



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

KIINTOAINEEN EROTTAMINEN KYMIJÄRVI I -VOIMALAITOKSEN HIILIKATTILAN PESULIETTEESTÄ

Selvitys sopivista erottelulaitteistoista sekä saostuskemikaalista
hiilikattilan pesulietteelle

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikka
Ympäristönsuojelutekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Lauri Honkola

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

HONKOLA, LAURI:

Kiintoaineen erottaminen Kymijärvi I
-voimalaitoksen hiilikattilan pesuliettees-
tä

Selvitys sopivista erottelulaitteistoista se-
kä saostuskemikaalista hiilikattilan pesu-
lietteelle

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 33 sivua, 21 liitesivua

Kevät 2014

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö on suunnittelu- ja kehittämistyö Lahti Energia Oy:lle Kymijärvi I -voimalaitokselle. Työ koostuu kirjallisuusselvityksestä sekä laboratoriotesteistä.

Tavoitteena oli kehittää Kymijärvi I -voimalaitoksen hiilikattilan pesulietteiden käsittelyä sekä toiminnallisesti että kustannuksellisesti.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kirjallisuusselvitys, kuinka Kymijärvi I -voimalaitoksen hiilikattilan pesusta tulevasta lietteestä saataisiin kiintoaine erotettua mahdollisimman tehokkaasti mekaanisin menetelmin sopivalla laitteistolla sekä saostuskemikaalilla. Kemikaalien vaikutusta kiintoaineeseen ja laskeutumiseen testattiin Kymijärven voimalaitoksen omassa laboratoriossa.

Kiintoaineen erottamiseen mahdolliset laitteistojärjestelmät olivat geotuubi ja hydroykloni. Lopulta päädyttiin geotuubiin hintansa, yksinkertaisuutensa sekä toimivuutensa vuoksi.

Saostuskemikaaleina testattiin kationista polyakryyliamidia, ferrisulfaattia, polyalumiinikloridia sekä alumiinisulfaattia. Ohessa suoritettiin myös nollakoe, jossa lietteen annettiin selkeytyä ilman kemikaalia. Parhaat selkeytystulokset saatiin ferrisulfaatilla sekä polyalumiinikloridilla.

Nykyisestä pesukäytännöstä uuteen siirtyminen toisi Lahti Energia Oy:lle noin 16 %:n kustannussäästöt. Säästöä syntyy ulkopuolisen työvoiman vähenemisestä.

Asiasanat: pesuliete, geotuubi, hydroykloni, saostuskemikaali

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

HONKOLA, LAURI:

Separation of solid particles from the
sludge from washing a coal boiler

Case: Kymijärvi I power plant

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering, 33 pages, 21 pages of appendices

Spring 2014

ABSTRACT

This Bachelor's thesis is a planning and developing assignment commissioned by the Kymijärvi I power plant of Lahti Energia Oy. The study consists of a literature survey and laboratory experiments. The objective of the study was to develop the handling of the sludge from washing the coal boiler of Kymijärvi I, taking into account the operation and the costs.

The aim of the study was to make a literary survey on how the sludge from washing the coal boiler could be processed with suitable mechanical machinery and precipitation chemicals. The effects of the chemicals on the sludge were tested in Kymijärvi power plant's own laboratory.

The best machinery options for the sludge treatment were hydrocyclon and geotube. Eventually, the geotube was chosen, because of its price, simplicity and functionality.

The precipitation chemicals tested were cationic polyacrylic amide, ferric sulphate, polyaluminium chloride and aluminium sulphate. A zero-test was also conducted, where the sludge was left to clarify without any precipitation chemical. The best results were gotten with ferric sulphate and polyaluminium chloride.

New methods for washing the boiler would bring 16 % financial savings for Lahti Energia Oy. Savings come from decreasing need of external contactors.

Key words: washing sludge, geotube, hydrocyclon, precipitation chemical

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 2 | KYMIJÄRVEN VOIMALAITOKSET I JA II | 2 |
| 2.1 | Kymijärvi I | 2 |
| 2.1.1 | Kiertopetikaasutin | 4 |
| 2.1.2 | Kymijärvi I:n pääkattila | 5 |
| 2.2 | Kymijärvi II | 7 |
| 3 | KYMIJÄRVI I KATTILAN PESU | 10 |
| 3.1 | Nykyinen käytöntö kattilan pesulietteiden käsittelyssä | 10 |
| 3.2 | Pesuliete | 13 |
| 3.3 | Pohjatuhka | 14 |
| 4 | VAIHTOEHTOJA LIETTEEN KÄSITTELYYN | 15 |
| 4.1 | Geotuubi | 15 |
| 4.2 | Geotuubi hiilikattilan pesulietteiden kiintoaineksen erottajana | 16 |
| 4.3 | Vierailu PHJ:lle | 17 |
| 4.4 | Hydrosykloni | 19 |
| 4.5 | Hydrosykloni hiilikattilan pesulietteiden kiintoaineksen erottajana | 19 |
| 4.6 | Uusi selkeytysallas | 20 |
| 4.7 | Kattilan pesut muissa voimalaitoksissa | 20 |
| 5 | SAOSTUSKEMIKAALI | 22 |
| 5.1 | Lietteiden näytteenotto | 22 |
| 5.2 | Kationisen polyakryyliamidin testaaminen PHJ:lla | 23 |
| 5.3 | Laboratoriokokeet | 23 |
| 5.3.1 | Nollakoe | 23 |
| 5.3.2 | Ferrisulfaatti | 25 |
| 5.3.3 | Polyalumiinikloridi | 25 |
| 5.3.4 | Alumiinisulfaatti | 28 |
| 6 | KUSTANNUSLASKELMAT | 30 |
| 7 | JATKOSELVITYKSET | 32 |
| 8 | YHTEENVETO | 33 |
| | LÄHTEET | 34 |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Kymijärvi I -voimalaitoksen hiilikattilan pesuoperaatiota helpottavia lietteenkäsittelymenetelmiä, jotka ovat sekä toiminnallisesti helpottavia että kustannuksellisesti helpottavia. Tarkoituksena oli selvittää sopivia laitteistoratkaisuja hiilikattilan pesulietteen selkeyttämiseksi sekä testamalla eri saostuskemikaaleja lietteen selkeyttämisen tehostamiseksi.

Tämä opinnäytetyö koostuu kirjallisuusselvityksestä sekä heinäkuussa 2013 suoritetuista laboratoriokokeista, jotka suoritettiin Kymijärven voimalaitoksen omassa laboratoriossa.

Kirjallisuusselvityksessä esitellään Kymijärvi I -voimalaitos sekä vuonna 2012 käyttöönotettu Kymijärvi II, joka on maailman ensimmäinen täysimittainen kierrätyspolttoaineita kaasuttava kierrätysvoimalaitos. Selvityksessä esitellään lietteenkäsittelyjärjestelmävaihtoehdot, geotuubi sekä hydroykloni.

Lietteiden käsittelyyn etsittiin ratkaisuja, koska nykyinen käytäntö on lietteiden käsittelyn osalta haastava, varsinkin logistisesti. Kymijärvi I -voimalaitoksen pääkattila pestään paineistetulla vedellä kerran vuodessa ennen huoltoseisokkia. Pesussa ei käytetä pesuaineita tai liuottimia. Syntyvä pesuliete on ominaisuuksiltaan hiilikattilan pohjatuhkaan verrattavissa olevan kiintoaineen ja veden seos.

Tämä opinnäytetyö tehtiin Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitoksen ympäristöorganisaatiolle.

2 KYMIJÄRVEN VOIMALAITOKSET I JA II

Kymijärven voimalaitoksen toiminta-alueella toimii kaksi voimalaitosta, vanhempi, hiiltä pääpolttoaineenaan ja puupolttoaineista kaasutettua tuotekaasua sivupolttaineenaan käyttävä Kymijärvi I, sekä vuonna 2012 toukokuussa käyttöön otettu, maailman ensimmäinen kierrätyspolttoaineista kaasutetulla tuotekaasulla toimiva voimalaitos Kymijärvi II.

2.1 Kymijärvi I

Lahti Energian Kymijärvi I -voimalaitos valmistui vuonna 1975, ja sen polttoaineena käytettiin aluksi raskasta polttoöljyä (vaihdettiin myöhemmin kevyeen polttoöljyyn). Vuonna 1982 mahdollistettiin kivihiilen käyttö tekemällä polttoainemuutos. Maakaasun tullessa Lahteen 1986 rakennettiin pääprosessin yhteyteen kytketty kaasuturbiinilaitos ja pääkattila varustettiin maakaasupolttimilla. Vuonna 1998 otettiin käyttöön kaasutinlaitos, jossa biopolttoaineista (esimerkiksi kierrätyspuu ja metsätähdehake) ja kierrätyspolttoaineista, kuten REF (REcovered Fuel) ja SRF (Solid REcovered Fuel) valmistettua tuotekaasua syötetään pääkattilaan. Vuodesta 2012 alkaen Kymijärvi I:llä on kaasutettu vain biopolttoaineita, lähinnä metsätähdehaketta sekä kokopuu- tai rankahaketta. (Lahti Energia Oy 2013.)

Metsätähdehake on ainespuun korjuun jälkeen latvuksista ja oksista tehtyä haketta tai murskettä. Käyttötilassa olevan metsätähdehakkeen kosteus on 30–50 % ja tehollinen lämpöarvo 8–13 GJ/t. Kokopuu- tai rankahake on karsitusta runkopuusta tai puun koko maanpäällisestä biomassasta (oksat, neulaset, ja runkopuu) tehtyä haketta. Käyttötilassa sen kosteus on 40–55 % ja lämpöarvo 7–11 GJ/t. (Tilastokeskus 2014.)

Kymijärvi I -voimalaitoksen sähköteho on 200 MW ja kaukolämpöteho 250 MW. Vuotuinen energiantuotanto on 700–1200 GWh sähköä ja noin 1200 GWh kaukolämpöä (Lahti Energia Oy 2013). Kuviossa 1 on esitetty voimalaitoksen virtauskaavio. Kuviossa 2 on esitetty yksinkertaistettu prosessikaavio.

2.1.1 Kiertopetikaasutin

Polttoaineiden kaasutuksella tarkoitetaan prosessia, jossa synnytetään polttokaasuseos kaasuttavan aineen (ilma, happi, vesihöyry tai joku muu hapen kantaja) reagoidessa kiinteän tai nestemäisen polttoaineen kanssa korkeassa lämpötilassa. Polttokaasuseos (tuotekaasu) sisältää vaihtelevia määriä jäännöshiiltä ja tuhkaa, tervoja sekä kondensoituvia nesteitä. Palamiskelpoisen kaasuseoksen edellytyksenä on, että happea tuodaan prosessiin vähemmän kuin polttoaineen täydellinen eli stoikiometrinen palaminen edellyttää, eli ilmakerroin on alle 1. (VTT 2004, 244.)

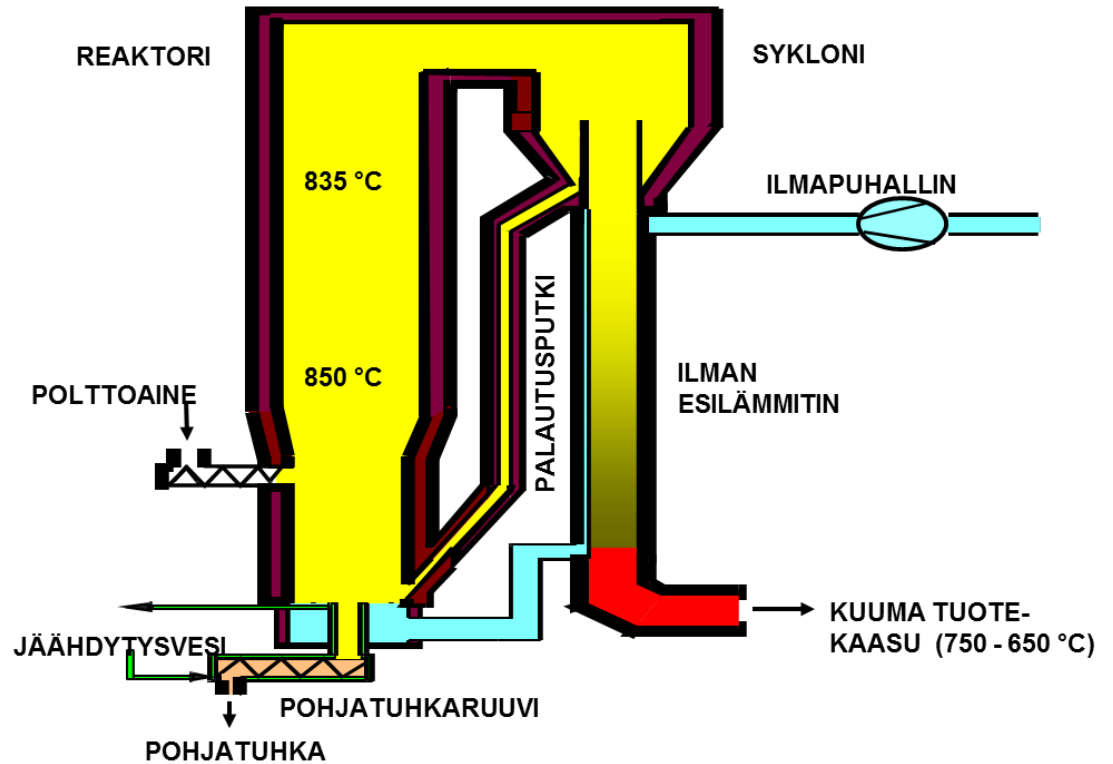
Tuotekaasun palavia komponentteja ovat hiilimonoksidi (CO), vety (H_2), metaani (CH_4) sekä pyrolyysissä syntyvät korkeammat hiilivedyt ja tervat. Näiden lisäksi kaasu sisältää myös vettä (H_2O), hiilidioksidia (CO_2), kiinteitä jäännöshiili- ja tuhkapartikkeleita ja polttoaineesta peräisin olevia epäpuhtauksia (esimerkiksi rikki-, typpi- ja klooriyhdisteitä, alkalimetalleja). (VTT 2004, 244.)

Kaasutustapahtuma koostuu polttoaineen kuivumisesta, rakenteen hajoamisesta pyrolyysissä sekä jäännöshiilen kaasuuntumis- ja palamisreaktiosta. Hiilimonoksidia ja vetyä tuottavat reaktiot ovat voimakkaasti endotermisiä, joten prosessissa tarvittava lämpö saadaan polttamalla jäännöshiili osittain tai tuomalla lämpö ulkoisen lämmityksen tai lämmönsiirtoaineen mukana. (VTT 2004, 244.)

Biopolttoaineet voidaan yleensä kaasuttaa melko alhaisessa lämpötilassa (800–1000 °C), jolloin tarvittava ilmamäärä on pienempi kuin kaasutettaessa kivishiiltä, jossa lämpötilojen on oltava korkeampi (VTT 2004, 245).

Kuplivassa kiertopetikaasuttimessa kaasuttavan polttoaineen raekoko on yleensä alle 10 millimetriä. Polttoainepartikkeleiden muodostamaa patjaa leijutetaan reaktorissa alhaalta päin virtaavalla kaasutusaineella varsinaisen tuotekaasun poistues- sa kaasuttimen yläosasta. Hyvän sekoittumisen ansiosta menetelmälle on ominaista erinomainen aineen- ja lämmönsiirto kaasujen ja polttoainepartikkelien välillä. Tämän takia kaasuttimen lämpötilajakauma on tasainen. Tuotekaasun mukana reaktorista poistuu kuitenkin osittain reagoitunutta kiintoainesta, josta osa erotetaan ja palautetaan takaisin kaasuttimeen kiertosyklonilla. (VTT 2004, 246.)

