

Aino Laakeristo

MITTAUSMENETELMIEN LUOTETTAVUUDEN VERTAILU  
VEDENKÄSITTELYPROSESSISSA

Kemiantekniikan koulutusohjelma  
Tekniikka Pori  
2011



## PROSESSIMITTALAITTEIDEN OIKEELLISUUDEN VERTAILU

Laakeristo, Aino  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kemiantekniikan koulutusohjelma  
Huhtikuu 2011  
Ohjaaja: Vanha-aho, Tuula  
Sivumäärä: 33  
Liitteitä: 14

Asiasanat: analysaattori, analyysi, jätevesi, pitoisuusero

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Porin Veden jätevedenpuhdistamolla ja tekopohjavesilaitoksella käytettävien prosessimittausanalysaattorien toimintaa eli kuinka hyvin analysaattorien ilmoittamat arvot olivat yhteneviä SFS- standardien mukaisilla menetelmillä saatuihin tuloksiin.

Luotsinmäen jätevedenpuhdistamolla tutkittavia analysaattoreita olivat ammoniumtyppi- ja fosforianalysaattorit sekä kiintoaine- ja pH-mittarit. Harjakankaan tekopohjavesilaitoksella tutkittiin vain pH- mittareita. Seurantajaksot suoritettiin syksyn 2010 ja talven 2011 aikana.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin tietoa siitä, miten analysaattorien ilmoittavat arvot vastasivat laboratoriossa saatuja tuloksia sekä mikä mahdollisesti vaikutti pitoisuuseroon analysaattorin ilmoittaman arvon ja laboratoriotuloksen välillä. Lisäksi saatiin tietoa siitä, kuinka usein käytettäviä antureita tulisi kalibroida ja puhdistaa.

# COMPARING THE ACCURACY OF PROCESS INSTRUMENTS

Laakeristo, Aino

Satakunta University of Applied Sciences  
Degree Programme in Chemical Engineering  
April 2011  
Vanha-aho, Tuula  
Number of Pages: 33  
Appendices: 14

Key Words: analysis, analyzer, content margin, waste water

---

The purpose of this Bachelor' thesis was to study the function of measurement analyzers used in the processes of the Pori Vesi wastewater treatment plant and the groundwater plant. The purpose was to find out exactly how accurate the readings of analyzers are compared to those measured with the methods of the SFS-standard.

The analyzers studied in the waste water purification plant of Luotsinmäki were ammonia nitrogen and phosphorus analyzers. Meters of suspended matter and pH were also studied. Only the pH meters were studied in the groundwater plant of Harjakangas. Monitoring periods were carried out during the autumn of 2010 and the winter of 2011.

As a result of this thesis information about the correspondence between the results from the analyzers and the laboratory results and what possibly contributed to the difference between them was received. Information was also received of how often frequently-used analyzers should be calibrated and cleaned.

# SISÄLLYS

|       |                                                     |    |
|-------|-----------------------------------------------------|----|
| 1     | JOHDANTO .....                                      | 6  |
| 2     | LUOTSINMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO .....               | 7  |
| 2.1   | Puhdistusprosessi .....                             | 8  |
| 2.1.1 | Sako- ja umpikaivolietteen .....                    | 8  |
| 2.1.2 | Tulopumppaamo ja välppäys .....                     | 8  |
| 2.1.3 | Hiekanerotus .....                                  | 8  |
| 2.1.4 | Esi- ilmastus .....                                 | 9  |
| 2.1.5 | Esiselkeytys ja lietteen tiivistys .....            | 9  |
| 2.1.6 | Ilmastus .....                                      | 9  |
| 2.1.7 | Jälkiselkeytys .....                                | 11 |
| 2.1.8 | Flotaatio .....                                     | 11 |
| 3     | HARJAKANKAAN TEKOPOHJAVESILAITOS .....              | 11 |
| 3.1   | Tekopohjavesilaitoksen vedenkäsittelyprosessi ..... | 12 |
| 4     | ANALYSAATTORIT LUOTSINMÄELLÄ .....                  | 12 |
| 4.1   | Ammoniumtyypianalysaattori Amtax sc .....           | 13 |
| 4.1.1 | Mittausmenetelmä .....                              | 13 |
| 4.2   | Fosforianalysaattori Phospax sigma .....            | 13 |
| 4.2.1 | Näytteenotin Sigmatax2 <sup>®</sup> .....           | 14 |
| 4.2.2 | Reaktioperiaate .....                               | 14 |
| 4.2.3 | Kokonaisfosforin mittausperiaate .....              | 14 |
| 4.2.4 | Liukoisen fosforin mittausperiaate .....            | 15 |
| 5     | KIINTOAINEMITTARIT LUOTSINMÄELLÄ .....              | 15 |
| 5.1   | Optinen kiintoainemittari .....                     | 15 |
| 5.1.1 | TurbiMax W CUS 41/ CUS 41-W anturi .....            | 15 |
| 5.1.2 | Liquisys M CUM 253- keskusyksikkö .....             | 16 |
| 5.2   | Ultraäänikiintoainemittari kajaaniTS .....          | 17 |
| 5.2.1 | Transmitter Central Unit(TCU)- keskusyksikkö .....  | 18 |
| 6     | PH-MITTARIT .....                                   | 19 |
| 6.1   | Luotsinmäki .....                                   | 19 |
| 6.1.1 | pH- armatuuri CPA111 .....                          | 19 |
| 6.1.2 | pH – elektrodi CPS11 .....                          | 19 |
| 6.1.3 | Liquisys M CPM 253- lähetin .....                   | 20 |
| 6.2   | Harjakangas .....                                   | 21 |
| 6.2.1 | GLI pHDT <sup>™</sup> Differential – anturi .....   | 21 |
| 6.2.2 | GLI PRO Series pH/ORP- lähetin .....                | 22 |
| 6.2.3 | Liquisys S CPM 223/253- lähetin .....               | 23 |

|       |                                                                     |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 7     | TYÖN SUORITUS .....                                                 | 23 |
| 7.1   | Kiintoaine- ja pH- mittareiden seurantaperiaate Luotsinmäellä ..... | 23 |
| 7.2   | Ammonium- ja fosforianalysaattorien seurantaperiaate .....          | 24 |
| 7.3   | pH- mittareiden seurantaperiaate Harjakankaalla .....               | 24 |
| 7.4   | Laboratorioanalyysit .....                                          | 24 |
| 8     | TYÖN TULOKSET .....                                                 | 24 |
| 9     | TULOSTEN ARVIOINTI JA VERTAILU .....                                | 25 |
| 9.1   | Ammoniumtypen vertailu .....                                        | 25 |
| 9.2   | Fosforin vertailu flotaatioon menevässä vedessä .....               | 26 |
| 9.3   | Fosforin vertailu laitokselta lähtevässä vedessä .....              | 27 |
| 9.4   | Kiintoainepitoisuuksien vertailu .....                              | 27 |
| 9.4.1 | Ilmastusaltaat .....                                                | 28 |
| 9.4.2 | Flotaatioaltaat .....                                               | 28 |
| 9.4.3 | Flotaatioon menevä vesi .....                                       | 29 |
| 9.4.4 | Laitokselta lähtevä vesi .....                                      | 30 |
| 9.5   | Kuiva-ainepitoisuuksien vertailu .....                              | 30 |
| 9.6   | pH- arvojen vertailu Luotsinmäellä .....                            | 30 |
| 9.7   | pH- arvojen vertailu Harjakankaalla .....                           | 31 |
| 10    | PARANNUSEHDOTUKSET .....                                            | 32 |
| 10.1  | Fosfori- ja ammoniumtyypianalysaattorit .....                       | 32 |
| 10.2  | Kiintoainemittarit .....                                            | 32 |
| 10.3  | pH- mittarit .....                                                  | 33 |
| 11    | LÄHTEET .....                                                       | 34 |
|       | LIITTEET                                                            |    |

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Porin Veden toimeksiannosta ja tarkoituksena oli selvittää, kuinka hyvin prosesseissa käytettävien analysaattorien antamat tulokset pitävät paikkansa. Kokeet suoritettiin Porin Luotsinmäen jätevedenpuhdistamolla sekä Noormarkun Harjakankaan tekopohjavesilaitoksella. Tutkittavia mittalaitteita Luotsinmäellä olivat ammonium- ja fosforianalyssaattorit, kiintoaine- ja pH- mittarit. Harjakankaalla tutkittiin pelkästään pH-mittareiden toimintaa.

Tiukentuneiden ympäristövaatimusten johdosta Luotsinmäen jätevedenpuhdistamolla aloitettiin vuonna 2008 laajennus-, tehostus- ja saneeraustyöt, joiden tarkoituksena oli parantaa prosessin puhdistustehokkuutta. Töiden yhteydessä asennettiin eri kohtiin prosessia uusia analysaattoreita, jotka antavat tärkeää tietoa prosessin toiminnasta. 1.7.2010 lähtien ympäristöluvan ehdot tiukentuivat erityisesti kokonaistypen ja fosforinpoiston osalta.

Harjakankaan tekopohjavesilaitoksen pH- mittarit otettiin työhön mukaan vertailukohteiksi, jotta nähdään, miten samankaltaiset mittarit toimivat kahdessa erilaisessa prosessissa.

## 2 LUOTSINMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO

Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo on ollut käytössä vuodesta 1977 lähtien. Jäteveden puhdistus on kehittynyt Porissa vähitellen. Vuosien saatossa keskuspuhdistamon ohella on toiminut suurempia alueellisia puhdistamoita sekä pienpuhdistamoita, mutta nykyään valtaosa edellä mainituista on poistettu käytöstä. (Juuti, Katko, Louekari & Rajala 2010:314)

Vuosina 1975–1994 Luotsinmäen keskuspuhdistamolla käytettiin kemiallista suorasaostusta vesien puhdistukseen. Vuonna 1995 puhdistamolla siirryttiin käyttämään kaksilinjaista biologis- kemiallista puhdistusta, joka perustui aktiivilieteprosessiin ja fosforin rinnakkaissaostukseen. Uusien luparajojen mukaan 31.12.1995 mennessä Kokemäenjokeen johdettavan jäteveden fosforipitoisuus sai olla enintään 1,0mg/l ja BOD<sub>7ATU</sub>- arvo enintään 20mg/l. Samassa luvassa määrättiin myös, että selvitys typenpoiston mahdollisuuksista oli esitettävä vesioikeudelle vuoden 2002 loppuun mennessä. (Juuti ym. 2010: 316–335)

Vuonna 2002 valmistui Kokemäenjokilaakson kuntien kehittämissuunnitelma, jossa esitettiin, että jätevesien käsittely keskitettäisiin Luotsinmäelle. Luotsinmäen keskuspuhdistamon saneeraus-, tehostus-, ja laajennushanke aloitettiinkin 13.10.2008 ja hanke valmistui kesäkuussa 2010. Tiukentunut ympäristölupa velvoitti, että 1.7.2010 lähtien fosforipitoisuus sai olla enintään 0,3mg/l ja BOD<sub>7ATU</sub>:n käsittelyteho vähintään 95 % entisen 90 %:n sijaan. (Juuti ym. 2010: 336–337)

Nykyään Luotsinmäen keskuspuhdistamolla puhdistetaan Porin kaupungin, Porin Pihlavan alueen, Noormarkun alueen, Harjavallan ja Ulvilan kaupungin sekä Nakkilan, Kiukaisten ja Luvian kuntien jätevedet. Myös Corenso United Oy:n, Osuuskunta Satamaidon, Suomen Kuitelevy

Oy:n ja Suominen Kuitukankaat Oy:n teollisuusjätevedet puhdistetaan Luotsinmäellä.

## 2.1 Puhdistusprosessi

Kuten edellä mainittiin, Luotsinmäen keskuspuhdistamon saneeraus-, tehostus- ja laajennushanke valmistui kesäkuussa 2010. Hankkeen seurauksena puhdistusprosessia tehostettiin rakentamalla kaksi uutta ilmastusallasta, uusi selkeytysallas sekä prosessin loppuun flotaatioaltaat. Liitteessä 1 on esitetty Luotsinmäen keskuspuhdistamon prosessikaavio.

### 2.1.1 Sako- ja umpikaivolietteet

Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo tarjoaa erillisenä palveluna yrityksille purkupaikan sako- ja umpikaivolietteille. Puhdistamolle tuotavat sako- ja umpikaivolietteet käsitellään niille tarkoitettulla vastaanottoasemalla, ns. sakokaivoasemalla. Vesi kulkee väljän ja hiekanerotimen läpi, mistä se johdetaan tuloviemäriin. Luotsinmäelle tuodaan keskimäärin 29 000m<sup>3</sup> sako- ja umpikaivolietettä vuosittain. (Katiskalahti henkilökohtainen tiedonanto 6.10.2010; Niemelä 2008: 5)

### 2.1.2 Tulopumppaamo ja välppäys

Tulopumppaamossa laitokselle tulevat jätevedet nostetaan puhdistusprosessin alkuun eli välppäykseen ruuvipumpuilla(4x2600 m<sup>3</sup>/h). Välppäyksen tarkoituksena on poistaa jätevedestä kaikki kookkaimmat viemäriin joutuneet roskat, jotka saattaisivat tarttua puhdistuksessa käytettäviin laitteisiin (pumput, ilmastimet, kaapimet jne.). Tulevan jäteveden sisältämä karkea kiintoaine poistetaan vedestä 8mm reikäkoon levynauhavalpällä. Välppiä on kolme ja yhdelle laiteelle menevä maksimivirtaus on 2600m<sup>3</sup>/h. Syntyvä jäte, välpe, käsitellään välpepesurilla, jonka jälkeen se siirretään välpelavalle. (Katiskalahti henkilökohtainen tiedonanto 6.10.2010; Niemelä 2008: 5)

### 2.1.3 Hiekanerotus

Puhdistettava vesi siirretään välppäyksestä karkeakuplailmastettuihin hiekanerotusaltaisiin, joita on kaksi ja joiden tilavuus on 290m<sup>3</sup>. Painavat



ainesosat laskeutuvat altain pohjalle, joista ne siirretään pumpuille ja pumpataan hiekkapesurille. Pesty hiekka siirretään hiekkalavalle odottamaan kuljetusta kaatopaikalle. Erottunut vesi johdetaan takaisin prosessiin. (Katiskalahti henkilökohtainen tiedonanto 6.10.2010; Niemelä 2008: 6)

#### 2.1.4 Esi- ilmastus

Hiekanerotuksesta jätevesi johdetaan esi- ilmastukseen, johon lisätään myös saostuskemikaalia PIX- 105A:ta, jonka tarkoituksena on saostaa fosforia. Esi- ilmastuksen tarkoituksena on vähentää jäteveden hajua, tehostaa mahdollisten haitallisten aineiden hapettumista ja haihtumista sekä parantaa esiselkeytyksen toimintaa. Prosessiin pumpattava ylijäämäliete edesauttaa biologista toimintaa vedessä. (Katiskalahti henkilökohtainen tiedonanto 6.10.2010; Kuokkanen A. 2008)

#### 2.1.5 Esiselkeytys ja lietteen tiivistys

Esiselkeytysaltaissa, joita Luotsinmäellä on kaksi, laskeutuu osa lietteestä altaan pohjalle, josta se kaavitaan lietetaskuun ja pumpataan sekalietteenä tiivistämöön. Jätevesi jatkaa ylivuotokourujen kautta ilmastukseen. (Niemelä A. 2008: 6-7)

Liete pumpataan tiivistykseen. Tiivistetyn lietteen käsittelystä vastaa Kemira Oyj Kemicond- menetelmällä. Porin Vedellä on kymmenvuotinen palvelusopimus Kemiran kanssa koskien lietteen jatkokäsittelyä. Liette kunnostetaan kemikaalikäsittelyllä, jolloin siitä tulee hygieenistä ja hajutonta. Kuivattu liete kuljetetaan suljettaville kaatopaikoille kasvualustaksi. Kemicond:in tilat sijaitsevat samalla tontilla jätevedenpuhdistamon kanssa. (Katiskalahti henkilökohtainen tiedonanto 6.10.2010)

#### 2.1.6 Ilmastus

Ilmastus- eli aktiivilietevaltaissa pyritään toteuttamaan ympärivuotisesti BOD:n, typen ja fosforin poisto. Altaissa pidetään bakteereille sopiva happi- ja ravinnepitoisuus, jotta ne pystyvät toimimaan hyvin. Altain

pohjalta syötetään koko ajan ilmaa, jolloin jätevesi ja sitä syövät mikrobit sekoittuvat tehokkaasti. Lietteiden kierrätys on ilmastuksen onnistumisen kannalta tärkeää, koska sen avulla pystytään varmistamaan, että mikrobeja on altaissa aina riittävästi ja näin myös puhdistus on tehokasta.

