

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Imatra  
Paperitekniikan koulutusohjelma

Arto Tirkkonen

# **JÄTEVESIEN YHDISTÄMINEN**

Opinnäytetyö 2010

## TIIVISTELMÄ

Arto Tirkkonen

Jätevesien yhdistäminen, 57 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Paperitekniikan koulutusohjelma

Ohjaajat: lehtori Jarkko Männynsalo Saimaan ammattikorkeakoulu, laatu- ja ympäristöpäällikkö Anssi Puruskainen Suomen Karbonaatti Oy

Jätevesiä syntyy kaivosteollisuudessa yleensä suuria määriä, joten jätevesistä on päästävä eroon tavalla tai toisella. Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin rikastushiekka-altailla tapahtuvaa jätevesien laskeutumista ja selvitettiin kokeellisesti kahden eri tuotantolaitoksen jätevesien yhdistämismahdollisuutta.

Tutkimuksen aluksi tavoitteena oli hankkia mahdollisimman paljon tietoa Suomen Karbonaatin ja Nordkalkin prosessijätevesien kiintoainepitoisuuksista, kemiallisesta ja fysikaalisesta koostumuksesta, määrästä ja vaihteluista. Laskeutuskokeet suunniteltiin suoritettavaksi siten, että molempien tehtaiden jätevesimääriä yhdistettäisiin eri koepisteisiin ja näitä arvoja verrattaisiin laskeutuskokeiden referenssiarvoihin. Näytteistä analysoitiin kiintoainepitoisuus, sameus, varaustiheys, dispergointiainepitoisuus.

Laskeutuskokeiden tarkoituksena oli selvittää mahdollisuutta voisiko Nordkalk Oy:n rikastushiekka-altaille ohjata molempien tuotantolaitoksien jätevedet niin, että tästä ei aiheutuisi tuotantolaitoksien prosessissa ongelmia. Tuloksellisesti laskeutuskokeilla saatiin selville, millä tavalla jätevedet laskeutuivat keskenään, mitkä olivat suurimmat kiintoainepitoisuudet, jotka rikastushiekka-altaille voidaan turvallisesti ohjata, jotta altailla tapahtuva laskeutuminen ei häiriintyisi. Jäännöspitoisuudet dispergointiaineesta oli tärkeä mittauksellinen laskeutuskokeiden kannalta, mittauksella saatiin tietoa, kuinka paljon laskeutumisen jälkeen prosessivesi sisälsi dispergointiainetta.

Asiasanat: laskeutuskokeet, kaivosteollisuus, jätevesi

## ABSTRACT

Arto Tirkkonen

Combining Waste Waters from Two Plants, 57 pages, 2 appendices

Saimaa University of Applied Science

Paper technology

Supervisors: Mr Jarkko Männynsalu (MSc), Senior Lecturer, Saimaa UAS and

Mr Anssi Puruskainen, Quality and Environmental Manager, Suomen

Karbonaatti Oy

Mining process usually produces a lot of waste water which has to be got rid of. This final thesis handles waste water sedimentation and tries to solve what the chances are to combine wastewaters from two separate plants.

In the beginning of the study the main point was to get as much information as possible about waste waters of Suomen Karbonaatti and Nordkalk. What are solids concentration and physical and chemical properties of waste water. From samples were analyzed solid content, turbidity, charge density and amount of dispersion.

The aim of the settling test was to study the possibility to combine both plants' waste waters into the Nordkalk Oy tailing pond without bringing any problems in the processes of Nordkalk or Suomen Karbonaatti. The main result of the study was information on how the waste waters settle on each other, also what the biggest waste water solid contents are that can be safely led into the sedimentation pond. The amount of dispersion was a very important measurement result, because the measurement gave information on how much dispersant there was in the waste water.

Keywords: Waste Water, Settling Test

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	6
2 NORDKALK OYJ AB.....	7
3 SUOMEN KARBONAATTI OYJ.....	9
3.1 Toiminta.....	9
3.2 Tuotteet.....	10
3.3 Ympäristö.....	10
4 NORDKALKIN RIKASTUSHIEKKA.....	11
4.1 Veden virtaama ja jakaantuminen altailla.....	11
4.2 Veden hydraulinen kuorma.....	12
4.3 Rikastushiekan kemialliset ominaisuudet.....	12
4.4 Nordkalkin vesitaseet.....	13
4.5 Jäteveden sameus ja kiintoainepitoisuus.....	13
5 SUOMEN KARBONAATIN JÄTEVEDET.....	16
5.1 Suomen Karbonaatin jäteveden sameus ja kiintoainepitoisuus.....	16
5.2 Skoyn jäteveden laskeutuminen.....	18
5.3 Suomen Karbonaatin läjitysalue.....	18
6 JÄTEVESIEN YHDISTÄMINEN.....	19
7 MITTAUSMENETELMÄT.....	20
7.1 Sähköisten ominaisuuksien mittaaminen.....	20
7.1.1 Varaustiheyden mittaaminen.....	21
7.1.2 Varaustiheyden laskeminen.....	22
7.2 Sameuden mittaaminen.....	23
8 KOEJÄRJESTELYT.....	24
8.1 Näytteiden käsittely.....	24
8.2 Näytteistä tehtävät analyysit.....	25
8.3 Koepisteet.....	25
9 MITTAUSTULOKSET.....	28
9.1 Jätevesien laskeutuminen.....	28
9.2 Sameus.....	41
9.3 Varaustiheys.....	42
9.4 Dispergointiainepitoisuus.....	44
10 YHTEENVETO.....	45
KUVAT, KUVIOT, TAULUKOT.....	46
LÄHTEET.....	47

## LIITTEET

Liite 1 Taulukot

Liite 2 Kylmiön laskeutuskokeiden kuvat

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

A	pinta-ala [m <sup>2</sup> ]
c	aineen pitoisuus liuoksessa [mg/l]
d	partikkelin halkaisija [cm]
Q	virtaama [m <sup>3</sup> /s]
T	lämpötila [°C]
v	veden virtausnopeus [m/h]
V	liuoksen tilavuus [cm <sup>3</sup> ]
x	matka [m]
COD	Kemiallinen hapenkulutus
BOD7	Biologinen hapenkulutus
TOC	Orgaaninen kokonaishiili
Avolouhos	Maan pinnalla sijaitseva kuoppa, josta on poistettu/poistetaan malmia tai mineraalia.
BAT	paras saatavilla oleva tekniikka
Kaivos	Maanalainen tai maan pinnalla sijaitseva louhos Laajemmin sanalla tarkoitetaan koko teollisuuslaitosta maa-alueineen ja rakennuksineen
Kaivosjäte	Kaivosprosessista muodostunut kaivosteollisuudelle hyödyntämätön materiaali Kiinteätä kaivosjätettä ovat irtomaa, rikastehiekka sekä sivukivi ja nestemäistä kaivos- ja rikastusvesi
Louhos	Maan alla tai pinnalla sijaitseva luolamainen paikka, joka on syntynyt malmin tai mineraalin poistossa (louhinta)
Rikaste	rikastuksessa malmista erotettu arvokas korkeapitoinen mineraali tai metalli
Rikastus	Prosessi, jonka tarkoituksena on nostaa metallin tai mineraalin pitoisuutta poistaen epäpuhtaudet tai erottaa arvomineraalit toisistaan
Rikastushiekka	Rikastuksesta erotettu arvoton aines
Selkeytys	Veden ja siinä olevien kiinteiden hiukkasten erotus Kiinteät hiukkaset valuvat erotuksessa pohjalle puhtaan veden jäädessä ylös.

# 1 JOHDANTO

Suomen Karbonaatti Oy käyttää prosessissaan vuorokaudessa noin 500 m<sup>3</sup> tekopohjavesilaitoksen raakavettä. Valtaosa vedestä kierrätetään ja osa siitä päätyy kalsiumkarbonaattilietepohjaisiin lopputuotteisiin. Osa vedestä ohjataan ulos prosessista jätevetenä. Ulospumpattava vesi ohjataan joko Suomen Karbonaatti Oy:n laskeutusaltaille tai Nordkalk Oy:n rikastushiekka-altaille. Ohjausperuste on kiintoainepitoisuus. Käytännössä noin kaksi kolmasosaa ylijäämävesistä ohjataan rikastushiekka-altaille. Suomen Karbonaatin omilla jätevesialtailla käytetään laskeutuksen apuaineena alumiinisulfaattia. Nordkalkin rikastushiekka-altaille ei apuaineita käytetä.

Nordkalkin rikastamoiden prosessijätevedet sisältävät silikaatteja, kalsiumkarbonaattia sekä vaahdotuskemikaaleja. Suomen Karbonaatin prosessijätevedet sisältävät kalsiumkarbonaattia sekä dispergointiaineita.

Työn tarkoituksena on selvittää jätevesien yhdistämismahdollisuudet. Tätä varten täytyy saada tietoa sekä Suomen Karbonaatin että Nordkalkin prosessijätevesien kiintoainepitoisuudesta, kemiallisesta ja fysikaalisesta koostumuksesta, määristä ja vaihteluista.

Ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan näiden vaihteluita onlinemittausten, laskennan ja laboratoriomittausten avulla. Toisessa vaiheessa suoritetaan laboratorionkokeet, joissa selvitetään erilaisten jätevesiseosten käyttäytymistä silmällä pitäen sitä, että Nordkalkille palautettavan veden tulisi olla kemiallisesti riittävän puhdasta soveltuvaksi vaahdotusprosessiin.

## 2 NORDKALK OYJ AB

Nordkalkin Lappeenrannan tuotantolaitoksiin kuuluvat kaivos, kalkkitehdas sekä paperipigmentin raaka-aineita ja wollastoniittia valmistavat rikastamot. Alueella toimii myös kalsiumkarbonaattipohjaisia päällystyspigmenttejä ja täyteaineita paperi- ja kartonkiteollisuudelle valmistava tytäryhtiö Suomen Karbonaatti Oy, jossa kansainvälisenä partnerina on paperipigmenttialan johtava sveitsiläisyritys. Muita tehdasintegraatin yrityksiä ovat Paroc Oy Ab, Finnsementti Oy, Lohja Rudus Oy Ab, Astepa Oy, Sodexho Oy, ISS Suomi Oy ja Turvatiimi Oyj.

Tehtaalla työskentelee noin 170 henkilöä, kalkkikiveä louhitaan noin 2 100 000 t/v avolouhoksesta. Tehdasalueen pinta-ala on noin 400 hehtaaria, rikastushiekka-altaiden osuus on noin 55 hehtaaria.



Kuva 1. Kuva Ihalaisen teollisuusalueesta

Kuvassa 1 etualalla on Suomen Karbonaatti Oy:n rakennuksia. Avolouhoksen va-semmalla puolella erottuvat Finnsementti, Nordkalkin tehdaspalvelu, kalkkitehdas, Paroc ja keskuskonttori. (Nordkalk OYJ AB.)

## Nordkalkin rikastamot

Rikastamoista KR-97 ja KR-90 valmistavat raaka-aineita paperipigmentteihin sekä WR wollastoniitin valmistamiseen. Rikastamoissa käytetään raaka-aineiden erottelussa vaahdotusta, jolla saadaan eroteltua raaka-aineet.



### **3 SUOMEN KARBONAATTI OYJ**

Suomen Karbonaatti Oy valmistaa ja toimittaa kalsiumkarbonaattipohjaisia päällystyspigmenttejä ja täyteaineita Suomen paperi- ja kartonkiteollisuudelle. Tuotteet - HYDROCARB®, COVERCARB® ja SETACARB® -- ovat jauhettua karbonaattia (kalkkikiveä), toiselta nimeltään GCC (Ground Calcium Carbonate).

Tehdas sijaitsee Lappeenrannassa Ihalaisen Teollisuusalueen kalkkikivikaivoksen reunalla, keskellä Suomen suurimpiin kuuluvaa metsäteollisuuskeskittymää.

#### **3.1 Toiminta**

Suomen Karbonaatti Oy valmistaa paperi- ja kartonkiteollisuudelle kalsiumkarbonaattilietettä, jota käytetään päällystyksessä pigmenttinä sekä täyteaineena paperin valmistuksessa. Laitos on perustettu vuonna 1983.

Kalkkikivikaivoksen omistaa ja raaka-aineen toimittaa Suomen Karbonaatti Oy:n pääomistaja Nordkalk Oyj Abp. Tuotteet ovat nestemäisiä, ja kaikki toimitukset tapahtuvat säiliöautoilla. Tuotteiden markkinoinnista ja myynnistä vastaa yhtiön toinen omistaja Omya Oy. Valmistusprosessi perustuu Omyan tietotaitoon. Tehdas työllistää suoraan noin 35 henkilöä ja välillisesti noin 100 henkilöä lisää.

### **3.2 Tuotteet**

Tuotteet ovat kalsiumkarbonaatin ja veden seoksia. Tuotteet toimitetaan säiliöautolla asiakkaiden tuotesäiliöihin.

Tuotteet jakautuvat kahteen tuoteperheeseen : Hydrocarb® eihin ja Covercarb® eihin. Ensimmäiseen tuoteryhmään kuuluu kolme päällystyspigmenttilietettä ja kaksi täyteainetta. Covercarb®it ovat päällystyspigmenttejä.

### **3.3 Ympäristö**

Kalsiumkarbonaattiliete valmistetaan mikrojauhatustekniikkaan perustuvalla märkäprosessilla, jonka ansiosta ilma- tai pölypäästöjä ei synny. Meluhaitta on paikallinen ja esiintyy pääasiassa laitoksen sisällä. Tehdas sijaitsee keskellä Ihalaisen tehdasintegraattia. Lähimpään asuinrakennukseen on matkaa 700 metriä. Tehdas käyttää pääraaka-aineena Nordkalk Oyj:n toimittamaa kalsiittirikastetta. Kalsiittirikastetta ei varastoida Suomen Karbonaatin alueella. Prosessissa käytetään lisäksi vesiliukoisia dispergointiaineita. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölupapäätös Nro A1167.)

Prosessin tarvitsema vesi otetaan Nordkalkin omistamalta Hanhikempin tekopohjavesilaitokselta. Prosessi tarvitsee sähköä, joka ostetaan ulkoa. Prosessin ylijäämävedet ohjataan Nordkalkin rikastusprosessin vedenkäsittelyyn, josta vesi palautetaan takaisin prosessiin. Häiriötilanteissa vesi ohjataan omille laskeutusaltaille, josta laskeutettu vesi johdetaan Nordkalkin hapetusaltaan kautta Koirinojaan

Suomen Karbonaatin laatujärjestelmä on sertifioitu vuonna 1992. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölupapäätös Nro A1167.)

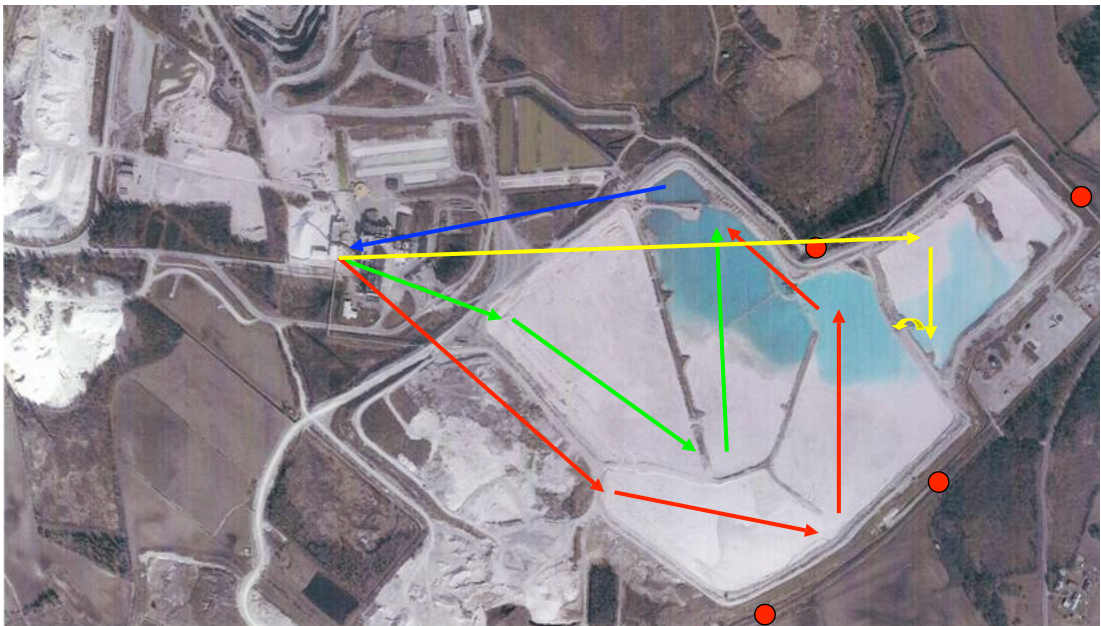
## 4 NORDKALKIN RIKASTUSHIEKKA

Nordkalkin rikastushiekka syntyy kalsiitin rikastuksesta. Rikastushiekkaa syntyy noin 200 000 tonnia vuosittain. Rikastushiekka-altaille pumpattava jätevesi on kationista sisältää kalsiittia ja silikaattimineraaleja, joiden pintaan on kiinnittynyt pieniä pitoisuuksia vaahdotuskemikaalia. Rikastushiekka on nopeasti ja hyvin laskeutuvaa, joten rikastushiekan laskeutumiseen ei käytetä apukemikaaleja.

