

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Dekantterilingon käyttövarmuuden parantaminen

Haapsaari Lauri

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

Kemi 2012

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Outokumpu Chrome Oy:n ferrokromitehtaalle. Opinnäytetyön aiheena on dekanterilingon käyttövarmuuden parantaminen. Työ tehtiin keväällä 2012.

Haluan kiittää ferrokromitehtaan tutkimus- ja kehityspäällikköä Mika Päätaloa, sekä työnjohtajaa Mikko Lintulaa työn ohjaamisesta. Kiitos kuuluu myös Timo Kaupille, ohjauksesta koulun puolelta. Haluan kiittää myös kaikkia muita, jotka ovat auttaneet minua tässä työssä.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni kärsivällisyydestä, sekä saamastani kannustuksesta ja runsaasta tuesta opinnoissani töiden ohessa.

Kemissä 16.5.2012

Lauri Haapsaari

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Lauri Haapsaari
Opinnäytetyön nimi	Dekanterilingon käyttövarmuuden parantaminen
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	16.5.2012
sivumäärä	40+6 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	TkL Timo Kauppi
Yritys	Outokumpu Chrome Oy
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	DI Mika Päätalo / ins. Mikko Lintula

Outokumpu Tornio Worksin ferrokromisulatolla käsitellään paljon vettä eri prosessivaiheissa. Vettä käytetään muun muassa jäädytykseen ja erilaisiin pesuihin, sekä kuonan rakeistukseen. Suurin osa vedestä kierrätetään järjestelmässä uudelleen. Osa vedestä kuitenkin vaihdetaan uuteen, joten sitä lasketaan mereen ja osa vedestä poistuu haihtumalla. Kaikki likaiset vedet puhdistetaan ennen kuin ne käytetään uudelleen tai poistetaan kierrosta

Tämän työn aiheena oli dekanterilingon käyttövarmuuden parantaminen. Tämä työ on tehty FeCr-tehtaan toimeksiannosta. Dekanterilinko kuuluu tärkeimpänä yksittäisenä laitteena valokaariuunien savukaasujen pesujärjestelmään. Dekanterilingon on tarkoitus erottaa kiintoaine pois savukaasujenpesuvedestä. Kiintoaine on peräisin sulatuspanoksesta, jonka vaihtuvuus on voimakasta uunissa sulanlaskun aikana. Dekanterilinko on ollut häiriöherkkä laite. Alkutiedoissa oletettiin lingolle tulevan likaisen veden kiintoainepitoisuuden vaihtelun vaikuttavan jotenkin häiriöiden syntyyn. Työn tarkoituksena oli tutkia savukaasujen pesuvedessä olevan kiintoainepitoisuuden vaihtelun vaikutusta dekanterilinkoon. Dekanterilingon ollessa häiriötilassa se ei puhdistaa likaista vettä, joten riski liian suuriin päästöihin FeCr-tehtaalla kasvaa.

Työssä tutkittiin historiatietojen pohjalta dekanterilingon tärinöitä ja kuormituksen aiheuttamia momentteja sekä valokariuunien sulanlaskunaikoja. Näitä tietoja yhdistämällä saatiin selvitettyä niiden yhteys. Työssä otettiin dekanterilingolle tulevasta lietteestä kiintoainepitoisuusnäytteitä, jotka Outokummun Tornion tehtaiden laboratorio analysoi. Näytteenotontuloksia verrattiin dekanterilingon tärinöihin ja kuormituksen aiheuttamaan momenttiin

Tutkimustuloksista saatiin selvitettyä, että sulanlaskun yhteydessä kaasunpesuvedeen irtoava kiintoainehuippu saapuu dekanterilingolle noin 1,5 - 2 tunnin viiveellä. Lisäksi tutkimustuloksista nähtiin, että dekanterilingon tärinäpiikit kasvavat siinä vaiheessa, kun lietteen kiintoainepitoisuus ja kuormituksen aiheuttama momentti dekanterilingossa laskee. Työssä saatujen tulosten pohjalta suunniteltiin vaihtoehtoja korjaaviksi toimenpiteiksi dekanterilingon käyttövarmuuden parantamiseksi.

Asiasanat: dekanterilinko, vedenkäsittely, savukaasunpesu

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Name	Lauri Haapsaari
Title	Improving the Reliability of a Decanter Centrifuge
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	16 May 2012
Pages	40+6 appendices
Instructor	Timo Kauppi, Lic (Tech.)
Company	Outokumpu Chrome Oy
Contact Person/Supervisor from Company	Mika Päätaalo, MSc / Mikko Lintula, BEng

The ferrochrome smelters at Outokumpu Tornio Works use a lot of water in different processing stages. Water is used for cooling, various washing and slag granulation among other purposes. Most of the water is recirculated and reused. Some water is replaced with clean so some is released to sea while some evaporates. All dirty water is treated before it is reused or removed from circulation.

The topic of this thesis is improving the reliability of the decanter centrifuge. This thesis was commissioned by the FeCr plant. The most important single device in the flue gas scrubber of the arc furnace is the decanter centrifuge. The purpose of the decanter centrifuge is to separate solid matter content from the flue gas scrubber water. The solid matter comes from the smelting charge, which can vary a lot in the furnace during tapping. The decanter centrifuge has been susceptible to failure. It has been previously assumed that the variation of solid matter content in incoming dirty water is somehow the cause of the failure. The purpose of this thesis was to investigate how solid matter content variation in the flue gas scrubber water affects the decanter centrifuge. The risk of excessive FeCr plant emissions grows when the decanter is out of order and not purifying dirty water.

In this thesis, vibration and load-related torque of the decanter centrifuge and the tapping times of the arc furnace were investigated based on history information. By combining the information, a connection was found between these issues. Solid matter content samples were also taken from the incoming sludge to the decanter centrifuge and the samples were analyzed in the Tornio Works laboratory. The samples were compared with the decanter centrifuge vibration and load-related torque.

When studying the combined results, it was found that solid matter separated during tapping reached the decanter centrifuge after approximately 1.5 - 2 hours. It was also found that centrifuge vibration increased when the concentration of the sludge's solid matter decreased as well as when load-related torque decreased. Corrective action options to improve the reliability of the decanter centrifuge were planned based on the results of this thesis.

Key words: decanter centrifuge, water treatment, the flue gas scrubber.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO	V
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	VI
1. JOHDANTO	1
2. FECR-TEHDAS	3
2.1. Fecr-tehtaan vedenkäsittely	5
2.2. Valokaariuunien savukaasujenpesuveden käsittely	7
3. KIINTOAINEN EROTTAMINEN SAVUKAASUJENPESUVEDESTÄ DEKANTTERILINGOLLA	10
3.1. Dekanterilinko	10
3.2. Dekanterilingon toimintaperiaate	12
3.3. Purkupään huuhtelujärjestelmä	14
3.4. Lingon yleiset käyntihäiriöt	16
3.5. Lingon melu ja normaali tärinä	16
3.6. Dekanterilingon käyttö Outokummulla	17
3.7. Toiminta lingon mennessä häiriötilaan	17
3.8. Dekanterilingon huoltotarkastus	18
3.9. Dekanterilingolla erotettu kiintoaine	19
4. TYÖSSÄ TEHDYT SELVITYKSET	21
4.1. Dekanterilingon käyntiaste 2011	21
4.2. Sulanlaskun vaikutus dekanterilingon tärinään ja momenttiin	25
4.3. Dekanterilingon lietteen kiintoainepitoisuuden määrittäminen	27
4.4. Mitatut kiintoainepitoisuudet	28
4.5. Kiintoainepitoisuuden vaihtelun vaikutus dekanterilinkoon	31
5. EHDOTUKSIA KORJAAVIKSI TOIMENPITEIKSI	35
5.1. Laitetoimittajan edustajan vastaus tutkimuksessa havaittuun ongelmaan	37
6. YHTEENVETO	39
7. LÄHDELUETTELO	41
8. LIITELUETTELO	42

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

FeCr-tehdas

VKU

F3

P1-7

YP2

TRC

Ferrokromitehdas

Valokaariuuni

Ferrokromitehdas 3

Purkupisteet 1-7

Ylivuotopato2

Tornio Worksin laboratorio

1. JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty Outokumpu Chrome Oy:n FeCr-tehtaalle. Työksi valittiin dekantterilingon käyttövarmuuden parantaminen. FeCr-tehtaalla kierrätetään paljon vettä useissa eri prosesseissa, joista yksi on valokaariuunien savukaasujenpesu. Savukaasujenpesuveteen tulee paljon kiintoainetta. Kiintoaine on peräisin sulatuspanoksesta, jonka vaihtuvuus on voimakasta uunissa sulanlaskun aikana. Kiintoaine pitää erottaa vedestä pois ennen kuin vesi voidaan ottaa takaisin kiertoon tai laskea mereen. Dekantterilinko on tärkein prosessilaitte kiintoaineen erottamisessa savukaasujenpesuvedestä.

Dekantterilingon käytössä on ilmentynyt erittäin paljon käyntiongelmia, jotka ovat vaikeuttaneet savukaasujenpesuvesien puhdistamista. Dekantterilingon ollessa häiriötilassa likainen savukaasujenpesuvesi joudutaan ohjaamaan dekantterilingon ohi maaselkeytysaltaille. Tästä johtuen FeCr-tehtaan vesipäästöt saattavat ylittyä. Työn ensisijainen tavoite on tarkastella dekantterilingolle tulevan lietteen kiintoainepitoisuuden vaikutusta dekantterilingon häiriöiden syntyyn.

Tämän työn alussa tutustuttiin yleisesti FeCr-tehtaaseen ja savukaasujenpesujärjestelmään. Aloitettaessa tätä opinnäytetyötä tutustuttiin dekantterilinkoon ja sen ongelmiin. Alkutiedoista selvisi, että dekantterilinko pysähtyy usein tärinästä johtuen. Lisäksi selvisi, että valokaariuunien sulanlaskut voivat vaikuttaa jotenkin dekantterilingon toimintaan. Haastatteluissa tuli ilmi sellainen oletus, että dekantterilingolle tulisi kiintoainepiikki välittömästi valokaariuunien sulanlaskun jälkeen. Toinen oletus oli, että dekantterilingon ongelmat johtuvat liian suuresta kiintoainepitoisuudesta.

Dekantterilingosta tehtiin yleiskuvaus, missä esitellään muun muassa dekantterilingon toimintaperiaate ja miten dekantterilinkoa FeCr-tehtaalla käytetään. Työssä tehtiin useita eri selvityksiä. Ensimmäinen selvitys oli dekantterilingon käyntiasteen määrittäminen vuoden 2011 ajalta automaatiojärjestelmään kerättyjen historiatietojen avulla. Käyntiasteen avulla pystyttiin näkemään kuinka paljon ongelmia todellisuudessa dekantterilingolla oli ollut. Vuodelta 2011 otettiin joitakin vuorokausia vertailuun, joista piirrettiin kuvaajat

samojen historiatietojen avulla. Kuvaajista nähtiin dekanterilingon tärinät ja dekanterilinkoon kohdistunut kuormituksen aiheuttama momentti. Kuvaajiin lisättiin myös valokaariuunien sulanlaskujen ajankohdat. Näiden kuvaajien avulla voitiin päätellä valokaariuunien sulanlaskujen vaikutuksia dekanterilingon toimintaan, sekä kuormituksen aiheuttaman momentin ja tärinän yhteyttä.

Työssä otettiin Dekanterilingolle tulevasta lietteestä kiintoainepitoisuusnäytteitä, jotka TRC analysoi. Yhdellä näytteenotto kerralla otettiin 15 näytettä. Näytteenottokertojen ajalta tehtiin kuvaajat, joissa näkyy dekanterilingon tärinät ja kuormituksen aiheuttamat momentit. Kuvaajiin lisättiin myös dekanterilingolle tulevan lietteen kiintoainepitoisuudet, sekä valokaariuunien sulanlaskut.

Tutkimuksessa tehtyjen kuvaajien avulla voitiin päätellä, että mitä dekanterilingolla todella tapahtuu kiintoainepitoisuuden vaihdellessa. Kuvaajista voitiin päätellä myös, että miten valokaariuunien sulanlaskut vaikuttavat dekanterilingon toimintaan. Tutkimustuloksia yhdistelemällä tehtiin parantavia toimenpide-ehdotuksia dekanterilingon käyntivarmuuden parantamiseksi. Lopuksi tutkimuksessa esiin nousseiden ongelmien ratkaisemiseksi haastateltiin dekanterilingon toimittajan edustajaa. Toimittajan edustajalta saatiin hyviä neuvoja siihen, että kuinka ongelmaa voisi lähteä ratkaisemaan.

2. FECR-TEHDAS

Ferrokromi valmistetaan sulattamalla kromiittirikastetta sähkökäyttöisissä valokaariuuneissa, joissa rauta ja kromi saadaan prosessimetallurgisesti erotettua hapesta. Ferrokromia käytetään ruostumattoman teräksen raaka-aineena. Se parantaa erityisesti teräksen korroosio-ominaisuuksia. FeCr-tehtaan tuotanto on 260 000 t/v ferrokromia ja 320 000 t/v kuonaa. /7/

Tornio Worksin ferrokromitehdas koostuu koksi-asemasta, sintraamosta, sulatosta ja murskaamosta. Koksen kuivaus suoritetaan kahdella kuilu-uunilla, rikasteen jauhatus kuulamylyllä, pelletointi pyörivällä rummulla, sintraus nauhauunilla ja sulatuksessa käytetään suljettua sähköuunia. Ferrokromin raaka-aineena käytetään Kemin kaivokselta tulevia kromiittirikasteita. Tuotantotarveaineina käytetään lisäksi koksia, kvartsia, bentoniittia, jauhatuksen jauhinkuulia ja uunien elektronimassoja. /7/

Palarikaste ja kvartsi ovat sellaisenaan valmiita syötettäviksi sulatusprosessiin. Hienorikaste on saatettava suurempaan partikkelikokoon sulatusta varten ja koksi kuivattava sekä seulottava ennen syöttämistä prosessiin. Hienorikaste jauhetaan partikkelikooltaan pienemmäksi märkäjauhatuksessa yhdessä koksen ja veden kanssa. Jauhatus on tarpeellinen hyvän pelletoitavuuden saavuttamiseksi. Jauhatuksesta saatava liete suodatetaan ja kosteusprosentti hienosäädetään ennen pelletointia. /7/

Pelletointi tapahtuu pelletointirummussa, jossa rummun pyörimisliike saa aikaan kostean, bentoniittia sisältävän rikasteen pelletoitumisen ja kappalekoon kasvun. Pelletit seulotaan kahdella rullaseulalla, joilta sopivan kokoiset pelletit syötetään sintrausuuniin. /7/

