



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Henry Rosenberg

PELKISTÄMÖN EPÄPUHTAUKSIEN AINETASEET

Tekniikka ja merenkulku Pori  
Kemiantekniikan koulutusohjelma  
2008

## PELKISTÄMÖN EPÄPUHTAUKSIEN AINETASEET

Rosenberg, Henry  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kemiantekniikan koulutusohjelma  
kesäkuu 2008  
Toukonen, Tapio Viitanen, Kari  
UDK: 66.01, 669.24  
Sivumäärä: 85

Asiasanat: kloridi, kalsium, magnesium, natrium

---

*Tämän opinnäytetyön aiheena oli määrittää Norilsk Nickel Harjavalta Oy pelkistämön prosessin epäpuhtauksien pitoisuudet prosessin eri pisteissä. Työssä pyrittiin ennustamaan muiden mittauspisteiden epäpuhtauksien pitoisuudet, kun tiedettiin pelkistämölle tulevan nikkelisulfaatin epäpuhtauksien pitoisuudet.*

*Työn tarkoituksena oli myös selvittää missä vaiheessa prosessia on isoimmat epäpuhtauspitoisuudet ja onko niiden vähentäminen mahdollista nykyisellä laitteistolla. Työssä määritettiin myös osittainen vesitase, jotta voitiin havaita miten vesi liikkuu pelkistämön prosessissa. Kirjallisuusosassa käytiin läpi pelkistämön eri osaprosesseja sekä perehdyttiin epäpuhtauksiin ja niiden vaikutukseen prosessissa.*

*Työssä kerättiin kymmenen päivän ajan näytteitä 14 eri mittauspisteestä. Näytteiden analyysitulosten avulla laskettiin epäpuhtauksien massataseet jokaiselle mittauspisteelle. Työssä määritettiin myös muut muuttujat, mitkä vaikuttavat prosessin eri mittauspisteiden epäpuhtauspitoisuuksiin. Näiden muuttujien ja massataseiden avulla luotiin ennustussuorat jokaiselle pisteelle.*

*Pitoisuuksien vähentämiseen nykyisellä laitteistolla on melko vaikea päästä. Parhaiten epäpuhtauksien pitoisuuksia pystytään vähentämään poistamalla ammoniumsulfaattiliuosta prosessista. Liuosta poistetaan kuitenkin pieniä määriä verrattuna prosessissa virtaavaan ammoniumsulfaattiin. Tämän johdosta prosessista poistuvan liuoksen epäpuhtauksien pitoisuuksia olisi pyrittävä nostamaan, ajamalla liuosta ulos prosessista sieltä missä pitoisuudet ovat korkeimmillaan esimerkiksi RSA244:n ylivuodon kautta.*

*Työssä todettiin, että mittauspisteitä ei pystytä ennustamaan, jos tiedetään ainoastaan pelkistämölle tulevan nikkelisulfaatin epäpuhtauksien pitoisuudet. Ennustamiseen tarvitaan myös muut muuttujat, jotka vaikuttavat eri mittauspisteisiin. Näiden muuttujien ja tulevan nikkelisulfaatin epäpuhtauksien pitoisuuksien avulla pystyttiin ennustamaan muiden pisteiden epäpuhtauksien pitoisuudet.*

## MASS BALANCES OF IMPURITIES AT A REDUCTION PLANT

Rosenberg, Henry  
Satakunta University of Applied Sciences  
Degree Programme in Chemical Engineering  
June 2008  
Toukonen, Tapio Viitanen, Kari  
UDC: 66.01, 669.24  
Number of Pages: 85

Key Words: chloride, calcium, magnesium, sodium

---

*The purpose of this thesis was to define the impurities concentration in different points in Norilsk Nickel Harjavalta Oy process. The work aimed at predicting impurities concentration of the other points, while the incoming nickel sulphate impurities concentration was known.*

*The purpose of the work also was to find out at which stage of the process there is the biggest impurities concentration and if it is possible to reduce it with the current equipment. Partial water balance was also defined in the work in order to detect how water moves in the process. In the theory part different subprocesses of the reduction plant were dealt with. Also impurities and their effect on the process were dealt with in the theory part.*

*The work was executed by collecting samples from 14 different points over a period of ten days. The samples were analyzed and with the help of the results the mass balances of the impurities for each point were calculated. Also the other variables which affect the impurities of the different points of the process were defined in the work. With the help of these variables and mass balances the prediction lines for each point were created.*

*Reducing the impurities concentration with the current equipment is rather difficult. The best way to reduce the impurities concentration is to remove ammonium sulphate solution from the process. However, small amounts of the solution are removed when compared to the amount of ammonium sulphate that runs in the process. Because of this the impurities concentration of the outgoing solution should be increased by feeding solution out of the process at the point where the concentrations are at their highest, for example through the overflow of RSA244*

*It was discovered that points cannot be predicted if only the incoming nickel sulphate impurities concentration is known. In order to predict them, also the other variables that affect different points are needed. With the help of these variables and the incoming nickel sulphate impurities concentration, it became possible to predict the impurities concentration of the other points.*

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
2	YLEISTÄ .....	7
2.1	Norilsk Nickel.....	7
2.2	Norilsk Nickel Harjavalta Oy .....	7
3	PELKISTÄMÖ.....	9
3.1	Kobolttiutto .....	9
3.2	Saostus .....	11
3.3	Ammoniumsulfaattikiteytys.....	12
3.4	Pelkistys .....	13
4	PROSESSISSA OLEVAT EPÄPUHTAUDET .....	15
4.1	Natrium .....	15
4.2	Kloridi .....	15
4.3	Kalsium .....	16
4.4	Magnesium.....	16
5	TYÖN SUORITUS .....	17
5.1	Näytteiden otto ja käsittely .....	17
5.2	Virtauksien kerääminen tiedonkeruujärjestelmästä .....	19
5.3	Vesitaseen muodostaminen.....	19
5.4	Epäpuhtaustaseen muodostaminen .....	26
5.5	Epäpuhtaustaseen tulokset .....	35
5.6	Kahden mittauspisteen välisien suorien muodostus .....	35
5.6.1	Yhden muuttujan suora .....	36
5.6.2	Kahden muuttujan suora .....	37
5.6.3	Kolmen muuttujan suora .....	41
6	LOHKOKAAVION MUODOSTAMINEN.....	45
7	VIRHEARVIOINTI .....	45
8	JATKOTUTKIMUS- JA KEHITYSEHDOTUKSIA .....	46
9	YHTEENVETO .....	47
10	LÄHTEET .....	48

## LIITTEET

## Lyhenneluettelo

AMS	Ammoniumsulfaatti
EL201	Elutriojalka 201
ELS213	Emäliuossäiliö 231
HK211	Hihnakuuljetin 211
Hönkä	Kiteyttimistä haihtunut kuuma vesihöyry
KN	Kiteytin
LS104	Liuossäiliö 104
LS213	Liuossäiliö 213
LS250	Liuossäiliö 250
NG271	Niagara 271
RE	Reaktori
RSA	Ruuvisakeutin
TLS280	Tuoteliuossäiliö 280
YS222	Ylitesäiliö 222

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli määrittää kloridin, magnesiumin, natriumin sekä kalsiumin ainetaseet Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n Pelkistämön prosessissa. Työssä haluttiin selvittää miten eri epäpuhtauksien pitoisuudet muuttuvat, kun prosessin virtaukset muuttuvat tai prosessin kiertoa muutetaan.

Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n Pelkistämön prosessi on pelkistys prosessi, missä nikkelisulfaattiliuoksesta (AMS) pelkistetään nikkeliä vedyn avulla. Sivutuotteena pelkistyksessä saadaan ammoniumsulfaattia.

Epäpuhtaudet aiheuttavat prosessissa muun muassa putkistojen syöpymistä, ammoniumsulfaattiliuoksen kipsaantumista putkistoihin, ammoniumsulfaattikiteiden partikkelikokojakauman pientymistä sekä ammoniumsulfaattisuolan tyypipitoisuuden pienenemistä. Näiden takia epäpuhtauksien minimointi on erittäin tärkeää. Epäpuhtaustase mahdollistaa suurimpien epäpuhtauksien pitoisuuksien havainnoimisen ja sitä kautta epäpuhtauksien poistamisen prosessista.

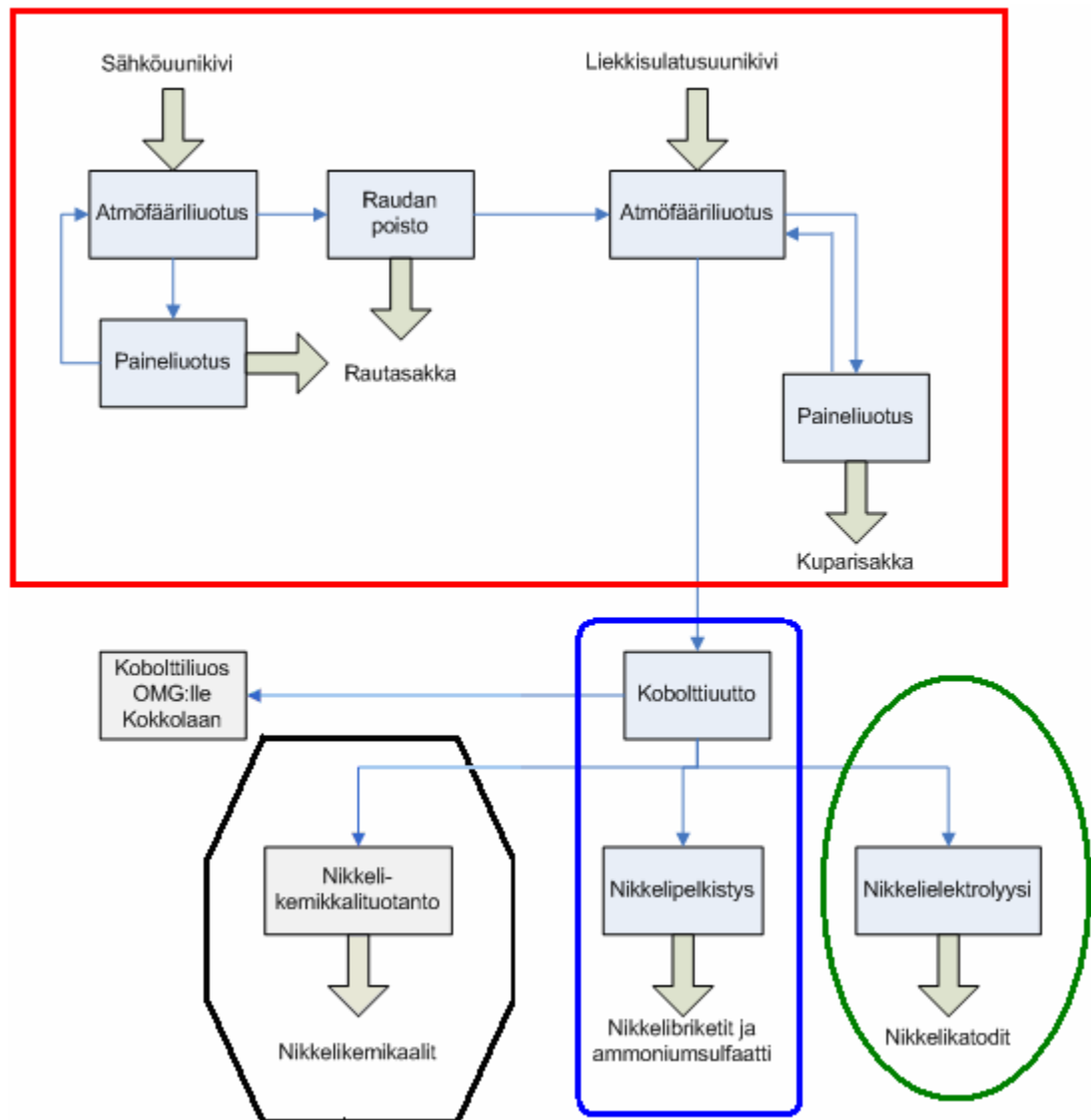
## 2 YLEISTÄ

### 2.1 Norilsk Nickel

Norilsk Nickel on venäläinen kaivos- ja metalliyhtiö, joka on maailman suurin palladiumin ja nikkelin tuottaja sekä yksi johtavista platinan ja kuparin tuottajista. /1/ Lisäksi yhtiö tuottaa mm. kultaa, hopeaa, kobolttia ja rodiumia. Norilsk Nickelin pääomistajana on oligarkki Vladimir Potanin. /2/

### 2.2 Norilsk Nickel Harjavalta Oy

Norilsk Nickel Harjavalta Oy koostuu neljästä osastosta: liuottamosta, uuttopelkistämöstä, kemikaalitehtaasta sekä elektrolyysistä. Liuottamalla raaka-aineena käytetyt sähköunikivi ja liekkisulatuskivi liuotetaan monivaiheista liuotusta käyttäen, jotta raaka-aineista saadaan erotettua rauta ja kupari pois. Näin saadaan nostettua liuotuksessa syntyneen tuotteen nikkelpitoisuutta. Liuotuksen jälkeen liuos syötetään kobolttiuuttoon, jossa siitä poistetaan koboltti. Kobolttiliuos myydään OMG:lle Kokkolaan. Uutosta tullutta liuosta käsitellään kolmella eri tavalla. Liuos syötetään pelkistämölle, elektrolyysille tai kemikaalitehtaalle. Kemikaalitehtaassa valmistetaan nikkelisulfaattia ja nikkelihydroksikarbonaattia, elektrolyysissä nikkelikatodeita ja pelkistämössä nikkelibrikettejä. Pelkistyksen yhteydessä syntyy myös ammoniumsulfaattiliuosta (AMS-liuos), mikä kiteytetään. Kiteytetystä AMS-liuoksesta osa käytetään uudelleen pelkistyksessä ja osa kuivataan arinakuivaimissa. Kuivatut AMS-kiteet myydään eteenpäin lannoitteena. Kuvassa 1 on esitetty Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n Prosessikaaviokuva. Kuvassa osastot on eroteltu eri rajauksien avulla. /3/

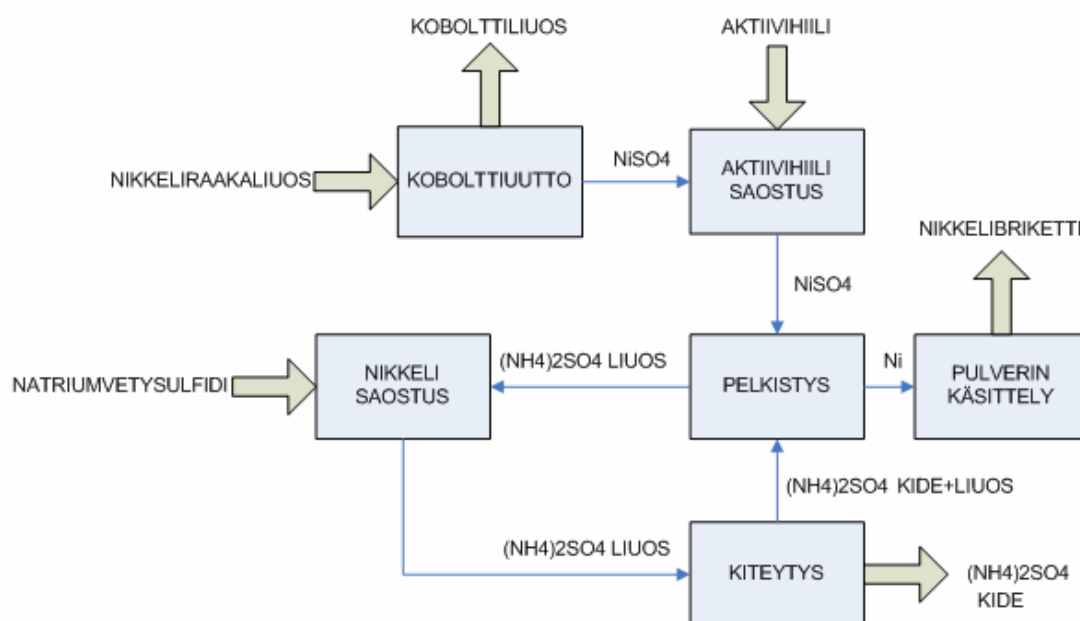


Kuva 1. Prosessikaaviokuva Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n tuotannosta. Punainen alue (suorakulmio) kuvaa liuottamon, musta (8-kulmio) kemikaalitehtaan, sininen (suorakulmio kaarevilla reunoilla) pelkistämön ja vihreä (ellipsi) elektrolyysin prosessia. /1/



### 3 PELKISTÄMÖ

Pelkistämöllä valmistetaan nikkelibrikettejä pelkistämällä nikkelisulfaattiliuosta vedyn avulla. Pelkistuksen sivutuotteena syntyy ammoniumsulfaattia (AMS), jota kuivataan ja myydään lannoitteeksi. Tehdas jaetaan neljään osaprosessiin, mitkä ovat uutto, saostus (aktiivihiili- ja nikkeli-saostus), pelkistys (pelkistys ja pulverinkäsittely) ja kiteytys. /4/



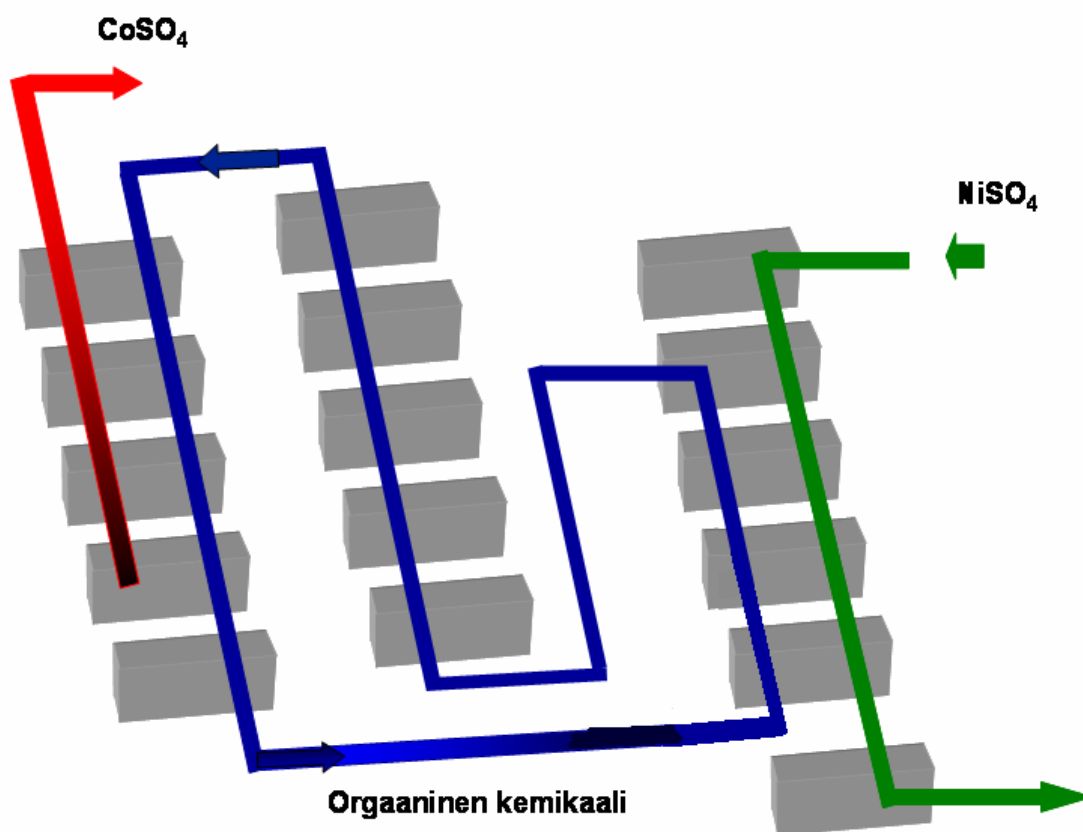
Kuva 2. Prosessikaaviokuva Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n pelkistämön prosessista. Kuvassa on esitetty nikkelisulfaatti- ja ammoniumsulfaattivirtaukset. /4/

#### 3.1 Koboltti-uutto

Koboltti-uutossa puhdistetaan liuottamolta tuleva nikkeli-liuos uuttamalla siitä koboltti ja joukko muita epäpuhtausmetalleja /5/. Aluksi liuos pestään kerosiinipesukennossa, jotta liuoksessa olevat orgaaniset epäpuhtaudet, kuten hydraulikkaöljyt ja rasvat poistuvat. Pesun jälkeen kerosiini erotetaan liuoksesta. Liuos johdetaan koboltti-uutokennoihin, mitkä toimivat sarjassa vastavirtaperiaatteella. Vastakkaiselta puolelta syötetään orgaanista kemikaalia. /6/ Uuttoprosessi perustuu kobolttin siirtymiseen kahden toisiinsa liukenemattoman nesteen välillä. Koboltti reagoi orgaanisen kemikaaliliuoksen sisältämän reagenssin kanssa siirtyen siihen. /5/ Uutettu nikkeli-liuos

johdetaan kerosiinipesuun, jolla estetään orgaanisen uuttoreagenssin pääsy eteenpäin prosessissa. Pesun jälkeen uutettu nikkeliuute johdetaan aktiivihiilisaostukseen /6/.