### 4.1 Veden virtaama ja jakaantuminen altaalla

Rikastushiekka altaita voidaan käsitellä kolmella eri tavalla, kuvassa 2 olevat nuolet ilmaisevat ajotavat.

Veden virtaus on vuodenaikojen mukaan hyvin erilainen. Talvisin kun altaat ovat suurilta osin jäässä, muodostuu altaisiin selviä oikovirtausreittejä. Tällöin veden hydraulinen kuorma on paljon suurempi altaiden pinta-alan pientymisen takia. Tarkkaa tietoa ei ole, kuinka vesi laskeutuu jään alla ja minkälainen virtaus siellä tapahtuu. Kesällä ja syksyllä vesi jakaantuu altailla tasaisesti.



Kuva 2. Rikastusaltaat ja jäteveden virtaussuunnat

Kuvassa 2 keltainen, punainen ja vihreä nuoli ovat jäteveden kulkusuuntia. Altaan kirkkaasta osasta (sininen nuoli), joka näkyy kuvassa 2 sinertävänä, pumpataan prosessivesi takaisin tehtaille.

## 4.2 Veden hydraulinen kuorma

Rikastushiekka-altaan pinta ala on noin 55 ha, ja tästä noin 20 ha on ajossa kerrallaan. Nordkalk ottaa altailtaan noin 1000 m<sup>3</sup>/h prosessivettä, ja virtaus altaille on myös 1000 m<sup>3</sup>/h. Tällöin olosuhteet altaille ovat hyvin samankaltaiset, tietysti poikkeuksia prosessista löytyy. Käytännössä altaille menevä ja altailta pois lähtevä veden määrä on aina lähes sama, oli sitten yksi tai kolme rikastamo käynnissä. Altaille menevää jätevettä ei mitata millään tavalla, joten vesien taseiden arvot ovat prosessista saatuja arvoja.

$$S_n = Q/A \quad (1)$$

missä

$S_n$  hydraulinen pintakuorma [m/h]

$Q$  vedenvirtaama [m<sup>3</sup>/h]

$A$  altaan pinta-ala [m<sup>2</sup>]

Hydraulinen kuormitus vaikuttaa altaan viipymään ja rikastushiekan laskeutuvuuteen ja aineiden pidättymisprosesseihin altaille. Jotta laskeutuminen altaille toimisi tehokkaasti, virtausnopeuden tulee olla pieni ja viipymän pitkä. (Ihme 1994, s. 118)

## 4.3 Rikastushiekan kemialliset ominaisuudet

Rikastushiekka koostuu pääasiassa kalsiitista (36,4 %), wollastonitista (19,9 %) ja diopsidista (14,8 %). Lisäksi se sisältää mm. plagioklaasia, kalimaasälpää, kvartsia ja sarvivälkettä. Rikastushiekassa esiintyy myös vähäisiä määriä matalan lämpötilan hydrotermisiä mineraaleja (apofylliitti, pektoliitti, prehniitti). Plagioklaasi on koostumukseltaan pääasiassa albiittia, mutta rikastushiekassa esiintyy myös oligoklaasia ja andesiinia. Rikastushiekka sisältää hyvin vähän sulfidimineraaleja, jotka koostuvat pääosin magneettikiisusta. Lisäksi on hiukan

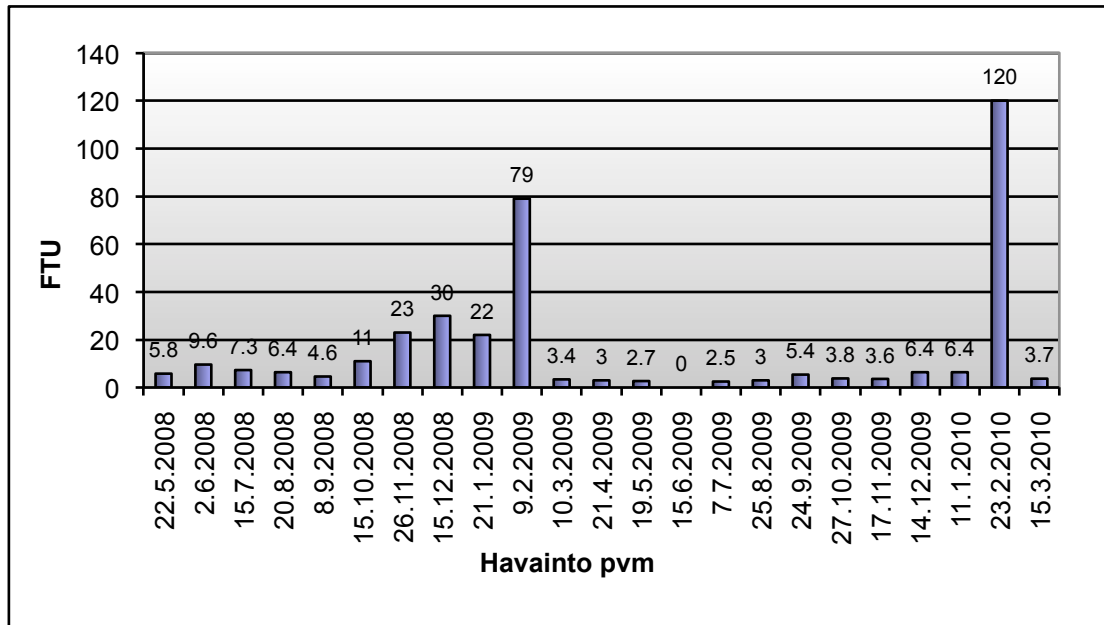
pyriittiä ja kuparikiisua. Sulfidimineraaleissa on havaittavissa vain satunnaista rapautumista rakeiden reunoilla. (Itä-Suomen ympäristölupavirasto päätös nro 110/09/2.)

#### **4.4 Nordkalkin vesitaseet**

Nordkalk käyttää noin 1000 m<sup>3</sup> tunnissa puhdistettua prosessivettä, kun kaikki rikastamot ovat käytössä. Kalsiittirikastamo KR-97 käyttää prosessivettä noin 350 m<sup>3</sup>/h:ssa, KR-90 noin 200 m<sup>3</sup>/h:ssa ja Wollastoniittirikastamo WR noin 350 m<sup>3</sup>/h:ssa.

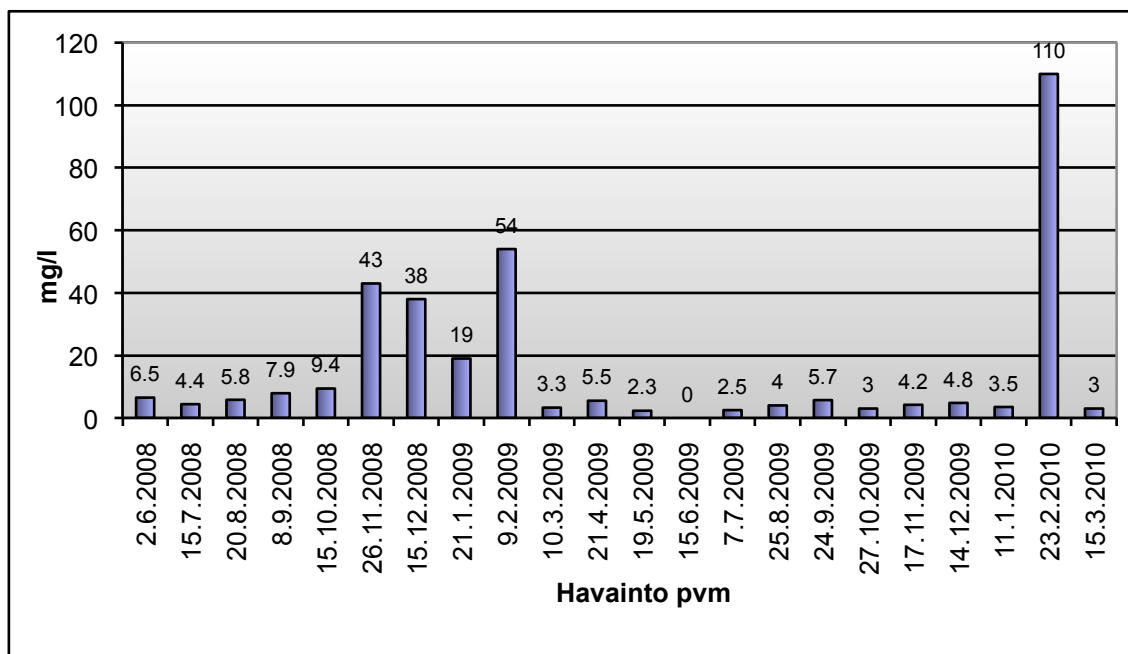
#### **4.5 Jäteveden sameus ja kiintoainepitoisuus**

Jäteveden sameudesta ja kiintoainepitoisuudesta voidaan tulkita muun muassa, kuinka laskeutusaltat toimivat eri vuodenaikoihin nähden. Kiintoainepitoisuuden tutkiminen on työläämpää kuin sameuden, joten sameuksien arvoja voitaisiin käyttää apuna arvioitaessa prosessiveden kiintoainepitoisuuksien määriä. Seuraavissa kuvioissa 1 ja 2 nähdään Nordkalkin laskeutusaltailta otettavan prosessiveden sameuksien ja kiintoainepitoisuuksien arvoja 25.5.2008 – 15.3.2010. Näitä kuvioita apuna käyttäen pystyttiin määrittelemään laskeutuskokeisiin arvoja, joihin pitäisi päästä, jotta olisi turvallista ohjata Suomen Karbonaatin jätevedet Nordkalkin laskeutusaltaille.



Kuvio 1 Nordkalkin prosessiin otettavan veden sameus

Kuviosta 1 nähdään, kuinka eri vuodenajat vaikuttavat sameuteen. Talvisin syntyy oikovirtauksia, jolloin jätevedellä on pienempi tilavuus laskeutua, tämän seurauksena nousee prosessiveden sameus. Helmikuu on laskeutusalttailta vaikeinta aikaa, kylmyys ja pakkasjaksot ovat tällöin vaikeuttamassa laskeutusprosessia.



Kuvio 2 Nordkalkin prosessiin otettavan veden kiintoainepitoisuus

Myös kiintoainepitoisuuksia tarkasteltaessa huomattiin talviajan, varsinkin helmikuun vaikutukset kiintoainepitoisuuksiin. Tulkittaessa kuvioita 1 ja 2 huomataan, että aina kun sameuden arvot ovat korkeat, myös kiintoainepitoisuudet ovat tällöin korkeat.

## **5 SUOMEN KARBONAATIN JÄTEVEDET**

Suomen Karbonaatin jätevedet poikkeavat Nordkalkin vesistä. Suomen Karbonaatin jätevedet sisältävät mm. kalsiumkarbonaattia ja dispergointiaineita.

Tehdas ostaa prosessiveden Nordkalkilta. Vedenkulutus ja jäteveden syntyminen riippuvat tuotantomäärästä ja laadusta. Kiintoainepäästöt vesistöön pyritään minimoimaan kalsiittihukankin välttämiseksi. Ylijäämävedet pyritään ohjaamaan rikastushiekka-altaille, jolloin jätevesi- tai kiintoainepäästöjä ei synny.

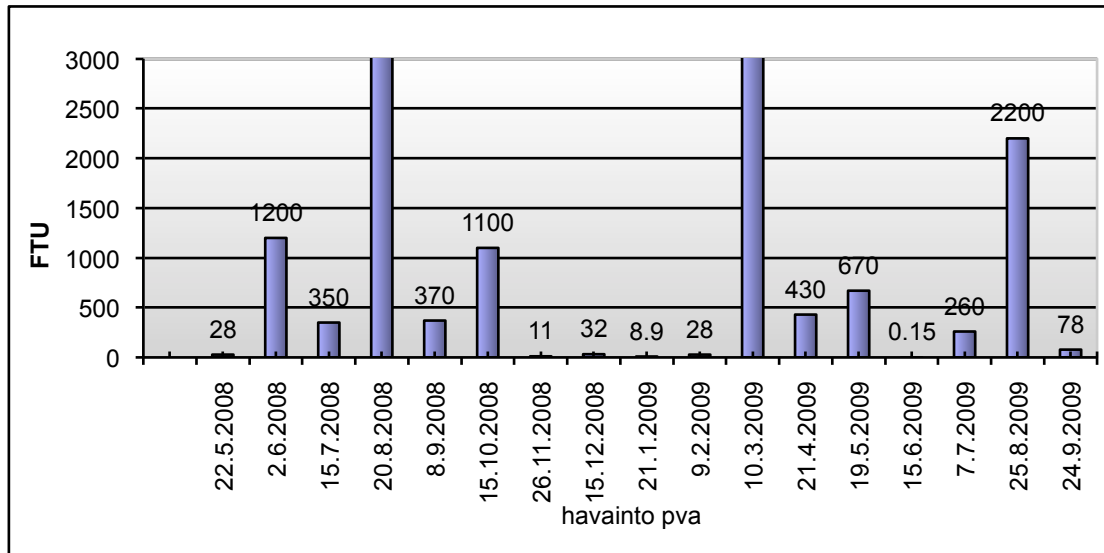
Häiriötilanteissa vedet ajetaan omille laskeutusaltaille, joiden pintoja säädetään ja tulokohtaa vaihdetaan tarpeen mukaan pyrkien minimoimaan kiintoainepäästö ojaan. Kiintoainepäästöjen vähentämiseksi on altaille menevään veteen rakennettu alumiinisulfaattiliuoksen annostelu. Lisäksi suodatustekniikan hyödyntämismahdollisuuksia tutkitaan ja kiintoainepitoisuusmittauksia kehitetään edelleen.