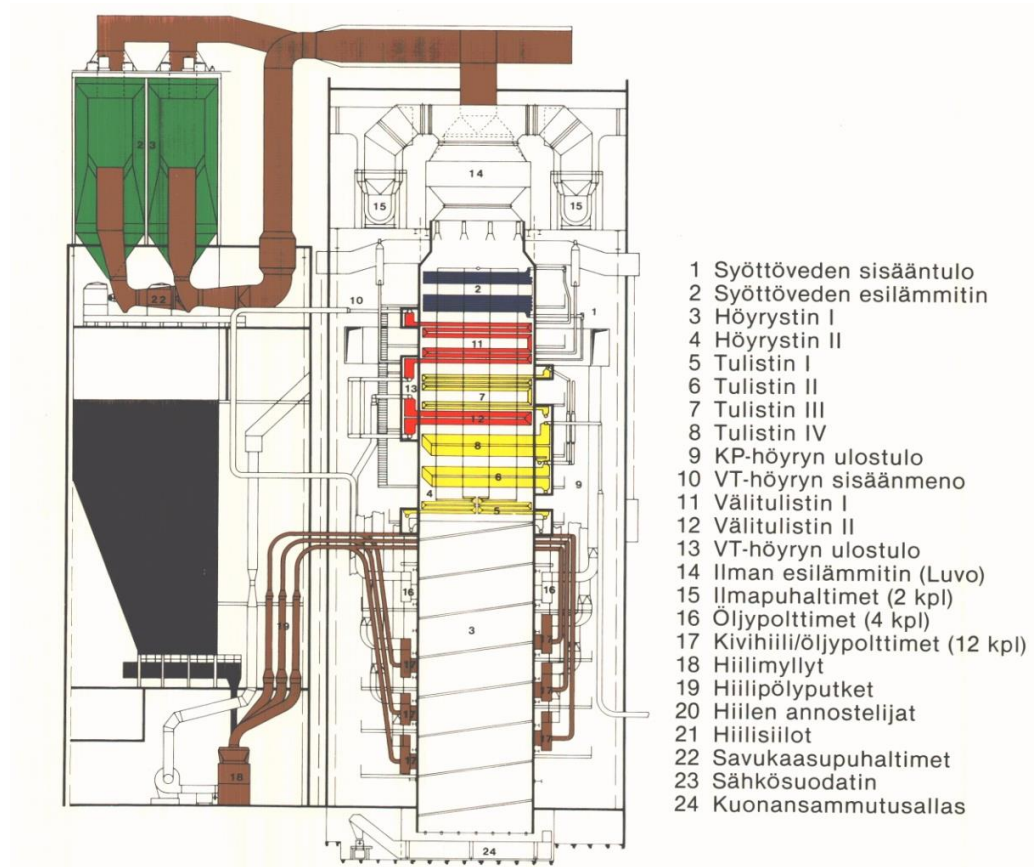
Kymijärvi I -voimalaitoksen kaasuttimen rakenne on esitetty kuviossa 3.



KUVIO 3. Foster Wheeler Energia Oy:n kiertopetikaasutin Kymijärvi I:llä (Lahti Energia Oy 2013)

2.1.2 Kymijärvi I:n pääkattila

Kymijärvi I:n päähöyrykattila on muuttuvan höyrystymispisteen läpivirtauskattila, eli Benson-kattila. Höyryn arvot kattilalla ovat 125 kg/s 540 °C/170 bar/540 °C/40 bar. (Lahti Energia Oy 2013.) Kattila on esitetty kuviossa 4.



KUVIO 4. Kymijärvi I -pääkattilan rakenne (Lahti Energia Oy 2013)

Läpivirtauskattila on vesiputkikattila, jossa vesi höyrystetään putkissa (Huhtinen ym. 2000, 117). Benson-kattilaan menevää syöttövedettä säädetään ruiskutusvesivirtauksen ja syöttövesivirtauksen suhteen mukaan. Molemmat vesivirtaukset otetaan syöttövesisäiliöstä. (Huhtinen ym. 2000, 271.) Läpivirtauskattilalla saadaan aikaan nopeita tehonvaihdoksia (Siemens 2001).

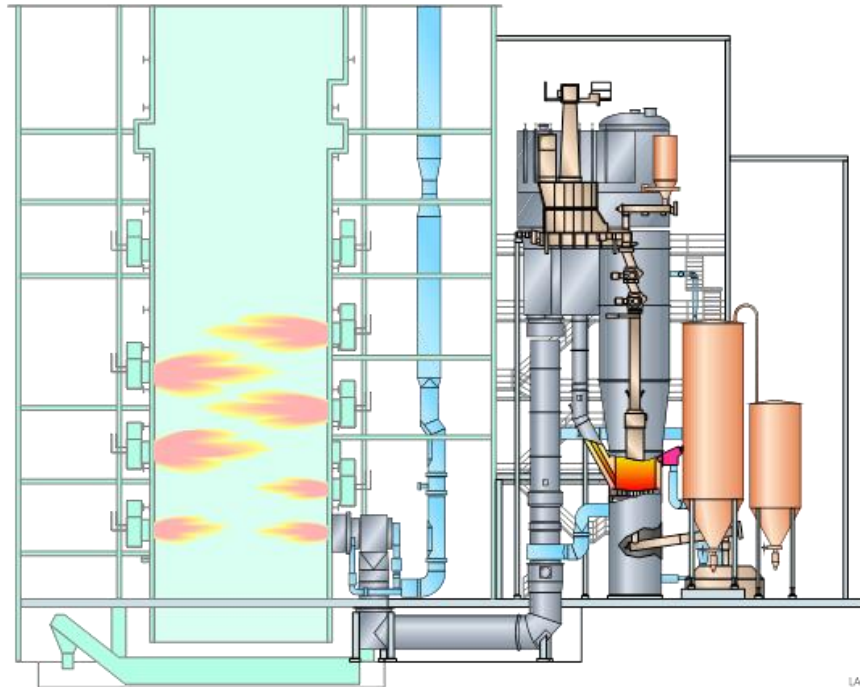
Voimalaitoksissa, jotka on varustettu läpivirtauskattiloilla, käytetään ajotapana usein liukuvaa paineensäätöä. Tällä tarkoitetaan sitä, että kattilalla tuotetun tuotehöyryn paine pienenee kuorman pienessä. Kyseinen ajotapa mahdollistaa paremman hyötusuhteen voimalaitoksessa, koska osakuormissa syöttevesipumppu vaatii vähemmän tehoa pienemmän tuottopaineen takia. Benson-kattilallisissa voimalaitoksissa myös turbiinikonstruktiot voidaan yksinkertaistaa, sillä säätövyöhyke voidaan jättää pois. Kuormanmuutostilanteissa kattilan lämpötilat sekä turbiinin siivistön eri kohdissa pysyvät lähes muuttumattomina, mikä pienentää

materiaaleihin kohdistuvaa lämpöjännitystä ja pidentää käyttöikää. (Huhtinen ym. 2000, 123.)

Kymijärvi I -kaasutin ja pääkattila on esitetty kuviossa 5.

 FOSTER WHEELER

CFB BIOMASS GASIFIER
40 - 70 MWth



KUVIO 5. Kymijärvi I:n pääkattila ja kaasutin (Lahti Energia Oy 2013)

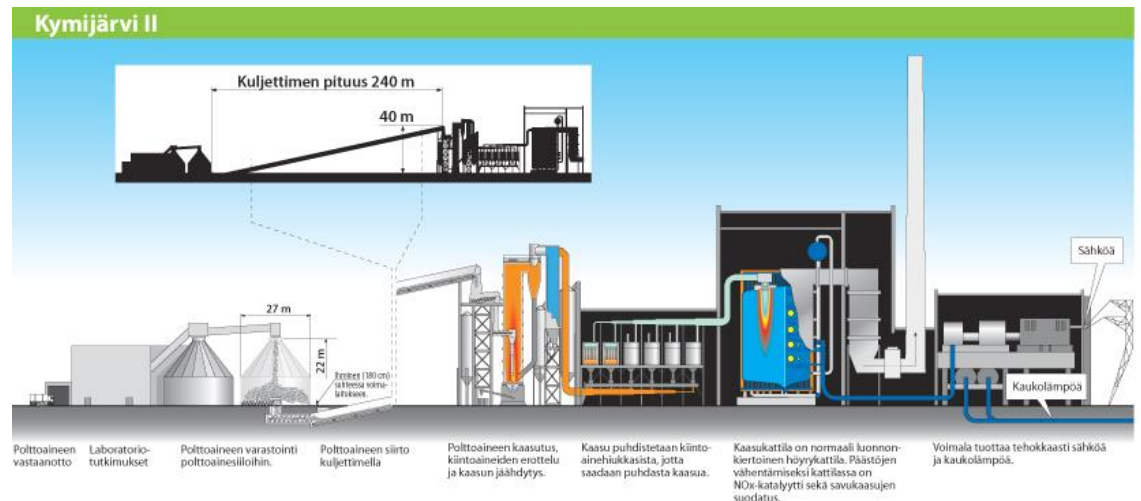
2.2 Kymijärvi II

Kymijärvi II on maailman ensimmäinen kierrätyspolttoaineista valmistetulla tuotekaasulla toimiva kaasutusvoimalaitos. Laitoksen polttoaineena käytetään kierrätyspolttoainetta, joka kaasutetaan kiertopetikaasuttimessa. Kymijärvi II:n sähköteho on 50 MW ja kaukolämpöteho 90 MW. Sähköä Kymijärvi II tuottaa 300 GWh ja kaukolämpöä 600 GWh. (Lahti Energia Oy 2014.)

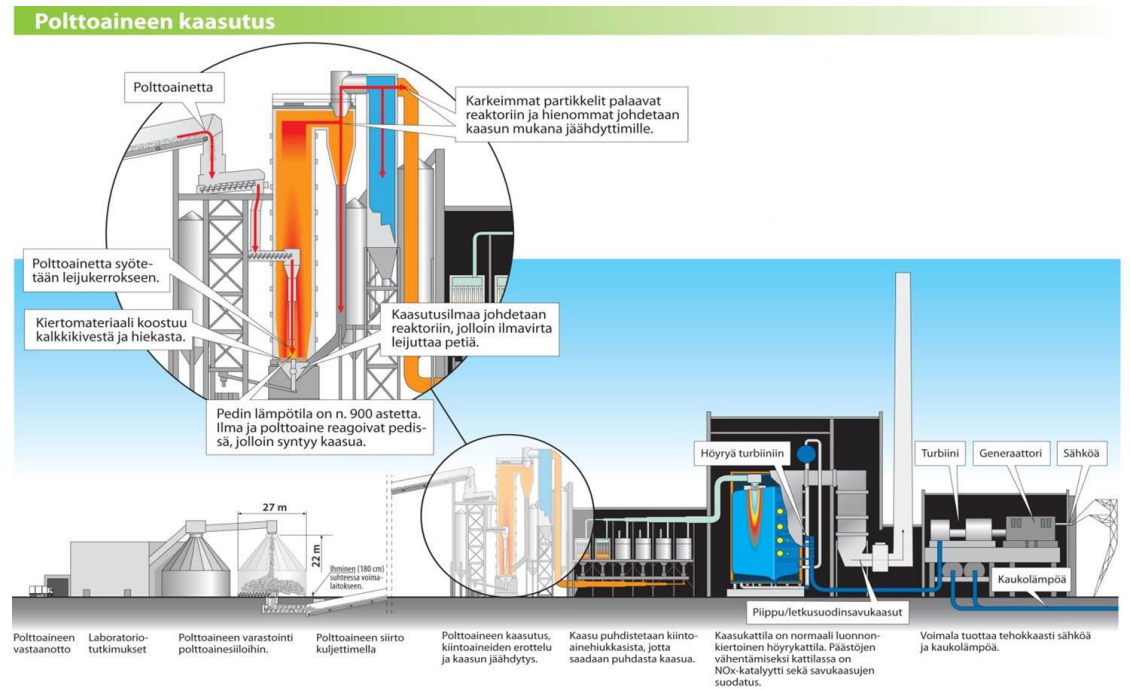
Kymijärvi II -prosessi alkaa polttoaineen vastaanotosta, jossa vastaanotettu polttoaine siirtyy seulomoon, jossa on automatisoitu näytteenottojärjestelmä. Seulomosta polttoaine siirtyy kuljettimia pitkin polttoaineen varastosiiiloihin, joiden tilavuus on 7 500 m³. Siiloja on kaksi kappaletta. Siiloista polttoaine siirtyy 240 metriä pitkää kuljetinta pitkin kaasutukseen. (Lahti Energia Oy 2014.)

Kymijärvi II:ssa on kaksi kaasutinlinjaa. Kaasuttimen reaktorin kiertopedin lämpötila on 850–900 °C. Reaktorissa polttoaineesta kaasutuksessa syntynyt tuotekaasu siirtyy kaasuttimen syklonin kautta kaasunjähdyttimiin, jossa 850–900 °C asteinen kaasu jähdytetään 400 °C asteiseksi. Kaasunjähdyttimen jälkeen tuotekaasu siirtyy kuumasuodattimiin, jossa keraamiset suotimet erottavat kaasusta epäpuhtauksia, kuten metalleja. Suotimien jälkeen kaasu siirtyy tavalliseen maakaasukattilaan, jossa se poltetaan maakaasun tavoin. Puhdistettu kaasu mahdollistaa korkean lämpötilan (540 °C) ja paineen (121 bar) kattilassa. (Lahti Energia Oy 2014.)

Kuviossa 6 on esitetty Kymijärvi II:n prosessi periaatekuvana, kuviossa 7 on esitetty kaasutusprosessi.



KUVIO 6. Kymijärvi II -periaatekuva (Lahti Energia Oy 2013)



KUVIO 7: Kymijärvi II kaasutusprosessi (Lahti Energia Oy 2013)

3 KYMIJÄRVI I KATTILAN PESU

Kymijärvi I -hiilikattila pestään tarvittaessa juuri ennen revisiota eli huoltoseisokkia. Kattilan pesu aloitettiin 14.5.2013. Hiilikattila pestiin sisäpuolelta niin sanottuna ”pesutankkerilla” pelkällä vedellä, ilman liuottimia tai pesuaineita. Pesu aloitettiin kattilan yläpäästä. Hammelmann-pesuri laitettiin kattilan sisälle huoltoluukuista. Pesuri asennettiin keskelle kattilaa ja käynnistettiin. Pesuri pyöri akselinsa ympäri pesten kattilaa joka suunnalta. Yhtä kattilan väliä pestiin noin 30 minuuttia. Kattilan alaosa pestiin miesvoimin telineiltä. (Suvilampi 2013.) Yhteensä pesuvettä käytettiin noin 1 300 m³ (Auvinen 2013).

3.1 Nykyinen käytöntö kattilan pesulietteiden käsittelyssä

Pesulietteet valuiivat kattilan alla olevaan kuonansammutusaltaaseen, josta ne pumpattiin pumpulla imuautoon. Imuauto kuljetti ja purki pesulietteet kauempana laitosalueella olevaan tyhjennettyyn selkeytsaltaaseen.

Kymijärven voimalaitoksen selkeytsaltaat toimivat mahdollisen prosesseissa tapahtuvien öljyvuotojen ensimmäisinä torjujina sekä laitokselta tulevien prosessivesien selkeyttämiseen. Prosessivedet sekä muutaman sadevesikaivon vedet menevät ensin 1-selkeytsaltaaseen, josta ne siirtyvät 2-altaaseen, jonne on asetettu mahdollisten öljyvuotojen varalta öljysulkupuomi. 2-altaasta vedet menevät purkupuutkea pitkin Joutjokeen. Kuviossa 8 on esitetty lähes tyhjäksi tyhjennetty 1-selkeytsallas ja kuviossa 9 on esitetty kuva selkeytsaltaasta samaisen lietelastin purun jälkeen.