Useimmilla jätevedenpuhdistuslaitoksilla typenpoisto tapahtuu ilmastetussa aktiivilieteprosessissa seuraavasti (N/D-prosessi): jäteveden tyyppi hapettuu mikrobien toimesta vähemmän haitalliseen muotoon, happea kuluttavasta ammoniumtypestä ( $\text{NH}_4^+$ ) nitraattitypeksi ( $\text{NO}_3$ ). Prosessia kutsutaan nitrifikaatioksi ja se tapahtuu ilmastusaltaiden aerobisessa osassa. Koska typen poisto ei onnistu aerobisissa olosuhteissa, syntynyt nitraatti kuljetetaan aktiivilietteen mukana ilmastusaltaiden loppupäässä olevaan anoksiseen lohkoon, jossa tapahtuu denitrifikaatio. Anoksisessa lohossa mikrobit kuluttavat jäteveden orgaanista hiiltä ja käyttävät nitraattia hapen sijasta, jonka tuloksena syntyy typpikaasua. (Kuokkanen A. 2008)

Luotsinmäen jätevedenpuhdistamolla typenpoisto tapahtuu D/N-prosessin kautta, jossa nitrifikaatio ja denitrifikaatio toteutetaan käännetyssä järjestyksessä. Esiselkeytyksestä vesi johdetaan siis ensin anoksisiin sekoituslohkoihin, joissa tapahtuu denitrifikaatio. Oleellista on, että vettä kierrätetään suoraan aerobisesta vaiheesta sekä selkeytyksestä anoksiseen lohkoon, kuten prosessikaaviosta voidaan nähdä. Vasta tämän jälkeen ilmastetuissa lohkoissa tapahtuu nitrifikaatio. Etuina ovat mm. hyvät typpi- ja BOD<sub>7</sub>-reduktiot. (Niemelä A. 2009: 5-17)

Luotsinmäellä fosfori poistetaan ns. rinnakkaissaostusmenetelmällä. Tällä tarkoitetaan sitä, että biologinen ja kemiallinen puhdistus tapahtuu samaan aikaan. Maksimissaan noin 70 % ilmastukseen tulevasta fosforista sitoutuu lietteeseen ja poistuu mikrobien soluihin sitoutuneena ylijäämälietteen mukana. Loput fosforista poistetaan kemiallisesti esi-ilmastukseen lisätyn saostuskemikaalin avulla aktiivilieteprosessissa. Luotsinmäellä ilmastusaltaiden syvyys on 5,0 metriä ja ne ovat

suorakaiteen muotoisia sekä tulppavirtaukseen perustuvia. (Juuti ym. 2010: 334–335; Nielemä A. 2008: 7-8)

### 2.1.7 Jälkiselkeytyks

Aktiivilieteprosessista vesi johdetaan jälkiselkeytysaltaisiin. Ennen selkeytystä veteen lisätään taas saostuskemikaalia PIX- 105A:ta. Jälkiselkeytysaltaissa puhdistettu jätevesi ja liete erotetaan toisistaan. Vesi ja biomassa erotetaan toisistaan siten, että liete laskeutetaan pohjalle, josta se kaavitaan lietetaskuun ja pumpataan takaisin ilmastukseen. Liette on ns. palautuslietettä. Puhdistettu kirkas vesi johdetaan nostopumppaamoon, josta se pumpataan flotaatioon. (Katiskalahti henkilökohtainen tiedonanto 6.10.2010; Kuokkanen A. 2008)

### 2.1.8 Flotaatio

Jälkiselkeytyksestä vesi johdetaan flotaatioon. Ennen varsinaista flotaatioallasta veteen lisätään saostuskemikaalia PIX- 105A:ta, joka saa vedessä olevat kiintoainepartikkelit saostumaan. Veteen lisätään myös polymeeriä, joka kokoaa saostuneet kiintoainepartikkelit yhteen suuremmiksi flokeiksi. Tämän jälkeen vesi johdetaan flotaatioaltaaseen, johon puhalletaan dispersiovertä, jolloin altaassa olevat ilmakuplat ja flokit törmäävät ja kiinnittyvät toisiinsa. Ilmakuplat nostavat flokit pintaa lieterokseksi, joka poistetaan kaapimalla. Flotaatiosta syntyvä liete pumpataan pintalietekaivon kautta lietteen tiivistykseen. Puhdas vesi johdetaan purkukaivoon, josta se päästetään Kokemäenjokeen. (Katiskalahti henkilökohtainen tiedonanto 6.10.2010)

## 3 HARJAKANKAAN TEKOPOHJAVESILAITOS

1960-luvun alkupuolella Kokemäenjoen veden laatu alkoi heiketä siinä määrin, että siitä ei pystytty valmistamaan talous- ja teollisuuskäyttöön riittävän hyvää vettä. Pohjavesiesiintymien etsintöjen tuloksena kaupungin vedentuotanto päätettiin siirtää Noormarkun Harjakankaalle, jossa Kullaanjoen vesistöä otetusta raakavedestä valmistettiin tekopohjavettä. (Juuti ym. 2010: 246–248)

Vuonna 1967 aloitettiin Noormarkun- Harjakankaan pohjavesialueita koskevat tutkimukset, joden tuloksena Harjakankaalle päätettiin rakentaa tekopohjavesilaitos. Harjakankaan tekopohjavesilaitoksen vedenkäsittelylaitoksen rakennustyöt aloitettiin vuonna 1976 ja hanke valmistui syyskuussa 1977. Vuosien kuluessa on tekopohjavesilaitosta uusittu ja näin myös saatu veden laatua parannetuksi. Viimeisimmät saneeraus- ja tehostamistyöt aloitettiin tammikuussa 2000, jolloin lähes kaikki koneet sekä sähköistys uusittiin. (Juuti ym. 2010: 251, 259-260)

### 3.1 Tekopohjavesilaitoksen vedenkäsittelyprosessi

Harjakankaalla raakavesi otetaan Tuurujärvestä. Raakaveden käsittely alkaa siitä, että vesi välpätään ensin 50mm ja sitten 2,5mm sauva- ja sälevälillä. Tarkoituksena on poistaa karkeimmat roskat, kuten lehdet ja risut. Tästä vesi johdetaan sekoitukseen, johon lisätään saostuskemikaalia, polyalumiinikloridia. Sekoituksesta vesi siirtyy hämmennykseen. Hämmennyksessä saostuskemikaalin avulla syntyneet hiutaleet poistetaan flotaatiossa. Flotaation jälkeen käsiteltävään veteen lisätään kalkkivettä, jotta pH saadaan säädetyksi, jonka jälkeen vesi johdetaan paineentasausaltaiden kautta jatkuvatoimiseen DynaSand - hiekkasuodatukseen. Vesi virtaa suodatuksessa alhaalta ylöspäin, jolloin epäpuhtaudet jäävät hiekkapatjaan ja puhdistettu vesi poistuu suodattimen yläpäästä imeytykseen. Imeytysaika harjussa on noin 2-3 viikkoa, jonka jälkeen imeytynyt vesi pumpataan takaisin laitokseen ja pH säädetään 8,2-8,3:een. Ennen kuin vesi pumpataan putkiverkostoon, siihen lisätään hiilidioksidia korroosion estämiseksi vesijohtoverkostossa ja natriumhypokloriittia desinfiointiin. Myös ammoniumkloridin annostelu veteen on mahdollista desinfioinnin tehostamiseksi. (Juuti ym. 2010: 263–277)

## 4 ANALYSAATTORIT LUOTSINMÄELLÄ

Luotisinmäen jätevedenpuhdistamolla on kolme uutta analysaattoria, jotka on otettu käyttöön kesäkuussa 2010. Analysaattorit ovat Hach Langen valmistamia ja Hyxo Oy:n jälleenmyymiä.

#### 4.1 Ammoniumtyyppianalysaattori Amtax sc

Amtax sc on ammonium-ioneja ( $\text{NH}_4^+$ ) mittaava analysaattori. Laite koostuu erillisestä analysointiyksiköstä sekä sc 1000 -lähettimestä, joka esittää nestekidenäytöllään ammonium-ioneiden pitoisuuden(mg/l). Näytteenotin on upotettu läpivirtausaltaaseen, josta laite ottaa automaattisesti noin 15 minuutin välein näytteen, joka kulkeutuu analysoitavaksi. (Hyxo Oy)

Luotsinmäellä kyseinen analysaattori mittaa ammoniumtyyppipitoisuutta flotaatioon menevässä vedessä.

##### 4.1.1 Mittausmenetelmä

Amtax sc mittaa ammonium- ionien pitoisuutta kaasusensitiivisen elektrodin (GSC) avulla. Näytteen ammonium muutetaan ensin kaasumaiseksi ammoniakiksi, jonka jälkeen mittauselektrodin kaasualäpäisevä membraani mittaa  $\text{NH}_3$ - kaasun pitoisuuden. Tämä menetelmä takaa laajan mittausalueen. (Hyxo Oy)

#### 4.2 Fosforianalysaattori Phospax sigma

Phospax sigma kokonaisfosforifotometri mittaa kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin pitoisuutta vedessä. Mitatut kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin pitoisuudet esitetään nestekidenäytöllä (graafinen nestekidenäyttö) milligrammoissa fosforia litraa kohti (mg/l total P ja mg/l oP ). Mittausalueet ovat on 0,01...5,00 mg/l P ja 0,01...5,00 mg/l oP. Analysaattori mittaa vuorotellen (noin 15 minuutin välein) kokonaisfosforia ja liukoista fosforia. Kiintoainetta sisältävät näytteet on homogenisoitava Sigmatex2<sup>®</sup> laitteella ennen niiden viemistä prosessifotometriin. (Hyxo Oy)

Luotsinmäellä on kaksi tällaista analysaattoria, toinen mittaa flotaatioon menevän veden fosforipitoisuutta sekä toinen laitokselta lähtevän veden fosforipitoisuutta.

#### 4.2.1 Näytteenotin Sigmatax2<sup>®</sup>

Kuten edellä mainittiin, kiintoainetta sisältävä näyte täytyy ensin homogenisoida. Tähän tarkoitukseen analysaattoriin kiinnitetään automaattisesti toimiva näytteenotin Sigmatax2<sup>®</sup>, joka homogenisoi näytteen ultraäänen avulla. Ohjausyksikössä on pieni lasinen astia, johon näyte kuljetetaan homogenisoitavaksi. (Hyxo Oy)

#### 4.2.2 Reaktioperiaate

Phosphax sc:n analyysimenetelmä perustuu DIN-standardin mukaiseen molybdeenin-sini- menetelmään: kun liukoisen fosfaatin ionit viedään happoympäristöön, jossa on molybdeenin- ja antimoni-ioneja, ne muodostavat kompleksiyhdisteen, joka pelkistetään fosforimolybdeenisineksi askorbiinihapolla. Väriin voimakkuus on suhteessa näytteen liukoisen fosfaatin pitoisuuteen tietyllä mittausalueella. Polyfosfaatit ja tietyt fosforiseokset liuotetaan liukoiseksi fosfaatiksi paineenalaisessa lämpökäsittelyssä erittäin voimakkaassa happoliuoksessa. Pysyvät fosforiseokset hajoitetaan natriumperoksidisulfaattilla. Reaktiot tapahtuvat paineistetussa ympäristössä yli 100 °C:n lämpötilassa. Tämä kemiallinen terminen reaktio mahdollistaa sen, että mittaustuloksen saa muutamassa minuutissa. (Hyxo Oy)

#### 4.2.3 Kokonaisfosforin mittauseriaate

Mittaustilassa kyvetti huuhdellaan ensin näytteellä ennen kuin reagenssi A (=natriumperoksidisulfaatti) ja homogenisoitu näyte annostellaan kyvettiin. Sen jälkeen, kun reagenssi A ja homogenisoitu näyte ovat täysin sekoittuneet, liuosta lämmitetään hetken paineen alaisena, minkä jälkeen se välittömästi jäähdytetään jälleen. Niiden fosforiseosten määrittämiseksi, jotka nyt ovat muuttuneet liukoiseksi fosfaatiksi, reagenssit C (=molybdeenisini) ja D (=askorbiinihappo) syötetään samanaikaisesti reagenssien annostelupumpulla kyvettiin, jossa ne sekoittuvat. Tämän jälkeen IR-LED fotometri määrittää kokonaisfosforipitoisuuden syntyneen siniväriin voimakkuudesta referenssinolla-arvoon verrattuna, joka on määritetty pian varsinaisen mittauksen jälkeen.

(Hyxo Oy)

#### 4.2.4 Liukoisen fosforin mittauseriaate

Mittaustilassa kyvetti huuhdellaan ensin näytteellä. Reagenssi A annostellaan kyvettiin ja sitä lämmitetään hetken paineen alaisena peroksidisulfaatin hävittämiseksi. Jäähdytymisen jälkeen näyte lisätään ja sekoitetaan. Fosforiseosten määrittämiseksi reagenssit C ja D syötetään samanaikaisesti kyvettiin, jossa ne sekoittuvat. Tämän jälkeen IR-LED fotometri määrittää liukoisen fosforin pitoisuuden syntyneen siniväriin voimakkuudesta referenssinolla-arvoon verrattuna. (Hyxo Oy)

## 5 KIINTOAINEMITTARIT LUOTSINMÄELLÄ

Luotsinmäen jätevedenpuhdistamolla on 12 optista ja kaksi ultraäänikiintoainemittaria. Seuraavaksi on esitetty mittareiden toiminta ja käyttökohteet.

### 5.1 Optinen kiintoainemittari

Jätevedenpuhdistamolla on yhteensä 12 optista kiintoainemittaria, jotka ovat Endress+ Hauser: in valmistamia. Kiintoainepitoisuuksia mitataan ilmastusaltaissa, flotaatioon menevästä vedestä, flotaatioaltaiden linjoilta lähtevästä vedestä sekä laitokselta lähtevästä vedestä. Flotaatioon menevän ja laitokselta lähtevän veden kiintoainemittarit sijaitsevat läpivirtausastioissa, flotaatio- ja ilmastusaltaissa kiintoainemittarit ovat upotettu paikallisesti altaisiin. Ilmastusaltaissa on yhteensä kuusi kiintoainemittaria ja flotaatioaltaissa neljä.

#### 5.1.1 TurbiMax W CUS 41/ CUS 41-W anturi

Anturi toimii 90° heijastuseriaatteella. LED- diodista lähetetään tietyssä kulmassa lyhytaaltoista infrapunavaloa(aallonpituus 880nm) oleva säde mitattavaan nesteeseen, jolloin nesteessä olevat partikkelit hajottavat valonsäteen(= sironta), joka heijastuu takaisin valodiodeille ja valon ”kirkkaus” mitataan. Sirotun valon määrä on verrannollinen nesteessä olevien partikkelien määrään.

Anturi mittaa nesteen sameutta, joka laskennallisesti eri kalibroinnin pohjalta muutetaan kiintoaine- arvoksi. Myös nesteen lämpötila voidaan mitata.

Anturi tulee asentaa vähintään 40cm syvyyteen, jotta se olisi aina veden pinnan alapuolella. Anturi tulee asentaa myös riittävän kauas seinästä, jotta hajaheijastuminen saadaan estetyksi. Laite kalibroidaan 3-pistekalibroinnilla. (Lindqvist B. 2010. Sameus/kiintoaine-elektrodi)

Kuvassa 1 on esitetty anturin pohja, jossa LED, kaksi fotodiodia sekä anturin pyyhin.



Kuva 1. CUS 41- anturi [viitattu 9.3.2011]. Saatavissa:

<http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/Turbidity/TI177C.pdf>

#### 5.1.2 Liquisys M CUM 253- keskusyksikkö

TurbiMax W CUS 41- anturi on kytketty Liquisys M CUM 253- keskusyksikköön, jonka näytöltä voidaan lukea samanaikaisesti veden sameus tai kiintoainepitoisuus ja lämpötila. Keskusyksikön näytöltä saadaan luetuksi mahdolliset virheilmoitukset sekä myös kalibroituja laite. (Technical Information 1: 1-3)





Kuva 2. Liquisys M CUM 253- keskusyksikkö [viitattu 9.3.2011].

Saatavissa:

<http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/Turbidity/TI200C.pdf>

## 5.2 Ultraäänikiintoainemittari kajaaniTS

Luotsinmäellä on käytössä myös kajaaniTS- kuiva-ainepitoisuuslähetin tiivistämölle pumpattavan lietteen kuiva-ainepitoisuuden analysoinnissa. Se perustuu mikropaallon etenemisnopeuden mittaukseen. Mikroaallot ovat sähkömagneettista säteilyä, jonka etenemisnopeus riippuu väliaineen dielektrisyysvakioista. Mikroaallot etenevät vedessä paljon hitaammin kuin jäteaineessa. Tästä seuraten kuiva-ainepitoisuus voidaan laskea sen perusteella, kuinka nopeasti mikroaalto on kulkenut tietyn massan läpi. Etuina ovat, että mittausmenetelmä ei ole riippuvainen väliaineesta eikä virtausnopeudesta ja laite kalibroidaan yksipistekalibroinnilla. (Metso Automation 2006: 1.1–2.1)



Kuva 3. kajaaniTS-FT

Lähde: Metso Automation 2006. KajaaniTS asennus-, käyttö- ja huolto-ohje.

#### 5.2.1 Transmitter Central Unit(TCU)- keskusyksikkö

TCU on kajaaniTS:n operointipääte ja laskentayksikkö. Operointi tapahtuu numero- ja toimintanäppäimistön sekä nelirivinäytön avulla. (Metso Automation 2006: 2.2)



Kuva 4. Transmitter Central Unit [viitattu 9.3.2011]. Saatavissa: [http://www.metso.com/Automation/Docs.nsf/0/C2257455002C94C7C22576FE0037AA35/\\$file/B6303\\_1-FI\\_kajaaniTS.pdf](http://www.metso.com/Automation/Docs.nsf/0/C2257455002C94C7C22576FE0037AA35/$file/B6303_1-FI_kajaaniTS.pdf)

## 6 PH-MITTARIT

Luotsinmäellä ja Harjakankaan tekopohjavedenottamolla seurattiin pH-mittareita. Seurantaperiaate oli molemmissa paikoissa sama, viikko marraskuussa 2010 ja viikko tammikuussa 2011.

### 6.1 Luotsinmäki

Seurattavia pH- mittareita oli Luotsinmäellä kolme, kaksi tulevassa jätevedessä ja yksi laitokselta lähtevässä vedessä. 16.7.2010 lähtien, anturit on kalibroitu kahden viikon välein, sekä puhdistettu kerran viikossa.

#### 6.1.1 pH- armatuuri CPA111

pH- armatuuri CPA111 on upotusarmatuuri, eli ns. suojakotelo enintään kolmelle pH-anturille. Varsinaiset pH- elektrodit asennetaan siis armatuuriin sisään. Armatuuri sopii asennettavaksi sekä avonaisiin että suljettuihin säiliöihin. (Lindqvist B. 2010. pH -armatuuri CPA111)



Kuva 5. pH- armatuuri CPA111 [viitattu 9.3.2011]. Saatavissa: <http://www.elprom-rit.kharkov.com/program/vendor/endress-hauser/cpa111/data/cpa111.pdf>

#### 6.1.2 pH – elektrodi CPS11

pH- mittauksessa mitataan väliaineessa vapaana olevien vetyionien aktiviteettiä. Mittauksessa käytetään kahta anturia, mittaus- ja referenssielektrodi. Referenssielektrodina on Ag/AgCl- elektrodi. Mittauselektrodissa on lasinen pH- herkkä kalvo, jonka läpi vetyionit

tunkeutuvat. Happamassa liuoksessa vetyionit siirtyvät väliaineesta anturin sisällä olevaan elektrolyyttiin, emäksisessä liuoksessa päinvastoin. Ionivirta muuttaa elektrolyytin potentiaalia, joka mitataan elektrolyytissä olevalla elektrodilla. Kalvon kautta kulkeutuu myös referenssielektrodille väliaineen omapotentiaali mitattavaksi. pH- potentiaali ja omapotentiaali johdetaan summausvahvistimeen, jonka lähtö on verrannollinen mitattuun pH- arvoon. (Lindqvist B. 2010. pH -armatuuri CPA111)



Kuva 6. pH- elektrodi CPS11 [viitattu 9.3.2011]. Saatavissa: [http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/pH\\_ORP/TI028C.pdf](http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/pH_ORP/TI028C.pdf)

### 6.1.3 Liquisys M CPM 253- lähetin

pH- elektrodit ovat kytketty anturikaapeleilla lähettimeen. Lähettimen näytöltä on luettavissa pH sekä lämpötila. Kalibroitaessa antureita lähettimen näytöltä saadaan näppäilyksi tarvittavat toiminnot. Lähetin esittää myös edelliset kalibroitiasetukset oletusarvoiksi seuraavaa kalibointia varten. Jos kalibroinnissa käytettävät puskuriliuokset ovat vahingossa syötetty väärässä järjestyksessä laitteelle, lähettimen toiminnot takaavat, että kalibointi onnistuu joka tapauksessa oikein. (Technical Information 2: 1-3)



Kuva 7. Liquisys M CPM 253 [viitattu 9.3.2011]. Saatavissa: [http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/pH\\_ORP/TI194C.pdf](http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/pH_ORP/TI194C.pdf)

## 6.2 Harjakangas

Harjakankaan tekopohjavedenottamalla Noormarkussa tutkittiin myös pH-mittareita. Tutkittavia pH-mittareita oli yhteensä kolme, yksi sijaitsi kemikalisoitussa raakavedessä ja kaksi laitokselta lähtevässä vedessä. Kemikaloidun raakaveden ja toinen lähtevän veden antureista on Endress+Hauser:in valmistamia. Kolmas anturi on Hach:in valmistama. pH-mittareiden avulla seurataan ja ohjataan prosessia.

### 6.2.1 GLI pH<sup>TM</sup> Differential – anturi

Tämä anturi on Hach:in valmistama ja sijaitsee Harjakankaalla laitokselta lähtevässä vedessä. Anturissa on kolme elektrodia mittaamassa nesteen pH:ta. Aktiivinen elektrodi ja referenssi- eli vertailuelektrodi mittaavat yhdessä potentiaalin muutosta kolmannen peruselektrodin kanssa. Anturin runko on epoksia ja elektrodien sisällä on nestemäinen kristallipolymeeri(LCP) suolasilta. (Hach Oy. GLI pH<sup>TM</sup> Differential pH Convertible Sensor)



Kuva 8. GLI pHDT™ Differential – anturi [viitattu 9.3.2011]. Saatavissa: <http://www.hach.com/hc/search.product.details.invoker/PackagingCode=PD1P1/NewLinkLabel=GLI+pHD+Differential+pH+Convertible+Sensor,+PEEK+body,+wide-range>

Anturi on vaihdettu Harjakankaalla viimeksi 30.3.2006 ja suolasilta 18.2.2010. Anturi kalibroidaan noin neljän viikon välein.