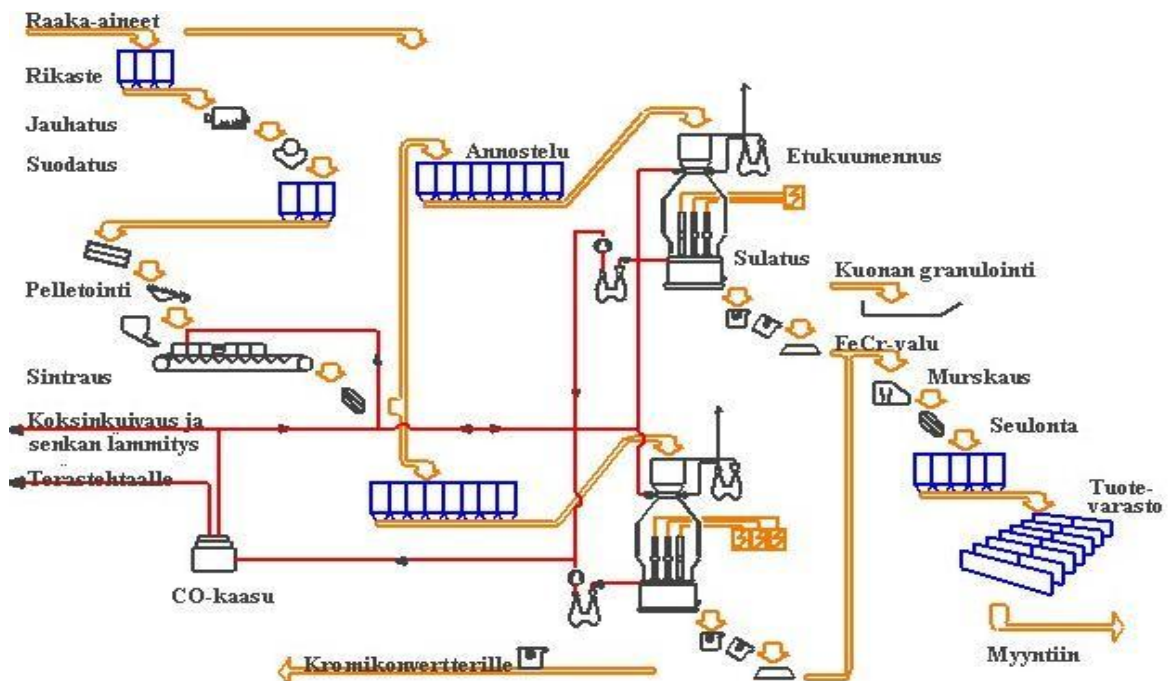
Sintrausuunissa pelletit käyvät läpi eri lämpötilavyöhykkeet, joissa ne saavat tarvittavan lujuuden ja kuumuudenkestävyyden seuraavia käsittelyjä ja prosessivaiheita varten. Pelletit kuljetetaan uunin läpi reiätetyn teräsnauhan päällä. Sintratut pelletit seulotaan ja varastoidaan hallivarastoon tai ajetaan suoraan sulatusuunien annostelusiiloihin. /7/

Annostelusiiloista eri materiaalit (palarikaste, pelletit, koksi ja kvartsi) syötetään ennalta määrättyssä suhteessa etukuumennussiiloihin. Etukuumennuksessa syötemateriaalit kuivataan ja esilämmitetään CO- kaasua polttamalla noin 500 asteeseen. /7/

Etukuumennussiiloista materiaali valuu painovoiman vaikutuksesta syöttöputkia pitkin sulatusuuneihin. Sulatusuuni on tyypiltään suljettu uppokaariuuni. Uunin padan päällä on kansi, jonka läpi syöttöputket ja elektronit kulkevat uuniin. Sulatuksessa tarvittava energia tuodaan sulatuspanokseen sähkönä elektrodien kautta. Uunissa on niin paljon syötettä, että se peittää elektrodit ja elektrodien päissä palavat valokaaret. ”Uppokaariuuni” – nimitys johtuu tästä. Elektrodien ja sulatuspanoksen läpi kulkeva vaihtovirta ja valokaarien lämpösäteily kuumentavat sulatuspanoksen. Koksi toimii prosessissa pelkistimenä ja pelkistetyt ferrokromi ja kuona lasketaan uunista senkkoihin. Ferrokromi valuu senkkojen pohjalle ja kuona virtaa ylivuotona granulointialtasiin, joissa kuona rakeistetaan vesisuihkujen avulla. Rakeistettuna kuonaa voidaan käyttää eristävänä materiaalina esimerkiksi maanrakentamisessa. /7/

Uunin tapahtuvissa reaktioissa koksi hapettuu hiilimonoksidiksi ja muodostaa häkäkaasua. Tätä hieman myös vetyä ja hiilidioksidia sekä happea ja typpeä sisältävää kaasua syntyy suuria määriä sulatuksen sivutuotteena. Puhdistuksen jälkeen kaasua voidaan käyttää useissa kohteissa ferrokromi- ja terästehtaalla korvaamassa esimerkiksi nestekaasua. Näin saavutettavat taloudelliset säästöt ovat huomattavat. /7/

Ferrokromisula voidaan kuljettaa senkoissa kauko-ohjatulla junalla viereiselle terässulatolle käytettäväksi ruostumattoman teräksen valmistuksessa. Ferrokromi voidaan myös valaa senkoista valuojiin, joissa se jäähtyy noin 1 - 2 tuntia, kunnes valanteita voidaan käsitellä. Valanteet nostetaan sopivan kokoisina palasina ylös ja syötetään murskaukseen. Murskaamalla ferrokromi saadaan haluttuun palakokojakaumaan murskattuna. Kuvassa 1 on esitetty ferrokromitehtaan prosessikaavio. /7/



Kuva 1. Ferrokromitehtaan prosessikaavio. /7/

2.1. FeCr-tehtaan vedenkäsittely

FeCr-tehtaalla käytetään jokivesipumppaamolta saatavaa mekaanisesti puhdistettavaa vettä sekä merivettä. Prosessi on vesien osalta suljettu siten, että jäähdytysvedet ovat kokonaan ja prosessista poistettavista vesistä 90 % on suljetussa vedenkäsittelyjärjestelmässä. Prosessissa käytetty vesi kierrätetään selkeytys- ja jäähdytyslaitojen kautta takaisin käyttöön. Vettä tehtaan kierroista poistuu haihtumalla, sekä rakeistushöyryn mukana. Vettä myös poistetaan mereen purkuviemäristä. /7/

FeCr-sulaton avoimet jäähdytyspiirit muodostuvat sulatusuunien holvien, vaippojen ja muuntajien jäähdytysvesistä. Holvien ja muuntajien jäähdytysvedet kierrätetään jäähdytysvesialtaille ja vaippojen vedet prosessikaasujen puhdistukseen. /7/

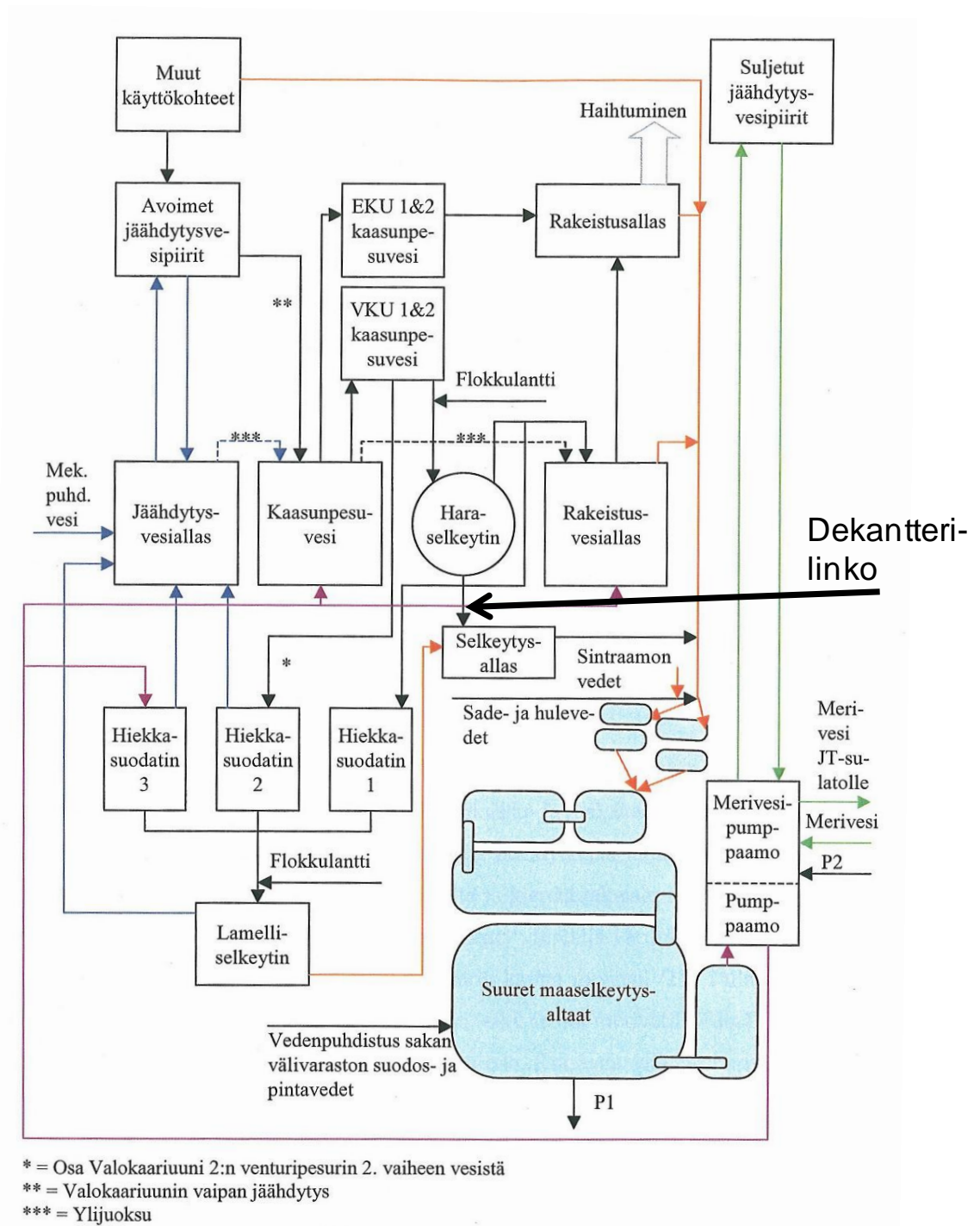
Suljettujen jäähdytysvesijärjestelmien vedet jäähdytetään lämmönvaihtimien avulla. Jäähdyttävä merivesi ei lämmönvaihtimien läpi kulkiessaan pääse kosketuksiin likaantumislähteiden kanssa. Jäähdytysvesi tulee merivesipumpuilta ja kiertää takaisin merivesipumppaamon merivesialtaaseen. Suljettu jäähdytyspiiri koostuu sulatusuunien

virtaputkien, elektrodien kontaktiosien ja uunikaasu- ja raakakaasuputkien jäähtyöksistä. Suljettua jäähtytyspiiriä jäähdytetään merivedellä, joka kiertää takaisin merivesipumppaamon altaaseen ja sieltä terässulatolle. /7/

Sulaton prosessivesien puhdistuksessa on käytössä kolme hiekkasuodatinta, joilla käsitellään osa kierrätettävästä vedestä kiintoaineen poistamiseksi. Hiekkasuodattimia käytetään haraselkeyttimen ylitteelle, VKU2:n kaasupesurien toisen vaiheen vesille ja pienelle osalle kierrätettävästä allasvedestä. Hiekkasuotimien pesuvesi johdetaan lamelliselkeyttimelle. Hiekkasuodin 1:n puhtaat vedet johdetaan kaasunpesuvedeksi ja hiekkasuotimien 2 ja 3 vedet jäähtytysaltaaseen. Lamelliselkeyttimen alite ohjataan betoniseen selkeytinaltaaseen ja sieltä edelleen maaselkeytysaltaisiin. /7/

Maaselkeytysaltaat poistavat vedestä haitta-aineita, esim. kiintoaine laskeutuu ja syanidi haihtuu. Samalla vesi jäähtyy. Maaselkeytysaltailla on alussa kaksi kahden altaan pikkuallaslinjaa, joista toinen on käytössä, kun toista tyhjenetään. Pienten selkeytysaltaiden jälkeen on isot selkeytysaltaat. Pumppaamon imualtaassa pienet epäpuhtaudet poistetaan kierrätysvedestä automaattisella välpällä ja ketjukorisuodattimella. Pumppaamon altaasta on kaksisuuntainen kanava mereen, joka sijaitsee vedenpinnan alapuolella. Kanavassa on sulkuventtiili, joka avataan vain poikkeustapauksessa. Pumppausaltaaseen saadaan lisävettä Outokumpu Stainless Oy:n merivesipumppujen painepuolelta. /7/

Kuvassa 2 esitetään FeCr-tehtaan sulaton vesikierrot, johon on merkitty erikseen dekanterilingon paikka. Dekanterilingon tehtävänä on puhdistaa Valokaariuunien savukaasujen pesuvesiä. Sille johdetaan VKU1:n ja osa VKU2:n savukaasujenpesuvedestä haraselkeyttimen kautta. Dekanterilingolla puhdistettu vesi johdetaan maaselkeytysaltaalle.

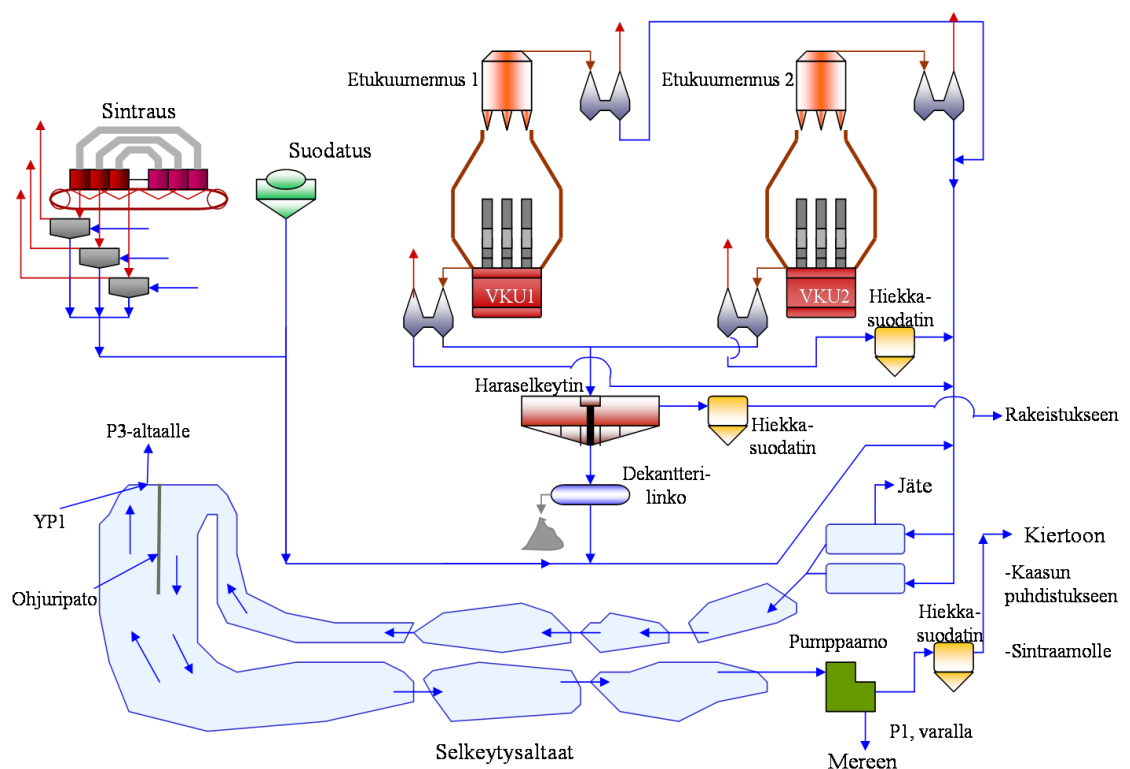


Kuva 2. FeCr-tehtaan sulaton vesikierrat /7/

2.2. Valokaariuunien savukaasujenpesuveden käsittely

Valokaariuunien savukaasunpesun ensimmäisen vaiheen vedet johdetaan haraselkeyttiin. Kiintoaineen erottamisen parantamiseksi sekaan lisätään flokkulanttia.