KUVIO 8. Tyhjennetty 1 -selkeytysallas



KUVIO 9. Pesulietettä 1 -selkeytsaltaassa

Pesulietteen annettiin selkeytyä noin kuukausi, ja selkeytynyttä vettä alettiin pumpata kivillä ja soralla täytettyyn jätelavaan. Vesi suodattui valuen jätelavalta takaisin 1-selkeytsaltaaseen. Kun 1-selkeytsallas lopulta tyhjennettiin, vedet pumpattiin samalla lailla jätelavoille, mutta vedet valuiivat 2-altaaseen. 1-altaan pohjalle jäänyt kiintoaines nostettiin pyöräkuormaajalla pois ja siirrettiin jätelavalle. Yhteensä kuivaa lietettä syntyi 46,4 tonnia. Kuvioissa 10 ja 11 on esitetty lavoilla olevaa pesulietettä.



KUVIO 10. 1-selkeytsaltaasta nostettua selkeytynyttä kattilanpesulietettä



KUVIO 11. Kuivunutta kattilanpesulietettä jätelavalla. Kiintoaines on verrattavissa pääkattilan pohjatuhkaan.

3.2 Pesuliete

Kymijärvi I -hiilikattilan pesuliete on veteen sekoittunutta pohjatuhkaa, joka syntyy, kun kattila pestään paineistetulla vedellä ennen varsinaista revisiota, eli huoltoseisokkia. Pohjatuhkan ominaisuuksia on käsitelty enemmän luvussa 3.3.

Pesulietteestä ei tarkemmin suoritettu analyysyjä, koska pesulietteen kiintoainepitoisuus ja pH ovat joka pesukerralla erilaisia. Vuonna 2012 syntynyt kattilan pesu-

lietteiden määrä oli 1 600 m³, kun taas vuonna 2013 lietemäärä oli alhaisempi, noin 1 300 m³. Tämän takia apuna käytettiin vuoden 2012, suurempaa lietemäärää koskevia analyyskejä (liite 2).

Pohjatuhkan ominaisuuksien takia lietteen pH on korkea, noin 8–11. Pohjatuhkan pH on yli 12, mutta pesussa käytettävä vesi alentaa lietteen pH:ta.

3.3 Pohjatuhka

Pohjatuhka on energiantuotannossa kivihiilen palamisessa syntyvä mineraalinen sivutuote, joka kerätään talteen kattilan pohjalta (Rudus 2008). Kymijärvi I -voimalaitoksessa kattilan pohjatuhka putoaa kattilan alla olevaan kuonansammutusaltaaseen. Kuljettimet vievät kuonan kuonasiiloon. Kuonan sammutuksen jätevedet johdetaan selkeytysaltaille.

Pohjatuhka sisältää seuraavat viisi partikkelityyppiä: kuona, metalli, lasi, keraamiset materiaalit ja palamaton orgaaninen aines. Pohjakuona koostuu kattilan arinalle sulaneesta ja palamattomasta aineesta ja arinan aukkojen läpi joko sulamisen tai pienen partikkelikoon vuoksi pudonneesta materiaalista. (Kaartinen ym. 2010, 24.)

Pohjatuhka jäähdytetään välittömästi kuonansammutusaltaassa, jolloin se myös kyllästyy vedellä. Vedellä ehkäistään myös pöllyämistä. Nopean jäähdyttämisen vuoksi tuhka saattaa saada lasimaisia piirteitä. Pohjatuhka on huokoista, kevyttä aggregaattimateriaalia, jolla on suuri ominaispinta-ala. (Kaartinen ym. 2010, 24.)

Ramboll Finland teki toukokuussa 2013 otetusta pohjatuhkanäytteestä rakeisuusmääritykset. Rakeisuusmäärityksen (liite 1) mukaan Kymijärvi I:n pohjatuhkan raekoko on 0,017 – 31,6 mm, eli rakeisuudeltaan se vastaa silttiä, hiekkaa ja soraa. Kyseisessä näytteessä pohjatuhka oli vahvasti emäksistä, pH oli 12,4. Kuiva-ainepitoisuus oli 56 % ja hehikutushäviö 10,3 %.

4 VAIHTOEHTOJA LIETTEEN KÄSITTELYYN

Uutta kiintoaineksen erottelujärjestelmää suunniteltaessa pyrittiin siihen, että käsittelyjärjestelmä olisi mahdollisimman yksinkertainen ja logistisesti helposti järjestettävissä. Lopullisia vaihtoehtoja oli kolme. Vaihtoehdot olivat geotuubi, hydrosykloni sekä uusi selkeytysallas.

4.1 Geotuubi

Geotuubi on lieriönmuotoinen, muovista kudottu säkki (Nerg 2005, 25). Geotuubin muovimateriaali koostuu esimerkiksi polypropeenilangasta, polypropeenimonikuitulangasta tai polyesterimonikuitulangasta. Säkkien tilavuus vaihtelee tyypillisesti 10 ja 1 000 m³:n välillä. Geotuubien muovimateriaaleilla on hyvä veto- ja venytyskestävyys, saumojen painekestävyys, UV-kestävyys, kemikaali-kestävyys sekä happo-emäskestävyys. (Arnold ym. 2007, 138). Geotuubin toiminta perustuu siihen, että säkkiin pumpatusta lietteestä hienoaines jää säkkiin ja vesi purkautuu tuubirakenteen pienistä rei'istä (Nerg 2005, 25). Täytön alkuvaiheessa geotuubin sisäpuolelle muodostuu suodatinkerros muutamassa minuutissa. Pienemmät partikkelit läpäisevät säkin, kunnes geotekstiili kostuu ja siihen adsorboituu partikkeleja holvaten huokosaukot. (Arnold ym. 2007, 138.)

Geotekstiilistä valmistettuja kiintoaineen kuivaukseen tatkoitettuja säkkeitä on käytetty jo 50 vuotta esimerkiksi Hollannissa jokien aiheuttamaa eroosiota taltuttamaan (Ekokem 2013, 6).

Geotuubiteknologiaa käytetään pääasiassa lietteen kuivatukseen ja vedenpuhdistukseen kaivosteollisuudessa, öljynjalostamoissa, paperi- ja selluteollisuudessa, kunnallisissa ja teollisissa jätevedenpuhdistamoissa, nahkateollisuudessa, sekä vesistöjen kunnostuksessa. Geotuubit sopivat jopa vesirakenteiden rakenneosaksi, kuten tekosaarten perustuksiin. (SITO 2013, 3.)

SITO on määritellyt geotuubiteknologian eduiksi esimerkiksi suuret puhdistusnopeudet ja -kapasiteetit, hyvän kustannustehokkuuden, helposti säädettävät täyttökorkeudet, toimivuuden lietetyypistä riippumatta, toimivuuden kaikkissa sääoloissa ja kaikkina vuodenaikoina. Geotuubi on SITO:n mukaan myös turvallinen ja

teknisesti luotettava menetelmä. Geotuubien puhdistus- ja kuivaustulos on myös hyvä, jolloin saadaan korkea kuiva-ainepitoisuus prosessin jälkeen. (SITO 2013, 3.) Käsittellessä epäorgaaniset ja orgaaniset lietteet erikseen helpotetaan kiintoaineen jatkokäsittelyä. Epäorgaaniset kiintoaineet kompostoidaan tai stabiloidaan, kuten voimakkaasti pilaantuneet maat. (PHJ 2012.)

Geotuubi ei sovellu nestemäisille jätteille, joissa haitta-aineet ovat liukoisessa muodossa. Menetelmä ei myöskään sovi teollisuuden maali- ja värisakoille. (PHJ 2012.)

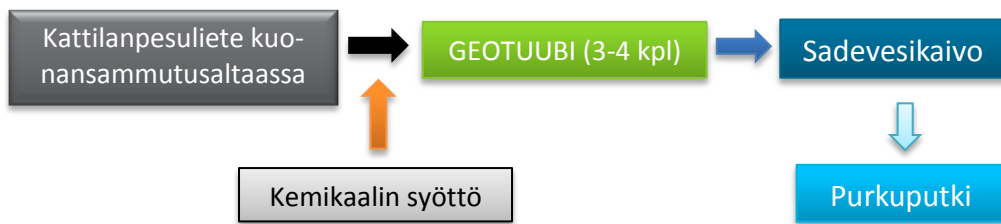
4.2 Geotuubi hiilikattilan pesulietteiden kiintoaineksen erottajana

Geotuubi on selvitetystä lietteenkäsittelyjärjestelmästä käytännöllisin. Geotuubeja olisi kolme tai neljä, rinnakkain, voimalaitoksen pihassa kuonansammutusaltaan lähistöllä. Vedet pumpattaisiin silppuavalla uppopumpulla kuonansammutusaltaasta aina yhteen geotuubiin kerrallaan, kunnes se täyttyy. Pumppausvaiheessa syötettäisiin saostuskemikaalia, jolla saadaan tehostettua lietteen selkeytymistä sekä neutraloitua pH:ta. Geotuubin läpi suotautunut vesi pumpattaisiin sadevesikaivoihin. Ennen sadevesikaivoihin pumpatun veden purkamista tulee puhdistetusta vedestä tehdä analyysit esimerkiksi pH:n ja metallipitoisuuksien suhteen.

Täytettävää geotuubia vaihdettaisiin sitä mukaan, kun ne täyttyvät. Geotuubin huokosaukot saattavat aluksi tukkeutua. Huokosaukot saadaan auki pesemällä painepesurilla geotuubin pintaa.

Täytetyt geotuubit jätettäisiin kuivumaan, ja kuivunut kiintoaines (käytännössä kattilan pohjatuhkaa) voidaan viedä asianmukaiseen luvat omaavaan vastaanotto- paikkaan. Kiintoaines voidaan myös tutkimustulosten perusteella viedä Lahti Energia Oy:n tuhkanlajitysalueelle, jos kiintoaines vastaa koostumukseltaan tuhkaa ja analyysit pysyvät alle annettujen raja-arvojen.

Kuviossa 12 on esitetty periaatekuva, kuinka lietteenkäsittely suoritettaisiin geotuubin avulla.



KUVIO 12. Periaatekuva lietteen puhdistuksesta geotuubin avulla

4.3 Vierailu PHJ:lle

Muutamaa erilaista, SITO:n valmistamaa geotubia käytiin katsomassa Päijät-Hämeen Jätehuollolla, Kujalan jätekeskuksessa. Geotubeja esitteli Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n työnjohtaja Ari Köngäs. Geotubeja oli kahta eri tyyppiä. Toinen oli lavalle aseteltava 15–20 m³ kiintoainesta keräävä (kuvio 13) ja toinen maalle sijoitettava, kooltaan 18 x 4 ja kiintoainesta 150 m³ keräävä (kuvio 14).



KUVIO 13. Jätelavalle aseteltu geotubi OILI-asemalla. Tuubin tilavuus 15–20 m³.



KUVIO 14. 18 m x 4 m geotuubi OILI-aseman takana. Tilavuus 150 m³.

Geotubeja käytetään Päijät-Hämeen Jätehuollon Kujalan jätekeskuksessa jäteöljyn ja -rasvan käsittelyyn keskittyvällä OILI-asemalla. Asemalla on yksi linja jäteöljylle ja toinen linja rasvalietteille. (Köngäs 2013.)

Öllyisen lietteen putsaus OILI-asemalla suoritetaan siten, että purkumonttuun tyhjennetty öljyliete pumpataan linjalle, jossa siihen lisätään polyakryyliamidia, joka flokkaa öljyhiilivedyt ja kiintoaineet. Polyakryyliamidilla käsitelty jäteliete pumpataan geotubiin. Polyakryyliamidin aiheuttama selkeytymisreaktio tapahtuu ennen geotubia tai geotubissa, jolloin vettä raskaampi kiintoainekasa jää geotubin pohjaan, ja kirkas erotettu vesi poistuu geotubin ”läpi”. (Köngäs 2013.)

Suotautuva vesi pumpataan viemäriin. Viemärikelpoisuutta tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa otettavilla näytteillä. (PHJ 2012.)

4.4 Hydrosykloni

Hydrosykloni on laite, jolla erotetaan nesteestä, yleensä vedestä, kiintoainesta tai nesteitä keskipakovoiman avulla. Myös öljyn erottaminen vedestä on mahdollista. Sykloni tulee mitoittaa aina tapauksen ja käyttökohteen mukaan. Hydrosyklonia käytetään yleisesti mineraali- ja kaivosteollisuudessa. (Svarovsky 1984, 1.)

Hydrosykloni on rakenteeltaan sylinteri, jonne syötetään puhdistettava liete. Keskipakovoima sekä syklonin rakenne mahdollistavat sen, että kiintoaines tai eri tiheyksellinen neste (verrattuna veteen) erottuvat toisistaan. Liete poistuu syklonin pohjalta *alitteena* ja ”puhdistettu” vesi niin sanottuna *ylitteenä* syklonin yläosasta poistoputkea pitkin. Ylite kuitenkin saattaa sisältää vielä jonkin verran kiintoainetta. Tämä johtuu suoraan siitä, että hydrosyklonin erotuskyky on täysin riippuvainen kiintoaineen kokojakaumasta. Niin sanottu rajakoko (cut size) on kiintoainepartikkelin koko, jolla on täysin yhtä suuri todennäköisyys päätyä joko ylitteeksi tai alitteeksi. (Svarovsky 1984, 1.) Tyypillisesti hydrosykloni mitoitetaan 10 millimetristä 2,5 metriin. Rajakoko kiintoaineelle on tyypillisesti 2 – 250 µm. Lietesyöttöön käytettävä paine on tyypillisesti 0,34 – 6 bar. (Svarovsky 1984, 2.)

Hydrosyklonit ovat monikäyttöisiä, yksinkertaisia ja helppoja asentaa sekä käyttää. Ne ovat myös kohtuullisen huoltovapaita. Huonoja puolia hydrosykloneissa on taas esimerkiksi niiden joustamattomuus, huono erotustehokkuus sekä erotuksen terävyys. Suuret virtausnopeudet aiheuttavat myös syklonin sisäpintojen kulumista. Ongelmaksi muodostuu myös se, että suurilla leikkausvoimilla operoitaessa flokkulointi ei lisää erotustehoa. (Svarovsky 1984, 2.)

4.5 Hydrosykloni hiilikattilan pesulietteiden kiintoaineksen erottajana

Hydrosyklonilla varustettu lietteenkäsittelyratkaisu olisi ollut samantyylinen kuin geotuubillinen vaihtoehto. Vedet pumpattaisiin silppuavalla uppopumpulla saostuskemikaalia samalla syöttäen hydrosykloniin, joka keskipakovoiman avulla erottaisi kiintoaineen. Ylitteenä poistuva puhdistettu vesi pumpattaisiin sadevesikaivoihin. Alitteena poistuvan kuonan kuonan annettaisiin kuivua vaihtolavalla, joka lopulta tyhjennettäisiin kaatopaikalle.

Hydrosykloni-suunnitelmaa ei tosin voida toteuttaakaan monesta syystä. Sykloni on suhteessa liian kallis investointi tarvittaessa ennen revisiota suoritettavaan operaatioon. Yksi sykloni ei myöskään riitä käsittelemään pumpattavaa lietemäärää, vaan tarvittaisiin oikein mitoitettu hydrosyklonipatteristo, joka sisältää useamman syklonin.

Hydrosykloni on myös logistisesti haastava. Sille tulisi rakentaa ”kelkka”, jolla sitä pystyttäisiin siirtämään paikasta toiseen. ”Kelkan” tulisi myös olla korkea, että syklonin alle saataisiin vaihtolava.

Hydrosykloni olisi ollut hyvä ratkaisu kiintoaineen erottimena, mutta hinta sekä muut edellä mainitut tekijät vaikuttivat siihen, että hydrosykloniratkaisusta luovuttiin.

4.6 Uusi selkeytysallas

Uutta selkeytysallasta ei toistaiseksi laitosalueelle voida rakentaa tilan puutteen vuoksi. Sopivan kokoiselle (1500 - 2000 m³) selkeytysaltaalle ei ole tällä hetkellä paikkaa myöskään siksi, että uuden, suunnitteluasteella olevan Kymijärvi III -voimalaitoksen operatiivisille toiminnoille on jo varauksia tontilla.