#### 6.2.2 GLI PRO Series pH/ORP- lähetin

GLI pHDT™ Differential – anturi on kytketty lähettimeen, joka koostuu näytöstä ja valikkonäppäimistä. Näytöltä voidaan lukea pH, lämpötila sekä haluttaessa myös hapetus-pelkistyspotentiaali. Anturin kalibrointia ja huoltoa ohjataan lähettimellä. GLI PRO Series pH/ORP- lähetin on myös Hach: in valmistama. (Hach Oy. GLI PRO Series pH/ORP Transmitter)



Kuva 9. GLI PRO Series pH/ORP- lähetin [viitattu 9.3.2011]. Saatavissa: <http://www.hach.com/hc/search>.

### 6.2.3 Liquisys S CPM 223/253- lähetin

Tämä on Endress+Hauser: in valmistama lähetin, joka koostuu näytöstä ja valikkonäppäimistä. Lähettimen näytöltä voidaan lukea pH, lämpötila sekä haluttaessa hapetus-pelkistyspotentiaali. Lähettimen avulla saadaan anturi kalibroitua ja huollettua. Etuja ovat, että lähetin tallentaa aina edellisen kalibroinnin tuloksen sekä lähettimen ominaisuudet takaavat aina kalibroinnin onnistumisen, vaikka puskuriliuokset olisi syötetty väärässä järjestyksessä. (Technical Information 3: 1-3)

Lähettimeen on kytketty pH – elektrodi CPS11, joka on samanlainen kuin Luotsinmäellä. Tarkemmat tiedot elektrodista löytyy kohdasta 6.1.2.

## 7 TYÖN SUORITUS

### 7.1 Kiintoaine- ja pH- mittareiden seurantaperiaate Luotsinmäellä

Kiinto- ja kuiva-ainemittareita seurattiin Luotsinmäellä yhden viikon ajan marraskuussa 2010 sekä helmikuussa 2011 ja näytteitä otettiin kerran päivässä. Vesiäyte otettiin aina samalla hetkellä kuin kiintoainemittarin ilmoittama arvo luettiin näytöltä. Kiintoainemittareiden antamaa hetkellistä mittaustulosta verrattiin laboratoriossa tehtyyn kiintoainemääritykseen.

Luotsinmäen pH- mittareiden seurantaperiaate oli sama kuin kiintoainemittareiden.

### 7.2 Ammonium- ja fosforianalyssaattorien seurantaperiaate

Ammonium- ja fosforianalyssaattoreita seurattiin syksyn 2010 aikana noin kuukauden välein viitenä eri päivänä. Näytteet otettiin aina neljä kertaa yhden päivän aikana. Samanaikaisesti, kun vesinäyte otettiin, luettiin analyssaattorin lähettimen näytöltä vastaava mittauslukema, jota verrattiin laboratoriossa saatuun tulokseen. Ennen viimeistä näytekertaa, joka oli joulukuussa, analyssaattoreille tehtiin huolto. Määräaikaishuollot hoitaa Hyxo Oy.

### 7.3 pH- mittareiden seurantaperiaate Harjakankaalla

pH- mittareiden seurantaperiaate oli hyvin pitkälti samanlainen kuin Luotsinmäellä; vesinäyte otettiin samalla hetkellä kuin pH- arvo luettiin näytöltä ja saatua tulosta verrattiin laboratoriotulokseen. Harjakankaalla pH- antureita ei kuitenkaan kalibroitu tai puhdistettu. Anturit kalibroidaan noin neljän viikon välein. Seurantaviikot olivat marraskuussa 2010 sekä helmikuussa 2011.

### 7.4 Laboratorioanalyysit

Laboratoriossa tehdyt analyysit perustuivat SFS- standardien mukaiseen menetelmään. Käytetyt standardit olivat SFS 3032 (ammoniumtypen määrittäminen), SFS-EN 1189 (fosforin määrittäminen spektrometrillä), SFS-EN 872 (kiintoaineen määrittäminen) sekä SFS 3021 (pH:n määrittäminen).

## 8 TYÖN TULOKSET

Työssä saadut tulokset on esitetty taulukoituna liitteissä 2- 7. Esimerkkinä on tarkasteltu taulukkoa 17, jossa on esitetty laitokselta lähtevän veden kiintoainepitoisuuksia. Taulukoiduista tuloksista on tehty myös kuvaajat, jotka on esitetty liitteissä 8- 14.



Taulukko 17. Analysaattori HO\_QI007 Laitokselta lähtevä vesi

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero<br>(mg/l) | Ero % |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|---------------|-------|
| 1.11.2010  | 12,89                                      | 22,50                                    | 9,61          | 42,71 |
| 2.11.2010  | 21,63                                      | 15,20                                    | 6,43          | 29,72 |
| 3.11.2010  | 23,80                                      | 14,79                                    | 9,01          | 37,85 |
| 4.11.2010  | 28,33                                      | 17,30                                    | 11,03         | 38,93 |
| 5.11.2010  | 13,45                                      | 9,88                                     | 3,57          | 26,54 |
| 21.2.2011  | 9,13                                       | 5,85                                     | 3,28          | 35,92 |
| 22.2.2011  | 10,90                                      | 4,86                                     | 6,04          | 55,41 |
| 23.2.2011  | 10,11                                      | 8,43                                     | 1,68          | 16,61 |
| 24.2.2011  | 11,44                                      | 9,15                                     | 2,29          | 20,01 |
| 25.2.2011  | 11,81                                      | 8,72                                     | 3,09          | 26,16 |

Taulukossa on esitetty näytteenottopäivämäärä sekä analysaattorin ilmoittama että laboratoriossa saatu kiintoainepitoisuus. Taulukkoon on laskettu myös kiintoainepitoisuuksien ero milligrammoina sekä kuinka paljon ero on prosentteina.

## 9 TULOSTEN ARVIOINTI JA VERTAILU

### 9.1 Ammoniumtypen vertailu

Ammoniumtyppiarvojen vertailua tehtiin syksyllä 2010 sekä talvella 2011. Tarkasteltaessa vuonna 2010 saatuja tuloksia huomataan, että analysaattorin ilmoittamat arvot eroavat laboratoriossa saaduista tuloksista selvästi. Yleisimmin eroa analysaattorin ja laboratoriotuloksen välillä on noin 20- 30 %:a. Erot pystytään osittain selittämään sillä, että vaikka laitetoimittaja antaa analysaattorille  $\pm 2$  % tarkkuuden mittausalueesta myös laboratorioanalyysissä suhteellinen virhe on +5 %:a ja standardipoikkeama  $\pm 4,8$  %:a.

Ammoniumtyppianalysaattori käytiin huoltamassa 23.12.2010, jolloin analysaattorien suodatinlevyt vaihdettiin uusiin. Huollon jälkeen tehty

seurantapäivä osoittaa, että erot analysaattori- ja laboratoriotulosten välillä pienenivät selvästi. Tämä selittyy mahdollisesti sillä, että tähän asti suodatinlevyjä on vain puhdistettu, joten niiden likaantuminen on saattanut aiheuttaa virhettä analysaattorin ilmoittamaan tulokseen. Suodatinlevyjä voisi siis puhdistaa useammin, jotta mittarin ilmoittama pitoisuus olisi luotettavampi.

## 9.2 Fosforipitoisuuden vertailu flotaatioon menevässä vedessä

Verrattaessa analysaattorin ilmoittamia kokonaisfosforipitoisuuksia laboratoriossa saatuihin pitoisuuksiin, tulokset eroavat toisistaan yleensä alle 10 %:a, mutta joissain tapauksissa eroa on noin 30 %:a. Kuten kohdassa 4.2 mainittiin, kiintoainetta sisältävä näyte täytyy homogenisoida, ennen kuin se voi siirtyä prosessifotometriin. Homogenisoinnissa kiintoaine pilkkoutuu pienemmäksi, jolloin myös fosforia liukenee veteen enemmän. Tämä voi selittää osittain sen, miksi analysaattori antaa suuremman tuloksen kuin laboratoriossa tehty analyysi, koska laboratorioanalyysin näytettä ei homogenisoida. Laitetoimittaja on antanut myös kokonaisfosforianalysaattorille  $\pm 2$  % tarkkuuden mittausalueesta, mutta myös laboratorioanalyysissä syntyvä mahdollinen virhe täytyy huomioida. Tämä selittää osaltaan myös pitoisuuksien eroa. Yhdenmukaista on kuitenkin se, että analysaattorin ilmoittama tulos on aina suurempi kuin laboratoriossa saatu.

Verrattaessa analysaattorin ilmoittamia liukoisen fosforin pitoisuuksia laboratoriossa saatuihin pitoisuuksiin huomataan, että prosentuaaliset erot ovat paljon suurempia kuin kokonaisfosforin. Liukoisen fosforin pitoisuudet ovat kuitenkin paljon pienempiä, jolloin myös prosentuaalinen ero on suuri. Liukoisen fosforin pitoisuuksien eroon vaikuttavat samat asiat kuin kokonaisfosforipitoisuuksien. Tuloksiin saattaa vaikuttaa lisäksi se, että kun pitoisuudet ovat hyvin pieniä (sadasosien luokkaa), analysaattorin voi olla hankala havaita vaihtuvuutta. Verrattaessa tuloksia huomataan, että analysaattorin ilmoittama pitoisuus ei ole aina suurempi kuin laboratoriossa saatu.

Fosforianalysaattori huollettiin 23.12.2010. Analysaattorin näytteenottoletkuille tehtiin happo-emäs- pesu ja letkuista saatiin poistettua näin sinne kerääntynyttä sakkaa. Huollon jälkeen liukoisen fosforin pitoisuuserot pienenivät.

### 9.3 Fosforipitoisuuden vertailu laitokselta lähtevässä vedessä

Tarkasteltaessa laitokselta lähtevän veden kokonaisfosforipitoisuuksia, analysaattorin antamat pitoisuudet eroavat toisistaan muutamaa poikkeusta lukuunottamatta alle 12 %:a laboratoriossa saaduista tuloksista. Laitokselta lähtevä vesi sisältää vähemmän kiintoainetta kuin flotaatioon menevä vesi, joten homogenisoinnin vaikutus on näissä tuloksissa pienempi. Homogenisointi voi kuitenkin olla osasy siihen, että analysaattorin ilmoittamat pitoisuudet eroavat laboratoriossa saaduista pitoisuuksista. Yhdenmukaista on, että analysaattorin ilmoittama pitoisuus on yhtä poikkeusta (12.1.2011) lukuun ottamatta aina suurempi kuin laboratoriossa saatu.

Liukoisen fosforin pitoisuuserot analysaattorin ja laboratoriotulosten välillä ovat 30–50 %:a. Suuri prosentuaalinen ero johtuu kuitenkin hyvin pienistä pitoisuuksista. Niin kokonaisfosforin kuin liukoisen fosforin pitoisuuseroihin voi vaikuttaa se, että laboratorioanalyysissä voi syntyä myös virhettä, joka vääristää tulosta.

Myös lähtevän veden fosforianalysaattori huollettiin 23.12.2010, jolloin myös kyseiselle analysaattorin näytteenottoletkuille tehtiin happo- emäs- pesu. Tämän jälkeen pitoisuuserot kokonaisfosforin ja erityisesti liukoisen fosforin osalta tasaantuivat.

### 9.4 Kiintoainepitoisuuksien vertailu

Laitetoimittaja on antanut kaikille kiintoainemittareille tietyn mittaustarkkuuden, jonka sisällä todellisten arvojen tulisi olla. On kuitenkin huomioitava, että mittareiden ilmoittamiin arvoihin voi vaikuttaa monetkin asiat. Tässä työssä yksi yhteinen virhelähde kaikille kiintoainetuloksille on se, että laboratoriossa tehtävässä kiintoainemittauksessa voi esiintyä

virhettä, joka voi selittää osaksi pitoisuuksien eroa mittarin ja laboratoriotuloksen välillä. Laboratorioanalyysiä suoritettaessa on tärkeää, että suodatettava näyte on hyvin sekoitettu. Jos kiintoainetta jää mittaastian reunoille, tämä vääristää tulosta pienemmäksi. Jos taas suodatettavassa vesinäytteessä on yksikin isompi kiintoainekokkare, niin se vääristää tulosta ylöspäin.

#### 9.4.1 Ilmastusaltaat

Tarkasteltaessa kiintoainepitoisuuksia ilmastusaltaissa koko seurantajakson ajan kiintoainepitoisuudet eroavat toisistaan vaihtelevasti. Suurimmat prosentuaaliset erot ovat kolmannen ilmastusaltaan ensimmäisessä lenkissä ( $F_3U_1$ ), jolloin eroa pitoisuuksien välillä on yli 1000mg/l. Muissa altaissa pitoisuudet analysaattorin ja laboratoriotuloksen välillä jäävät yleensä alle 1000mg/l. Tähän voi osaltaan vaikuttaa se, että kolmannen ilmastusaltaan anturit on otettu käyttöön marraskuussa 2009 ja muiden vasta heinäkuussa 2010. Tulosten vertailua hankaloitti se, että analysaattorien ilmoittamat pitoisuudet altaissa vaihtelivat näytteenottohetkellä todella paljon, joten todellista pitoisuusarvoa oli vaikea kirjata ylös. Kiintoaineantureiden tämänhetkistä asennussyvyyttä ja -paikkaa on myös epäilty pitoisuuserojen aiheuttajaksi. Mittarit pitäisivät olla asennettuja 40cm syvyyteen valolta suojattuna. Olisi hyvä, jos asennussyvyudet ja -paikat tarkistettaisiin ja korjattaisiin oikeiksi, jos vain mahdollista. Ilmastusaltaiden kiintoaineantureita ei myöskään kalibroitu kummankaan seurantajakson aikana vaan ne pelkästään puhdistettiin. Tämäkin voi osaltaan vaikuttaa pitoisuuseroihin. Koska ilmastusaltaiden vesi on melko likaista, voitaisiin harkita happopesujen lisäämistä antureille. Tämä on tehokkaampaa kuin pelkkä puhdistus.

#### 9.4.2 Flotaatioaltaat

Flotaatioaltaiden kiintoainemittareiden ilmoittamat pitoisuudet erosivat laboratoriossa saaduista tuloksista vaihtelevasti. Flotaatioaltaiden kiintoaineanturit oltiin kalibroitu 29.10.2010 eli juuri ennen seurantaviikkoa. Kalibroinnin onnistuminen sekä kuinka usein anturit kalibroidaan vaikuttavat suuresti mittausarvojen yhtenevyyteen. Syksyn seurantajakson

pitoisuuseroja voidaan osaksi selittää juuri sillä, että kalibrointi ei näyttänyt onnistuvan aluksi kunnolla. Ennen talven seurantajaksoa kiintoaineanturit vain puhdistettiin eli niitä ei kalibroitu. Flotaatioaltaiden anturit oli kalibroitu edellisen kerran 31.1.2011. Suurimmat erot laboratoriotuloksen ja kiintoainemittarin ilmoittaman arvon välillä olivat flotaatioallas 1:ssä. Kiintoainemittarin näyttö ilmoitti virrehälytystä, mutta siitä huolimatta se antoi mittaustuloksen. Erikoista on, että altaalla oleva mittari ilmoittaa kymmenesosan pienemmän tuloksen kuin keskuspuhdistamon valvomon tietokone, joka on kytketty kiintoainemittareihin. Tuloksia tarkasteltaessa huomataan, että tietokoneen ilmoittama arvo vastaa paremmin laboratoriossa saatua tulosta kuin altaalla olevan kiintoainemittarin arvo.

Myös flotaatioaltaiden kohdalla on mietitty, onko kiintoaineanturit asennettu oikeaan kohtaan allasta sekä onko syvyys riittävä. On myös mahdollista, että altaisiin lisättävä polymeeri vääristää kiintoainemittareiden ilmoittamaa tulosta pienemmäksi, mitä se todellisuudessa on. Tämä tarkoittaa sitä, että kiintoainemittarit mittaavat veden sameutta ja lisättävän kemikaalin ollessa kirkasta, anturit eivät pysty huomioimaan muutosta riittävästi, koska veden sameus ei muutu. Laboratoriotuloksissa kemikaalin lisäys kuitenkin näkyy, koska kiintoainepitoisuus määritetään suodattamalla vesi suodatinpaperin läpi, johon myös veteen liukenematon kemikaali jää.

#### 9.4.3 Flotaatioon menevä vesi

Flotaatioon menevän veden kiintoaineanturi kalibroitiin myös ennen ensimmäistä näytteenottoviikkoa (29.10.2010) ja tulosten perusteella näytti siltä, että kalibrointi epäonnistui. Mittari kalibroitiin vielä kahdesti, ennen kuin pitoisuusero pieneni selvästi. Eroa syntyi kuitenkin taas loppuviikkoa kohden melko paljon. Syynä voi olla, että kalibrointi ei jostain syystä onnistunut ollenkaan tai kalibrointi pitäisi suorittaa vielä useammin. Ennen talven seurantajaksoa anturi vain puhdistettiin ja edellisen kerran anturi oli kalibroitu 31.1.2011, joka voi olla osasyynä pitoisuuseroihin mittarin ja laboratoriotuloksen välillä. Muuten pitoisuuserot selittyvät osaksi sillä, että anturia ei ole asennettu vaadittavaan syvyyteen eikä

näytteenottoastiaa ole peitetty. Astiaan pääsevä valo vaikuttaa haitallisesti anturin ilmoittamaan tulokseen.

#### 9.4.4 Laitokselta lähtevä vesi

Myös laitokselta lähtevän veden kiintoaineanturi kalibroitiin syksyllä (29.20.2010) ja saadun tuloksen perusteella se päätettiin kalibroida uudestaan. Kalibrointi onnistui ja pitoisuusero pysyi melko samana koko näytteenottoviikon. Ennen talven seurantaviikkoa anturi vain puhdistettiin. Edellisen kerran anturi oli kalibroitu 31.1.2011. Pitoisuuseroja voidaan selittää myös tässä tapauksessa sillä, että anturi eivät ole asennettu riittävään syvyyteen eikä näytteenottoastiaa ole peitetty.

#### 9.5 Kuiva-ainepitoisuuksien vertailu

Syksyn seurantajakson aikana kuiva-aineiden pitoisuuserot eivät olleet kovin suuria ja ne pysyivät melko samoina koko viikon. Samoin oli myös talvella, mutta liete itsessään oli paljon laimeampaa kuin syksyllä. Tiivistämön kuiva-aineantereita ei ole kalibroitu vielä kertaakaan sen jälkeen, kun ne on asennettu. Pitoisuuseroja voisi tasoittaa se, että antureita alettaisiin kalibroida ja seurattaisiin kuinka usein kalibrointi täytyy tehdä. Laitteen asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeessa on esitetty selkeä kalibrintiohje, josta voisi tehdä tiivistetyn version laitteen lähettyville, jotta se olisi aina helposti saatavilla. On myös tärkeää, että ennen näytteenottoa virtauksen annetaan tasoittua kunnolla. Seurantajaksojen kuiva-ainepitoisuuksien eroon saattoi osaksi vaikuttaa juuri se, että lietepitoisuus ei ollut ehtinyt tasoittua riittävästi ennen näytteenottoa.

