Metropolia

Kirsi Kilponen

Vaahdonestokemikaalit ja niiden käyttö kylmävalssatun ruostumattoman teräksen kemiallisessa valssausöljyn poistoprosessissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Kemiantekniikan koulutusohjelma
Insinöörityö
22.02.2012

Metropolia

Tiivistelmä

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Kirsi Kilponen Vaahdonestokemikaalit ja niiden käyttö kylmävalssatun ruostumattoman teräksen kemiallisessa valssausöljyn poisto-prosessissa 62 sivua + 7 liitettä 22.02.2012
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kemiantekniikka
Ohjaajat	yliopettaja Marja-Terttu Huttu kehitysinsinööri Marko Niska

Outokumpu Tornio Works Oy:n Kylmävalssaamon hehkutus-peittauslinjalla toimivat valssausöljyn poistoprosessiyksiköt tuottavat neutralointilaitoksen öljynerotusyksikköön mineraaliöljypitoisia jätevesiä. Nämä jätevedet vaahtoavat ajoittain aiheuttaen ongelmia öljynerotusprosessin kulkuun.

Työn tavoitteeksi asetettiin eri vaahdonestokemikaaleja testaamalla löytää öljynerotusprosessiin parhaiten soveltuva kemikaali poistamaan vaahtoamista. Työ soveltuu myös tueksi syvemmälle tutkimukselle neutralointilaitoksen öljynerotusprosessin vaahtoamisongelman ratkaisemiseksi.

Tavoitteiden tueksi työn teoriaosassa määritellään vaahto ja selvitetään vaahdon muodostumisen syyt ja sen aiheuttamat ongelmat. Lisäksi teoriaosassa tutkitaan vaahdonestokemikaalien ominaisuuksia. Teoriaosassa on myös kooste niistä prosessikuvauksista, jotka liittyvät työn kokeelliseen osaan.

Kokeellinen osa muodostuu hehkutus-peittaus2-linjalla ja neutralointilaitoksen öljynerotusprosessissa tapahtuvista prosessikokeista. Näissä kokeissa testattiin neljää eri vaahdonestokemikaalia lisäämällä kemikaaleja prosessissa vaahtoavaan kohtaan ja tutkimalla visuaalisesti sekä mitattujen parametrien avulla kemikaalien tehokkuutta vaahtoon. Lisäksi kokeellisessa osassa tutkittiin laboratoriosimulaatioiden avulla valssausöljynpoistossa käytetyn Peittex Valssi III -kemikaalin käyttäytymistä eri olosuhteissa.

Prosessikoetulosten perusteella kemikaaleista Suomen KL-lämmön KK200-vaahdonestokemikaali osoittautui parhaaksi vaahdonestokemikaaliksi neutraloinnin öljynerotusprosessiin. Teoriassa kemikaalia on mahdollista syöttää jo HP2-linjan rasvanpoistoyksikköön, jolloin hallitsematonta vaahtoamista neutralointilaitoksella ei syntyisi. Mikäli kemikaalia syötettäisiin jo HP2-linjalla, voi riskinä olla liuoksen uudelleenvaahtoaminen neutralointilaitoksella pH-muutosten seurauksena. Työn perusteella vaahtoamisen syyksi epäillään Peittex Valssi III -kemikaalin ylimäärää valssausöljynpoistoliuoksessa.

Avainsanat	tensidi, vaahdonestoaine, vaahtoaminen, valssausöljy, öljynerotus

Metropolia

Abstract

Author(s) Title Number of Pages Date	Kirsi Kilponen Foaming surfactans and their use in the chemical degreasing process of cold-rolled stainless steel 62 pages + 7 appendices 22 February 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Chemical Engineering
Instructor(s)	Marja-Terttu Huttu, Principal Lecturer Marko Niska, Development Engineer

The chemical degreasing process units operating at the annealing and pickling line in Outokumpu Tornio Works cold rolling mill produce sewage containing mineral oil to the neutralization plant's oil separating unit. This sewage starts to foam from time to time causing problems for the degreasing process.

The objective of this thesis was to find a chemical that would be most suitable for preventing foaming in the separating process by testing different anti-foaming agents. The thesis can also be used as a supportive study for a deeper study on anti-foaming in the neutralization plant's degreasing unit.

To support the objective, the foam and the cause of foaming as well as the problems foaming causes are defined in the theory section. In addition, the features of the anti-foaming agents are studied. Furthermore, there is a summary of the processes that were examined in the experimental section of this thesis.

The experimental section consists of process experiments at the annealing and pickling line 2 and in the neutralization plant's oil separating process. In these experiments four different anti-foaming agents were tested applying the agent directly to the foam. Visual observation as well as measured parameters were used to determine the effectiveness of the chemical. In addition, the behaviour of Peittex Valssi III chemical used in the degreasing was studied in different conditions using laboratory simulation.