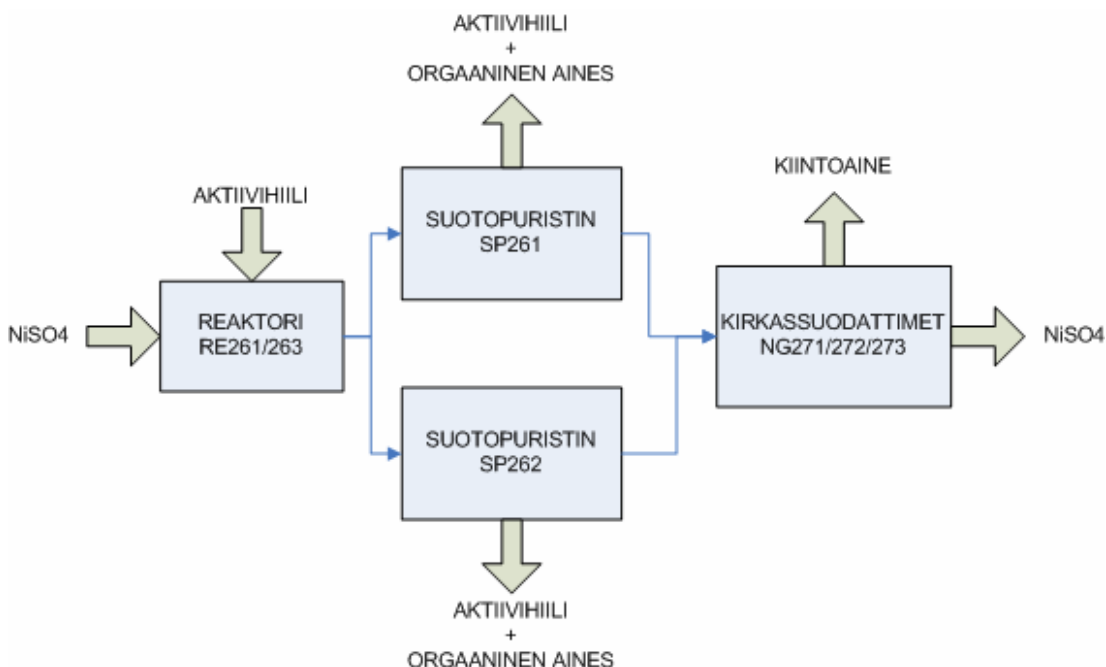
Kobolttiuutossa käytetty orgaaninen kemikaaliliuos täytyy puhdistaa koboltista ja muista metalleista, ennen kuin sitä voidaan käyttää uudelleen. /6/ Tämä toteutetaan takaisinuuutolla, jossa metalli siirtyy orgaanisesta kemikaaliliuoksesta takaisin vesiliuokseen /5/. Aluksi liuoksesta poistetaan nikkeli syöttämällä liuos nikkelpesukennoihin, joissa toisena aineena on koboltiliuos. Kennoihin syötetään myös rikkihapovettä. /6/. Metallit vaihtavat pesussa paikkoja ja näin nikkeli saadaan pestyä orgaanisesta liuoksesta pois. /6/ Orgaaninen kemikaaliliuos johdetaan takaisinuuutokennoihin, joissa vety-ionipitoisuutta suurennetaan rikkihapon avulla eli pH:ta laskeetaan. Tällöin koboltti siirtyy vesiliuokseen /5/. Takaisinuuuton jälkeen orgaanisesta kemikaaliliuoksesta erotetaan sinkki ja rauta, jonka jälkeen liuos on valmis käytettäväksi uudelleen. Veteen siirtynyt kobolttisulfaattiliuos johdetaan selkeyttimeen, jossa siitä erotetaan orgaaninen jae. Tämän jälkeen koboltiliuos myydään OMG Kokkolan tehtaalte. /6/ Kuvassa 2 on esitetty liuosten kierto kobolttiuutossa



Kuva 3. Liuosten kierto kobolttiuutossa /5/

### 3.2 Saostus

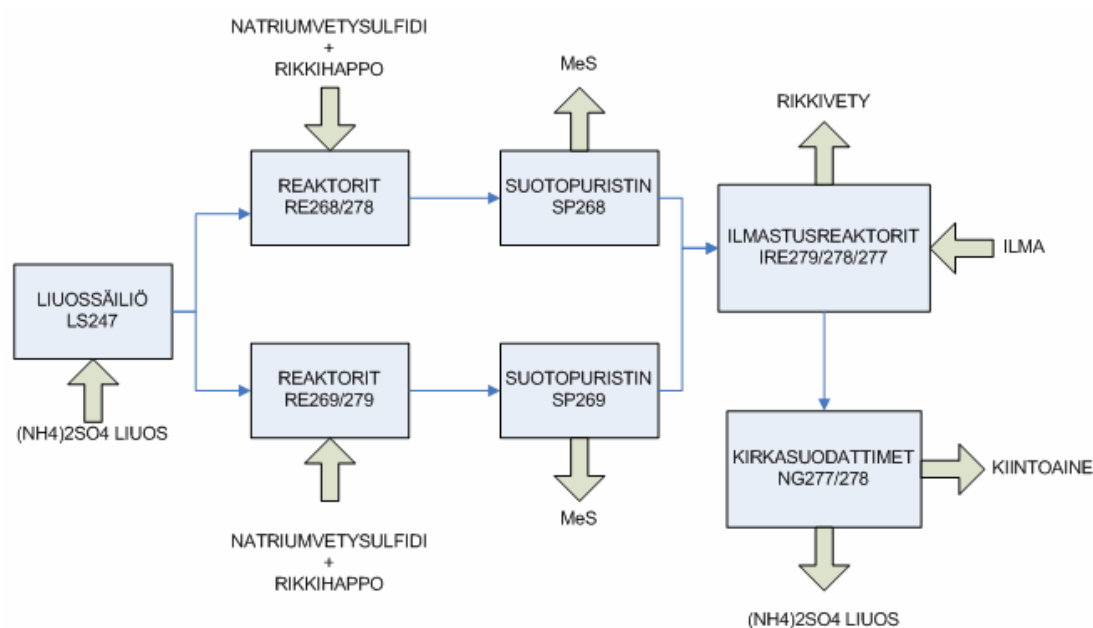
Saostus jaetaan kahteen osaan, aktiivihiilisaostukseen ja nikkeliisaostukseen. Aktiivihiilisaostuksessa uutosta tuleva nikkelisulfaattiliuos syötetään sekoitusreaktoriin yhdessä aktiivihiilen ja rikkihapon kanssa. Aktiivihiilen kemiallisten ominaisuuksien ja sen suuren pinta-alan takia, orgaaniset aineet adsorboituvat siihen /7/. Rikkihapolla säädetään liuoksen pH:ta. Reaktoreista liuos johdetaan suotopuristimiin, jotka suodattavat aktiivihiileen sitoutuneet orgaaniset aineet. Puhdistettu liuos johdetaan jälkisuodattimiin, missä varmistetaan liuoksen kiintoaineiden poistuminen. Tämän jälkeen liuos johdetaan pelkistykseen./6/



Kuva 4. Prosessikaaviokuva Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n aktiivihiilisaostuksen prosessista. Kuvassa on esitetty saostuksessa käytetyt komponentit, sekä päälaitteet /4/.

Pelkistyksessä syntynyt AMS-liuos pitää saostaa nikkeliisaostuksessa ennen uudelleenkäyttöä. AMS-liuos syötetään ylivuotoreaktoreihin yhdessä natriumvetysulfidin kanssa. Natriumvetysulfidi aiheuttaa liuokseen jääneiden metallisulfaattien pelkistymisen metallisulfideiksi /8/. Reaktoreista AMS-liuos ohjataan suotopuristimiin, joissa kiintoaine suodatetaan pois. Jäljelle jäänyt AMS-liuos ohjataan edelleen ilmastusreaktoreihin. Ilmastusreaktorissa AMS-liuokseen pumpataan ilmaa, jotta siihen jää-

neet rikkivetyjäänteet saadaan poistettua. Ilmastuksen jälkeen AMS-liuos suodataan kirkastussuodattimissa (Niagara), joissa varmistetaan liuoksen kiintoaineiden poistuminen. Tämän jälkeen AMS-liuos on valmis jatkokäsittelyyn ja se johdetaan kiteytykseen. Suodatuksessa syntynyt metallisulfidipitoinen sakka palautetaan takaisin liuottamolle, missä se syötetään prosessiin uudelleen /6/



Kuva 5. Prosessikaaviokuva Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n nikkeli-aostuksen prosessista. Kuvassa on esitetty saostuksessa käytetyt komponentit, sekä päälaitteet /4/.

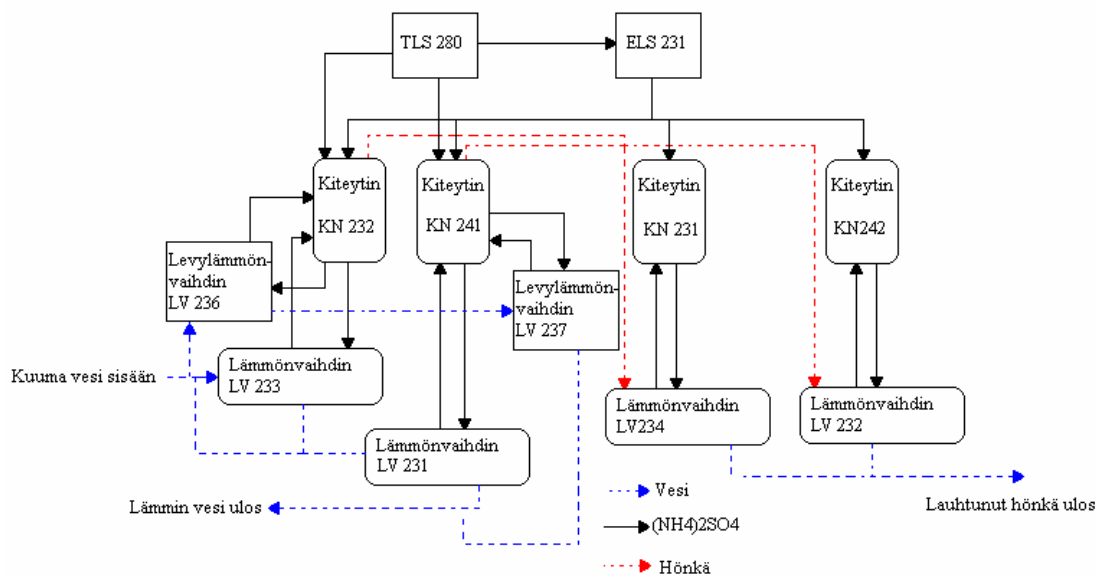
### 3.3 Ammoniumsulfaattikiteytys

Nikkeli-aostuksessa tuleva AMS-liuos johdetaan alipainehaihdutukseen, jossa sen tiheys nostetaan haluttuun tavoitearvoon haihduttamalla liuoksesta vettä. Liuoksen lämmitys tapahtuu höyryllä ja lauhteella. Alipaine haihduttamoon saadaan aikaan tyhjäpumpuilla. /9/

Haihdutus tapahtuu kahdessa vaiheessa, joista ensimmäisessä haihduttamoon tuleva ammoniumsulfaattiliuos lämmitetään kalvovirtalämmönvaihtimessa. Toisella puolella virtaa haihduttamosta tuleva lauhtunut kuuma vesi. Toisessa vaiheessa vesi haihdutetaan liuoksesta pakkokierto-kuumentimessa, jossa haihduttamiseen käytetään höyryä ja puhaltimia. Puhaltimet nostavat vapautuneen höyryn painetta ja kyllästymispisteen lämpötilaa niin, että ammoniumsulfaattiliuoksen ja höyryn välinen lämpötilaero on riittävä lämmönsiirron tapahtumiseen. /9/ Väkevöity AMS-liuos johdetaan

neljään kiteyttimeen, jotka toimivat osittain sarjassa /6/. Kiteyttimet ovat tyypiltään haihdutuskiteyttimiä, joissa haihuttamalla nestettä liuoksesta saadaan liuonnesteen pitoisuus kasvamaan yli liukoisuusrajan. Tällöin tapahtuu kiteytymistä. /10/

Kiteyttimet voidaan jakaa kahteen ryhmään, jotka ovat etukiteyttimet ja takakiteyttimet. Etukiteyttimiä lämmitetään suoraan voimalaitokselta tulevalla kuumalla vedellä, joka johdetaan putkilämmönvaihtimeen. Toisella puolella kierrätetään AMS-liuos. Takakiteyttimien lämmitys tapahtuu etukiteyttimistä vapautuneen höngän avulla. Höngkä johdetaan takakiteyttimien lämmönvaihtimiin, joissa toisella puolella kierrätetään AMS-liuos. /11/ Kuvassa 6 on esitetty ammoniumsulfaattikiteyttimien ja lämmönvaihtimien väliset virtaukset.



Kuva 6. Kuvassa on esitetty ammoniumsulfaattikiteyttimien ja lämmönvaihtimien väliset virtaukset. Kiteyttimien KN 232 ja KN 241 vapautuneella höngällä lämmitetään kaksi viimeistä kiteytintä. TLS280:stä voidaan syöttää AMS-liuosta etukiteyttimiin ja ELS231:stä liuosta voidaan syöttää kaikkiin kiteyttimiin /4/.

### 3.4 Pelkistys

Pelkistys aloitetaan ydinpanoksen valmistuksella. Ydinpanos valmistetaan omassa säiliössä, minkä jälkeen se syötetään autoklaaviin. Autoklaavissa ydinpanokseen lisätään katalyytit. Katalyytteinä toimivat rautasulfaatti  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , mikä toimii ydintäjänä, sekä polyakryylihapo  $(CH_3H_4O_2)_n$  ja alumiinisulfaatti  $Al_2(SO_4)_3$ ,

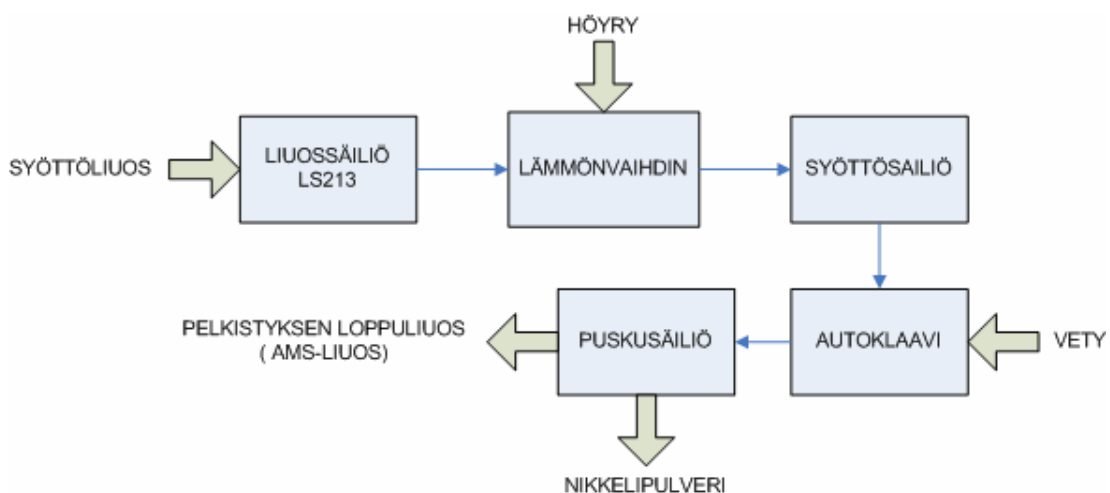
mitkä estävät agglomeroitumista. Ydinpanokseen lisätään ammoniakkia ja vetyä pelkistysreaktion tapahtumiseksi. Ydinpanoksen pelkistämisen jälkeen autoklaavissa pelkistetään syöttöliuosta. /12/

Aktiivihiihisaostuksesta tulevaa nikkelisulfaattiliuosta syötetään sekoitusreaktoriin, jossa siihen lisätään ammoniakkia ja ammoniumsulfaattia. Ammoniikki kompleksoi liuoksessa olevan nikkelin ja neutraloi pelkistysreaktiossa muodostuvan hapon. Ammoniumsulfaatti estää liuoksen sakkautumisen. Reaktorista liuos syötetään lämmitykseen, minkä jälkeen liuos johdetaan autoklaaviin, jossa se pelkistetään vedyn avulla reaktioyhtälön 1 mukaisesti. /12/

Pelkistysreaktio



Syöttöliuoksen pelkistyminen on autokatalyyttinen eli nikkeli pelkistyy ydinpanoksen tai edellisen pelkistyspanoksen päälle. /12/ Pelkistyksen jälkeen pelkistynyt nikkelpulveri vajoaa pohjalle ja pinnalle jäänyt AMS-liuos pusketaan pois. AMS-liuos pumpataan takaisin nikkelisaaostukseen, jossa siitä saostetaan nikkeli pois. Jäljelle jäänyt AMS-liuos johdetaan uudelleen kiteytykseen. /6/ Pelkistyksessä syntynyt nikkelpulveri suodatetaan ja kuivataan. Kuivauksen jälkeen nikkelpulveri johdetaan brikettikoneeseen, jossa nikkelpulverista puristetaan nikkelibrikettejä. Briketoinnin jälkeen briketit sintrataan ja pakataan. /12/



Kuva 7. Prosessikaaviokuva Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n vetypelkistys /4/.

## 4 PROSESSISSA OLEVAT EPÄPUHTAUDET

### 4.1 Natrium

Natrium on kuudenneksi yleisin alkuaine maapallolla muodostaen 2,6 % maankuoresta. Natrium on pehmeä, kirkas, hopeinen metalli. Natrium on erittäin reaktiivinen, eikä se esiinny vapaana luonnossa. Metallinen natrium on tärkeä valmistettaessa natriumamideja ja esterejä. Natriumia voidaan käyttää vahvistamaan joidenkin seosten rakennetta, puhdistamaan muokattuja metalleja sekä lämmönsiirtoaineena. Natriumia käytetään paperi-, lasi-, saippua-, tekstiili-, raakaöljy-, kemikaali- ja metalliteollisuudessa. Tunnetuimmat natriumyhdisteet ovat natriumkloridi ( $\text{NaCl}$ ), natriumkarbonaatti (sooda) ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), ruokasooda ( $\text{NaHCO}_3$ ), lipeä ( $\text{NaOH}$ ) ja natriumnitraatti ( $\text{NaNO}_3$ ). /13/

Prosessissa natrium pienentää AMS-kiteen partikkelikokojakaumaa sekä AMS-tuotteen typpipitoisuutta. Natrium poistuu prosessista osin AMS-tuotteen ja LS250:n liuoksen mukana. Natriumpitoisuuden kohoaminen AMS-tuotteessa huonontaa sen ominaisuuksia lannoitekäytössä. /14/

### 4.2 Kloridi

Kloridit liukenevat veteen varsin hyvin, lukuun ottamatta muutamien metallien klorideja, kuten hopean ja elohopean. Klorideja on runsaasti merivedessä, jota mm. teollisuus käyttää jäähdytysvetenä. Kloridi-ioni ei itse osallistu korroosioon vaan toimii lähes aina katalyyttinä korroosioreaktiossa. Kloridin aggressiivisuutta korroosioon hillitsevät liuoksessa olevat anionit. Jos muita anioneja on moolisuhteessa kaksinkolminkertainen määrä verrattuna kloridiin, vähentää se kloridin korroosiovaikutusta. /15/ Yleisimmin kloori esiintyy luonnossa natriumkloridina ( $\text{NaCl}$ ), kaliumkloridina ( $\text{KCl}$ ) ja kaliummagnesiumkloridiheksahydraattina ( $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) /16/.