#### 9.6 pH- arvojen vertailu Luotsinmäellä

Laitokselle tulevassa vedessä olevat pH- anturit oli kalibroitu ennen ensimmäistä näytteenottoviikkoa. Tulosten perustella kalibrointi oli onnistunut hyvin ja ero mittarin ja laboratoriotuloksen välillä oli pieni. Näytteenottoviikon edetessä pitoisuusero kuitenkin kasvoi, vaikka pH-anturia puhdistettiin useana päivänä. Mitattava vesi on myös hyvin likaista, joka voi vaikuttaa anturin kykyyn mitata oikein. Ennen talven seurantajaksoa antureita ei kalibroitu vaan ne pelkästään puhdistettiin.

Mittarin ilmoittamat ja laboratoriossa saadut tulokset vastasivat kuitenkin hyvin toisiaan. Syksyllä vierekkäin samassa paikassa olevat mittarit eivät aina ilmoittaneet samaa arvoa, mutta talvella tämäkin asia oli korjaantunut. Yhdenmukaista on, että laboratoriotulokset ovat molempien mittareiden osalta yhtä poikkeusta (1.11.2010) lukuunottamatta aina pienempiä kuin mittareiden ilmoittamat arvot. Keskuspuhdistamolla on mietitty, että antureita alettaisiin vaihtaa aina kahden viikon välein ns. vara-antureihin, jotta antureista saataisiin pitkäikäisempiä. Tämä voisi edelleen tasoittaa pitoisuuseroja. Vaikka anturit kalibroidaan nykyään kahden viikon välein ja puhdistetaan kerran viikossa, voitaisiin antureiden happopesujen lisäämistä harkita. Mitattava vesi on kuitenkin hyvin likaista, joten happopesu voisi puhdistaa anturit paremmin kuin pelkkä pyyhintä.

Lähtevän veden pH-anturi kalibroitiin myös ennen ensimmäistä näytteenottoviikkoa ja kalibrointi onnistui. Erot mittarin ja laboratoriotulosten välillä olivat koko näytteenottoviikon hyvin pieniä. Huolimatta siitä, että anturia ei kalibroitu ennen talven seurantajaksoa, erot mittarin ja laboratoriotuloksen välillä olivat hyvin pieniä. Laitokselta lähtevä vesi on melko puhdasta, joten tämä voi vaikuttaa siihen, ettei eroa synny niin paljon ja herkästi, koska anturi ei joudu olemaan niin likaisissa olosuhteissa.

Kuten tiedetään, lämpötilan muutokset voivat vaikuttaa hyvinkin paljon pH-arvoon. Mittarit mittaavat pH:n veden sen hetkisessä lämpötilassa, kun taas laboratoriossa vesi mitataan noin +20°C lämpötilassa. Tämä voi olla myös yksi syy siihen, miksi pH-arvot poikkeavat mittarin ja laboratoriotuloksen välillä.

#### 9.7 pH-arvojen vertailu Harjakankaalla

Tutkittavia pH-mittareita oli Harjakankaalla yhteensä kolme, joista kaksi mittasi pH:ta lähtevässä vedessä ja yksi kemikalisoidussa vedessä.

Laitokselta lähtevässä vedessä olevien pH-mittareiden ilmoittamat arvot erosivat toisistaan keskenään yllättävän paljon huolimatta siitä, että mittarit

on asennettu vierekkäin ja niillä on yhteiden näytteenottoletku. Tähän voi osaltaan vaikuttaa se, että mittarit ovat eri valmistajan. Mittarin 1 ilmoittamat pH- arvot erosivat laboratoriossa saaduista tuloksista 3-11%:a ja prosentuaaliset erot olivat muutenkin suurempia kuin mittarin 2 ja laboratorion välillä. Suurin prosentuaalinen ero mittarin 2 ilmoittaman pH- arvon ja laboratoriotuloksen välillä oli noin 8 %:a, mutta muuten erot olivat pääosin alle 5 %:a. Kemikalisoidun veden prosentuaaliset erot vaihtelivat noin 5- 10 %:n välillä.

Kaikkien mittareiden pitoisuuseroihin voi vaikuttaa se, että anturit ovat vaihdettu viimeksi viisi vuotta sitten sekä niiden kalibrointi ei ole säännöllistä. Myös veden lämpötilan vaihtelu voi vaikuttaa eroihin.

## 10 PARANNUSEHDOTUKSET

### 10.1 Fosfori- ja ammoniumtyyppianalysaattorit

Ammoniumtyyppianalysaattorille tehdyn huollon jälkeen pitoisuuserot analysaattorin ja laboratoriotuloksen välillä pienenevät huomattavasti. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että analysaattorin suodatinlevyt vaihdettiin uusiin. Pienien pitoisuuserojen saavuttamisen kannalta olisikin hyvä, että suodatinlevyt puhdistettaisiin yhä useammin ja myös tarpeen vaatiessa vaihdettaisiin uusiin.

Fosforianalysaattorien osalta voisi olla hyvä, jos näytteenottoletkuille tehtäisiin mahdollisuuksien mukaan useammin happo- emäs- pesuja, jotta letkuihin ei pääse kertymään sakkaa. Näin välttyttäisiin siltä, että sakka ei vääristäisi näytteen kiintoainepitoisuutta ja näin ollen kasvattaisi homogenisoinnissa fosforin määrää.

### 10.2 Kiintoainemittarit

Kaikkien kiintoainemittareiden osalta voisi olla hyvä, että määritettäisiin sopiva kalibrointi- ja puhdistusväli, sekä pidettäisiin tarkasti kirjaa päivämääristä sekä mittareille tehdyistä toimenpiteistä. Tällöin olisi helppo tarkastaa, koska mitäkin on tehty ja milloin seuraava kalibrointi- tai



puhdistuskerta on. Myös saman henkilön olisi hyvä suorittaa mittarikohtaiset kalibroinnit ja syöttää laboratoriotulokset saman päivän aikana, jotta virheen mahdollisuus huoltotapauksissa tulisi minimoitua. Kiintoainemittareiden asennuspaikat olisi hyvä myös tarkastaa ja mahdollisuuksien mukaan korjata.

### 10.3 pH- mittarit

Kuten jo kohdassa 9.6 mainittiin, pH- mittarit kalibroidaan kahden viikon välein ja puhdistetaan kerran viikossa Luotsinmäen keskuspuhdistamolla. Erityisesti tulevan veden mittareille voisi olla hyvä tehdä useammin happopesuja, koska mitattava vesi on hyvin likaista. Näin varmistettaisiin vielä luotettavampi mittaustulos. Antureiden vaihtaminen vara- antureihin voisi lisätä niiden käyttöikää selvästi, jolloin myös tuloksen luotettavuus edelleen paranisi. Olisi hyvä myös selvittää, pitävätkö mittarien ilmoittamat lämpötilat paikkaansa ja vaikuttaako mitattavan veden lämpötilaero mittarin ja laboratorion välillä pH- arvoihin. Tulosten perusteella voitaisiin miettiä, olisiko lämpötilakorjauskertoimen syöttö mittareihin mahdollisesti tarpeellinen. Tällä hetkellä korjauskerrointa ei syötetä mittareihin Luotsinmäellä.

Harjakankaan tekopohjavesilaitoksella pH- mittarien osalta olisi hyvä, jos antureille määritettäisiin sopiva kalibrintiväli ja niitä alettaisiin puhdistaa sekä pestä säännöllisesti. Tähän voisi auttaa kalibrintipäiväkirja, johon merkittäisiin aina kalibroinnit sekä puhdistukset ja siitä olisi helppo tarkastaa, milloin mitäkin on tehty. Mittareiden huoltohistoriasta voisi katsoa, koska viimeiset huollot on tehty, sekä mainita seuraavan huollon yhteydessä pitoisuuseroista mittarin ja laboratoriotuloksen välillä, ainakin lähtevän veden osalta.

## 11 LÄHTEET

Juuti P., Katko T., Louekari S. & Rajala R. 2010. Näkymätön Porii, Porin Veden historia. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

Katiskalahti M. 2010. Käyttöinsinööri, Porin Vesi. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 6.10.2010.

Niemelä A. 2008. Luotsinmäen saneeraus, tehostaminen ja laajennus. Porin Vedelle tehty prosessisuunnitelma.

Kuokkanen A. 2008. Jäteveden jätevesilietteen käsittely. Viitattu 24.11.2010. <http://www.water.tkk.fi>

Niemelä A. 2009. Typen poisto jätevesistä. Luotsinmäen jätevedenpuhdistamolle tehty esitys.

Hyxo Oy:n www-sivu. Viitattu 18.10.2010. [www.hyxo.fi](http://www.hyxo.fi)

Lindqvist B. 2010. Sameus/kiintoaine- elektrodi CUS31/41. Käyttöönottokoulutus Porin Vedellä kesäkuussa 2010.

Lindqvist B. 2010. pH- armatuuri CPA111. Käyttöönottokoulutus Porin Vedellä kesäkuussa 2010.

Technical Information 1. Turbidity/Suspended Solids Measurement, liquisys M CUM 223 / 253. Viitattu 25.10.2010. <http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/Turbidity/TI200C.pdf>

Metso Automation 2006. KajaaniTS asennus-, käyttö- ja huolto-ohje.

Hyxo Oy. Technical Information 2. pH/ORP Measurement, liquisys M CPM 223/253. Viitattu 24.11.2010. [http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/pH\\_ORP/TI194C.pdf](http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/pH_ORP/TI194C.pdf)

Hach Oy. GLI pH Differential pH Convertible Sensor, PEEK body, wide-range. Viitattu 16.11.2010. <http://www.hach.com/hc/search.product.details.invoker/PackagingCode=PD1P1/NewLinkLabel=GLI+pHD+Differential+pH+Convertible+Sensor,+PEEK+body,+wide-range>

Hach Oy. GLI PRO Series pH/ORP Transmitter. Viitattu 16.11.2010.

<http://www.hach.com/hc/search.product.details.invoker/PackagingCode=PRO-P3A1N/NewLinkLabel=GLI+PRO+Series+pH%26frasl%3BORP+Transmitter>

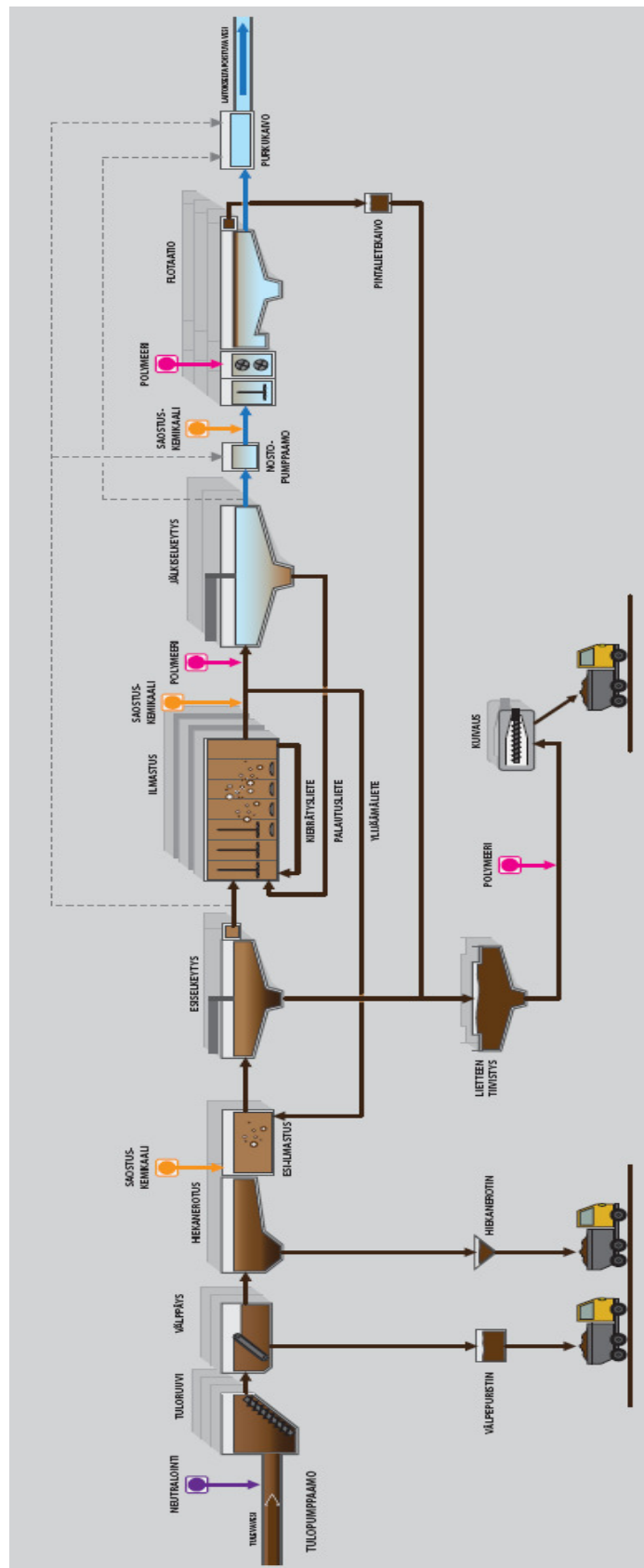
Technical Information 3. pH/ORP Measurement, liquisys M CPM 223 / 253. Viitattu 16.11.2010.

[http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/pH\\_ORP/TI194C.pdf](http://www.amjequipment.com/eh/Technical%20Documents/Analysis/pH_ORP/TI194C.pdf)



# LUOTSINMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON PROSESSIKAAVIO

LIITE 1



Taulukko 1. Kokonaisfosforin vertailu, flotaatioon menevä vesi

| Näytepäivä | Näytesarja | Analysaattori | Laboratorio | Ero<br>(mg/l) | Ero<br>(%) |
|------------|------------|---------------|-------------|---------------|------------|
|            | 1          | HO_QI001      |             |               |            |
| 6.10.2010  | 1          | 0,13          | 0,10        | 0,03          | 23,0       |
|            | 2          | 0,14          | 0,09        | 0,05          | 35,7       |
|            | 3          | 0,14          | 0,10        | 0,04          | 28,5       |
|            | 4          | 0,15          | 0,13        | 0,02          | 13,3       |
| 3.11.2010  | 1          | 0,38          | 0,33        | 0,05          | 13,1       |
|            | 2          | 0,41          | 0,35        | 0,06          | 14,6       |
|            | 3          | 0,42          | 0,34        | 0,08          | 19,0       |
|            | 4          | 0,40          | 0,35        | 0,05          | 12,5       |
| 1.12.2010  | 1          | 0,33          | 0,32        | 0,01          | 3,0        |
|            | 2          | 0,34          | 0,33        | 0,01          | 2,9        |
|            | 3          | 0,39          | 0,38        | 0,01          | 2,5        |
|            | 4          | 0,35          | 0,33        | 0,02          | 5,7        |
| 2.12.2010  | 1          | 0,34          | 0,31        | 0,03          | 8,8        |
|            | 2          | 0,50          | 0,33        | 0,17          | 34,0       |
|            | 3          | 0,45          | 0,33        | 0,12          | 26,6       |
|            | 4          | 0,35          | 0,32        | 0,03          | 8,5        |
| 12.1.2011  | 1          | 0,26          | 0,21        | 0,05          | 19,2       |
|            | 2          | 0,28          | 0,23        | 0,05          | 17,8       |
|            | 3          | 0,33          | 0,26        | 0,07          | 21,2       |
|            | 4          | 0,31          | 0,24        | 0,07          | 22,5       |

Taulukko 2.Liukoisen fosforin vertailu, flotaatioon menevä vesi

| Näytepäivä | Näytesarja | Analysaattori | Laboratorio | Ero<br>(mg/l) | Ero (%) |
|------------|------------|---------------|-------------|---------------|---------|
|            | 1          | HO_QI002      |             |               |         |
| 6.10.2010  | 1          | 0,02          | 0,05        | 0,03          | 60,00   |
|            | 2          | 0,02          | 0,05        | 0,03          | 60,00   |
|            | 3          | 0,02          | 0,04        | 0,02          | 50,00   |
|            | 4          | 0,02          | 0,04        | 0,02          | 50,00   |
| 3.11.2010  | 1          | 0,12          | 0,12        | 0,00          | 0,00    |
|            | 2          | 0,15          | 0,12        | 0,03          | 20,00   |
|            | 3          | 0,13          | 0,096       | 0,034         | 26,10   |
|            | 4          | 0,12          | 0,096       | 0,024         | 20,00   |
| 1.12.2010  | 1          | 0,10          | 0,056       | 0,044         | 44,00   |
|            | 2          | 0,11          | 0,051       | 0,059         | 53,60   |
|            | 3          | 0,11          | 0,044       | 0,066         | 60,00   |
|            | 4          | 0,10          | 0,039       | 0,061         | 61,00   |
| 2.12.2010  | 1          | 0,11          | 0,048       | 0,062         | 56,30   |
|            | 2          | 0,11          | 0,057       | 0,053         | 48,10   |
|            | 3          | 0,11          | 0,067       | 0,043         | 39,00   |
|            | 4          | 0,11          | 0,053       | 0,057         | 51,80   |
| 12.1.2011  | 1          | 0,05          | 0,093       | 0,043         | 46,20   |
|            | 2          | 0,07          | 0,065       | 0,005         | 7,10    |
|            | 3          | 0,07          | 0,066       | 0,004         | 5,70    |
|            | 4          | 0,07          | 0,074       | 0,004         | 5,40    |

Taulukko 3. Kokonaisfosforin vertailu, lähtevä vesi

| Näytepäivä | Näytesarja | Analysaattori | Laboratorio | Ero<br>(mg/l) | Ero (%) |
|------------|------------|---------------|-------------|---------------|---------|
|            | 1          | HO_QI005      |             |               |         |
| 6.10.2010  | 1          | 0,08          | 0,07        | 0,01          | 12,50   |
|            | 2          | 0,09          | 0,07        | 0,02          | 22,20   |
|            | 3          | 0,10          | 0,09        | 0,01          | 10,00   |
|            | 4          | 0,10          | 0,07        | 0,03          | 30,00   |
| 3.11.2010  | 1          | 0,29          | 0,28        | 0,01          | 3,40    |
|            | 2          | 0,29          | 0,24        | 0,05          | 17,20   |
|            | 3          | 0,30          | 0,26        | 0,04          | 13,30   |
|            | 4          | 0,31          | 0,28        | 0,03          | 9,60    |
| 1.12.2010  | 1          | 0,29          | 0,27        | 0,02          | 6,80    |
|            | 2          | 0,31          | 0,29        | 0,02          | 6,40    |
|            | 3          | 0,34          | 0,33        | 0,01          | 2,90    |
|            | 4          | 0,29          | 0,27        | 0,02          | 6,80    |
| 2.12.2010  | 1          | 0,22          | 0,20        | 0,02          | 9,00    |
|            | 2          | 0,29          | 0,26        | 0,03          | 10,30   |
|            | 3          | 0,35          | 0,31        | 0,04          | 11,40   |
|            | 4          | 0,32          | 0,28        | 0,04          | 12,50   |
| 12.1.2011  | 1          | 0,15          | 0,11        | 0,04          | 26,60   |
|            | 2          | 0,15          | 0,13        | 0,02          | 13,30   |
|            | 3          | 0,16          | 0,19        | 0,03          | 15,70   |
|            | 4          | 0,16          | 0,14        | 0,02          | 12,50   |