Nordkalk Oyj:llä on voimassa oleva lupa jätevesien johtamiselle vesistöön. Lupa sisältää myös Suomen Karbonaatti Oy:n toiminnassa syntyvät jätevedet. Voimassa olevien lupaehtojen mukaan Ihalaisen kaivospiirissä olevien yhtiöiden kuormitus vesistöön saa olla kiintoaineen osalta enintään 100 kg/vrk ja BHK7ATU enintään 20 kg/vrk nettomääräisenä kolmen kuukauden keskiarvoina ohijuoksutukset ja ylivuodot mukaan lukien. (Suomen Karbonaatti Oyj)

### **5.1 Suomen Karbonaatin jäteveden sameus ja kiintoainepitoisuus**

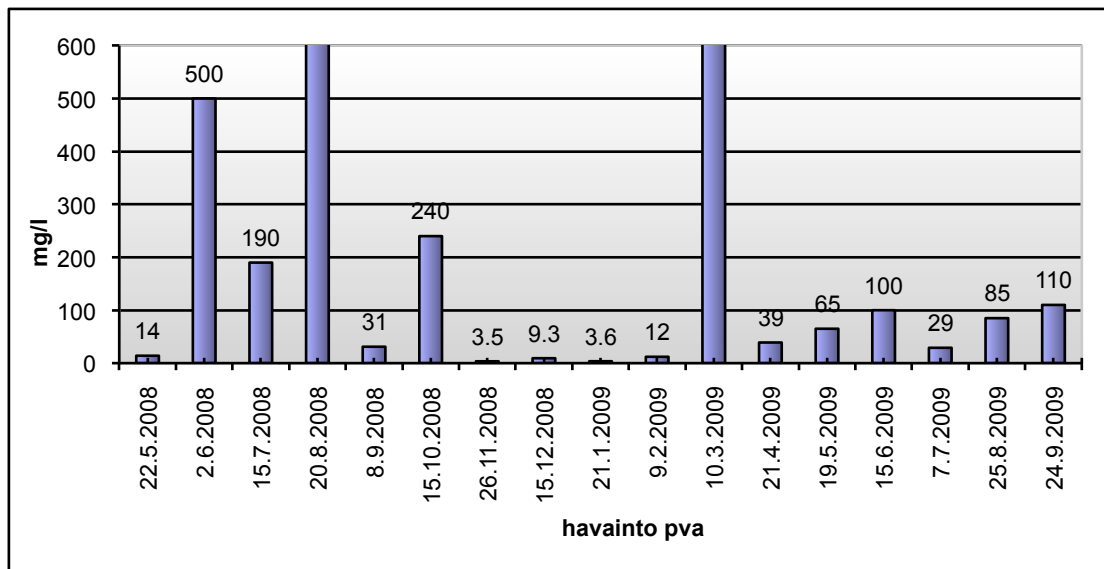
Suomen Karbonaatin häiriötilanteista tulevat jätevedet laskeutetaan Suomen Karbonaatin omilla laskeutusaltailta ja johdetaan Koirinojaan Nordkalkin hapetusaltaan kautta. Nämä jätevedet ovat loppusameuksiltaan ja kiintoainepitoisuuksiltaan (kuvio 3 ja 4) pääasiassa korkeammassa arvoissa kuin Nordkalkin laskeutusaltailta otetut prosessivedet (kuvio 1 ja 2).





Kuvio 3 Suomen Karbonaatin Koirinojaan lasketun jäteveden sameus

Kuviossa 3 koirinojaan lasketun jäteveden sameus ajalta 22.5.2008 - 24.09.2009. Sameudet ja kiintoainepitoisuudet ovat korkeampia kuin Nordkalkin laskeutuslaitalta otetut näytteet. Sameuksia ja kiintoainepitoisuuksia ei voi eikä pidä vertailla Nordkalkin vastaaviin, johtuen erilaisesta laskeutumisesta ja apukemikaalien käytöstä Suomen Karbonaatin laskeutuslaitalla.



Kuvio 4 Suomen Karbonaatin Koirinojaan lasketun jäteveden kiintoainepitoisuus

Kuviossa 4 koirinojaan lasketun jäteveden kiintoainepitoisuus ajalta 22.5.2008 - 24.09.2008.

## 5.2 Skoyn jäteveden laskeutuminen

Skoyn jätevesi on hyvin pieni partikkelista, joka sisältää paljon hienoainesta. Kalsiumkarbonaatin olomuoto on pallomainen, tämä on ihanteellinen muoto laskeutumiselle.

## 5.3 Suomen Karbonaatin läjitysalue

Läjitysalue muodostuu yhdestä altaasta. Läjitysaltaaseen varastoidaan kalsiumkarbonaattitehtaalla syntyvää kalsiittijätettä ( $\text{CaCO}_3$ ). Laskelmien perusteella altaaseen on mahdollista sijoittaa kalsiittijätettä vielä noin 15 vuoden ajan. Altaan pitkäaikaisempikin käyttö on mahdollista, jos kalsiittijätteen hyötykäyttökokeilut johtavat myönteisiin lopputuloksiin.

Jäte kuljetetaan varastoaltaaseen tiivislavaista maansiirtokalustoa käyttäen. Liejumainen jäte kipataan louheverhoiltua luiskaa pitkin altaan pohjalle. Jätteen hienojakoisuus, runsas vesipitoisuus ja altaaseen kerääntyvä vesi edesauttavat sen leviämistä pohjalle lähes vaakasuoraan.

Jäte on veteen sekoitettuna liejumaista ja vastaa geoteknisiltä ominaisuuksiltaan lähinnä savista silttiä. Jätteen metallipitoisuudet ovat vastaavat kuin kalkilla ja raskasmetallipitoisuudet ovat niin pieniä, ettei tarvetta erilliseen liukoisuustestaukseen ole ollut. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölupapäätös A1167.)

## 6 JÄTEVESIEN YHDISTÄMINEN

Laskeutuksessa veden tai jäteveden virtausnopeuden tulee olla niin alhainen, että vesi tai jätevesi viipyy laskeutusaltaassa niin kauan, että vedestä erotettavat kiintoainehiukkaset eli flokit ehtivät laskeutua altaan pohjalle. Hyvänä nyrkkisääntönä on se, että veden virtausnopeus on alle 1 m/h (Kiuru).

Nordkalkin altailla on laskennallinen virtausnopeus 0,005 m/h, tämä arvo on perustuu arvioihin. Täten virtausnopeus täyttää tarvittavat kriteerit.

Kun flokit tai biomassahiukkaset ovat vedessä tai jätevedessä niin lähellä toisiaan, eli niiden konsentraatio vedessä tai jätevedessä on niin suuri, että ne eivät enää voi laskeutua siinä vapaasti eli toisistaan riippumatta tai itsenäisesti, ne laskeutuvat vedessä tai jätevedessä yhteinäisenä flokki- tai biomassasysteeminä tai lietepatjana. Tällaista laskeutumista kutsutaan estetyksi laskeutumiseksi.

Nordkalk Oy:n altailla tapahtuu estetty laskeutuminen, jolloin lietepatja laskeutuu yhtenäisenä.

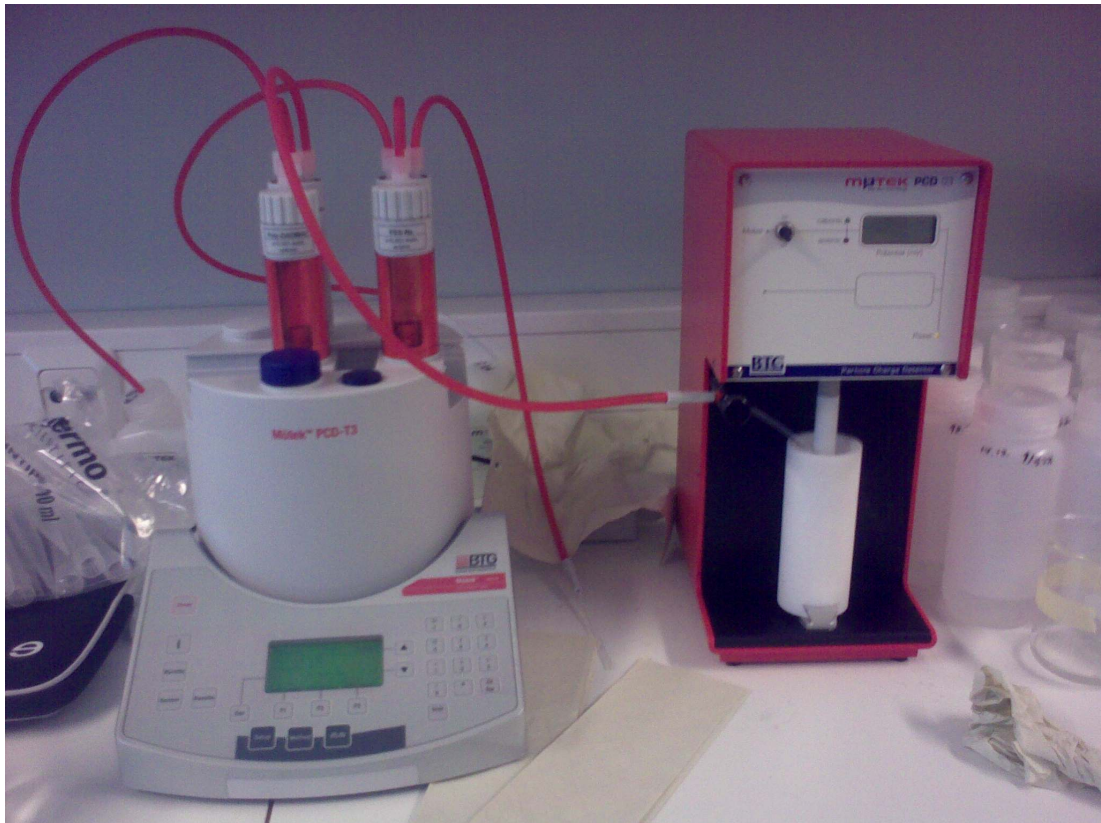
Merkittävin tekijä vesien yhdistämisessä, on kuinka hyvin ne laskeutuvat yhdessä. Tärkein tekijä on, kuinka dispergointivapaata vesi on pumppaus-hetkellä. Vesi ei saisi sisältää dispergointiainetta, koska se tuottaisi ongelmia NK:n vaahdotusprosessissa. Myös veden sameus on merkittävä tekijä veden soveltuvuutta arvioitaessa.

## 7 MITTAUSMENETELMÄT

Työn kannalta tärkeimmät mittaukset olivat sähköisten ominaisuuksien mittaus ja sameuden mittaus. Mittauksiin käytettyjä laitteita sekä näiden toimintaperiaatteita käydään läpi seuraavissa luvuissa.

### 7.1 Sähköisten ominaisuuksien mittaaminen

Sähköisten varaustilojen mittaamiseen on kehitetty paljon erilaisia mittalaitteita ja tekniikoita. Työssäni käytin varaustilan mittauksessa kuvassa 5 olevaa Mütek PCD-03 -analysointilaitetta varustettuna Mütek PCD-T3 –titrausyksiköllä.

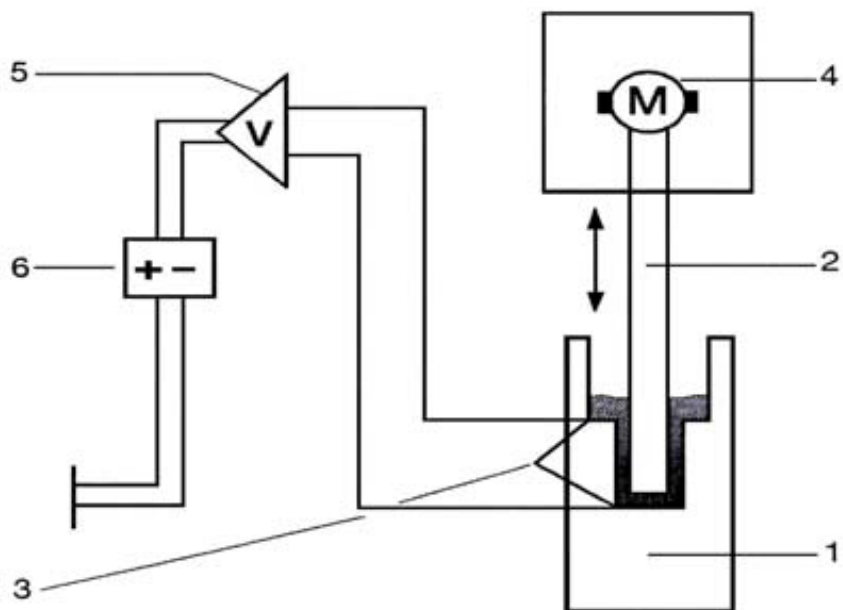


Kuva 5 Mütek PCD-T3 -titrausyksikkö ja Mütek PCD-03 –analysointilaitte

### 7.1.1 Varaustilan mittaaminen

Käytännössä kaikilla veteen dispergoituneilla kolloidisilla partikkeleilla on sähköinen pintavaraus, jonka seurauksena vastakkaisesti varautuneita ioneja sitoutuu partikkelin pinnalle. Kun nämä vastaionit erotetaan partikkelin pinnasta, voidaan syntyvä sähkövirta mitata. Kun virtaa ei enää synny, on näytteen kaikki varaukset neutraloitu. (Mütek Analytic 2000, 5 – 7.)

Varaustilan mittaaminen on hyvin selkeä ja yksinkertainen määrittäminen. Mittaaminen tapahtuu seuraavanlaisesti : vakiomäärä näytettä (10 ml) pipetoidaan muoviseen mittaussastiaan. Mäntä asetetaan astiaan, ja astia kytketään laitteeseen. Mäntän ja astian sisäseinän väliin jää kapea rako, tässä raossa kolloidiset molekyylit absorboituvat mittaussastian ja mäntän pintaan van der Waalsin voimien vaikutuksesta (Mütek Analytic 2000, 5 - 7). Kuvassa 6 nähdään periaate, kuinka mittaaminen tapahtuu Mütek PDC-03 –analysointilaitteella.



1 plastic measuring cell  
3 electrodes  
5 electronics

2 displacement piston  
4 motor and piston  
6 display

Kuva 6 Varaustilan mittaaminen

Vastakkaisesti varautuneet ionit pysyvät suhteellisen vapaana vesipohjaisessa näytteessä. Mäntä oskilloi mitta-astiassa ja saa aikaan nestevirtauksen, joka vie mukanaan vapaat vastaionit ja erottaa ne adsorboituneesta näytteestä. Vastaionit indusoivat virran mitta-astian elektrodeille, joka tasasuunnataan ja vahvistetaan. Syntynyt virta eli niin sanottu virtauspotentiaali voidaan lukea mittalaitteen näytöltä. (Mütek Analytic 2000, 5 – 7.)

### 7.1.2 Varaustiheyden laskeminen

Näytteen varaustiheyden määrittämiseksi täytyy suorittaa polyelektrolyyttinen titraus, jonka perusteella voidaan määrittää nollavarauksen piste. Näyte titrataan vastakkaisesti varautuneella polyelektrolyytillä, jonka varaustiheys on tunnettu. Kun titrantin varaus on neutraloinut näytteen varauksen eli kun varauksen nollapiste on saavutettu, titraus lopetetaan. Titrantin kulutus mitataan ja sen mukaan voidaan näytteen varaus laskea. (Mutek Analytic 2000, 5 - 7)

Jos tarkkaa kiintoainepitoisuutta ei tiedetä, varaustiheys lasketaan yksikössä ekvivalenttia kohden. Varaustiheys lasketaan tässä tapauksessa seuraavan yhtälön mukaisesti

$$q = VN / V_n \quad (2)$$

jossa  $q$  on varaustiheys [ekv\*dm<sup>-3</sup>]

$V$  on titrantin kulutus [dm<sup>3</sup>]

$N$  on titrantin normaalisuus [ekv\*dm<sup>-3</sup>]

$V_n$  on näytetilavuus [dm<sup>3</sup>]

Kun näytteitä on useita samanlaisia, varausta  $q$  ei tarvitse tällöin laskea. Näin oletetaan, että näytteet on titrattu samanlaisissa olosuhteissa ja että näytetilavuus ja normaalisuus on vakioita. Titrantin kulutus on suoraan verrannollinen varaustilaan, näin ollen voidaan näytteitä vertailla titrantin kulutuksen perusteella. Tällöin puhutaan anionin tai kationin kulutuksesta. (Mütek Analytic 2000, 5 – 7)

## 7.2 Sameuden mittaus

Sameus mitattiin Lappeenrannan Teknillisen Yliopiston Hach 2100 AN IS-laitteella. ISO 7027/EN27027 ovat standardeja, joihin vedenkäsittelyn sameusmittaukset perustuvat. Standardit mahdollistava erityyppisten laitteiden tulosten vertailun.

### Sameusmittari

Kuvassa 7 oleva Hach 2100 AN IS-laitteessa valonlähteenä on IR-led, jonka aallonpituus on 860 nm. Mittaus tapahtuu ISO standardin mukaisesti 90 °:n kulmassa.