According to the results of the process tests, the Suomen KL-Lämpö KK200 anti-foaming agent turned out to be the best solution for the neutralization plant's oil separating process. In theory, is possible to add the chemical as early as in the degreasing process unit in the HP2-line. As a result, uncontrollable foaming would not arise at the neutralization plant. If the chemical was already been fed at the AP2-line, there could be a risk that the pH changes cause re-foaming at the neutralization plant. On the basis of the experiments, the cause of foaming seems to be the excess of Peittex Valssi III chemical in the degreasing process.

Keywords	Antifoaming agent, Degreasing, Foaming, Surfactant

Sisällys

1 Johdanto 1

2 Käytetyt lyhenteet ja käsitteet 2

3 Outokumpu Tornio Works tehtaiden toiminnan kuvaus 3

3.1 Outokumpu Tornio Works 3
3.2 Ruostumattoman teräksen kylmävalssaus 3

4 Valssausöljyn poistoprosessi HP2-linjalla 6

4.1 HP2-linjan toiminnan kuvaus 6
4.2 Esirasvanpoisto 7
4.3 Päärasvanpoisto 9
4.4 Rasvanpoiston huuhtelu ja lauhdevesi 10
4.5 Nauhakuivain 10

5 Öljypitoisten prosessivesien käsittely neutralointilaitoksella 11

5.1 Neutralointilaitoksen toiminnan kuvaus 11
5.2 Vastaanottosäiliöt 11
5.3 Hapotus 11
5.4 Neutralointi 12
5.5 Flotaatio 12
5.5.1 Vaahdotus 12
5.5.2 Dispersiovesi 13
5.5.3 Sakan keräys 13
5.6 Jatkuvatoiminen hiekkasuodatin 14
5.7 Tasaussäiliö 15

6 Vaahto 16

6.1 Tensidit 16
6.1.1 Tensidimolekyyli 16
6.1.2 Tensidien ryhmittely 17
6.1.3 Tensidien sovelluskohteita 18
6.1.4 Tensidien ympäristövaikutukset 19

6.2 Vaahdon muodostuminen 19
6.3 Vaahdon aiheuttamat ongelmat 20
6.4 Vaahdonestokemikaalien käyttö 21
6.5 Vaahdonestoaineiden kemialliset ominaisuudet 22

7 Vaahtoamisen simulointikokeet laboratoriossa 23

7.1 Simulointikokeiden tarkoitus 23
7.2 Simulointikokeissa testatut parametrit 23
7.3 Simulointikokeet laskeuttamalla: liuoksen Peittex-pitoisuuden vaikutus vaahdon pysyvyyteen 25
7.4 Laskeutuskokeen Peittex-pitoisuuden laskeminen 28

8 Prosessikokeet 30

8.1 Prosessikokeiden vaahdonestokemikaalit 30
8.2 Kokeisiin liittyvät esitiedot ja -valmistelut 31
8.2.1 Pohjakaivot 32
8.2.2 Vaahdonestokemikaalien syötöt 32
8.2.3 Annostelupumpun kalibrointi 33
8.2.4 Prosessikokeen eteneminen 34
8.3 Koe I kemikaalilla KK200 36
8.4 Koe II kemikaalilla KK220 37
8.5 Koe III kemikaalilla F99 39
8.6 Koe IV kemikaalilla F330 41
8.7 Koe V kemikaalilla KK200 43

9 Tulokset 45

9.1 Mittaustulokset vaahdonestokemikaalien prosessikokeista 45
9.2 Annostelupumpun kalibrointi vaahdonestokemikaaleilla 46
9.3 Peittex-kemikaalin lisäysmäärän laskeminen päärasvanpoiston kierrätyssäiliöön 49

10 Tulosten tarkastelu 53

10.1 Vaahdonestokemikaalien vertailu 53
10.2 Vaahdonestokemikaalien analyysitulosten tarkastelu 54
10.3 Kemikaalilisäykset päärasvanpoistoon 54
10.4 Prosessikokeiden tarkastelu 55
10.5 Prosessikoenäytteet 56
10.6 Laboratoriosimulaatiotulosten tarkastelu 56