Taulukko 4. Liukoisen fosforin vertailu, lähtevä vesi

| Näytepäivä | Näytesarja | Analysaattori | Laboratorio | Ero<br>(mg/l) | Ero (%) |
|------------|------------|---------------|-------------|---------------|---------|
|            | 1          | HO_QI006      |             |               |         |
| 6.10.2010  | 1          | 0,02          | 0,04        | 0,02          | 50,00   |
|            | 2          | 0,02          | 0,03        | 0,01          | 33,30   |
|            | 3          | 0,02          | 0,03        | 0,01          | 33,30   |
|            | 4          | 0,02          | 0,03        | 0,01          | 33,30   |
| 3.11.2010  | 1          | 0,09          | 0,09        | 0,00          | 0,00    |
|            | 2          | 0,09          | 0,09        | 0,00          | 0,00    |
|            | 3          | 0,09          | 0,05        | 0,04          | 44,40   |
|            | 4          | 0,09          | 0,09        | 0,00          | 0,00    |
| 1.12.2010  | 1          | 0,10          | 0,06        | 0,04          | 40,00   |
|            | 2          | 0,10          | 0,06        | 0,04          | 40,00   |
|            | 3          | 0,10          | 0,05        | 0,05          | 50,00   |
|            | 4          | 0,10          | 0,05        | 0,05          | 50,00   |
| 2.12.2010  | 1          | 0,08          | 0,05        | 0,03          | 37,50   |
|            | 2          | 0,09          | 0,04        | 0,05          | 55,50   |
|            | 3          | 0,10          | 0,05        | 0,05          | 50,00   |
|            | 4          | 0,10          | 0,05        | 0,05          | 50,00   |
| 12.1.2011  | 1          | 0,04          | 0,05        | 0,01          | 20,00   |
|            | 2          | 0,04          | 0,04        | 0,00          | 0,00    |
|            | 3          | 0,04          | 0,052       | 0,012         | 23,00   |
|            | 4          | 0,04          | 0,06        | 0,020         | 33,30   |

Taulukko 5. Ammoniumtypen vertailu, flotaatioon menevä vesi

| Näytepäivä | Näytesarja | Analysaattori | Laboratorio | Ero<br>(mg/l) | Ero (%) |
|------------|------------|---------------|-------------|---------------|---------|
|            | 1          | HO_QI003      |             |               |         |
| 6.10.2010  | 1          | 3,26          | 4,76        | 1,50          | 31,50   |
|            | 2          | 3,90          | 6,37        | 2,47          | 38,70   |
|            | 3          | 5,40          | 6,08        | 0,68          | 11,10   |
|            | 4          | 3,56          | 5,12        | 1,56          | 30,40   |
| 3.11.2010  | 1          | 0,71          | 0,66        | 0,05          | 7,00    |
|            | 2          | 0,98          | 0,69        | 0,29          | 29,50   |
|            | 3          | 2,08          | 0,93        | 1,15          | 55,20   |
|            | 4          | 2,07          | 0,97        | 1,10          | 53,10   |
| 1.12.2010  | 1          | 3,03          | 4,24        | 1,21          | 28,50   |
|            | 2          | 2,78          | 3,64        | 0,86          | 23,60   |
|            | 3          | 2,65          | 3,56        | 0,91          | 25,50   |
|            | 4          | 2,61          | 3,91        | 1,30          | 33,20   |
| 2.12.2010  | 1          | 1,99          | 2,88        | 0,89          | 30,90   |
|            | 2          | 1,60          | 2,53        | 0,93          | 36,70   |
|            | 3          | 2,03          | 3,13        | 1,10          | 35,10   |
|            | 4          | 2,05          | 3,33        | 1,28          | 38,40   |
| 12.1.2011  | 1          | 0,83          | 0,72        | 0,11          | 13,20   |
|            | 2          | 0,52          | 0,55        | 0,03          | 5,40    |
|            | 3          | 1,49          | 1,46        | 0,03          | 2,00    |
|            | 4          | 1,46          | 1,53        | 0,07          | 4,50    |

Taulukko 6. Analysaattori F1\_QI603 Ilmastusallas 1, lenkki 1

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero  | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|------|----------|
| 1.11.2010  | 2668                                       | 2676                                     | 8,00 | 0,29     |
| 2.11.2010  | 2320                                       | 2638                                     | 318  | 12,05    |
| 3.11.2010  | 2651                                       | 2854                                     | 203  | 7,11     |
| 4.11.2010  | 2684                                       | 2667                                     | 17   | 0,63     |
| 5.11.2010  | 2893                                       | 2738                                     | 155  | 5,35     |
| 21.2.2011  | 4211                                       | 3954                                     | 257  | 6,1      |
| 22.2.2011  | 4077                                       | 3915                                     | 162  | 3,97     |
| 23.2.2011  | 5844                                       | 3684                                     | 2160 | 36,96    |
| 24.2.2011  | 3918                                       | 3810                                     | 108  | 2,75     |
| 25.2.2011  | 3943                                       | 3703                                     | 240  | 6,08     |

Taulukko 7. Analysaattori F1\_QI604 Ilmastusallas 1, lenkki 2

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-----|----------|
| 1.11.2010  | 2295                                       | 2460                                     | 165 | 6,70     |
| 2.11.2010  | 2727                                       | 2582                                     | 154 | 5,31     |
| 3.11.2010  | 2350                                       | 2367                                     | 17  | 0,71     |
| 4.11.2010  | 2345                                       | 2548                                     | 203 | 7,96     |
| 5.11.2010  | 2507                                       | 2719                                     | 212 | 7,79     |
| 21.2.2011  | 2654                                       | 2835                                     | 181 | 6,38     |
| 22.2.2011  | 2595                                       | 2739                                     | 144 | 5,25     |
| 23.2.2011  | 2380                                       | 2521                                     | 141 | 5,95     |
| 24.2.2011  | 2602                                       | 2757                                     | 155 | 5,62     |
| 25.2.2011  | 2730                                       | 2605                                     | 125 | 4,57     |

Taulukko 8. Analysaattori F2\_QI603 Ilmastusallas 2, lenkki 1

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-----|----------|
| 1.11.2010  | 1182                                       | 1186                                     | 4   | 0,33     |
| 2.11.2010  | 1343                                       | 1343                                     | 0   | 0,00     |
| 3.11.2010  | 1219                                       | 1230                                     | 11  | 0,89     |
| 4.11.2010  | 1587                                       | 1535                                     | 52  | 3,27     |
| 5.11.2010  | 1505                                       | 1500                                     | 5   | 0,33     |
| 21.2.2011  | 2444                                       | 2727                                     | 283 | 10,37    |
| 22.2.2011  | 2728                                       | 2857                                     | 129 | 4,51     |
| 23.2.2011  | 2283                                       | 2943                                     | 660 | 22,42    |
| 24.2.2011  | 2783                                       | 3578                                     | 795 | 22,21    |
| 25.2.2011  | 2408                                       | 2670                                     | 262 | 9,81     |

Taulukko 9. Analysaattori F2\_QI604 Ilmastusallas 2, lenkki 2

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero  | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|------|----------|
| 1.11.2010  | 1666                                       | 1586                                     | 80   | 4,80     |
| 2.11.2010  | 3289                                       | 1758                                     | 1531 | 46,54    |
| 3.11.2010  | 1665                                       | 1271                                     | 394  | 23,66    |
| 4.11.2010  | 1680                                       | 1423                                     | 257  | 15,29    |
| 5.11.2010  | 1742                                       | 1672                                     | 70   | 4,01     |
| 21.2.2011  | 3521                                       | 3489                                     | 32   | 0,90     |
| 22.2.2011  | 3511                                       | 3631                                     | 120  | 3,30     |
| 23.2.2011  | 4726                                       | 3510                                     | 1216 | 25,73    |
| 24.2.2011  | 3393                                       | 2572                                     | 821  | 24,19    |
| 25.2.2011  | 3363                                       | 3479                                     | 116  | 3,33     |

Taulukko 10. Analysaattori F3\_QI603 Ilmastusallas 3, lenkki 1

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero  | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|------|----------|
| 1.11.2010  | 3770                                       | 2115                                     | 1655 | 43,89    |
| 2.11.2010  | 3217                                       | 2103                                     | 1114 | 34,62    |
| 3.11.2010  | 3426                                       | 2268                                     | 1158 | 33,80    |
| 4.11.2010  | 3226                                       | 2067                                     | 1159 | 35,92    |
| 5.11.2010  | 3678                                       | 2372                                     | 1306 | 35,50    |
| 21.2.2011  | 4392                                       | 3242                                     | 1150 | 26,18    |
| 22.2.2011  | 4395                                       | 3352                                     | 1043 | 23,73    |
| 23.2.2011  | 4350                                       | 3021                                     | 1329 | 30,55    |
| 24.2.2011  | 4290                                       | 3725                                     | 565  | 13,17    |
| 25.2.2011  | 4330                                       | 3114                                     | 1216 | 28,08    |

Taulukko 11. Analysaattori F3\_QI604 Ilmastusallas 3, lenkki 2

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero  | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|------|----------|
| 1.11.2010  | 3127                                       | 3004                                     | 123  | 3,93     |
| 2.11.2010  | 3801                                       | 2988                                     | 813  | 21,38    |
| 3.11.2010  | 3690                                       | 2540                                     | 1150 | 31,16    |
| 4.11.2010  | 3688                                       | 2687                                     | 1001 | 27,14    |
| 5.11.2010  | 3772                                       | 2793                                     | 979  | 25,95    |
| 21.2.2011  | 4130                                       | 3719                                     | 411  | 9,95     |
| 22.2.2011  | 4187                                       | 3792                                     | 395  | 7,76     |
| 23.2.2011  | 4134                                       | 3813                                     | 321  | 7,76     |
| 24.2.2011  | 4110                                       | 3003                                     | 1107 | 26,93    |
| 25.2.2011  | 4097                                       | 3676                                     | 421  | 10,27    |

Taulukko 12. Analysaattori H1\_QI001 Flotaatioallas 1

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero   | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-------|----------|
| 1.11.2010  | -                                          | -                                        | -     | -        |
| 2.11.2010  | -                                          | -                                        | -     | -        |
| 3.11.2010  | 22,67                                      | 16,30                                    | 6,37  | 28,09    |
| 4.11.2010  | 24,82                                      | 18,18                                    | 6,64  | 26,75    |
| 5.11.2010  | 19,28                                      | 3,08                                     | 16,20 | 84,02    |
| 21.2.2011  | 2,77                                       | 12,30                                    | 9,53  | 77,47    |
| 22.2.2011  | 0,522                                      | 8,72                                     | 8,20  | 94,01    |
| 23.2.2011  | 0,493                                      | 9,74                                     | 9,25  | 94,93    |
| 24.2.2011  | 0,607                                      | 10,77                                    | 10,16 | 94,36    |
| 25.2.2011  | 0,758                                      | 6,72                                     | 5,96  | 88,72    |

Taulukko 13. Analysaattori H2\_QI001 Flotaatioallas 2

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero  | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|------|----------|
| 1.11.2010  | 24,73                                      | 26,67                                    | 1,94 | 7,27     |
| 2.11.2010  | 22,39                                      | 18,80                                    | 3,59 | 16,03    |
| 3.11.2010  | 22,74                                      | 25,40                                    | 2,66 | 10,47    |
| 4.11.2010  | 24,20                                      | 23,19                                    | 1,01 | 4,17     |
| 5.11.2010  | 21,57                                      | 16,10                                    | 5,47 | 25,35    |
| 21.2.2011  | 2,94                                       | 0,82                                     | 2,12 | 72,10    |
| 22.2.2011  | 3,12                                       | 12,06                                    | 8,94 | 74,12    |
| 23.2.2011  | 2,89                                       | 6,79                                     | 3,90 | 53,40    |
| 24.2.2011  | 3,28                                       | 7,04                                     | 3,76 | 53,40    |
| 25.2.2011  | 3,53                                       | 6,62                                     | 3,09 | 46,67    |

Taulukko 14. Analysaattori H3\_QI001 Flotaatioallas 3

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero   | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-------|----------|
| 1.11.2010  | 12,06                                      | 14,00                                    | 1,94  | 13,85    |
| 2.11.2010  | 23,32                                      | 10,10                                    | 13,22 | 56,68    |
| 3.11.2010  | 12,95                                      | 14,30                                    | 1,35  | 9,44     |
| 4.11.2010  | 14,73                                      | 10,87                                    | 3,86  | 26,20    |
| 5.11.2010  | 12,26                                      | 0,78                                     | 11,48 | 93,63    |
| 21.2.2011  | 2,98                                       | 0,72                                     | 2,26  | 75,83    |
| 22.2.2011  | 3,76                                       | 10,24                                    | 6,48  | 63,28    |
| 23.2.2011  | 3,43                                       | 8,67                                     | 5,24  | 60,43    |
| 24.2.2011  | 3,98                                       | 6,72                                     | 2,74  | 40,77    |
| 25.2.2011  | 4,09                                       | 10,77                                    | 6,68  | 62,02    |

Taulukko 15. AnalysaattoriH4\_QI001 Flotaatioallas 4

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero   | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-------|----------|
| 1.11.2010  | 4,87                                       | 26,40                                    | 21,53 | 81,55    |
| 2.11.2010  | 14,49                                      | 26,80                                    | 12,31 | 45,93    |
| 3.11.2010  | 14,68                                      | 25,90                                    | 11,22 | 43,32    |
| 4.11.2010  | 15,77                                      | 23,29                                    | 7,52  | 32,28    |
| 5.11.2010  | 12,68                                      | 12,70                                    | 0,02  | 0,15     |
| 21.2.2011  | 5,32                                       | 8,44                                     | 3,12  | 36,96    |
| 22.2.2011  | 6,51                                       | 11,59                                    | 5,08  | 43,83    |
| 23.2.2011  | 6,15                                       | 7,33                                     | 1,18  | 16,09    |
| 24.2.2011  | 6,88                                       | 9,89                                     | 3,01  | 30,43    |
| 25.2.2011  | 7,03                                       | 8,59                                     | 1,56  | 18,16    |

Taulukko 16. Analysaattori HO\_QI004 Flotaatioon menevä vesi

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero   | Ero<br>% |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-------|----------|
| 1.11.2010  | 10,84                                      | 13,73                                    | 2,89  | 21,04    |
| 2.11.2010  | 7,72                                       | 1,56                                     | 6,16  | 79,79    |
| 3.11.2010  | 14,18                                      | 14,40                                    | 0,22  | 1,52     |
| 4.11.2010  | 18,80                                      | 17,30                                    | 1,50  | 7,97     |
| 5.11.2010  | 12,50                                      | 4,54                                     | 7,96  | 63,68    |
| 21.2.2011  | 21,95                                      | 10,00                                    | 11,95 | 54,44    |
| 22.2.2011  | 24,45                                      | 15,71                                    | 8,74  | 35,74    |
| 23.2.2011  | 27,71                                      | 15,34                                    | 12,37 | 44,64    |
| 24.2.2011  | 15,80                                      | 7,22                                     | 8,58  | 54,30    |
| 25.2.2011  | 12,80                                      | 9,55                                     | 3,25  | 25,39    |

Taulukko 17. Analysaattori HO\_QI007 Laitokselta lähtevä vesi

| Näytepäivä | Kiintoainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kiintoainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero<br>(mg/l) | Ero % |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|---------------|-------|
| 1.11.2010  | 12,89                                      | 22,50                                    | 9,61          | 42,71 |
| 2.11.2010  | 21,63                                      | 15,20                                    | 6,43          | 29,72 |
| 3.11.2010  | 23,80                                      | 14,79                                    | 9,01          | 37,85 |
| 4.11.2010  | 28,33                                      | 17,30                                    | 11,03         | 38,93 |
| 5.11.2010  | 13,45                                      | 9,88                                     | 3,57          | 26,54 |
| 21.2.2011  | 9,13                                       | 5,85                                     | 3,28          | 35,92 |
| 22.2.2011  | 10,90                                      | 4,86                                     | 6,04          | 55,41 |
| 23.2.2011  | 10,11                                      | 8,43                                     | 1,68          | 16,61 |
| 24.2.2011  | 11,44                                      | 9,15                                     | 2,29          | 20,01 |
| 25.2.2011  | 11,81                                      | 8,72                                     | 3,09          | 26,16 |



Taulukko 18. Analysaattori J2\_QI001 Tiivistämö 1

| Näytepäivä | Kuiva-<br>ainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kuiva-<br>ainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero<br>(mg/l) | Ero % |
|------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------|-------|
| 1.11.2010  | 2,90                                           | 2,90                                         | 0,00          | 0,00  |
| 2.11.2010  | 0,50                                           | 0,88                                         | 0,38          | 43,18 |
| 3.11.2010  | 1,10                                           | 1,70                                         | 0,60          | 35,29 |
| 4.11.2010  | 3,20                                           | 3,20                                         | 0,00          | 0,00  |
| 5.11.2010  | 0,90                                           | 0,73                                         | 0,17          | 18,88 |
| 21.2.2011  | 0,20                                           | 0,35                                         | 0,15          | 42,85 |
| 22.2.2011  | 0,50                                           | 0,65                                         | 0,15          | 23,07 |
| 23.2.2011  | 0,50                                           | 0,67                                         | 0,17          | 25,37 |
| 24.2.2011  | 0,40                                           | 0,61                                         | 0,21          | 34,42 |
| 25.2.2011  | 2,40                                           | 2,60                                         | 0,20          | 7,69  |

Taulukko 19. Analysaattori J1\_QI001 Tiivistämö 2

| Näytepäivä | Kuiva-<br>ainepitoisuus<br>analysaattori(mg/l) | Kuiva-<br>ainepitoisuus<br>laboratorio(mg/l) | Ero<br>(mg/l) | Ero % |
|------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------|-------|
| 1.11.2010  | 2,60                                           | 2,10                                         | 0,50          | 19,23 |
| 2.11.2010  | 0,90                                           | 0,64                                         | 0,26          | 28,88 |
| 3.11.2010  | 2,40                                           | 1,90                                         | 0,50          | 20,83 |
| 4.11.2010  | 2,80                                           | 2,30                                         | 0,50          | 17,85 |
| 5.11.2010  | 1,00                                           | 1,20                                         | 0,20          | 16,66 |
| 21.2.2011  | 3,80                                           | 2,80                                         | 1,00          | 26,31 |
| 22.2.2011  | 2,70                                           | 1,98                                         | 0,72          | 26,66 |
| 23.2.2011  | 1,70                                           | 1,05                                         | 0,65          | 38,23 |
| 24.2.2011  | 0,70                                           | 0,35                                         | 0,35          | 50,00 |
| 25.2.2011  | 1,80                                           | 2,50                                         | 0,70          | 28,00 |

Taulukko 20. Analysaattori D21\_QI001, laitokselle tuleva vesi

| Näytepäivä | pH<br>analysaattori | pH<br>laboratorio | Ero  | Ero<br>% |
|------------|---------------------|-------------------|------|----------|
| 1.11.2010  | 6,92                | 7,08              | 0,16 | 2,25     |
| 2.11.2010  | 7,70                | 7,17              | 0,53 | 6,88     |
| 3.11.2010  | 7,69                | 7,08              | 0,61 | 7,93     |
| 4.11.2010  | 7,75                | 7,28              | 0,47 | 6,06     |
| 5.11.2010  | 7,72                | 7,31              | 0,41 | 5,31     |
| 21.2.2011  | 7,10                | 6,99              | 0,11 | 1,54     |
| 22.2.2011  | 7,23                | 7,17              | 0,06 | 0,82     |
| 23.2.2011  | 7,24                | 7,12              | 0,12 | 1,65     |
| 24.2.2011  | 7,30                | 7,21              | 0,09 | 1,23     |
| 25.2.2011  | 7,70                | 7,41              | 0,29 | 3,76     |