2100 AN-laitteessa valonlähteenä on halogeenilamppu, ja mittaus tapahtuu EPA method 180.1 mukaisesti.

Laitteissa on 4 detektoria, jotka mahdollistavat täydellisen värikompensoinnin suhdesameusmittausta käyttäen. (Hyxo Oy)



Kuva 7 Hach 2100 AN IS-laite

## 8 KOEJÄRJESTELYT

Kokeellisessa osassa tehtiin laboratoriolosuhteissa toteutettu laskeutumiskoe. Kokeessa täytettiin mittalasit NK:n sekä SKOY:n jätevesillä, ja jokaisen koepisteen suhteet olivat laskettu erilaisten virtausten mukaan.

Laskeutuskokeet suoritettiin Saimia amk:n laboratoriossa Imatralla. Koelämpötilat olivat huonelämpötilassa että kylmiössä noin 4 asteessa. Havaintotiheys oli 0, 1, 3, 7, 14 päivän välein, tuloksia havainnoitiin silmin sekä valokuvaamalla, ja koepisteistä mitattiin alkupisteen kiintoainepitoisuudet, sameudet sekä varaustilat ja lopusta vapaa dispergointiainepitoisuus.

Koepisteitä oli kymmenen (10), joista yksi koepiste oli niin sanottu referenssikoe KR-97 rikastamon jätevedellä. Yhdeksän (9) muuta pistettä edustivat SKOY:n jäteveden suhdetta Nordkalki:n rikastamoiden jäteveteen. Kokeet vastasivat todellisuutta, kiintoainepitoisuudet ja virtaukset olivat suhteessa laskeutusaltailta tapahtuvaan tilanteeseen. Kaikki kokeet tehtiin rinnakkaisina, toiset laskeutuskokeina ja toisista otettiin näytteet tutkimuksia varten.

Suomen Karbonaatin jätevesien pohjana laskeutuskokeissa käytettiin HC-90 ja CC-75 tuotteita, nämä ”jätevedet” laimennettiin sopiviin kiintoainepitoisuuksiin lamellan ylitevedellä.

### 8.1 Näytteiden käsittely

Koepisteiden näytteet otettiin silloin, kuin tiedettiin, että molempien tehtaiden tilanne oli niin sanotusti normaali. Kun näytteet oli otettu näistä, analysoitiin kiintoainepitoisuus ja sameus Saimaan vesi- ja ympäristötutkimus Oy:ssä. Prosessista otettujen näytteiden kiintoainepitoisuudet olivat niin suuria, ettei niistä voitu analysoida virtauspotentiaalia.



## 8.2 Näytteistä tehtävät analyysit

Näytteistä mitattiin Saimaan vesiensuojeluyhdistyksessä sameus ja kiintoainepitoisuus, jotta varmistuttaisiin, että laskeutuskokeissa liikuttiin oikeissa kiintoainepitoisuuksissa.

## 8.3 Koepisteet

Koepisteet valikoituivat normaalien prosessiolosuhteiden kuin niin sanottujen epänormaalien tilanteiden mukaan. Epänormaaleilla tilanteilla tarkoitetaan esimerkiksi lamellaselkeyttimen pesua. Silloin jäteveden määrä poikkeaa normaalista jätevesialtaille menevästä virrasta huomattavasti.

Jäteveden määrä Suomen Karbonaatilta Nordkalkin jätevesialtaille on 0-60 m<sup>3</sup>/h.

Taulukko 1 Kylmiön koepisteet

KP	Lämpöt.	NK-vesi	SKOY-vesi	SKOY-vesi	Tiheys	Tiheys
		KR-97	HC-90	CC-75	SKOY	NK
Nro.	°C	ml	ml	ml	g/l	g/l
11	4	1000	-	-	-	1032 g/l
12	4	985	15	-	1011 g/l	1032 g/l
13	4	915	85	-	1011 g/l	1032 g/l
14	4	700	300	-	1011 g/l	1032 g/l
15	4	500	500	-	1011 g/l	1032 g/l
16	4	960	40	-	1011 g/l	1032 g/l
17	4	700	300	-	1610 g/l	1032 g/l
18	4	940	60	-	1610 g/l	1032 g/l
19	4	940	30	30	1520 g/l	1032 g/l
20	4	950	-	50	1430 g/l	1032 g/l

Taulukoista 1 ja 2 näkyvät koepisteiden numerot, lämpötilat, jätevesien määrät sekä jätevesien sisältämät kiintoainepitoisuudet. Suhteet on laskettu

jätevesialtaille menevien määrien mukaan. Suomen Karbonaatin jätevedet ovat laimennettuja HC-90- ja CC-75- vesiä, joiden tiheys vaihtelee 1011-1610 g/l:ssa.

Taulukko 2 Huoneenlämpötilan koepisteet

KP	Lämpöt.	NK-vesi	SKOY-vesi	SKOY-vesi	Tiheys	Tiheys
		KR-97	HC-90	CC-75	SKOY	NK
Nro.	°C	ml	ml	ml	g/l	g/l
1	22	1000	-	-	-	1032 g/l
2	22	985	15	-	1011 g/l	1032 g/l
3	22	915	85	-	1011 g/l	1032 g/l
4	22	700	300	-	1011 g/l	1032 g/l
5	22	500	500	-	1011 g/l	1032 g/l
6	22	960	40	-	1011 g/l	1032 g/l
7	22	700	300	-	1610 g/l	1032 g/l
8	22	940	60	-	1610 g/l	1032 g/l
9	22	940	30	30	1520 g/l	1032 g/l
10	22	950	-	50	1430 g/l	1032 g/l

Koepiste 1 ja 11 on niin sanottu referenssipiste. Tässä koepisteessä laskeutettiin vain Nordkalkin rikastamoiden jätevettä, tällä koepisteellä saatiin hyvä vertauskohde, johon verrattiin muita koepisteitä.

Koepisteissä 2 ja 12 vallitsee normaalitilanne molemmilla tehtailta. Suomen Karbonaatilla jäteveden virtaama altaille on 15 m<sup>3</sup>/h ja Nordkalkilla on toiminnassa kaikki rikastamot, jolloin jäteveden virtaama altaille on noin 1000 m<sup>3</sup>/h. Suomen karbonaatin jäteveden tiheys on 1032 g/l.

Koepisteissä 3 ja 13 Suomen Karbonaatin jäteveden virtaama on sama kuin koepisteissä 2 ja 12. Nordkalkin jäteveden määrä on noin 200 m<sup>3</sup>/h. Suomen karbonaatin jäteveden tiheys on 1032 g/l.

Koepisteissä 4 ja 14 Suomen Karbonaatin jäteveden virtaama on suurin, mitä jätevesialtaille voi Skoylta mennä, 60 m<sup>3</sup>/h. Nordkalkin jäteveden määrä on 200 m<sup>3</sup>/h. Suomen karbonaatin jäteveden tiheys on 1032 g/l.

Koepisteissä 5 ja 15 Suomen Karbonaatin jäteveden määrä altaille on 100 m<sup>3</sup>/h, tämä koepiste otettiin mukaan, jotta nähtäisiin olisiko jäteveden ylimäärällä minkälaiset vaikutukset jätevesien laskeutumiseen. Nordkalkin jäteveden määrä on 200 m<sup>3</sup>/h. Suomen karbonaatin jäteveden tiheys on 1032 g/l.

Koepisteissä 6 ja 16 Suomen Karbonaatin jäteveden määrä altaille on 40 m<sup>3</sup>/h, Nordkalkilla on toiminnassa kaikki rikastamot, jolloin jäteveden virtaama altaille on noin 1000 m<sup>3</sup>/h.

Koepisteissä 7, 17, 8 ja 18 jäteveden suhteet ovat samat kuin koepisteissä 4, 14, 6 ja 16 Ainoastaan HC-90-kiintoainepitoisuus on nostettu tasolle 1610 g/l. Näin korkeat kiintoainepitoisuudet voivat johtua esimerkiksi lamellan pesusta. Näin korkeat kiintoainepitoisuudet jätevesialtaille ovat harvinaisia.

Koepisteet 9, 19, 10 ja 20 poikkeavat muista koepisteistä sisällöltään. Koepisteissä 9 ja 19 on sekoitettu CC-75 ja HC-90, koepisteissä 10 ja 20 on käytetty pelkästään CC-75:tä.

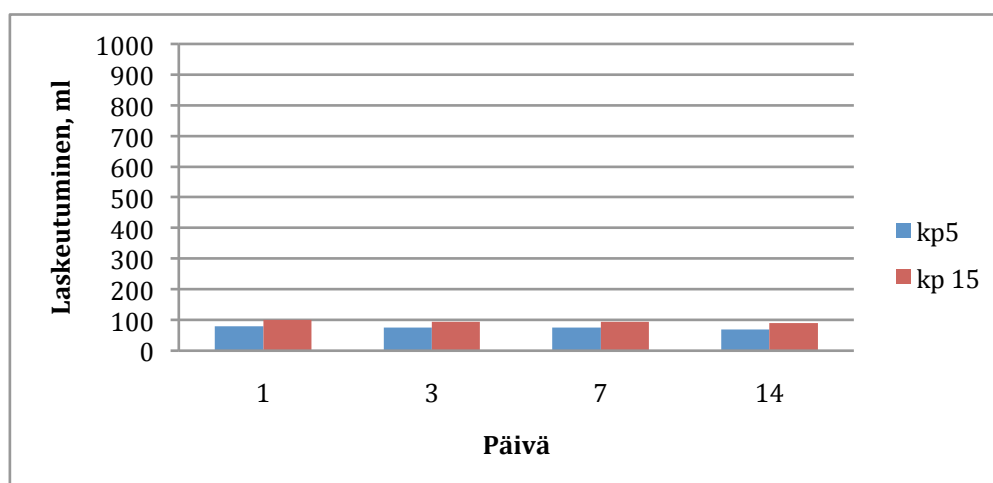
## 9 MITTAUSTULOKSET

Mittaustulokset ja näiden tulkinta on tärkein ja haastavin osa tutkimusta. Mittaustuloksista täytyisi näkyä tarvittavat tiedot, niin että nämä olisi helposti tulkittavissa. Mittaustuloksissa on keskitytty lähinnä poikkeaviin tuloksiin, tämän takia seuraavat luvut käsittelevät suurimmassa osin koepisteitä 5, 7, 15 ja 17, koska nämä koepisteet ovat tärkeimpiä jätevesien yhdistämisen kannalta.

### 9.1 Jätevesien laskeutuminen

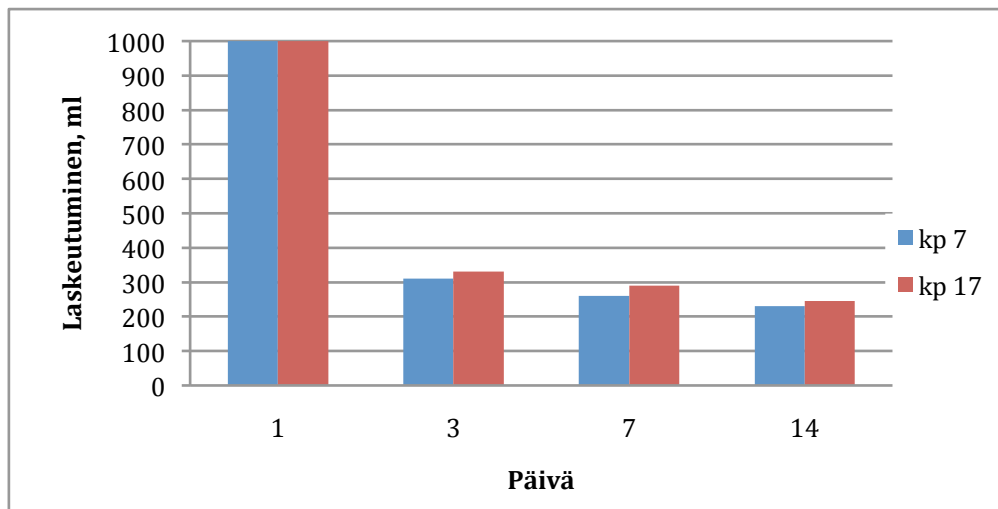
Kokeen kannalta yksi tärkein osio oli, kuinka jätevedet laskeutuivat yhdessä. Seuraavassa on esitetty kuvin 8 – 20 kaikki koepisteet huoneenlämpötilassa alkutilanteesta alkaen. Kylmiössä otetut laskeutuskokeiden kuvat löytyvät liitteistä, koska kylmiössä otetuilla kuvilla ei ollut suurta poikkeavuutta huoneenlämmössä otettuihin valokuviiin.

Kuvioissa 5 ja 6 on koepisteet 5, 7, 15 ja 17. Nämä koepisteet osoittautuivat hyvin erilaisiksi muista koepisteistä, johtuen korkeasta kiintoainepitoisuudesta ja jätevesien suhteista. Näissä koepisteissä Suomen Karbonaatin jäteveden määrä oli suurempi verrattuna muihin koepisteisiin.



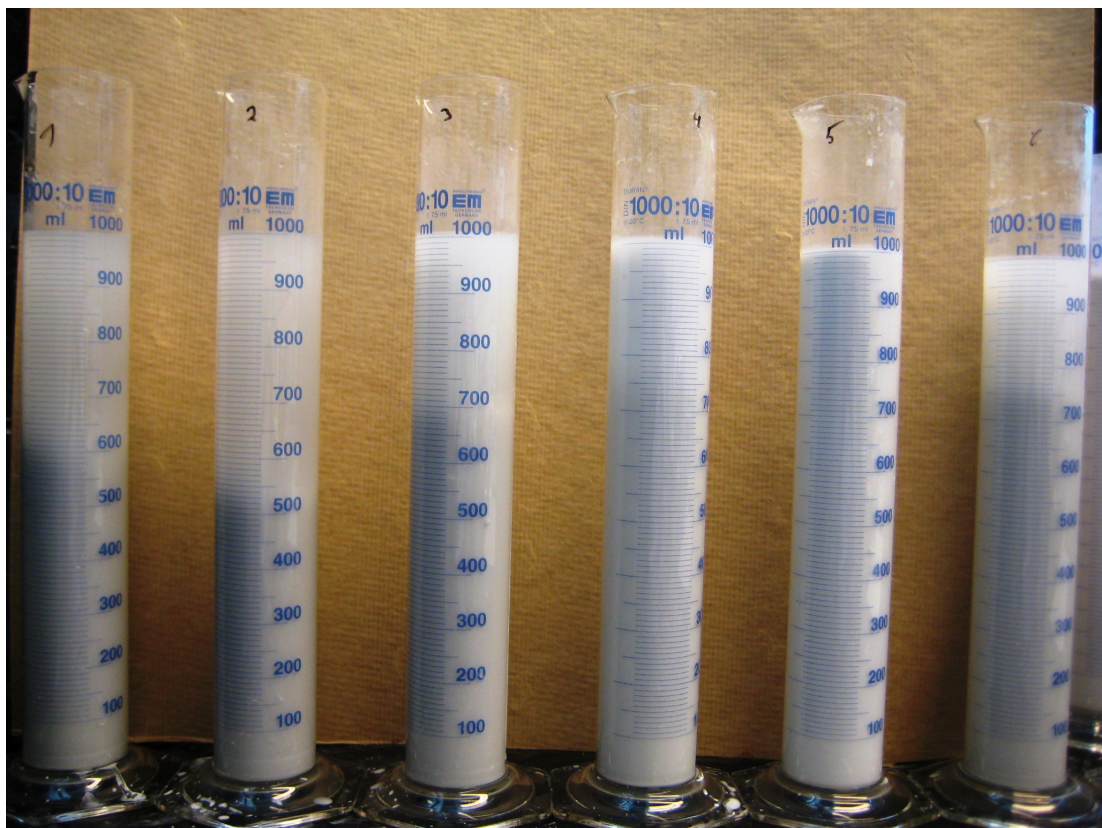
Kuvio 5 Jätevesien laskeutuminen koepisteissä 5 ja 15

Kuviosta 5 saadaan selville päivien 1, 3, 7 ja 14 välillä tapahtuvat jäteveden laskeutumisen muutokset ja lietepatjan korkeudet.