Prosessissa olevassa AMS-liuoksessa kloridi esiintyy ammoniumkloridina ( $NH_4Cl$ ). Kloridi vaikuttaa syövyttävästi prosessin putkistoihin. /14/ Tätä vaikutusta tutkittiin Katilan diplomityössä vuonna 2005. Työssä vertailtiin kloridin vaikutusta eri putkimateriaaleihin, jotta voitaisiin selvittää soveltuvin putkimateriaali pelkistämön prosessiin. /17/

### 4.3 Kalsium

Kalsium on metallinen alkuaine. Se on viidenneksi yleisin alkuaine maankuoressa, missä sen osuus on 3 %. Se on lehtien, luiden, hampaiden ja simpukankuorien keskeinen aineosa. Kalsium esiintyy luonnossa vain yhdisteinä ja sitä esiintyy usein kalkkikivenä ( $CaCO_3$ ), kipsinä ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) ja fluoriittina ( $CaF_2$ ). Kalsium on hopean väristä ja melko kovaa. Se on emäksinen alkuaine ja se muodostaa helposti valkoisen kerroksen hapettuessaan ilman kanssa. Kalsium reagoi veden kanssa ja palaessaan se muodostaa keltapunaisen liekin. Kalsiumia käytetään pelkistimenä valmistettaessa muita metalleja kuten toriumia, uraania ja sirkonia, sekä hapen, rikin ja hiilen poistamiseen metalliseoksista. Kalsiumin tärkeimmät yhdisteet ovat kalsiumkarbidi ( $CaC_2$ ), kalsiumkloridi ( $CaCl_2$ ), kalsiumsyaaniamidi ( $CaCN_2$ ), kalsiumhypokloriitti ( $Ca(OCl)_2$ ), kalsiumnitraatti ( $Ca(NO_3)_2$ ) ja kalsiumsulfidi ( $CaS$ ). /13/ Prosessissa kalsium aiheuttaa liuoksen kipsaantumista kiteyttämön prosesseissa. /14/

### 4.4 Magnesium

Magnesium on kahdeksanneksi yleisin alkuaine maankuoressa. Sitä esiintyy luonnossa vain yhdisteinä, joita ovat muun muassa magnesiumkarbonaatti ja dolomiitti. Magnesium on kevyt, hopeisen valkoinen ja melko kova metalli. Se tummenee ollessaan kosketuksissa ilman kanssa. Hienoksi jauhettu magnesium reagoi hyvin poltettaessa ja se palaa häikäisevällä valkoisella liekillä. /13/

Prosessissa magnesium muodostaa kaksoissuolaa nikkelin kanssa. Magnesiumia on pyrittävä välttämään sen vaikean erotuksen vuoksi. Magnesiumia päätyy AMS-kiteytykseen aiheuttaen osaltaan AMS-liuoksen kuohumista kiteyttimissä. /14/



## 5 TYÖN SUORITUS

### 5.1 Näytteiden otto ja käsittely

Näytteitä kerättiin pelkistämön prosessista 14 eri mittauspisteestä. Näytteet otettiin 200 ml lasipulloihin. Osaan näytteistä lisättiin ennen näytteenottoa 100 ml vettä. Näytteet kerättiin joka aamu klo 06.00 väleillä 21.–25.1.2008 ja 28.1.–1.2.2008. Näytteet toimitettiin kemikaalitehtaan laboratorioon analysoitaviksi. Näytteidenotto- taulukko on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Näytteidenottotaulukko, jossa on esitetty laitetunnus, liuos sekä selvitys missä kohdassa prosessia kyseinen paikka sijaitsee.

Laitetunnus	Liuos	Selvitys
NG 271	NiSO <sub>4</sub>	Uutosta tuleva nikkeliliuos
RSA 244 kide	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ruuvisakeuttimen kide
RSA 244 ylivuoto	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ruuvisakeuttimen ylivuoto
TLS 280	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kiteyttämölle syötettävän liuoksen säiliö
ELS 231	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kiteyttimille virtaava ammoniumsulfaattiliuos
KN 231	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kiteyttimeltä virtaava ammoniumsulfaattiliuos
KN 232	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kiteyttimeltä virtaava ammoniumsulfaattiliuos
KN 241	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kiteyttimeltä virtaava ammoniumsulfaattiliuos
HK211	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Siiloon menevä Ammoniumsulfaattituote
RSA 220 liuos	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Tuotekiteen ruuvisakeuttimen ylivuoto
EL 201	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ammoniumsulfaattikiteen märkäluokitin
LS 247	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Pelkistyksestä syntyvä ammoniumsulfaattiliuos
YS 222	Ni+(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Pelkistykseen ylivuotoliuoksen säiliö
LS 213	NiSO <sub>4</sub> +(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +HNO <sub>3</sub>	Pelkistykseen syöttöliuoksen säiliö

Liuosnäytteet analysoitiin kemikaalitehtaan laboratoriossa ICP laitteella. Kiinteät näytteet analysoitiin Kjeldahl laitteella. Tuloksista muodostettiin keskiarvo jokaiselle päivälle laskemalla kahden peräkkäisen päivän tulokset yhteen ja jakamalla tulos kahdella. Koska päiville 26–27.2008 ei ollut mittaustuloksia, laskettiin tulokset käyttäen 25.1.2008 ja 28.1.2008 päivän arvoja ja muodostamalla näistä suora yhtälöiden (1), (2) ja (3) avulla. Jos viimeiselle päivälle ei ollut tuloksia, käytettiin näissä pisteissä edellisen päivän arvoa. Analyysitulokset ja lasketut keskiarvot löytyvät liitteestä 1.

Suoran kulmakertoimen määrittäminen

$$k = \frac{c_2 - c_1}{d} \quad (1)$$

jossa  $k$  Suoran kulmakerroin

$$c_2 \quad \text{Epäpuhtauden pitoisuus 28.1.2008} \left[ \frac{mg}{l} \right]$$

$$c_1 \quad \text{Epäpuhtauden pitoisuus 25.1.2008} \left[ \frac{mg}{l} \right]$$

$d$  Päivien lukumäärä

Suoran leikkauspisteen määrittäminen x-akselilla

$$b = c_2 - k \times x \quad (2)$$

jossa  $b$  Suoran leikkauspiste x-akselilla

$k$  Suoran kulmakerroin

$$c_2 \quad \text{Epäpuhtauden pitoisuus 28.1.2008} \left[ \frac{mg}{l} \right]$$

Yhtälön muodostaminen

$$y = k \times x + b \quad (3)$$

jossa  $y$  Halutun päivän epäpuhtauden pitoisuus  $\left[ \frac{mg}{l} \right]$

$k$  Suoran kulmakerroin

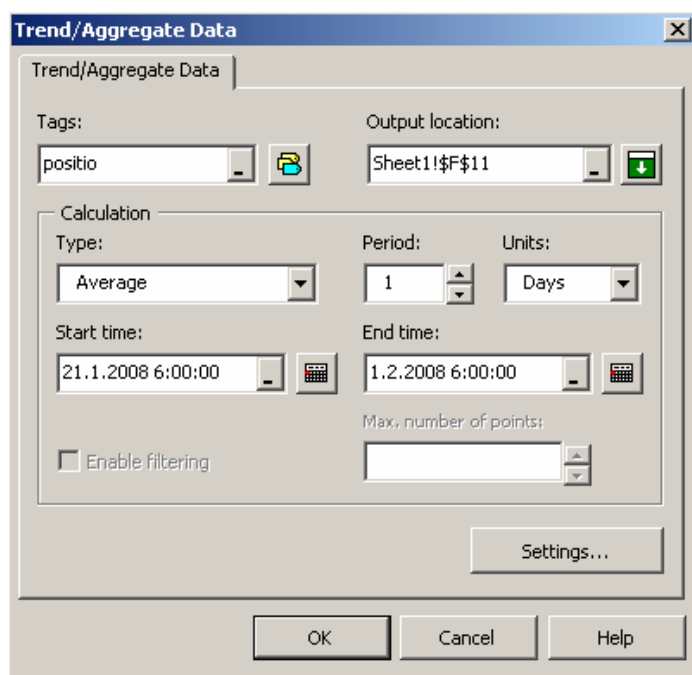
$b$  Suoran leikkauspiste x-akselilla

$x$  Luku joka ilmoittaa monesko päivä on menossa mittausten aloituksesta

LS247:lle jouduttiin määrittämään 31.1.2008 päivän piste yhtälöitä (1),(2) ja (3) käyttäen. Tällöin  $c_1$  :nä käytettiin 30.1.2008 arvoa ja  $c_2$  :na käytettiin 1.2.2008 arvoa.

## 5.2 Virtauksien kerääminen tiedonkeruujärjestelmästä

Virtaukset kerättiin tiedonkeruujärjestelmästä yhden tehdasvuorokauden (06.00–06.00) keskiarvoina jokaiselle päivälle välillä 21.1–1.2.2008. Virtaukset ovat aina säiliöstä lähteviä virtauksia. Jokaisen kaavan alapuolella on kerrottu virtauksen positioprosessissa. Jos virtausta ei pystytty suoraan keräämään tiedonkeruujärjestelmästä, niin virtauksen määrittämiseen käytetystä menetelmästä kerrotaan erikseen, kun kyseistä virtausta käsitellään. Virtauksien laskemisessa ei oteta huomioon säiliöissä tapahtuvia pinnan muutoksia. Kuvassa 8 on esitetty tiedonkeruujärjestelmässä käytetyt arvot.



Kuva 8. kuvassa on esitetty arvot joita käytettiin tietojen keräämiseen tiedonkeruujärjestelmästä. Tags ja output location arvot vaihtuivat mittauspisteen vaihtuessa. /18/

## 5.3 Vesitaseen muodostaminen

Jokaiselle pisteelle määritettiin myös vesitase, jotta selviäisi miten vesi kulkee pelkistämön prosessissa. Taseessa tarvittavat arvot saatiin suoraan tiedonkeruujärjestelmästä. Jos järjestelmästä ei löytynyt arvoja joillekin pisteille, laskettiin arvot analyysitulosten perusteella. Analyysituloksia käytettäessä määritettiin jokaiselle päiväl-

le keskiarvo laskemalla kahden peräkkäisen päivän tulokset yhteen ja jakamalla tulos kahdella. Vesitaseen tulokset on esitetty liitteessä 2.

Liuoksen ammoniumsulfaattipitoisuus

$$c_{AMS} = c_{NH_4^+} \times \frac{M_{(NH_4)_2SO_4}}{M_{NH_4^+} \times 2} \quad (4)$$

jossa  $c_{AMS}$  Liuoksen ammoniumsulfaattipitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

$c_{NH_4^+}$  Liuoksen ammoniumpitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

$M_{(NH_4)_2SO_4}$  Ammoniumsulfaatin moolimassa,  $\left[ \frac{g}{mol} \right]$

$M_{NH_4^+}$  Ammoniumin moolimassa,  $\left[ \frac{g}{mol} \right]$

Liuoksen tiheys

$$\rho_{Liuos} = 1000 + c_{Ni} \times 2,5 + 0,47 \times c_{AMS} \quad (5)$$

jossa  $\rho_{Liuos}$  Liuoksen tiheys,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$c_{Ni}$  Liuoksen nikkelpitoisuus,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$c_{AMS}$  Ammoniumsulfaattipitoisuus,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

Liuoksen tiheyden yhtälö on kokeellisesti määritetty /19/.

Liuoksen nikkelisulfaattipitoisuus

$$c_{NiSO_4} = c_{Ni} \times \frac{M_{NiSO_4}}{M_{Ni}} \quad (6)$$

jossa	$c_{NiSO_4}$	Liuksen nikkelisulfaattipitoisuus, $\left[ \frac{g}{l} \right]$
	$c_{Ni}$	Liuksen nikkelpitoisuus, $\left[ \frac{g}{l} \right]$
	$M_{NiSO_4}$	Nikkelisulfaatin moolimassa, $\left[ \frac{g}{mol} \right]$
	$M_{Ni}$	Nikkelin moolimassa, $\left[ \frac{g}{mol} \right]$

LS104:stä lähtevän veden tilavuusvirta.

$$\dot{V}_{LS104,Vesi} = \frac{\dot{V}_{LS104} \times [\rho_{LS104} - c_{LS104,NiSO_4}]}{1000} \quad (7)$$

jossa	$\dot{V}_{LS104,Vesi}$	LS104:stä RE241:een lähtevän veden tilavuusvirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
	$\dot{V}_{LS104}$	LS104:stä RE241:een lähtevän liuksen tilavuusvirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
	$\rho_{LS104}$	LS104:stä lähtevän liuksen tiheys, $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$
	$c_{LS104,NiSO_4}$	LS104:stä lähtevän liuksen nikkelisulfaattipitoisuus, $\left[ \frac{g}{l} \right]$

LS104:stä RE241:een lähtevän liuksen tilavuusvirta  $\dot{V}_{LS104,Vesi}$  saatiin virtausmittarista, minkä positio on F-36006:me. Liuksen tiheys  $\rho_{LS104}$  laskettiin yhtälöllä (5), missä AMS-pitoisuuden  $c_{AMS}$  arvo oli nolla ja nikkelpitoisuuden  $c_{Ni}$  positio on Q-36011. LS104:stä lähtevän liuksen nikkelisulfaattipitoisuus  $c_{LS104,NiSO_4}$  saatiin yhtälöstä (6).

LS213:sta lähtevän veden tilavuusvirta.

$$\dot{V}_{LS213,Vesi} = \frac{\dot{V}_{LS213} \times [\rho_{RE252} - c_{RE252,NiSo4} - c_{RE252,AMS} - c_{RE252,NH3}]}{1000} \quad (8)$$

jossa  $\dot{V}_{LS213,Vesi}$  LS213:sta lähtevän veden tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\dot{V}_{LS213}$  LS213:sta lähtevän liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\rho_{RE252}$  RE252:ssa olevan liuoksen tiheys,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$c_{RE252,AMS}$  RE252:ssa oleva AMS-pitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

$c_{RE252,NH3}$  RE252:ssa oleva ammoniakkipitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

$c_{RE252,NiSo4}$  RE252:sta LS213:een lähtevän liuoksen nikkelisulfaattipitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

LS213:sta lähtevän liuoksen tilavuusvirtaus saatiin virtausmittarista, minkä positio on SS223SY:av. RE252:ssa olevan liuoksen tiheys  $\rho_{RE252}$  laskettiin yhtälöllä (5), missä AMS-pitoisuuden  $c_{AMS}$  positio on Q-36097 ja nikkelpitoisuuden  $c_{Ni}$  positio on Q-36083. RE252:ssa olevan liuoksen ammoniakkipitoisuuden  $c_{RE252,NH3}$  positio on Q-36084. LS213:sta lähtevän liuoksen nikkelisulfaattipitoisuus  $c_{RE252,NiSo4}$  saadaan yhtälöstä (6).

RSA244:stä RE241:een tulevan veden tilavuusvirta.

$$\dot{V}_{RSA244,Vesi} = \dot{V}_{LS213,Vesi} - \dot{V}_{LS104,Vesi} \quad (9)$$

jossa  $\dot{V}_{RSA244,Vesi}$  RSA244:sta RE241:een tulevan veden tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\dot{V}_{LS213,Vesi}$  LS213:sta lähtevän veden määrä,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\dot{V}_{LS104,Vesi}$  LS104:stä lähtevän veden määrä,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

YS222:sta tulevan veden tilavuusvirta.

$$\dot{V}_{YS222,Vesi} = \frac{\dot{V}_{YS222} \times [\rho_{YS222} - c_{YS222,NiSo4} - c_{YS222,AMS}]}{1000} \quad (10)$$

jossa  $\dot{V}_{YS222,Vesi}$  YS222:ata lähtevän veden tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\dot{V}_{YS222}$  YS222:sta lähtevän liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\rho_{YS222}$  YS222:sta lähtevän liuoksen tiheys,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$c_{YS222,NiSo4}$  YS222:sta lähtevän liuoksen nikkelisulfaattipitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

$c_{YS222,AMS}$  YS222:sta lähtevän liuoksen AMS-pitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

YS222:sta lähtevälle virtaukselle asennettiin virtausmittaus vasta näytteidenottojakson jälkeen. Tämän seurauksena näytteidenottojakson aikana olevat YS222:sta lähtevät virtaukset määritettiin ottamalla uudesta virtausmittarista (positio F-36028) arvot sekä samalla ajanjaksolla olevat LS213:sta lähtevän virtauksen arvot (positio SS223SY:av.). Arvot otettiin tiedonkeruujärjestelmästä yhden tunnin keskiarvoina kahden päivän ajan välillä 12–14.3.2008. Tulokset on esitetty liitteessä 3. YS222:sta lähtevä virtaus jaettiin LS213:sta lähtevällä virtauksella. Näiden tuloksena muodostui suhdeluku jokaiselle tunnille. Kaikista suhdeluvuista otettiin keskiarvo, joka oli 1,31. Suhdelukua käyttäen voitiin määrittää näytteidenottojaksolla ollut YS222:lta lähtevä

virtaus, kun tunnettiin LS213:sta lähtevä virtaus. LS213:sta lähtevä virtaus kerättiin tiedonkeruujärjestelmästä.

YS222:sta lähtevän liuoksen tiheys  $\rho_{YS222}$  laskettiin yhtälöllä (5), missä AMS-pitoisuuden  $c_{AMS}$  arvot laskettiin yhtälöllä (4). Liuoksen ammoniumpitoisuuden  $c_{NH4+}$  ja nikkelpitoisuuden  $c_{Ni}$  arvot saatiin analyysituloksista. YS222:sta lähtevän liuoksen nikkelisulfaattipitoisuuden  $c_{YS222, NiSo4}$  arvot saatiin yhtälöstä (6). Ammoniumin ja nikkelin analyysitulokset on esitetty liitteessä 4.

LS247:stä lähtevän veden tilavuusvirta.

$$\dot{V}_{LS247, Vesi} = \frac{\dot{V}_{LS247} \times [\rho_{LS247} - c_{LS247, NiSo4} - c_{LS247, AMS}]}{1000} \quad (11)$$

jossa  $\dot{V}_{LS247, Vesi}$  LS247:stä lähtevän veden tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\dot{V}_{LS247}$  LS247:stä lähtevän liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\rho_{LS247}$  LS247:stä lähtevän liuoksen tiheys,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$c_{LS247, NiSo4}$  LS247:stä lähtevän liuoksen nikkelisulfaattipitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

$c_{LS247, AMS}$  LS247:stä lähtevän liuoksen AMS-pitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

LS247:stä lähtevä virtaus koostuu kahdesta lähtevästä virtauksesta. Näiden positiot ovat F-36003:me ja F-36062:me. LS247:stä lähtevän liuoksen tiheys  $\rho_{LS247}$  laskettiin yhtälöllä (5), missä AMS-pitoisuuden  $c_{AMS}$  arvot laskettiin yhtälöllä (4). Liuoksen ammoniumpitoisuuden  $c_{NH4+}$  ja nikkelpitoisuuden  $c_{Ni}$  arvot saatiin analyysituloksista. YS222:sta lähtevän liuoksen nikkelisulfaattipitoisuuden  $c_{LS104, NiSo4}$  arvot saatiin yhtälöstä (6). Ammoniumin ja nikkelin analyysitulokset on esitetty liitteessä 4.



TLS280:sta lähtevän veden tilavuusvirta.

$$\dot{V}_{TLS280,Vesi} = \frac{\dot{V}_{TLS280} \times [\rho_{TLS280} - c_{TLS280,NiSo4} - c_{TLS280,AMS}]}{1000} \quad (12)$$

jossa  $\dot{V}_{TLS280,Vesi}$  TLS280:sta lähtevän veden tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\dot{V}_{TLS280}$  TLS280:sta lähtevän liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\rho_{TLS280}$  TLS280:sta lähtevän liuoksen tiheys,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$c_{TLS280,NiSo4}$  TLS280:sta lähtevän liuoksen nikkelisulfaattipitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

$c_{TLS280,AMS}$  TLS280:sta lähtevän liuoksen AMS-pitoisuus,  $\left[ \frac{g}{l} \right]$

TLS280:sta ELS231:een lähtevälle virtauksella ei ollut virtausmittausta, joten virtaus jouduttiin määrittämään haihduttamosta haihtuneen veden sekä LS260:lle tulevan virtauksen erotuksena. LS260:lle tulevan liuoksen tilavuusvirta laskettiin suotopuristimiin SP268 ja SP269 tulevan liuoksen tilavuusvirtauksesta.