Taulukko 21 . Analysaattori D21\_QI002, laitokselle tuleva vesi

| Näytepäivä | pH<br>analysaattori | pH<br>laboratorio | Ero<br>mg/l | Ero<br>% |
|------------|---------------------|-------------------|-------------|----------|
| 1.11.2010  | 6,92                | 7,01              | 0,09        | 1,28     |
| 2.11.2010  | 7,67                | 7,10              | 0,57        | 7,43     |
| 3.11.2010  | 7,72                | 7,08              | 0,64        | 8,29     |
| 4.11.2010  | 7,87                | 7,25              | 0,62        | 7,87     |
| 5.11.2010  | 7,70                | 7,22              | 0,48        | 6,23     |
| 21.2.2011  | 7,11                | 6,99              | 0,12        | 1,68     |
| 22.2.2011  | 7,22                | 7,11              | 0,11        | 1,52     |
| 23.2.2011  | 7,25                | 7,15              | 0,10        | 1,37     |
| 24.2.2011  | 7,33                | 7,31              | 0,02        | 0,27     |
| 25.2.2011  | 7,69                | 7,41              | 0,28        | 3,64     |

Taulukko 22. Analysaattori HO\_QI008, laitokselta lähtevä vesi

| Näytepäivä | pH<br>analysaattori | pH<br>laboratorio | Ero<br>mg/l | Ero<br>% |
|------------|---------------------|-------------------|-------------|----------|
| 1.11.2010  | 7,15                | 7,01              | 0,14        | 1,95     |
| 2.11.2010  | 6,84                | 7,13              | 0,29        | 4,06     |
| 3.11.2010  | 6,97                | 7,33              | 0,36        | 4,91     |
| 4.11.2010  | 6,87                | 7,16              | 0,29        | 4,05     |
| 5.11.2010  | 6,77                | 6,98              | 0,21        | 3,00     |
| 21.2.2011  | 7,25                | 7,16              | 0,09        | 1,24     |
| 22.2.2011  | 7,27                | 7,36              | 0,09        | 1,22     |
| 23.2.2011  | 7,26                | 7,27              | 0,01        | 0,13     |
| 24.2.2011  | 7,15                | 7,12              | 0,03        | 0,41     |
| 25.2.2011  | 7,23                | 7,23              | 0,00        | 0,00     |

Taulukko 23. Laitokselta lähtevä vesi, mittari 1

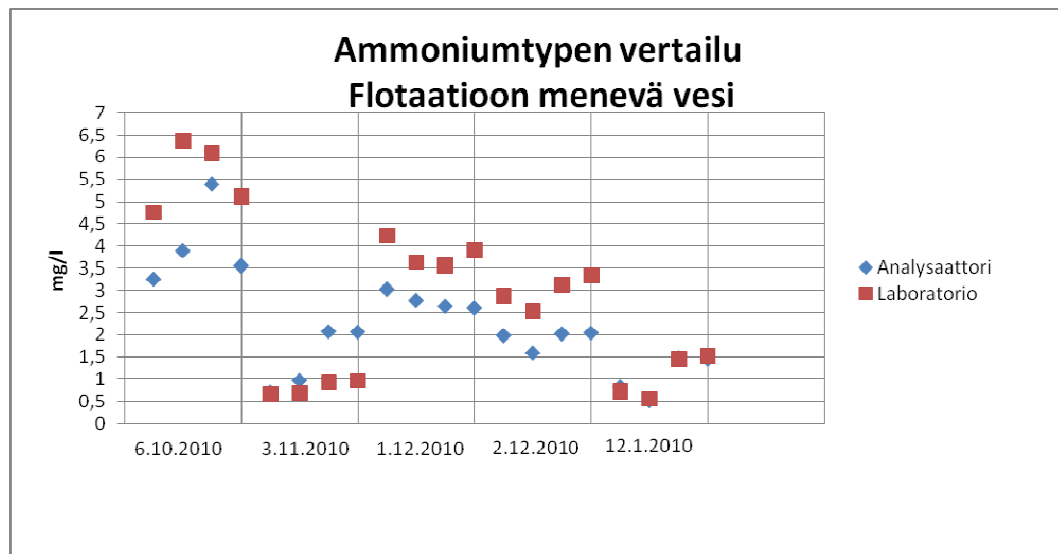
| Näytepäivä | pH<br>analysaattori | pH<br>laboratorio | Ero  | Ero<br>% |
|------------|---------------------|-------------------|------|----------|
| 15.11.2010 | 8,40                | 7,84              | 0,56 | 6,66     |
| 16.11.2010 | 8,25                | 7,78              | 0,47 | 5,69     |
| 17.11.2010 | 8,73                | 8,06              | 0,67 | 7,67     |
| 18.11.2010 | 8,36                | 7,83              | 0,53 | 6,33     |
| 19.11.2010 | 8,61                | 8,19              | 9,42 | 5,12     |
| 31.1.2011  | 8,11                | 7,80              | 0,31 | 3,82     |
| 1.2.2011   | 8,83                | 7,80              | 1,03 | 11,66    |
| 2.2.2011   | 8,37                | 7,72              | 0,65 | 7,76     |
| 3.2.2011   | 8,60                | 7,75              | 0,85 | 9,88     |
| 4.2.2011   | 8,75                | 7,94              | 0,81 | 9,25     |

Taulukko 24. Laitokselta lähtevä vesi, mittari 2

| Näytepäivä | pH<br>analysaattori | pH<br>laboratorio | Ero  | Ero<br>% |
|------------|---------------------|-------------------|------|----------|
| 15.11.2010 | 8,15                | 7,84              | 0,31 | 3,80     |
| 16.11.2010 | 7,93                | 7,78              | 0,15 | 1,89     |
| 17.11.2010 | 8,17                | 8,06              | 0,11 | 1,34     |
| 18.11.2010 | 8,01                | 7,83              | 0,18 | 2,24     |
| 19.11.2010 | 8,90                | 8,19              | 0,71 | 7,97     |
| 31.2.2011  | 7,90                | 7,80              | 0,1  | 1,26     |
| 1.2.2011   | 8,33                | 7,80              | 0,53 | 6,36     |
| 2.2.2011   | 8,06                | 7,72              | 0,34 | 4,21     |
| 3.2.2011   | 8,21                | 7,75              | 0,46 | 5,60     |
| 4.2.2011   | 8,22                | 7,94              | 0,28 | 3,40     |

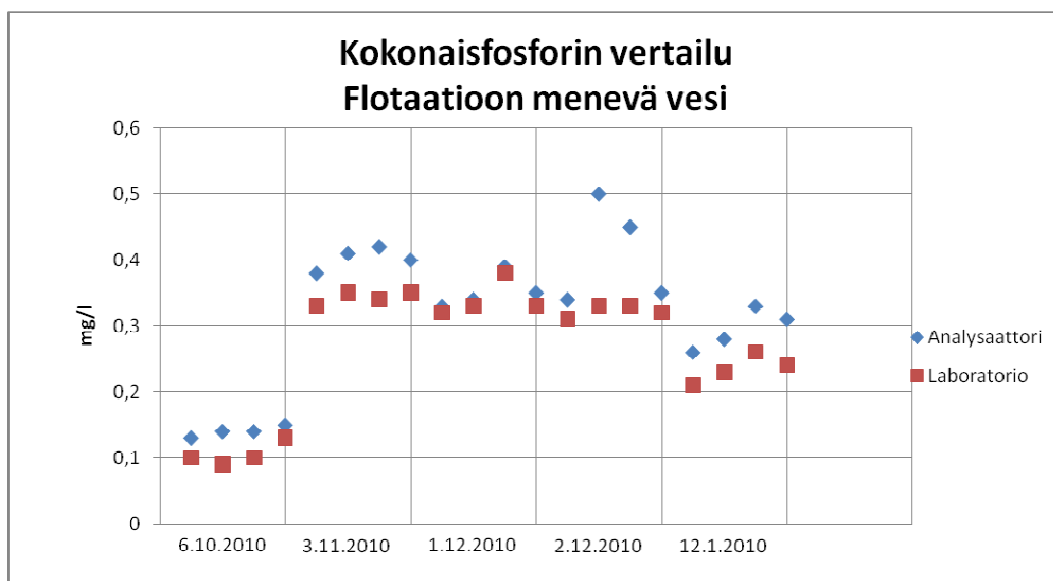
Taulukko 25. Kemikalisoitu vesi

| Näytepäivä | pH<br>analysaattori | pH<br>laboratorio | Ero  | Ero<br>% |
|------------|---------------------|-------------------|------|----------|
| 15.11.2010 | 10,20               | 9,65              | 0,55 | 5,39     |
| 16.11.2010 | 10,33               | 9,67              | 0,66 | 6,38     |
| 17.11.2010 | 10,34               | 9,71              | 0,63 | 6,09     |
| 18.11.2010 | 10,12               | 9,54              | 0,58 | 5,73     |
| 19.11.2010 | 10,33               | 9,81              | 0,52 | 5,03     |
| 31.1.2011  | 9,71                | 8,88              | 0,83 | 8,54     |
| 1.2.2011   | 9,30                | 8,52              | 0,78 | 8,38     |
| 2.2.2011   | 9,30                | 8,42              | 0,88 | 9,46     |
| 3.2.2011   | 9,63                | 8,96              | 0,67 | 6,95     |
| 4.2.2011   | 9,83                | 9,08              | 0,75 | 7,62     |

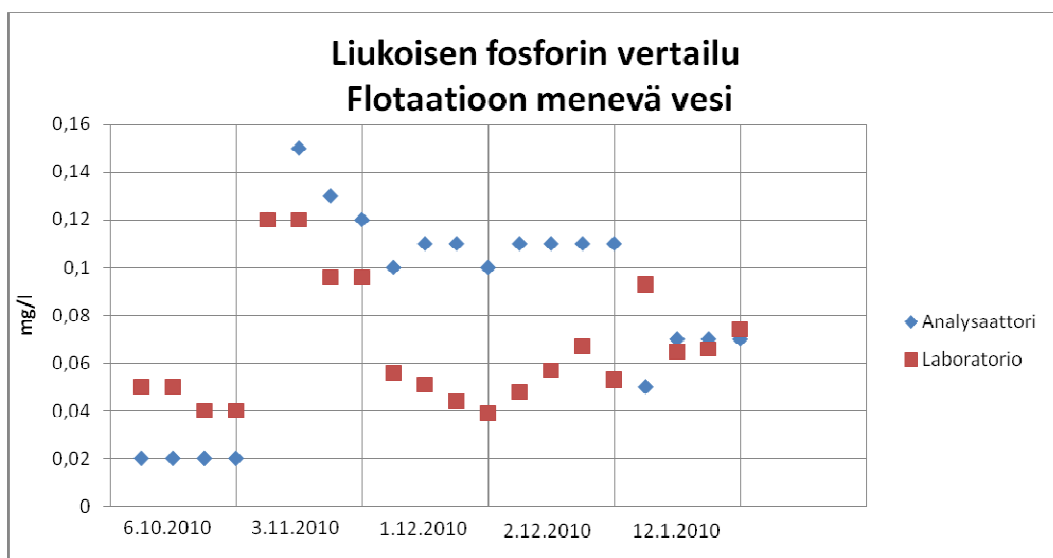


Kuvio 1. Ammoniumtyyppipitoisuuksien erot, flotaatioon menevä vesi

## KUVAAJAT, FLOTAATIOON MENEVÄ VESI



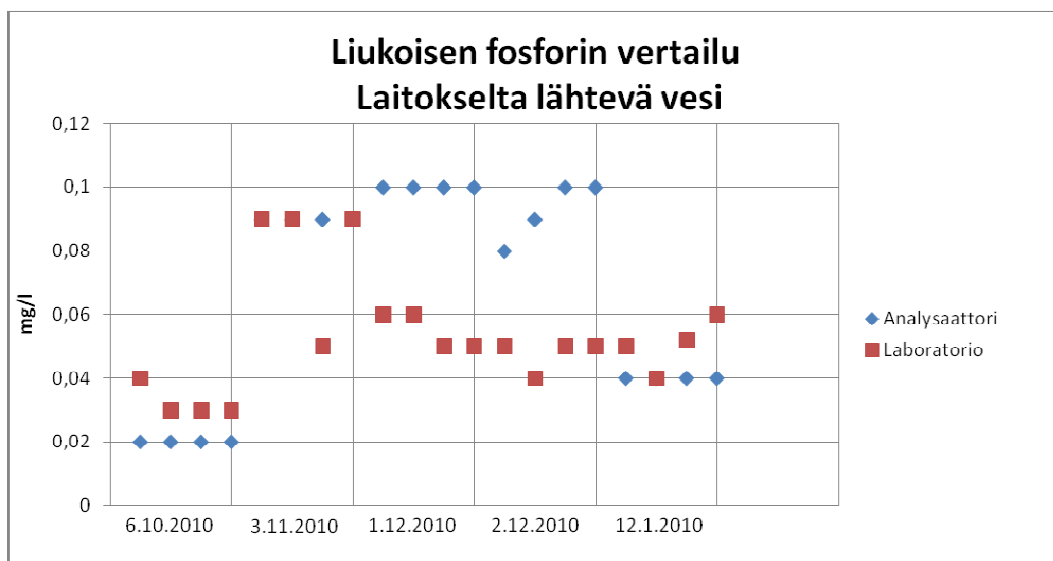
Kuvio 2. Kokonaisfosforipitoisuuksien erot, flotaatioon menevä vesi



Kuvio 3. Liukoisen fosforin pitoisuuserot, flotaatioon menevä vesi

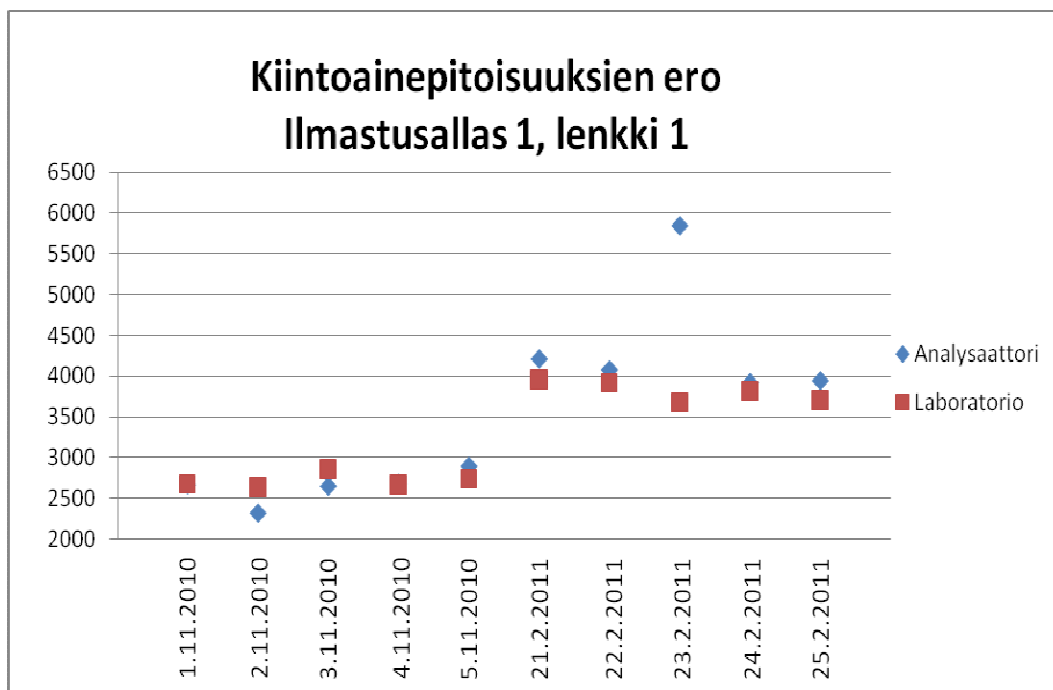


Kuvio 4. Kokonaisfosforipitoisuuksien erot, laitokselta lähtevä vesi

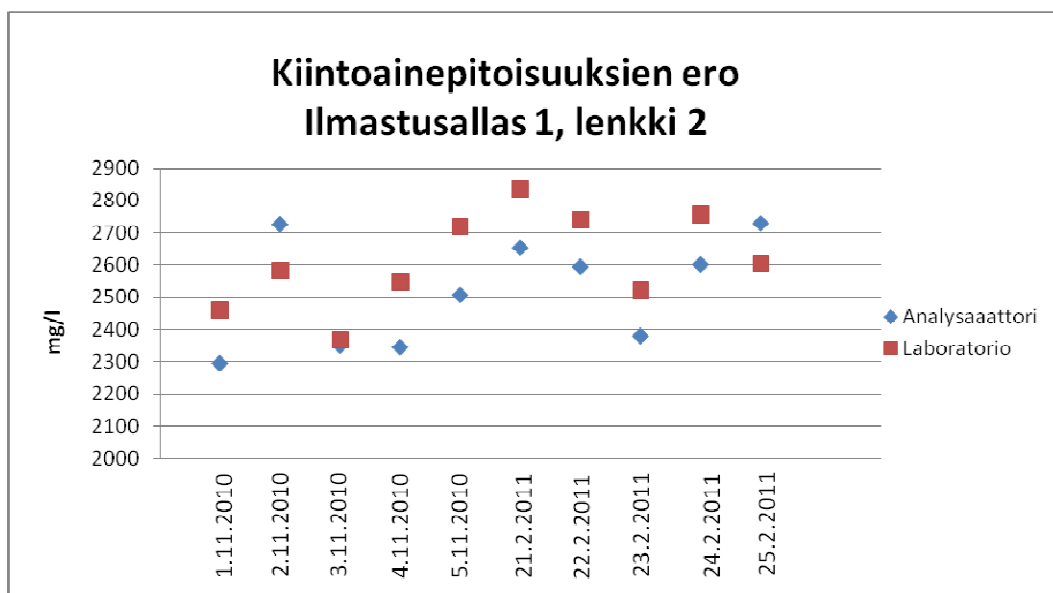


Kuvio 5. Liukoisen fosforin pitoisuuserot, laitokselta lähtevä vesi

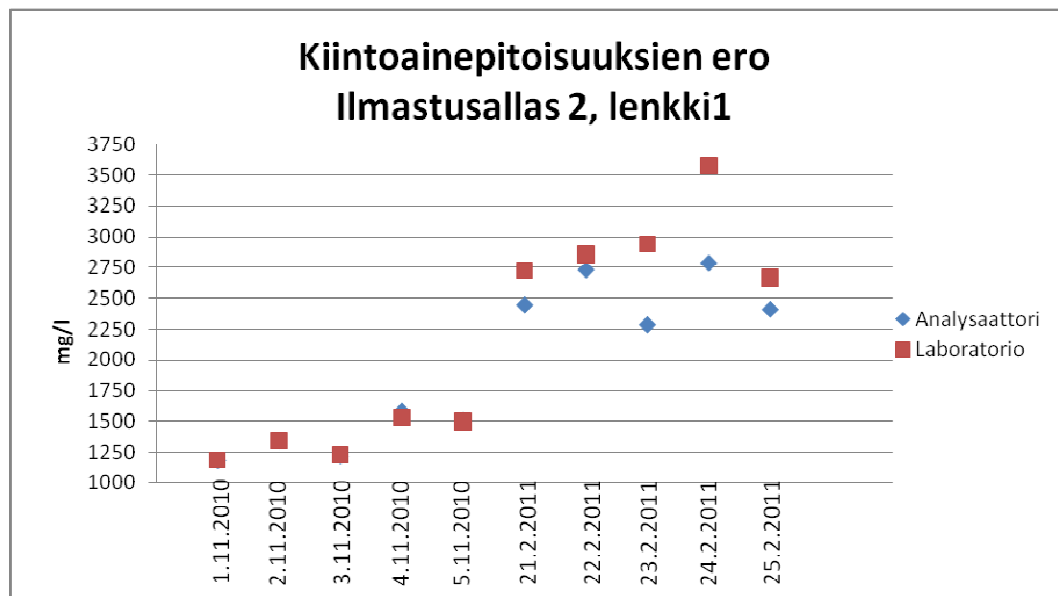




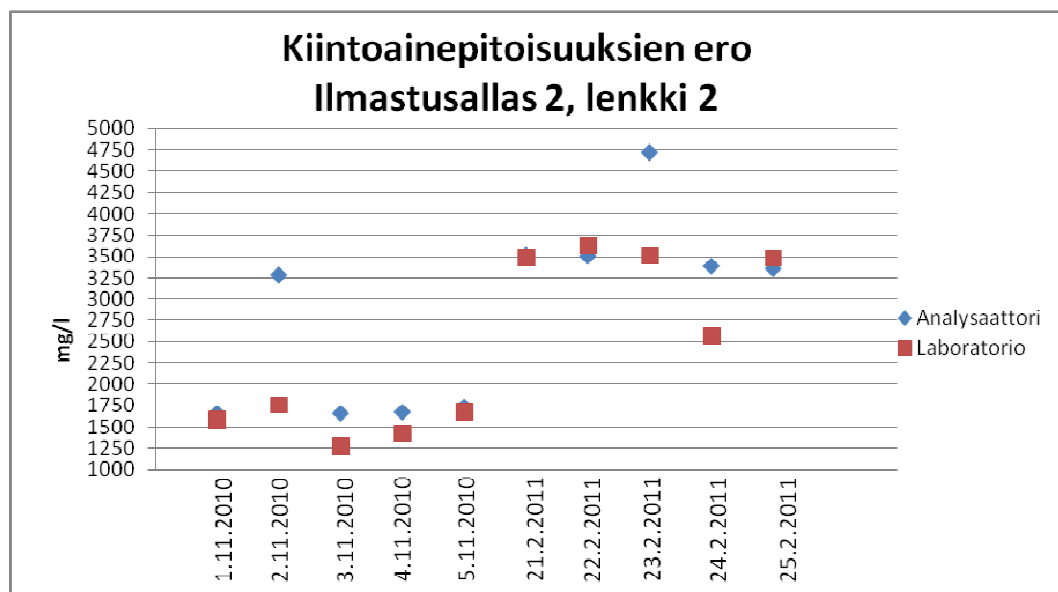
Kuvio 6. Kiintoainepitoisuuksien erot ilmastusallas 1:ssä, lenkki 1