Uusi selkeytysallas ei olisi ratkaissut ongelmaa kuin kattilanpesulietteen sijoittamisen suhteen. Samat haasteet lietteen käsittelyssä sekä kustannuksissa olisivat edelleen säilyneet.

4.7 Kattilan pesut muissa voimalaitoksissa

Uusien ideoiden saamiseksi tiedusteltiin muutamalta muulta hiiltä pääpoltoaineenaan käyttävältä voimalaitokselta, miten niissä suoritetaan hiilikaatilojen puhdistukset. Tiedustelu lähetettiin sähköpostitse Helsingin Energian Hanasaaren sekä Salmisaaren voimalaitoksiin, Porin Tahkoluodon voimalaitokseen, Kristiinankaupungin Kristiina 2 -voimalaitokseen, Vaasan Vaskiluodon voimalaitokseen sekä Kotkan Mussalo 1 ja 2 -voimalaitoksiin. Tiedusteluun vastasivat vain Mussalon sekä Vaskiluodon voimalaitospäälliköt.

Mussalon voimalaitoksissa kattilan lämpöpintoja ei pesty koskaan. Hiili tai maakaasukäyttöisen Mussalo 1 -laitoksen kattilan sähkösuodatin (emissioelektrodit ja erotuslevyt) pestään lähes vuosittain revision yhteydessä paineistetulla vesijohtovedellä. Pesuvedet johdettiin laitosten viereisellä tuhkakenttäalueella olevaan vesien loppuneutralointialtaaseen. Pesujen jälkeen sähkösuodattimen tuli ennen käyttöönottoa kuivua hyvin, muuten lentotuhka olisi tarttunut kosteille suodatinpinnoille ja kerrostunut niille. (Ylinen 2013.)

Haastatteluun vastasi myös Vaskiluodon voimalaitoksen voimalaitospäällikkö Matti Tiilikka. Hänen mukaansa Vaskiluodossa pestään vain rikinpoiston reaktori, mutta ei kattilaa. (Tiilikka 2013.)

5 SAOSTUSKEMIKAALI

Saostuskemikaalia (flokkulantteja tai koagulantteja) käytetään erottamisen tehostamiseksi operoitaessa geotuubin kanssa (Sito tänään 20051 9). Kemikaalilla alennettaisiin myös lietteen pH:ta. Lietteiden pH on emäksistä, 8–11.

Testattaviksi kemikaaleiksi valittiin polyalumiinikloridi, alumiinisulfaatti, ferrisulfaatti, sekä kationinen polyakryyliamidi niiden saatavuuden sekä oletetun toimivuuden vuoksi. Polyalumiinikloridi ja ferrisulfaatti saatiin Kemiralta. Kemiralta saatiin myös niin sanottuja Superfloc-polymeerejä, jotka ovat kationisia tai anionisia polyakryyliamideja. Alumiinisulfaatti saatiin VWR:ltä.

5.1 Lietteiden näytteenotto

Pesuoperaation yhteydessä pesuvedestä otettiin näytteet kahdesta paikkaa. Ensimmäiset 14 näytettä otettiin kattilan alla olevasta kuonansammutusaltaasta. Toiset 14 näytettä otettiin 1-selkeytysaltaasta (liite 5). Lisäksi otettiin 60 litraa tynnyriin pesuvettä suoraan imuautosta purkuvaiheessa. Näytteenotosta tehtiin myös näytteenottosuunnitelma (liite 4).

Kuonansammutusaltaasta ja 1-selkeytysaltaasta otetut vesinäytteet otettiin yhden litran muovipulloihin. Ennen näytteenottoa pullot ”huuhdeltiin” pesulietteellä täyttämällä ne ja tyhjentämällä kolme kertaa. Tämän jälkeen otettiin varsinainen näyte.

Näytteissä saattoi olla pieniä eroavaisuuksia kiintoaineen suhteen, vaikka näytteenottopisteet olivat lähellä toisiaan. Tämä johtui siitä, että samaan aikaan näytteitä otettaessa suoritettiin kattilan pesua, jolloin kattilan ylemmiltä tasoilta valuvassa pesulietteessä veden ja kattilan pinnoilta irrotettavan kuonan suhde saattoi ajoittain olla erilainen. Silmännähdessä näytteet kuitenkin olivat sameudeltaan samanlaisia, mikä teki näytteistä käyttökelpoisia.

5.2 Kationisen polyakryyliamidin testaaminen PHJ:lla

PHJ:n OILI-aseamalla päästiin testaamaan kationista polyakryyliamidia (Flopam FO 4550 SH) kattilanpesulietteeseen, joka oli koostumukseltaan 50 % selkeytysaltaan pohjalle saostunutta kiintoainesta sekä 50 % suoraan imuautosta otettua lietettä. Seosta sekoitettiin muutama minuutti, kunnes se oli homogeenistä.

Lietettä otettiin muovimukiin noin 2 desilitraa. Lietteeseen annosteltiin 1 % kationista polyakryyliamidiseosta. Polyakryyliamidi ei tehostanut kiintoaineen sakkautumista, mutta samalla tehtiin tärkeä havainto: kiintoaine oli niin raskasta, että se alkoi saostua heti mukin pohjalle. Kemikaali ei myöskään vaikuttanut lietteen pH:hon.

PHJ:lla tehdyn kokeen perusteella alettiin pohtia, tullaanko saostamiseen edes tarvitsemaan kemikaalia kiintoaineen ominaisen laskeutuvuuden vuoksi. Saostuskemikaalien vaikutusta lietteeseen päätettiin kuitenkin testata.

5.3 Laboratoriokokeet

Laboratoriossa testattiin ferrisulfaattia, polyalumiinikloridia sekä alumiinisulfaattia. Kemiran polyakryyliamidit jätettiin testaamatta, sillä vaikutus lietteeseen olisi ollut sama kuin PHJ:n Flopam FO4550 SH:lla, eli tehoton.

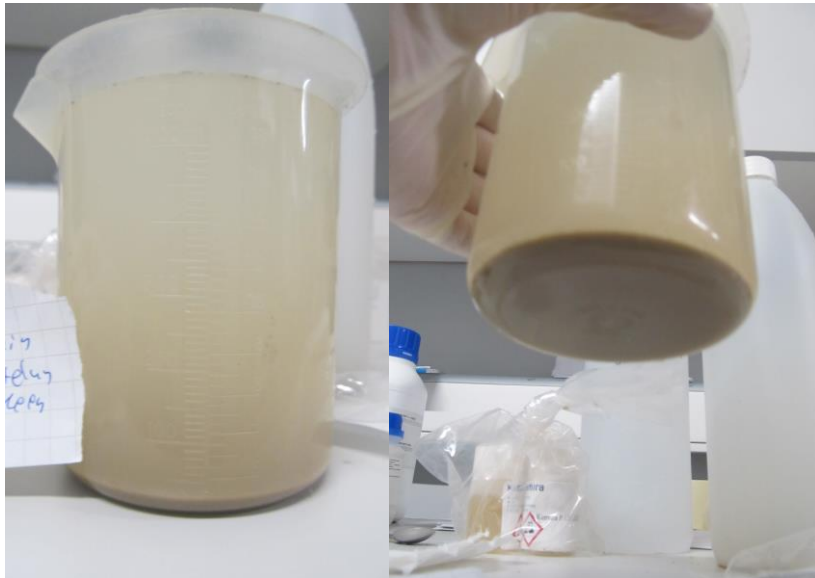
Kemikaaleja testattiin kolmeen erilaiseen lietemäärään: 250, 500 ja 1 000 millilitraa. Yksi koe suoritettiin 8 000 millilitralla. Kattilanpesulietteet oli otettu kuonansammutusaltaasta. Laboratoriokokeiden tulokset on koottu taulukkoon 1 ja liitteeseen 3.

5.3.1 Nollakoe

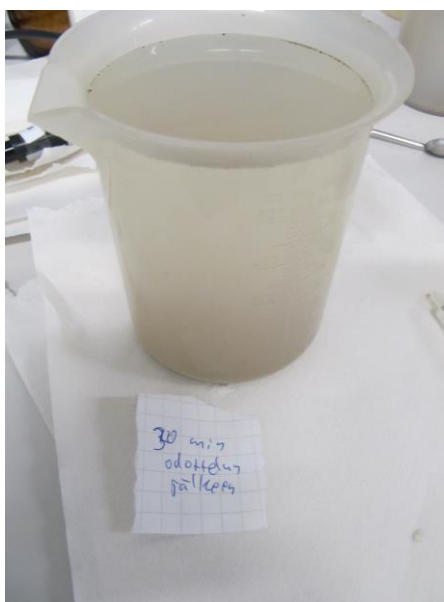
Vertailun vuoksi tehtiin myös nollakoe, jossa kattilanpesulietettä laitettiin 500 ml dekanterilasiin, ja sen annettiin selkeytyä ilman saostuskemikaalin lisäämistä. Taulukossa 1 on esitetty nollakokeen tulokset.

Kokeessa käytetty kattilanpesuliete oli otettu kuonansammutusaltaan kuonakuljettimen puoleisesta päädyistä. Lietteiden pH oli 9,74. Varmojen tulosten saamiseksi

lietettä sekoitettiin dekanterilasissa, jotta kiintoainesta ei olisi laskeutunut pohjalle. Kunnan sekoittamisen jälkeen käynnistettiin sekuntikello. Raskaimmat partikkelit laskeutuivat 5–10 minuutin sisällä, mutta pienempien partikkeleiden laskeutumiseen kesti lähes 40 minuuttia. Kuviossa 15 on esitetty tilanne 10 minuutin selkeytymisen jälkeen, kuviossa 16 tilanne 30 minuutin jälkeen.



KUVIO 15. Nollakoe 10 minuutin odottelun jälkeen. Raskaimmat partikkelit ovat jo laskeutuneet pohjalle.



KUVIO 16. Nollakoe 30 minuutin jälkeen.

5.3.2 Ferrisulfaatti

Kemira PIX-105 ferrisulfaattia ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) testattiin kahteen 250 millilitraan kattilanpesulietettä sekä yhteen 1 000 ml lietettä sisältäneeseen pulloon. Kokeessa käytetyt kattilanpesulietteet oli otettu kuonansammutusaltaasta kuonakuljettimen puoleisesta päädyistä. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

Ensimmäisessä kokeessa kemikaalia annosteltiin ensin 0,5 millilitraa 250 millilitraan lietettä. Kemikaaliannos oli liian suuri, koska pH laski 9,74:stä 2,94:ään. Ferrisulfaatti flokkasi kaiken kiintoaineksen nopeasti ja tehokkaasti. Kiintoaines oli selkeytynyt kokonaan muutamassa minuutissa.

Toisessa kokeessa annosteltiin vain 0,10 millilitraa ferrisulfaattia 250 millilitraan lietettä. Kemikaalia oli suhteessa edelleenkin liian paljon, sillä pH laski 9,74:stä 3,40:ään. Kiintoaineksen laskeutumiseen kesti noin viisi minuuttia.

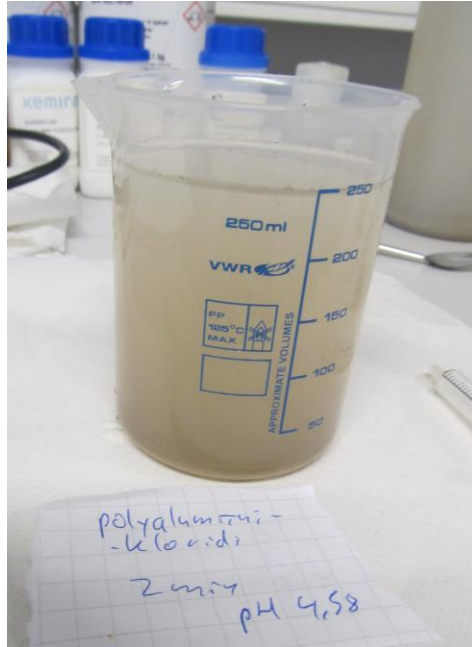
Kolmannessa kokeessa annosteltiin ferrisulfaattia 0,10 millilitraa 1 000 millilitraan kattilanpesulietettä. Ferrisulfaatin suhteellinen määrä oli hyvä, sillä pH satiin 9,70:stä 7,20:ään. Kiintoaineksen täydelliseen selkeytymiseen kesti noin kymmenen minuuttia. Suoritetun kokeen perusteella optimaalinen annostelu olisi 1/10 000.

5.3.3 Polyalumiinikloridi

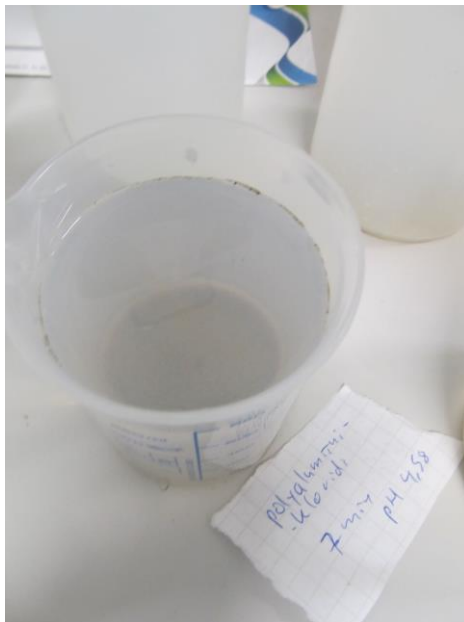
Kemira PAX-XL100 polyalumiinikloridia (pAlCl) testattiin 250, 500, 1 000 sekä 8 000 millilitraan kattilanpesulietettä. Testejä suoritettiin useampi hyvien tulosten takia. Polyalumiinikloridi flokkasi raskaimmat kiintoaineet välittömästi kemikaalin syötön jälkeen, mutta hienojakeisempien kiintoainepartikkeleiden flokkautumiseen kesti hieman pidempään kuin ferrisulfaatilla. Polyalumiinikloriditestien tulokset on esitetty taulukossa 1.

Ensimmäiseen kokeeseen otettu 250 millilitraa lietettä oli otettu kuonansammutusaltaan kuonakuljettimen puoleisesta päädyistä. Lietteen pH laski 0,10 millilitran polyalumiinikloridin syötön jälkeen 8,62:sta 4,58:ään. Suurimmat kiintoainepartikkelit laskeutuvat pohjalle välittömästi. Viidessä minuutissa lähes kaikki kiinto-

aines oli flokkautunut. Kuviossa 17 on esitetty polyalumiinikloridin vaikutus 250 millilitraan kattilanpesulietettä kaksi minuuttia 0,10 millilitran polyalumiinikloridin annostelun jälkeen, ja kuviossa 18 seitsemän minuutin jälkeen.



KUVIO 17. 0,10 millilitran polyalumiinikloridi-annoksen vaikutus 250 millilitraan kattilanpesulietettä kahden minuutin jälkeen.



KUVIO 18. 0,10 millilitran polyalumiinikloridin vaikutus 250 millilitraan kattilanpesulietettä seitsemän minuutin odottelun jälkeen.

Toisessa kokeessa kokeiltiin samaa kemikaaliannosta 500 millilitraan kattilanpesulietettä. Kyseisen kokeen lietteen pH oli ensimmäistä korkeampi, 9,74. Kemikaalin syöttämisen jälkeen pH laski 5,90. Kiintoaines käyttäytyi kuten ensimmäisessä kokeessa, flokkautuminen tapahtui alle viidessä minuutissa.

Samaa annosmäärää kokeiltiin myös 1 000 millilitraan. Kokeen lietteen pH oli alhaisempi, vain 8,50. Kemikaalin annostelun jälkeen pH laski 5,3. Kiintoaineksen raskaimmat partikkelit laskeutuivat kuten kahdessa edellisessä kokeessa, mutta hienojakeisimpien partikkeleiden laskeutuminen kesti pidempään, noin kymmenen minuuttia.