TLS280:sta ELS231:een lähtevä virtaus.

$$\dot{V}_{TLS280} = \dot{V}_{SP268,SP269} - \dot{V}_{HAIH.} \quad (13)$$

jossa  $\dot{V}_{TLS280}$  TLS280:sta lähtevän liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\dot{V}_{SP268,SP269}$  Suotopuristimiin SP268 ja SP269 tulevan liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\dot{V}_{HAIH.}$  Haihduttamosta haihtuneen veden tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

Haiduttamosta haihtuneen veden  $\dot{V}_{HAIH}$ . positio on F-36289. Suotopuristimiin SP268 ja SP269 tulevan liuoksen tilavuusvirtojen positiot ovat F-36067.av ja F-36066.av

AMS-tuotteen mukana poistuvan veden tilavuusvirta.

$$\dot{V}_{AMS,tuote,vesi} = \frac{\dot{m}_{HK211} \times 0,05 \times r}{1000} \quad (14)$$

jossa  $\dot{V}_{AMS,tuote,vesi}$  AMS-tuotteen mukana poistuvan veden tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\dot{m}_{HK211}$  HK211:stä lähtevän kiteen massavirta,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$r$  korjauskerroin

AMS-tuotteessa vesipitoisuudeksi oletettiin 5 % /19/.

Kiteytymien haihduttama vesimäärä löytyy tiedonkeruuohjelmasta (positio F-36247).

#### 5.4 Epäpuhtaustaseen muodostaminen

Jokaiselle mittauspisteelle muodostettiin epäpuhtaustase. Taseessa määritettiin kloridin, magnesiumin, kalsiumin ja natriumin massavirrat mittauspisteissä. Epäpuhtauksien massavirtojen tulokset löytyvät liitteestä 5. Taseita laskettaessa ei otettu säiliöiden pinnanmuutoksia huomioon.

Pelkistämölle tulevien epäpuhtauksien massavirran laskeminen

NG271:stä lähtevän epäpuhtauden massavirta

$$\dot{C}_{NG271} = \dot{V}_{LS104} \times C_{LS104} \quad (15)$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{jossa } \dot{c}_{NG271} & \text{LS104:stä lähtevän epäpuhtauden massavirta, } \left[ \frac{g}{h} \right] \\
 \dot{V}_{LS104} & \text{LS104:stä lähtevän liuksen tilavuusvirta, } \left[ \frac{m^3}{h} \right] \\
 c_{NG271} & \text{NG271:ssä olevan epäpuhtauden pitoisuus, } \left[ \frac{mg}{l} \right]
 \end{array}$$

NG271:stä lähtevässä putkistossa ei ollut virtausmittausta, joten virtausarvona käytettiin LS104:n lähtevää virtausta, koska NG271:stä lähtevä liuos menee suoraan LS104:een, eikä LS104:stä tule liuosta muualta. Virtauksen positio on F-36006:me.

Kiteyttämöltä syöttöliuokseen tulevien epäpuhtauksien massavirrat

Kiteyttämöstä tuleva ammoniumsulfaattiliuos sisältää sekä kiteitä että liuosta. Tämän johdosta jouduttiin selvittämään erikseen liuksen ja kiteiden määrät, mitkä lähtevät RSA244:ltä syöttöliuksen valmistukseen, koska näiden epäpuhtauspitoisuudet ovat erilaiset.

$$\dot{m}_{RSA244} = \dot{V}_{LS213} \times c_{RE252,AMS} \quad (16)$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{jossa } \dot{m}_{RSA244} & \text{RSA244:stä tulevan ammoniumsulfaatin kokonaismassavirta,} \\
 & \left[ \frac{kg}{h} \right] \\
 \dot{V}_{LS213} & \text{LS213:sta lähtevän liuksen tilavuusvirta, } \left[ \frac{m^3}{h} \right] \\
 c_{RE252,AMS} & \text{RE252:ssa olevan ammoniumsulfaatin pitoisuus, } \left[ \frac{g}{l} \right]
 \end{array}$$

RSA244:stä RE241:een tulevan liuksen tilavuusvirta.

$$\dot{V}_{RSA244,Liuos} = \frac{\dot{V}_{Vesi} \times 1000}{\rho_{Liuos} - c_{AMS}} \quad (17)$$

jossa  $\dot{V}_{RSA244,Liuos}$  RSA244:stä RE241:een tulevan liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$c_{AMS}$  Liuoksen ammoniumsulfaattipitoisuus,  $600 \left[ \frac{g}{l} \right]$

$\rho_{Liuos}$  Liuoksen tiheys,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$\dot{V}_{Vesi}$  RSA244:stä RE241:een tulevan veden tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

RSA244:stä RE241:een tulevan veden tilavuusvirta laskettiin yhtälöllä (9) Liuoksen tiheys laskettiin yhtälöllä (5), missä liuoksen nikkelpitoisuuden  $c_{Ni}$  arvo oli nolla ja  $c_{AMS}$  oli 600 g/l /19/.

RSA244:stä RE241:een liuoksen mukana tulevan epäpuhtauksien massavirta.

$$\dot{C}_{RSA244,liuos} = \dot{V}_{RSA244,liuos} \times C_{RSA,liuos} \quad (18)$$

jossa  $\dot{C}_{RSA244,liuos}$  RSA244:stä liuoksen mukana tulevan epäpuhtauden massavirta,  $\left[ \frac{g}{h} \right]$

$\dot{V}_{RSA244,liuos}$  RSA244:ltä tulevan liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$C_{RSA,liuos}$  Liuoksessa olevan epäpuhtauden pitoisuus,  $\left[ \frac{mg}{l} \right]$

RSA244:ltä RE241:een tulevan kiteen määrä.

Kylläisessä liuoksessa oletetaan olevan ammoniumsulfaattia 600 g/l /19/. Täten pystytään määrittämään, paljonko kidettä tulee RSA244:stä RE241:een.

$$\dot{m}_{RSA244,kide} = \dot{m}_{RSA244} - \dot{V}_{RSA244,liuos} \times C_{liuos,AMS} \quad (19)$$

- jossa  $\dot{m}_{RSA244,kide}$  RSA244:stä RE241:een tulevan kiteen massavirta,  $\left[\frac{kg}{h}\right]$
- $\dot{m}_{RSA244}$  RSA244:stä RE241:een tulevan ammoniumsulfaatin kokonaismassavirta,  $\left[\frac{kg}{h}\right]$
- $\dot{V}_{RSA244,liuos}$  RSA244:stä RE241:een tulevan liuoksen tilavuusvirta,  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$
- $C_{liuos,AMS}$  Ammoniumsulfaattipitoisuus liuoksessa,  $\left[\frac{g}{l}\right]$

RSA244:stä RE241:een kiteiden mukana tulevan epäpuhtauksien massavirta.

$$\dot{C}_{RSA244,kide} = \dot{m}_{RSA244,kide} \times C_{RSA244,Kide} \quad (20)$$

- jossa  $\dot{C}_{RSA244,kide}$  RSA244:stä kiteiden mukana tulevan epäpuhtauksien massavirta,  $\left[\frac{kg}{h}\right]$
- $\dot{m}_{RSA244,kide}$  RSA244:stä tulevan kiteiden massavirta,  $\left[\frac{kg}{h}\right]$
- $C_{RSA244,Kide}$  Kiteiden epäpuhtauspitoisuus, [%]

RSA244:stä tulevan epäpuhtauden kokonaismassavirta.

$$\dot{C}_{RSA244,kok} = \dot{C}_{RSA244,kide} \times 1000 + \dot{C}_{RSA244,liuos} \quad (21)$$

- jossa  $\dot{C}_{RSA244,kide}$  RSA244:stä kiteiden mukana tulevan epäpuhtauksien massavirta,  $\left[\frac{kg}{h}\right]$
- $\dot{C}_{RSA244,liuos}$  RSA244:stä liuoksen mukana tulevan epäpuhtauden massavirta,  $\left[\frac{g}{h}\right]$

$$\dot{c}_{RSA244,kok} \quad \text{RSA244:stä tulevan epäpuhtauden kokonaismassavirta, } \left[ \frac{g}{h} \right]$$

LS213:sta lähtevien epäpuhtauksien massavirta.

$$\dot{m}_{LS213} = \dot{V}_{LS213} \times c_{LS213} \quad (22)$$

jossa  $\dot{m}_{LS213}$  LS213:sta lähtevän epäpuhtauden massavirta,  $\left[ \frac{g}{h} \right]$

$\dot{V}_{LS213}$  LS213:sta lähtevän liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$c_{LS213}$  LS213:ssa olevan epäpuhtauden pitoisuus,  $\left[ \frac{mg}{l} \right]$

YS222:sta lähtevien epäpuhtauksien massavirta.

$$\dot{m}_{YS222} = \dot{V}_{YS222} \times c_{YS222} \quad (23)$$

jossa  $\dot{m}_{YS222}$  YS222:sta lähtevän epäpuhtauden massavirta,  $\left[ \frac{g}{h} \right]$

$\dot{V}_{YS222}$  YS222:sta lähtevän liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$c_{YS222}$  YS222:ssa olevan epäpuhtauden pitoisuus,  $\left[ \frac{mg}{l} \right]$

LS247:stä lähtevien epäpuhtauksien massavirta.

$$\dot{m}_{LS247} = \dot{V}_{LS247} \times c_{LS247} \quad (24)$$

jossa  $\dot{m}_{LS247}$  LS247:stä lähtevän epäpuhtauden massavirta,  $\left[ \frac{g}{h} \right]$

$$\begin{aligned} \dot{V}_{LS247} & \quad \text{LS247:stä lähtevän liuoksen tilavuusvirta,} \left[ \frac{m^3}{h} \right] \\ c_{LS247} & \quad \text{LS247:ssä olevan epäpuhtauden pitoisuus,} \left[ \frac{mg}{l} \right] \end{aligned}$$

TLS280:sta lähtevien epäpuhtauksien massavirta.

$$\dot{c}_{TLS280} = \dot{V}_{TLS280} \times c_{TLS280} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \text{jossa } \dot{c}_{TLS280} & \quad \text{TLS280:sta lähtevän epäpuhtauden massavirta,} \left[ \frac{g}{h} \right] \\ \dot{V}_{TLS280} & \quad \text{TLS280:sta lähtevän liuoksen tilavuusvirta,} \left[ \frac{m^3}{h} \right] \\ c_{TLS280} & \quad \text{TLS280:ssa olevan epäpuhtauden pitoisuus,} \left[ \frac{mg}{l} \right] \end{aligned}$$

Kiteyttimeltä tulevan epäpuhtauden massavirta.

Kiteyttimeltä tuleva AMS-liuos sisältää sekä kiteitä että liuosta. Näiden osuus kokonaisvirtauksesta oli laskettava, koska molemmilla oli eri epäpuhtauspitoisuusarvot. Kaikille kiteyttimille voidaan käyttää samoja laskukaavoja. Laskettaessa on huomioitava, että virtauksen ja tiheyden positiot muuttuvat, kun kiteytin vaihtuu.

KN232:sta lähtevän AMS-liuoksen tilavuusvirta.

$$\dot{V}_{KN232,AMS} = \frac{\dot{V}_{KN232,tot} \times (\rho_{tot} - \rho_{kide})}{\rho_{AMS,liuos} - \rho_{kide}} \quad (26)$$

$$\text{jossa } \dot{V}_{KN232,AMS} \quad \text{KN232:sta lähtevän AMS-liuoksen tilavuusvirta,} \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

$\dot{V}_{KN232,tot}$	KN232:sta lähtevän AMS-kiteiden ja -liuoksen kokonaistilavuusvirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
$\rho_{tot}$	KN232:ssa olevan liuoksen kokonaistiheys, $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$
$\rho_{kide}$	Kiteen tiheys, $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$
$\rho_{AMS,liuos}$	AMS-liuoksen tiheys, $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

Kokonaistilavuusvirta  $\dot{V}_{KN232,tot}$  koostuu kahdesta virtauksesta, mitkä ovat virtaus RSA244:lle ja EL201:lle. Nämä saatiin tiedonkeruujärjestelmästä (positio F-36271 ja FI-36408). Liuoksen ammoniumsulfaattipitoisuudeksi  $c_{AMS}$  oletettiin 600 g/l ja nikkelipitoisuudeksi  $c_{Ni}$  nolla /19/. Näiden avulla saatiin tiheys laskettua yhtälöllä (5). Kiteen tiheyden arvona käytettiin 1770 kg/m<sup>3</sup> /20/. Liuoksen kokonaistiheys saatiin tiedonkeruujärjestelmästä (positio D-36015:av).

KN232:sta liuoksen mukana lähtevän epäpuhtauden massavirta.

$$\dot{m}_{KN232,liuos} = \dot{V}_{KN232,AMS} \times c_{KN232,liuos} \quad (27)$$

jossa $\dot{m}_{KN232,liuos}$	KN232:sta liuoksen mukana lähtevän epäpuhtauden massavirta, $\left[ \frac{g}{h} \right]$
$\dot{V}_{KN232,AMS}$	AMS-liuoksen tilavuusvirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
$c_{KN232,liuos}$	Liuoksessa olevan epäpuhtauden pitoisuus, $\left[ \frac{mg}{l} \right]$



KN232:sta lähtevän kiteen massavirta.

$$\dot{m}_{KN232,kide} = \left( \dot{V}_{KN232,tot} - \dot{V}_{KN232,AMS} \right) \times \rho_{kide} \times 1000 \quad (28)$$

jossa  $\dot{m}_{KN232,kide}$  KN232:sta lähtevien kiteiden massavirta,  $\left[ \frac{g}{h} \right]$

$\dot{V}_{KN232,AMS}$  KN232:sta lähtevän AMS-liuoksen tilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

$\rho_{kide}$  Kiteen tiheys,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$\dot{V}_{KN232,tot}$  Kiteiden ja ammoniumsulfaatin kokonaistilavuusvirta,  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

KN232:sta kiteiden mukana lähtevän epäpuhtauden massavirta.

$$\dot{m}_{KN232,kide,c} = \dot{m}_{KN232,kide} \times c_{RSA244,kide} \quad (29)$$

jossa  $\dot{m}_{KN232,kide,c}$  KN232:sta kiteiden mukana lähtevän epäpuhtauden massavirta  
 $\left[ \frac{g}{h} \right]$

$\dot{m}_{KN232,kide}$  KN232:sta lähtevän kiteiden massavirta,  $\left[ \frac{g}{h} \right]$

$c_{RSA244,kide}$  RSA244:stä lähtevän kiteiden epäpuhtauspitoisuus, [%]

KN232:sta mitattiin näytteidenottoaikana vain liuospitoisuus, joten kiteiden epäpuhtauspitoisuutena käytettiin RSA244:n kiteiden epäpuhtauspitoisuutta  $c_{RSA244,kide}$ .

LS250:lle menevän epäpuhtauksien massavirta.

$$\dot{c}_{LS250} = \dot{V}_{RSA220,RSA230} \times c_{RSA220,RSA230} \quad (30)$$

jossa	$\dot{C}_{LS250}$	LS250:lle menevän epäpuhtauksien massavirta, $\left[ \frac{g}{h} \right]$
	$\dot{V}_{RSA220,RSA230}$	RSA220:sta tai RSA230:sta lähtevän ylivuodon tilavuusvirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
	$C_{RSA220,RSA230}$	RSA220:sta tai RSA230:sta lähtevän ylivuodon epäpuhtauspitoisuus, $\left[ \frac{mg}{l} \right]$

AMS-tuotteen mukana poistuvan epäpuhtauksien massavirta.

$$\dot{C}_{AMS,Tuote} = \dot{m}_{HK211} \times C_{HK211} \times r \quad (31)$$

jossa	$\dot{C}_{AMS,Tuote}$	AMS-tuotteen mukana poistuvan epäpuhtauksien massavirta $\left[ \frac{g}{h} \right]$
	$\dot{m}_{HK211}$	HK211:sta lähtevän kiteen massavirta, $\left[ \frac{kg}{h} \right]$
	$C_{HK211}$	Kiteen epäpuhtauspitoisuus, [%]
	$r$	korjauskerroin

HK221:n punnitus ei toiminut kunnolla, jolloin HK211:lle jouduttiin määrittämään korjauskerroin. Kerroin määritettiin rahtikirjojen perusteella, joista katsottiin kuinka paljon kiteitä oli otettu kuorma-autoihin kunakin päivänä. Päivien 21.1.–1.2.2008 lukuja verrattiin HK211:den antamiin arvoihin, ja jakamalla luvut keskenään yhtälön 32 mukaisesti, saatiin korjauskerroin. Korjauskertoimesta otettiin keskiarvo 10 päivältä ja tätä käytettiin laskennassa. Korjauskertoimeksi saatiin 0,42. Tulokset on esitetty liitteessä 6.

Korjauskertoimen laskeminen HK101:lle.

$$r = \frac{\dot{m}_{HK101, Rahtikirja}}{\dot{m}_{HK101}} \quad (32)$$

jossa  $r$  korjauskerroin

$\dot{m}_{HK101, Rahtikirja}$  Rahtikirjan avulla laskettu kiteiden massavirta yhdelle päivälle,  $\left[ \frac{kg}{h} \right]$

$\dot{m}_{HK101}$  HK101:sta tulevan kiteiden massavirta yhdelle päivälle  $\left[ \frac{kg}{h} \right]$

### 5.5 Epäpuhtaustaseen tulokset

Epäpuhtauksien massavirtojen tuloksista voidaan todeta, että massavirrat kahdelle peräkkäin prosessissa olevalle pisteelle eivät ole täysin samansuuruiset. Myös suuria vaihteluja oli todettavissa tiettyinä päivinä. Suurimmat syyt ovat näytteenotossa ja niiden käsittelyssä. Koska prosessissa ei ollut virtausmittauksia jokaisessa tarvittavassa linjassa, eikä virtausta voitu laskea muuten, jouduttiin tiettyjä pisteitä jättämään pois laskuista.

### 5.6 Kahden mittauspisteen välisien suorien muodostus

Prosessissa olevien kahden näytepisteen välille voitiin muodostaa suora kolmella eri tapaa. Se mitä tapaa käytettiin, riippui näytepisteiden sijainnista prosessissa. Suorien yhtälöt löytyvät liitteestä 7. Liitteissä 8 – 11 on esitetty yhtälöiden avulla laskettujen mittauspisteiden epäpuhtauksien pitoisuudet sekä analyysituloksien antamat pitoisuuksista lasketut keskiarvot.