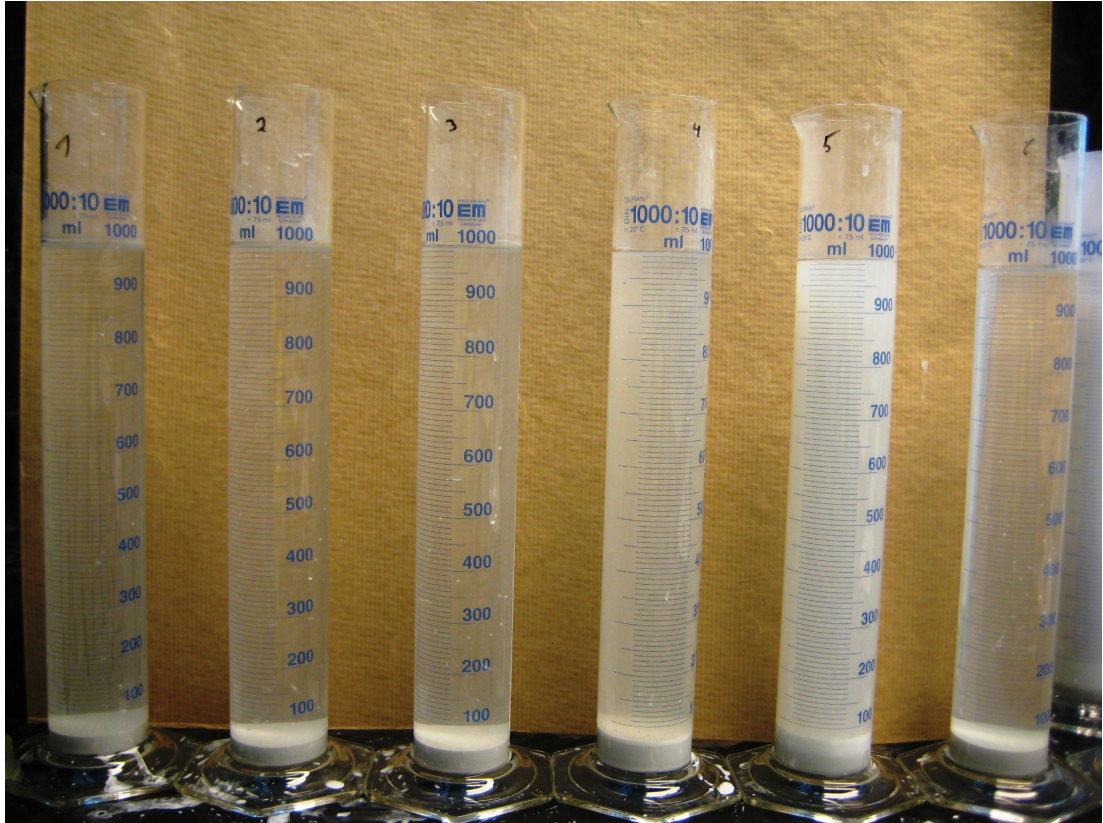
Kuvio 6 Jätevesien laskeutuminen koepisteissä 7 ja 17

Kuviosta 6 saadaan selville päivien 1, 3, 7 ja 14 välillä tapahtuvat jäteveden laskeutumisen muutokset ja lietepatjan korkeudet.



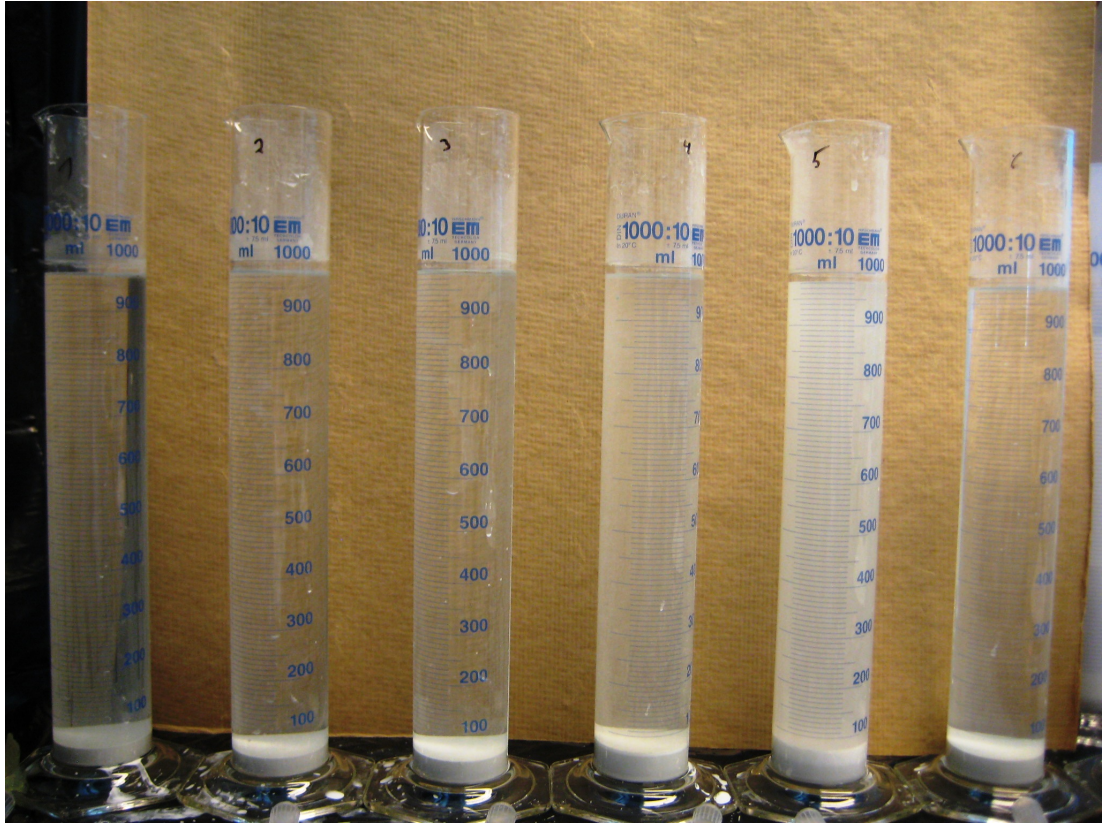
Kuva 8 Koepisteiden 1 - 6 laskeutumiskokeen alkutilanne

Kuvasta 8 nähdään, että jätevedet ovat hyvin sekaisin keskenään, mutta osassa jätevesiä laskeutumista voi jo havaita katsomalla mittalasin yläosaan, joka näyttää hieman vaaleammalta kuin mittalasin alaosa.



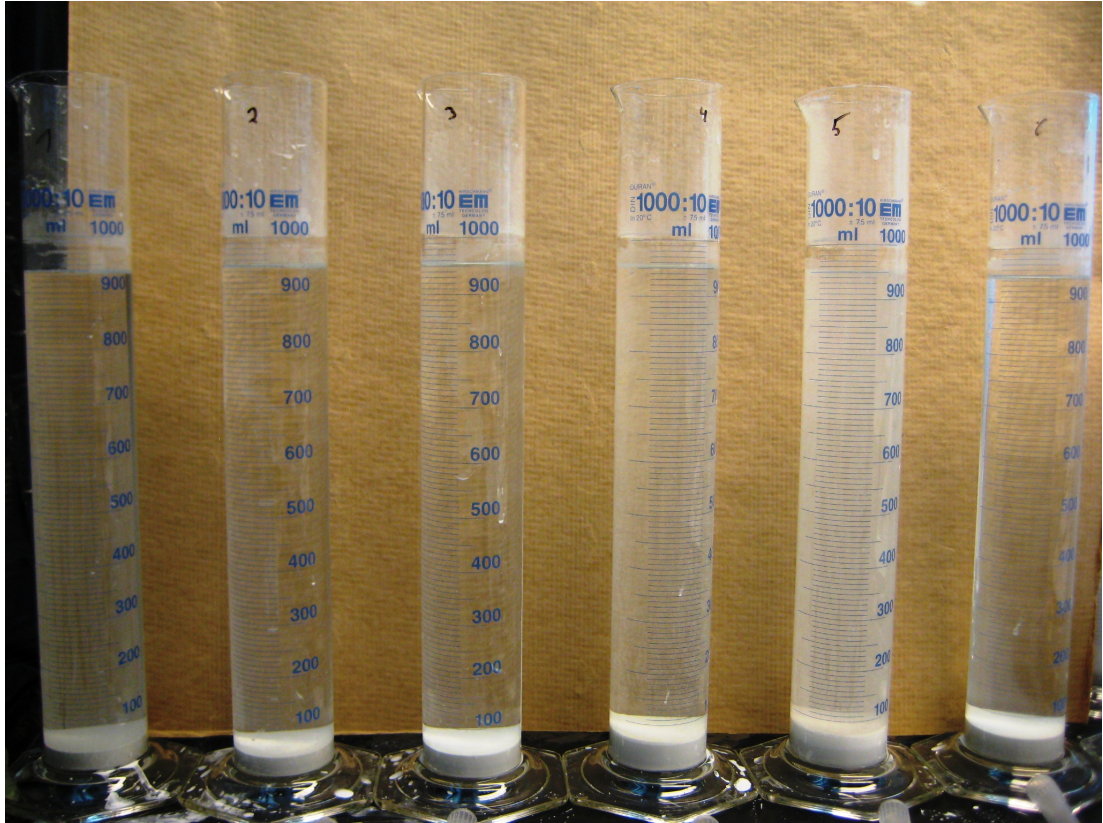
Kuva 9 Koepisteiden 1-6 laskeutumiskokeen 1. päivä

Kuvassa 9 koepisteet 1 - 6 ovat selkeytyneet selvästi, ainoastaan koepiste 5 (kuvassa toinen oikealta), jossa on selvästi suurempi määrä Suomen Karbonaatin jätevettä, on samea.



Kuva 10 Koepisteiden 1 - 6 laskeutumiskokeen 3. päivä

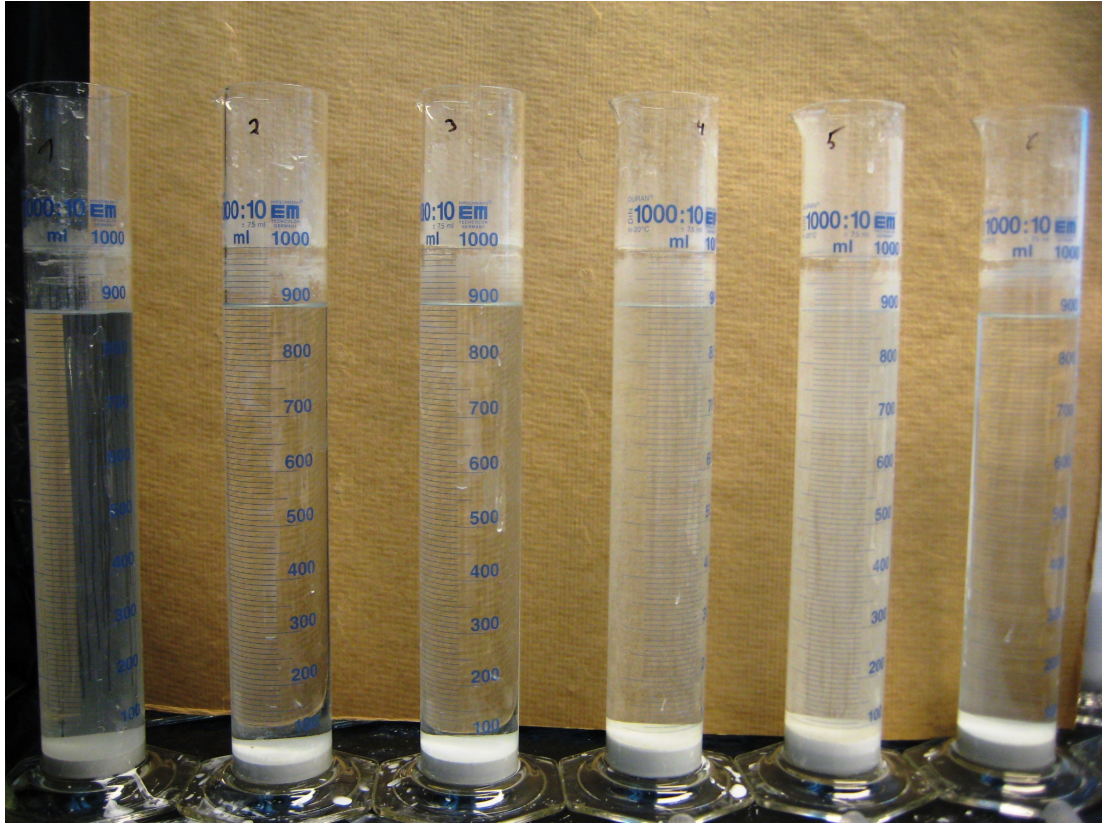
Kuvassa 10 ei silmin havainnoimalla ole tapahtunut suurta eroa ensimmäiseen päivään verrattuna.



Kuva 11 Koepisteiden 1 - 6 laskeutumiskokeen 7. päivä

Edelleen silmin havainnoiden kuvassa 11 ei näy muutoksia, ainoastaan vesien pinta on lähtenyt laskuun veden haihtumisen vuoksi.





Kuva 12 Koepisteiden 1 - 6 laskeutumiskokeen 14. päivä

Kuvassa 12 ei edelleen ole tapahtunut muutoksia, vaan veden sameudet ovat silmin havainnoiden samanlaiset kuin kuvassa 10.



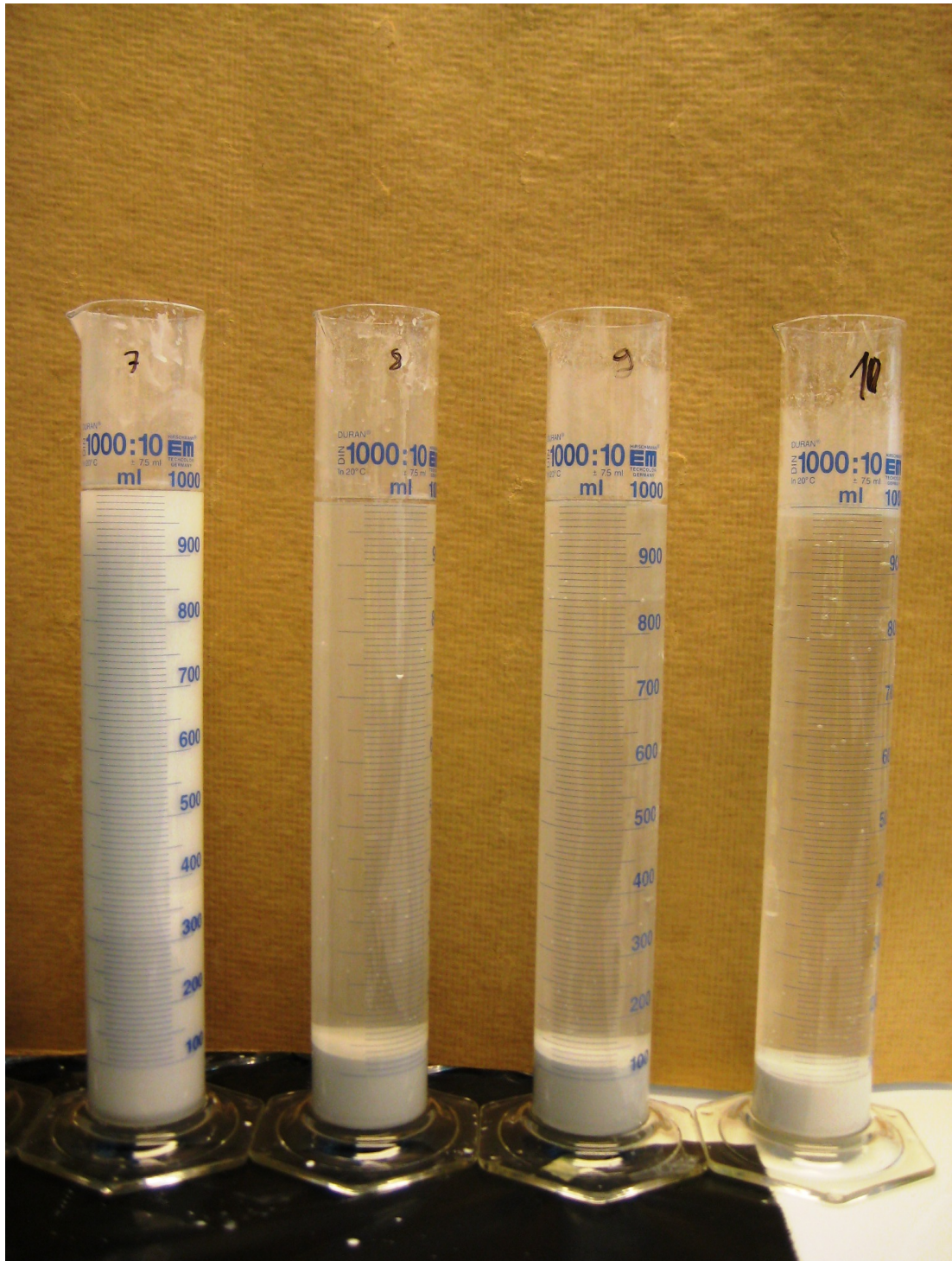
Kuva 13 Koepisteen 5 kerrostuminen

Kuvassa 13 nähdään selvä jätevesien kerrostuminen. Pohjalla näkyvä harmaampi kerros on Nordkalkin jätevettä. Nordkalkin jätevesi on raekooltaan suurempaa kuin Suomen Karbonaatin jätevesi, joten tämä laskeutui pohjalle nopeammin. Vaaleampi pintakerros on Suomen Karbonaatin jätevettä, joka on raekooltaan huomattavasti pienempää, jolloin laskeutuminen tapahtui hitaammin kuin Nordkalkin jätevedellä.