10.7 Jatkotoimenpide-ehdotukset 57

11 Yhteenveto 59

Lähteet 61

Liitteet

Liite 1. Virtauskaavio prosessivesien käsittelystä Neutralointilaitos 2:lla

Liite 2. Ohjeistus prosessikokeeseen

Liite 3. I prosessikoe kemikaalille KK200

Liite 4. II prosessikoe kemikaalille KK220

Liite 5. III prosessikoe kemikaalille F99

Liite 6. IV prosessikoe kemikaalille F330

Liite 7. V prosessikoe kemikaalille KK200

1 Johdanto

Helmikuussa vuonna 2009 valmistui Outokumpu Tornio Worksin modernisoitu hehkutuspeittauslinja, HP2, jonka myötä linjan valssausöljynpoistossa otettiin käyttöön vesi ja kemikaalit. Ennen modernisoitua linjaa öljy poistui teräsnauhan pinnasta vain välipaperiin imeytymällä. Uudistus nosti öljypitoisten vesien virtauksia neutralointilaitokselle, sillä yksistään uuden HP2-linjan teoreettinen poiste on 40,8 m^3 vuorokaudessa, joka on yli 50 % neutralointiin tulevista öljynerotusprosessin kokonaisvirtauksista. Poisteen sisältämien kemikaalimäärien lisääntyessä alkoi neutralointilaitoksella esiintyä ajoittaista öljypitoisen veden vaahtoamista. Vaahtoamisesta on tullut lisääntyvä ongelma, ja siitä on tehty kaksi ympäristöpoikkeamaraporttia vuonna 2010.

Insinöörityön tarkoituksena on tarkastella teoreettisesti vaahdonestokemikaaleja ja vertailla kokeellisesti eri kemikaalivaihtoehtoja käytettäväksi neutraloinnin öljynerotusprosessissa. Työn laajuuteen ei sisälly selvitystyötä vaahtoamiseen johtavista syistä prosessissa, mutta vaahtoamisen syyt tulee tuntea, jotta vaahdonestokemikaaleja voidaan laboratorio-olosuhteissa testata. Parametreista, kuten pH ja johtokyky, saadaan konkreettisia lukuarvoja, mutta suurimmaksi osaksi vaahdon mittaaminen perustuu visuaaliseen havaintoon. Insinöörityön loppuun on koottu valokuvasarjat, jotka helpottavat tulosten hahmottamista.

Vaahdonestokemikaaleja ei käytetä Outokumpu Tornio Works Oy:ssä, mutta tämä insinöörityö käsittelee yhtenä osa-alueena vaahdonestokemikaaleja. Nämä kemikaalit tulevat mahdollisesti olemaan pysyvä osa öljynerotusprosessia.

2 Käytetyt lyhenteet ja käsitteet

CT1, CT2, CT3
: Valssausöljyn huuhtelualtaat valssausöljyn poistoyksikössä.

Dispersio
: Homogeeninen seos, jossa on kaksi toisiinsa liukenematonta ainetta.

HP
: Hehkutus-peittaus. Eräs jaloteräksen eli ruostumattoman teräksen kylmävalssaamon prosessointilinjoista.

koagulantti
: saostaja

Kyva
: Kylmävalssaamo. Kylmävalssatun jaloteräksen tuotanto-osasto.

Peittex
: Peittex Valssi III. Puhdistuskemikaali öljy- ja rasvapitoisille epäpuhtauksille.

RAP5
: Rolling Annealing Pickling. Jaloteräksen kylmävalssaamon tuotantoprosessit sisältävä jatkuvatoiminen valssaus- sekä hehkutus-peittauslinja.

Rasvanpoistoyksikkö
: Valssausöljyn poistoyksikkö Kylmävalssaamon hehkutus-peittaus2 -linjalla.

Substituutio
: Kemiallinen reaktio, jossa atomi tai atomiryhmä korvautuu toisella atomilla tai atomiryhmällä.

T2, T3
: Valssausöljyn poistoyksikön huuhtelualtaan suutinputket.

3 Outokumpu Tornio Works -tehtaiden toiminnan kuvaus

3.1 Outokumpu Tornio Works

Outokumpu Tornio Works Oy muodostuu Torniossa ja Keminmaassa sijaitsevista Outokumpu Stainless Oy:stä ja Outokumpu Chrome Oy:stä sekä Hollannin Terneuzenissa sijaitsevasta teräksen leikkauslinjasta, Outokumpu Stainless B.V:sta. Outokumpu Tornio Works Oy:n toiminta keskittyy kromimalmin jalostukseen, ruostumattoman teräksen valmistukseen sekä tutkimukseen. Tähän maailman suurimpaan integroituun tuotantoketjuun sisältyy ferrokromin pääraaka-aineen eli kromiittirikasteen tuotanto ja jatkojalostus ferrokromitehtaalla, teräsaihioiden valu terässulatolla, aihioiden kuumamuokkaus kuumavalssaamolla sekä kylmämuokkaus kylmävalssaamolla ja myynnin sekä logistiikan palvelut.