Selkeyttimen ylite, jossa on esimerkiksi syanidia, käytetään kuonan rakeistuksessa. Rakeistuksessa osa vedestä haihtuu ja suurin osa syanideistä hapettuu. Rakeistuksessa vesi johdetaan maaselkeytysaltaille. Kiintoaineen sisältävä haraselkeyttimen alite johdetaan dekantterilingon kautta pienille maaselkeytysaltaille ja sieltä edelleen suurille maaselkeytysaltaille. Puhdistunut vesi otetaan uudelleen kiertoon ja vain osa vedestä menee jätevetenä mereen. Kuvasta 3 nähdään valokaariuunien savukaasunpesuvesien kierto./7/, /11/



Kuva 3. Kaasunpesuvesien käsittely

Alkukesällä 2011 otettiin käyttöön pinta-alaltaan n. 70 ha: n imuruoppausallas uudeksi jätevesien käsittelyn osaprosessiksi. P3-viemärin vedet johdetaan imuruoppausaltaaseen, josta ne johdetaan mereen. Imuruoppausaltaasta vettä johdetaan mereen osin YP2-poistopisteen kautta, osin vettä suotautuu imuruoppausaltaan seinämän lävitse. /4/

Ferrokromitehtaan vesien purkupaikka mereen, P1-viemäri on poistettu käytöstä kesällä 2011. P1-kierrosta poistettavat vedet johdetaan P3-altaalle, josta ne yhdessä P3-vesien kanssa johdetaan imuruoppausaltaaseen ja edelleen sieltä mereen. /4/

Haraselkeytin on avoin allas, mihin johdetaan savukaasujenpesuvesi. Dekanterilinko sijaitsee haraselkeyttimen vieressä olevassa kopissa. Haraselkeytin ja dekanterilingon koppi näkyvät kuvassa 4. Dekanterilinko on siis säältä suojassa.



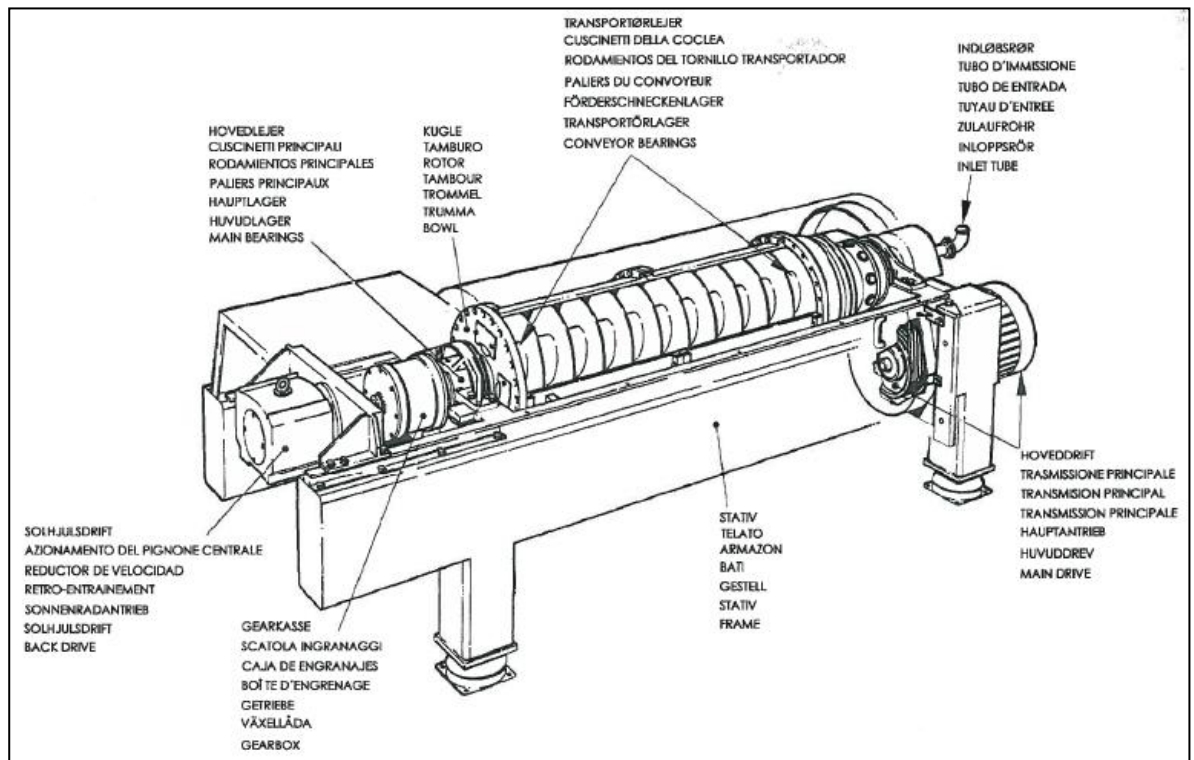
Kuva 4. Haraselkeytinallas ja koppi, jossa dekanterilinko sijaitsee.

3. KIINTOAINEN EROTTAMINEN SAVUKAASUJEN PESUVEDESTÄ DEKANTTERILINGOLLA

FeCr-tehtaalla erotellaan kiintoaine savukaasujen pesuvedestä dekantterilingolla. Kiintoaineen erottaminen savukaasujen pesuvedestä dekantterilingolla on todettu tehokkaaksi tavaksi tehdä se. Ilman dekantterilinkoa kiintoaineen sisältämä liete jouduttaisiin ohjaamaan kokonaisuudessaan suoraan maaselkeytsaltaille. Kiintoaineen laskeuduttua maaselkeytsaltaiden pohjalle se jouduttaisiin jälkeinpäin poistamaan sieltä. Tällainen tapa olisi paljon vaikeampaa ja kalliimpaa kuin tehdä se dekantterilingolla. Toisekseen ilman dekantterilinkoa kasvaisi riski FeCr-tehtaan päästöjen noususta merkittävästi.

3.1. Dekantterilinko

Kuvassa 5 on esitetty dekantterilingon leikkauskuva, mistä nähdään dekantterilingon tärkeimmät osat. Dekantterilingon sisällä on rumpu vaakatasossa, jonka sisällä taas on kuljetinruuvi, nämä osat on laakeroitu runkoon niiden päistä. Rumpu ja kuljetinruuvi pyörivät eri kierrosnopeuksilla, joten niillä molemmilla on omat käyttömoottorinsa. Dekantterilingossa esiintyvää tärinää vaimennetaan neljällä kumitassulla, jotka ovat dekantterilingonrungossa olevien neljän jalan ja lattian välissä.



Kuva 5. Dekantterilingon leikkauskuva /2/

Dekantterilingon on Outokummulle toimittanut Alfa Laval Nordic Oy. Dekantterilinko on tyypiltään CHNX 438B-31G.

Valmistajan antamat tekniset tiedot dekantterilingolle:

Suurin sallittu kierrosluku:	3650 r/min
Kierrosluku:	3450 r/min
Suurin lietteen tiheys:	1,4 kg / dm ³
Alhaisin lietteen lämpötila:	0 °C
Korkein lietteen lämpötila:	100 °C

Nestepinnan säätölevyyn tehtaalta toimittaessa:

Nestepinnan säde:	R = 136 mm
Sähkömoottori:	75kW/1500 r/min/3 x 400 V, 50 Hz

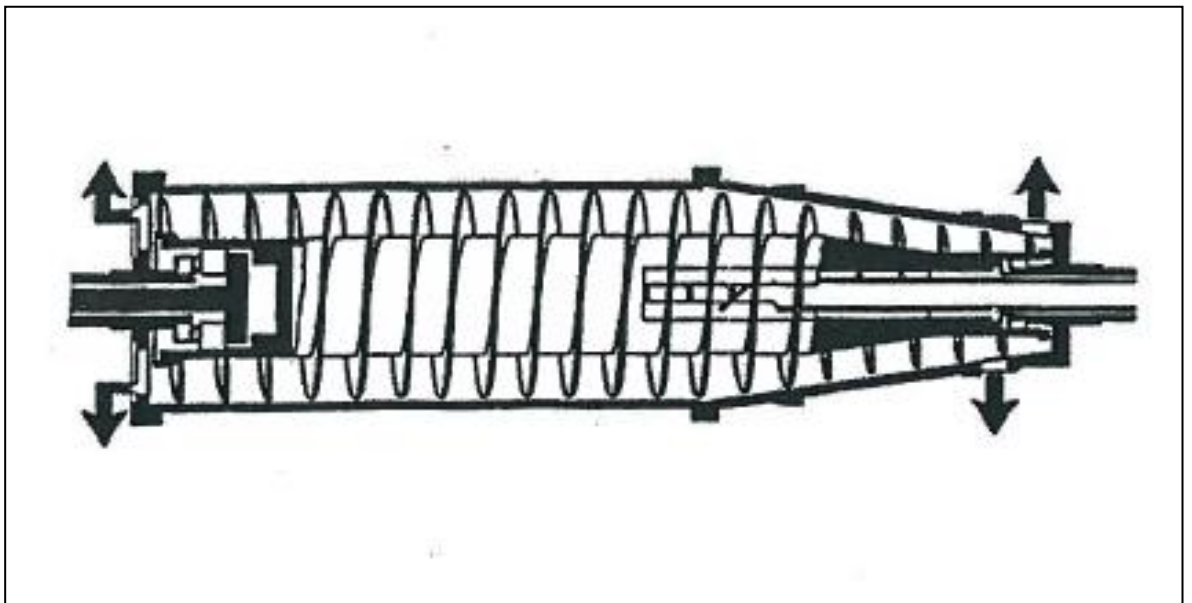
/8/

3.2. Dekanterilingon toimintaperiaate

Liete syötetään dekanterilinkoon vetoakselissa sijaitsevan syöttöputken kautta. Liete ohjataan syöttöputkesta lieriöpinnan ja kartiopinnan liittymäkohtaan. Liete johdetaan rumpuun, jossa se kiihtyy vähitellen täyteen kierroslukuun. Keskipakovoima saa lietteen laskeutumaan rumpun sisäpinnalle. Kuljetinruuvi kuljettaa lietteen jatkuvana virtana kohti rumpun kartiopäätä. /8/

Liete erottuu koko rumpun lieriöpinnalla ja erotettu neste poistuu rumpun isommassa päädyssä sijaitsevien säädettävillä patolevyillä varustettujen rejektiaukkojen kautta ulos. Liete poistuu rummusta keskipakovoiman avulla lieteporttien kautta. /8/

Kuvan 6 avulla voi hyvin havainnollistaa dekanterilingon toimintaperiaatteen. Liete ohjataan dekanterilinkoon kuvasta katsoen oikeasta päästä syöttöruuvien läpi. Kuvan vasemmassa laidassa näkyvät nuolet näyttävät veden poistumisreitien paikat ja oikeassa päädyssä olevat nuolet näyttää puolestaan kiintoaineen poistumisreitien paikat.



Kuva 6. Kiintoaineen ja lietteen poistumisreitit /4/

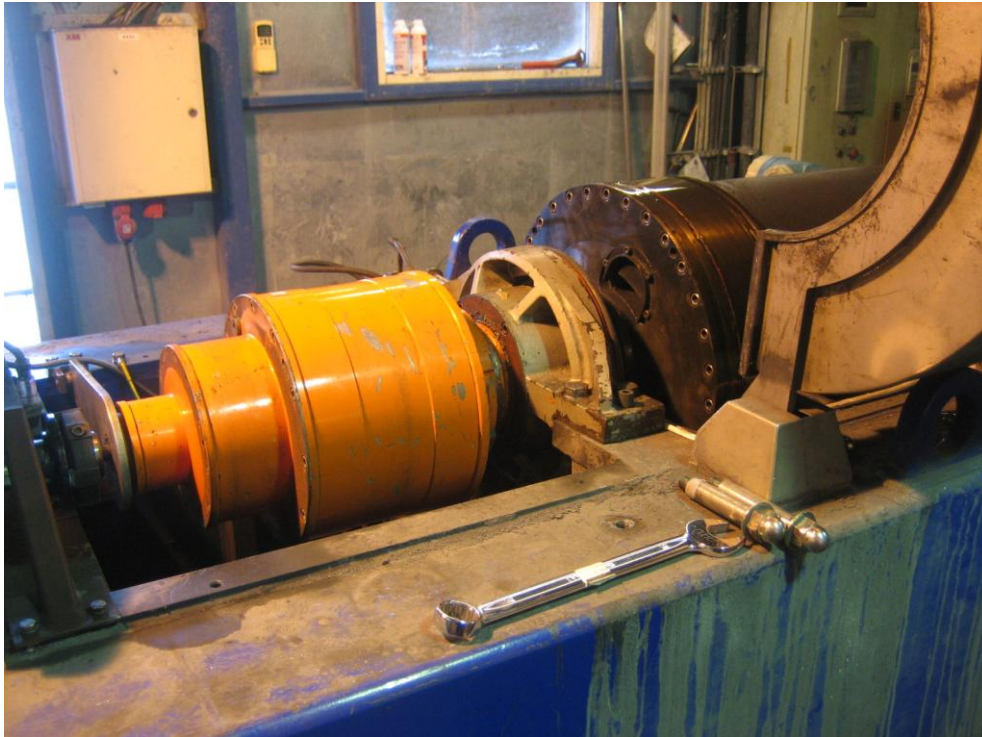
Dekanterilingon purkupäässä kiintoaineen poistumista varten olevia reikiä on useita, kuten kuvassa 7 näkyy. Dekanterilingon pyöriessä hieman alle 3000 r/min kiintoaine sinkoutuu

ympäriinsä. Osa kiintoaineesta putoaa suoraan alas ja osa tarttuu dekanterilingon kanteen, josta se myöhemmin putoaa alas, joko itsestään tai purkupään huuhtelujärjestelmällä huuhtelemalla.



Kuva 7. Dekanterilingon kiintoaineen purkupää kansi avattuna.