Kuva 14 Koepisteiden 7 - 10 huoneenlämmössä sekoituksen jälkeen

Kuvassa 14 olevat koepisteet 7 - 10 ovat paljon vaaleampia ja sisältävät enemmän kiintoainetta kuin koepisteet 1 - 6.



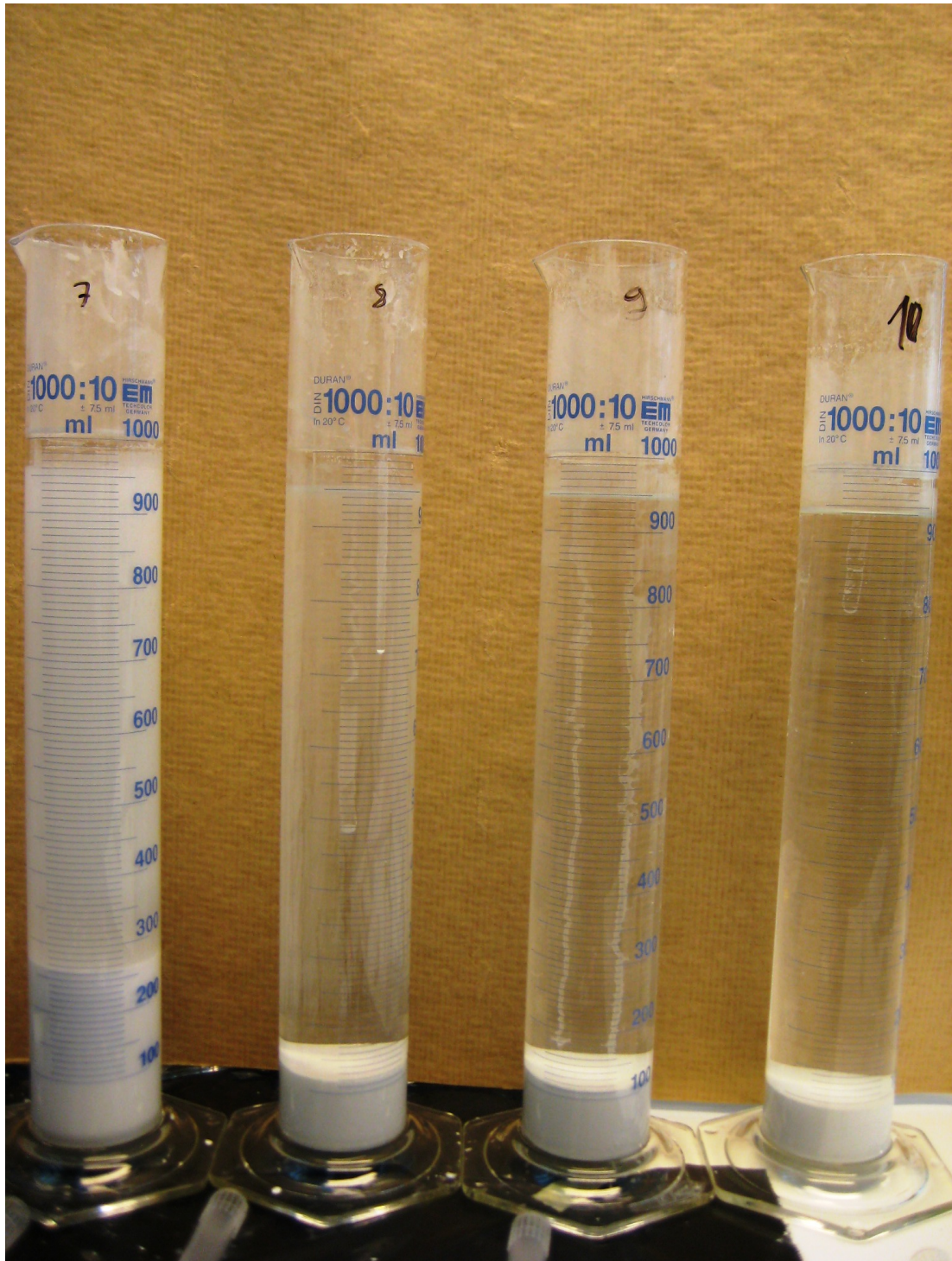
Kuva 15 Ensimmäisen päivän koepisteet 7 - 10

Kuvassa 15 nähdään, kuinka hyvin koepisteet 8 - 10 ovat laskeutuneet heti ensimmäisenä päivänä, vaikka kiintoainepitoisuudet ja Suomen Karbonaatin jäteveden määrä olivat suurempia verrattuna koepisteisiin 2 - 6. Koepiste 7 laskeutui hitaasti korkean kiintoainepitoisuuden vuoksi. Jätevesien suhde koepisteessä 7 oli 2:1.



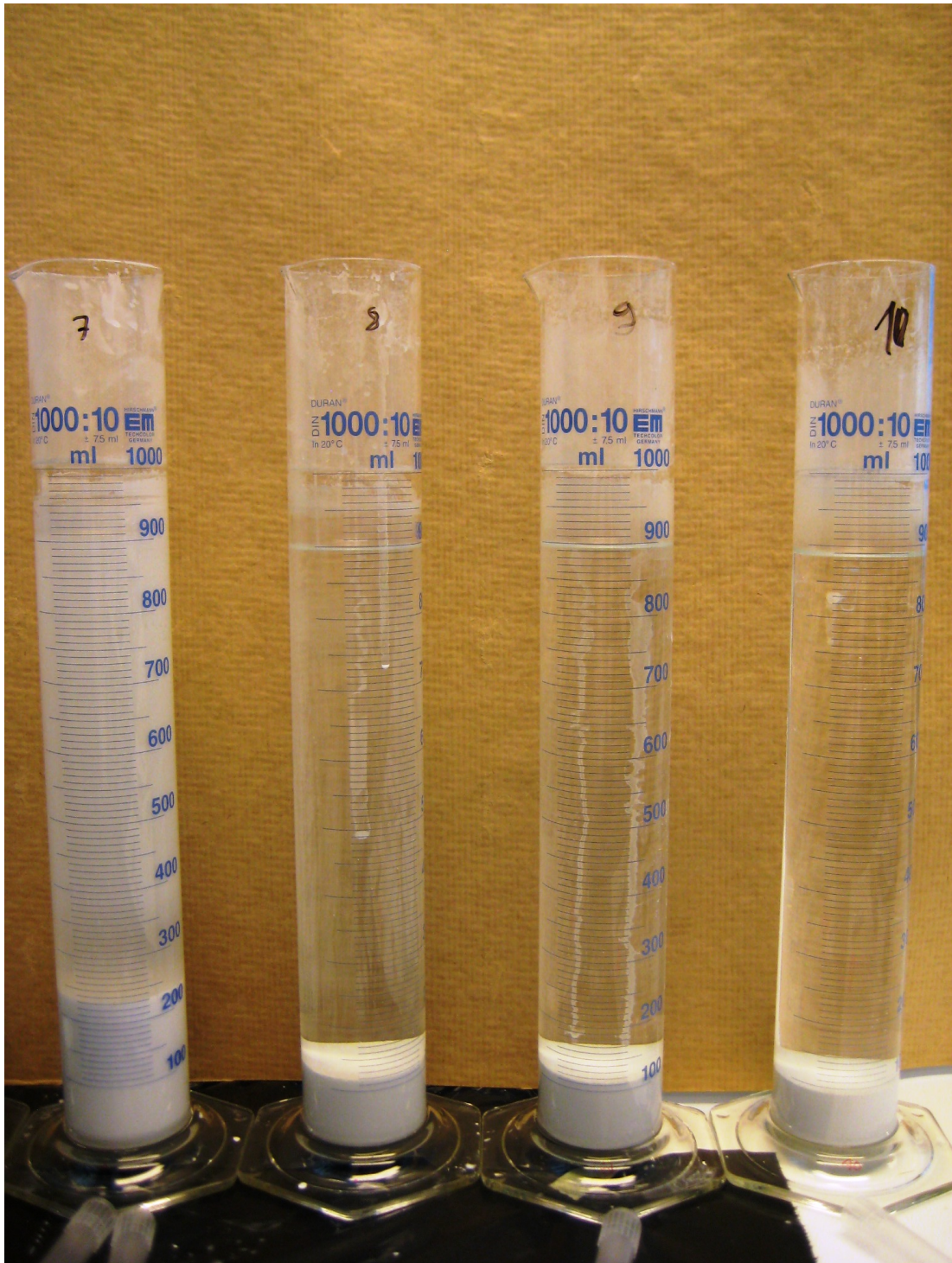
Kuva 16 Koepisteiden 7-10 laskeutumiskokeen kolmas päivä

Koepisteet 8 - 10 ovat silmin havainnoiden täysin kirkkaita, koepiste 7 on alkanut selkeytymään ja pohjalla on havaittavissa jo selkeä lietepatja, mittalasin mitta-asteikolla mitattuna lietepatjan paksuus on 310 ml.



Kuva 17 Koepisteiden 7 - 10 laskeutumiskokeen 7. päivänä

Kuvassa 17 ei ole tapahtunut muutoksia koepisteissä 8 - 10, koepiste 7 on selkeytynyt silmin havainnoiden verrattuna päivään 3, lieteputja on alkanut tiivistymään, kuvassa lieteputja on mitta-asteikolla tasolla 260 ml.



Kuva 18 Koepisteiden 7 - 10 laskeutumiskokeen 14. päivänä

Kuvassa 18 koepiste 7 on selkeytynyt mutta muutos 7. päivään ei ole suuri. Lietepatja on koepisteessä 7 tiivistynyt mitta-asteikolla tasolle 230 ml.



Kuva 19 Lietepatja koepisteessä 7

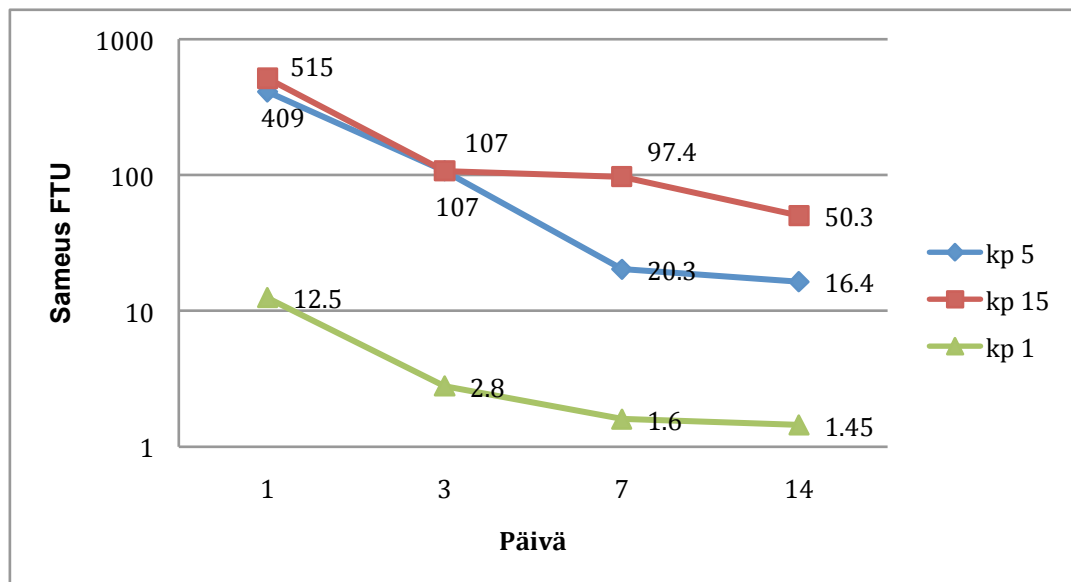
Kuvan 19 lietepatja on koepisteestä 7, tässä kuvassa on nähtävissä samanlainen kerrostuminen kuin kuvassa 13. Tästä kuvasta on helppo tulkita Suomen Karbonaatin jäteveden määrä ja kiintoainepitoisuus suhteessa Nordkalkin jäteveden määrään.



## 9.2 Sameus

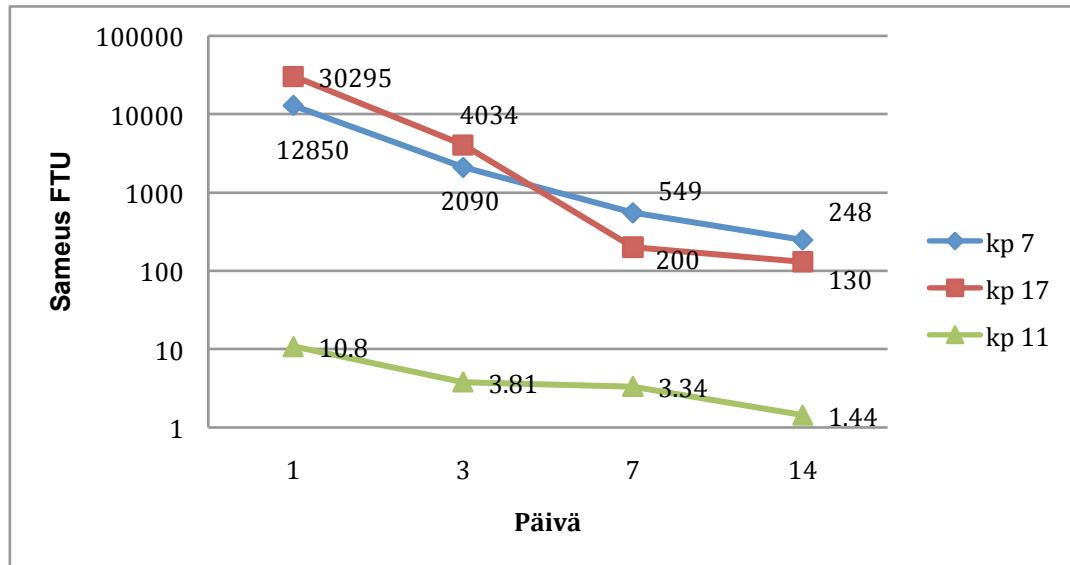
Sameus oli laskeutuskokeiden tärkein mittaustulos. Sameudella pystytään arvioimaan karkeasti paljonko vesi voisi sisältää kiintoainetta. Nordkalkin altailta otettava prosessiveden suurin sameudenarvo oli 120 FTU katsottaessa sivun 15, kuvion 1 päivämäärää 23.2.2010.

