden huolto- ja ylläpitotarpeista. (Lindeberg 2005, 1.)

Suotoveden jatkuva tarkkailu asettaa mitta-antureille korkeat vaatimukset mm. korroosionkeston ja luotettavuuden suhteen, minkä lisäksi huollon ja kalibroinnin tulee olla vaivatonta. Anturien tulisi olla likaa hylkiviä ja helposti puhdistettavia. Niiden on myös siedettävä jätetäytössä esiintyviä kemiallisia yhdisteitä. Mitta-antureiksi hankkeessa valittiin lähinnä teollisuuden jätevesien mittauksiin suunniteltuja antureita, joiden uskottiin soveltuvan parhaiten suotoveden mittaamiseen jätetäytön sisällä. Käsimittauksia, joilla tarkkailtiin johtokykyä, otettiin näytevedestä näytteenoton yhteydessä noin viikon välein kuuden kuukauden ajan. (Lindeberg 2005, 7-12.)

Tutkimusjakson ajan pH-mittaus osoittautui varmatoimiseksi ja kenttämittauksien perusteella arvioiden luotettavaksi. Vertailu puskuriliuoksiin osoitti jatkuvatoimisen pH-mittauksen ja puskurien välisen eron olevan pieni ja tasainen. Valvomossa näkyvien arvojen ja anturilähettimen antamien arvojen erot olivat tasaiset ja selittyvät tiedonsiirron hävikillä, sillä pitkissä kaapeleissa osa mA-viesteistä voi heiketä. Tuntiarvokuvaajassa on havaittavissa joitakin poikkeavia arvoja, joiden voidaan olettaa johtuvan pääosin ukkosen aiheuttamista häiriöistä tai tiedonkulussa olleista muista häiriöistä. Saatujen tuloksien perusteella pH-anturin kalibrointi ja huoltoväli voi olla jopa 3 kuukautta. (Lindeberg 2005, 28-31.)

Redox-mittauksien perustaso (noin -400 - -470 mV) pysytteli koko tutkimusjakson samalla tasolla, eikä anturien kalibroinnilla ollut tasoon merkittävää vaikutusta. Jatkuvat toimisten mittausten kuvaajien perusteella huomattiin hankkeen aikana, että redox-mittaukset toimivat luotettavasti ilman kalibrointia ja pesua noin 7 viikon ajan. Kalibroinnilla ei kuitenkaan ollut merkittävää vaikutusta redox-mittauksen perustasoon. Anturien tasaantuminen muuttuviin olosuhteisiin huollon aikana näyttää vievän enemmän aikaa kuin esimerkiksi johtokykyantureilla. Tästä johtuen kalibroinnin yhteydessä on huolehdittava siitä, että anturien lukema on ehtinyt tasaantua riittävän kauan ennen tuloksen lukemista. (Lindeberg 2005, 32-37.)

Jätetäytön lämpötilaa mitattiin yhdistetyllä lämpötila- ja pinnankorkeusanturilla, ja anturi toimi koko tutkimusjakson ajan hyvin. Myös pinnankorkeuden mittaus toimi asentamisesta tutkimusjakson loppuun asti, yhtä mittauspistettä lukuun ottamatta. (Lindeberg 2005, 37, 43.)

4.2.3 Kierrätyspolttoaineen valmistuslaitos, Kaatopro-hanke

Kaatopro-hankkeen tutkimuksissa Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy:n Forssan REF-kierrätyspolttoaineen valmistuslaitoksella kehitettiin vanhojen ja tulevaisuuden kaatopaikkojen operointi- ja mittausmenetelmiä jätetäytön hallittavuuden tehostamiseksi. Tässä hankkeessa tutkittiin mekaanisesti käsiteltyä kuivajätealitetta eli jäännösrejektia ja tavoitteena oli selvittää mekaanis-biologisten jätteiden kaatopaikkasijoittamisen erityispiirteet, ympäristökuormituspotentiaali. Tavoitteena oli kehittää menetelmiä jätetäytön tilan monitorointiin ja hallintaan sekä päästöjen vähentämiseen. (Sormunen ym. 2005, 4.)

Suotovesivirtaama mitattiin virtaamakaivojen pinnankorkeuden ja uppopumpun toiminnan perusteella laskemalla virtaama uppopumpun pumppauskertojen lukumäärän ja pinnankorkeuden nousunopeuden suhteen. Mittakaivossa olevilla jatkuvatoimisilla antureilla mitattiin myös pH, johtokyky sekä lämpötila. Mittaustiedot tallentuivat dataloggeriin, josta tiedot saatiin gsm-modeemin välityksellä. (Sormunen ym. 2005, 16.)

Jätetäytön lämpötilaa ja kosteutta tarkkailtiin myös kaatopaikkalysimetreillä. Tutkittava jäte oli sijoitettuna eräänlaiseen konttiin, joten alue oli seinämällä rajattu. Lämpötila- ja kosteusanturit sijoitettiin jätetäyttöihin neljälle eri syvyydelle ja lysimetrien molemmissa päädyissä oli kolmen metrin etäisyydellä päätyseinästä rinnakkaiset NTC-vastukset (Negative Temperature Coefficient), Lysimetrit oli kallistettu niin, että suotovedet ohjautuvat painovoimaisesti virtaamakaivoihin. Antureiden asennussyvyys jätetäytön pohjasta oli molemmissa lysimetreissä sama, mutta asennussyvyyydet pinnasta poikkesivat 30 cm. Kosteusanturit olivat Watermark-antureita, joita käytetään maaperän kosteusmittauksissa. Jätetäytön lämpötilan ja kosteuden seuranta varten jätetäyttöön asennettiin myös valokaapelit. Ne asennettiin kahteen kerrokseen jätetäytössä, toinen kerros metrin syvyyteen ja toinen 2,5 metrin syvyyteen jätetäytön pohjasta. (Sormunen ym. 2005, 16.)