Puhdas vesi poistuu dekanterilingon toisessa päädyssä olevien rejektiaukkojen kautta, joista yksi rejektiaukko näkyy kuvassa 8. Rejektiaukkojen kokoa voidaan muuttaa vaihtamalla patolevyjä rejektiaukkoihin. Patolevyt vaihtamalla saadaan vedenpinnan korkeus muutettua dekanterilingossa ja samalla kiintoaineen kosteus muuttuu. Rejektiaukkoja pienentämällä saadaan nestepinta rummussa nousemaan. Siitä seuraa, että kiintoaine muuttuu kosteammaksi. Sama toisinpäin, jos rejektiaukkoja suurennetaan, niin kiintoaine purkautuu dekanterilingosta kuivempana.



Kuva 8. Dekanterilingon puhdistuneen veden poistumispaää.

3.3. Purkupään huuhtelujärjestelmä

Dekanterilinkoon on Outokummulla rakennettu poistopään huuhtelujärjestelmä, jolla poistopää on saatu pysymään puhtaana viikon ajan, jolloin tehdään huoltotarkastus. /5/

Dekanterilingon heittäessä kiintoainetta purkupäästä osa kiintoaineesta tarttuu purkupään ulkoseinämiin. Mikäli näitä kiintoaine jäämiä ei poisteta dekanterilingon purkupäästä, niin sitä alkaa kertyä niin paljon, että se lopulta tukkii koko purkupään. Huuhtelujärjestelmän tehtävä on pestä purkupäähän tarttuvaa kiintoainetta pois, jotta ikäviltä purkupään tukkeutumiselta vältyttäisiin. Huuhtelujärjestelmä nähdään kuvassa 9. Kuvassa näkyy edessä huuhtelujärjestelmän korkeapaineysikkö. Dekanterilingon päällä näkyy huuhtelujärjestelmän ohjausventtiilit. Huuhtelujärjestelmä pesee purkupään automaattisesti määräajoin.



Kuva 9. Purkupään huuhtelujärjestelmä.

Huuhtelu järjestelmään korkeapaineyksikön on toimittanut Finfinet Oy.

Korkeapaineyksikön tekniset tiedot:

Mitat:	Pituus 1200 mm
	Leveys 750 mm
Paine:	140 bar max.
Tuotto:	26 l/min
Lämpötila:	max. 60 °C
Teho:	7,5 kW
Jännite:	400 V, 50 Hz
Nimellisvirta:	15,5 A

Sähköliitäntä: 16 A / 400 V

Vesiliitäntä: 20 mm kara

- Tuloveden max paine 10 bar
- tuloveden max lämpötila 60 °C. /6/

3.4. Lingon yleiset käyntihäiriöt

Valmistaja on antanut pari esimerkkitapausta, minkälaisissa tilanteissa dekantterilinko voi mennä häiriötilaan ja mitkä voivat olla niiden yleisimmät syyt.

Mikäli kuljetinruuvin vääntömomentti ylittää tietyn rajan, kytkee ohjausjärjestelmä syöttö- ja polymeeripumput pois päältä. Tällöin ohjausjärjestelmä voidaan kuitata ja pumppu käynnistää uudestaan ohjausyksiköltä. /8/

Toinen tapaus on se, että mikäli momentti ylittää tietyn vielä korkeamman rajan, pysähtyy päämoottori. Jos näin käy, suositellaan rummun huuhtelua vedellä, kunnes rummun kierrosluku on laskenut kierroslukuun 300 r/min. /8/

Ylikuormituksen syynä voi olla esim.:

- liian suuri syöttö
- liian korkea lietepitoisuus syötössä
- syötettävän lietteen koostumus
(esisuodatin voi olla tarpeen ennen linkoa)
- liian pieni kierroslukuero
- lietepurkausaukot tukossa. /8/

3.5. Lingon melu ja normaali tärinä

Huolellisesta tasapainotuksesta huolimatta koneen pyöriväkokonaisuus on aina hiukan epätasapainossa. Rumpu ja kuljetinruuvi ovat erikseen tasapainotettuja osia, jotka pyörivät hiukan poikkeavilla kierrosluvuilla. Kun näiden osien pienet epätasapainot osuvat päällekkäin, kasvaa koneen melutaso ja tärinä ajoittain. /8/

Näiden tärinähuippujen välinen ajanjakso riippuu rummun ja kuljetinruuvien välisestä kierroslukuerosta. Mitä suurempi kierroslukuero, sitä lyhyemmät ovat tärinä jaksot ja päinvastoin. Kulumisesta tai lietteen kerrostumisesta johtuva epätasapaino lisää melu- ja tärinätasoa. /8/

3.6. Dekanterilingon käyttö Outokummulla

Dekanterilingon käynnissäpito ja valvonta kuuluvat FeCr-sulaton etukuumentajan toimenkuvaan. Etukuumentaja seuraa dekanterilingon toimintaa ja mikäli havaitsee jotain poikkeavaa dekanterilingon toiminnassa, hän voi tehdä ajonaikana eri toimenpiteitä ongelmien vähentämiseksi. Nämä toimenpiteet ovat esimerkiksi lietteenohituksen nostamista, eli etukuumentaja pudottaa dekanterilingolle tulevan lietteen määrää. Tässä on se huono puoli, että dekanterilingon ohi menevä liete menee maa-altaille puhdistamattomana. Toinen toimenpide, jonka etukuumentaja voi tehdä ongelmien esiintyessä, on huuhtelun lisääminen. Purkupäähän rakennetun pesurin voi laittaa valvomosta vaikka jatkuvasti pesemään purkupäätä. /1/

3.7. Toiminta lingon mennessä häiriötilaan

Dekanterilingon mennessä häiriötilaan dekanterilingolle syötettävän lietteen virtaus katkeaa ja dekanterilinkoon alkaa automaattisesti virrata puhdasta vettä. Häiriötilan ollessa pieni jää dekanterilinko pyörimään normaalisti, ainoastaan lietteen syöttö muuttuu puhtaaseen veteen. Tämä vian etukuumentaja pystyy kuittaamaan valvomosta. /1/

Dekanterilingon mennessä isompaan häiriötilaan katkeaa dekanterilingolle syötettävän lietteen tulo ja tilalle alkaa virrata puhdasta vettä. Samaan aikaan dekanterilinko sammuu, eli rummun kierrokset alkaa hitaasti pienentyä. Kierrosten ollessa enää n.470 r/min sulkeutuu puhtaankin veden syöttö linkoon. Veden syöttö dekanterilinkoon katkaistaan sen takia, koska dekanterilingossa olevat laakerit on suunniteltu siten, että ne eivät päästä vettä sisäänsä kun dekanterilinko pyörii. Jos kierrokset laskee riittävän alas ja vesi virtaa dekanterilingossa edelleen, niin on suuri vaara, että laakerit vioittuvat. Isommasta

häiriötilasta pois pääsy vaatii etukuumentajan lähtöä dekanterilingon luokse. Dekanterilingosta täytyy sammuttaa päävirtakytkimet, odotettuaan hetken etukuumentaja laittaa virrat uudelleen päälle ja starttaa dekanterilingon. Käynnistyksen jälkeen dekanterilinkoon laitetaan huuhtelu päälle, joka kestää noin 15 min. Huuhtelussa dekanterilinkoon syötetään puhdasta vettä sen rummulle ja purkupäätä pestään purkupäänpesurin avulla. /5/, /1/

3.8. Dekanterilingon huoltotarkastus

Huoltotarkastus suoritetaan kerran viikossa. Huollon ajaksi dekanterilinko pysäytetään ja sen ajan liete ohjataan dekanterilingon ohi selkeytysaltaille. Huollossa tarkastetaan silmämääräisesti dekanterilingon kunto ja tarvittaessa dekanterilinko puhdistetaan sisältä. Huollon yhteydessä kaikki laakerit rasvataan. Kuvassa 10 dekanterilingon purkupäätä puhdistetaan mekaanisesti.



Kuva 10. Dekanterilingon huolto.

3.9. Dekanterilingolla erotettu kiintoaine

Dekanterilingon tuote on ferrokromiprosessikaasujen pesuvesien sisältämää kiintoainesta. Koostumukseltaan materiaali muistuttaa jossain määrin ferrokromikuonaa. Oleellisina eroina on dekanterilingon tuotteen suuremmat hiili- ja sinkkipitoisuudet (C=8,2% ja Zn=9,2%) sekä pienempi Al₂O₃-pitoisuus (6,6%). /9/

Taulukossa 2 on esitetty dekanterilingolla erotetun kiintoaineen koostumukset.

Taulukko 2. Dekanterilingon tuotteen koostumus 7.4.2005. /9/

	Cr	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Zn	Na ₂ O	K ₂ O	C	S
Näyte 1	5,1	4	36,7	7	14,8	1,5	8,4	1,3	3,2	8,2	3,5
Näyte 2	4,7	3,9	35,3	6,1	15,5	1,5	9,9	1,1	3,5	8,1	3,5

Dekanterilingo pudottaa kiintoaineen kopin alle, joka näkyy kuvassa 11. Kiintoaine on ulkonäöltään tavallisen saven näköistä tavaraa. Pudottuaan lingolta se alkaa kerääntyä kasaksi, jonka pyöräkuormaaja käy tarvittaessa siirtämässä pois. Savukaasujenpesuvedestä erotettua kiintoainetta tulee vuorokaudessa n. 16t. Dekanterilingolla erotettu kiintoaine on tällä hetkellä jätettä, mutta sille etsitään kokoajan käyttökohteita, jotta sitä voitaisiin hyödyntää johonkin. Sen käyttöä on kokeiltu esimerkiksi kaatopaikalla tiivistysmateriaalina, koska sen vedenläpäisy on todella vähäistä.

**Kuva 11. Dekanterilingo pudottaa kiintoaineen kopin alle.**

4. TYÖSSÄ TEHDYT SELVITYKSET

Outokummun feCr-tehtaalla kerätään paljon tietoa useista eri prosessivaiheista. Dekanterilingolta oli automaatiojärjestelmässä saatavissa paljon historiatietoja, joissa näkyy mm. linkoon kohdistuneet värinät, momentit, kierrosnopeudet ja lingolle syötetyt lietteen määrät. Alkutietojen mukaan dekanterilinko on ollut todella häiriöherkkä laite. Tämän vuoksi työssä päätettiin ensimmäisenä selvittää dekanterilingon käyntiaste vuoden 2011 ajalla kuukausitasolla. Selvityksen pohjalta nähtäisiin, kuinka paljon ongelmia dekanterilingolla on todella ollut. Käyntiastetta tarkasteltiin useiden eri lähtötietojen pohjalta esimerkiksi siten, kuinka dekanterilinko on yleensäkin pyörinyt, sekä dekanterilingolle ohjatun lietemäärän mukaan.

Alkutietojen valossa oli oletus, että valokaariuunien sulanlasku vaikuttaa jotenkin lingon toimintaan, mutta tarkkaa tietoa ei ollut, miten se vaikuttaa. Historiatietojen avulla tutkittiin sulanlaskun vaikutusta dekanterilinkoon vuoden 2011 aikana. Tutkimuksessa katsottiin, kuinka valokaariuunien sulanlaskut vaikuttavat dekanterilingon värinöihin ja kuormittamisen aiheuttamaan momenttiin. Näiden tutkimusten pohjalta piirrettiin kuvaajat.

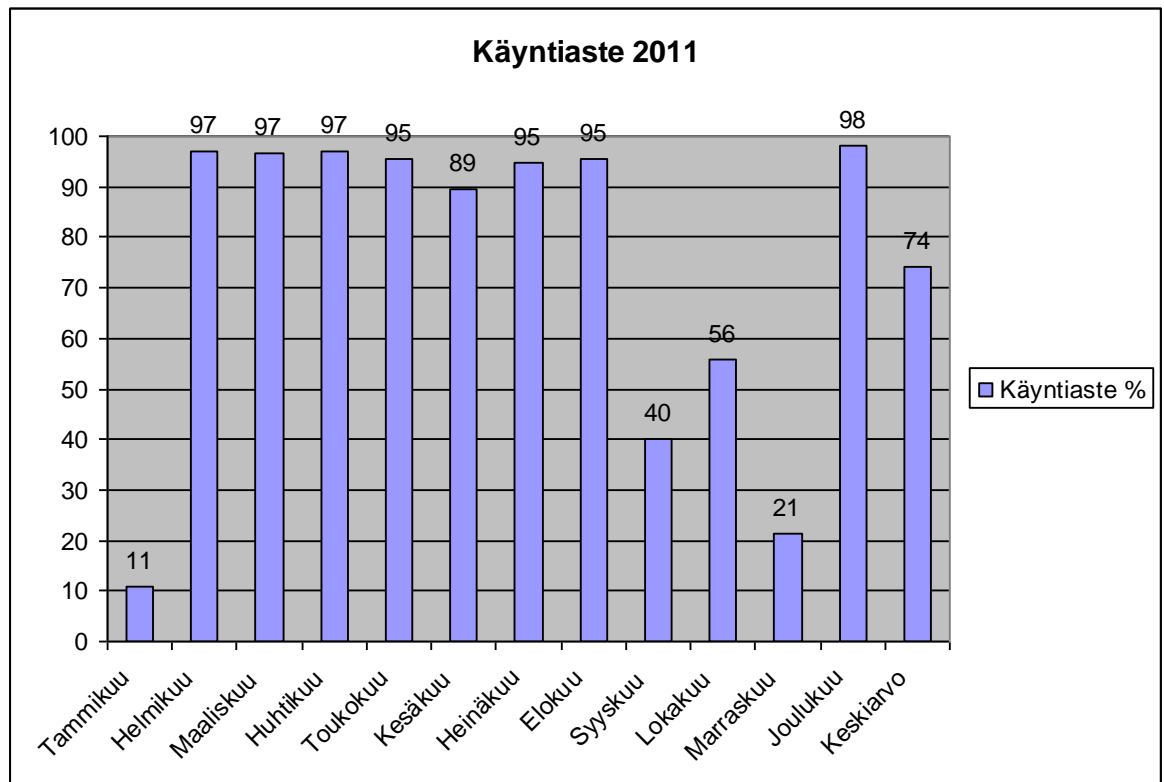
Tutkimuksessa otettiin dekanterilingolle tulevasta lietteestä kiintoainepitoisuus näytteitä, jotka TRC analysoi. Kiintoainepitoisuusnäytteitä verrattiin valokaariuunien sulanlaskuaikoihin ja dekanterilingon värinöihin sekä kuormituksen aiheuttamiin momentteihin. Näiden kiintoainepitoisuusmittausten pohjalta saatujen tulosten perusteella voitiin nähdä, kuinka paljon kiintoainepitoisuus vaihtelee dekanterilingolle tulevassa lietteessä. Lisäksi tulosten perusteella nähtiin, minkälaisella viiveellä kiintoainehuiput saapuu sulanlaskun jälkeen dekanterilingolle ja mitä vaikutuksia sillä on dekanterilingon toimintaan.