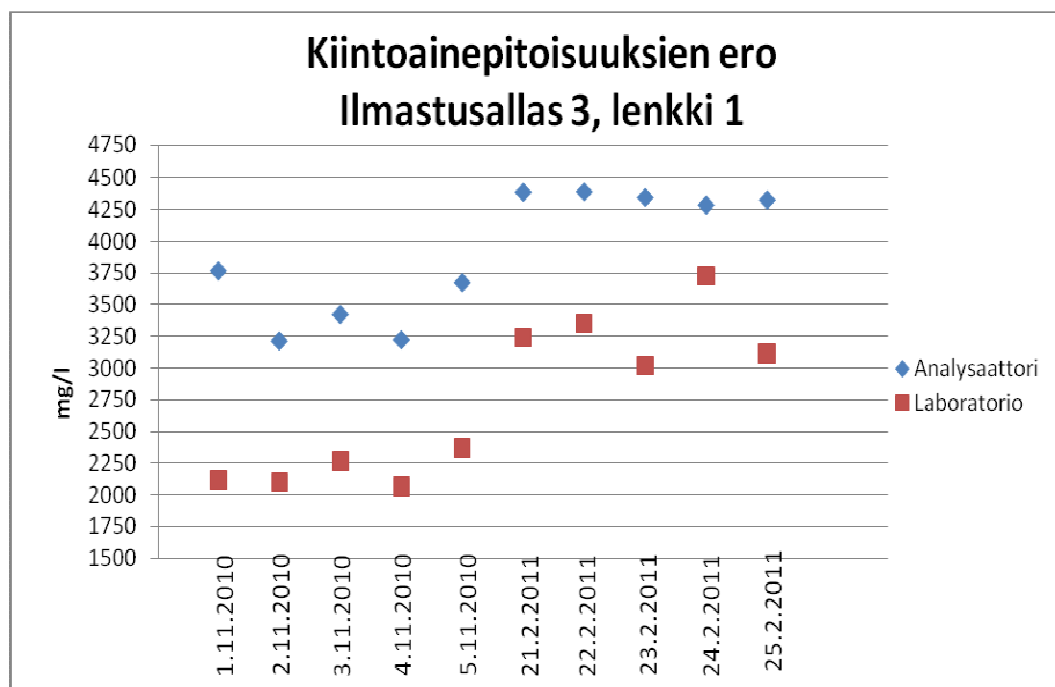
Kuvio 7. Kiintoainepitoisuuksien erot ilmastusallas 1:ssä, lenkki 2



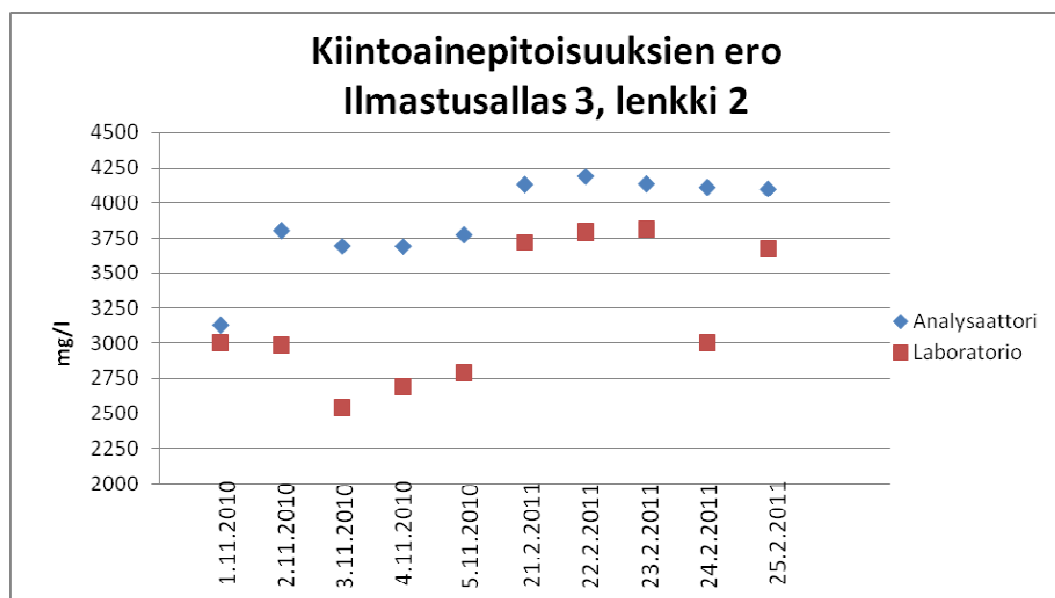
Kuvio 8. Kiintoainepitoisuuksien erot ilmastusallas 2, lenkki 2:ssa



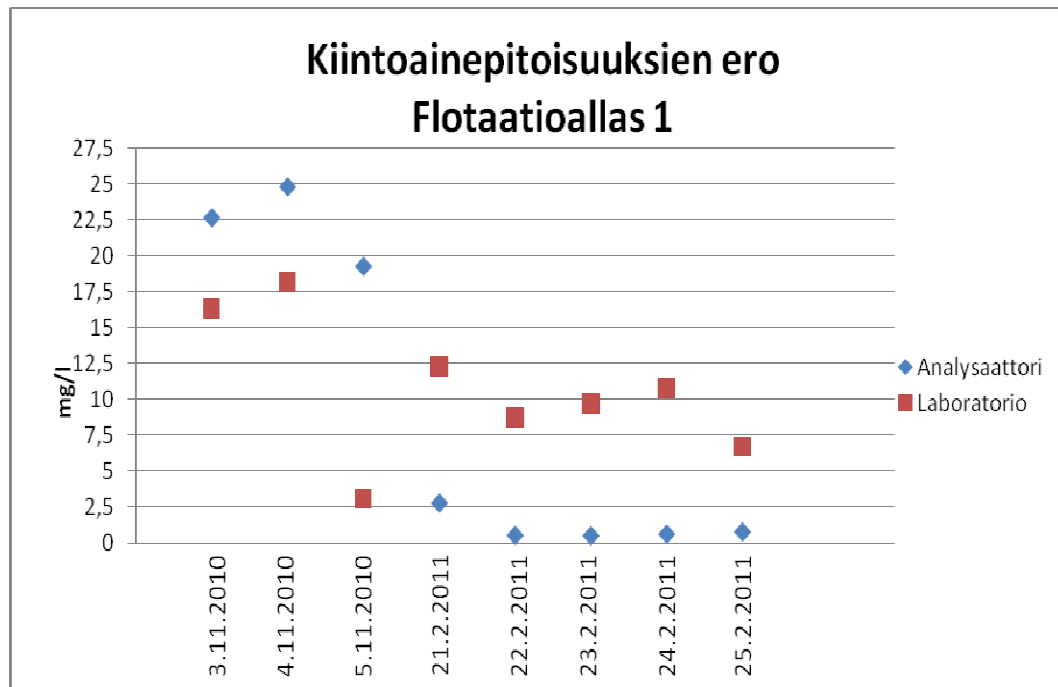
Kuvio 9. Kiintoainepitoisuuksien erot ilmastusallas 2, lenkki 2:ssa



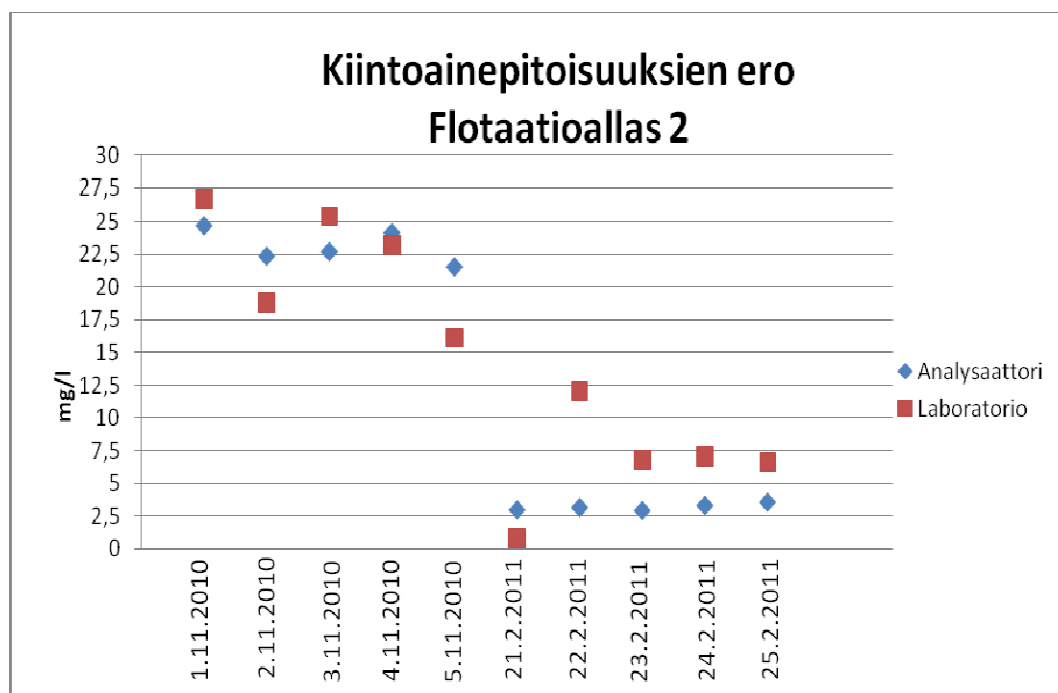
Kuvio 10. Kiintoainepitoisuuksien erot ilmastusallas 3, lenkki 1:ssä



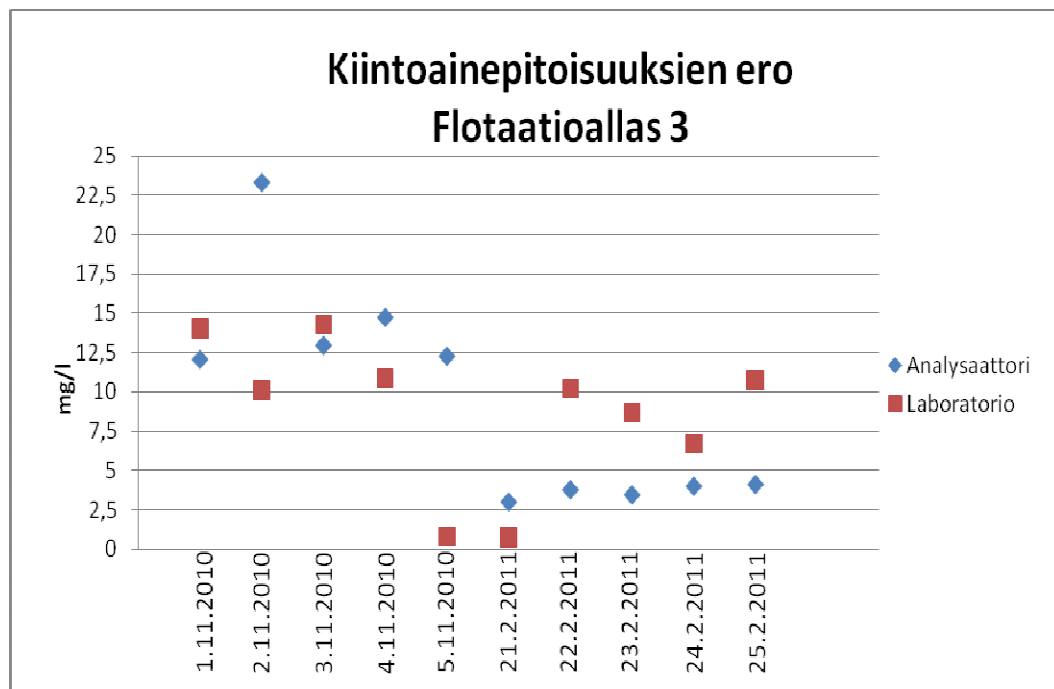
Kuvio 11. Kiintoainepitoisuuksien erot ilmastusallas 3, lenkki 2:ssä



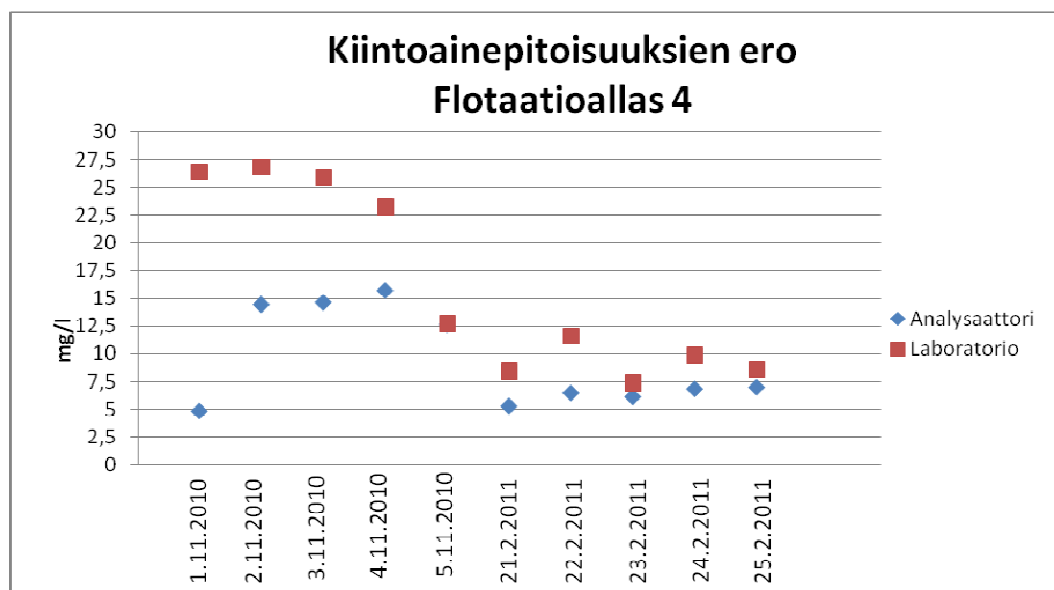
Kuvio 12. Kiintoainepitoisuuksien erot, flotaatioallas 1



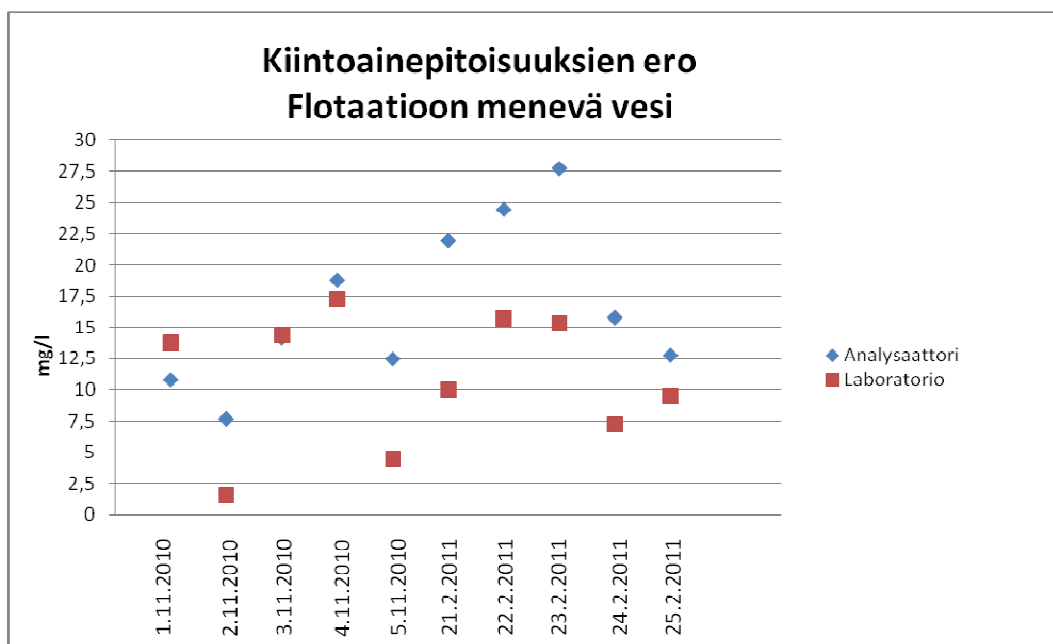
Kuvio 13. Kiintoainepitoisuuksien erot, flotaatioallas 2