Mittauksissa todettiin, että lämpötilan mittaaminen eri menetelmillä onnistuu hyvin mutta valokaapelimenetelmän alueellinen edustavuus on parempi kuin antureilla mitatut tulokset (Sormunen ym. 2005, 28). Suotoveden määrää ja laatua mitattaessa huomattiin, että anturit toimivat luotettavasti, tosin pH:n ja johtokyvyn mittaamiseen käytettyjen jatkuvatoimisten antureiden toimintakyky heikkeni puolen vuoden käytön jälkeen. Tämä on huomioitava antureiden käyttöä suunniteltaessa. (Sormunen ym. 2005, 53.)

4.2.4 Kyrönjoen automaattinen tarkkailu

Kyrönjoki on Etelä-Pohjanmaan suurin joki ja sen valuma-alueen pinta-ala on 4920 km² ja järvisyys vain 1,23 %. Sen veden laatua on tarkkailtu automaattisella seuranta-järjestelmällä vuodesta 1997 lähtien. Kyrönjoen ongelmina ovat hajakuormitus ja ajoittainen liiallinen happamuus. Happamuus johtuu pääasiassa vesistöä ympäröiviltä happamilta sulfaatti- eli alunamailta tulevasta huuhtoumasta. Happamoitumiseen vaikuttavat myös Kyrönjoella tehdyt ojien perkaukset, ojitukset sekä alhainen järvisyys.

Näistä syistä erityisesti sateet ja lumen sulaminen muuttavat virtaamaa ja näin kasvatavat myös huuhtoumaa. Suurimmat ongelmat happamuuden kanssa onkin havaittavissa keväisin ja syksyisin. (Asp 2009, 1-14.)

Automaattiset seurantajärjestelmät on sijoitettu kiinteästi mittausasemille Kyrönjoen varrelle. Reaaliaikaisesti seurataan veden lämpötilaa, pH:ta, sähkönjohtavuutta, sameutta ja kiintoainetta, joenpinnan korkeutta, virtaamaa sekä a-klorofylliä. Jatkuvatoimisen mittauksen etuina perinteiseen näytteenottoon ja laboratorioanalyysiin verrattuna on tietojen saanti reaaliajassa ja muutosten havainnointi tarkemmin ja nopeammin. Kyrönjoen seuranta- ja käyttöjärjestelmään kuului vuonna 2009 neljä mittausasemaa ja 22 pengerryspumppaamaa. Näiden mittauspisteiden toimivuutta ja luotettavuutta on seurattu järjestelmän kehittämiseksi toimivammaksi ja kannattavammaksi. Automaattisen seuranta- ja käyttöjärjestelmän toimintaa ohjaa Labkotecin Valvomo-ohjelma. (Asp 2009, 1-14.)

Mittausasemien sijoittelussa on huomioitu aikaisempien mittaustulosten saatavuus vastaavilta alueilta vertailua varten. Lisäksi mittauspisteet on sijoitettu niin, että tulokset kuvaavat joen tilaa pituussuunnassa. Näin saadaan pitkäaikaisseurannan tuoma kokonaiskuva veden laadun muutoksista. Kyrönjoen mitta-aseilla jokivesi kierrätetään pumppaamalla altaan läpi, johon mitta-anturit on asennettu. Mitta-aseilla on kaivoja, joissa vedenkorkeusanturi ja vedenottopumppu sijaitsevat omissa kaivoissaan ja yksi kaivo on testejä varten. Kaivot puhdistetaan yhdestä kahteen kertaan vuodessa. (Asp 2009, 16-22.)

Kyrönjoella saatujen kokemusten perusteella veden laadun mittausvälineistölle tulisi määrittää riittävät huolto- ja puhdistusaikataulut mittausepätkä tarkkuuksien välttämiseksi. Liian vähällä huollolla mittaus ei toimi luotettavasti. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää kesällä lämpimän veden aikana lisääntyneitä puhdistuksen ja kalibroinnin tarvetta. Lämpimässä vedessä anturit likaantuvat ja limoittuvat nopeammin kuin kylmän veden aikana. Tämä vaikuttaa huomattavasti mittaustulosten luotettavuuteen ja lisää virheellisiä tuloksia. Lisäksi pH-antureiden kohdalla on huomattu, että pelkkä kalibrointi ei takaa luotettavia tuloksia vaan antureiden happokäsittelyn lisääminen vaikuttaa luotettavien mittaustulosten saamiseen. Kesäaikaan huoltojen väli tulisi olla viikko ja muina aikoina kaksi viikkoa. (Asp 2009, 63-69.)

5 MITTAUSTEN LUOTETTAVUUS

Ympäristönsuojelussa tehtävien mittausten määrä ja merkitys kasvaa jatkuvasti samaan aikaan, kun ympäristöasioiden merkitys kasvaa ja ympäristölainsäädäntö kehittyy. Ympäristömittaukset tukevat päätöksentekoa esimerkiksi päästöjen valvonnassa, ja niiden perusteella seurataan ympäristön tilan muuttumista, arvioidaan ympäristövaikutuksia, tehdään investointipäätöksiä sekä seurataan ympäristölupamääräysten noudattamista. Ympäristön tilan seurannassa luotettavat mittaustulokset mahdollistavat sopivien päästöraja-arvojen määrittämisen. Tietoja päästöistä tarvitaan sekä laitoksessa prosessin ohjauksessa, että myös ulkopuoliset tahot ovat kiinnostuneita päästöarvoista. Luotettavien, vertailukelpoisten ja jäljitettävien mittausten menetelmien kehittäminen on erittäin tärkeää myös globaalin kehityksen kannalta, kun sitoudutaan yhä useampien kansainvälisten ympäristösopimusten vaatimuksiin ja muutetaan lainsäädäntöä kansainvälisesti yhtenäisemmäksi. (Annila ym. 2000, 1.)