### 5.6.1 Yhden muuttujan suora

Yhden muuttujan suoraa käytettiin kun arvioitiin, että tuntemattomaan pisteeseen vaikuttaa ainoastaan tunnetun pisteen epäpuhtauden massavirta. Yhden muuttujan suoraa käytettiin, kun muodostettiin kuvaajat TLS280:n ja KN232:n sekä TLS280:n ja AMS-tuotteen välille. Suora oli muotoa  $Y = a * x + b$ , jossa  $x$  oli tunnetun pisteen epäpuhtauden massavirta. Suoran avulla pystyttiin määrittelemään tuntemattoman mittauspisteen epäpuhtauksien pitoisuudet yhtälön 33 avulla, kun kyseessä oli liuosnäytteet. AMS-tuotteen ja KN232:n kiteiden pitoisuus määritellään käyttämällä yhtälöä 34.

$$c_2 = \frac{c_1 \times \dot{V}_1 \times a + b}{\dot{V}_2} \quad (33)$$

jossa	$c_1$	Tunnetun pisteen epäpuhtauspitoisuus, $\left[ \frac{mg}{l} \right]$
	$c_2$	Tuntemattoman pisteen epäpuhtauspitoisuus, $\left[ \frac{mg}{l} \right]$
	$\dot{V}_1$	Tuntemattoman pisteen lähtevä tilavuusvirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
	$\dot{V}_2$	Tunnetun pisteen lähtevä tilavuusvirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
	$b$	Suoran yhtälön antama arvo
	$a$	Suoran kulmakerroin

AMS-tuotteen pitoisuuden määrittäminen.

$$c_2 = \frac{c_1 \times \dot{m}_1 \times a + b}{\dot{m}_2} \quad (34)$$

jossa	$c_1$	Tunnetun pisteen epäpuhtauspitoisuus, $\left[ \frac{mg}{l} \right]$
-------	-------	---

$c_2$	Tuntemattoman pisteen epäpuhtauspitoisuus, $\left[ \frac{mg}{l} \right]$
$\dot{m}_1$	Tuntemattoman pisteen lähtevä massavirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
$\dot{m}_2$	Tunnetun pisteen lähtevä massavirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
$b$	Suoran yhtälön antama arvo
$a$	Suoran kulmakerroin

### 5.6.2 Kahden muuttujan suora

Koska työn tavoitteena oli pystyä määrittämään muiden mittauspisteiden epäpuhtauspitoisuudet NG271:n epäpuhtauden perusteella, pyrittiin NG271:n arvoja käyttämään mahdollisimman monen suoran muodostamiseen. Työssä huomattiin myös että RSA244:stä RE241:een tuleva epäpuhtauksien massavirta vaikutti prosessin pisteisiin. RSA244:n epäpuhtauksien pitoisuuksia ei tiedetty aluksi, joten RSA244:n vaikutus huomioitiin käyttämällä RSA244:stä RE241:een tulevan AMS:n kosteutta. Tällöin suora sai kaksi muuttujaa, mitkä olivat RSA244:stä RE241:een tulevan AMS:n kosteus ja NG271:stä tulevan epäpuhtauden massavirta. Muuttujien kertoimet ratkaistiin käyttämällä matriisilaskentaa alla olevien yhtälöiden mukaisesti. NG271:n epäpuhtauden massavirran ja RSA244:stä RE241:een tulevan AMS:n kosteuden avulla saatiin LS213:n, YS222:n, LS247:n ja TLS280:n epäpuhtauksien massavirrat. Kun kaikille mittauspisteille oli laskettu epäpuhtauksien massavirrat, saatiin niiden pitoisuudet jakamalla mittauspisteeseen epäpuhtauden massavirta mittauspisteessä olevalla tilavuusvirtauksella. Kahden muuttujan suoraa käytettiin myös kun laskettiin LS250:n epäpuhtauksien pitoisuuksia. Muuttujina käytettiin LS250:aan menevän AMS-liuoksen tilavuusvirtausta ja TLS280:n epäpuhtauden pitoisuutta.

RSA244:stä RE241:een tulevan AMS:n kosteus.

$$X_{RSA244} = \frac{\dot{V}_{RSA244,Vesi}}{\dot{m}_{RSA244}} \quad (35)$$

jossa	$X_{RSA244}$	RSA244:stä RE241:een tulevan AMS:n kosteus, $\left[ \frac{m^3_{vesi}}{kg_{AMS}} \right]$
	$\dot{V}_{RSA244,Vesi}$	RSA244:sta RE241:een tulevan veden tilavuusvirta, $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
	$\dot{m}_{RSA244}$	RSA244:stä tulevan ammoniumsulfaatin kokonaismassavirta, $\left[ \frac{kg}{h} \right]$

LS213:sta, YS222:sta, LS247:stä tai TLS280:sta lähtevän epäpuhtauden massavirtojen suoran muuttujien kertoimet saatiin yhtälöstä (36), kun yhtälöön (37) sijoitettiin yhtälöt (38) ja (39) sekä transponoitu matriisi yhtälöstä (39).

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \quad (36)$$

jossa	$x_1$	NG271:n kerroin
	$x_2$	RSA244:n kosteuden kerroin
	$x_3$	Vakio

$$x = \frac{A^T \times B}{A^T \times A} \quad (37)$$

jossa	$A^T$	Transponoitu matriisi A yhtälöstä
-------	-------	-----------------------------------

$$B = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \\ a_8 \\ a_9 \\ a_{10} \\ a_{11} \end{pmatrix} \quad (38)$$

jossa  $a_1 - a_{11}$  LS213:sta, YS222:sta, LS247:stä tai TLS280:sta  
lähtevän epäpuhtauden massavirtojen arvot välillä  
21.1–1.2.2008.

$$A = \begin{pmatrix} \bullet & X_1 & 1 \\ C_{NG271,1} & X_1 & 1 \\ \bullet & X_2 & 1 \\ C_{NG271,2} & X_2 & 1 \\ \bullet & X_3 & 1 \\ C_{NG271,3} & X_3 & 1 \\ \bullet & X_4 & 1 \\ C_{NG271,4} & X_4 & 1 \\ \bullet & X_5 & 1 \\ C_{NG271,5} & X_5 & 1 \\ \bullet & X_6 & 1 \\ C_{NG271,6} & X_6 & 1 \\ \bullet & X_7 & 1 \\ C_{NG271,7} & X_7 & 1 \\ \bullet & X_8 & 1 \\ C_{NG271,8} & X_8 & 1 \\ \bullet & X_9 & 1 \\ C_{NG271,9} & X_9 & 1 \\ \bullet & X_{10} & 1 \\ C_{NG271,10} & X_{10} & 1 \\ \bullet & X_{11} & 1 \\ C_{NG271,11} & X_{11} & 1 \end{pmatrix} \quad (39)$$

jossa  $\bullet C_{NG271,1} - \bullet C_{NG271,11}$  NG271:stä tulevan epäpuhtauden massavirtojen  
arvot välillä 21.1–1.2.2008  
 $X_1 - X_{11}$  RSA244:stä tulevan kokonais-AMS:n kosteuksien ar-  
vot välillä 21.1–1.2.2008

LS250:n epäpuhtauden pitoisuuksien muuttujien kertoimet saatiin yhtälöstä (40), kun yhtälöön (37), sijoitettiin yhtälöt (41) ja (42), sekä transponoitu matriisi yhtälöstä (42).

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \quad (40)$$

jossa  $x_1$  LS250:n tilavuusvirran kerron  
 $x_2$  TLS280:n epäpuhtauden pitoisuuden kerroin  
 $x_3$  Vakio

$$B = \begin{pmatrix} c_{RSA220,RSA230,1} \\ c_{RSA220,RSA230,2} \\ c_{RSA220,RSA230,3} \\ c_{RSA220,RSA230,4} \\ c_{RSA220,RSA230,5} \\ c_{RSA220,RSA230,6} \\ c_{RSA220,RSA230,7} \\ c_{RSA220,RSA230,8} \\ c_{RSA220,RSA230,9} \\ c_{RSA220,RSA230,10} \\ c_{RSA220,RSA230,11} \end{pmatrix} \quad (41)$$

jossa  $c_{RSA220,RSA230,1} - c_{RSA220,RSA230,11}$  RSA220:sta tai RSA230:sta lähtevän ylivuodon pitoisuuksien arvot välillä 21.1–1.2.2008.



$$A = \begin{pmatrix} \dot{V}_{RSA220,RSA230,1} & c_{TLS280,1} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,2} & c_{TLS280,2} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,3} & c_{TLS280,3} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,4} & c_{TLS280,4} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,5} & c_{TLS280,5} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,6} & c_{TLS280,6} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,7} & c_{TLS280,7} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,8} & c_{TLS280,8} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,9} & c_{TLS280,9} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,10} & c_{TLS280,10} & 1 \\ \dot{V}_{RSA220,RSA230,11} & c_{TLS280,11} & 1 \end{pmatrix} \quad (42)$$

jossa  $\dot{V}_{RSA220,RSA230}$  RSA220:sta tai RSA230:sta lähtevän ylivuodon tilavuusvirta arvot välillä 21.1–1.2.2008

$c_{TLS280,1} - c_{TLS280,11}$  TLS280:n epäpuhtauden pitoisuuksien arvot välillä 21.1–1.2.2008

### 5.6.3 Kolmen muuttujan suora

Kun mittauspisteeseen vaikutti kolme muuttujaa, muutettiin matriisi A kolmen muuttujan matriisiksi. Kolmea muuttujaa jouduttiin käyttämään, kun ratkaistiin RSA244:n liuoksen ja kiteiden epäpuhtauspitoisuuksia. Työssä epäiltiin että RSA244 liuoksen epäpuhtauspitoisuuteen vaikuttavat TLS280:sta tuleva epäpuhtauden massavirta, LS250:aan menevä epäpuhtauden massavirta ja RSA244:stä RE241:een tulevan AMS:n kosteus. RSA244:n kiteen epäpuhtauspitoisuuteen vaikuttavat myös TLS280:n ja LS250:n epäpuhtauksien massavirrat, mutta kolmantena muuttujana käytettiin RSA244:stä tulevan AMS-kiteen massavirtaa.

RSA244:n liuoksen epäpuhtauspitoisuuden suoran muuttujien kertoimet saatiin yhtälöstä (40), kun yhtälöön (37) sijoitettiin yhtälöt (41) ja (42) sekä transponoitu matriisi yhtälöstä (41).

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} \quad (43)$$

jossa	$x_1$	RSA244:n kosteuden kerroin
	$x_2$	LS250:n epäpuhtausvirran kerroin
	$x_3$	TLS280:n epäpuhtausvirran kerroin
	$x_4$	Vakio

$$B = \begin{pmatrix} c_{RSA,liuos,1} \\ c_{RSA,liuos,2} \\ c_{RSA,liuos,3} \\ c_{RSA,liuos,4} \\ c_{RSA,liuos,5} \\ c_{RSA,liuos,6} \\ c_{RSA,liuos,7} \\ c_{RSA,liuos,8} \\ c_{RSA,liuos,9} \\ c_{RSA,liuos,10} \\ c_{RSA,liuos,11} \end{pmatrix} \quad (44)$$

jossa  $c_{RSA,liuos,1} - c_{RSA,liuos,11}$  RSA244:n liuoksen epäpuhtauden pitoisuudet välillä 21.1–1.2.2008

$$A = \begin{pmatrix} X_1 & \cdot & \cdot & 1 \\ X_2 & C_{LS250,1} & C_{TLS280,1} & 1 \\ X_3 & \cdot & \cdot & 1 \\ X_4 & C_{LS250,2} & C_{TLS280,2} & 1 \\ X_5 & \cdot & \cdot & 1 \\ X_6 & C_{LS250,3} & C_{TLS280,3} & 1 \\ X_7 & \cdot & \cdot & 1 \\ X_8 & C_{LS250,4} & C_{TLS280,4} & 1 \\ X_9 & \cdot & \cdot & 1 \\ X_{10} & C_{LS250,5} & C_{TLS280,5} & 1 \\ X_{11} & \cdot & \cdot & 1 \\ X_{12} & C_{LS250,6} & C_{TLS280,6} & 1 \\ X_{13} & \cdot & \cdot & 1 \\ X_{14} & C_{LS250,7} & C_{TLS280,7} & 1 \\ X_{15} & \cdot & \cdot & 1 \\ X_{16} & C_{LS250,8} & C_{TLS280,8} & 1 \\ X_{17} & \cdot & \cdot & 1 \\ X_{18} & C_{LS250,9} & C_{TLS280,9} & 1 \\ X_{19} & \cdot & \cdot & 1 \\ X_{20} & C_{LS250,10} & C_{TLS280,10} & 1 \\ X_{21} & \cdot & \cdot & 1 \\ X_{22} & C_{LS250,11} & C_{TLS280,11} & 1 \end{pmatrix} \quad (45)$$

jossa  $X_1 - X_{11}$  RSA244:stä tulevan kokonais-AMS:n kosteuksien arvot välillä 21.1–1.2.2008

$\cdot$   
 $C_{LS250,1} - C_{LS250,11}$  LS250:sta tulevan epäpuhtauden massavirtojen arvot välillä 21.1–1.2.2008

$\cdot$   
 $C_{TLS280,1} - C_{TLS280,11}$  TLS280:sta lähtevien epäpuhtauden massavirtojen arvot välillä 21.1–1.2.2008

RSA244:n kiteiden pitoisuuden suoran muuttujien kertoimet saatiin yhtälöstä (46), kun yhtälöön (37) sijoitettiin yhtälöt (47) ja (48), sekä transponoitu matriisi yhtälöstä (48).

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} \quad (46)$$

jossa  $x_1$  RSA244:stä RE241:een menevän kiteen massavirran kerroin

$x_2$  LS250:n epäpuhtausvirran kerroin

$x_3$  TLS280:n epäpuhtausvirran kerroin

$x_4$  Vakio

$$B = \begin{pmatrix} C_{RSA244, Kide,1} \\ C_{RSA244, Kide,2} \\ C_{RSA244, Kide,3} \\ C_{RSA244, Kide,4} \\ C_{RSA244, Kide,5} \\ C_{RSA244, Kide,6} \\ C_{RSA244, Kide,7} \\ C_{RSA244, Kide,8} \\ C_{RSA244, Kide,9} \\ C_{RSA244, Kide,10} \\ C_{RSA244, Kide,11} \end{pmatrix} \quad (47)$$

jossa  $C_{RSA244, Kide,1} - C_{RSA244, Kide,11}$

RSA244:n kiteiden epäpuhtauden  
pitoisuudet välillä 21.1–1.2.2008

$$A = \begin{pmatrix} \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,1} & C_{LS250,1} & C_{TLS280,1} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,2} & C_{LS250,2} & C_{TLS280,2} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,3} & C_{LS250,3} & C_{TLS280,3} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,4} & C_{LS250,4} & C_{TLS280,4} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,5} & C_{LS250,5} & C_{TLS280,5} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,6} & C_{LS250,6} & C_{TLS280,6} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,7} & C_{LS250,7} & C_{TLS280,7} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,8} & C_{LS250,8} & C_{TLS280,8} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,9} & C_{LS250,9} & C_{TLS280,9} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,10} & C_{LS250,10} & C_{TLS280,10} & 1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & 1 \\ m_{RSA244, kide,11} & C_{LS250,11} & C_{TLS280,11} & 1 \end{pmatrix} \quad (48)$$

jossa  $m_{RSA244, kide,1} - m_{RSA244, kide,11}$

RSA244:stä RE241:een tulevan AMS-kiteen  
massavirtojen arvot välillä 21.1–1.2.2008

$C_{LS250,1} - C_{LS250,11}$

LS250:sta tulevan epäpuhtauden massavirtojen  
arvot välillä 21.1–1.2.2008

$C_{TLS280,1} - C_{TLS280,11}$

TLS280:sta lähtevien epäpuhtauden massavir-  
tojen arvot välillä 21.1–1.2.2008

## 6 LOHKOKAAVION MUODOSTAMINEN

Kun prosessissa oleville pisteille saatiin muodostettua niiden yhtälöt, sijoitettiin ne lohkokaavioon, joka tehtiin Excel ohjelmalla. Lohkokaaviossa näkyy myös pisteissä olevat tilavuusvirtaukset, jotka tiedonkeruuohjelma hakee automaattisesti. Lohkokaaavion avulla pystytään määrittämään pisteiden epäpuhtauspitoisuudet, kun tunnetaan NG271:n epäpuhtauksien pitoisuudet. Lohkokaaviossa esiintyy myös pisteiden vesivirtaus.

## 7 VIRHEARVIOINTI

Epäpuhtausvirtauksissa virhettä aiheuttivat analyysinäytteiden ottaminen ja niiden käsittely. Näytteitä ottaessa oli erittäin vaikeaa saada kunnan näytettä, koska kunnollisia näytteidenottoaikoja ei jokaisessa näytteenottopisteessä ollut. Myös mittaus-ten vähäinen määrä lyhyellä ajalla ei antanut täydellistä kuvaa prosessin toiminnasta. Kaikkien massavirtojen laskeminen tietyissä pisteissä oli vaikeaa, koska kaikissa pisteissä ei ollut toimivaa virtausmittausta tai virtausta ei ollut laitettu tiedonkeruujärjestelmään. Myös kiteyttimien pesun yhteydessä tapahtuvia epäpuhtausvirran muutoksia ei pystytty määrittämään, koska pesun aikana liuos ohjataan ruuvisakeuttimeen RSA243 ja sieltä edelleen liuossäiliöön LS247. Tällä välillä ei ollut lainkaan virtausmittausta, joten laskeminen on melko hankalaa. Tämä vaikutti kiteyttämön ja LS247:n epäpuhtautaseeseen sekä niiden ennustussuoriin. Myös LS250:een menevän virtausmittarin virheellinen toiminta aiheutti virhettä ainetaseita ja ennustussuoria määrittäessä. Vesitaseen laskuissa virhettä saattoi syntyä, koska osassa mittauspisteiden laskuissa käytettiin analyysitulosten tietoja ja lopuissa tiedonkeruujärjestelmän tietoja.

Lohkokaaviossa virhettä aiheutti myös se, että TLS280:n laskettuja arvoja käytettiin, kun ennustettiin TLS280:n jälkeisiä pisteitä. Ennustussuoria määritettäessä TLS280:n jälkeisille pisteille käytettiin TLS280:n analyysitulosten arvoja. Näin ollen virhe, joka syntyy laskettaessa TLS280:n arvoja, vaikuttaa myös kaikkiin sen jälkeisiin pisteisiin prosessissa.

## 8 JATKOTUTKIMUS- JA KEHITYSEHDOTUKSIA

Jos työtä jatketaan tulevaisuudessa eteenpäin määrittämällä puuttuvat pisteet, joita ei tässä työssä voitu määrittää, on joitain virtausmittauksia laitettava tiedonkeruujärjestelmään. Prosessiin on myös lisättävä tiettyjä virtausmittareita, jotta puuttuvien pisteiden määrittäminen onnistuisi. Virtausmittareiden sijoitus prosessiin, sekä selitys miksi ne ovat tarpeellisia, ovat esitetty taulukossa 2. Taulukossa on myös esitetty, mitä virtausmittareita on laitettava tiedonkeruujärjestelmään, jotta puuttuvia pisteitä voitaisiin määrittää

Taulukko 2. Taulukossa on esitetty virtausmittarin sijainti prosessissa, mitä mittarille tulisi tehdä sekä selitys miksi mittari on tärkeä laskennassa.

<b>virtausmittarin sijainti</b>	<b>keräykseen/ uusi virtausmittari/ korjaukseen</b>	<b>Selitys</b>
ELS213-EL201	keräykseen tiedonkeruujärjestelmään	Pystytään määrittelemään ELS213:n ja EL201:n epäpuhtaustaseita
RSA244 ylivuoto	uusi virtausmittari	Pystytään määrittelemään RSA244:n ja ELS213:n epäpuhtaustaseita
LS270	korjaukseen	Pystytään määrittelemään LS270:n epäpuhtaustaseita
EL201-LS8	keräykseen tiedonkeruujärjestelmään	Pystytään määrittelemään RSA244:n ja EL201:n epäpuhtaustaseita
LS8-RSA244	keräykseen tiedonkeruujärjestelmään	Pystytään määrittelemään RSA244:n epäpuhtaustaseita
RSA243 ylivuoto	uusi virtausmittari	Pesun merkitys voidaan ottaa paremmin huomioon epäpuhtausvirtauksissa sekä tarkentaa LS247 epäpuhtaustasetta
HK211 vaakamittari	korjaukseen	Saadaan AMS-tuotteelle tarkempi epäpuhtausvirtaus
TLS280-ELS231	korjaukseen	Pystytään määrittelemään ELS213:n epäpuhtaustaseita
RS220 ja RSA230 ELS213	uusi virtausmittari	Pystytään määrittelemään ELS213:n epäpuhtaustaseita

## 9 YHTEENVETO

Mittausten perusteella pystyttiin luomaan ohjelma, mikä pystyy ennustamaan kaikkien näytepisteiden epäpuhtauspitoisuudet, kun tiedetään NG271:ssä olevien epäpuhtauksien pitoisuudet. Laskelmissa kuitenkin havaittiin että, jos tiedetään ainoastaan NG271:n pitoisuus, ei tarkkoja ennustuksia pystytä suorittamaan. Tämän johdosta prosessin mittauspisteiden pitoisuuksiin vaikuttavat muuttujat on otettava huomioon. Muuttujien huomioon ottaminen johtui suurimmaksi osaksi prosessin sisäisestä kierrosta, missä epäpuhtauksien massavirrat olivat huomattavasti korkeampia, kuin NG271:stä tulevien epäpuhtauksien massavirrat. Tutkimuksissa todettiin myös että pelkistämölle tulevien epäpuhtauksien massavirrat olivat melko samoja joka päivä, jolloin prosessissa tapahtuneet muutokset aiheutuivat juuri sisäisen kierron muutoksista.