4.1. Dekanterilingon käyntiaste 2011

Dekanterilingon käyntiaste selvitettiin vuoden 2011 ajalta kuukausittain. Ensimmäisenä käyntiastetta selvittäessä katsottiin käyntiaste dekanterilingon pyörimisnopeuden

pohjalta. Toisessa ja kolmannessa vaiheessa käyntiaste katsottiin dekanterilingon läpi ajetun lietteen mukaan. Yhteensä työssä tehtiin kolme erilaista käyntiasteselvitystä.

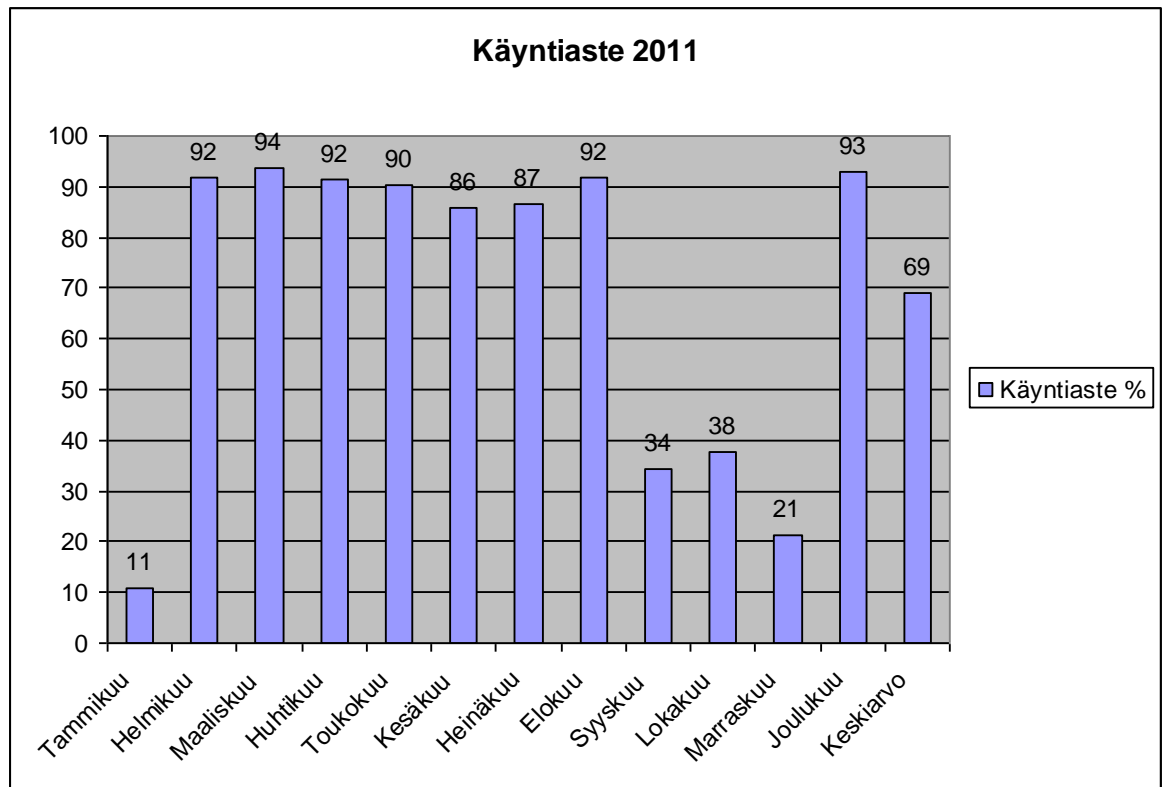
Aluksi tarkasteltiin historiatietoja tunnin tarkkuudella koko vuoden 2011 ajalta. Käyntiasteeseen otettiin mukaan vain sellaiset tunnit, joissa dekanterilingolla kierrosnopeus oli ollut yli 2900 r/min. Kuvassa 12 on esitetty tämä käyntiaste. Tämän tarkastelun pohjalta voidaan nähdä, että osan kuukausista dekanterilinko on pyörinyt hyvin. Toisina kuukausina käyntiaste on jäänyt todella alhaiseksi. Syy käyntiasteen alhaisuuteen on pitkät huolto/korjausajat. Tässä oli tarkoitus havainnollistaa, kuinka vaihtelevaa dekanterilingon käyttöaste on ollut.



Kuva 12. Dekanterilingon käyntiaste 2011 kierrosnopeuden pohjalta tarkasteltuna.

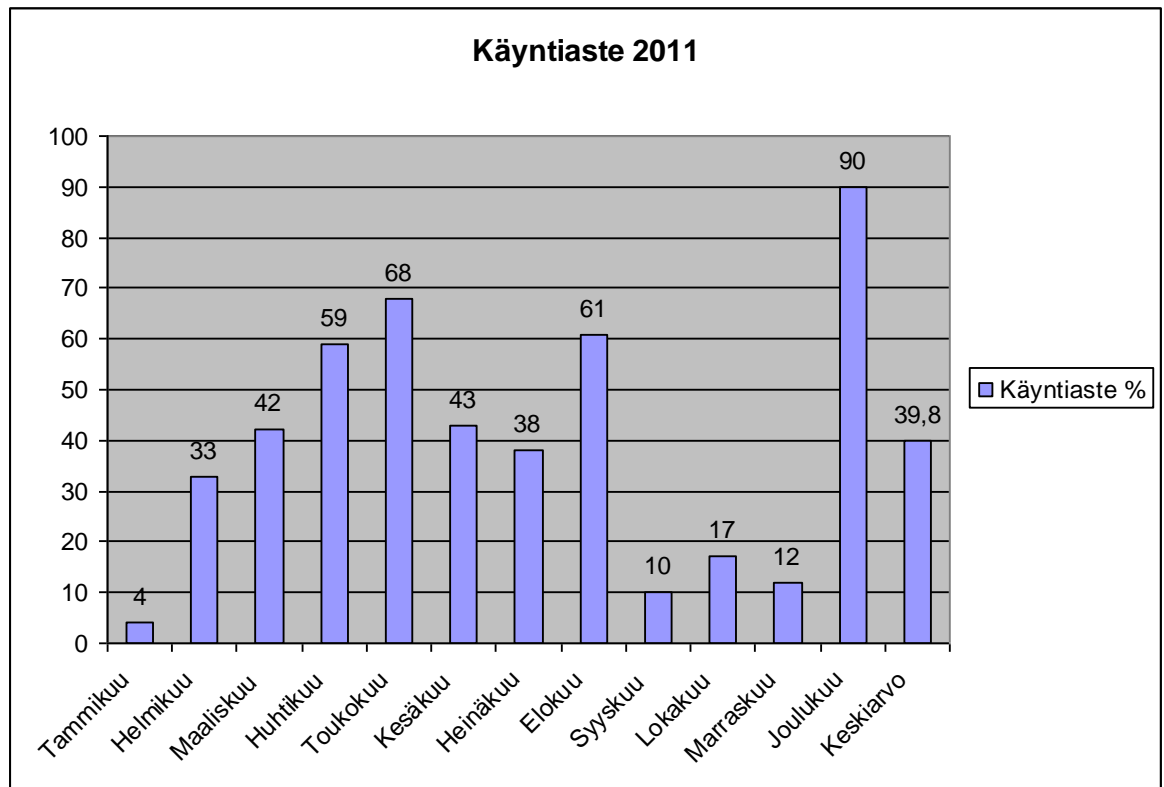
Seuraavaa käyntiastetta tarkasteltiin ajetun lietemäärän mukaan. Käyntiasteeseen tarkasteltiin historiatietoja vuoden 2011 ajalta viiden minuutin keskiarvoilla. Käyntiasteeseen otettiin mukaan vain sellaiset viiden minuutin ajanjaksot, jolloin dekanterilingon läpi oli ajettu lietettä yli 10 m³/h. Tämä käyntiaste on esitetty kuvassa 13.

Tältä pohjalta tarkasteltuna käyntiastetta voidaan todeta, että käyntiaste on lähes samanlainen kuin kierrosnopeuden pohjalta tarkasteltuna. Käyntiaste ei ole pudonnut kuin muutaman prosenttiyksikön verran.



Kuva 13. Dekanterilingon käyntiaste, kun lietettä ajettu yli 10 m³/h.

Kolmas käyntiastetaulukko selvitettiin myös vuoden 2011 historiatietojen pohjalta. Selvityksessä käytettiin samaa viiden minuutin keskiarvoa, kuin edellisessäkin käyntiasteen tarkastelussa. Tässäkin käyntiasteen tarkastelussa tarkasteltiin dekanterilingolla ajetun lietemäärän mukaan. Käyntiasteeseen otettiin mukaan vain sellaiset viiden minuutin keskiarvot, jolloin ajetun lietteen keskiarvo oli ollut yli 20 m³/h. Tämä käyntiaste on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Dekanterilingon käyntiaste, kun lietettä ajettu yli 20 m³/h.

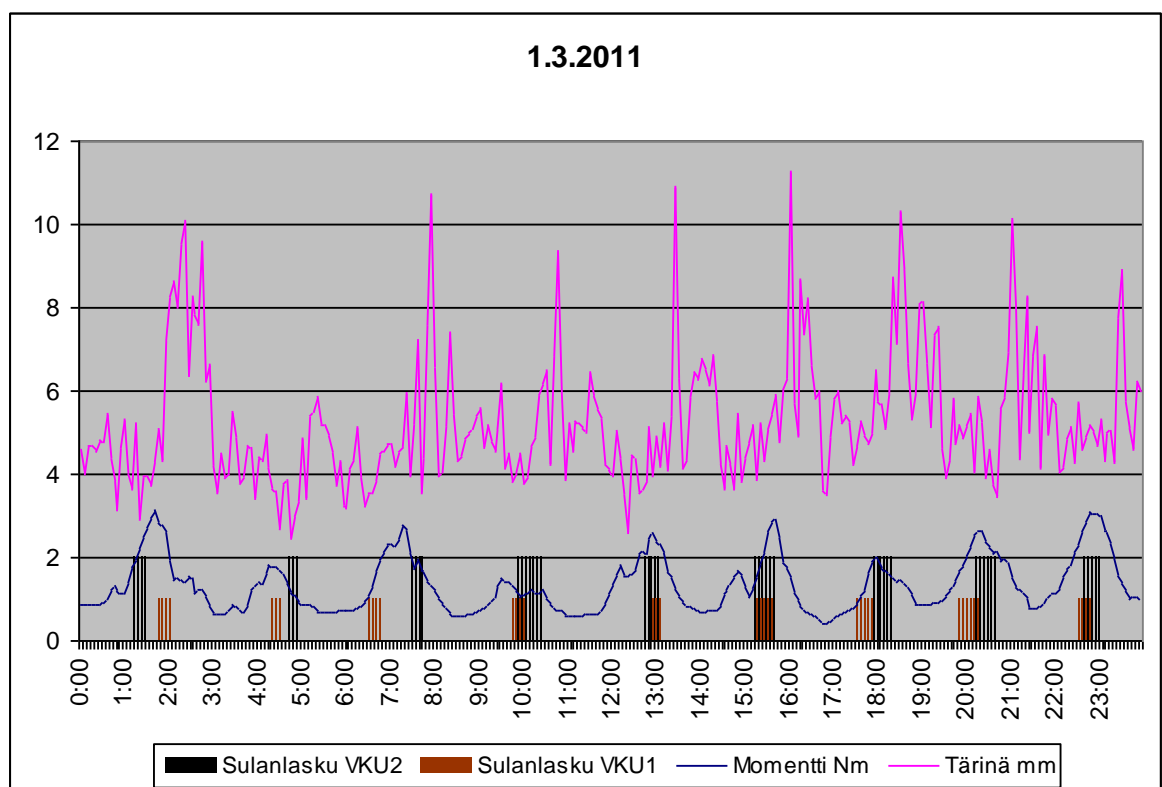
Käyntiaste on jäänyt todella matalaksi, kun se on ollut vain 39,8 %. Tästä voidaan päätellä, että linko on ollut huonossa kunnossa pidemmän aikaa. Osa syy alhaiseen käyntiasteeseen on se, että dekanterilinko on ollut usein häiriötilassa, eli se on ollut huuhtelulla. Toinen syy on se, että dekanterilinko on ollut häiriöherkkä, niin sille ei ole voinut antaa normaalia liete kuormitusta, joka olisi yli 20 m³/h. Dekanterilingolle suunniteltu tavoitetaso on 25 m³/h.

Joulukuu on dekanterilingon kannalta ollut hyvä kuukausi, koska silloin on pystytty ajamaan lähes kokoajan lietettä yli 20 m³/h, kun linko on pyörinyt. Tämä johtuu siitä, että dekanterilinkoon on tehty suuri huolto marraskuussa, jolloin dekanterilinko on mm. tasapainotettu ja linkoon on vaihdettu kaikki laakerit ja tiivisteet.

4.2. Sulanlaskun vaikutus dekanterilingon tärinään ja momenttiin

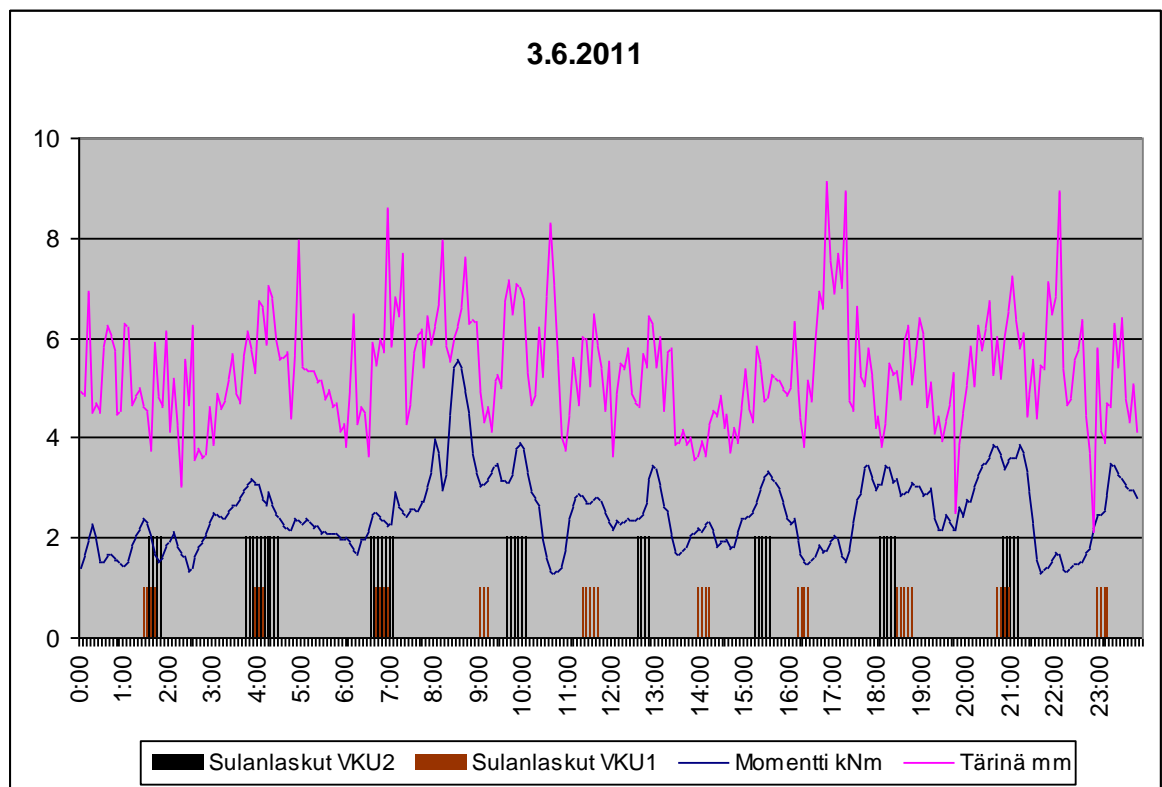
Sulanlaskun vaikutuksia dekanterilingoon tarkasteltiin aluksi historiatietojen avulla. Otin tarkasteluun vuoden 2011 historiatietoja, jotka olivat viiden minuutin keskiarvoilla läpi vuoden. Tarkasteluun valittiin satunnaisesti sellaisia vuorokausia, jolloin dekanterilingolle tulevan lietteen ohitus oli ollut kutakuinkin yhtä suuri koko vuorokauden. Eli prosenteissa lietettä oli ajettu dekanterilingolle kokonaisliete määrästä yhtä paljon koko vuorokauden ajan. Näin ollen pyrittiin vakioimaan perusolosuhteet.