Laskeutuskokeissa koepisteessä 7 ja 17 jäätin hieman korkeampiin sameuden arvoihin (kuvio 8). Koepisteessä 7 loppusameus oli 248 FTU ja koepisteessä 17 130 FTU.



Kuvio 7 Koepisteet 5 ja 15 vertailtuna referenssiarvoon (koepiste 1)

Sameudenarvot laskivat tasaisesti, mitä pidemmälle kokeissa edettiin. Koepisteet 5 ja 15 laskeutuivat kolmen päivän ajan samoissa arvoissa, mutta kokeen lopputuloksissa kylmiössä olleella laskeutuskokeella sameusarvot olivat suuremmat kuin huoneenlämmössä.

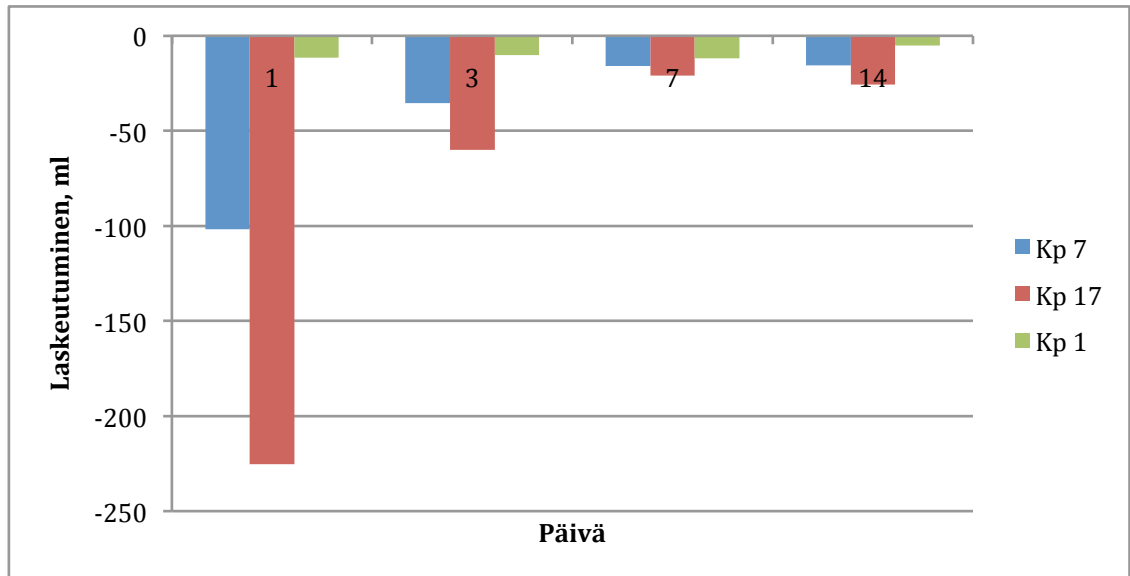


Kuvio 8 Koepisteet 7 ja 17 vertailtuna referenssiarvoon koepisteessä 11

Koepisteet 7 ja 17 sisälsivät paljon enemmän kiintoainetta kuin muut pisteet. Tämän takia sameuden loppuarvot olivat korkeampia kuin muiden koepisteiden. Koepisteen 7 (huoneenlämpö) sameudet olivat kokeen kolme ensimmäistä päivää lähes puolet pienempiä kuin koepisteen 17 (kylmiö), seitsemännen (7) päivän jälkeen sameuksissa tapahtui päinvastainen käänne. Loppusameuksissa ero oli lähes 120 FTU:ta koepisteen 7 ja 17 välillä.

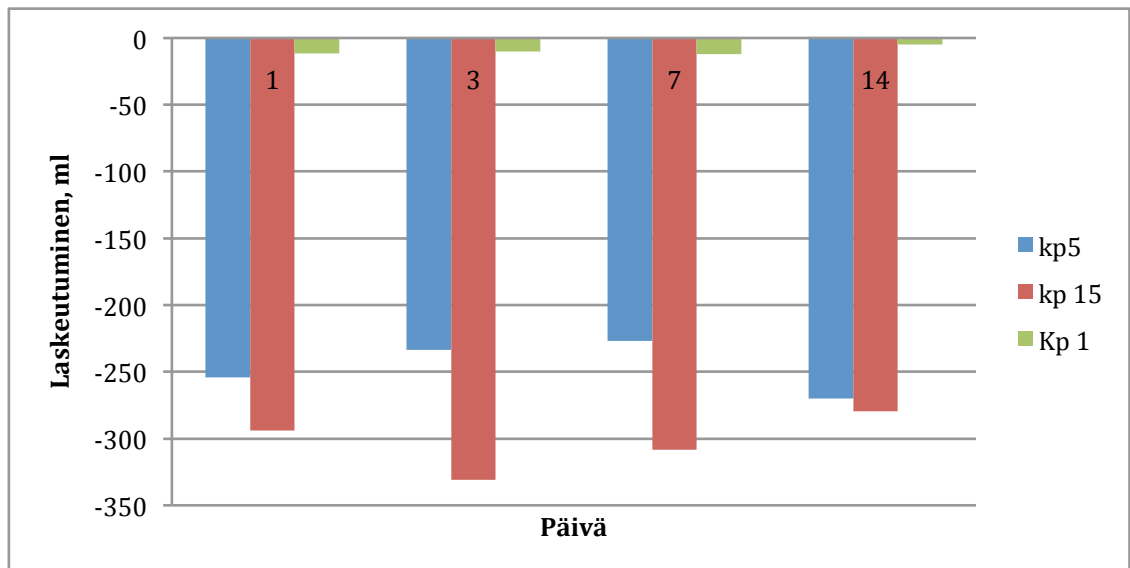
### 9.3 Varaustiheys

Varaustiheyden mittaamiselle tutkittiin koepisteiden sähköisiä pintavarauksia. Liitteen 1 taulukoissa 10 ja 11 on kaikkien koepisteiden varaustiheydet. Taulukoista voidaan nähdä että pisteet 4, 5, 7, 14, 15, ja 17 poikkeavat suuresti varaustiheyksiltään koepisteiden muista arvoista, jotka ovat hyvin lähellä referenssiarvoja. Edellä mainituissa pisteissä käytettiin laimennusvetenä Suomen Karbonaatin prosessin lamellan ylitevettä. Tämä vesi sisältää runsaasti negatiivisesti varaustiheydeltään olevaa vettä, joka nostaa koepisteiden 4, 5, 7, 14, 15 ja 17 varaustiheyksiä.



Kuvio 9 Varaustila koepisteissä 1, 7 ja 17

Varaustiheys koepisteissä 7 ja 17 nousi lähemmäksi nollaa, mitä pidemmälle laskeutuskokeissa edettiin, tämä kertoo varaustilojen tasaantumisesta näytteissä.

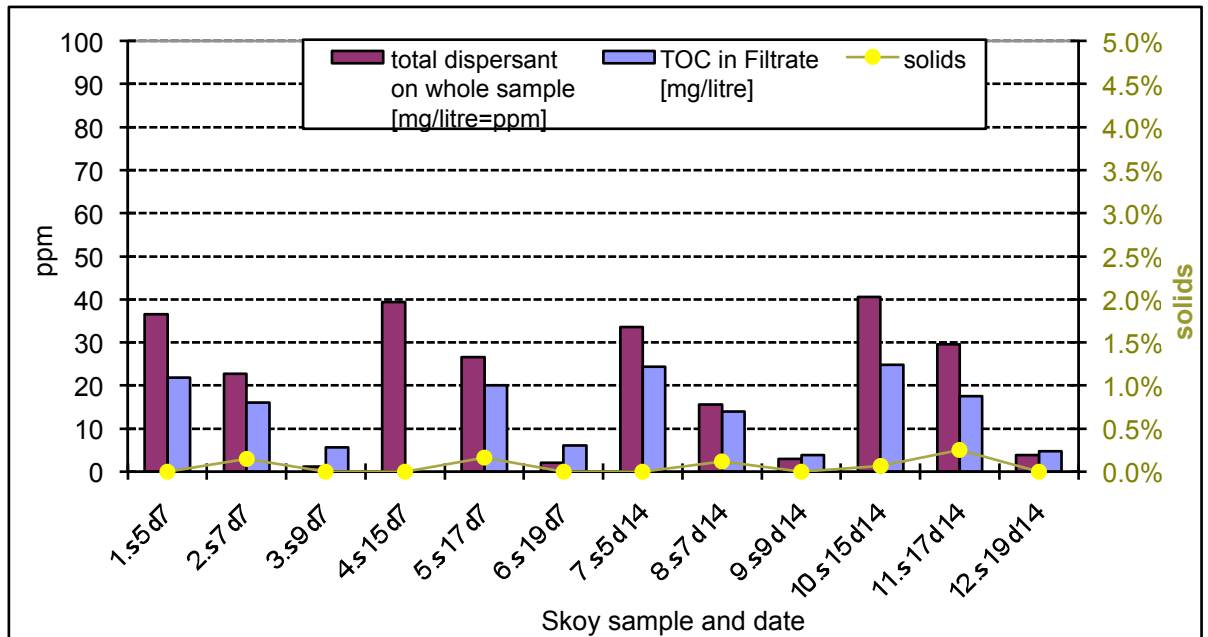


Kuvio 10 Varaustila koepisteissä 1, 5 ja 15

Varaustiheys on korkeampi koepisteissä 5 ja 15 johtuen lamellaselkeyttimen yliteveden negatiivisuudesta sekä siitä, että näytteissä on suuri määrä Suomen Karbonaatin jätevetä suhteessa Nordkalkin jäteveeseen.

## 9.4 Dispergointiainepitoisuus

Näytteitä tutkittiin yhteensä 12 kappaletta laskeutuskokeen päiviltä 7 ja 14. Näytteistä tutkittiin koepisteet 5, 7, 9, 15, 17 ja 19. Kuviosta 11 näkyy dispergointiainepitoisuudet, kiintoainepitoisuudet sekä TOC orgaaninen kokonaishiili.



Kuvio 11 Dispergointiainepitoisuus

Kuviosta 11 voidaan päätellä, että näytteissä 5, 7, 15 ja 17 on jäännös dispergointiainetta vielä laskeutuskokeen viimeisenä päivänäkin (päivä 14). Tuloksellisesti tämä on hyvin merkittävää, sillä jos prosessivedet sisältävät vielä laskeutuksen jälkeen dispergointiainetta, on tällä vaikutusta koko Nordkalkin vaahdotusprosessiin. Toisaalta dispergointiainemäärät ovat hyvin pieniä verrattuna Nordkalkin ottaman prosessiveden määrään. Koepisteen 15 kokonaisdispergointiainepitoisuus lopussa on laskeutuskokeiden suurin 40 mg/l:ssa.

## 10 YHTEENVETO

Laskeutuskokeet olivat tärkeä osa tutkimusta, näillä kokeilla saatiin lisätietoa jätevesien laskeutumisesta yhdessä. Saatiin uusia mittaustuloksia, mitä ei aiemmin ollut tutkittu ja havainnoitu. Työ oli itsessään haastava, lähdemateriaalia oli käytössä hyvin vähän, vähissä oli myös vastaanvanlaiset tutkimustulokset. Työ oli itsessään erittäin mielenkiintoinen ja paikoin erittäin haastava. Toivottavasti opinnäytetyö antaa suuntaa, kun mietitään todellisuudessa jätevesien yhdistämistä. Monta kysymystä ja vastausta jäi vielä kyseisessä tutkimuksessa auki, ja toivottavasti näihin löydetään vastaukset.

Lämpötilaerot ja eri vuodenaajat ovat iso ongelma laskeutuslaitailla. Kesällä jätevesillä on tilaa laskeutua, kun oikovirtauksia ei pääse syntyään. Talvet tulevat taas olemaan hankalia laskeutumisen kannalta, tällöin laskeutuslaitaiden pinta-alaa ei pystytä täysin käyttämään hyväksi johtuen jääpeitteestä ja tästä johtuvista oikovirtauksista.

Jäännösdispergointiaine tulee vaikeuttamaan Nordkalk Oy:n prosessia, mutta mitkä ovat ne pitoisuusmäärät, jotka vaikuttavat merkittävästi Nordkalk Oy:n vaahdotusprosessiin. Mielestäni Suomen Karbonaatti Oy:n jätevesien määrät verrattuna Nordkalk Oy:n jätevesiin ovat erittäin pieniä, joten todennäköisesti pienillä 40 mg/l dispergointiainepitoisuuksilla ei ole vaikutusta.

Raja-arvot, joilla Suomen Karbonaatin jätevedet olisi turvallista ohjata Nordkalk Oy:n laskeutuslaitailla, pitäisi määrittää. Ongelmatilanteisiin Suomen Karbonaatilla pitäisi varautua ajamalla suurissa kiintoainepitoisuuksissa olevat jätevedet puskurisäiliöön, josta jätevedet ohjattaisiin hiljalleen Nordkalk Oy:n laskeutuslaitailla. Näin pystyttäisiin pitämään ominaisuuksiltaan tasainen jätevesivirta laskeutuslaitailla.

## KUVAT

- Kuva 1. Kuva Ihalaisen teollisuusalueesta, s. 7
- Kuva 2. Rikastusaltaat ja jäteveden virtaussuunnat, s. 13
- Kuva 3. Mütek PCD-T3 -titrausyksikkö ja Mütek PCD-03 –analysointilaitteisto, s. 23
- Kuva 4. Varaustilan mittaus, s. 25
- Kuva 5. Hach 2100 AN IS-laite, s. 27
- Kuva 6. Koepisteet 1-6 laskeutumiskokeen alkutilanne, s. 34
- Kuva 7. Koepisteet 1-6 laskeutumiskokeen 1. Päivä, s. 35
- Kuva 8. Koepisteet 1-6 laskeutumiskokeen 3. Päivä, s. 36
- Kuva 9. Koepisteet 1-6 laskeutumiskokeen 7. Päivä, s. 37
- Kuva 10. Koepisteet 1-6 laskeutumiskokeen 14. Päivä, s. 38
- Kuva 11. Koepiste 5 kerrostuminen, s. 39
- Kuva 12. Koepisteet 7-10 huoneenlämmössä sekoituksen jälkeen, s. 40
- Kuva 13. Ensimmäinen päivä koepisteet 7-10, s. 41
- Kuva 14. Koepisteet 7-10 laskeutumiskokeen kolmas päivä, s. 42
- Kuva 15. Koepisteet 7-10 laskeutumiskokeen 7. Päivä, s. 43
- Kuva 16. Koepisteet 7-10 laskeutumiskokeen 14. Päivä, s. 44
- Kuva 17. Lietepatja koepisteessä 7, s. 45

## KUVIOT

- Kuvio 1. Nordkalkin prosessiin otettavan veden sameus, s. 15
- Kuvio 2. Nordkalkin prosessiin otettavan veden kiintoainepitoisuus, s. 15
- Kuvio 3. Suomen Karbonaatin Koirinojaan lasketun jäteveden sameus, s. 18
- Kuvio 4. Suomen Karbonaatin Koirinojaan lasketun jäteveden kiintoainepitoisuus, s. 18
- Kuvio 5. Jätevesien laskeutuminen koepisteissä 5 ja 15, s. 32
- Kuvio 6. Jätevesien laskeutuminen koepisteissä 7 ja 17, s. 33
- Kuvio 7. Koepisteet 5 ja 15 vertailtuna referenssiarvoon koepisteessä 1, s. 46
- Kuvio 8. Koepisteet 7 ja 17 vertailtuna referenssiarvoon koepisteessä 11, s. 47
- Kuvio 9. Varaustiheys koepisteissä 1, 7 ja 17, s. 48
- Kuvio 10. Varaustiheys koepisteissä 1, 5, ja 15, s. 48
- Kuvio 11. Vapaa dispergointiainepitoisuus, s. 49

## TAULUKOT

- Taulukko 1. Kylmiön koepisteet, s. 29
- Taulukko 2. Huoneenlämpötilankoepisteet, s. 30

## LÄHTEET

Hyxo Oy

<http://www.hyxo.fi/fi/tuotteet/g/laboratoriolaitteet/sameusmittarit/57/2100-an-is-ja-2100-an> (Luettu 1.6.2010)

Ihme R. 1994. Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. VTT julkaisuja 798. Espoo, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus. Väitöskirja, Oulun yliopisto.