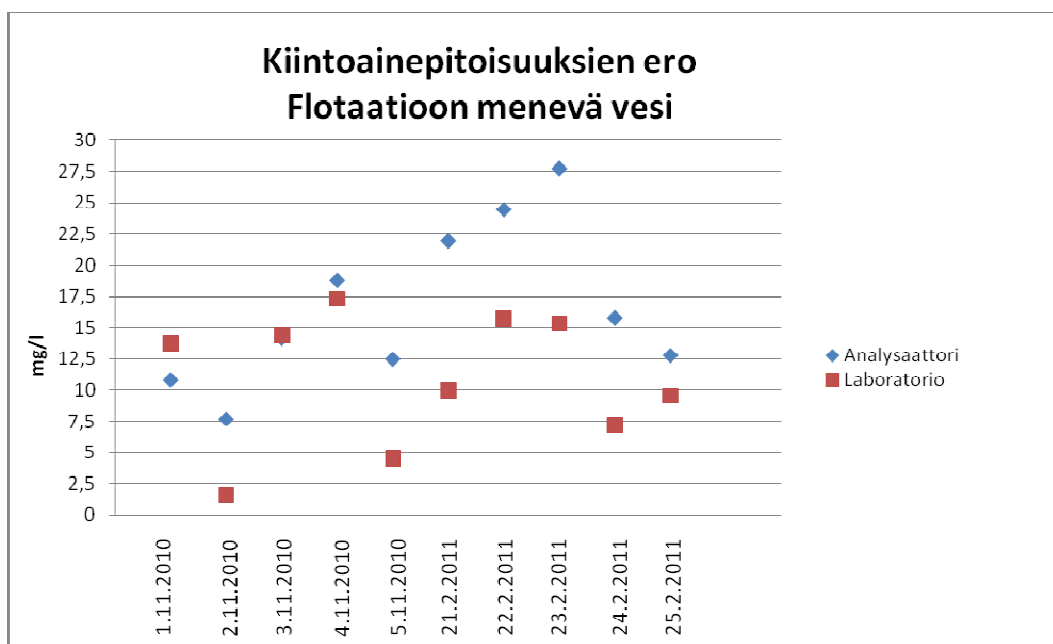
Kuvio 14. Kiintoainepitoisuuksien erot, flotaatioallas 3



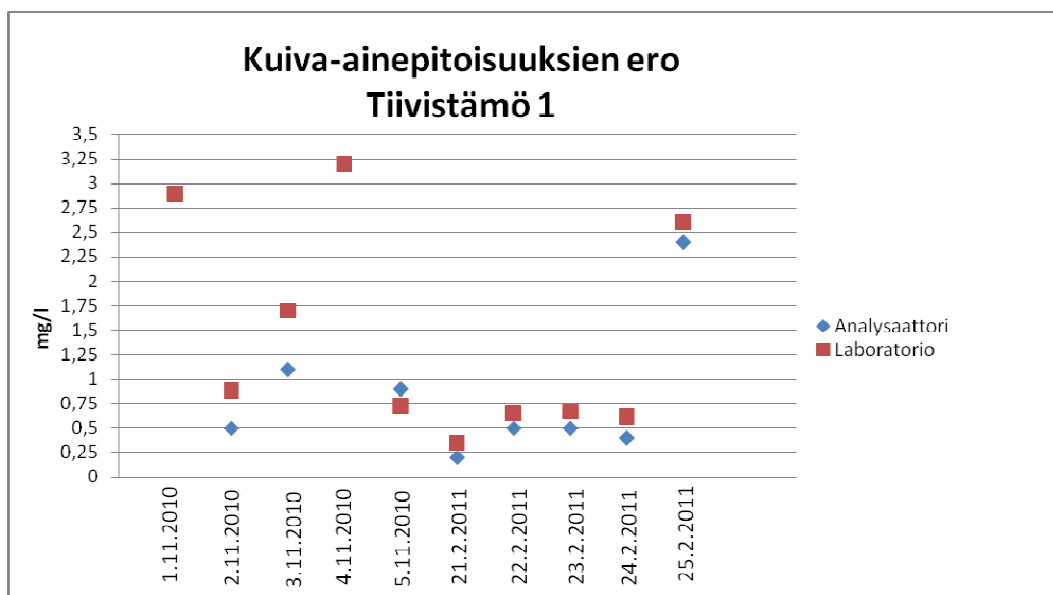
Kuvio 15. Kiintoainepitoisuuksien erot, flotaatioallas 4



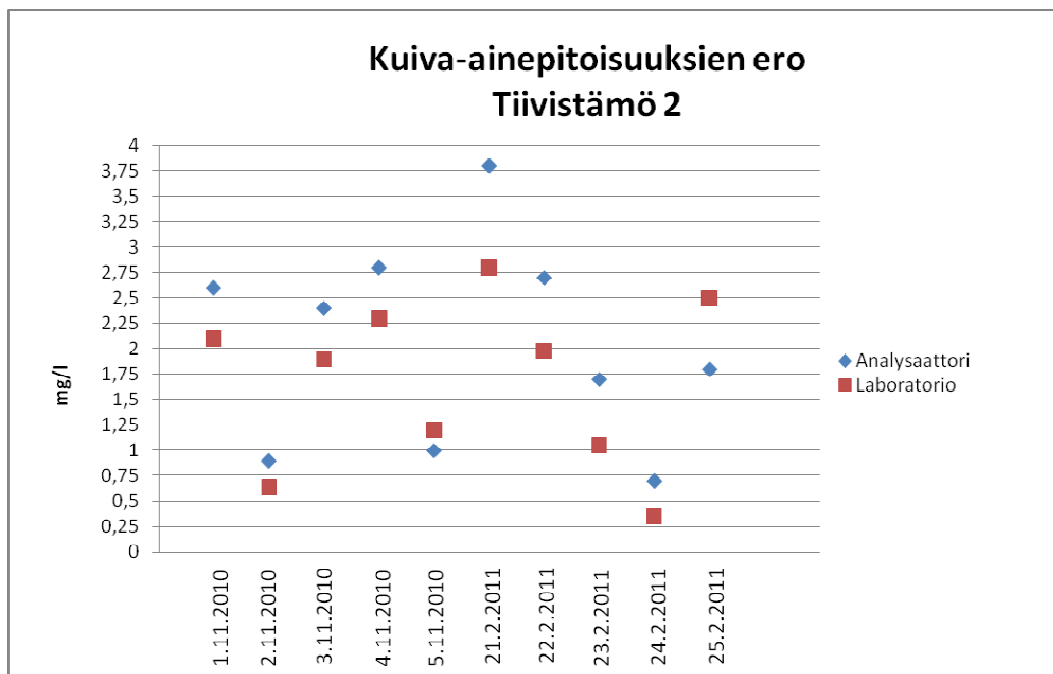
Kuvio 16. Kiintoainepitoisuuksien erot, flotaatioon menevä vesi



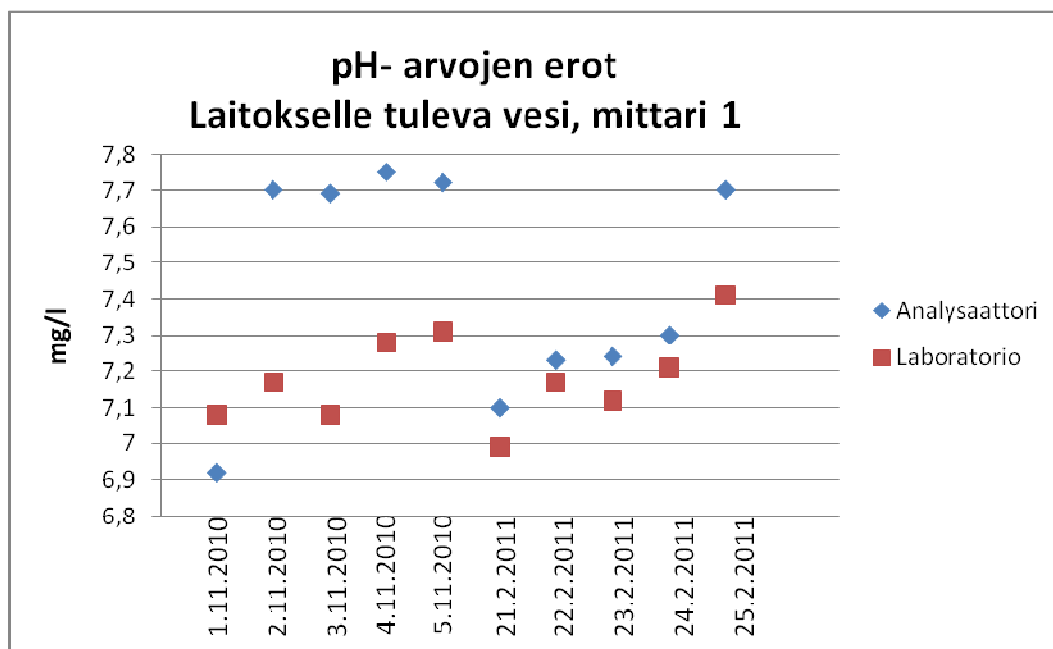
Kuvio 17. Kiintoainepitoisuuksien erot, laitokselta lähtevä vesi



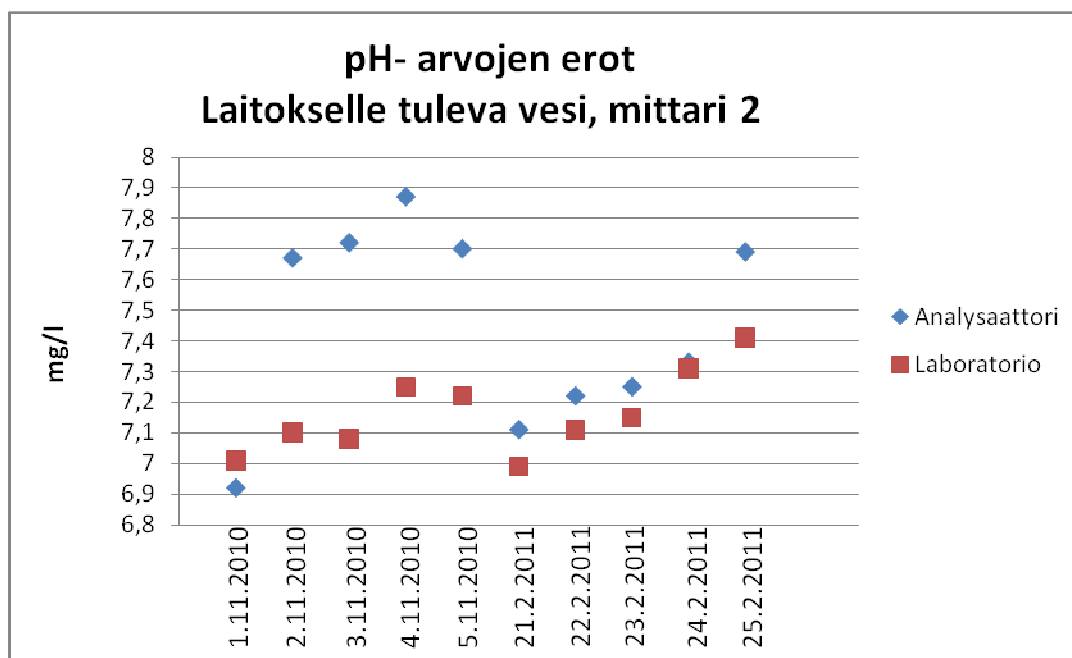
Kuvio 18. Kuiva-ainepitoisuuksien erot, tiivistämö 1



Kuvio 19. Kuiva-ainepitoisuuksien erot, tiivistämö 2

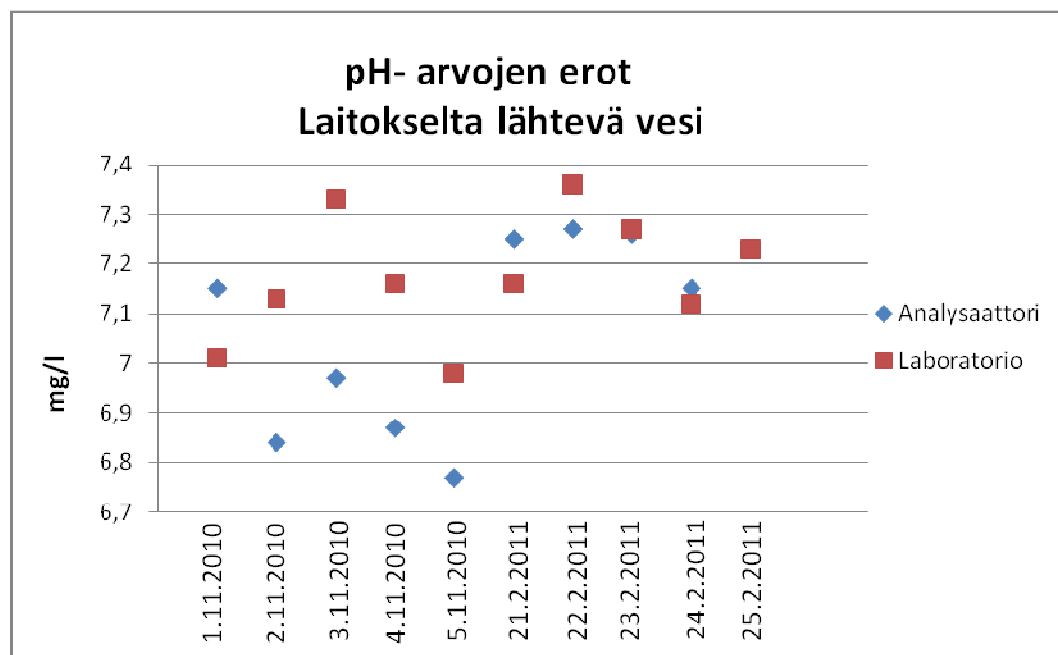


Kuvio 20. pH- arvojen erot laitokselle tulevassa vedessä, mittari 1

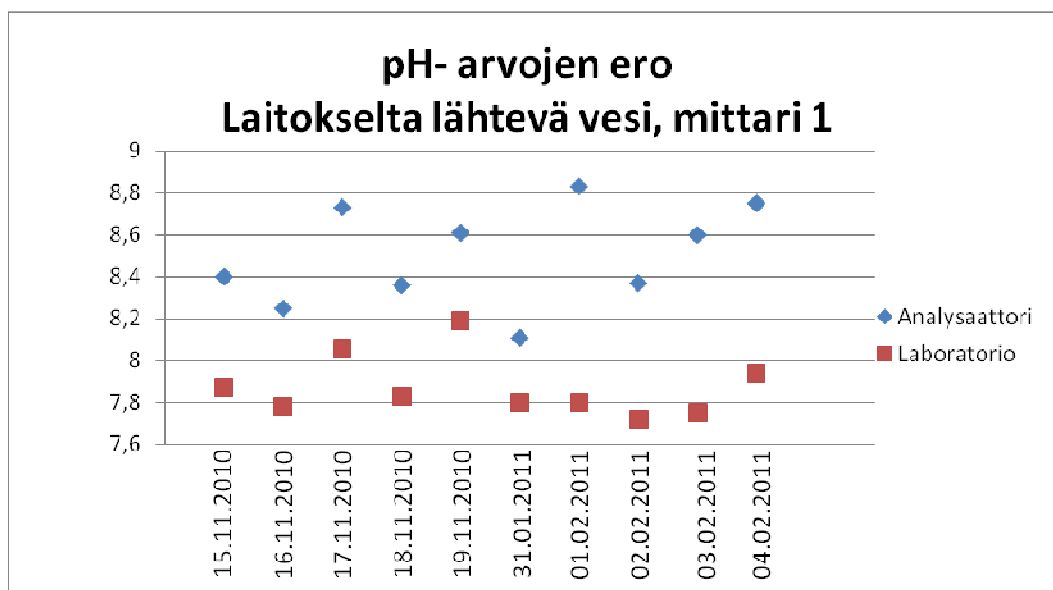


Kuvio 21. pH- arvojen erot laitokselle tulevassa vedessä, mittari 2

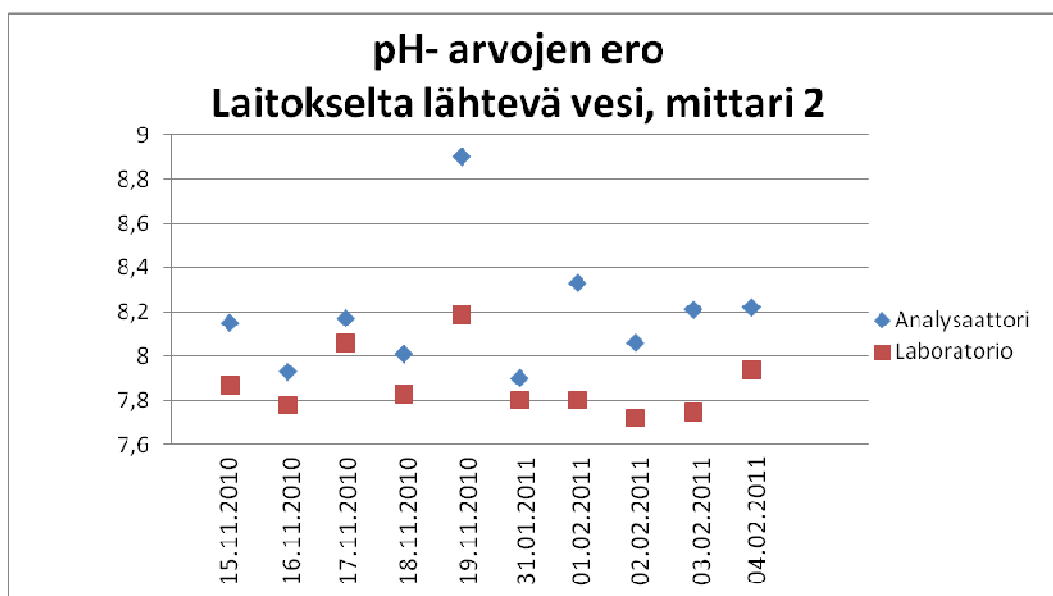




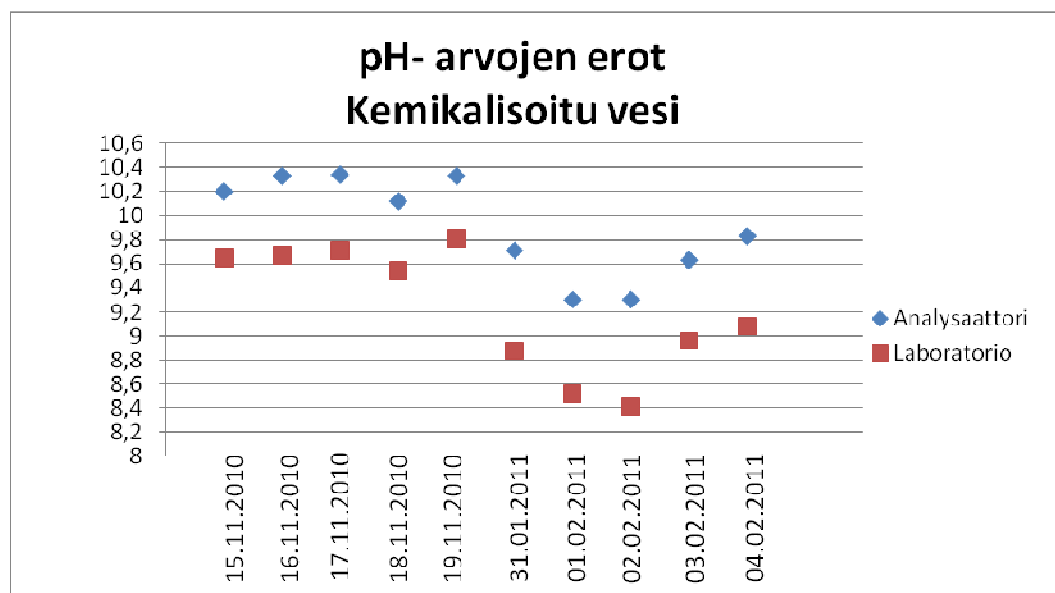
Kuvio 22. pH- arvojen erot laitokselta lähtevässä vedessä



Kuvio 23. pH- arvojen erot laitokselta lähtevässä vedessä, mittari 1



Kuvio 24. pH- arvojen erot laitokselta lähtevässä vedessä, mittari 2



Kuvio 25. pH- arvojen erot kemikalisoitussa vedessä