5.1 Ympäristömittaukset

Ympäristöpäästöjä mitataan yhä enemmän jatkuvatoimisesti eli automaattisesti. Etuina jatkuvatoimisissa mittauksissa voidaan pitää sitä, että prosessimuuttujat ovat koko ajan tiedossa ja mittaajan vaikutus mittaustuloksiin voidaan pois sulkea. Epävarmuustekijänä jatkuvatoimisissa mittauksissa voidaan puolestaan pitää monimutkaisten mitalaitteiden toimivuutta. Tähän voidaan vaikuttaa riittävällä huollolla ja säännöllisellä kalibroinnilla. Luotettavimpina pidetään ulkopuolisen toimijan suorittamaa kalibrointia. (Annila ym. 2000, 1.)

Ympäristöhallinnossa on kokemusta automaattiseurannoista pinnankorkeuden mittauksesta paineanturilla, ilman ja veden lämpötilan seurannasta, johtokyvyn, pH:n, hapen sekä sameuden seurannasta. Nämä suureet pystytään nykyään mittaamaan melko luotettavasti ja kohtuuhinnalla, mikä edellyttää antureiden säännöllistä huoltoa käyttökohteen vaatimalla tavalla. Erityisesti paine-, lämpötila- ja johtokykyanturit ovat varmatoimisia ja vähän huoltoa vaativia. (Huttula ym. 2009, 10-11.)

Antureiden kestävyys ja mittausten luotettavuus vaihtelevat suuresti. Käyttämällä kunnolla testattuja ja luotettavaksi havaittuja antureita voidaan seurantoja näiden suureiden osalta tehostaa erittäin kustannustehokkaasti. Laatuantureiden (nitraatti-, same-

us-, happi- ja pH-anturit) käytössä ja antureiden valinnassa korostuu se, että on etukäteen tunnettava asennuspaikan olosuhteet mahdollisimman tarkasti ja valittava anturit käyttökohteen mukaan. Esimerkiksi ravinteikkaisiin vesiin ei kannata asentaa anturia, jossa ei ole automaattista puhdistusta, koska anturit likaantuvat kesällä muutamassa päivässä. Toisaalta esimerkiksi pohjavesiputkiin samat anturit saattavat soveltua erinomaisesti. (Huttula ym. 2009, 10-11.)

5.2 Laadunvarmistus

Viranomaiselle toimitettavat ympäristömittaukset ja niitä koskevat selvitykset on tehtävä ympäristönsuojelulain mukaan pätevästi ja luotettavasti. Tämä tarkoittaa, että mittausten ja selvitysten laatu tulee varmentaa esimerkiksi akkreditoinnilla ja standardisoidujen menetelmien käytöllä. Yksittäisten seurantatietojen oikeellisuus ja luotettavuus on tärkeää, sillä tietoja käytetään paikallisten erojen ja ajallisten muutosten selvittämiseen. Seurantatiedoista tulisi pystyä erottamaan ihmisen aiheuttamat muutokset luonnollisesta vaihtelusta. Lopputuloksen tarkkuus riippuu yksittäisen laboratorioanalyysin laadun lisäksi myös näytteenoton ja luonnossa esiintyvän paikallisen ja ajallisen vaihtelun yhteensopivuudesta. (Ympäristön tilan seurannan strategia 2020, 2011, 19-20.)

Siirryttäessä käyttämään uusia analyysi- ja seurantamenetelmiä tai -tekniikoita on tuotettuja tuloksia verrattava aiemmin käytetyn menetelmän tuloksiin sekä todettava tilastollisesti luotettavalla tavalla tulosten vertailtavuus. Lisäksi on varmistettava menetelmän soveltuvuus kyseessä olevaan tutkimukseen ja raportointiin. Uusien seurantamenetelmien ja -tekniikoiden laadunvarmistuksen soveltuvuus on arvioitava ennen niiden käyttöönottoa, ja soveltuvuustiedot on oltava seurannoista vastaavien henkilöiden käytettävissä ennen uuden menetelmän tai tekniikan laaja-alaista käyttöönottoa. Niinpä monitahoisesta mittausten laadunvarmistuksesta huolimatta ympäristötieto on vain niin luotettavaa kuin mitä näytteenottoon käytettävä menetelmä tai tekniikka mahdollistaa. Automaattisilla mittalaitteilla ja kaukokartoituksella kerätty havaintoaineisto mahdollistaa suurten havaintomäärien keruun ja antaa realistisen arvion luonnossa esiintyvistä vaihtelusta sekä lisää aikasarjojen tilastollisen käsittelyn mahdollisuuksia. (Ympäristön tilan seurannan strategia2020, 2011, 19-20.)

Jotta automaattisilla mittauslaitteilla saadaan luotettavia tuloksia, on oltava toimivat anturit, tiedonsiirto sekä luotettava tallennusmenetelmä. Luotettavasta tekniikasta huolimatta voi mittausaineistoon tulla virheitä, jotka tulisi tunnistaa ja tarkistaa manuaalisesti. Virhetulosten löytymistä nopeuttaa laadunvarmistajan asiantuntemus vesistön tilasta ja aikaisemmista mittaustuloksista. Virhearvojen tunnistamisessa voidaan käyttää apuna esimerkiksi raja-arvotestiä tai jatkuvuustestiä. (Huttula ym. 2009.)

5.3 Jatkuvatoimisten mittausantureiden luotettavuus

Automaattisessa mittausjärjestelmässä tulosten luotettavuus perustuu antureiden hyvään toimivuuteen käyttökohteessa sekä säännölliseen huoltoon ja kalibrointiin. Käyttökohteen olosuhteet vaikuttavat olennaisesti valintoihin. Myös käyttöpaikan valinnalla on merkitystä huoltotoimenpiteiden toimivuuden kannalta. Jo antureiden hankintavaiheessa tulee ottaa olosuhteet ja käyttöpaikka huomioon luotettavien mittaustulosten saamiseksi. Tällä hetkellä löytyy jatkuvatoimisia mittausantureita, jotka toimivat hyvin luonnon vesissä. Mitattavia suureita ovat sameus, kiintoainepitoisuus, pH, happipitoisuus ja sähkönjohtavuus. (Asp 2009,9; Huttula ym. 2009.)