3.2 Ruostumattoman teräksen kylmävalssaus

Outokummun Tornion tehtailla on kaksi erillistä kylmävalssaamorakennusta (Kyva): Kylmävalssaamo 1 ja Kylmävalssaamo 2. Näistä Kyva 1 sisältää yhden esihehkutus-peittauslinjan kuumavalssatulle materiaalille (HP3) sekä kolme kylmävalssatun teräksen hehkutus-peittauslinjaa (HP1, HP2 ja HP4). HP-linja 1:llä voidaan hehkutus-peitata myös kuumavalssattu materiaali eli linja on niin kutsuttu kombi-linja.

Kyva 2 eli RAP5 (Rolling Annealing Pickling) on jatkuvatoiminen linja, jossa tuotantoprosessit on sijoitettu yhdeksi kokonaisuudeksi. Mittasuhteiden hahmottamiseksi kuvan 1 oikeassa laidassa on Kyva 2 -halli, jonka pituus on noin 800 metriä.

Kuva 1. Outokummun Tornion tehtaat, jossa kuvan oikealla sijaitsevat Kyva 1 ja Kyva 2 (Outokumpu 2011a).

Kuumavalssatun materiaalin HP-linjalla kuumavalssaamolta tullut, rullalle kääritty teräsnauha kelataan auki ja nauhan pää hitsataan kiinni linjassa jo olevaan edelliseen nauhaan. Hitsauksen jälkeen nauha viedään hehkutusuuniin, jossa nauhan lämpötila nostetaan teräslajista riippuen n. 1 000 °C lämpötilaan. Hehkutusuunin sisältämää esihehkutusuunia lämmitetään varsinaisen hehkutusuunin savukaasuilla. Rekristallisaatiohehkutuksen ansiosta teräksen raekoko homogenisoituu, teräksen mekaaniset ominaisuudet tasaantuvat ja teräksen muokkauslujittuminen poistuu. Uunin jälkeen teräsnauha jäähdytetään ja sen pinnalla oleva oksidikerros rikotaan mekaanisella hilseenpoistolla. Loput oksidikerroksesta sekä nauhan pintaan syntynyt kromiköyhä kerros poistetaan elektrolyytti- ja sekahappopeittauksessa liuottamalla. (Kromimalmista ruostumattomaan teräkseen 2004: 12.)

Kylmävalssatun materiaalin HP-linjat poikkeavat osittain edellä kuvatusta HP-prosessista. Kylmävalssatun materiaalin hitsauksen jälkeen nauha viedään hehkutusuuniin. Näillä linjoilla ei ole mekaanista hilseenpoistoa, mutta elektrolyytti- ja sekahappopeit-

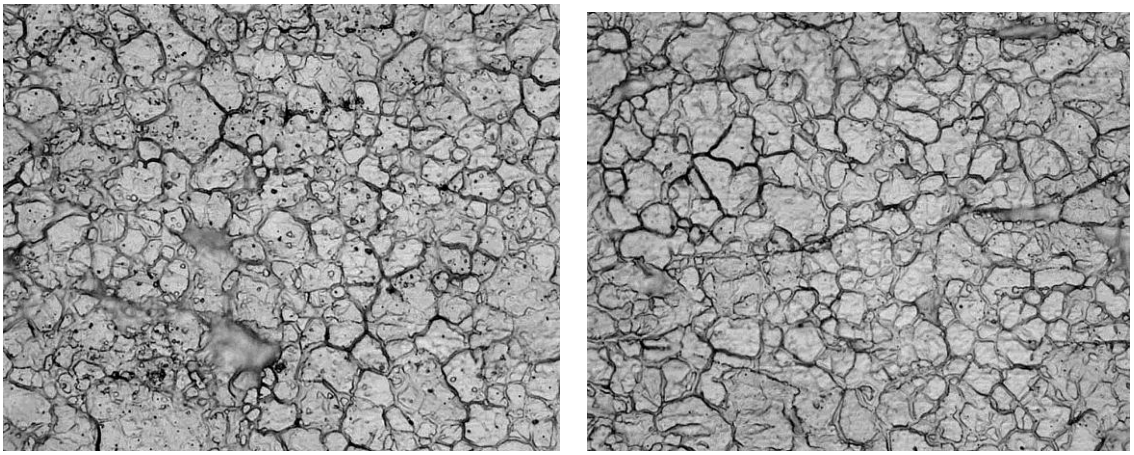
taus ovat kuumavalssatun materiaalin HP-linjan mukaiset. (Kromimalmista ruostumattomaan teräkseen 2004: 12.)