Ensimmäinen tarkasteluun valittu vuorokausi on 1.3.2011. Vuorokauden ajalta on tehty kuvaaja joka näkyy kuvassa 15. Kuvasta katsottuna nähdään, että momentti nousee ja laskee tasaisin väliajoin. Tärinässä tulee piikki aina, kun momentti on lähtenyt laskemaan. Momentti on lähtenyt nousemaan jo ennen sulanlaskun alkamista.



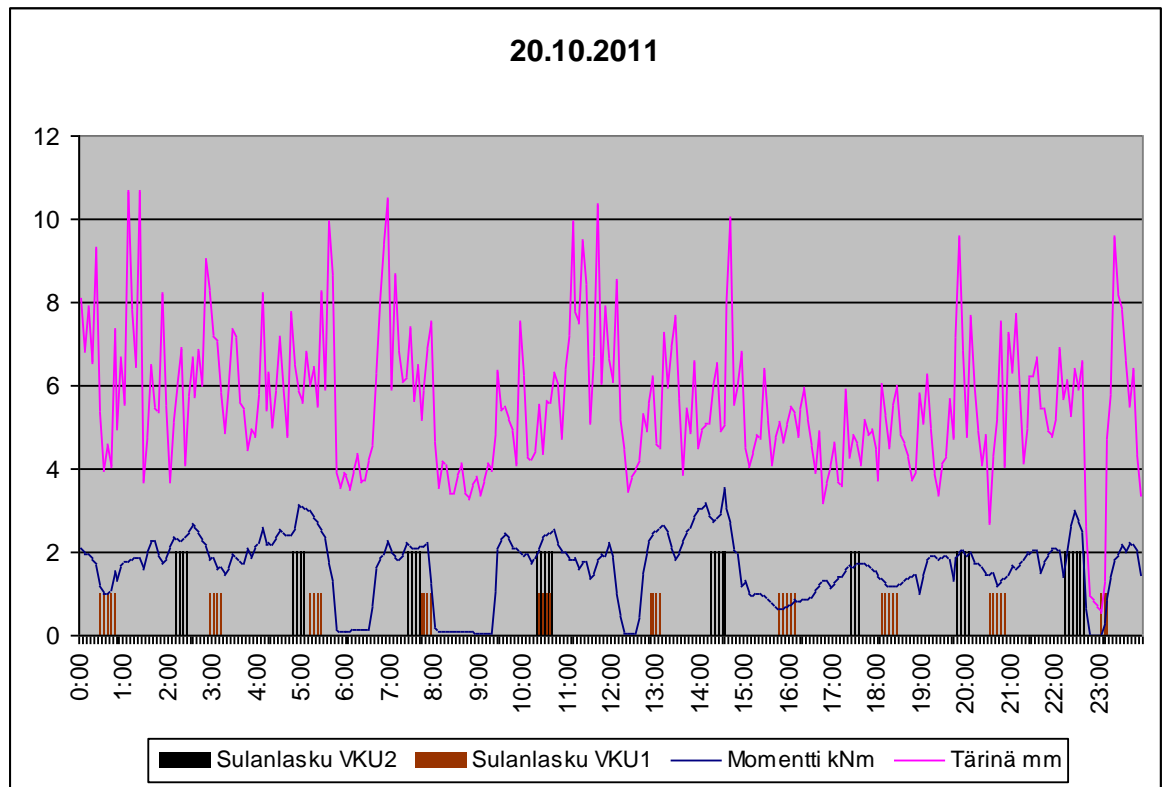
Kuva 15. Dekanterilingon tärinät ja momentit suhteessa sulanlaskuihin.

Seuraavaksi tarkasteluun valittu vuorokausi on 3.6.2011, jonka historiatietoja apuna käyttäen on piirretty kuvaaja. Kuvaaja on esitetty kuvassa 16. Tästä kuvaajasta voidaan nähdä, että momentti ei muutu niin tasaisesti, kuin 1.3.2011. Kuitenkin voidaan huomata, että momentti muuttuu kutakuinkin sulanlaskujen mukaan. Tässäkin on huomioimisen arvoista, että tärinässä tulevat korkeat piikit tulevat, kun momentti on laskenut alas tai on laskemassa.



Kuva 16. Dekanterilingon tärinät ja momentit suhteessa sulanlaskuihin.

Työssä tarkasteltiin kolmannenkin vuorokauden osalta sulanlaskunvaikutusta tärinään ja momenttiin. Tarkasteltu vuorokausi oli 20.10.2011. Tästäkin vuorokaudesta tehtiin kuvaaja, joka näkyy kuvassa 17. Dekanterilinko on ollut huonossa kunnossa, koska se on saman vuorokauden aikana mennyt häiriötilaan neljä kertaa. dekanterilingossa on esiintynyt tärinää lähes kokoajan, mutta lähes kaikki suurimmat tärinäpiikit on tullut siinä vaiheessa, kun momentti on laskussa.



Kuva 17. Dekanterilingon tärinät ja momentit suhteessa sulanlaskuihin.

Kaikkien edellä nähtyjen vuorokausien perusteella voidaan todeta, että sulanlaskulla on merkittävä osuus dekanterilingon tärinöihin ja momentteihin. Momentti lähtee nousemaan ennen sulanlaskua. Momentin nousu ennen sen hetkistä sulanlaskun alkua tarkoittaa, että momentti on koholla edellisen sulanlaskun johdosta. Momentin saavutettua huippunsa, se lähtee laskeutumaan, kun momentti on laskeutunut riittävästi, tärinässä näkyy selvä piikki.

4.3. Dekanterilingon lietteen kiintoainepitoisuuden määrittäminen

Dekanterilingolle tulevan lietteen kiintoainepitoisuus mitattiin dekanterilingolle tulevasta lietteestä. Näytteet otettiin hanasta, joka sijaitsee dekanterilingolle tulevassa lietteen putkessa. Hanasta juoksettiin lietettä koko mittauskerran ajan, jotta mittaukset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia keskenään. Näytteet toimitettiin välittömästi viimeisen näytteenoton jälkeen Tornio Worksin laboratorioon, missä kiintoainepitoisuudet määriteltiin samana päivänä.

4.4. Mitatut kiintoainepitoisuudet

Näytteet otettiin läpinäkyviin litran muovipulloihin, jotka merkattiin juoksevasti 1-15.

Ensimmäinen näytteenottokerta järjestettiin 27.4.2012. Näytteenottokerran aloitus ajankohta tähdättiin mahdollisimman lähelle sulanlaskua. VKU2 sulanlasku alkoi klo.8:12. Näytteitä otettiin ennen sulanlaskua kolme pullollista, jotta nähtäisiin tilanne ennen sulanlaskua. Seuraavat näytteet otettiin sulanlaskun alettua ja jatkettiin viiden minuutin välein. Taulukossa 3 nähdään näytteidenotto ajankohdat, sekä kiintoainepitoisuudet.

Taulukko 3. Lietteen kiintoainepitoisuuksia 27.4.2012

Näyte:	Näytteenottoaika:	Kiintoainepitoisuus mg/l
1	7:56	16764
2	8:01	18968
3	8:06	18680
4	8:15	17156
5	8:20	18384
6	8:25	14508
7	8:30	8480
8	8:35	4920
9	8:40	6524
10	8:45	5264
11	8:50	4368
12	8:55	3732
13	9:00	2448
14	9:05	2908
15	9:10	2728

Taulukosta 4 nähdään todellinen kiintoainemäärä 27.4.2012 näytteenotto hetkellä dekanterilingolle ajatussa lietteessä, sekä haraselkeyttimeltä lähteneessä lietteessä. Lingolle menevässä lietteessä kiintoaine on vaihdellut noin 430kg/h ja 56 kg/h välillä. Vaihtelu on todella suurta. Haraselkeytinaltaalta lähtevässä lietteessä kiintoainemäärä on vaihdellut 721 kg/h ja 91kg/h välillä.

Taulukko 4. Lietteen kiintoainemäärät (kg/h) 27.4.2012

Näyte:	aika:	Lingolle menevä lietemäärä [m ³ /h]	Lingolle menevä kiintoaine [kg/h]	Selkeyttimen alite selkeytysaltaille [m ³ /h]	kokonais kiintoainemäärä haraselkeyttimeltä [kg/h]
1	7:56	22,979	385,2	38,604	647,2
2	8:01	22,993	436,1	38,603	732,2
3	8:06	23,007	429,8	38,601	721,1
4	8:15	23,032	395,1	38,598	662,2
5	8:20	23,04	423,6	38,596	709,5
6	8:25	23,024	334,0	38,595	559,9
7	8:30	23,009	195,1	38,584	327,2
8	8:35	22,993	113,1	38,535	189,6
9	8:40	22,978	149,9	38,486	251,1
10	8:45	22,962	120,9	38,437	202,3
11	8:50	22,947	100,2	38,398	167,7
12	8:55	22,931	85,6	38,396	143,3
13	9:00	22,916	56,1	38,394	94,0
14	9:05	22,9	66,6	38,393	111,6
15	9:10	22,885	62,4	38,391	104,7

Toisella mittauskerralla 8.5.2012 näytteenoton väliä venytettiin 15 minuuttiin, jotta nähtäisiin mahdollinen viive sulanlaskun jälkeen kiintoainepitoisuuden kasvamisessa. Toisen näytteenottokerran näytteenottoajat ja kiintoainepitoisuudet näkyvät taulukossa 5. Toisella näytteenotto kerralla ilmeni ongelmia, koska dekanterilinko pysähtyi kesken näytteenotto session. Näytteenottoon tuli noin tunnin tauko. Pysähtyminen johtui dekanterilingon liian suuresta tärinästä.

Taulukko 5. Kiintoainepitoisuuksia 8.5.2012

Näyte:	Näytteenottoaika:	Kiintoainepitoisuus mg/l
1	7:20	14880
2	7:35	9980
3	8:30	4908
4	8:45	7076
5	9:00	6820
6	9:15	9816
7	9:30	11928
8	9:45	10056
9	10:00	6480
10	10:15	9728
11	10:30	7764
12	10:45	6432
13	11:00	5140
14	11:15	10460
15	11:30	17296

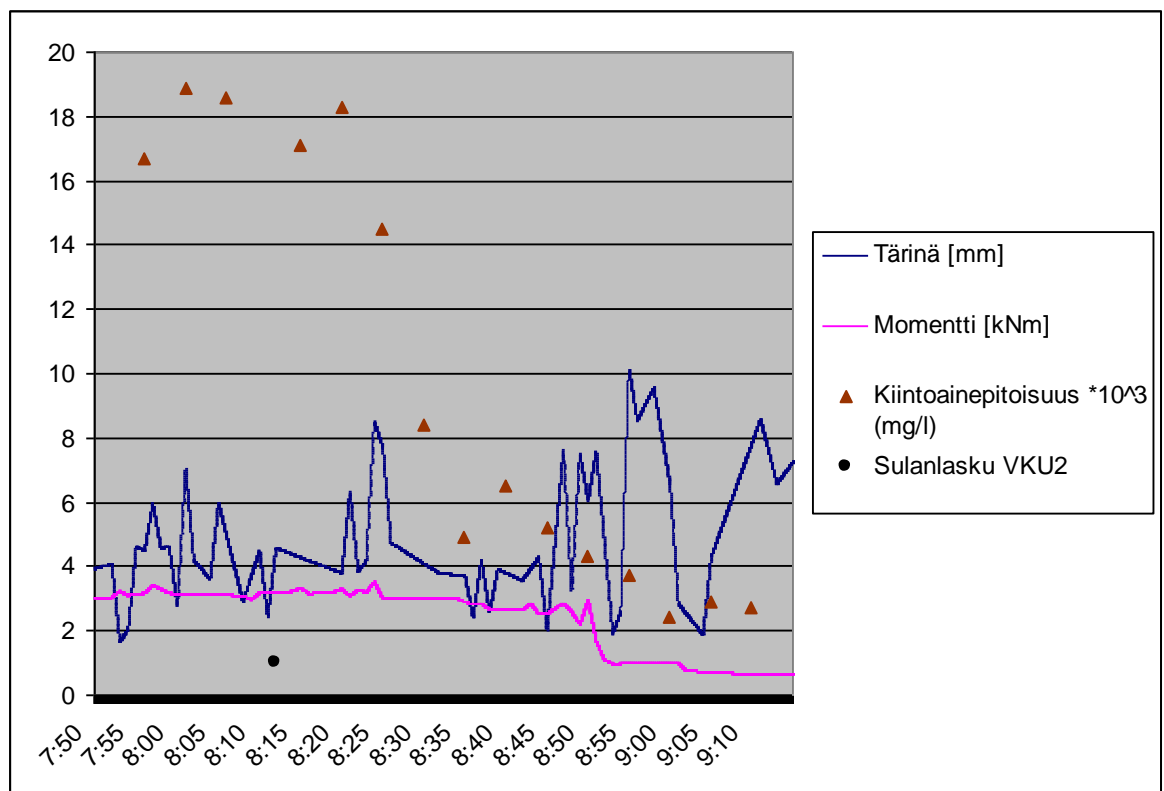
Taulukosta 6 nähdään todellinen kiintoainemäärä 8.5.2012 näytteenotto hetkellä dekanterilingolle ajatussa lietteessä, sekä haraselkeyttimeltä lähteneessä lietteessä. Dekanterilingolle menevässä lietteessä kiintoaine vaihtelee noin 340 kg/h ja 97 kg/h välillä. Haraselkeyttinaltaalta lähtevässä kokonaislietemäärässä vaihtelu on noin 631 kg/h ja 170 kg/h välillä.