Toinen luotettavuutta lisäävä elementti jatkuvatoimisissa mittauksissa on tiedonsiirron luotettavuus. Tiedonsiirron ja tallennuksen tulee toimia luotettavasti eikä tieto saa muuttua tai hävitä prosessin aikana. Näidenkin laitteiden sään kestävyys tulee ottaa huomioon laitteita valittaessa ja asennettaessa. Tiedonsiirrossa luotettavana tapana pidetään GSM-verkossa toimivaa langatonta GPRS:ää. (Asp 2009,9; Huttula ym. 2009.)

Vaikka jatkuvatoimisia mittausjärjestelmiä onkin kehitetty jatkuvasti, on vielä kehitettävää erityisesti keskittyen huolto- ja kalibrointitarpeen vähentämiseksi. Veden laadun mittausvarmuuden takaamiseksi huomiota on kiinnitettävä jäätymisen estoon, sekä limoittumisen ja likaantumisen estämiseksi. Nämä ovat yleisiä syitä lisähuollon tarpeelle jatkuvatoimisilla mittausantureilla. Oletettavaa kuitenkin on, että tekniikan ja tietoliikenneyhteyksien kehityksestä huolimatta, automaattisten ja jatkuvatoimisten mittausjärjestelmien tarkkuutta ei koskaan saada vastaamaan laboratorioanalyysien tasoa. Mittaustulosten luotettavuuden takaamiseksi tullaan tulevaisuudessakin tarvitsemaan näytteenottoa ja laboratorioanalysointia veden laadun tarkkailussa. (Asp 2009, 10; Huttula ym. 2009.)

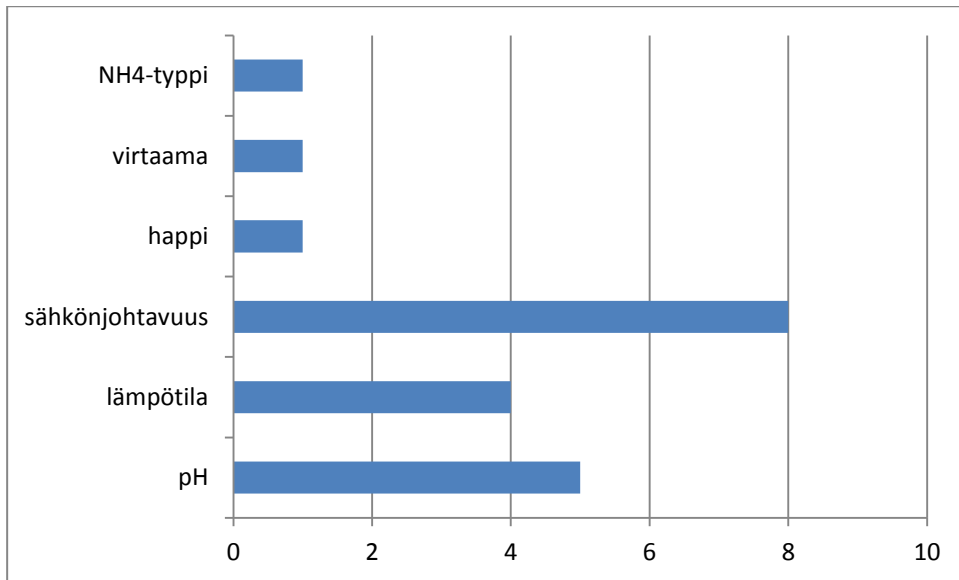
6 KYSELY JÄTEASEMILLE

Kyselytutkimus jatkuvatoimisten mittausantureiden käytöstä Suomen jäteasemilla toteutettiin sähköpostikyselynä. Kyselylomakkeet laadittiin sekä viranomaisille että jäteasemille. Vastausaika oli 27.08. – 10.09.2012 ja kyselyaika oli sama sekä viranomaisille että jäteasemille. Viranomaiskysely (liite 2) lähetettiin aluehallintovirastoissa ympäristölupa-asioista vastaaville viranomaisille. Yhtään vastausta ei heiltä kuitenkaan saatu. Jäteasemien kyselylomakkeita (liite 1) lähetettiin yhteensä 37 kappaletta Suomen jäteasemille, joista 21 vastasi kyselyyn. Mukana oli erikokoisia jäteasemia sekä laajalla alueella toimivia jätehuoltoyhtiöitä ympäri Suomen. Kaikille jäteasemille, joiden yhteystiedot löytyivät hakusanoilla kaatopaikka tai jäteasema, lähetettiin kyselyt. Kyselyt kattoivat maantieteellisesti koko manner - Suomen sekä Ahvenanmaan. Vastauksia tuli ympäri manner - Suomen mutta Ahvenanmaalta ei saatu vastausta. Ruotsinkielisille alueille kysely lähetettiin sekä suomeksi että ruotsiksi.