4 Valssausöljyn poistoprosessi HP2-linjalla

4.1 HP2-linjan toiminnan kuvaus

Kylmävalssaamolla esihehkutettu teräsnauha kylmävalssataan Sendzimir-valssaimella. Valssauksessa teräksen pintaan syötetään mineraaliöljyä, joka toimii sekä voitelu- että jäähdytysaineena. Öljy poistetaan teräksen pinnasta loppuhehkutuksen valssausöljyn poistoyksikössä eli rasvanpoistoyksikössä, jotta se ei aiheuta pintavirheitä valmiissa teräsnauhassa.

HP2-linjan rasvanpoistoyksikköön tulevan teräksen pinnassa on noin 250 mg/m^2 valssausöljyä. Yksikön pituus on 14 metriä, ja se pystyy käsittelemään teräsnauhaa enintään 120 metriä minuutissa. Valssausöljyn poisto tapahtuu kemiallisesti liuoslämpötilan ollessa 80 °C sekä mekaanisesti harjausrullien avulla. Kuvassa 2 on mikroraekuvat peitatun teräksen pinnasta, joista vasemmanpuoleiseen teräkseen ei ole käytetty kemiallista valssausöljyn poistoa, mutta oikeanpuoleiseen on. Teräksen pintaan jäänyt valssausöljy näkyy vasemmanpuoleisessa kuvassa keskellä sameampana kohtana sekä tummina pisteinä teräsrakeiden pinnalla. (Soppela 2011.)



Kuva 2. Vasemmalla mikroraekuva peitatusta teräksen pinnasta ilman kemiallista rasvanpoistoa ja oikealla kuva teräksestä, jolle on tehty kemiallinen rasvanpoisto. (Niska 2004.)

Poistovirtana pohjakaivoihin valssausöljy-vesiliuosta lähtee keskimäärin 2 m^3/h. Poistuvan liuoksen johtokyky liikkuu välillä 1 800–2 000 mS/m ja pH-arvo on noin 13. Laite-

toimittajan määrittelemä takuuarvo teräksen pinnalla olevalle mineraaliöljylle valssausöljyn poistoprosessin jälkeen on maksimissaan 50 mg/m^2, mikä tarkoittaa 80 %:n valssausöljyn poistumaa. (Niska 2011.)

4.2 Esirasvanpoisto

Rasvanpoistoyksikköön tullessaan teräsnauha kulkee ensin esirasvanpoistoaltaan läpi. Valssausöljyn poistossa käytetään teräksen pintaan suihkutettavaa öljy- ja rasvapitoisille epäpuhtauksille tarkoitettua puhdistuskemikaalia, Peittex Valssi III, joka on alkalinen matalavaahtoinen puhdistuskemikaali.

Taulukko 1. Peittex-kemikaalin ominaisuuksia.

Kauppanimi	PEITTEX VALSSI III
Olomuoto	neste
Väri	ruskea
Haju	ominainen haju
Viskositeetti (Natriumhydroksidi)	50 mPa*s (50 % liuos, 25 °C)
pH	13 (1 % liuos)
Tiheys	n. 1 380 kg/m^3
Kiehumispiste	> 100 °C
Koostumus	natriumhydroksidi (35 %) alkyyliglukosidi (< 5 %) C9-11-alkoholietoksilaatti (< 2 %) heksyyli-D-glukosidi (< 2 %) 2-etyyliheksanolietoksilaatti (< 2 %)

Peittex sisältää 35 m-% natriumhydroksidia. Outokummun valssausöljynpoistossa käytetyn pesuaineliuoksen NaOH-pitoisuus on 15–20 g/l. Taulukossa 1 on eritelty tärkeimmät ominaisuudet Peittex-kemikaalille. (Outokumpu Tornio Works 2008.)

Vesi-Peittex-liuoksella kostutettu nauha kulkee kahden harjausrullan ja kumisen vastarullan lävitse harjojen samalla harjatessa nauhan pintaa 1 kW:n voimakkuudella. Suuttimilta tuleva pesuaineliuos johdetaan esirasvanpoistoaltaaseen repijäpumpun

kautta, minkä jälkeen liuos suodattuu nauhasuotimelta esirasvanpoiston kierrätyssäiliöön. Kuvassa 3 on nauhasuodin, johon suodattuva liuos on hyvin emäksistä ja öljyistä.

Kuva 3. Nauhasuotimelle suodattunutta valssausöljy-Peittex-liuosta.

Osa nesteen poistumasta tapahtuu sekä hönkähöyrynä että suodattimeen jäävän sakan mukana. Muu liuos kiertää lämmönvaihtimen kautta takaisin esirasvanpoistoaltaaseen. Esirasvanpoiston kierrätyssäiliöön tuleva liuos on päärasvanpoiston kierrätyssäiliön ylivuotona tulevaa liuosta. (Soppela 2011).