Taulukko 6. Lietteen kiintoainemäärät (kg/h) 8.5.2012

Näyte:	aika:	Lingolle menevä lietemäärä [m ³ /h]	Lingolle menevä kiintoaine [kg/h]	Selkeyttimen alite selkeytysaltaille [m ³ /h]	kokonais kiintoainemäärä haraselkeyttimeltä [kg/h]
1	7:20	20,039	298,2	32,977	490,7
2	7:35	19,974	199,3	34,711	346,4
3	8:30	19,731	96,8	36,048	176,9
4	8:45	19,726	139,6	34,351	243,1
5	9:00	19,721	134,5	34,639	236,2
6	9:15	19,716	193,5	34,555	339,2
7	9:30	19,723	235,3	36,005	429,5
8	9:45	19,809	199,2	34,067	342,6
9	10:00	19,894	128,9	33,867	219,5
10	10:15	19,98	194,4	33,442	325,3
11	10:30	20,026	155,5	36,366	282,3
12	10:45	19,817	127,5	34,094	219,3
13	11:00	19,609	100,8	33,191	170,6
14	11:15	19,4	202,9	33,332	348,7
15	11:30	19,623	339,4	36,498	631,3

4.5. Kiintoainepitoisuuden vaihtelun vaikutus dekanterilingoon

Näytteenotto päivien historiatiedoista tutkittiin dekanterilingon momentit ja värinat, joiden perusteella tehtiin kuvaajat, joihin laitettiin mukaan kiintoainepitoisuudet. Kuvasta 18 nähdään, että lietteen kiintoainepitoisuus on koholla ennen kuin sulanlasku VKU 2:lla on edes alkanut. Sulanlasku alkaa klo. 8:12. Eli kohonnut kiintoainepitoisuus on edellisestä sulanlaskusta, joka oli VKU1:llä klo. 6:36. Kiintoainepitoisuus alkoi selvästi laskea klo. 8:30, mutta lingon momenteissa se ei kuitenkaan näkynyt heti. Aikaa kului aina klo. 8:50 asti, ennen kuin momentti lähti jyrkkään laskuun. Vähän momentin laskun jälkeen värinäpiikki kasvoi suureksi.

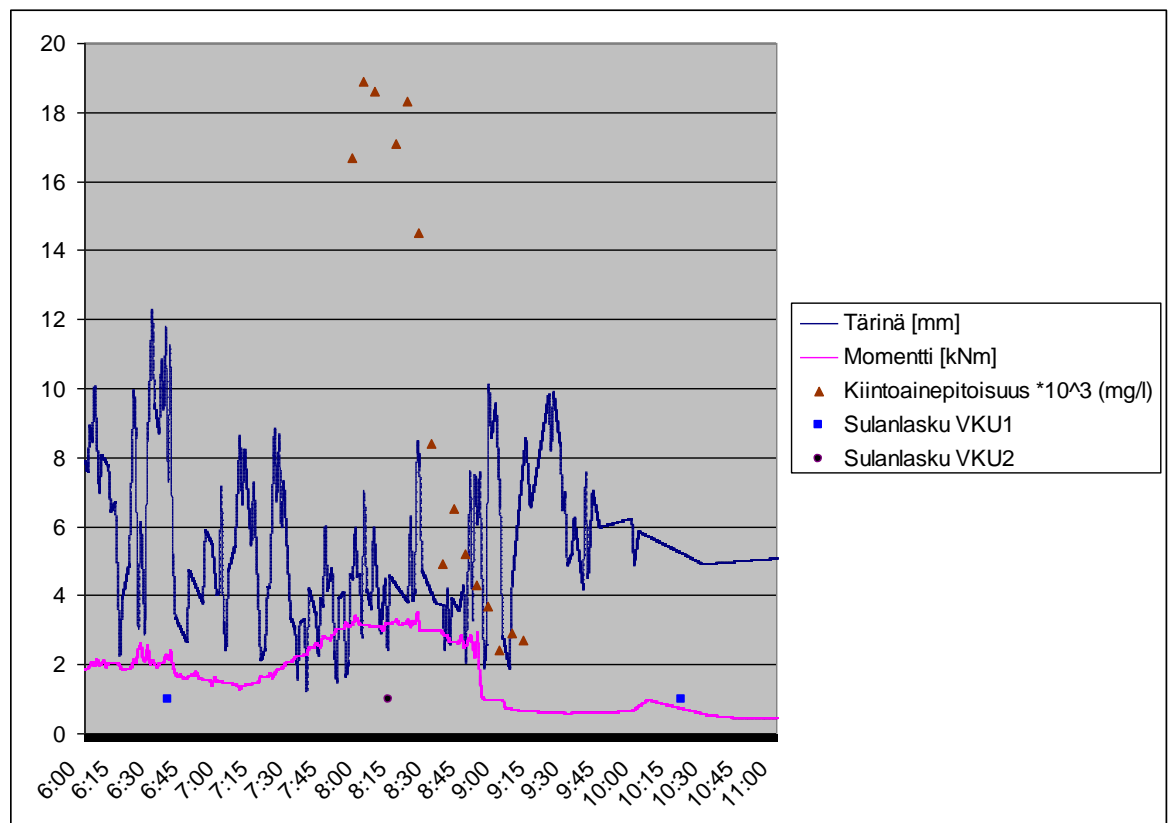


Kuva 18. Tärinät ja momenttit, sekä kiintoainepitoisuudet 27.4.2012 klo. 7:55 – 9:20

Viiden minuutin välein otettu kiintoainepitoisuusmittaus oli liian tiheä, koska kiintoainepitoisuushuippu ei ehtinyt tulla toista kertaa dekanterilingolle. Niinpä tällä

mittauskerralla ei nähty millä aikaviiveellä kiintoainehuippu saapuu sulanlaskun jälkeen dekanterilingolle.

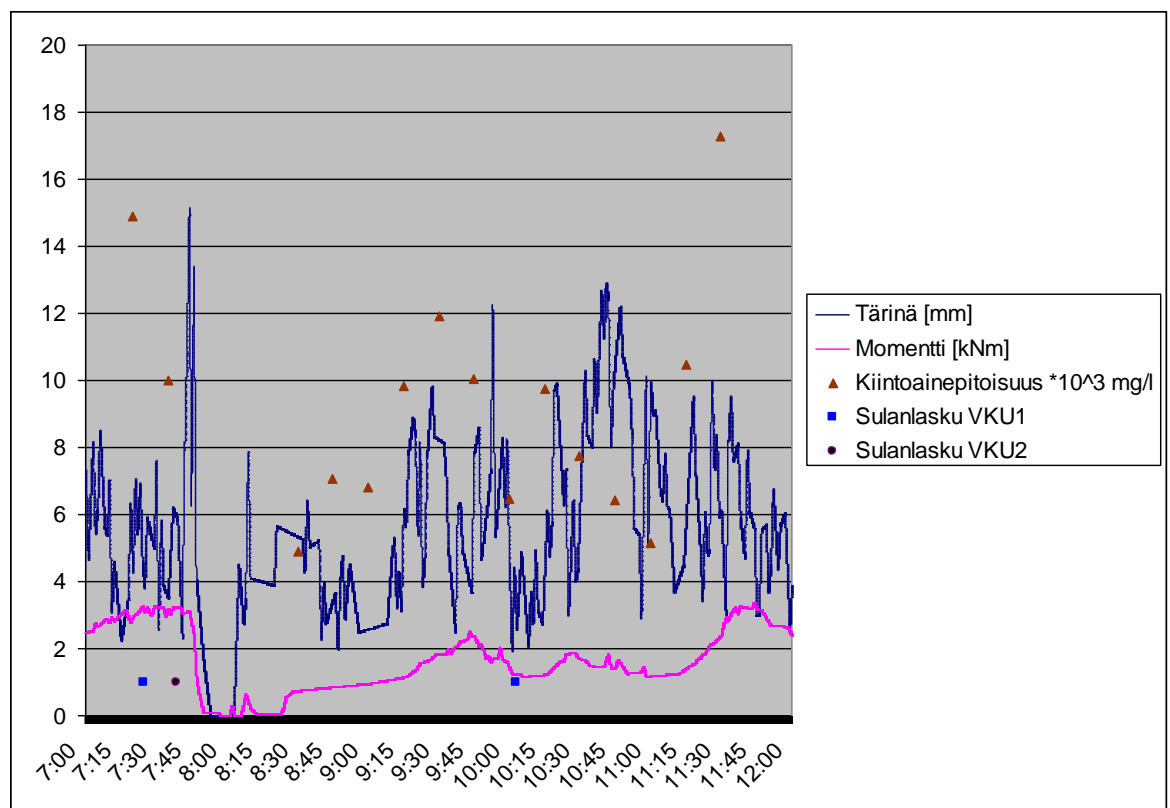
Kuvassa 19 katsotaan näytteenotto aamua pitemmältä ajanjaksolta. Taulukosta nähdään kuinka momentti nousee tasaisesti klo. 7:15 – 8:00 välisen ajan. Tästä päätellen mitattu kiintoainepitoisuus huippu on VKU1:n sulanlaskun aiheuttama.



Kuva 19. Täriä ja momentit, sekä kiintoainepitoisuudet 27.4.2012 klo. 6:00 – 11:00

8.5.2012 pidetyn mittauskerran kiintoainepitoisuudet ja dekanterilingon tapahtumat ovat kuvattu kuvassa 20. Kuvasta voidaan katsoa, että kiintoainepitoisuudet ovat koholla klo. 7:20, jolloin ensimmäinen näyte otettiin. Valokaariuuni 1:llä alkoi sulanlasku klo. 7:25, jonka jälkeen seuraava näyte otettiin klo. 7:35, kiintoainepitoisuus oli laskenut entisestään. Klo. 7:39 valokaariuuni 2:lla alkoi sulanlasku. Klo. 7:44 dekanterilingolla alkoi täriä kasvaa, jonka seurauksena dekanterilinko meni häiriötilaan. Dekanterilingolle tulevan lieteen syöttö loppui ja se alkoi virrata suoraa maaselkeytysaltaille. Dekanterilinko meni automaattisesti huuhtelulle ja se sammui.

Linko saatiin käyntiin uudelleen ja näytteenottoa jatkettiin Klo. 8:30. Taulukosta näkee kuinka kiintoainepitoisuus lähti taas nousemaan ja se nousi aina klo. 9:45 asti, kunnes se taas lähti laskemaan. Seuraava sulanlasku oli valokaariuuni 1:llä klo. 10:03. Tämän jälkeen kiintoainepitoisuus sahasi n. 10000 – 5000 mg/l välillä, kunnes klo. 11.45 kiintoainepitoisuudessa on jälleen havaittavissa selvä nousu.



Kuva 20. Tärinät ja momenttit, sekä kiintoainepitoisuudet 8.5.2012 Klo. 7:00 – 12:00.

Näiden näytteenottojen perusteella voidaan tehdä se johtopäätös, että sulanlaskun jälkeen kiintoainehuiput saapuvat dekanterilingolle vasta 1,5 - 2 tunnin kuluttua. Momentti seuraa kiintoainepitoisuuden nousua ja laskua pienellä viiveellä. Todennäköisesti momentin pieni viive johtuu siitä, että kiintoaine pakkaantuu dekanterilinkoon, joten se purkautuu sieltä pienellä viiveellä.

Työssä esiin tullut toinen merkittävä havainto on dekantterilingon tärinäpiikkien syy. Tärinä kasvaa siinä vaiheessa, kun dekantterilingolle tulevan lietteen kiintoainepitoisuus laskee riittävästi. Dekantterilingon ongelmaksi koituu kiintoainepitoisuuden laskeutuminen, tässä vaiheessa dekantterilingossa havaitaan selviä tärinäpiikkejä. Kaikki mittauksissa esiin tulleet tärinäpiikit ovat tulleet siinä vaiheessa, kun lietteen kiintoainepitoisuus on laskemassa. Mittauspäivänä dekantterilingon pysäyttämisen aiheuttanut tärinä tuli siinä vaiheessa, kun kiintoainepitoisuus oli laskemassa.

5. EHDOTUKSIA KORJAAVIKSI TOIMENPITEIKSI

Tutkimuksen perusteella voidaan vetää sellainen johtopäätös, että dekanterilingolle tulevan lietteen saaminen tasaisemmaksi kiintoainepitoisuuden osalta olisi suotavaa. Aina kun dekanterilingolla kiintoainepitoisuus laskee, niin se aiheuttaa siihen selviä tärinäpiikkejä. Dekanterilinko pysähtyy juuri näiden tärinäpiikkien takia. Lisäksi työssä saatujen tulosten perusteella voidaan ajatella, että nämä tärinäpiikit kuormittavat dekanterilingon laakereita, sekä kuluttavat sitä muutenkin turhaan.

Työssä esiin tulleiden tulosten valossa kannattaisi tutkia olisiko mahdollista ja miten se vaikuttaisi muuhun prosessiin, jos dekanterilingolle tulevia kiintoainehiippuja laimennettaisiin jo haraselkeyttimeltä otettaessa. Nykyisessä järjestelmässä haraselkeyttimen alitetta otetaan altaasta kokoajan vakiomäärä, joten valokaariuunien sulanlaskuista johtuvat kiintoainepiikit tulevat sykleittäin sulanlaskujen jälkeen.

Ehdotus korjaavaksi toimenpiteeksi on, että dekanterilingolle tulevan lietteen kiintoainepitoisuutta valvottaisiin reaaliaikaisesti kiintoainepitoisuusmittarilla. Jatkuvan seurannan avulla paljon kiintoainetta sisältävää haraselkeyttimen alitetta voitaisiin laimentaa automaattisesti haraselkeyttimen ylitteellä. Haraselkeyttimen ylitettä varten laitettaisiin uusi pumppu, joka pumppaisi tarvittaessa haraselkeyttimen ylitettä haraselkeyttimen alitteen sekaan. Näin toimimalla haraselkeyttimen aliteessa oleva kiintoainepitoisuus saataisiin säännösteltyä vakioksi sulanlaskusta toiseen. Ehdotuksessa tarkoitus on, että haraselkeyttimessä olisi kokoajan kiintoainesta niin paljon, että lietteen kiintoaineen vaihtelut saataisiin pois. Kuitenkin kiintoainepitoisuus pitää olla dekanterilingolle menevässä lietteessä niin korkea, että haraselkeytinaltaassa kiintoainemäärä ei nouse valtavasti. Tässä ehdotuksessa on se etu, että jos lietettä laimennettaisiin puhtaalla vedellä, niin jouduttaisiin haraselkeytinaltaasta ottamaan kuitenkin lietettä vakiomäärä. Prosessissa käytetään vettä vakiomäärät. Tästä aiheutuisi sellainen tilanne, että puhdistamatonta lietettä jouduttaisiin ajamaan ohi dekanterilingon. Tästä olisi seurauksena, että ympäristöön kohdistuvat päästöt voisivat nousta tarpeettomasti.

Tässä ratkaisumallissa pitäisi seurata pidemmältä ajalta kiintoainepitoisuuden vaihtelua, josta voidaan laskea keskiarvo. Dekanterilingolle pitäisi pumpata lietettä siten, että kiintoaineen keskiarvo toteutuisi. Näin pumppaamalla dekanterilingolle lietettä vältettäisiin tilanne, jossa dekanterilingolle tulisi niin laihaa lietettä, että laihan lietteen vuoksi dekanterilingossa alkaisi esiintyä turhaa tärinää.