Polyalumiinikloridia testattiin myös 8 000 millilitraan kattilanpesulietettä. 8 000 millilitraa oli kattilanpesulietteiden ”seos”. Siihen laitettiin 7 000 millilitraa suoraan imuautosta otettua lietettä sekä 1 000 millilitraa kuonansammutusaltaasta otettua lietettä. Seoksen pH oli 8,00. Lieteseokseen annosteltiin 0,20 millilitraa polyalumiinikloridia. Seoksen pH laski sopivalle tasolle, 6,80. Annossuhde oli siis sopiva. Suurempien kiintoainepartikkelien sakkautumiseen kesti noin 15 minuuttia. Kuviossa 19 on esitetty tilanne 6 minuutin odottelun jälkeen.



KUVIO 19. 0,20 millilitran polyalumiinikloridi-annoksen vaikutus 8 000 millilitraan kattilanpesulietettä kuudessa minuutissa.

Sopiva polyalumiinikloridin annostelusuhde kattilanpesulietteelle olisi tulosten perusteella 1/40 000.

5.3.4 Alumiinisulfaatti

VWR:n alumiinisulfaatti ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) oli ainut jauhemainen kemikaali, jota testeissä käytettiin. Alumiinisulfaattia kokeiltiin keskeltä kuonansammutusallasta otettuun kattilanpesulietteeseen. Alumiinisulfaatin koetulokset on esitetty taulukossa 1.

Alumiinisulfaattia testattiin 500 millilitraan ja 1 000 millilitraan kattilanpesulietettä. Alumiinisulfaatti tehosi erinomaisesti pH:n, mutta sen vaikutus selkeytymiseen oli hidasta. 0,20 gramman annos 500 millilitraan kattilanpesulietettä laski pH:n 8,62:sta 5,08:ään. 0,5 gramman annos 1 000 millilitraan pudotti pH:n 8,60:sta 4,80:ään, ja 0,2 gramman annos 1 000 millilitraan pudotti pH:n 8,00:sta 5,90:ään. Alumiinisulfaatti oli tehokas pH:n laskija, mutta sen vaikutus flokkautumiseen oli lähes olematonta.

Parhaimmat tulokset saatiin ferrisulfaatilla sekä polyalumiinikloridilla. Ferrisulfaatin optimi annostelusuhde olisi 1/10 000, ja polyalumiinikloridin 1/40 000. Laboratoriokokeiden tulokset on kirjattu taulukkoon 1.

TAULUKKO 1. Saostuskemikaalikokeiden tulokset. Parhaimmat tulokset on li-havoitu taulukossa.

| Lietteen tilavuus (ml) | Kemikaali | Kemikaalin tilavuus (ml) | pH alussa / pH lopussa | Huomioita |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|--|
| 250 | Ferrisulfaatti | 0,5 | 9,74 / 2,94 | Sakkautui pohjalle muutamassa minuutissa. Liian suuri kemikaaliannos. |
| | Ferrisulfaatti | 0,1 | 9,74 / 3,4 | Sakkautui pohjalle noin 5 minuutissa. Liian suuri kemikaaliannos. |
| | Polyalumiinikloridi | 0,1 | 8,62 / 4,58 | Sakkautui välittömästi. Liian suuri kemikaaliannos. |
| 500 | NOLLAKOE | 0 | 9,74 / 9,74 | Selkeytyminen kesti 35 minuuttia. |
| | Polyalumiinikloridi | 0,1 | 7,74 / 5,90 | Sakkautui välittömästi. Liian suuri kemikaaliannos. |
| | Alumiinisulfaatti (kiinteä) | 0,2 grammaa | 8,62 / 5,08 | pH laski liian alhaiseksi. Ei muuta vaikutusta. |
| 1000 | Ferrisulfaatti | 0,1 | 9,74 / 7,20 | Sakkautuminen vajaassa 10 minuutissa. Oikeanlainen annostus pH:n suhteen. |
| | Polyalumiinikloridi | 0,1 | 8,50 / 5,30 | Sakkautui välittömästi. Liian suuri kemikaaliannos. |
| | Alumiinisulfaatti (kiinteä) | 0,5 grammaa | 8,60 / 4,80 | pH laski liian alhaiseksi. Ei muuta vaikutusta. |
| | Alumiinisulfaatti (kiinteä) | 0,2 grammaa | 8,00 / 5,90 | pH laski liian alhaiseksi. Ei muuta vaikutusta. |
| 8000 | Polyalumiinikloridi. | 0,2 | 8,20 / 6,80 | Sakkautui välittömästi. Oikeanlainen annostus pH:n suhteen. |

6 KUSTANNUSLASKELMAT

Kustannuslaskelmiin tarvittavat tiedot saatiin haastattelemalla Lahti Energian kunnossapitoinsinööri Erkki Suvilampea. Vanhan pesujärjestelmän urakoitsijoiden kustannukset on laskettu Suvilammelta saatujen tietojen ja laskujen perusteella. Jätevero on laskettu 50 € tonnilta. Lietteiden vastaanotto ja käsittelykustannukset on saatu haastattelemalla Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n käsittelyinsinööri Heidi Ranttilaa.

Pesuprojektissa mukana olleet urakoitsijat on nimetty ”urakoitsija A:ksi, B:ksi ja C:ksi” kustannusten jakautumisen havainnollistamiseksi.

Nykyisessä pesukäytännössä kattilan pesun ja lietteiden kuljetuksen selkeytysal-
taalle hoiti urakoitsija A, kuivatun lietteiden kuljettamisen kaatopaikalle hoiti ura-
koitsija B ja muista logistisista toimituksista (esimerkiksi selkeytysaltaan
pohjan puhdistus ja altaan pohjalle kertyneen kuonan siirtäminen lavalle) vastasi
urakoitsija C.

Kattilan pesu ja kaikki lietteitä koskevat kuljetukset kustansivat noin 131 800 €. Lietteiden vastaanotto- ja jätemaksut Päijät-Hämeen Jätehuollon Kujalan jätekes-
kuksessa kustansivat noin 5 150 €. Lietteestä maksettu jätevero oli noin 2 350 €. Kokonaiskustannukset olivat noin 142 220 €. Laskelmat on esitetty taulukossa 2.

Uudesta pesujärjestelmästä oli tarkoitus saada huomattavasti kustannus- ja työte-
hokkaampi verrattuna entiseen pesujärjestelmään.

Kustannusarvioihin on laskettu kattilan pesu (noin 107 000 €), neljä kappaletta
geotuubeja (noin 4 800 €), kuivatun kiintoaineen vastaanotto- ja käsittelymaksut
kaatopaikalla (noin 5 150 €), kiintoaineen kuljetukset kaatopaikalle (noin 450 €),
sekä jätevero (noin 2400 €). Lahti Energia Oy:n henkilökunnan sekä saostuskemi-
kaalien tuomia kustannuksia ei huomioitu kustannuslaskelmissa.

Uuden pesujärjestelmän laskelmissa on urakoitsija A:lta vähennetty kokonaan
lietteiden kuljetus kattilalta selkeytysal-
taalle. Urakoitsija A hoitaa kattilan pesun,
joka arvion mukaan kustantaa noin 107 000 €. Arviolaskelma on saatu vähentä-
mällä lietekuljetusten kone- sekä työntekijäkustannukset vanhan pesuprojektin

kustannuksista kyseisen urakoitsijan osalta. Uudessa pesuprojektissa urakoitsija A:lta vähenisi miestyötunteja noin 490 tuntia, ja konetyötunteja samoin 490 tuntia.

Kuljetukset korvataan neljällä geotuubilla. Yksi geotuubi kustantaa noin 1 200 €, jolloin neljä kappaletta kustantaa 4 800 €.

Uudessa pesujärjestelmässä jää kokonaan pois urakoitsija B:n kustannukset, sillä selkeytysaltaalla oleva logistiikka jää kokonaan pois.

Urakoitsija C kuljettaa geotuubissa kuivatun lietteen asianmukaiseen vastaanotto- paikkaan. Urakoitsija C:n kustannukset ovat noin 450 €.

Jättemaksut ja jätevero on arvioitu 48 tonnille kuivattua lietettä, jolloin jätevero olisi 2 400 € ja kaatopaikan vastaanotto- ja käsittelymaksut noin 5 150 €.

Kokonaiskustannukset uudessa pesujärjestelmässä olisivat arvion mukaan noin 119 800 €. Laskelmien perusteella arvioidut kokonaissästöt olisivat kustannuksellisesti noin 16 %, noin 22 420 €. Laskelmat on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Kustannuslaskelmat (arvio)

| Toiminto: | Nykyinen käytäntö | Ehdotettu käytäntö |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Pesu | 131 800 | 107 000 |
| Muu logistiikka | 2500 | 0 |
| Kuivatun lietteen kuljetukset | 450 | 450 |
| Lietteen vastaanotto- ja jättemaksut | 5150 | 5150 |
| Jätevero | 2320 | 2400 |
| Geotuubit (4 kpl) | 0 | 4800 |
| YHTEENSÄ: | 142 220 | 119 800 |

7 JATKOSELVITYKSET

Tätä opinnäytetyötä tehdessä tuli esille useampia mahdollisia jatkoselvitysideoita. Selvityksiä voisi tehdä parhaasta mahdollista geotuubimateriaalista, geotuubin huokosaukkojen optimikoosta sekä testata muita sopivia saostuskemikaaleja.

Koska geotuubimateriaaleja on erilaisia, esimerkiksi polypropeenaa tai polyesteri-kuitua, voisi eri materiaalilla tehtyjen geotuubien toimivuutta testata kattilanpesuliettelä, etenkin emäskestävyyden osalta.

Myös geotuubin huokosaukkojen optimikokoa voisi tutkia. Kattilanpesulietteen kiintoaineen partikkelikoon ollessa laaja (0,017 – 31,6 mm) olisi hyvä selvittää, minkä kokoiset huokosaukot pitäisivät parhaiten kiintoaineen geotuubin sisällä, päästäten kuitenkin nesteet tehokkaasti lävitseen. Geotuubi toimii silloin optimaalisesti, kun sen huokosaukkoja ei tarvitse olla avaamassa painepesurilla.

Muita saostuskemikaaleja voisi testata kattilanpesuliettelä. Tässä opinnäytetyössä käytetyt kemikaalit olivat sellaisia, mitä käytetään yleisesti jäteveden- ja lietteiden käsittelyssä. Tässä opinnäytteessä käytetyt kemikaalit valittiin myös niiden saatavuuden, yleisyyden sekä oletetun toimivuuden vuoksi.

Yhtenä tutkimusaiheena voisi olla myös lietteen ja geotuubista poistuvan veden laadun tarkempi tutkiminen. Geotuubista poistuvan veden analyyseissä tutkittaisiin ainakin kiintoainepitoisuus sekä pH. Myös metalleista olisi hyvä tehdä analyysit, etenkin jos käytetään hapanta saostuskemikaalia. Hapan saostuskemikaali muuttaa kiinteässä muodossa olevat metallit liukoiseen muotoon.

Ajatuksena kävi myös geotuubissa kuivatun kattilanpesulietteen kuiva-aineen hyötykäyttö. Kuivattu kiintoaine on ominaisuuksiltaan verrattavissa pohjatuuhkaan. Pohjatuuhkaa hyötykäytetään esimerkiksi maarakentamisessa maamateriaalien korvaajana (Rudus 2008). Toistaiseksi kuitenkin kattilanpesuliete ja siitä kuivattu kiintoaine määritellään statukseltaan jätteeksi. Hyötykäyttöä haittaisi myös se, että vuosittain kerran suoritettavassa pesussa lietteestä saadaan kiintoainetta vain 45–50 tonnia, mikä on määrältään loppujen lopuksi pieni, jos mietitään laajempaa ja pitkäaikaisempaa hyötykäyttöä.

8 YHTEENVETO

Kiintoaineen erottelujärjestelmäksi ajateltiin geotuubia, hydrosyklonia sekä uutta selkeytysallasta. Näitä järkevin ratkaisu on vaihtolavalle asetettu 15–20 m³ kiintoaineesta varastoiva geotuubi. Geotuubeja olisi kolme tai neljä. Yhden tullessa täyteen voidaan lietettä pumpata toiseen geotuubiin, jolloin täytetystä geotuubista suotautuisi vedet pois. Veden suotauduttua geotuubista pois voitaisiin lietteen pumppausta jatkaa.

Suotautuvat vedet pumpataan selkeytysaltaisiin tai sadevesikaivoihin. Sadevesikaivoihin pumpattaessa pH:n tulee olla mahdollisimman lähellä neutraalia, kuitenkin alueella 6–9. Selkeytsaltaasen pumpattaessa pH saa olla hapan, koska altaassa olevan veden pH on noin 12. Tällöin ei haittaisi, vaikka suotautuneen veden pH olisi reilusti alle 7. Tällöin tosin kuluisi enemmän saostuskemikaalia.

Kiintoaineen erottamiseksi sekä pH:n säätämiseksi kattilanpesulietteeseen syötettäisiin saostuskemikaalia, joko ferrisulfaattia (Fe(III)SO₄) tai polyalumiinikloridia (PAICI). Näillä kemikaaleilla oli testatuista kemikaaleista tehokkain vaikutus kiintoaineen saostumiseen, samoin pH:n.

Tätä opinnäytetyötä tehdessä ilmeni monia haasteita. Eniten työhön vaikutti se, että lähteitä löytyi hyvin niukasti geotuubista ja hydrosyklonista. Geotuubin osalta tietoa löytyi onneksi useammasta pienemmästä lähteestä, joista sai koottua jonkinlaisen kokonaisuuden.

Voimalaitoksen kattiloiden pesusta ei löytynyt informaatiota suomalaisista tai ulkomaisistakaan lähteistä. Myöskään suoritettujen haastatteluiden perusteella on vaikea vetää johtopäätöksiä, kuinka suuressa mittakaavassa Suomessa suoritetaan pesuja voimalaitosten kattiloille. Suoritetusta kyselystä ei siis ollut apua tässä työssä.

LÄHTEET

Arnold, M., Eskola, P., Holm, K., Huhta, H., Kaartinen, T., Kultamaa, A., Laine-Ylijoki, J., Marjamäki, T., Mroueh, U-M., Mäenpää, M., Nikulainen, V., Sassi, J., Vahanne, P., Vestola, E. & Wahlström, M. 2007. Organotinayhdisteillä pilaantuneiden sedimenttien ympäristövaikutukset ja niiden hallinta (TBT-BATman).

Taustaraportti. VTT

Auvinen, A. 2013. Toimipisteen päällikkö. Delete. Haastattelu 20.5.2013.

Ekokem. 2013. Ekokem mukana vuonon pudistuksessa. Ekoasiaa 1/2013,5–6.

Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P. & Pakkanen, H. 2000. Höyrykattilatekniikka. Opetushallitus. Helsinki: Edita.

Kaartinen, T., Laine-Ylijoki, J., Koivuhuhta, A., Korhonen, T., Luukkanen, S., Mörsky, P., Neitola, R., Punkkinen, H. & Wahlström, M. 2010. Pohjakuonan jalostus uusiomateriaaliksi. VTT.

Köngäs, A. 2013. Työnjohtaja. Päijät-Hämeen Jäteuohto Oy. Haastattelu 5.7.2013.

Lahti Energia Oy. 2013. Kymijärven voimalaitos [viitattu 11.8.2013]. Lahti Energia Oy. Saatavissa: <http://www.lahtienergia.fi/lahti-energia/energian-tuotanto/50>

Lahti Energia Oy. 2014. Lahti Energian Kymijärvi II -voimalaitos. Lajissaan maailman ensimmäinen. Presentaatio. Lahti Energia Oy Intranet.

Nerg, N. 2005. Merenpohjasedimentin kuivatus geotuubissa. Kuntatekniikka 5/2005, 24–25.