6.1 Jatkuvatoimisten mittausantureiden käyttö jäteasemilla

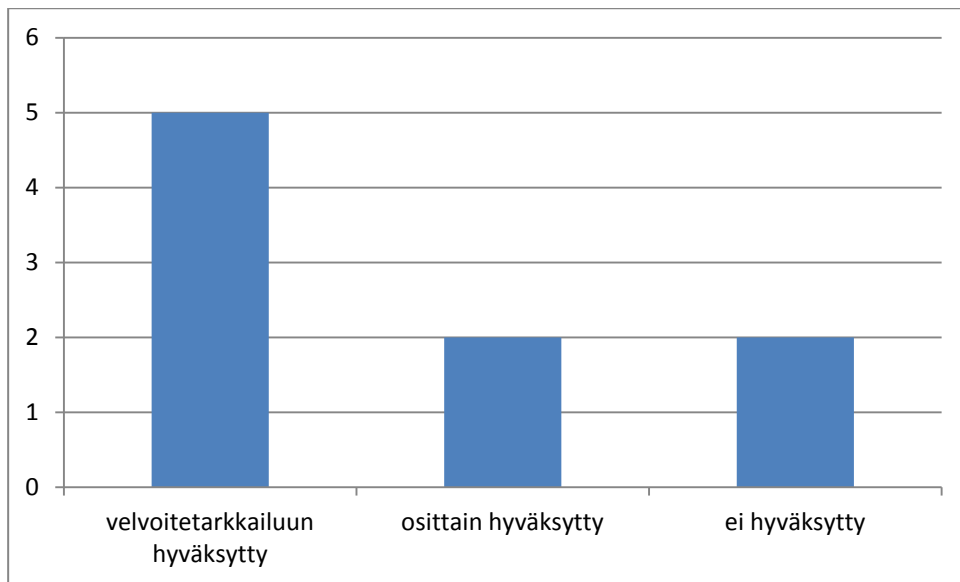
Vastauksista ilmeni, että vastanneista jäteasemista 12:sta eli 57%:lla ei ole käytössä jatkuvatoimisia veden laadun mittausantureita. Jatkuvatoimisia antureita ilmoitti käyttävänsä 9 jäteasemaa vastanneista. Eniten jatkuvatoimisia antureita on käytössä Suomen länsirannikolla Pohjanmaalla, yhteensä viisi jäteasemaa. Muut neljä jäteasemaa ovat hajautuneet Etelä- ja Itä-Suomen alueelle. Kaikki jatkuvatoimisia antureita käyttävät jäteasemat ovat useamman kunnan alueella toimivia jätehuoltoyhtiöitä.

Yleisimmin jatkuvatoimisilla antureilla mitataan veden sähkönjohtavuutta suotovesistä jäteasemilla. Seuraavaksi yleisimmin mitattavat parametrit ovat pH ja lämpötila. Yksittäiset jäteasemat ilmoittivat mittaavansa myös happea, virtaamaa ja ammoniumtyyppiä. Kuvassa 2 nämä on havainnollistettu.



KUVA 2. Jatkuvatoimisilla mittausantureilla mitattavat parametrit.

Niillä yhdeksällä jäteasemalla, joilla jatkuvatoimisia antureita on käytössä, antureiden mittaustulokset on hyväksytty osaksi velvoitetarkkailua. Tulokset on hyväksytty kokonaan viidellä jäteasemalla ja osittain kahdella jäteasemalla. Ainoastaan kaksi jäteasemaa ilmoitti, ettei jatkuvatoimisten antureiden mittaustuloksia ole hyväksytty osaksi velvoitetarkkailua (kuva 3). Niillä jäteasemilla, joilla oli osittainen hyväksyntä, syyt osittaiseen käyttöön velvoitetarkkailuun olivat esimerkiksi virtaamamittauksen käyttö vuotuisten päästöjen laskemisessa. Kaikki käytössä olevat jatkuvatoimiset mita-anturit ovat osa jäteasemien omaa tarkkailua. Näillä saadaan tietoa veden laadun muutoksista nopeasti, ja näin mittaustulokset tukevat jäteasemien omavalvontaa.



KUVA 3. Jatkuvatoimisten mitta-antureiden mittaustulosten hyväksyminen osaksi velvoitetarkkailua.

6.2 Antureiden toimivuus

Jatkuvatoimisten veden laadun tarkkailuun käytettävien antureiden toimivuus varmennetaan jäteasemilla säännöllisellä kalibroinnilla, huollolla ja ohjeiden mukaisella käytöllä. Kalibroitivälit vaihtelivat jäteasemien kesken kerran vuodessa tapahtuvasta kalibroinnista 2-4 kertaa vuodessa tehtyihin kalibrointeihin. Useat jäteasemat ilmoittivat huoltavansa ja tarkastavansa antureiden toimivuuden käyttöohjeiden mukaan säännöllisesti, esimerkiksi kuuden kuukauden välein. Muita tarkastuksia ilmoitettiin kyselyssä suoritettavan säännöllisesti joka toinen viikko tai muutaman kerran vuodessa. Myös vertailua vesinäytteiden analyysituloksiin käytettiin joillakin jäteasemilla varmistamaan antureiden tuloksien luotettavuutta. Eräällä jäteasemalla on käytössä automaattinen hälytysjärjestelmä, joka hälyttää, mikäli jatkuvatoimisen anturin mittaustulos pysähtyy näyttämään jatkuvasti samaa lukemaa. Näin tiedetään huollon tarpeellisuudesta välittömästi.

6.3 Velvoitetarkkailun raja-arvot

Kyselyyn vastanneista jäteasemista kuusi ilmoitti, että ympäristölupapäätöksessä on määrätty raja-arvoja velvoitetarkkailuun kuuluville kaatopaikkavesille. Kolmella jäteasemalla raja-arvoja ei ole määritetty. Raja-arvojen määrittämisen perusteita oli esimerkiksi E-PRTR-asetuksessa (European Pollutant Release and Transfer Register)

määrätyt kynnyсарvot, viranomaisen määräämät ravinnekuormituksen ja haitta-ainepitoisuuden raja-arvot, jätevedenpuhdistamon määräämät pitoisuusrajat sekä yleisesti tavoitteelliset ohjeарvot, joiden katsotaan olevan riittävät vaikuttavuustarkkailussa.

Määritetyt raja-arvot vaihtelivat jonkin verran eri jäteasemilla. BOD₇ arvot oli määrätty alueelle 17,5-30 mg/l, kokonaistyyppi 15-40 mg/l ja ammoniumtyppi 20-70 mg/l. Kokonaisfosfori oli 1 mg/l. Myös COD_{Cr}-raja oli määrätty yhdellä kyselyyn osallistuneella jäteasemalla, raja-arvo on 250 mg/l. Kaikki jäteasemat eivät ilmoittaneet tarkkoja raja-arvoja.