Työn aikana havaittiin myös virtausmittareiden puute tietyissä kohdissa prosessia. Joitakin virtauksia ei myöskään kerätty tiedonkeruujärjestelmään, eikä niitä pystyttä laskemaan muuta kautta. Nämä puutteet aiheuttivat sen, että tiettyjen näytteenotto pisteiden massavirtauksia ei pystytty määrittelemään, eikä näin ollen suorita pystytty muodostamaan näihin pisteisiin.

Epäpuhtaustaseiden tuloksista voidaan todeta, että epäpuhtauksia poistuu kuitenkin huomattavasti enemmän prosessista LS250:n liuoksen mukana, kuin tuotekiteen mukana. Liuosta poistettiin LS250:n kautta kaksi kertaa mittausten aikana. Joillakin epäpuhtauksilla on taipumus kerääntyä prosessin eri vaiheisiin, mutta tätä ei tämän työn yhteydessä pystytty huomioimaan. Tulokset kuitenkin antavat selvän kuvan kuinka suuria epäpuhtausvirtoja prosessissa kulkee. Koska epäpuhtauksia voidaan poistaa prosessista kahta reittiä, AMS-tuotteen ja LS250:n kautta, on hyvä pystyä maksimoimaan epäpuhtauspitoisuudet näissä. Kuitenkin AMS-tuotteen epäpitoisuuden määrää ei pystytä säätämään. Näin ollen ainoaksi paikaksi jää LS250:lla, jonka liuokselle ei ole määrätty mitään epäpuhtausrajoja. Tuloksissa selvisi, että LS250:n menevien epäpuhtauksien pitoisuudet olivat melko korkeita. Kuitenkin jossain pisteissä havaittiin vielä korkeampia liuos pitoisuuksia, kuin RSA220:ssa ja RSA230:ssa. Ehdotetaan että pyritään selvittämään onko mahdollista ohjata LS250:aan menevä liuos jostain muualta, kuten RSA244:n ylivuodosta.

## 10 LÄHTEET

1. Norilsk Nickel Harjavalta Oy, <http://www.nornik.fi/www>, [viitattu 3.2.2008].
2. Wikipedia, [http://fi.wikipedia.org/wiki/Norilsk\\_Nickel](http://fi.wikipedia.org/wiki/Norilsk_Nickel), [viitattu 10.4.2008].
3. Eduard Jääskeläinen, *suullinen tiedonanto*, 4.4.2008, Harjavalta.
4. Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *Prosessin toiminta ja työohjeet*, 4.4.2008, Harjavalta.
5. Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *Co-uuton koulutuskalvo*, julkaisematon lähde.
6. Toukonen, T., *Rikkivetypesurin tutkiminen ja kehittäminen*, Pori, 1997, Insinööriyö.
7. Reefkeeping, <http://reefkeeping.com>, [viitattu 24.2.2008].
8. Virtanen, K., Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *Nikkelisaostuksen koulutuskalvo*, 2004, julkaisematon lähde.
9. Virtanen, K., Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *Haihduuttamon koulutuskalvo*, julkaisematon lähde.
10. Raita, S., Pihkala, J., *Prosessiteknikan yksikköprosessit*, Otava, 1981, Keuruu, 111-112s.
11. Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *Kiteyttämön koulutuskalvo*, 2002, Harjavalta, julkaisematon lähde.
12. Kokko, L., Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *Pelkistyksen koulutuskalvo*, 2002, Harjavalta, julkaisematon lähde.



13. Chem net base, <http://www.chemnetbase.com>, [viitattu 11.4.2008].
14. Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *jaksollinen järjestelmä*, [viitattu 3.4.2008], sisäiset nettisivut.
15. Suomen korroosioyhdistys, *Korroosioikäkirja*, Hangon kirjapaino Oy, 1998, Hanko, 408s.
16. Wikipedia, <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kloori>, [viitattu 24.2.2008].
17. Katilan, M., *Ammoniumsulfaattikiteyttämön korroosion hallinta*, Tampere, 2005, Diplomityö..
18. Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *Prosess exploder*, [viitattu 15.4.2008].
19. Rauno Luoma, *suullinen tiedonanto*, 4.4.2008, Harjavalta.
20. David R. Lide. *CRC Handbook of chemistry and physics*, 1999, USA, 4-40s.

## LIITELUETTELO

- LIITE 1 Analyysitulokset
- LIITE 2 Vesitaseen tulokset
- LIITE 3 YS222:n ja LS213:n virtauksien suhde
- LIITE 4 Nikkelin ja ammoniumin analyysitulokset
- LIITE 5 Epäpuhtaustaseiden tulokset
- LIITE 6 HK211:n ja kuormakirjojen massavirtojen suhde
- LIITE 7 Suorien yhtälöt
- LIITE 8 Yhtälöiden avulla lasketut kloridipitoisuudet
- LIITE 9 Yhtälöiden avulla lasketut kalsiumpitoisuudet
- LIITE 10 Yhtälöiden avulla lasketut magnesiumipitoisuudet
- LIITE 11 Yhtälöiden avulla lasketut natriumpitoisuudet



Pvm.	laatu	NG 271	RSA 244, ylijuuoto	TLS280	ELS231	KN231	KN232	KN241	RSA 220	EL 201	LS 247	YS 222	LS213	RSA 244, kide	AMS tuote
21.1.2008	Mg mg/l	121,2	1347	555,7	1086	765,6	1385	1847	999,3	1031	374,3	390,8	502,4	Mg %	0,0253
22.1.2008	Mg mg/l	162,0	1594	588,8	1022,5	1019	1733	2134	1146	1062	314,0	372,3	609,7	Mg %	0,0844
23.1.2008	Mg mg/l	137,0	1352	619,8	1057	754,3	1427	1657	1177	956,7	316,6	473,29	560,5	Mg %	0,0094
24.1.2008	Mg mg/l	146,5	1098	668,6	1109,22	980	1654	1346	1090	904	716	388,6	546	Mg %	0,0547
25.1.2008	Mg mg/l	108,3	1247,6	744,8	1093,7	982,5	1585,6	1719	1116,5	995,6	541,5	469,6	473,2	Mg %	0,0918
26.1.2008	Mg mg/l	105,04	1472,90	765,60	1119,79	973,90	1700,42	1852,84	1116,80	980,40	505,73	454,74	483,10	Mg %	0,0872
27.1.2008	Mg mg/l	101,78	1698,20	698,00	1145,88	965,28	1815,19	1986,68	1117,07	965,17	469,96	439,88	493,00	Mg %	0,0824
28.1.2008	Mg mg/l	98,5	1923,5	708,05	1171,97	956,65	1929,9	2120,53	1117,3	949,9	434,19	425,03	502,9	Mg %	0,0451
29.1.2008	Mg mg/l	95,1	901,49	653,24	1120,76	1046,62	1727,08	1499,24	1384,07	862,06	443,14	403,26	438,84	Mg %	0,0845
30.1.2008	Mg mg/l	78,6	1799,89	596,23	1107,42	1123	1228,9	2230,1	1158,5	1055,3	398,96	400,43	456,71	Mg %	0,0689
31.1.2008	Mg mg/l	94,1	1503,4	560,7	1059,7	926,6	1377,4	1699,9	1112,7	927,0	494,8	453,6	448,0	Mg %	0,0501
1.2.2008	Mg mg/l	88,4	1579,4	523,0	1058,0	929,6	1446,1	1545,4	1065,4	849,3	590,6	453,6	448,0	Mg %	0,0423
										luku on määritetty yhtälöiden (1), (2) ja (3) avulla					
										luku on otettu edellisen päivän arvosta					
Pvm.	laatu	NG 271	RSA 244, ylijuuoto	TLS280	ELS231	KN231	KN232	KN241	RSA 220	EL 201	LS 247	YS 222	LS213	RSA 244, kide	AMS tuote
21.1.2008	Mg mg/l	141,60	1470,50	572,25	1054,25	892,30	1559,00	1990,50	1072,65	1046,50	344,15	381,55	556,05	Mg %	0,07115
22.1.2008	Mg mg/l	149,50	1473,00	604,30	1039,75	886,65	1580,00	1895,50	1161,50	1009,35	315,30	422,80	585,10	Mg %	0,0821
23.1.2008	Mg mg/l	141,77	1225,00	644,20	1083,11	867,15	1540,50	1501,50	1133,50	930,35	517,30	430,95	553,25	Mg %	0,07765
24.1.2008	Mg mg/l	127,42	1172,80	706,70	1101,46	981,25	1619,80	1532,50	1103,25	949,80	629,75	429,10	509,60	Mg %	0,08365
25.1.2008	Mg mg/l	106,67	1360,25	755,20	1106,75	978,20	1643,01	1785,92	1116,65	988,00	523,62	462,17	478,15	Mg %	0,0895
26.1.2008	Mg mg/l	103,41	1585,55	731,80	1132,84	969,59	1757,81	1919,76	1116,93	972,79	487,85	447,31	488,05	Mg %	0,0848
27.1.2008	Mg mg/l	100,15	1810,85	703,03	1158,93	960,97	1872,55	2053,61	1117,18	957,53	452,08	432,46	497,95	Mg %	0,07985
28.1.2008	Mg mg/l	96,82	1412,50	680,65	1146,37	1001,64	1828,49	1809,89	1250,69	905,98	438,67	414,15	470,87	Mg %	0,06315
29.1.2008	Mg mg/l	86,86	1350,69	624,74	1114,09	1084,81	1477,99	1864,67	1271,29	958,68	421,05	401,85	447,78	Mg %	0,06895
30.1.2008	Mg mg/l	86,35	1651,65	578,44	1083,57	1024,80	1303,15	1965,01	1135,60	991,16	446,86	426,99	452,38	Mg %	0,0595
31.1.2008	Mg mg/l	91,25	1541,41	541,82	1058,85	928,10	1411,75	1622,66	1089,04	888,15	542,67	453,55	448,04	Mg %	0,046217
1.2.2008	Mg mg/l	44,20	789,71	261,49	529,00	464,80	723,05	772,70	532,89	424,64	295,29	226,78	224,02	Mg %	0,021167





Pvm.	LS104 [m <sup>3</sup> /h]	RSA244 [m <sup>3</sup> /h]	LS213 [m <sup>3</sup> /h]	YS222 [m <sup>3</sup> /h]
21.1.2008	29,39	9,39	38,78	52,54
22.1.2008	30,42	8,42	38,85	52,37
23.1.2008	32,32	7,51	39,83	53,01
24.1.2008	35,77	11,68	47,45	62,56
25.1.2008	33,74	8,91	42,65	55,20
26.1.2008	33,35	9,48	42,83	56,36
27.1.2008	33,40	10,19	43,60	57,61
28.1.2008	33,40	11,88	45,28	60,00
29.1.2008	33,40	9,47	42,86	56,05
30.1.2008	32,72	9,18	41,91	55,42
31.1.2008	34,90	7,62	42,52	55,68

Pvm.	LS247 [m <sup>3</sup> /h]	Haihduuttamosta poistuva vesi [m <sup>3</sup> /h]	TLS280 [m <sup>3</sup> /h]	Kiteyttämöstä poistuva vesi [m <sup>3</sup> /h]	AMS- Tuote [m <sup>3</sup> /h]
21.1.2008	49,71	16,09	35,67	37,03	1,00
22.1.2008	55,26	14,81	41,86	36,34	1,00
23.1.2008	47,19	20,81	34,06	37,65	0,99
24.1.2008	52,20	21,21	39,75	37,66	1,00
25.1.2008	54,37	20,56	37,54	38,68	1,00
26.1.2008	50,26	18,31	34,80	38,54	1,00
27.1.2008	51,14	18,19	36,04	37,79	1,00
28.1.2008	53,99	15,89	39,79	36,82	0,99
29.1.2008	51,55	20,31	35,69	39,18	1,00
30.1.2008	54,63	17,28	38,13	39,54	1,00
31.1.2008	52,91	15,12	34,63	37,74	0,98

Pvm.	Klo.	LS213:sta lähtevä virtaus [m <sup>3</sup> /h]	YS222:sta SS243:een menevä virtaus [m <sup>3</sup> /h]	YS222:een tuleva virtaus [m <sup>3</sup> /h]	YS222:sta LS247:ään menevä virtaus [m <sup>3</sup> /h]	Suhdeluku
12.3.2008	13:00	44,96	1,10	66,09	64,99	1,45
12.3.2008	14:00	44,96	1,10	67,38	66,28	1,47
12.3.2008	15:00	44,89	1,10	74,46	73,36	1,63
12.3.2008	16:00	45,07	1,10	50,30	49,20	1,09
12.3.2008	17:00	44,92	1,10	59,59	58,49	1,30
12.3.2008	18:00	43,55	1,10	64,83	63,73	1,46
12.3.2008	19:00	44,46	1,10	67,96	66,86	1,50
12.3.2008	20:00	47,05	1,10	70,77	69,67	1,48
12.3.2008	21:00	46,79	1,10	63,29	62,19	1,33
12.3.2008	22:00	47,22	1,10	61,74	60,64	1,28
12.3.2008	23:00	47,08	1,10	46,60	45,50	0,97
13.3.2008	0:00	47,00	1,10	62,87	61,77	1,31
13.3.2008	1:00	46,96	1,10	66,04	64,94	1,38
13.3.2008	2:00	46,66	1,10	64,50	63,40	1,36
13.3.2008	3:00	47,14	1,10	66,37	65,27	1,38
13.3.2008	4:00	46,06	1,10	63,29	62,19	1,35
13.3.2008	5:00	41,86	1,10	64,56	63,46	1,52
13.3.2008	6:00	42,22	1,10	66,55	65,45	1,55
13.3.2008	7:00	42,84	1,10	64,25	63,15	1,47
13.3.2008	8:00	38,66	1,10	64,65	63,55	1,64
13.3.2008	9:00	43,29	1,10	61,11	60,01	1,39
13.3.2008	10:00	42,86	1,10	31,36	30,26	0,71
13.3.2008	11:00	42,99	1,10	55,96	54,86	1,28
13.3.2008	12:00	43,00	1,10	62,13	61,03	1,42
13.3.2008	13:00	42,97	1,10	56,43	55,33	1,29
13.3.2008	14:00	45,85	1,10	46,44	45,34	0,99
13.3.2008	15:00	46,03	1,10	36,61	35,51	0,77
13.3.2008	16:00	46,19	1,10	45,37	44,27	0,96
13.3.2008	17:00	45,92	1,10	62,87	61,77	1,35



13.3.2008	18:00	45,49	1,10	85,84	84,74	1,86
13.3.2008	19:00	45,99	1,10	80,35	79,25	1,72
13.3.2008	20:00	45,88	1,10	76,81	75,71	1,65
13.3.2008	21:00	44,84	1,10	75,34	74,24	1,66
13.3.2008	22:00	45,43	1,10	54,03	52,93	1,16
13.3.2008	23:00	44,86	1,10	47,07	45,97	1,02
14.3.2008	0:00	44,93	1,10	53,19	52,09	1,16
14.3.2008	1:00	45,29	1,10	51,75	50,65	1,12
14.3.2008	2:00	45,01	1,10	60,41	59,31	1,32
14.3.2008	3:00	44,66	1,10	84,53	83,43	1,87
14.3.2008	4:00	45,38	1,10	40,13	39,03	0,86
14.3.2008	5:00	44,71	1,10	51,74	50,64	1,13
14.3.2008	6:00	45,34	1,10	45,95	44,85	0,99
14.3.2008	7:00	45,06	1,10	54,02	52,92	1,17
14.3.2008	8:00	44,93	1,10	44,72	43,62	0,97
					<b>Keskiarvo</b>	<b>1,31</b>

<b>Pvm.</b>	<b>YS 222</b> <b>[NH4+ g/l]</b>	<b>LS 247</b> <b>[NH4+ g/l]</b>	<b>TLS280</b> <b>[NH4+ g/l]</b>
21.1.2008	120,54	115,58	142,4
22.1.2008	112,47	106,16	140,11
23.1.2008	121,47	110,78	138,40
24.1.2008	118,1	182,09 *	153,60
25.1.2008	261,4	253,4	157,60
26.1.2008	216,30 *	209,92 *	158,20 *
27.1.2008	171,19 *	166,45 *	158,81 *
28.1.2008	126,09	122,97	159,41
29.1.2008	125,23	122,65	147,53
30.1.2008	260,9	250,0	153,7
31.1.2008	126,5	176,8 *	145,0
1.2.2008	126,5 **	103,6	147,1

\* Luku on määritetty yhtälöiden (1), (2) ja (3) avulla.

\*\* Luku on otettu edellisen päivän arvosta.

<b>Pvm.</b>	<b>YS 222</b> <b>[Ni mg/l]</b>	<b>LS 247</b> <b>[Ni mg/l]</b>	<b>TLS280</b> <b>[Ni mg/l]</b>
21.1.2008	432.7	453.4	60.38
22.1.2008	586.5	795.9	188.9
23.1.2008	568.7	740.2	300.3
24.1.2008	1386	1078	268.6
25.1.2008	547	520	122.72
26.1.2008	503.87 *	498.47 *	129.89 *
27.1.2008	460.43 *	476.93 *	137.06 *
28.1.2008	417	455.4	144.23
29.1.2008	383	376.81	104.13
30.1.2008	411	577.8	95.17
31.1.2008	509.4	1930.6 *	26.6
1.2.2008	509.4 **	3283.4	147.7

\* Luku on määritetty yhtälöiden (1), (2) ja (3) avulla.

\*\* Luku on otettu edellisen päivän arvosta.