PHJ. 2012. Nestemäisten jätteiden käsittely geotuubimenetelmällä. Info 1/2012. Esite.

Ranttila, H. 2013. Käsittelyinsinööri. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. Haastattelu 29.11.2013.

Rudus Oy. 2008. Pohjatuhkaohje. Käyttöohje rakentamiseen ja suunnitteluun. Esite.

Siemens. 2001. Benson Boilers for maximum cost effectiveness [viitattu 20.8.2013]. Siemens AG Power Generation. Saatavissa: http://www.energy.siemens.com/hq/pool/hq/power-generation/power-plants/steam-power-plant-solutions/benson%20boiler/BENSON_Boilers_for_Maximum_Cost_effectiveness.pdf

SITO. 2013. Geotube® puhdistaa lietteet ja balansoi vesitaseen. 06/2013, 2–4.

SITO tänään. 2005. Lietteet haltuun geotuubin avulla. SITO-yhtiöiden tiedotuslehti numero 26, joulukuu 2005, 9.

Suvilampi, E. 2013. Kunnossapitoinsinööri. Lahti Energia Oy. Haastattelu 20.11.2013.

Svarovsky, L. 1984. Hydrocyclones. Lontoo: Holt, Rinehart and Windston Ltd.

Tiilikka, M. 2013. Voimalaitospäällikkö. Pohjolan Voima Oy. Haastattelu 3.6.2013

Tilastokeskus. 2014. Polttoaineluokitus 2014 [viitattu 31.3.2014]. Polttoainemikkejien ja muiden energialähteiden määritelmät 2014. Saatavissa http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_maaritelmat_2014.pdf

VTT. 2004. Energia Suomessa. Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset. Helsinki: Edita.

Ylinen, P. 2013. Voimalaitospäällikkö. Pohjolan Voima Oy. Haastattelu 3.6.2013.

LIITTEET

LIITE 1. Kyvo1 -tuhkien rakeisuusmääritykset

LIITE 2. 2012 vuoden kattilanpesulietteen tutkimusanalyysit

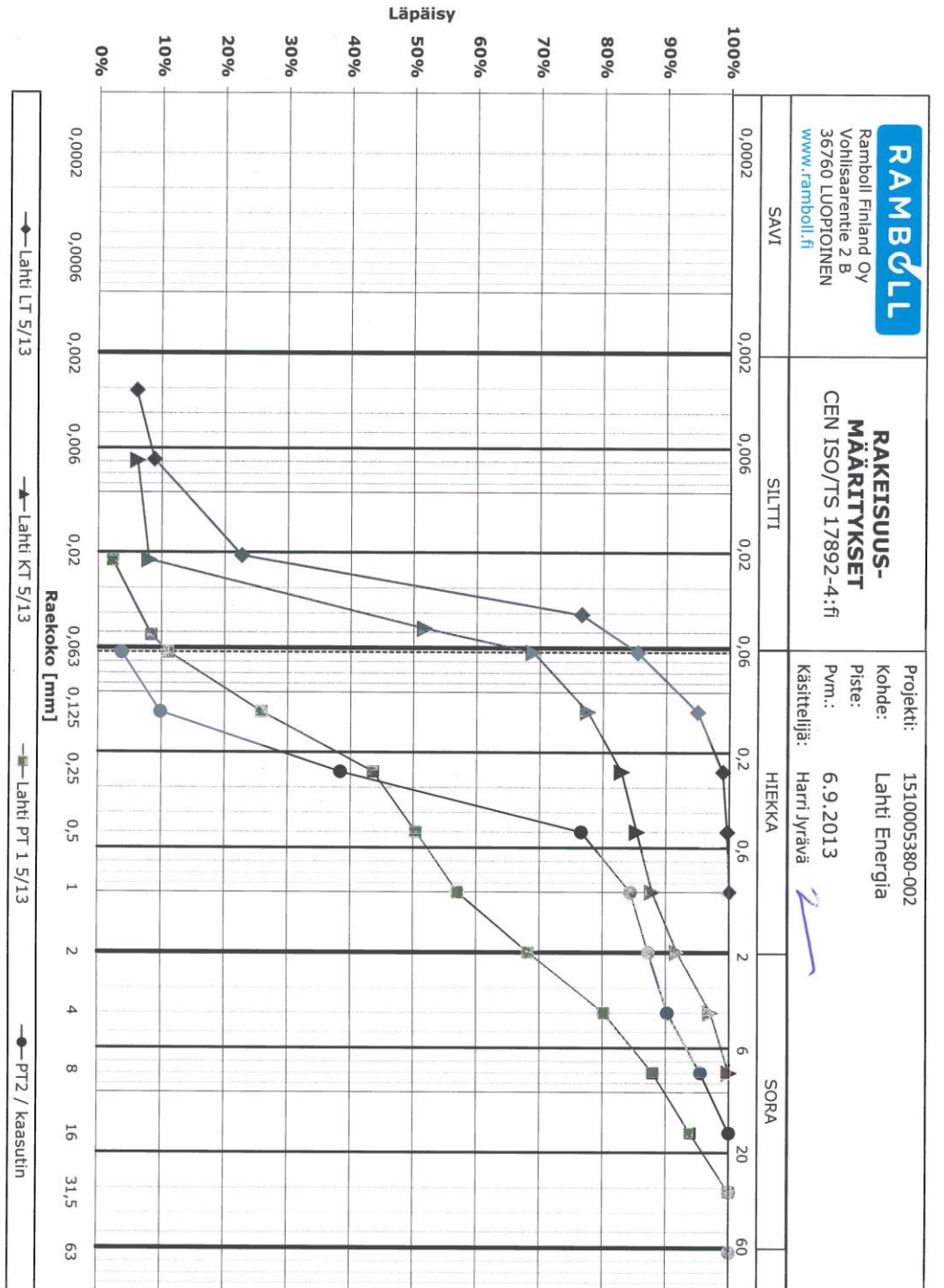
LIITE 3. Saostuskemikaalikokeiden muistiinpanot

LIITE 4. Näytteenottosuunnitelma

LIITE 5. Näytelista

LIITE 6. Kemira PAX-XL100 -käyttöturvallisuustiedote

LIITE 1. Kyvo1 tuhkien rakeisuusmäärittelyt



LIITE 2/1. 2012 vuoden kattilanpesulietteen tutkimusanalyysit



Lahti Energia Oy
Elina Rajala
PL 93
15141 LAHTI

Tutkimustodistus



Todistus: AR-12-FN-002055-01

Asiakaskoodi: FN0000020

Näyttenumero: 494-2012-00002752
Näyte: Kattilanpesuliete 19.10.2012
Näytteenottoaika:
Näyte-erän tunnistus: 7140, K1050, Y12015 /Elina Rajala
Näyte-erän ottaja:
Näyte-erän ottopäivä:

Näytteet vastaanotettu: 23.10.2012

| Tutkimus | Tulos | Yksikkö | U | Menetelmä | Laboratorio |
|----------------------------|---------------------------------------|---------|------------|------------------------------|-------------|
| KOKONAISPITOISUUDET | | | | | |
| (a) AN01C | Kuiva-ainepitoisuus | 52.0 | % | EN 14346 | EUDEFR |
| (a) AN02B | Hehkutushäviö | 13.9 | % ka | EN 15169 | EUDEFR |
| (a) AN02D | pH | 10.0 | | ISO 10390 | EUDEFR |
| (a) AN01D | Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) | 11.2 | % ka | EN 13137 | EUDEFR |
| (a) AN05J | Haponeutralointikapasiteetti (ANC) | 1170 | mmol/kg ka | LAGA EW 98p | EUDEFR |
| (a) AN00Q | Bentseeni | < 0.05 | mg/kg ka | HLUGHBBd.7T.4/ DIN ISO 22155 | EUDEFR |
| (a) AN00Q | Tolueni | < 0.05 | mg/kg ka | HLUGHBBd.7T.4/ DIN ISO 22155 | EUDEFR |
| (a) AN00Q | Etyylibentseeni | < 0.05 | mg/kg ka | HLUGHBBd.7T.4/ DIN ISO 22155 | EUDEFR |
| (a) AN00Q | Ksyleeni | < 0.05 | mg/kg ka | HLUGHBBd.7T.4/ DIN ISO 22155 | EUDEFR |
| (a) AN00Q | BTEX (summa) | - | mg/kg ka | HLUGHBBd.7T.4/ DIN ISO 22155 | EUDEFR |
| (a) AN0VP | Öljyhiilivedyt >C10-C21 | 154 | mg/kg ka | DIN EN 14039 / LAGA KW 04 | EUDEFR |
| (a) AN0VP | Öljyhiilivedyt >C21-C40 | 1770 | mg/kg ka | DIN EN 14039 / LAGA KW 04 | EUDEFR |
| (a) AN0VP | Öljyhiilivedyt >C10-C40 | 1920 | mg/kg ka | DIN EN 14039 / LAGA KW 04 | EUDEFR |
| (a) AN01G | PCB 28 | < 0.01 | mg/kg ka | EN 15308 | EUDEFR |
| (a) AN01G | PCB 52 | < 0.01 | mg/kg ka | EN 15308 | EUDEFR |
| (a) AN01G | PCB 101 | < 0.01 | mg/kg ka | EN 15308 | EUDEFR |
| (a) AN01G | PCB 153 | < 0.01 | mg/kg ka | EN 15308 | EUDEFR |
| (a) AN01G | PCB 138 | < 0.01 | mg/kg ka | EN 15308 | EUDEFR |
| (a) AN01G | PCB 180 | < 0.01 | mg/kg ka | EN 15308 | EUDEFR |
| (a) AN01G | PCB 118 | < 0.01 | mg/kg ka | EN 15308 | EUDEFR |
| (a) AN01G | PCB-7 Summa | - | mg/kg ka | EN 15308 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Naftaleeni | 0.2 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Asenaftyleeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Asenafteeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Fluoreeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Fenantreeni | 0.3 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Antraseeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Fluoranteeni | 0.2 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Pyreeni | 0.2 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Bentso(a)antraseeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Kryseeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Bentso(b)fluoranteeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Bentso(k)fluoranteeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Bentso(a)pyreeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Indeno(1,2,3-cd)pyreeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Dibentso(ah)antraseeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |

Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoituidet menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty. Menetelmän mittausepävarmuus ei koske määrittäjärajain alapuolelle jääviä tuloksia.

Sivu 1/2

Eurofins Scientific Finland Oy

Hatanpääkatu 3 A
33900 Tampere
Finland

Y-tunnus 1514462-1
www.eurofins.fi
Environment@eurofins.fi
ResultsEnvironment@eurofins.fi
p. 03 230 6504

| | | | | | |
|-----------|---|---------|----------|---|------------------|
| (a) AN01B | Bentso(ghi)peryleeni | < 0.1 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 | EUDEFR |
| (a) AN01B | Summa 16 EPA-PAH KUNINGASVESIUUTOLLA | 0.9 | mg/kg ka | EN 15527 / ISO 18287 DIN EN 13346 (S 7a) | EUDEFR EUDEFR |
| (a) AN00Z | Arseeni (As) | 29 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) AN04V | Barium (Ba) | 950 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) AN012 | Kadmium (Cd) | 6.5 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) AN013 | Kromi (Cr) | 49 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) AN014 | Kupari (Cu) | 120 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) AN018 | Elohoepa (Hg) | < 0.07 | mg/kg ka | EN 1483 | EUDEFR |
| (a) AN055 | Molybdeeni (Mo) | 8 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) AN015 | Nikkeli (Ni) | 97 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) AN010 | Lyijy (Pb) | 130 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) AN05C | Vanadiini (V) | 320 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) AN017 | Sinkki (Zn) | 250 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| | LIUKOISET PITOISUUDET | | | DIN EN 12457-2 | EUDEFR |
| (a) AN01N | pH, L/S=10 | 9.4 | | DIN 38404-C5 | EUDEFR |
| (a) FR0ER | Sähkönjohtokyky, L/S=10 | 721 | µS/cm | SFS-EN 27888 | EUDEFR |
| (a) FR09L | Antimoni (Sb), L/S=10 | 0.17 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09M | Arseeni (As), L/S=10 | 0.07 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09N | Barium (Ba), L/S=10 | 1.0 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09Q | Kadmium (Cd), L/S=10 | < 0.003 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09R | Kromi (Cr), L/S=10 | 0.10 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09T | Kupari (Cu), L/S=10 | 0.11 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09W | Elohoepa (Hg), L/S=10 | < 0.002 | mg/kg ka | EN 1483 | EUDEFR |
| (a) FR09P | Lyijy (Pb), L/S=10 | < 0.01 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09U | Molybdeeni (Mo), L/S=10 | 1.1 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09V | Nikkeli (Ni), L/S=10 | 0.04 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09X | Seleeni (Se), L/S=10 | 0.37 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09Y | Vanadiini (V), L/S=10 | 1.7 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR09Z | Sinkki (Zn), L/S=10 | < 0.1 | mg/kg ka | EN ISO 17294-2 | EUDEFR |
| (a) FR0A5 | Fluoridi (F), L/S=10 | 96 | mg/kg ka | EN ISO 10304-1/-2 | EUDEFR |
| (a) FR0A3 | Kloridi (Cl), L/S=10 | 100 | mg/kg ka | EN ISO 10304-1/-2 | EUDEFR |
| (a) FR0A4 | Sulfaatti (SO ₄), L/S=10 | 2900 | mg/kg ka | EN ISO 10304-1/-2 | EUDEFR |
| (a) FR0A0 | Fenoli-indeksi, (L/S=10) | < 0.1 | mg/kg ka | EN ISO 14402 | EUDEFR |
| (a) FR0A2 | Liuennot org. hiili (DOC), L/S=10 | 50 | mg/kg ka | EN 1484 | EUDEFR |
| (a) FR0A1 | Liuenneet aineet (TDS), L/S=10 | 5340 | mg/kg ka | EN 15216/DIN 38409-H1 | EUDEFR |

(a) = Akkreditoitu menetelmä

U = Laajennettu mittausepävarmuus, k=2

Laboratoriolyhenteet

EUDEFR - Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), GERMANY - DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00

Lausunto

Liukoiset pitoisuudet määritetty 1-vaiheisella ravistelutestillä neste-kiinteä suhteessa L/S=10.



Tampere 13.11.2012

Anni-Kaisa Kurri
ASM, Kemisti
+358 3 230 6501Tiedoksi:
Elina Rajala, Pirjo Falck-Salla, Tarja Rutanen, Tuija Leinonen

Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoituidet menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty. Menetelmän mittausepävarmuus ei koske määritysrajan alapuolelle jääviä tuloksia.