Perusteina määrätuille raja-arvoille mainittiin ympäristövaikutukset ja aikaisemmat tulokset, joiden mukaan ympäristölupapäätöksen velvoitetarkkailun raja-arvot määräytyvät. Ympäristöluvassa on myös edellytetty omavalvontana kaatopaikan läjitysalueen vesien määrän ja johtoluvun seurantaа viikoittain.

7 TULOSTEN TARKASTELU

Jäteasemille lähettämiini kyselyihin vastattiin odotuksia paremmin. Vastausten perusteella voidaan sanoa, että vielä jatkuvatoimisten vedenlaadun mittausantureiden käyttö ei ole yleistä eikä laajamittaista, mutta monilla jäteasemilla tarkkaillaan perusparametreja jatkuvatoimisesti. Sähkönjohtavuuden tarkkailu kertoo yleisesti kaatopaikkavesien laadusta ja sitä voidaan käyttää apuna laadunvalvonnassa. Velvoitetarkkailuihin kuuluvia parametreja analysoidaan tarkkailusuunnitelmien mukaisesti edelleen pääosin säännöllisin laboratorioanalyysin.

Ympäristölupapäätöksessä määrätetyt raja-arvot ovat määräytyneet usein ympäristövaikutusten arvioinnilla eli mikä kuormitus on ympäristölle hyväksyttävää. Myös aikaisempien vuosien analyysitulosten perusteella voidaan määritellä tavoiteарvot. Taulukossa 3 on vertailu Suomen kaatopaikoilta saatuja tuloksia kyselyssä annettuihin ympäristölupapäätöksissä määrättyihin raja-arvoihin. Kokonaisfosforia lukuun ottamatta kaikki raja-arvot jäivät selvästi alle aikaisemmin mitattujen kaatopaikkojen suotovesien keskiarvojen.

TAULUKKO 3. Kaatopaikkojen suotovesien eräitä pitoisuustietoja Suomesta. (Eskola ym. 2009).

Parametri	Min.	Max	Keskiarvo	Ympäristölupapäätöksissä määrättyjä raja-arvoja
sähkönjohtavuus mS/m	5,0	820	160	-
Kloridi mg/l	4,8	1800	220	-
pH	2,8	8,6	-	-
CODCr mg/l	40	2200	390	<250
BOD7 mg/l	<1	3900	270	17,5 - 30
P-kok mikrog/l	<16	3900	513	1000
N-kok mg/l	5,0	370	74	15 - 40
NH ₄ -N mg/l	-	340	33	<20

Jatkuvatoimisten mittausantureiden toimivuuden varmistamiseksi kaikilla kyselyyn vastanneilla jäteasemilla oli toimivat suunnitelmat, ja antureita huollettiin ja kalibroitiin säännöllisesti toimivuuden varmistamiseksi. Joillakin jäteasemilla huoltovälit ovat melko pitkiä mutta kyselyvastausten perusteella ne ovat kuitenkin heille sopivat ja määritetty antureiden käyttöohjeiden mukaisesti.

8 POHDINTA

Kyselytutkimuksen tarkoitus oli selvittää jatkuvatoimisten vedenlaadun mittausantureiden käytön laajuutta sekä käyttökokemuksia Suomen jäteasemilta. Myös viranomaisen näkökulma asiasta oli tarkoitus selvittää. Valitettavasti viranomaisnäkökulma perustuu vain kirjallisuuslähteisiin, koska yhteenkään lähettämäni kyselyyn ei viranomaistaholta vastattu. Jäteasemilta sain odotuksia enemmän vastauksia, mutta osa vastauksista oli melko suppeita. Tähän on voinut vaikuttaa kysymysten muotoilu, ajatuksena oli esittää mahdollisimman selkeät ja yksinkertaiset kysymykset mutta ne saattoivat olla liiankin pelkistettyjä (Liite 1). Kyselylomakkeessa olisi voinut olla enemmän selittävää osiota. Toisaalta halusin tietää miten jäteasemilla asiaa käsitellään enkä siksi halunnut liikaa johdatella haluamaani suuntaan vaan pidin kysymyksen yksinkertaisina. Toinen ajatus kysymyksiä tehdessäni oli, ettei kysely saa olla liian pitkä tai muuten aikaa vievä koska se voi myös vähentää vastauksien määrää.

Jatkuvatoimisten mittausantureiden käyttöä rajoittaa antureiden toimivuus. Huoltovälien pidentyminen voi antaa vääriä tuloksia. Myös viranomaisen suhtautuminen jatkuvatoimisiin mittauksiin vaikuttaa käytön laajuuteen. Mikäli löydetään varmatoimiset anturit käyttöön ja viranomainen hyväksyy mittaustulokset laajemmin velvoitetarkkailuun mukaan, voisi Suomessa yleistyä jatkuvatoimisten mittausantureiden käyttö laajemminkin. Tutkimuksia aiheesta tarvitaan vielä enemmän, jotta käyttö yleistyisi. Tietoa tarvitaan antureiden toimivuudesta ja käyttövarmuudesta erilaisissa vesissä sekä tarkkaa tietoa huoltotarpeesta. Kaatopro-hankkeessa on tehtykin kokeita ja seuranta sekä kirjallisuusselvitystä aiheesta. Tämän hankkeen kaltaisesti pitkäkestoisesti tutkien erilaisilla kaatopaikoilla voitaisiin saada paljon uutta tietoa ja tuotekehittelyä aikaiseksi.

Tähän työhön otin esimerkeiksi on-line monitoroinnista tehtyjä tutkimuksia ja selvityksiä. Koska varsinaisesti kaatopaikkavesien vaikutuksista antureiden toimivuuteen ja huoltoon löytyi varsin vähän tietoa, otin esimerkkitapaukseksi Kyrönjoen mittausaseman. Siellä on jo pitkään tutkittu on-line antureiden toimivuutta Suomen olosuhteissa ja saatu hyvin tietoa juuri huolto ja kalibrointi tarpeista.