Esirasvanpoistossa käytetään rasvanpoistokemikaalien lisäksi muovisia polypropeeniharjoja, jotka tehostavat valssausöljyn poistumista teräksen pinnasta. Teräksen pintaa ei kuitenkaan harjata kuivana, vaan harjojen mukana kulkeutuu pieni määrä Peittex-liuosta teräksen pintaan (Soppela 2011). Kuvan 4 oikeanpuoleista harjarullaa on käytetty kuusi viikkoa.

Kuva 4. Vasemmassa kuvassa puhdas harjarulla ja oikealla öljyn likaamia harjaksia. Harjauksessa harjoihin jää öljypartikkeleita sekä välipaperia (kuva oikealla). Lisäksi harjasten päät katkeilevat kulkeutuen esirasvanpoiston nauhasuotimeen.

4.3 Päärasvanpoisto

Esirasvanpoistoprosessin läpi käynyt teräsnauha tulee päärasvanpoistoprosessiin, jossa teräksen pinta pestään vedellä ja pesuaineella. Sekä esi- että päärasvanpoistoprosessi toimivat samalla periaatteella, mutta päärasvanpoistossa ei käytetä harjarullia. Päärasvanpoistoaltaassa on kymmenen kappaletta pesuainesuuttimia, ja niistä sekä teräsnauhasta valuva pesuaineliuos päätyy päärasvanpoiston kierrätyssäiliöön, josta se pumpataan takaisin suuttimille. (Outokumpu 2011a).

Vesi päärasvanpoistoaltaaseen saadaan rasvanpoiston huuhteluvedestä ja raakavedestä. Pesuaine sen sijaan annostellaan mäntäpumpun avulla suoraan päärasvanpoiston kierrätyssäiliöön (Soppela 2011). Pesuainekiertoja on kaksi erillistä; toinen pää- ja toinen esirasvanpoistossa. Päärasvanpoistosäiliöstä kierrätetään liuosta takaisin päärasvanpoiston pesusuuttimille lämmönvaihtimen kautta, ja säiliön ylivuoto menee esirasvanpoiston kierrätyssäiliöön, jossa sitä käytetään esirasvanpoiston pesuliuoksena. Päärasvanpoistoon tulee lisävettä rasvanpoiston huuhteluvesistä.

4.4 Rasvanpoiston huuhtelu ja lauhdevesi

Pesuaineliuoksella pesty teräsnauha kulkee huuhtelualtaan läpi, joka on jaettu kolmeen erilliseen yksikköön, CT1, CT2 ja CT3. Yksiköt on erotettu toisistaan puristusrullilla, ja jokaisessa yksikössä on neljä vesihuuhtelusuutinta. Rasvanpoiston huuhtelun vesi saadaan HP2-rasvanpoistoyksikön lämmönvaihtimista ja nauhakuivaimen höyryistä syntyvistä lauhteista. Lauhde kerätään lauhdesäiliöön, josta se pumpataan huuhtelun viimeisille suuttimille.

Huuhteluveden kulku on vastakkaissuuntainen tulevaa teräsnauhaa kohti, joten puhtain vesi on nauhan kulkusuuntaan nähden viimeisessä huuhteluyksikössä CT3 ja likaisin vesi ensimmäisessä yksikössä CT1. CT3-säiliöstä liuos kiertää takaisin huuhtelualtaan viimeisille suutinputkille T3. Muu liuos valuu ylivuotona säiliön keskimmäiseen osaan. Keskimmäisestä osasta liuos pumpataan takaisin huuhtelualtaaseen, T2:n suutinputkiparille, josta liuos valuu kierrätyssäiliön keskimmäiseen osaan CT2. Altaan keskimmäinen osa toimii samalla kierrätysperiaatteella kuin viimeinen osa, eli CT2-altaan ylivuoto menee altaaseen CT1, jossa kiertää päärasvanpoiston huuhtelun likaisin liuos. Tämän altaan ylivuoto johdetaan esirasvanpoiston säiliöön, jossa liuosta kierrätetään huuhtelualtaan ja kierrätyssäiliön välillä samaan tapaan kuin päärasvanpoistossa. Tarvittaessa prosessiin voidaan lisätä raakavettä.

4.5 Nauhakuivain

Öljynerotusprosessin viimeisessä vaiheessa puhdistettu teräsnauha kulkee kuivaimen läpi. Kuivaimen alkupäähän puhalletaan normaalilämpöistä ilmaa, joka työntää suurimmat nestepisarat pois nauhan pinnasta. Loppupäähän puhalletaan lämmönvaihtimien kautta tulevaa 95 celsiusasteista ilmaa, joka haihduttaa jäljelle jääneen nesteen. Puhallettu lämmin ilma otetaan talteen, ja se kiertää lämmönvaihtimien kautta takaisin kuivaimeen. Nauha kuivataan, jotta kosteus ei kulkeutuisi nauhavaraajaan. Kosteus aiheuttaa myös teräkselle pintavirheitä, jotka havaitaan vesiläikkien muodossa.