Sivu 2/2

Eurofins Scientific Finland OyHatanpääkatu 3 A
33900 Tampere
FinlandY-tunnus 1514462-1
www.eurofins.fi
Environment@eurofins.fi
ResultsEnvironment@eurofins.fi
p. 03 230 6504

LIITE 3. Saostuskemikaalikokeiden muistiinpanot



Laboratoriokokeet Lauri Honkola
Tulokset

| FERRISULFAATTI | | | | |
|-------------------|--------------------|-----------|-----------------------------------|---|
| Lietteen tilavuus | Syötetty kemikaali | pH alussa | pH kemikaalin syöttämisen jälkeen | Huomioita: |
| 250 ml | 0,5 ml | 9,74 | 2,94 | Sakkautui pohjalle parissa minuutissa. Liian alhainen pH. |
| 250 ml | 0,1 ml | 9,74 | 3,40 | Sakkautui pohjalle noin viidessä minuutissa. Liian alhainen pH. |
| 1000 ml | 0,1 ml | 9,70 | 7,20 | Sakkautui pohjalle vajaassa 10 minuutissa. Oikeanlainen pH. |

| POLYALUMIINIKLORIDI | | | | |
|---------------------|--------------------|-----------|-----------------------------------|--|
| Lietteen tilavuus | Syötetty kemikaali | pH alussa | pH kemikaalin syöttämisen jälkeen | Huomioita: |
| 250 ml | 0,1 ml | 8,62 | 4,58 | Sakkautumista välittömästi. Liian alhainen pH. |
| 500 ml | 0,1 ml | 9,74 | 5,90 | Sakkautumista välittömästi. Liian alhainen pH. |
| 1000 ml | 0,1 ml | 8,50 | 5,30 | Sakkautumista välittömästi. Liian alhainen pH. |
| 8000 ml | 0,2 ml | 8,20 | 6,80 | Sakkautumista välittömästi. Oikeanlainen pH. |

| ALUMIINISULFAATTI | | | | |
|-------------------|--------------------|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Lietteen tilavuus | Syötetty kemikaali | pH alussa | pH kemikaalin syöttämisen jälkeen | Huomioita: |
| 500 ml | 0,2 g | 8,62 | 5,08 | Hidas reagoiminen. Liian alhainen pH. |
| 1000 ml | 0,5 g | 8,60 | 4,80 | Hidas reagoiminen. Liian alhainen pH. |
| 1000 ml | 0,2 g | 8,00 | 5,90 | Hidas reagoiminen. Liian alhainen pH. |

| NOLLAKOE | | | | |
|-------------------|--------------------|-----------|------------|---|
| Lietteen tilavuus | Syötetty kemikaali | pH alussa | pH lopussa | Huomioita: |
| 500 ml | 0 ml | 9,74 | 9,74 | Selkeytymiseen kesti noin 35 minuuttia. |

YHTEENVETO

| Lietteen tilavuus (ml) | Kemikaali | Kemikaalin tilavuus (ml) | pH alussa / pH lopussa | Huomioita |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|---|
| 250 | Ferrisulfaatti | 0,5 | 9,74 / 2,94 | Sakkautui pohjalle muutamassa minuutissa. Liian suuri kemikaaliannos. |
| | Ferrisulfaatti | 0,1 | 9,74 / 3,4 | Sakkautui pohjalle noin 5 minuutissa. Liian suuri kemikaaliannos. |
| | Polyalumiinikloridi | 0,1 | 8,62 / 4,58 | Sakkautui välittömästi. Liian suuri kemikaaliannos. |
| 500 | NOLLAKOE | 0 | 9,74 / 9,74 | Selkeytymisen kesti 35 minuuttia. |
| | Polyalumiinikloridi | 0,1 | 7,74 / 5,90 | Sakkautui välittömästi. Liian suuri kemikaaliannos. |
| | Alumiinisulfaatti (kiinteä) | 0,2 grammaa | 8,62 / 5,08 | pH laski liian alhaiseksi. Ei muuta vaikutusta. |
| 1000 | Ferrisulfaatti | 0,1 | 9,74 / 7,20 | Sakkautuminen vajaassa 10 minuutissa. Oikeanlainen annostus pH:n suhteen. |
| | Polyalumiinikloridi | 0,1 | 8,50 / 5,30 | Sakkautui välittömästi. Liian suuri kemikaaliannos. |
| | Alumiinisulfaatti (kiinteä) | 0,5 grammaa | 8,60 / 4,80 | pH laski liian alhaiseksi. Ei muuta vaikutusta. |
| | Alumiinisulfaatti (kiinteä) | 0,2 grammaa | 8,00 / 5,90 | pH laski liian alhaiseksi. Ei muuta vaikutusta. |
| 8000 | Polyalumiinikloridi | 0,2 | 8,20 / 6,80 | Sakkautui välittömästi. Oikeanlainen annostus pH:n suhteen. |

LIITE 4. Näytteenottosuunnitelma



**Muistio, tehnyt Lauri
Honkola**

1 (1)

14.5.2013

Hiilikattilan pesuvesien näytteenottosuunnitelma

15.5.2013

kello 07:00-11:00

Näytteenotto liittyy opinnäytetyöhön hiilikattilan pesuvesien käsittelystä. Näytteenotto aloitetaan klo 7.00 ja päättyy noin klo 11.00. Näytteet otetaan 1 litran muovipulloihin. Käytettävissä on myös yksi 120 litran tynnyri sekä kaksi 60 litran tynnyriä.

Näytteitä otetaan kahdesta paikasta, muutamana eri ajankohtana:

- Sammutusaltaasta
- Selkeytsaltaasta

Näytteitä otetaan tarvittaessa myös muualta.

Näytepulloihin merkataan näytteenoton ajankohta.

Samalla otetaan laboratorion käyttöön muutama näyte eri kohtaa Joutjoesta.

Näytteenottoon mukaan:

- näytepulloja
- näytteenotin
- maalarinteippiä
- kynä
- (tynnyreitä?)
- Suojahanskat (veden pH 9-11)

15.5.2013

Pesuvesinäytteet

15.5.2013

| Paikka: | Nro: | Klo: |
|----------------|------|-------|
| Sammutusallas | 1. | 11.24 |
| | 2. | 11.29 |
| | 3. | 11.31 |
| | 4. | 11.33 |
| | 5. | 11.37 |
| | 6. | 11.40 |
| | 7. | 11.42 |
| | 8. | 11.54 |
| | 9. | 11.56 |
| | 10. | 11.58 |
| | 11. | 12.00 |
| | 12. | 12.02 |
| | 13. | 12.04 |
| | 14. | 12.06 |
| Selkeytysallas | 15. | 12.35 |
| | 16. | 12.36 |
| | 17. | 12.37 |
| | 18. | 12.39 |
| | 19. | 12.41 |
| | 20. | 12.43 |

LIITE 5/2.



**Muistio, tehnyt Lauri
Honkola**

2 (2)

15.5.2013

| Paikka: | Nro: | Klo: |
|----------------|------|-------|
| Selkeytysallas | 21. | 12.45 |
| | 22. | 12.50 |
| | 23. | 12.53 |
| | 24. | 12.55 |
| | 25. | 13.00 |
| | 26. | 13.02 |
| | 27. | 13.04 |
| | 28. | 13.06 |

HUOMIOITA

Näytteet 1-4 kuonakuljettimen puoleisesta päädyistä.

Näytteet 5-7 keskeltä sammutusallasta.

Näytteet 8-10 sammutusaltaan kauemmasta päädyistä.

Näytteet 11-14 kuonakuljettimen puoleisesta päädyistä.

Näytteeseen numero 17 sekoittui mukaan selkeytysaltaan pohjalle sedimentoitunutta hiiltä.

LIITE 6/1. Kemira PAX-XL100 käyttöturvallisuustiedote

Kemira

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

KEMIRA PAX-XL100

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

1. AINEEN TAI SEOKSEN JA YHTIÖN TAI YRITYKSEN TUNNISTUSTIEDOT

1.1 Kemikaalin tunnistustiedot

Kauppanimi
KEMIRA PAX-XL100

1.2 Aineen tai seoksen merkitykselliset tunnistetut käytöt ja käytöt, joita ei suositella

Aineen ja/tai seoksen käyttötapa

Veden käsittelyaine

Suositteluvia käyttörajoituksia

Ei käyttörajoituksia.

1.3 Käyttöturvallisuustiedotteen toimittajan tiedot

Kemira Oyj
PL 33000101 HELSINKI SUOMI
Puhelin+358108611, Telefax. +358108621124
ProductSafety.FI.Helsinki@kemira.com

1.4 Häät puhelinnumero

Carechem 24 International: +44 (0) 1235 239 670

2. VAARAN YKSILÖINTI

2.1 Aineen tai seoksen luokitus

EU-direktiivien 67/548/ETY tai 1999/45/EY mukainen luokitus
Ärsyttävä; Ärsyttää silmiä ja ihoa.

2.2 Merkinnät

EY-direktiivien mukaiset merkinnät ()

Varoitusmerkit :



Kemira**KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE****KEMIRA PAX-XL100**

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

| | | |
|--|--|---|
| | Ärsyttävä | |
| R-lausekkeet | : R36/38 | Ärsyttää silmiä ja ihoa. |
| S-lausekkeet | : S26 | Roiskeet silmistä huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä ja mentävä lääkäriin. |
| | S28 | Roiskeet iholta huuhdeltava välittömästi runsaalla määrällä vettä. |
| | S36/37/39 | Käytettävä sopivaa suojavaatetusta, suojakäsineitä ja silmien- tai kasvonsuojainta. |
| Varoitusetikettiin merkittävien aineosien nimet: | | |
| 1327-41-9 | Polyalumiinikloridi | |
| Lisätietoja | : Tuote on luokiteltu ja merkitty EU-direktiivien tai kansallisten säädösten mukaisesti. | |

2.3 Muut vaarat

Mahdolliset ympäristövaikutukset; Voi aiheuttaa vesistöissä pH:n alentumisen ja siten olla haitallista vesieläöille.

3. KOOSTUMUS JA/TAI AINESOSIA KOSKEVAT TIEDOT**3.2 Seokset**

Seoksen kemiallinen luonne Vesiliuos, joka sisältää polyalumiinikloridia.

| CAS-/EU-numero/REACH-rekisteröintinumero | Aineosan nimi | Pitoisuus | Asetuksen (EU) 1272/2008 mukainen luokitus | EU-direktiivien 67/548/ETY tai 1999/45/EY mukainen luokitus |
|--|--------------------|-----------|---|---|
| 1327-41-9 215-477-2 01-2119531563-43 | Poyalumiinikloridi | 30 - 40 % | Eye Irrit. Luokka 2,H319 Skin Irrit. Luokka 2,H315 | Xi ,R36/38 |

Lisätietoja

polyalumiinikloridi = alumiinikloridi, emäksinen = alumiinihydroksikloridi

Tässä kohdassa mainittujen R-lausekkeiden täydelliset tekstit ovat kohdassa 16.

kemira

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

KEMIRA PAX-XL100

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

Tässä kohdassa mainittujen H-lausekkeiden täydelliset tekstit ovat kohdassa 16.

4. ENSIAPUTOIMENPITEET

4.1 Ensiaputoimenpiteiden kuvaus

Erityiset ohjeet

Näytettävä tätä käyttöturvallisuuustiedotetta hoitavalle lääkärille.

Hengitys

Siirrettävä raittiiseen ilmaan.

Ihokosketus

Roiskeet huuhdeltava runsaalla vedellä. Otettava yhteys lääkäriin mikäli oireet jatkuvat.

Roiskeet silmiin

Huuhdellaan välittömästi runsaalla määrällä vettä, myös silmäluomien alta, vähintään 10 minuuttia. Käytä haaleaa vettä, jos mahdollista. Otettava yhteys lääkäriin.

Nieleminen

Juotava 1 tai 2 lasillista vettä. Otettava yhteys lääkäriin mikäli oireet jatkuvat.

4.2 Tärkeimmät oireet ja vaikutukset, sekä välittömät että viivästyneet

Oireet : Saattaa aiheuttaa silmien ja ihon ärsytystä.

4.3 Mahdollisesti tarvittavaa välitöntä lääketieteellistä apua ja erityishoitoa koskevat ohjeet

Hoito : Roiskeet huuhdeltava runsaalla vedellä.

5. PALONTORJUNTATOIMENPITEET

5.1 Sammutusaineet

Sammutusaineet : Ei palavaa.
Sopimattomat : Ei erityisvaatimuksia.
sammutusaineet

5.2 Aineesta tai seoksesta johtuvat erityiset vaarat

Pieniä määriä kloorivetyä voi vapautua kiehumispisteen ylittämässä lämpötiloissa. Kuumennettaessa yli hajoamislämpötilan voi muodostua kloorivetykaasuja.

5.3 Erityiset varotoimenpiteet tulipaloa varten

Altistuminen hajoamistuotteille saattaa on terveydelle vaarallista. Tulipalossa käytettävä paineilmalaitetta.

5.4 Muita ohjeita

Mikäli mahdollista poistettava säiliöt vaara-alueelta. Säiliöt jäähdytettävä vesisuihkulla.

6. TOIMENPITEET ONNETTOMUUSPÄÄSTÖISSÄ

6.1 Varotoimenpiteet, henkilösuojaimet ja menettely hätätilanteessa

Henkilökohtainen suojaus, katso kohta 8.

6.2 Ympäristöön kohdistuvat varotoimet

Minimoi leviäminen inertillä imukykyisellä aineella (hiekkä, sora). Suojaa viemärit. Hävitettävä paikallisten ja kansallisten säädösten mukaisesti.

6.3 Suojarakenteita ja puhdistusta koskevat menetelmät ja -välineet

Puhdistusmenetelmät - pieni vuoto

Jäännökset laimennetaan vedellä ja neutraloidaan kalkilla ja kalkkikivijauheella. Lapiotava tai lakaistava talteen. Hävitettävä paikallisten ja kansallisten säädösten mukaisesti.

Puhdistusmenetelmät - suuri vuoto

Kerää talteen teollisella imurilla. Jäännökset laimennetaan vedellä ja neutraloidaan kalkilla ja kalkkikivijauheella. Lapioi tai lakaise talteen jäljelle jäänyt materiaali. Hävitettävä paikallisten ja kansallisten säädösten mukaisesti.

6.4 Viittaukset muihin kohtiin

Ilmoita pelastuspalveluun jos tuotetta pääsee vesistöön, maaperään tai viemäriin.

7. KÄSITTELY JA VARASTOINTI

7.1 Turvallisen käsittelyn edellyttämät toimenpiteet

Henkilökohtainen suojaus, katso kohta 8. Työtila ja -menetelmät tulee järjestää niin, että välitön kosketus tuotteeseen estetään tai minimoidaan.

Pieniä määriä kloorivetyä voi vapautua kiehumispisteen ylittämässä lämpötiloissa.

7.2 Turvallisen varastoinnin edellyttämät olosuhteet, mukaan luettuina yhteensopimattomuudet

Vältettävä jäätymistä. Vältä korkeita lämpötiloja.

Laadullisista syistä:

Säilytettävä yli 0 °C lämpötilassa.

Säilytettävä alle 30 °C lämpötilassa.

Pakkausmateriaalit

Sopiva aine: muovi (PE, PP, PVC), lasikuituvahvisteinen polyesteri, kumioitu teräs, titaani

Vältettävät materiaalit:

kloriitit, hypokloriitit, sulfiitit, galvanoitu pinta, Rauta

Varastointikestävyys:

Varastointiaika 8 Kk

kemira

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

KEMIRA PAX-XL100

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

7.3 Erityinen loppukäyttö

Veden käsittelyaine

8. ALTISTUMISEN EHKÄISEMINEN JA HENKILÖN SUOJAIMET

8.1 Altistumisen raja-arvot

Polyalumiinikloridi

HTP-arvot 8 h = 2 mg/m³, Laskettuna Al:nä

DNEL

Polyalumiinikloridi

: Käyttötarkoitus: Työntekijät
Altistumisreitit: Hengitys
Mahdolliset terveysvaikutukset: Pitkäaikainen altistuminen -
vaikutukset koko elimistöön
Arvo: 1,8 mg/m³
Laskettuna Al:nä

Käyttötarkoitus: Kuluttajat
Altistumisreitit: Nieleminen
Mahdolliset terveysvaikutukset: Pitkäaikainen altistuminen -
vaikutukset koko elimistöön
Arvo: 0,3 mg/kg kehonpaino/päivä
Laskettuna Al:nä

PNEC

Polyalumiinikloridi

: STP
Arvo: 20 mg/l
Laskettuna Al:nä

Suun kautta
Ei olennaista

Maaperä
tutkiminen ei ole tieteellisesti perusteltua

Vesi
Ei olennaista, Tuote muodostaa nopeasti liukenemattomia
hydroksideja, joten sillä ei oleteta olevan pitkäaikaisia
vaikutuksia vesiympäristöön.

Makean veden sedimentti
tutkiminen ei ole tieteellisesti perusteltua

Merisedimentti
tutkiminen ei ole tieteellisesti perusteltua

Ilma
Ei olennaista

8.2 Altistumisen ehkäiseminen

8.2.1 Asianmukaiset tekniset torjuntatoimenpiteet

Varottava kemikaalin joutumista iholle ja silmiin.