Jatkotutkimuksena olisi mielenkiintoista selvittää, kuinka hyvin erilaiset ja eri valmistajien on-line anturit toimivat ympärivuotisesti Suomen kaatopaikkaolosuhteissa. Olisi tarpeen tehdä samanlainen pitkäkestoinen tutkimus kuin Kyrönjoella on tehty. Näin saataisiin tärkeää tietoa antureiden kehittämiseksi kaatopaikkavesien laajempaan on-line monitorointiin Suomen oloissa. Kun tuotekehitys saadaan eteenpäin, voidaan laajemmin ottaa on-line monitorointi käyttöön Suomen kaatopaikoilla ja myös viranomaisten olisi helpompi hyväksyä tarkkailutulokset osaksi velvoitetarkkailua.

Perinteistä näytteenottoa ja laboratorioanalysointi tuskin jatkuvatoimiset anturit koskaan syrjäyttävät mutta hyvänä apuna prosessin hallinnassa ja tarkkailussa ne voivat olla. Rinnakkain suoritettuna antureiden antamat tulokset ja laboratoriotulokset antavat luotettavaa tietoa kaatopaikkavesien laadusta. Tämä lisää riskien hallintaa ja ennakoitavuutta.

LÄHTEET

Annala, Tanja, Hemminki, Sari, Juntila, MarjaLeena, Laukkarinen, Anja, Rantala, Martti ja Sastamoinen, Juha. 2000. Ympäristömittausten luotettavuus, Ympäristömittauksia koskevien säädösten tarkastelu. PDF-tiedosto. http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/9_2000.pdf. Luettu 25.05.2012.

Asp, Tiina, 2009. Automaattisen vedenlaadun seurantajärjestelmän luotettavuus ja toimivuus Kyrönjoella. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Pro gradu-tutkielma. PDF-tiedosto. https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/22747/URN_NBN_fi_jyu-201001191048.pdf?sequence=1. Luettu 25.05.2012.

Eskola Paula, Kaartinen Tommi, Merta Elina, Mroueh Ulla-Maija, Vestola Elina, Uudet jätteenkäsittelykeskusten vesienhallintatekniikat. VTT tiedotteita 2502, Helsinki 2009. PDF-tiedosto. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2502.pdf>. Luettu 12.02.2012.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:01:fi:HTML>

Hietaniemi, Lauri ja Lehto, Ari (toim.), Ympäristömittausten automatisointi- ja kehittämistarpeet Suomessa. Teknologia katsaus 117/2001, TEKES. Helsinki 2001. PDF-tiedosto.

Huttula, Timo, Bilaletdin, Emir, Härmä, Pekka, Kallio, Kari, Linjama, Jarmo, Lehtinen Kari, Luotonen Hannu, Malve Olli, Vehviläinen Bertel ja Villa Leena. Ympäristön seurannan menetelmien kehittäminen, Automatisointi ja muut uudet mahdollisuudet, 2009. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 13/2009. Suomen ympäristökeskus. PDF-tiedosto. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=105534&lan=fi>. Luettu 12.02.2012.

Ihalainen, Esa. 2000. Ympäristönsuojelutekniikan perusteet. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja A:76

Jätteentuottajat lajittelivat enemmän vuonna 2010. Jätelaitosyhdistyksen tiedote 25.11.2011. [www dokumentti http://www.jly.fi/tiedote.php?tiedote2_id=321](http://www.jly.fi/tiedote.php?tiedote2_id=321). Luettu 12.2.2012.

Kettunen, Riitta, 2006. Kaatopaikan jätetäytön prosessit ja veden merkitys. Vesitalous 6/2006. Pdf-dokumentti. <http://www.vesitalous.fi/upload/lehtiarkisto/2006/6-2006.pdf>

Lindeberg Anu, Kaatopaikan sisäisen veden jatkuvatoimiset mittaukset. Opinnäytetyö Kevät 2005. Lahden Ammattikorkeakoulu, Ympäristöalan koulutusohjelma, Ympäristötekniikan suuntautumisvaihtoehto. http://www.jly.fi/kaatopro_r2.pdf. Luettu 30.02.2012.

Marttinen Sanna, Jokela Jari, Rintala Jukka ja Kettunen Riitta, Jätteiden hajoaminen kaatopaikalla sekä kaatopaikkavesien muodostuminen, ominaisuudet ja käsittely. KAATO 2001 –hanke, Jyväskylän yliopisto, Kirjallisuuskatsaus, 2000. <http://www.jly.fi/katsaus2.pdf>. Luettu 12.02.2012.

Jätteenkäsittelykeskuksen ympäristövaikutusten arviointiselostus, 2006. Mustankorkea Oy, 2006. www-dokumentti. http://www.keskisuomi.fi/filebank/1304-mustankorkean_yvaselostus.pdf. Luettu 30.02.2012.

Niemi, Jorma (toim.). Ympäristön seuranta Suomessa 2009-2012. Helsinki:2009, Suomen Ympäristökeskus.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37995/SY_11_2009_Ympariston_seuranta_Suomessa_2009-2012.pdf?sequence=1. Luettu 12.02.2012

Nurmela, Esa, 2006. Jätehuolto ja vesi. Vesitalous 6/2006.
<http://www.vesitalous.fi/upload/lehtiarkisto/2006/6-2006.pdf>

Poukka, Senja. 2010. Reaktiivisen seinämän soveltuvuus metalli- ja suolapitoisten kaatopaikkavesien käsittelyyn. Diplomityö. Aalto yliopisto, Teknillinen korkeakoulu. PDF-tiedosto.

Sormunen, Kai, Einola, Juha, Karhu, Elina ja Rintala, Jukka. Mekaanisesti ja mekaanis-biologisesti esikäsitellyn yhdyskuntajätteen kaatopaikkasijoittaminen, Kaatoprohanke 2002-2005, väliraportti. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 2005. PDF-tiedosto. http://www.jly.fi/kaatopro_r4.pdf. Luettu 30.10.2012.