5 Öljypitoisten prosessivesien käsittely neutralointilaitoksella

5.1 Neutralointilaitoksen toiminnan kuvaus

HP-linjojen ja RAP5-linjan rasvanpoistosta tuleva öljypitoinen vesi johdetaan neutralointilaitokselle, jossa emulsiosta poistetaan erilaisten prosessien avulla valssausöljy. Laitokselle tulevan emulsion öljypitoisuuden tavoitearvot ovat maksimissaan 600 mg/l ja puhdistetun lähtevän veden öljypitoisuus alle 3 mg/l. Laitoksen normaali prosessinopeus on 8-12 m^3/h, mutta pienimmillään virtausnopeus voi olla vain 5 m^3/h. Laitos pyörii jatkuvatoimisena prosessina (Vanhamaa 2009: 5). Liitteessä 1 on esitetty prosessivesien käsittely virtauskaaviona.

5.2 Vastaanottosäiliöt

Neutralointilaitoksella on kaksi vastaanottosäiliötä, joihin sekä kylmävalssaamo 1:n että kylmävalssaamo 2:n öljy- ja rasvapitoiset prosessivedet ohjataan. Kummankin vastaanottosäiliön tilavuus on 30 m^3. Kylmävalssaamoilta tulevan öljypitoisen veden tilavuusvirta on maksimissaan 12 m^3/h. Vastaanottosäiliöiden maksimaalinen pumppausteho on 25 m^3/h. (Vanhamaa 2009: 5.)

5.3 Hapotus

Vastaanottosäiliöistä neste pumpataan hapotukseen, jossa sen pH lasketaan rikkihapon avulla arvoon 3. Hapotus parantaa öljyemulsion hajoamista ja mahdollistaa flotaation öljynerotuksen myöhemmässä vaiheessa. Tämän jälkeen liuokseen lisätään koagulanttina toimivaa 40 massaprosenttista polyalumiinikloridia, jolloin liuoksen öljypartikkelit muodostavat tämän apukemikaalin kanssa sidoksia. (Vanhamaa 2009: 5.)

5.4 Neutralointi

Hapotuksesta tullessaan neste on pH-arvoltaan n. 3. Neste neutraloidaan koagulaation takaamiseksi. Neutralointi tapahtuu nostamalla pH ensin natriumhydroksilla arvoon 5 neutralointisäiliö 1:ssä ja sen jälkeen hienosäätämällä pH arvoon 6 neutralointisäiliö 2:ssa. Öljynerotuksen myöhemmissä vaiheissa pH:n säätöä ei tapahdu, joten nesteen pH:n tulee olla lähellä neutraalia, jotta se voidaan laskea kanaaleihin. (Vanhamaa 2009: 5.)

5.5 Flotaatio

5.5.1 Vaahdotus

Flotaatio eli vaahdotus on menetelmä, jonka avulla voidaan erottaa dispergoitunut hienojakoinen hiukkanen dispersioväliaineesta ominaispainoeron avulla eli laskemalla dispergoituneen aineen ja ilmakuplan ominaispaino veden ominaispainoa pienemmäksi. Flotaatio perustuu hiukkasten pintaeroihin ja hydrofobisuuteen, joka saadaan aikaan kokoojareagenssin avulla. Apukoagulanttina käytetään ferrikloridia, joka saostaa öljypartikkelit suuremmiksi, jolloin ne kasvattavat partikkelien pinta-alaa. Flotaattoriin syötetään alakautta paineistettua ilmaa, jolloin vesilietteessä olevat hiukkaset tarttuvat ilmakupliin ja kulkeutuvat nesteen pinnalle jääden vaahtona kellumaan siihen. Flotaattorin alaosasta poistuu puhdistunut vesi jatkokäsittelyyn. (Kreivi 2000: 7.)

Flotaatiomenetelmiä on kahta erilaista, Dispersed-air-flotation- ja Dissolved-air-flotation-menetelmät. Ensin mainitussa ilmakuplat valmistetaan sekoittamalla tai imeyttämällä ilma veteen ja jälkimmäisessä ilma liuotetaan veteen. Outokummun Neutralointilaitoksella on käytössä Wiser-WPF-flotaatio, joka on Dissolved-air-flotation-menetelmästä jatkojalostettu suomalainen versio. Erona perinteiseen menetelmään on mikrokuplien koko, kaasunliuotus dispersioveteen ja erillinen sekoitusyksikkö, jossa kuplat ja flokit sekoittuvat keskenään ennen virtausta flotaatioaltaaseen. (Kreivi 2000: 13.)