Itä-Suomen ympäristölupavirasto päätös nro 110/09/2, Dnro ISY-2009-Y-111, Annettu julkipanon jälkeen 25.9.2009

Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölupapäätös Nro A1167, Dnro KAS-2004-Y-19-111, Annettu julkipanon jälkeen 7.12.2004  
[www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=27760](http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=27760) (Luettu 5.5.2010)

Kiuru, H.

Luentokalvo veden ominaisuudet, Veden fysikaaliset ominaisuudet ja sen fysikaalinen laatu sekä tärkeimmät fysikaaliset ilmiöt vedessä  
[www.water.tkk.fi/wr/kurssit/Yhd-12.1020/Luento7.pdf](http://www.water.tkk.fi/wr/kurssit/Yhd-12.1020/Luento7.pdf) (Luettu 24.4.2010)

Mütek Analytic 2000. Particle Charge Detector PCD 03 pH, Instruction Manual. Herrschring, Mütek Analytic GmbH.

Nordkalk OYJ AB

<http://www.nordkalk.com> (Luettu 25.2.2010)

Suomen Karbonaatti OYJ

<http://www.karbonaatti.com> (Luettu 25.2.2010)

## LIITE 1

1 (5)

	tilav. ulos tehtaalta	k-a ulos tehtaalta	t-%	k-a- %	tilav. SKOY:n altaat	tilav. NK:n altaille	k-a SKOY:n altaat	k-a NK:n altaille	(Skoy) Oja
vuosi	m <sup>3</sup> /v	dt/v	%	%	m <sup>3</sup> /v	m <sup>3</sup> /v	dt/v	dt/v	m <sup>3</sup> /v
			27,4	72,9					
2007	129539	834,4	%	%	35493,7	94045,3	608,3	226,1	-
			28,7	69,5					
2008	95638	771,6	%	%	27448,1	68189,9	536,3	235,3	-
			41,7	86,6					
2009	110526	2027,2	%	%	46089,3	64436,7	1755,6	271,6	881

Taulukko 3 Vuodet 2007-2009 tilavuus- ja kiintoainevirrat

kuukausi	tilav. ulos tehtaalta	k-a ulos tehtaalta	t-%	k-a- %	tilav. SKOY:n altaat	tilav. NK:n altaille	k-a SKOY:n altaat	k-a NK:n altaille	(Skoy) Oja
2009	m <sup>3</sup> /kk	dt/kk	%	%	m <sup>3</sup> /kk	m <sup>3</sup> /kk	dt/kk	dt/kk	m <sup>3</sup> /pva
			30,0	80,4					
Tammikuu	7966	50,5	%	%	2390	5576	40,6	9,8	69
			10,7	69,6					
Helmikuu	7287	42,5	%	%	667,7	6609	29,6	13	80
			32,7	87,9					
Maaliskuu	8034	125	%	%	2627	5407	109,9	15,1	30
			52,4	97,8					
Huhtikuu	8895	510	%	%	4661	4234	499,4	11	79
			34,9	61,8					
Toukokuu	9794	320	%	%	3411	6376	197,7	122	74
			39,2	91,7					
Heinäkuu	10689	332,4	%	%	4190	6499	304,9	27,5	119
			38,5	89,3					
Elokuu	12055	288,9	%	%	4641	7414	258,1	30,8	99
			26,2	79,2					
Syyskuu	9298	143	%	%	2436	7461	113,8	29	36
			45,3	90,9					
Lokakuu	9552	150,3	%	%	4327	5225	136,6	13,4	124
			57,5	94,0					
Marraskuu	7746	365,3	%	%	4454	3292	343,2	22,1	101
			69,2	95,9					
Joulukuu	9267	308	%	%	6413	2854	295,2	12,8	70

Taulukko 4 Vuoden 2009 kuukausi kohtaiset tilavuus- ja kiintoainevirrat keskiarvoina



## LIITE 1

## 2 (5)

päivä	tilav. ulos tehtaalta	k-a ulos tehtaalta	t-%	k-a- %	tilav. SKOY:n altaat	tilav. NK:n altaille	k-a SKOY:n altaat	k-a NK:n altaille	(Skoy) Oja
2009	m <sup>3</sup> /pva	dt/pva	%	%	m <sup>3</sup> /pva	m <sup>3</sup> /pva	dt/pva	dt/pva	m <sup>3</sup> /pva
Tammikuu	257,0	1,6	30,0	80,4	77,1	179,9	1,3	0,3	69
Helmikuu	260,3	1,5	10,7	69,6	23,8	236,0	1,1	0,5	80
Maaliskuu	259,2	4,0	32,7	87,9	84,7	174,4	3,5	0,5	30
Huhtikuu	296,5	17,0	52,4	97,8	155,4	141,1	16,6	0,4	79
Toukokuu	315,9	10,3	34,9	61,8	110,0	205,7	6,4	3,9	74
Heinäkuu	344,8	10,7	39,2	91,7	135,2	209,6	9,8	0,9	119
Elokuu	388,9	9,3	38,5	89,3	149,7	239,2	8,3	1,0	99
Syyskuu	309,9	4,8	26,2	79,2	81,2	248,7	3,8	1,0	36
Lokakuu	308,1	4,8	45,3	90,9	139,6	168,5	4,4	0,4	124
Marraskuu	258,2	12,2	57,5	94,0	148,5	109,7	11,4	0,7	101
Joulukuu	298,9	9,9	69,2	95,9	206,9	92,1	9,5	0,4	70

Taulukko 5 Vuoden 2009 päivä kohtaiset tilavuus- ja kiintoainevirrat keskiarvoina

kp	sameus, huoneenlämpö, FTU/NTU					
	pä					
	0	1	3	7	14	
1	21505	10,8	3,81	3,34	1,44	
2	22840	20,4	3,01	1,7	2,53	
3	43750	40,3	6,7	3,06	2,3	
4	34450	132	34,3	5,72	1,89	
5	39430	409	107	20,3	16,4	
6	36405	26,5	2,25	2,31	1,83	
7	77610	12850	2090	549	248	
8	66490	50,2	1,44	4,15	4,9	
9	66040	48,4	4,26	1,19	1,2	
10	64550	12,3	1,75	1,2	1,5	

Taulukko 6 Sameus, huoneenlämpö

	sameus, kylmiö, FTU/NTU					
	pä					
kp	0	1	3	7	14	
11	23040	12,5	2,8	1,6	1,45	
12	23650	40,7	11,7	2,75	2,4	
13	39750	50,4	11,7	4,35	4	
14	35100	196	50,8	27,6	13	
15	40355	515	107	97,4	50,3	
16	43270	38,1	12,3	7	2,6	
17	76520	30295	4034	200	130	
18	67510	121	15,8	5,37	3,85	
19	66520	97,7	14,9	3	3,7	
20	65600	10,1	6,87	5,84	6,3	

Taulukko 7 Sameus, kylmiö

Lietepatsaan korkeus mittalasissa	Laskeutuminen, huoneenlämpö, ml					
	pä					
kp	1	3	7	14		
1	35	35	35	35		
2	40	40	40	40		
3	45	45	45	45		
4	65	65	65	60		
5	80	75	75	70		
6	60	60	60	60		
7	1000	310	260	230		
8	120	120	120	110		
9	110	110	110	105		
10	90	90	90	85		

Taulukko 8 Laskeutuminen, huoneenlämpö

Lietepatsaan korkeus mittalasissa	Laskeutuminen, kylmiö, ml					
	pä					
kp	1	3	7	14		
11	40	40	40	40		
12	45	45	45	45		
13	70	70	70	70		
14	65	65	65	60		
15	100	95	95	90		
16	70	70	70	70		
17	1000	330	290	245		
18	120	120	100	100		
19	140	120	120	120		
20	130	130	120	120		

Taulukko 9 Laskeutuminen, kylmiö

	varaustiheys, huoneenlämpö, µeq/l					
	pä					
kp	0	1	3	7	14	
1 (ref)		-11,6	-10,2	-11,9	-5,1	
2		-7,1	-3,7	-3,8	-9,6	
3		-6,7	-5,8	-5,7	-4,7	
4		-110,5	-113,8	-120,1	-101,6	
5		-254,4	-233,4	-226,9	-269,8	
6		-10,5	-2,4	-11,6	-13,4	
7		-101,8	-35,4	-15,9	-15,7	
8		-6	-6,9	-4,1	-3,5	
9		-6,7	-8,8	-7,9	-6,3	
10		-7,4	-12,4	-8,8	-14,8	

Taulukko 10 Varaustiheys, huoneenlämpö, µeq/l

	Varaustiheys, kylmiö, µeq/l					
	pä					
kp	0	1	3	7	14	
11 (ref)		-6,3	-12,2	-4,8	-5,1	
12		-4,6	-2,7	-5,8	-4,3	
13		-5,2	-7,6	-3,8	-9,1	
14		-153,2	-161,5	-141,6	-161,5	
15		-294	-330,8	-308,3	-279,6	
16		-2,7	-10,7	-12,5	-4,8	
17		-225,3	-59,9	-21	-25,5	
18		-6,2	-5,2	-3,9	-4,1	
19		-6,9	-6,8	-6,3	-3,6	
20		-8,7	-11	-11	-9,8	

Taulukko 11 Varaustiheys, kylmiö, µeq/l



Kuva 20 Koepisteet 11-15 laskeutuskokeen alku



Kuva 21 Koepisteet 11-15 laskeutuskokeen 1.päivä



Kuva 22 Koepisteet 11-15 laskeutuskokeen 3.päivä



Kuva 23 Koepisteet 11-15 laskeutuskokeen 7.päivä



Kuva 24 Koepisteet 11-15 laskeutuskokeen 14.päivä



Kuva 25 Koepisteet 16-20 laskeutuskokeen alku

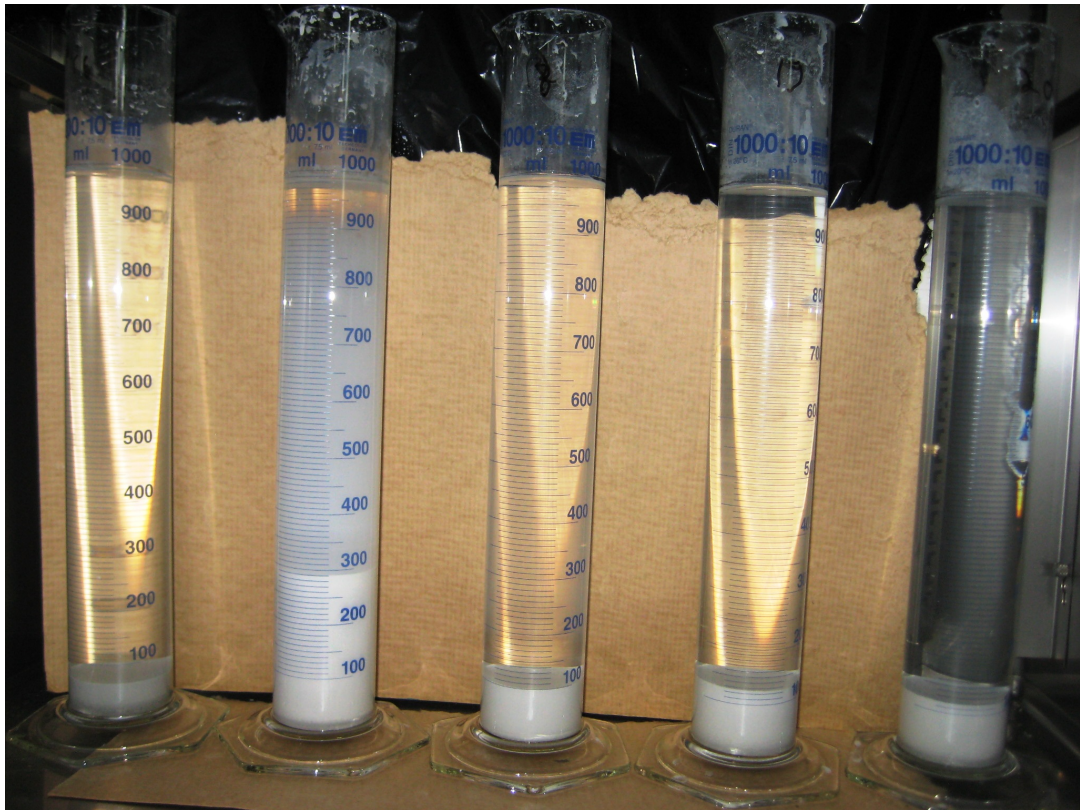


Kuva 26 Koepisteet 16-20 laskeutuskokeen 1.päivä

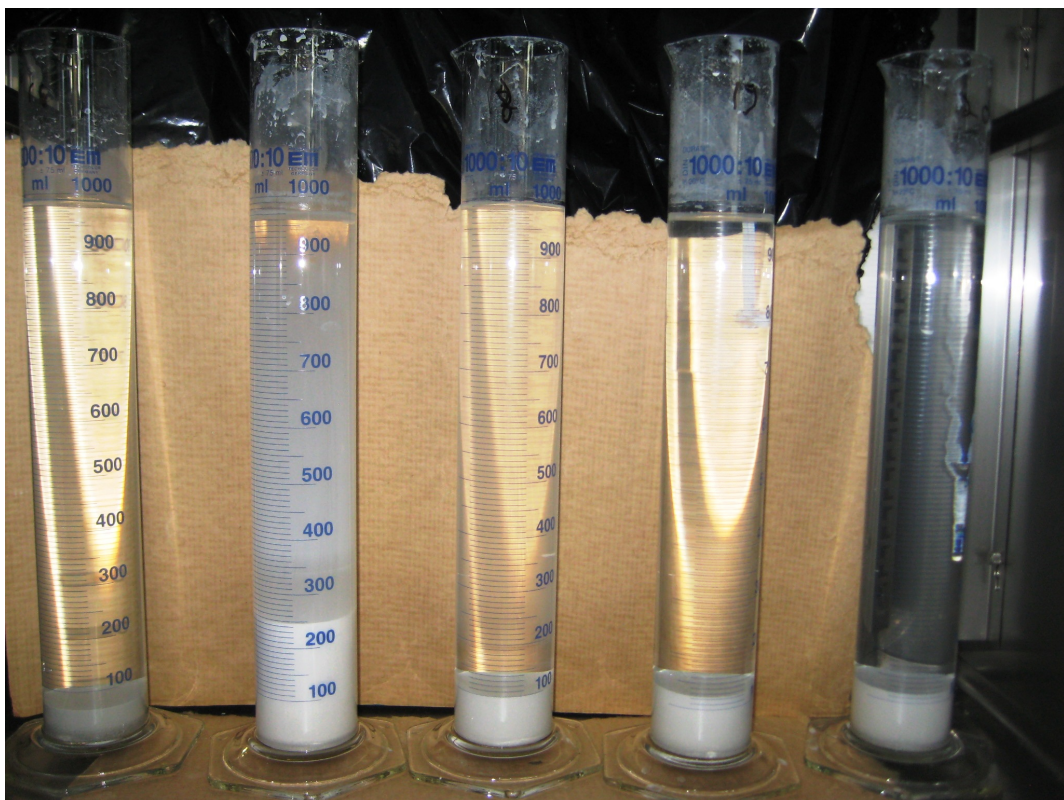


Kuva 27 Koepisteet 16-20 laskeutuskokeen 3.päivä





Kuva 28 Koepisteet 16-20 laskeutuskokeen 7.päivä



Kuva 29 Koepisteet 16-20 laskeutuskokeen 14.päivä