Taskinen, Jukka. Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä, Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen suunnittelupäällikkö. Sähköpostihaastattelu 23.03.2012.

ymparisto.fi, <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=616&lan=fi>. Luettu 25.05.2012.

Ympäristöinnovaatiopaneeli, Toimintasuunnitelma. Ympäristöministeriö 16.9.2009
Ympäristönsuojeluosasto
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=109615&lan=fi>. Luettu 3.2.2012

Ympäristön tilan seurannan strategia 2020, Ympäristöministeriön raportteja 23/2011, Ympäristöministeriö Helsinki 2011, PDF-tiedosto.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=128477&lan=fi>

Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86,
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086>

Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970861>

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen toiminta vuonna 2010. Helsingin seudun ympäristöpalvelut. Helsinki 2011.
http://www.hsy.fi/jatehuolto/Documents/Ymparisto/Ammassuo/Jatteenkasittelykeskuksen_toiminta_2010.pdf. Luettu 03.02.2012.

KYSELY JÄTEASEMILLE

1. Onko jäteasemalla käytössä jatkuvatoimisia veden laadun mittausantureita?

EI _____

KYLLÄ _____

Mitä mittaavat?

2. Mihin käytätte jatkuvatoimisten antureiden mittaustuloksia?

Omaan käyttöön/tarkkailuun

Velvoitetarkkailuun

Muuhun, mihin? _____

3. Onko jatkuvatoimisten mittausantureiden mittaustulokset hyväksytyt velvoitetarkkailuun?

EI _____

KYLLÄ _____

OSITTAIN _____

Miltä osin?

4. Kuinka varmennatte antureiden toimivuuden?

5. Onko ympäristölupapäätöksessä määrätty raja-arvoja velvoitetarkkailuun kuuluville kaatopaikkavesille?

EI _____

KYLLÄ _____

Mitä raja-arvoja? _____

6. Millä perusteella raja-arvot ovat määräytyneet?

KYSELY VIRANOMAISILLE

1. Onko veden laadun jatkuvatoimisten mittausantureiden mittaustuloksia hyväksytty osaksi velvoitetarkkailua jäteasemilla?

EI_____

KYLLÄ_____

Mitä mittauksia on hyväksytty?

2. Millä perusteella velvoitetarkkailun parametrit ja raja-arvot yleensä määräytyvät?

Tärkeimmät asiat

3. Millä perusteella mittausantureiden mittaustuloksia voidaan sisällyttää osaksi jäteasemien velvoitetarkkailua?

E-PRTR asetuksen haitta-aineet

VESIYMPÄRISTÖLLE VAARALLISIA JA HAITALLISIA AINEITA

Finlex: Valtioneuvoston asetus 1022/2006

Liite A) Aineet, joita ei saa päästää pintaveteen eikä vesihuoltolaitoksen viemäriin

Nimi	CAS-numero
1. 1,2- dikloorietaani (1,2-etyleenikloridi)	107-06-2
2. aldrini	309-00-2
3. dieldriini	60-57-1
4. endriini	72-20-8
5. isodriini	465-73-6
6. DDT	ei ole
(para-para-DDT)	50-29-3
7. heksaklooribentseeni	118-74-1
8. heksaklooributadieeni	87-68-3
9. heksakloorisykloheksaani (gamma-isomeeri, lindaani)	608-73-1 58-89-9
10. hiilitetrakloridi	56-23-5
11. pentakloorifenoli	87-86-5
12. tetrakloorieteeni	127-18-4
(tetrakloorietyleeni)	
13. triklooribentseeni (1,2,4-triklooribentseeni)	12002-48-1 120-82-1
14. trikloorieteeni (trikloorietyleeni)	79-01-6
15. trikloorimetaani (kloroformi)	67-66-3

E-PRTR asetuksen haitta-aineet

Liite C: Yhteisön tasolla määritetyt vesiympäristölle vaaralliset ja haitalliset aineet sekä niiden ympäristölaatu­normit

- (16) heksaklooribentseeni
- (17) heksaklooributadieeni
- (18) heksakloorisykloheksaani
- (19) isoproturoni
- (20) lyijy ja lyijy-yhdisteet
- (21) elohopea ja elohopea-yhdisteet
- (22) naftaleeni
- (23) nikkeli ja nikkeliyhdisteet
- (24) nonyylifenoli (4-nonyyli-fenoli)
- (25) oktyylifenoli ((4-(1,1,3,3-tetrametyyli-butyli)-fenoli))
- (26) pentakloori-bentseeni
- (27) pentakloori-fenoli
- (28) polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)
bentso(a)pyreeni
bentso(b)-fluoranteeni
bentso(k)-fluoranteeni
bentso(g,h,i)-peryleeni
Indeno (1,2,3-cd)pyreeni
- (29) simatsiini
- (29a) tetrakloorieteeni (tetrakloori-etylenei)
- (29b) trikloorieteeni (trikloori-etylenei)
- (30) tributyylitina-yhdisteet (tributyylitina-kationi)
- (31) trikloori-bentseenit
- (32) trikloori-metaani (kloroformi)
- (33) trifluraliini

Liite D: Kansallisessa menettelyssä määritetyt vesiympäristölle haitalliset aineet

- klooribentseeni
- 1,2-diklooribentseeni
- 1,4-diklooribentseeni
- bentsylibutyyliftalaatti (BBP)²
- dibutyyliftalaatti (DBP)

E-PRTR asetuksen haitta-aineet

resorsinoli (1,3-bentseenidioli)

(bentsotiatsoli-2-yylitio) metyyliatiosyanaatti (TCMTB)

bentsotiatsoli-2-tioli (di(bentsotiatsoli-2-yyli)disulfidin (CAS 120-78-5) hajoamistuote)

bronopoli (2-bromi-2-nitropropani-1,3-diol)