Toinen ratkaisumalli olisi laimentaa lietettä määrääjain valokaariuunien sulanlaskujen välissä. Tutkimuksessa esiin tuli se, että dekanterilingolle tulevan lietteen kiintoainepitoisuus lähtee nousemaan noin 1,5 - 2 tunnin kuluttua sulanlaskusta. Niinpä dekanterilingolle tulevaa lietettä voisi alkaa laimentamaan tuolloin. Tässäkin ratkaisumallissa paras lääke kiintoaineen laskemiseen olisi haraselkeyttimen ylite. Tämä laimennuskeino ei ole kuitenkaan niin tarkka, kuin aikaisemmin esitetty ratkaisu ehdotus, mutta suurimmat kiintoainepitoisuuspiikit saataisiin leikattua pois.

Haraselkeytinaltaaseen tuleva savukaasujenpesuvesi lasketaan keskelle allasta. Missä kiintoaine lähtee vajoamaan kohti altaanpohjaa. Altaanpohjan keskellä on putkensuu pumpulle, joka pumppaa lietettä dekanterilingolle.

Kolmas ongelman ratkaisuehdotus on Prosessihenkilökunnan jo aikaisemmin ehdottama ratkaisu, jossa Haraselkeytinaltaan haraa pyörittävään akseliin kiinnitettäisiin iso kartion muotoinen levy. Kartiolevyllä olisi sellainen tarkoitus, että kiintoaine laskeutuisi kauemmas altaan pohjalla olevasta dekanterilingolle lähtevästä putkensuusta. Hara kuljettaisi pohjaa myöten kiintoainetta tasaisemmin lingonpumpulle. /1/

Kuvasta 21 nähdään haraselkeytinallas tyhjennettynä. Keskellä oleva pystyakseli on haraselkeyttimen haranakseli. Kartiolevy olisi tarkoitus asentaa tällä hetkellä akselissa näkyvän suoran levyn tilalle.



Kuva 21. Haraselkeytinallas tyhjennettynä (kuva: Henriikki Alahäivälä)

5.1. Laitetoimittajan edustajan vastaus tutkimuksessa havaittuun ongelmaan

Laitetoimittajan edustajan mukaan dekanterilingon pitäisi lähtökohtaisesti pystyä käsittelemään dekanterilingolle tulevan lietteen kiintoainepitoisuuden vaihtelut. Dekanterilingon säädöt ovat pielessä ja ne vaativat laitetoimittajan edustajan mukaan säätöä. Dekanterilingon voisi muuttaa momenttipohjaiselle ajolle, jolloin dekanterilinko seuraa momentin muutoksia ja sen mukaan muuttaa rumpun ja kuljetinruuvien kierrosnopeuseroja. Nopeuseron muuttuminen nopeuttaa dekanterilingosta kiintoaineen purkautumista, kun lietettä on rummussa vähän, johtuen matalasta kiintoainepitoisuudesta lietteessä. Tässä tapauksessa, kun havaittiin selviä värinäpiikkejä siinä vaiheessa, kun lietteen kiintoainepitoisuus laskee. Se voi olla mahdollista sen vuoksi, että vähäinen kiintoaine tarttuu rumpuun epätasaisesti. Kiintoainetta pitäisi olla riittävästi kokoajan, jotta ruuvilla olisi riittävästi töitä. Mikäli kuljetinruuvilla olisi kiintoainetta reilusti, se työntäisi

myös seinälle tarttuneen kiintoaineen mukanaan. Muuttamalla dekanterilingon muitakin ajoparametreja saattaa dekanterilingon käytettävyys parantua. Esimerkiksi nestepinnan korkeuden muuttaminen voisi vähentää ongelmia. Toinen vaihtoehto voisi olla dekanterilingon kierrosnopeuksia muuttamalla pienemmäksi. Näin toimimalla voitaisiin pienentää kiintoaineeseen kohdistuvaa G-voimaa, jolloin voitaisiin välttää tilanne, että vähäinen kiintoaine tarttuu tiukasti ja epätasaisesti rummunseinään aiheuttaen tärinää. Laitetoimittajan edustaja korosti, että dekanterilingoon sopivat ajoparametrit pitäisi yrittää löytää kokeilemalla. Suoraa ohjetta laitetoimittajan edustaja ei voinut antaa, koska jokainen järjestelmä on erilainen. Sillä on myös suuri merkitys, että mitä dekanterilingolla erotellaan, koska eri aineet käyttäytyvät lingossa erilailla. /3/

Laitetoimittajan edustajan mukaan olisi hyvä vaihtoehto korjaavaksi toimenpiteeksi, jos lietteen kiintoainepitoisuus saataisiin kokoajan samanlaisena dekanterilingolle. Silloin vältettäisiin tilanne, että kiintoaineen vähäisyys dekanterilingolle tulevassa lietteessä aiheuttaisi tärinää. /3/

6. YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli dekanterilingon käyttövarmuuden parantaminen. Työn ensisijainen tavoite oli tutkia lingolle tulevan lietteen kiintoainepitoisuuden vaihtelun vaikutuksia lingon toimintaan. Työ oli mielenkiintoinen ja mukaansa tempaava. Dekanterilingolla oli ollut pitkään ongelmia, joihin ei ollut tarkkaa syytä. Yleensä häiriöt johtuivat tärinästä. Dekanterilinko oli pitkän aikaa ollut häiriöherkkä laite.

Työssä sai tutustua fecr-tehtaan vedenkäsittely järjestelmiin. Työ oli senkin vuoksi tärkeä, että sillä voidaan vaikuttaa ympäristöön. Työssä tutkittiin dekanterilingon käyntiastetta vuoden 2011 ajalta, mistä selvisi se, että linko on ollut pois käytöstä pitkiä aikoja ja, kun se on ollut käytössä, niin lietteen ajomäärät ovat jääneet suuren osan ajasta liian mataliksi.

Työssä tutkittiin valokaariuunien sulanlaskujen vaikutusta dekanterilingon tärinäihin ja momentteihin historiatietojen avulla. Näiden tutkimusten pohjalta verrattiin myös tärinän ja momentin vaikutusta toisiinsa. Työssä otettiin dekanterilingolle tulevasta lietteestä näytteitä, joista mitattiin kiintoainepitoisuudet. Kiintoainepitoisuuksia verrattiin dekanterilingolla esiintyneisiin tärinäihin ja momentteihin. Lisäksi tarkasteltiin valokaariuunien sulanlaskujen vaikutusta kiintoainepitoisuuden vaihteluun.

Aloitettaessa opinnäytetyötä dekanterilinkoon tuli suuri vika, jonka seurauksena linko oli korjattavana useamman viikon. Tänä aikana ei lingolta saanut otettua lietteen kiintoainepitoisuuden näytteitä. Työssä hyödynnettiin tätä aikaa tutkimalla dekanterilingon historiatietoja vuoden 2011 ajalta, joiden pohjalta tehtiin käyntiaste selvityksiä. Samojen historiatietojen pohjalta tehtiin myös kuvaajia, joista selvisi valokaariuunien sulanlaskun vaikutuksia dekanterilingon toimintaan.

Dekanterilingolle tulevan lietteen näytteet tutkittiin Outokumpu Tornio Worksin laboratoriossa. Näytteidenotosta oli sovittava laboratorion henkilökunnan kanssa hyvissä ajoin. Näytteitä ei voinut ottaa lyhyellä varoitusajalla, koska Laboratorio otti näytteet tutkittavaksi muiden töiden ohessa.

Työn teki haastavaksi vähäinen kirjallinen lähdetietojen määrä. Historiatietoja dekanterilingolta löytyi paljon, joita täytyi rajata tutkimuksesta pois runsaalla kädellä. Tutkimusta helpotti kuitenkin ammattitaitoinen henkilökunta, joilta sain hyviä neuvoja ja ohjeita työn tekemiseen.

Työssä tuli yllättävänä tietona se, että dekanterilingon tärinän aiheutti lietteessä esiintyneen kiintoainepitoisuuden laskeminen, eikä liian suuri kiintoainepitoisuus. Myös sulanlaskun vaikutuksen viive dekanterilingolle tulevan lietteen kiintoainepitoisuuden nousuun yllätti. Työssä haastateltiin dekanterilingon toimittajan edustajaa, jonka mielestä häiriöt voivat johtua matalasta kiintoainepitoisuudesta puhdistettavassa lietteessä. Häneltä saatiin hyviä neuvoja, joilla häiriöt voitaisiin välttää.

7. LÄHDELUETTELO


- /1/ Autio, Veijo, Etukuumentaja, Suullinen tiedonanto, 8.5.2012
- /2/ Dekantterilingon varaosa/piirustuskansio, Alfa Laval Oy
- /3/ Etuaro, Karri, Käyttöönotto- ja prosessioptimoija, Alfa Laval Nordic Oy, Puhelinhaastattelu, 21.5.2012
- /4/ Fyrh, Kirsi-Marja, Ympäristön vuosiraportti 2011 Outokummun Tornion tehtaat, ferrokromi- ja terästehtaat, 16.3.2012
- /5/ Karekivi, Eero, Dekantterilingon käyttöohje, 21.11.2006
- /6/ Korkeapainekoneikon käyttö- ja turvallisuusohje, Finfinet Oy, 15.1.2008
- /7/ Koskenniemi, Anssi, Huru, Janne, FeCr-tehtaan prosessikuvaus, 2011
- /8/ Linko CHNX, käyttö-, hoito- ja huolto-ohjeet, Alfa Laval Oy, 28.9.2004
- /9/ Pieskä, Vesa, Dekantterilingolla erotetun kiintoaineen ominaisuuksien tarkastelu, raportti, Outokumpu Stainless Oy, 2005
- /10/ SFS-EN 872, Veden laatu. Kiintoaineen määrittäminen. Suodatus lasikuitusuodattimella, Suomen Standardisoimisliitto, 1996
- /11/ Ylimartimo, Timo, prosessimies, Outokumpu Chrome Oy, vedenkäsittelyn perehdyttämiskierros, 27.3.2012

8. LIITELUETTELO

Liite 1 Mitatut kiintoainepitoisuudet 27.4.2012

Liite 2 Mitatut kiintoainepitoisuudet 8.5.2012

Liite 1/1

		Asiakastilausno: 14462 27.04.2012 1 (3)	
DEKANTTERILINGON_LIETE_2012.04.27			
Tomio Research Centre			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#530301	Näyte 1 klo 7:56	27.04.2012	
kiintoaine			
16764.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#530305	Näyte 2 klo 8:01	27.04.2012	
kiintoaine			
18968.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#530306	Näyte 3 klo 8:06	27.04.2012	
kiintoaine			
18680.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#530307	Näyte 4 klo 8:15	27.04.2012	
kiintoaine			
17156.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#530308	Näyte 5 klo 8:20	27.04.2012	
kiintoaine			
18384.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#530309	Näyte 6 klo 8:25	27.04.2012	
kiintoaine			
14508.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#530310	Näyte 7 klo 8:30	27.04.2012	
kiintoaine			
8480.0 mg/l			

Liite 1/2



Tomio Research Centre

DEKANTTERILINGON_LIETE_2012.04.27

Asiakastilausno: 14462
27.04.2012
2 (3)

Näyttenumero: #530311	Näyte: Näyte 8 klo 8:35	Näytteenottopäivä: 27.04.2012
kiintoaine		
4920.0 mg/l		
Näyttenumero: #530312	Näyte: Näyte 9 klo 8:40	Näytteenottopäivä: 27.04.2012
kiintoaine		
6524.0 mg/l		
Näyttenumero: #530313	Näyte: Näyte 10 klo 8:45	Näytteenottopäivä: 27.04.2012
kiintoaine		
5264.0 mg/l		
Näyttenumero: #530314	Näyte: Näyte 11 klo 8:50	Näytteenottopäivä: 27.04.2012
kiintoaine		
4368.0 mg/l		
Näyttenumero: #530315	Näyte: Näyte 12 klo 8:55	Näytteenottopäivä: 27.04.2012
kiintoaine		
3732.0 mg/l		
Näyttenumero: #530316	Näyte: Näyte 13 klo 9:00	Näytteenottopäivä: 27.04.2012
kiintoaine		
2448.0 mg/l		
Näyttenumero: #530317	Näyte: Näyte 14 klo 9:05	Näytteenottopäivä: 27.04.2012
kiintoaine		
2908.0 mg/l		

Liite 1/3




Asiakastilausnro: 14462
27.04.2012
3 (3)

DEKANTTERILINGON_LIETE_2012.04.27


Näyttenumero: #530318
Näyte 15 klo 9:10
Klintoaine
2728.0 mg/l

Näytteenottopäivä:
27.04.2012

Liite 2/1

		Asiakastilausno: 14609 08.05.2012 1 (3)	
DEKANTTERILINGON_LIETE_2012.05.08			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533241	Näyte 1 klo 7:20	08.05.2012	
kiintoaine			
14880.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533245	Näyte 2 klo 7:35	08.05.2012	
kiintoaine			
9980.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533246	Näyte 3 klo 8:30	08.05.2012	
kiintoaine			
4908.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533247	Näyte 4 klo 8:45	08.05.2012	
kiintoaine			
7076.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533248	Näyte 5 klo 9:00	08.05.2012	
kiintoaine			
6820.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533249	Näyte 6 klo 9:15	08.05.2012	
kiintoaine			
9816.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533250	Näyte 7 klo 9:30	08.05.2012	
kiintoaine			
11928.0 mg/l			
<hr/>			
<small>Outokumpu Itäkeskus Oy Puhuri Torni, Finland Puhuri Torni, Finland, Puhuri Torni, Finland, Puhuri Torni, Finland, Puhuri Torni, Finland Dokumentti: Tomio, Finland, BusinessID: 000331958, VAT: FI0203109</small>			

Liite 2/2

		Asiakastilausno: 14609 08.05.2012 2 (3)	
DEKANTTERILINGON_LIETE_2012.05.08			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533251	Näyte 8 klo 9:45	08.05.2012	
kiintoaine			
10056.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533252	Näyte 9 klo 10:00	08.05.2012	
kiintoaine			
6480.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533253	Näyte 10 klo 10:15	08.05.2012	
kiintoaine			
9728.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533254	Näyte 11 klo 10:30	08.05.2012	
kiintoaine			
7764.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533255	Näyte 12 klo 10:45	08.05.2012	
kiintoaine			
6432.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533256	Näyte 13 klo 11:00	08.05.2012	
kiintoaine			
5140.0 mg/l			
Näyttenumero:	Näyte:	Näytteenottopäivä:	
#533257	Näyte 14 klo 11:15	08.05.2012	
kiintoaine			
10460.0 mg/l			

Liite 2/3



Asiakastilausno: 14609
08.05.2012
3 (3)

DEKANTTERILINGON_LIETE_2012.05.08

Näyttenumero: #533258
Näyte 15 klo 11:30
Klintoaine
17296.0 mg/l

Näytteenottopäivä:
08.05.2012