## Kloridi

Pvm.	NG271 [kg/h]	RSA244, liuos [kg/h]	RSA244, kide [kg/h]	LS213 [kg/h]	YS222 [kg/h]	LS247 [kg/h]
21.1.2008	0,37	18,24	2,04	9,91	9,37	8,45
22.1.2008	0,32	15,59	1,90	9,64	9,69	8,89
23.1.2008	0,17	10,64	2,16	6,96	8,75	10,67
24.1.2008	0,17	15,80	2,39	7,02	10,71	15,52
25.1.2008	0,31	14,07	2,05	7,35	11,44	14,90
26.1.2008	0,29	16,65	2,60	8,38	11,41	12,22
27.1.2008	0,28	19,69	2,97	9,46	11,38	10,86
28.1.2008	0,29	22,88	2,44	10,12	11,91	13,07
29.1.2008	0,31	17,44	1,97	9,38	11,34	12,45
30.1.2008	0,33	16,30	2,10	9,48	11,38	10,94
31.1.2008	0,18	11,13	1,60	9,61	11,57	11,08

## Kloridi

Pvm.	TLS280 [kg/h]	LS250 [kg/h]	AMS- tuote [kg/h]	KN231 [kg/h]	KN232 [kg/h]	KN241 [kg/h]	KN242 [kg/h]
21.1.2008	9,74	0,17	0,32	23,24	11,17	24,79	30,27
22.1.2008	12,28	0,14	0,35	18,77	11,94	22,55	24,54
23.1.2008	10,83	2,43	0,17	19,75	11,82	21,77	20,60
24.1.2008	13,23	0,13	0,21	23,04	11,32	18,45	26,11
25.1.2008	12,71	0,13	0,36	22,91	13,02	15,91	31,77
26.1.2008	10,76	0,08	0,37	22,39	12,41	19,27	26,05
27.1.2008	10,84	0,18	0,35	24,88	10,19	21,71	26,69
28.1.2008	12,04	0,13	0,30	23,94	10,41	23,02	24,25
29.1.2008	10,55	0,09	0,28	22,71	9,15	23,01	24,38
30.1.2008	11,09	3,42	0,38	23,42	9,22	20,93	26,38
31.1.2008	5,50	1,28	0,07	14,48	7,71	14,45	12,83

## Kalsium

Pvm.	NG271 [kg/h]	RSA244, liuos [kg/h]	RSA244, kide [kg/h]	LS213 [kg/h]	YS222 [kg/h]	LS247 [kg/h]
21.1.2008	2,66	17,07	7,81	32,39	28,63	26,93
22.1.2008	2,72	17,82	8,21	31,74	30,80	30,88
23.1.2008	2,69	8,69	8,69	28,12	31,44	40,51
24.1.2008	2,60	9,95	8,57	29,82	37,14	51,57
25.1.2008	2,16	11,76	7,43	24,01	33,94	40,45
26.1.2008	2,08	20,66	8,92	25,86	32,79	33,13
27.1.2008	2,03	30,94	9,74	27,79	31,63	29,40
28.1.2008	2,13	25,55	9,00	28,52	32,26	32,73
29.1.2008	2,25	15,06	7,83	25,34	29,69	30,74
30.1.2008	2,22	14,81	7,52	22,95	27,09	35,26
31.1.2008	2,42	7,39	6,53	21,21	25,68	47,66

## Kalsium

Pvm.	TLS280 [kg/h]	LS250 [kg/h]	AMS- tuote [kg/h]	KN231 [kg/h]	KN232 [kg/h]	KN241 [kg/h]	KN242 [kg/h]
21.1.2008	25,66	0,24	3,39	27,80	19,06	23,98	37,56
22.1.2008	32,86	0,28	4,02	32,16	22,37	36,14	43,98
23.1.2008	28,47	3,26	2,49	18,99	15,92	26,89	20,08
24.1.2008	35,61	0,09	3,10	15,05	14,54	13,24	18,90
25.1.2008	33,74	0,10	3,94	16,04	15,56	15,02	23,00
26.1.2008	29,34	0,09	4,09	19,30	17,96	21,35	23,46
27.1.2008	27,19	0,27	3,55	25,04	16,31	26,46	28,49
28.1.2008	27,29	0,20	2,72	22,83	14,83	22,26	24,93
29.1.2008	24,42	0,13	2,42	23,94	13,60	16,88	26,29
30.1.2008	24,01	4,08	3,51	24,72	15,20	15,91	29,11
31.1.2008	19,52	1,30	0,85	11,22	9,80	13,29	10,08

## Magnesium

Pvm.	NG271 [kg/h]	RSA244, liuos [kg/h]	RSA244, kide [kg/h]	LS213 [kg/h]	YS222 [kg/h]	LS247 [kg/h]
21.1.2008	4,24	20,25	8,38	29,01	25,92	21,81
22.1.2008	4,63	18,19	10,20	30,46	28,66	22,08
23.1.2008	4,67	13,49	10,30	29,36	29,78	34,13
24.1.2008	4,64	20,09	12,23	32,30	35,41	46,97
25.1.2008	3,66	17,77	11,90	27,12	34,13	37,71
26.1.2008	3,51	22,05	12,13	28,15	33,59	32,38
27.1.2008	3,41	27,06	11,30	29,24	33,07	30,43
28.1.2008	3,29	24,60	8,57	28,71	32,88	31,11
29.1.2008	2,95	18,75	7,89	25,65	29,97	28,59
30.1.2008	2,88	22,24	8,60	25,67	31,54	31,82
31.1.2008	3,24	17,22	6,71	25,41	33,49	36,44

## Magnesium

Pvm.	TLS280 [kg/h]	LS250 [kg/h]	AMS- tuote [kg/h]	KN231 [kg/h]	KN232 [kg/h]	KN241 [kg/h]	KN242 [kg/h]
21.1.2008	28,14	0,19	1,54	16,02	23,51	32,48	22,61
22.1.2008	34,68	0,18	0,87	15,92	26,44	31,77	24,17
23.1.2008	30,63	3,15	2,71	19,24	27,89	26,33	20,41
24.1.2008	40,27	0,17	3,49	21,37	29,42	25,00	26,85
25.1.2008	40,90	0,15	2,58	21,71	31,20	28,10	31,38
26.1.2008	36,81	0,09	3,06	20,98	29,35	31,12	25,86
27.1.2008	36,67	0,21	3,56	22,32	22,94	32,06	26,03
28.1.2008	38,60	0,17	5,48	21,62	22,03	27,91	23,62
29.1.2008	31,53	0,12	4,65	19,79	19,48	28,48	21,87
30.1.2008	31,08	4,29	1,78	19,04	21,27	27,97	23,09
31.1.2008	26,20	2,07	1,05	13,60	19,39	21,68	12,19

## Natrium

Pvm.	NG271 [kg/h]	RSA244, liuos [kg/h]	RSA244, kide [kg/h]	LS213 [kg/h]	YS222 [kg/h]	LS247 [kg/h]
21.1.2008	44,11	794,43	91,37	502,17	451,36	427,36
22.1.2008	43,69	694,30	87,56	487,18	474,50	485,48
23.1.2008	43,20	509,99	119,57	457,89	475,08	620,29
24.1.2008	44,43	762,57	156,45	513,43	605,76	856,19
25.1.2008	41,21	637,44	134,17	419,84	605,87	754,56
26.1.2008	38,71	743,36	153,90	450,19	580,58	604,87
27.1.2008	36,74	868,53	161,59	482,06	554,90	521,77
28.1.2008	36,91	963,46	121,95	493,63	556,56	597,16
29.1.2008	41,84	727,47	94,04	351,70	525,03	568,31
30.1.2008	38,10	699,39	97,85	329,91	536,95	594,62
31.1.2008	36,80	523,24	77,16	404,40	550,75	744,43

## Natrium

Pvm.	TLS280 [kg/h]	LS250 [kg/h]	AMS- tuote [kg/h]	KN231 [kg/h]	KN232 [kg/h]	KN241 [kg/h]	KN242 [kg/h]
21.1.2008	448,54	7,93	42,07	688,04	499,57	1019,13	903,92
22.1.2008	573,18	6,54	22,25	697,03	534,27	986,04	918,15
23.1.2008	494,99	120,41	28,67	816,69	573,53	958,88	852,95
24.1.2008	639,07	6,53	37,07	850,86	577,86	811,07	982,12
25.1.2008	644,56	5,86	37,31	830,82	624,00	725,12	1159,49
26.1.2008	562,58	3,58	48,47	812,37	584,72	840,85	953,96
27.1.2008	546,08	8,06	59,62	898,75	469,25	913,03	976,97
28.1.2008	548,09	5,75	39,21	953,11	467,64	916,68	972,09
29.1.2008	477,16	3,84	32,22	877,00	408,43	902,80	943,27
30.1.2008	513,52	151,70	38,82	752,77	416,07	837,88	854,87
31.1.2008	440,26	65,90	16,17	570,47	392,94	641,51	505,86

Päivämäärä (lähtö pvm)	Nettopaino [kg/h]	HK211 [kg/h]	Suhdeluku
21.1.2008	8346	20	0,42
22.1.2008	9999	20	0,50
23.1.2008	6843	20	0,34
24.1.2008	8428	20	0,42
25.1.2008	10029	20	0,50
26.1.2008	10130	20	0,51
27.1.2008	8575	20	0,43
28.1.2008	8385	20	0,42
29.1.2008	8274	20	0,42
30.1.2008	10356	20	0,52
31.1.2008	3823	20	0,20
1.2.2008	8618	20	0,43
		<b>Keskiarvo</b>	<b>0,43</b>

## Kloridi

$\dot{c}_{LS213} = \dot{c}_{NG271} \times 9,82 + X_{RSA244} \times -0,20 + 6,23$
$\dot{c}_{YS222} = \dot{c}_{NG271} \times 0,87 + X_{RSA244} \times 2,90 + 9,33$
$\dot{c}_{LS247} = \dot{c}_{NG271} \times -17,00 + X_{RSA244} \times 24,83 + 5,77$
$\dot{c}_{TLS280} = \dot{c}_{NG271} \times -1,38 + X_{RSA244} \times 31,20 - 2,14$
$\dot{c}_{RSA,liuos} = \dot{c}_{LS250} \times 4,89 + X_{RSA244} \times 2635,48 + \dot{c}_{TLS280} \times -22,418 + 277,088$
$\dot{c}_{RSA244,Kide} = \dot{c}_{LS250} \times -0,00062 + \dot{m}_{RSA244,kide} \times 9,27E - 08 + \dot{c}_{TLS280} \times 0,00054 + 0,0096$
$\dot{c}_{LS250} = \dot{V}_{LS250} \times -13,99 + \dot{c}_{TLS280} \times 1,77 + 545,66$
$\dot{c}_{AMS,Tuote} = 0,0289 \times \dot{c}_{TLS280} - 0,0268$
$\dot{m}_{KN232,kide,c} = 0,0618 \times \dot{c}_{TLS280} + 0,5243$
$\dot{m}_{KN232,liuos} = 0,4697 \times \dot{c}_{TLS280} + 4,4593$

## Kalsium

$\dot{c}_{LS213} = \dot{c}_{NG271} \times 8,43 + X_{RSA244} \times 62,60 - 19,69$
$\dot{c}_{YS222} = \dot{c}_{NG271} \times 0,21 + X_{RSA244} \times 39,92 + 13,39$
$\dot{c}_{LS247} = \dot{c}_{NG271} \times 5,87 + X_{RSA244} \times -62,99 + 49,47$
$\dot{c}_{TLS280} = \dot{c}_{NG271} \times 4,35 + X_{RSA244} \times 48,71 - 3,15$
$\dot{c}_{RSA,liuos} = \dot{c}_{LS250} \times -56,07 + X_{RSA244} \times 3794,65 + \dot{c}_{TLS280} \times -21,14 + 180,98$
$\dot{c}_{RSA244,Kide} = \dot{c}_{LS250} \times -0,00052 + \dot{m}_{RSA244,kide} \times -3,65E - 06 + \dot{c}_{TLS280} \times 0,00047 + 0,097$
$\dot{c}_{LS250} = \dot{V}_{LS250} \times -83,69 + \dot{c}_{TLS280} \times -1,0432 + 1788,41$
$\dot{c}_{AMS,Tuote} = 0,1312 \times \dot{c}_{TLS280} - 0,5775$
$\dot{m}_{KN232,kide,c} = 0,0606 \times \dot{c}_{TLS280} + 2,7821$
$\dot{m}_{KN232,liuos} = 0,2867 \times \dot{c}_{TLS280} + 3,414$



## Magnesium

$\dot{c}_{LS213} = \dot{c}_{NG271} \times 2,51 + X_{RSA244} \times 22,65 + 9,18$
$\dot{c}_{YS222} = \dot{c}_{NG271} \times -1,07 + X_{RSA244} \times -1,47 + 36,30$
$\dot{c}_{LS247} = \dot{c}_{NG271} \times 0,64 + X_{RSA244} \times -21,30 + 38,89$
$\dot{c}_{TLS280} = \dot{c}_{NG271} \times 0,63 + X_{RSA244} \times 64,45 + 4,12$
$\dot{c}_{RSA,liuos} = \dot{c}_{LS250} \times -2,82 + X_{RSA244} \times -269,70 + \dot{c}_{TLS280} \times -5,85 + 1777,71$
$\dot{c}_{RSA244,Kide} = \dot{c}_{LS250} \times -0,0013 + \dot{m}_{RSA244,kide} \times -6,14E - 06 + \dot{c}_{TLS280} \times 0,0024 + 0,074$
$\dot{c}_{LS250} = \dot{V}_{LS250} \times -9,80 + \dot{c}_{TLS280} \times -0,040 + 1176,74$
$\dot{c}_{AMS,Tuote} = 0,1485 \times \dot{c}_{TLS280} - 2,2739$
$\dot{m}_{KN232,kide,c} = 0,1133 \times \dot{c}_{TLS280} + 1,4726$
$\dot{m}_{KN232,liuos} = 0,4265 \times \dot{c}_{TLS280} + 4,9096$

## Natrium

$\dot{c}_{LS213} = \dot{c}_{NG271} \times 4,65 + X_{RSA244} \times 736,80 - 59,63$
$\dot{c}_{YS222} = \dot{c}_{NG271} \times -7,01 + X_{RSA244} \times 235,16 + 721,26$
$\dot{c}_{LS247} = \dot{c}_{NG271} \times 0,37 + X_{RSA244} \times -613,30 + 864,09$
$\dot{c}_{TLS280} = \dot{c}_{NG271} \times 2,69 + X_{RSA244} \times 548,19 + 191,08$
$\dot{c}_{RSA,liuos} = \dot{c}_{LS250} \times -0,02 + X_{RSA244} \times 53,20 + \dot{c}_{TLS280} \times -0,03 + 45,97$
$\dot{c}_{RSA244,Kide} = \dot{c}_{LS250} \times -0,00088 + \dot{m}_{RSA244,kide} \times 3,38E - 05 + \dot{c}_{TLS280} \times 0,0016 - 0,42$
$\dot{c}_{LS250} = \dot{V}_{LS250} \times -0,53 + \dot{c}_{TLS280} \times 1,06 + 31,25$
$\dot{c}_{AMS,Tuote} = 0,0462 \times \dot{c}_{TLS280} + 11,802$
$\dot{m}_{KN232,kide,c} = 0,1294 \times \dot{c}_{TLS280} - 5,701$
$\dot{m}_{KN232,liuos} = 0,6945 \times \dot{c}_{TLS280} + 69,068$

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS213 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	189,95	187,92	2,03	1,07
22.1.2008	185,10	177,88	7,22	3,90
23.1.2008	131,15	147,21	-16,06	-12,25
24.1.2008	110,75	122,76	-12,01	-10,84
25.1.2008	129,57	162,02	-32,45	-25,05
26.1.2008	145,30	156,67	-11,38	-7,83
27.1.2008	161,03	151,87	9,16	5,69
28.1.2008	165,98	147,20	18,78	11,32
29.1.2008	163,84	160,72	3,12	1,90
30.1.2008	167,02	165,20	1,82	1,09
31.1.2008	169,42	140,10	29,32	17,31

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot YS222 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	138,00	162,12	24,12	17,47793
22.1.2008	142,90	159,87	16,97	11,87334
23.1.2008	126,60	153,00	26,40	20,85256
24.1.2008	129,75	131,30	1,55	1,190807
25.1.2008	154,96	146,52	-8,44	-5,44767
26.1.2008	151,90	143,80	-8,10	-5,3316
27.1.2008	148,83	141,94	-6,89	-4,62799
28.1.2008	149,96	138,73	-11,23	-7,49185
29.1.2008	152,01	145,69	-6,32	-4,1589
30.1.2008	154,02	146,16	-7,86	-5,10265
31.1.2008	156,64	142,58	-14,06	-8,97285

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS247 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	133,35	174,26	40,91	30,68
22.1.2008	126,90	155,76	28,86	22,74
23.1.2008	161,80	186,01	24,21	14,96
24.1.2008	208,05	195,24	-12,81	-6,16
25.1.2008	206,89	152,07	-54,82	-26,50
26.1.2008	184,08	167,99	-16,09	-8,74
27.1.2008	161,28	176,74	15,46	9,59
28.1.2008	184,28	184,79	0,51	0,27
29.1.2008	183,34	166,18	-17,16	-9,36
30.1.2008	153,68	144,59	-9,08	-5,91
31.1.2008	165,03	172,44	7,41	4,49

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot TLS280 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	198,03	243,50	45,47	22,96333
22.1.2008	214,03	186,07	-27,96	-13,0626
23.1.2008	227,85	198,19	-29,66	-13,0166
24.1.2008	232,15	215,40	-16,75	-7,21339
25.1.2008	234,65	195,54	-39,11	-16,6689
26.1.2008	214,00	209,21	-4,79	-2,24063
27.1.2008	207,73	215,31	7,58	3,648089
28.1.2008	212,24	227,25	15,02	7,075854
29.1.2008	209,11	218,82	9,71	4,64548
30.1.2008	206,42	188,53	-17,89	-8,66468
31.1.2008	113,79	182,38	68,59	60,27915

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot RSA244 liuos [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	1325	1294,82	-30,18	-2,28
22.1.2008	1262	1121,80	-140,20	-11,11
23.1.2008	966,5	1042,24	75,74	7,84
24.1.2008	922,15	1217,95	295,80	32,08
25.1.2008	1076,585	1103,86	27,27	2,53
26.1.2008	1197,155	1139,73	-57,43	-4,80
27.1.2008	1317,72	1197,14	-120,58	-9,15
28.1.2008	1313,73	1310,64	-3,09	-0,24
29.1.2008	1256,69	1190,47	-66,22	-5,27
30.1.2008	1210,235	1119,44	-90,79	-7,50
31.1.2008	996,852	1106,52	109,67	11,00

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS250 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	961,65	893,17	-68,48	-7,12
22.1.2008	928,2	921,88	-6,32	-0,68
23.1.2008	874,1	909,50	35,40	4,05
24.1.2008	875	953,90	78,90	9,02
25.1.2008	917,496	958,54	41,04	4,47
26.1.2008	932,4855	922,77	-9,71	-1,04
27.1.2008	947,4695	910,19	-37,28	-3,93
28.1.2008	937,325	918,88	-18,45	-1,97
29.1.2008	927,595	913,99	-13,60	-1,47
30.1.2008	904,57	857,65	-46,92	-5,19
31.1.2008	674,78	720,20	45,42	6,73

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot AMS-tuote [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,0038	0,0031	-0,0007	-19,73
22.1.2008	0,0036	0,0033	-0,0003	-7,55
23.1.2008	0,0025	0,0042	0,0017	67,35
24.1.2008	0,0025	0,0042	0,0017	68,74
25.1.2008	0,0036	0,0034	-0,0002	-5,70
26.1.2008	0,0037	0,0028	-0,0009	-24,15
27.1.2008	0,0041	0,0033	-0,0007	-17,54
28.1.2008	0,0036	0,0038	0,0002	6,35
29.1.2008	0,0034	0,0034	0,0000	-1,12
30.1.2008	0,0037	0,0028	-0,0008	-22,29
31.1.2008	0,0018	0,0035	0,0017	97,59

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot RSA244 kide [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,0173	0,0158	-0,0007	-8,90711
22.1.2008	0,0153	0,0172	-0,0003	12,42528
23.1.2008	0,01625	0,0151	0,0017	-7,13918
24.1.2008	0,01635	0,0179	0,0017	9,564154
25.1.2008	0,0154	0,0175	-0,0002	13,75573
26.1.2008	0,0182	0,0166	-0,0009	-8,77992
27.1.2008	0,021	0,0166	-0,0007	-21,1295
28.1.2008	0,01795	0,0172	0,0002	-4,28014
29.1.2008	0,0147	0,0164	0,0000	11,55233
30.1.2008	0,01455	0,0147	-0,0008	1,220826
31.1.2008	0,01102	0,0131	0,0017	18,56133

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot KN232 liuos [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	839,75	762,79	-76,96	-9,16
22.1.2008	850,95	811,49	-39,46	-4,64
23.1.2008	752,50	686,44	-66,06	-8,78
24.1.2008	724,70	781,80	57,10	7,88
25.1.2008	755,89	644,80	-111,09	-14,70
26.1.2008	844,86	728,38	-116,47	-13,79
27.1.2008	933,82	1013,44	79,62	8,53
28.1.2008	957,84	1067,30	109,46	11,43
29.1.2008	787,69	918,62	130,93	16,62
30.1.2008	643,34	780,61	137,27	21,34
31.1.2008	601,79	604,89	3,10	0,51

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot KN232 kide [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,0173	0,0159	-0,0014	-8,35
22.1.2008	0,0153	0,0162	0,0009	5,62
23.1.2008	0,0163	0,0143	-0,0019	-11,78
24.1.2008	0,0164	0,0154	-0,0010	-6,06
25.1.2008	0,0154	0,0254	0,0100	64,63
26.1.2008	0,0182	0,0158	-0,0024	-13,19
27.1.2008	0,0210	0,0180	-0,0030	-14,29
28.1.2008	0,0180	0,0170	-0,0009	-5,09
29.1.2008	0,0147	0,0160	0,0013	8,88
30.1.2008	0,0146	0,0140	-0,0005	-3,53
31.1.2008	0,0110	0,0135	0,0025	22,95

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS213 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	620,90	614,20	6,70	1,08
22.1.2008	609,65	573,23	36,42	5,97
23.1.2008	529,80	501,61	28,19	5,32
24.1.2008	470,45	498,69	-28,24	-6,00
25.1.2008	423,36	439,54	-16,18	-3,82
26.1.2008	448,29	417,28	31,01	6,92
27.1.2008	473,23	425,97	47,26	9,99
28.1.2008	467,74	479,20	-11,46	-2,45
29.1.2008	442,43	464,36	-21,93	-4,96
30.1.2008	404,49	433,13	-28,64	-7,08
31.1.2008	373,90	409,48	-35,59	-9,52