Käsiteltävä hyvän työhygienian ja turvallisuuskäytännön mukaisesti.

Silmänhuuhtelupullo tai silmäsuihku on oltava työpaikalla.

8.2.2 Henkilökohtaiset suojatoimenpiteet, kuten henkilönsuojaimet

Käsien suojaus

Käsinemateriaali: PVC ja neopreenikäsineet

Läpimurtoaika: > 480 min

EN 374:n mukaiset suojakäsineet.

Noudatettava käsineiden toimittajan antamia läpäisevyyttä ja läpäisyaikaa koskevia ohjeita. On otettava huomioon myös paikalliset erityisolosuhteet, joissa tuotetta käytetään, kuten naarmuuntumisen riski, kuluminen ja kosketusaika. Käsineet on vaihdettava välittömästi, mikäli on merkkejä hajoamisesta tai kemikaalin läpimenosta.

Silmiensuojaus

Silmänhuuhtelupullo, jossa puhdasta vettä . Tiiviisti asettuvat suojalasit.

Ihonsuojaus / Kehon suojaus

Käytettävä suojavaatetusta tarvittaessa. Käytettävä kumisaappaita.

Hengityksensuojaus

Hengityksensuojainta ei tarvita tavallisessa käsittelyssä. Jos aerosoleja tai höyryjä muodostuu, esim. pestäessä säiliöitä painepesurilla, on käytettävä puolinaamaria jossa on pölysuodatin P2.

9. FYSIKAALISET JA KEMIAALLISET OMINAISUUDET

9.1 Fysikaalisia ja kemiallisia perusominaisuuksia koskevat tiedot

Yleiset tiedot (olomuoto, väri, haju)

| | |
|----------|--------------------|
| Olomuoto | neste, |
| Väri | kellertävä, kirkas |
| Haju | merkityksetön |

Kemira**KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE****KEMIRA PAX-XL100**

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

Terveyden, turvallisuuden ja ympäristön kannalta tärkeät tiedot

| | |
|-------------------------------------|---|
| pH | < 1 |
| Kiteytymispiste/-väli | -20 °C |
| Kiehumispiste/kiehumisalue | 105 - 115 °C |
| Syttyvyys (kiinteät aineet, kaasut) | Tuote ei ole syttyvä. |
| Räjähätvyys: | |
| Tiheys | 1,36 - 1,42 g/cm ³ . |
| Liukoisuus (liukoisuudet): | |
| Vesiliukoisuus | (20 °C) täysin liukeneva |
| Jakautumiskerroin: n-oktanoli/vesi | ei määritettävissä, epäorgaaninen yhdiste |
| Lämpöhajoaminen | > 200 °C |
| Viskositeetti: | |
| Viskositeetti, dynaaminen | 30 - 50 mPa.s |

9.2 Muut tiedot**10. STABIILISUUS JA REAKTIIVISUUS****10.1 Reaktiivisuus**

Syövyttää metalleja.

10.2 Kemiallinen stabiilisuus

Stabiili normaali olosuhteissa.

10.3 Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus

Vaaralliset reaktiot : Emäkset aiheuttavat eksotermisiä reaktioita.

10.4 Vältettävät olosuhteet

Vältettävät olosuhteet : Vältettävä jäätymistä.

Vältä äärimmäisiä lämpötiloja.

10.5 Yhteensopimattomat materiaalitVältettävät materiaalit : kloriitit
hypokloriitit
sulfiitit
galvanoitu pinta

Kemira

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

KEMIRA PAX-XL100

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

Rauta

10.6 Vaaralliset hajoamistuotteet

Vaaralliset hajoamistuotteet : Pieniä määriä kloorivetyä voi vapautua kiehumispisteen ylittämässä lämpötiloissa.

Lämpöhajoaminen : >200 °C

11. MYRKYLLISYYTEEN LIITTYVÄT TIEDOT

11.1 Tiedot myrkyllisistä vaikutuksista

Välitön myrkyllisyys

Polyalumiinikloridi:

LD50/Suun kautta/rotta: > 2.000 mg/kg

LD50/Suun kautta/: > 487 mg/kg

Laskettuna Al:nä

LC50/Hengitys/rotta: > 5,6 mg/l

LC50/Hengitys/rotta: > 1,4 mg/l

Laskettuna Al:nä

LD50/lhon kautta: > 2.000 mg/kg

Huomautuksia: Rakenteeltaan samankaltaiset (analogiset), CAS-Nro., 39290-78-3

LD50/lhon kautta: > 550 mg/kg

Huomautuksia: Laskettuna Al:nä

Ärsyttävyys ja syövyttävyys

Polyalumiinikloridi:

Iho: kani/OECD TG 404: Ei ärsytä ihoa

Huomautuksia: (35 % liuos)

Silmät: kani/OECD TG 405: Ärsyttää silmiä lievästi

Huomautuksia: (35 % liuos)

Herkistyminen

Polyalumiinikloridi:

Ei ole herkistävä.

Kemira

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

KEMIRA PAX-XL100

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

Subakuutti, subkrooninen ja pitkäaikainen myrkyllisyys

Polyalumiinikloridi:

Toistuvasta annostuksesta johtuva myrkyllisyys:

Suun kautta/rotta/OECD TG 422:

NOAEL: 370 mg/kg

Huomautuksia: kehonpaino/päivä Systeeminen myrkyllisyys Rakenteeltaan samankaltaiset (analogiset) CAS-Nro. 1327-41-9

NOAEL: 90 mg/kg

Huomautuksia: kehonpaino/päivä Laskettuna AI:nä

Suun kautta/rotta/OECD TG 422:

NOAEL: 74 mg/kg

Huomautuksia: kehonpaino/päivä Paikalliset vaikutukset Rakenteeltaan samankaltaiset (analogiset) CAS-Nro. 1327-41-9

NOAEL: 18 mg/kg

Huomautuksia: kehonpaino/päivä Laskettuna AI:nä

Hengitys/rotta:

NOAEL: = 0,0194 mg/l

Huomautuksia: Rakenteeltaan samankaltaiset (analogiset) CAS-Nro. 12042-91-0

Hengitys:

NOAEL: = 0,0047 mg/l

Huomautuksia: Laskettuna AI:nä

Syöpää aiheuttavat vaikutukset

Ei pidetä syöpää aiheuttavana.

Mutageenisuus

Mutageenisuus (Salmonella typhimurium - käänteinen mutaatio koe)/AMES-testi/OECD TG 471:

Tulos: negatiivinen

Metabolinen aktivaatio: kanssa ja ilman

In vitro nisäkkäiden solut/mikrotumatesti/OECD TG 487:

Tulos: negatiivinen

Kemira

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

KEMIRA PAX-XL100

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

Metabolinen aktivaatio: kanssa ja ilman

In vitro -geenimutaatiotutkimus nisäkässoluilla/Lymphoma/OECD TG 476:
Tulos: negatiivinen
Metabolinen aktivaatio: kanssa ja ilman

Lisääntymiselle vaarallinen

Suun kautta/rotta/naaras/Lisääntymisvaikutuksia/OECD TG 452:

NOAEL: 3.225 mg/kg

NOAEL F1:

Huomautuksia: Rakenteeltaan samankaltaiset (analogiset) CAS-Nro. 31142-56-0

Ei tunnettuja vaikutuksia.

Suun kautta/rotta/uros ja naaras/Seulontakoe/OECD TG 422:

NOAEL: 1.000 mg/kg

NOAEL F1:

Ei tunnettuja vaikutuksia.

Ei pidetä vaarallisena lisääntymiselle.

Teratogeenisuus

Suun kautta/rotta/OECD TG 452:

NOAEL: 1.075 mg/kg

Rakenteeltaan samankaltaiset (analogiset) Eläinkokeet eivät osoittaneet mutageenisia tai teratogeenisiä vaikutuksia. CAS-Nro. 31142-56-0

Kokemusperäinen tieto vaikutuksista ihmisiin

Hengitys

Oireet: Hengittäminen saattaa aiheuttaa seuraavia oireita:, yskää ja hengitysvaikeuksia

Ihokosketus

Oireet: Toistuva tai pitkäaikainen ihokosketus:, kuiva iho, ärsytys

Silmäkosketus

Oireet: Joutuessaan silmään voi aiheuttaa kirkelyä ja kyynelvirtoja.

Nieleminen

Oireet: Nauttiminen saattaa aiheuttaa seuraavia oireita:, pahoinvointi, suun, ruokatorven ja vatsalaukun ärsytystä

12. TIEDOT KEMIKAALIN VAARALLISUUDESTA YMPÄRISTÖLLE

12.1 Myrkyllisyys eliöille

Myrkyllisyys vesieliöille

Tuotetta ei ole luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi. Luonnossa yleisesti esiintyvinä pitoisuuksina ja lähellä

Kemira

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

KEMIRA PAX-XL100

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

neutraalia pH-arvoa alumiinisulfaatit eivät ole haitallisia kaloille. pH-alueella noin 5 - 5,5, alumiini-ionit voivat olla haitallisia lohikaloille. Alumiinisulfaattia ei saa päästää vesistöön kontrolloimattomasti ja pH-arvojen vaihtelua välillä 5 - 5,5 olisi vältettävä.

Polyalumiinikloridi:

LC50/96 h/Danio rerio/OECD TG 203: > 1.000 mg/l

LC50: > 243 mg/l

Laskettuna Al:nä

NOEC/Danio rerio/OECD TG 203: > 1.000 mg/l

LC50: > 0,156 mg/l

Laskettuna Al:nä Suurin liukeneva pitoisuus testiolosuhteissa.

EC50/Daphnia magna (vesikirppu)/semistaattinen testi/OECD TG 202: 98 mg/l

EC50: 24 mg/l

Laskettuna Al:nä

EC50/72 h/Pseudokirchneriella subcapitata (vihervä)/staattinen testi/OECD TG 201: 15,6 mg/l

EC50: 3,8 mg/l

Laskettuna Al:nä

NOEC/72 h/Pseudokirchneriella subcapitata (vihervä)/staattinen testi/OECD TG 201: 1,1 mg/l

NOEC: 0,27 mg/l

Laskettuna Al:nä

Myrkyllisyys muille eliöille

Tuotteesta sellaisenaan ei ole olemassa tietoja.

12.2 Pysyvyys ja hajoavuus

Biologinen hajoavuus:

Huomautuksia: Hydrolyysissä pH alueella 6 - 9 muodostuu alumiinihydroksidia. Biohajoamisen määrittäminen ei sovi epäorgaanisille aineille.

Biologinen hajoavuus:

Polyalumiinikloridi:

Biologisen hajoamisen määrittäminen ei sovellu epäorgaanisille aineille.

12.3 Biokertyvyys

Jakautumiskerroin: n-oktanol/vesi: ei määritettävissä, epäorgaaninen yhdiste

Kemira**KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE****KEMIRA PAX-XL100**

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

Polyalumiinikloridi:

Jakautumiskerroin: n-oktanolivesi: ei määritettävissä, epäorgaaninen yhdiste

12.4.Liikkuvuus maaperässä**Kulkeutuvuus**

Vesiliukoisuus: täysin liukeneva (20 °C)

12.5. PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset

Tämä seos ei sisällä aineita, joiden katsotaan olevan pysyviä, kertyviä ja myrkyllisiä (PBT).

Tämä seos ei sisällä aineita, joiden katsotaan olevan erittäin pysyviä ja erittäin kertyviä (vPvB).

12.6 Muut haitalliset vaikutukset

Voi aiheuttaa vesistöissä pH:n alentumisen ja siten olla haitallista vesieläölle.

13. JÄTTEIDEN KÄSITTELYYN LIITTYVÄT NÄKÖKOHDAT**13.1 Jätteiden käsittelymenetelmät****Tuote**

Jätteet luokitellaan ongelmajätteeksi.Hävitettävä paikallisten ja kansallisten säädösten mukaisesti.

Likaantunut pakkaus

Tarkkaan puhdistettu pakkausmateriaali voidaan kierrättää.

Jätteet luokitellaan ongelmajätteeksi. Hävitettävä paikallisten ja kansallisten säädösten mukaisesti.

14. KULJETUSTIEDOT**14.1 YK-numero**

3264

Maakuljetukset**ADR /RID:****Rahtikirjan mukainen nimitys:****14.2UN-kuljetusnimi**SYÖVYTTÄVÄ NESTE, HAPAN, EPÄORGAANINEN, N.O.S
(Polyalumiinikloridi)**14.3 Luokka**

8

14.4 Pakkausryhmä:

III

Vaaran tunnusnumero

80

ADR/RID-Varoituslipukkeet:

8

Merikuljetukset**IMDG:****Rahtikirjan mukainen nimitys:****14.2UN-kuljetusnimi**

UN3264, CORROSIVE LIQUID, ACIDIC, INORGANIC N.O.S.

Kemira

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

KEMIRA PAX-XL100

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

(POLYALUMINIUM CHLORIDE)
14.3 Luokka: 8
14.4 Pakkausryhmä: III
IMDG-Varoituslipukkeet: 8
14.5 Ympäristövaarallinen: Not a Marine Pollutant

Ilmakuljetukset

ICAO/IATA:

Rahtikirjan mukainen nimitys

14.2UN-kuljetusnimi UN3264, Corrosive liquid, acidic, inorganic n.o.s. (Polyaluminium chloride)

14.3 Luokka: 8

14.4 Pakkausryhmä: III

ICAO-Varoituslipukkeet: 8

14.6 Erityiset varotoimet käyttäjälle

polyalumiinikloridi = alumiinikloridi, emäksinen = alumiinihydroksikloridi, Tuote luokitellaan vaaralliseksi aineeksi, koska se syövyttää jossain määrin metalleja.

15. LAINSÄÄDÄNTÖÄ KOSKEVAT TIEDOT

15.1 Nimenomaisesti ainetta tai seosta koskevat turvallisuus-, terveys- ja ympäristösäännökset tai -lainsäädäntö

Muut ohjeet : Ei muita tunnistettuja rajoituksia kuin säädöksiin asetetut.

15.2 Kemikaaliturvallisuusarviointi

Näille aineille on suoritettu kemikaaliturvallisuusarviot.

16. MUUT TIEDOT

Kohdassa 3 mainittujen H-lausekkeiden täydelliset tekstit.

H319 Ärsyttää voimakkaasti silmiä.

H315 Ärsyttää ihoa.

Kohdassa 3 mainittujen R-lausekkeiden teksti

R36/38 Ärsyttää silmiä ja ihoa.

Koulutukseen liittyviä ohjeita

Lue käyttöturvallisuustiedote ennen tuotteen käyttämistä.

Lisätietoja

Tämän käyttöturvallisuustiedotteen tiedot ovat parhaan tietämyksemme mukaan oikeita laatimispäivänä. Annetut tiedot ovat ainoastaan ohjeellisia turvallista käsittelyä, käyttöä, työstöä, varastointia, kuljetusta, jätteidenkäsittelyä ja päästöjä varten, eikä niitä saa käsittää takuiksi tai laatuspesifikaatioksi. Tiedot koskevat vain mainittua tuotetta, eivätkä välttämättä

Kemira

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

KEMIRA PAX-XL100

Ref. 03817/1.1/FI/FI

Muutettu viimeksi: 03.01.2012

Edellinen päiväys: 13.10.2011

Päiväys:08.07.2013

pidä paikkaansa, jos tuotetta käytetään yhdessä toisen tuotteen kanssa tai prosessissa, ellei erikseen mainittu tekstissä.

Tiedotteen laatimisessa käytetyt tärkeimmät lähteet

Säädökset, tietokannat, kirjallisuus, omat tutkimukset.

Lisäykset, poistot ja muutokset

Muuttuneet merkitykselliset kohdat on ilmaistu pystyviivoin.