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot YS222 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	421,40	480,69	59,29	14,07
22.1.2008	454,35	456,04	1,69	0,37
23.1.2008	454,95	420,24	-34,71	-7,63
24.1.2008	450,00	395,81	-54,19	-12,04
25.1.2008	459,53	415,26	-44,27	-9,63
26.1.2008	436,60	406,63	-29,97	-6,86
27.1.2008	413,67	410,83	-2,84	-0,69
28.1.2008	406,34	422,76	16,42	4,04
29.1.2008	398,09	419,30	21,21	5,33
30.1.2008	366,75	407,81	41,06	11,20
31.1.2008	347,80	382,30	34,50	9,92

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS247 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	424,90	560,74	135,84	31,97
22.1.2008	440,95	552,32	111,37	25,26
23.1.2008	614,05	627,84	13,79	2,25
24.1.2008	691,40	471,45	-219,95	-31,81
25.1.2008	561,58	494,28	-67,30	-11,98
26.1.2008	499,14	531,95	32,81	6,57
27.1.2008	436,71	499,10	62,40	14,29
28.1.2008	461,50	434,81	-26,69	-5,78
29.1.2008	452,72	518,49	65,78	14,53
30.1.2008	495,19	517,34	22,15	4,47
31.1.2008	709,64	611,47	-98,16	-13,83

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot TLS280 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	521,98	635,16	113,19	21,68443
22.1.2008	572,63	511,79	-60,84	-10,6241
23.1.2008	598,65	566,62	-32,03	-5,35086
24.1.2008	625,00	544,27	-80,73	-12,9166
25.1.2008	623,05	494,59	-128,46	-20,6175
26.1.2008	583,30	522,76	-60,54	-10,3791
27.1.2008	521,30	520,41	-0,89	-0,17154
28.1.2008	481,21	532,42	51,22	10,6432
29.1.2008	483,81	552,56	68,76	14,21145
30.1.2008	446,87	490,84	43,98	9,840974
31.1.2008	403,69	514,58	110,89	27,46892



Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot RSA244 liuos [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	1239,70	1403,17	163,47	13,19
22.1.2008	1442,50	1082,13	-360,37	-24,98
23.1.2008	789,00	830,88	41,88	5,31
24.1.2008	580,90	1204,01	623,11	107,27
25.1.2008	900,36	1061,65	161,29	17,91
26.1.2008	1485,46	1144,60	-340,85	-22,95
27.1.2008	2070,50	1264,17	-806,32	-38,94
28.1.2008	1467,07	1468,63	1,56	0,11
29.1.2008	1085,15	1312,97	227,82	20,99
30.1.2008	1099,52	991,44	-108,08	-9,83
31.1.2008	661,64	1058,13	396,49	59,93

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS250 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	1348,85	1228,72	-120,13	-8,91
22.1.2008	1873,50	1178,42	-695,08	-37,10
23.1.2008	1171,00	931,08	-239,92	-20,49
24.1.2008	567,85	1123,66	555,81	97,88
25.1.2008	750,56	1127,02	376,46	50,16
26.1.2008	1084,26	1172,89	88,63	8,17
27.1.2008	1417,90	1228,62	-189,27	-13,35
28.1.2008	1431,49	1274,76	-156,73	-10,95
29.1.2008	1344,64	1275,94	-68,70	-5,11
30.1.2008	1079,62	1005,93	-73,69	-6,83
31.1.2008	685,57	1208,21	522,64	76,23

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot AMS-tuote [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,0406	0,0334	-0,0072	-17,67
22.1.2008	0,0402	0,0373	-0,0029	-7,10
23.1.2008	0,0364	0,0461	0,0098	26,92
24.1.2008	0,0368	0,0486	0,0118	32,05
25.1.2008	0,0393	0,0384	-0,0009	-2,21
26.1.2008	0,0404	0,0323	-0,0081	-19,95
27.1.2008	0,0415	0,0349	-0,0066	-15,87
28.1.2008	0,0325	0,0358	0,0034	10,36
29.1.2008	0,0293	0,0317	0,0024	8,31
30.1.2008	0,0339	0,0248	-0,0091	-26,71
31.1.2008	0,0223	0,0519	0,0295	132,30

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot RSA244 kide [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,0664	0,0664	0,0001	0,14
22.1.2008	0,0661	0,0675	0,0014	2,10
23.1.2008	0,0656	0,0608	-0,0048	-7,29
24.1.2008	0,0587	0,0609	0,0022	3,82
25.1.2008	0,0559	0,0648	0,0090	16,03
26.1.2008	0,0624	0,0590	-0,0033	-5,33
27.1.2008	0,0689	0,0585	-0,0104	-15,04
28.1.2008	0,0663	0,0607	-0,0056	-8,44
29.1.2008	0,0586	0,0601	0,0015	2,58
30.1.2008	0,0520	0,0539	0,0019	3,61
31.1.2008	0,0450	0,0530	0,0080	17,76

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot KN232 liuos [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	1211,55	909,68	-301,87	-24,92
22.1.2008	1358,40	1018,34	-340,06	-25,03
23.1.2008	751,90	832,16	80,26	10,67
24.1.2008	690,05	998,03	307,98	44,63
25.1.2008	783,80	809,26	25,46	3,25
26.1.2008	1015,20	905,25	-109,95	-10,83
27.1.2008	1246,60	1189,77	-56,83	-4,56
28.1.2008	1044,46	1186,06	141,60	13,56
29.1.2008	907,31	1015,99	108,69	11,98
30.1.2008	865,14	831,39	-33,75	-3,90
31.1.2008	595,35	773,78	178,43	29,97

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot KN232 kide [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,0664	0,0611	-0,005278	-7,95
22.1.2008	0,0661	0,0601	-0,005991	-9,06
23.1.2008	0,0656	0,0541	-0,011432	-17,44
24.1.2008	0,0587	0,0566	-0,002098	-3,58
25.1.2008	0,0559	0,0934	0,037593	67,31
26.1.2008	0,0624	0,0606	-0,001780	-2,85
27.1.2008	0,0689	0,0668	-0,002066	-3,00
28.1.2008	0,0663	0,0596	-0,006658	-10,05
29.1.2008	0,0586	0,0580	-0,000572	-0,98
30.1.2008	0,0520	0,0492	-0,002835	-5,45
31.1.2008	0,0450	0,0622	0,017165	38,15

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS213 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	556,05	583,47	-27,42	-4,93
22.1.2008	585,10	584,43	0,67	0,11
23.1.2008	553,25	554,92	-1,67	-0,30
24.1.2008	509,60	496,26	13,34	2,62
25.1.2008	478,15	492,26	-14,11	-2,95
26.1.2008	488,05	476,33	11,72	2,40
27.1.2008	497,95	471,96	25,99	5,22
28.1.2008	470,87	469,68	1,19	0,25
29.1.2008	447,78	462,18	-14,40	-3,22
30.1.2008	452,38	451,83	0,54	0,12
31.1.2008	448,04	448,77	-0,73	-0,16

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot YS222 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	381,55	457,56	76,01	19,92
22.1.2008	422,80	453,32	30,53	7,22
23.1.2008	430,95	445,17	14,22	3,30
24.1.2008	429,10	371,44	-57,66	-13,44
25.1.2008	462,17	430,16	-32,01	-6,93
26.1.2008	447,31	425,24	-22,07	-4,93
27.1.2008	432,46	418,68	-13,77	-3,18
28.1.2008	414,15	403,77	-10,37	-2,50
29.1.2008	401,85	435,85	34,01	8,46
30.1.2008	426,99	441,72	14,73	3,45
31.1.2008	453,55	437,53	-16,02	-3,53

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS247 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	344,15	498,83	154,68	44,95
22.1.2008	315,30	468,26	152,96	48,51
23.1.2008	517,30	512,50	-4,80	-0,93
24.1.2008	629,75	427,01	-202,74	-32,19
25.1.2008	523,62	447,67	-75,94	-14,50
26.1.2008	487,85	485,30	-2,54	-0,52
27.1.2008	452,08	470,47	18,39	4,07
28.1.2008	438,67	429,48	-9,18	-2,09
29.1.2008	421,05	463,66	42,61	10,12
30.1.2008	446,86	449,97	3,11	0,70
31.1.2008	542,67	495,95	-46,72	-8,61

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot TLS280 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	572,25	752,76	180,51	31,54
22.1.2008	604,30	599,86	-4,44	-0,73
23.1.2008	644,20	661,08	16,88	2,62
24.1.2008	706,70	654,62	-52,08	-7,37
25.1.2008	755,20	620,58	-134,62	-17,83
26.1.2008	731,80	662,63	-69,17	-9,45
27.1.2008	703,03	665,09	-37,93	-5,40
28.1.2008	680,65	671,19	-9,45	-1,39
29.1.2008	624,74	675,73	51,00	8,16
30.1.2008	578,44	599,55	21,11	3,65
31.1.2008	541,82	606,39	64,57	11,92

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot RSA244 liuos [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	1470,50	1486,12	15,62	1,06
22.1.2008	1473,00	1459,71	-13,29	-0,90
23.1.2008	1225,00	1487,64	262,64	21,44
24.1.2008	1172,80	1415,01	242,21	20,65
25.1.2008	1360,25	1424,23	63,98	4,70
26.1.2008	1585,55	1449,10	-136,45	-8,61
27.1.2008	1810,85	1443,57	-367,28	-20,28
28.1.2008	1412,50	1418,03	5,53	0,39
29.1.2008	1350,69	1475,24	124,55	9,22
30.1.2008	1651,65	1473,82	-177,82	-10,77
31.1.2008	1541,41	1521,71	-19,69	-1,28

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS250 [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	1072,65	1152,38	79,73	7,43
22.1.2008	1161,50	1151,42	-10,08	-0,87
23.1.2008	1133,50	1124,05	-9,45	-0,83
24.1.2008	1103,25	1147,36	44,11	4,00
25.1.2008	1116,65	1145,60	28,95	2,59
26.1.2008	1116,93	1147,04	30,11	2,70
27.1.2008	1117,18	1147,13	29,95	2,68
28.1.2008	1250,69	1148,52	-102,17	-8,17
29.1.2008	1271,29	1151,18	-120,10	-9,45
30.1.2008	1135,60	1116,86	-18,74	-1,65
31.1.2008	1089,04	1136,73	47,69	4,38

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot AMS-tuote [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,0182	0,0228	0,0046	25,37
22.1.2008	0,0103	0,0288	0,0185	180,64
23.1.2008	0,0321	0,0332	0,0012	3,72
24.1.2008	0,0412	0,0440	0,0028	6,87
25.1.2008	0,0304	0,0379	0,0075	24,63
26.1.2008	0,0361	0,0315	-0,0046	-12,70
27.1.2008	0,0421	0,0370	-0,0051	-12,02
28.1.2008	0,0648	0,0412	-0,0236	-36,36
29.1.2008	0,0549	0,0291	-0,0258	-46,99
30.1.2008	0,0210	0,0226	0,0016	7,82
31.1.2008	0,0126	0,0423	0,0297	236,81

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot RSA244 kide [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,0712	0,0685	-0,0027	-3,76
22.1.2008	0,0821	0,0800	-0,0021	-2,56
23.1.2008	0,0777	0,0690	-0,0086	-11,13
24.1.2008	0,0837	0,0798	-0,0039	-4,66
25.1.2008	0,0895	0,0893	-0,0002	-0,19
26.1.2008	0,0848	0,0734	-0,0114	-13,49
27.1.2008	0,0799	0,0742	-0,0057	-7,12
28.1.2008	0,0632	0,0822	0,0190	30,13
29.1.2008	0,0590	0,0666	0,0076	12,95
30.1.2008	0,0595	0,0642	0,0047	7,90
31.1.2008	0,0462	0,0495	0,0033	7,03

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot KN232 liuos [mg/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [mg/l]	virhe [mg/l]	virhe [%]
21.1.2008	1559,00	1428,01	-130,99	-8,40
22.1.2008	1580,00	1562,99	-17,01	-1,08
23.1.2008	1540,50	1292,19	-248,31	-16,12
24.1.2008	1619,80	1617,75	-2,05	-0,13
25.1.2008	1643,01	1382,15	-260,86	-15,88
26.1.2008	1757,81	1577,59	-180,22	-10,25
27.1.2008	1872,55	2181,07	308,52	16,48
28.1.2008	1828,49	2255,66	427,17	23,36
29.1.2008	1477,99	1790,84	312,85	21,17
30.1.2008	1303,15	1466,56	163,41	12,54
31.1.2008	1411,75	1381,19	-30,56	-2,16

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot KN232 kide [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,0712	0,0656	-0,0055	-7,77
22.1.2008	0,0821	0,0680	-0,0141	-17,15
23.1.2008	0,0777	0,0594	-0,0183	-23,56
24.1.2008	0,0837	0,0691	-0,0146	-17,41
25.1.2008	0,0895	0,1182	0,0287	32,08
26.1.2008	0,0848	0,0750	-0,0098	-11,61
27.1.2008	0,0799	0,0848	0,0050	6,25
28.1.2008	0,0632	0,0785	0,0154	24,36
29.1.2008	0,0590	0,0686	0,0097	16,42
30.1.2008	0,0595	0,0579	-0,0016	-2,61
31.1.2008	0,0462	0,0696	0,0234	50,63



Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS213 [g/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [g/l]	virhe [g/l]	virhe [%]
21.1.2008	9,63	9,40	0,22	2,29
22.1.2008	9,36	8,77	0,59	6,33
23.1.2008	8,63	7,91	0,72	8,37
24.1.2008	8,10	7,77	0,33	4,06
25.1.2008	7,40	7,80	-0,40	-5,39
26.1.2008	7,80	7,43	0,37	4,76
27.1.2008	8,21	7,42	0,78	9,56
28.1.2008	8,10	7,81	0,29	3,56
29.1.2008	6,14	7,96	-1,82	-29,70
30.1.2008	5,82	7,36	-1,55	-26,63
31.1.2008	7,13	6,63	0,50	7,02

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot YS222 [g/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [g/l]	virhe [g/l]	virhe [%]
21.1.2008	6,64	7,69	1,04	15,67
22.1.2008	7,00	7,59	0,59	8,47
23.1.2008	6,88	7,34	0,46	6,76
24.1.2008	7,34	6,30	-1,04	-14,16
25.1.2008	8,20	7,19	-1,01	-12,30
26.1.2008	7,73	7,30	-0,43	-5,57
27.1.2008	7,26	7,42	0,16	2,23
28.1.2008	7,01	7,29	0,28	3,97
29.1.2008	7,04	7,11	0,07	1,02
30.1.2008	7,27	7,44	0,18	2,41
31.1.2008	7,46	7,42	-0,04	-0,58

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS247 [g/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [g/l]	virhe [g/l]	virhe [%]
21.1.2008	6,74	9,36	2,61	38,74
22.1.2008	6,93	8,85	1,92	27,65
23.1.2008	9,40	9,82	0,42	4,50
24.1.2008	11,48	7,95	-3,53	-30,78
25.1.2008	10,48	8,62	-1,86	-17,74
26.1.2008	9,11	9,37	0,25	2,76
27.1.2008	7,75	9,02	1,27	16,37
28.1.2008	8,42	8,10	-0,32	-3,79
29.1.2008	8,37	9,01	0,64	7,69
30.1.2008	8,35	8,82	0,47	5,64
31.1.2008	11,09	9,79	-1,30	-11,69

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot TLS280 [g/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [g/l]	virhe [g/l]	virhe [%]
21.1.2008	9,12	11,53	2,40	26,34
22.1.2008	9,99	9,43	-0,55	-5,53
23.1.2008	10,41	10,82	0,41	3,94
24.1.2008	11,22	9,97	-1,25	-11,14
25.1.2008	11,90	9,84	-2,06	-17,30
26.1.2008	11,18	10,43	-0,75	-6,72
27.1.2008	10,47	10,19	-0,28	-2,64
28.1.2008	9,67	9,90	0,23	2,42
29.1.2008	9,46	10,75	1,30	13,75
30.1.2008	9,56	9,62	0,07	0,68
31.1.2008	9,11	10,07	0,97	10,61

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot RSA244 liuos [g/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [g/l]	virhe [g/l]	virhe [%]
21.1.2008	57,70	57,29	-0,41	-0,71
22.1.2008	56,22	51,25	-4,96	-8,82
23.1.2008	46,31	48,51	2,20	4,75
24.1.2008	44,52	51,65	7,13	16,02
25.1.2008	48,79	48,96	0,17	0,36
26.1.2008	53,45	51,32	-2,13	-3,99
27.1.2008	58,12	52,89	-5,22	-8,99
28.1.2008	55,33	55,72	0,39	0,71
29.1.2008	52,41	54,80	2,39	4,57
30.1.2008	51,93	48,82	-3,11	-5,99
31.1.2008	46,85	50,39	3,55	7,57

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot LS250 [g/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [g/l]	virhe [g/l]	virhe [%]
21.1.2008	43,70	40,86	-2,84	-6,49
22.1.2008	43,26	41,80	-1,46	-3,38
23.1.2008	43,28	40,84	-2,44	-5,63
24.1.2008	42,80	43,10	0,30	0,71
25.1.2008	42,85	43,84	1,00	2,33
26.1.2008	42,54	43,11	0,57	1,34
27.1.2008	42,23	42,29	0,06	0,15
28.1.2008	41,19	41,46	0,27	0,65
29.1.2008	41,26	41,26	0,01	0,01
30.1.2008	40,14	39,41	-0,73	-1,82
31.1.2008	34,67	39,93	5,26	15,17

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot AMS-tuote [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,4961	0,3897	-0,1063	-21,44
22.1.2008	0,2625	0,3829	0,1204	45,88
23.1.2008	0,3390	0,5066	0,1676	49,45
24.1.2008	0,4372	0,4904	0,0532	12,16
25.1.2008	0,4401	0,4146	-0,0255	-5,79
26.1.2008	0,5717	0,3731	-0,1986	-34,74
27.1.2008	0,7033	0,4318	-0,2715	-38,60
28.1.2008	0,4638	0,4427	-0,0210	-4,53
29.1.2008	0,3806	0,4091	0,0285	7,49
30.1.2008	0,4578	0,3431	-0,1148	-25,07
31.1.2008	0,1941	0,8407	0,6466	333,23

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot RSA244 kide [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,7760	0,6863	-0,0897	-11,56
22.1.2008	0,7049	0,9079	0,2031	28,81
23.1.2008	0,9015	0,7117	-0,1898	-21,06
24.1.2008	1,0703	1,0871	0,0168	1,57
25.1.2008	1,0090	1,0518	0,0428	4,25
26.1.2008	1,0757	0,9573	-0,1184	-11,01
27.1.2008	1,1422	0,9217	-0,2204	-19,30
28.1.2008	0,8981	0,9077	0,0096	1,07
29.1.2008	0,7030	0,7896	0,0866	12,31
30.1.2008	0,6770	0,7538	0,0769	11,35
31.1.2008	0,5318	0,7144	0,1826	34,34

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot KN232 liuos [g/l]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [g/l]	virhe [g/l]	virhe [%]
21.1.2008	37,54	32,14	-5,40	-14,37
22.1.2008	37,95	37,06	-0,88	-2,33
23.1.2008	35,84	29,68	-6,15	-17,18
24.1.2008	35,48	37,57	2,09	5,89
25.1.2008	35,36	31,95	-3,41	-9,65
26.1.2008	38,56	35,20	-3,36	-8,73
27.1.2008	41,76	47,58	5,82	13,94
28.1.2008	42,30	47,46	5,16	12,21
29.1.2008	34,81	39,07	4,26	12,25
30.1.2008	28,88	34,37	5,49	19,00
31.1.2008	30,83	32,19	1,36	4,40

Pvm.	Analyysi tulosten keskiarvot KN232 kide [%]	Yhtälön avulla laskettu pitoisuus [%]	virhe [%]	virhe [%]
21.1.2008	0,7760	0,8172	0,0413	5,32
22.1.2008	0,7049	0,9339	0,2291	32,50
23.1.2008	0,9015	0,7691	-0,1324	-14,69
24.1.2008	1,0703	0,9466	-0,1237	-11,56
25.1.2008	1,0090	1,6146	0,6056	60,02
26.1.2008	1,0757	0,9669	-0,1088	-10,11
27.1.2008	1,1422	1,0653	-0,0769	-6,73
28.1.2008	0,8981	0,9528	0,0547	6,09
29.1.2008	0,7030	0,8400	0,1370	19,49
30.1.2008	0,6770	0,7711	0,0941	13,90
31.1.2008	0,5318	0,8931	0,3613	67,93