5.5.2 Dispersiovesi

Flotaatiossa ilmakuplista pyritään saamaan mahdollisimman pieniä, jolloin partikkelien erottuminen nesteestä on tehokkainta. Dispersiovesi on kaasulla, tässä tapauksessa ilmalla, paineistettua vettä. Paineistettuna nesteeseen liukenee enemmän kaasua ja kun tämä neste-kaasu-seos johdetaan flotaattorille, vapautuu pieniä ilmakuplia, jotka nostavat partikkelit nesteen pintaan. Dispersioveden määrä koko nestemäärästä on muutaman prosentin luokkaa ja se paineistetaan noin 500 kPa paineessa. (Huttu 2010.)

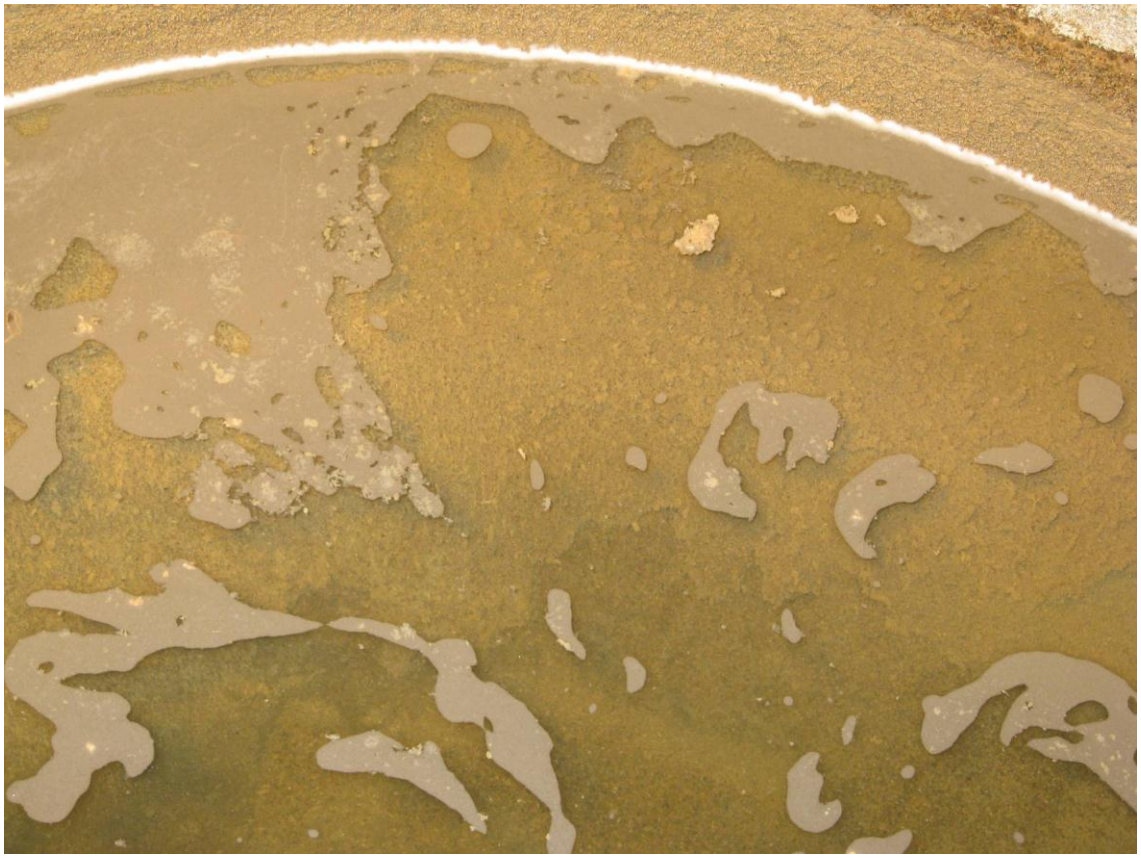
Neutralointilaitoksen öljynerotusprosessissa käytetään puhdasta prosessivettä dispersiovetenä. Dispersiovedessä kuplien halkaisija on 5–30 µm, ja ne synnytetään paineistamalla prosessivettä. Pienien kuplien etuna on niiden suuri yhteiskontaktipinta-ala, jolloin myös syötettävän dispersioveden määrä on pienempi, epäpuhtauksien erottuminen on parempaa ja reaktiot ovat tehokkaampia. (Kreivi 2000: 14.)

5.5.3 Sakan keräys

Flotaation tuloksena nesteen pinnalle nousseet partikkelit kerätään ylitteenä talteen. Outokummulla talteenotto tapahtuu pintaa viistävien harjojen avulla. Talteen otettu liete johdetaan säiliöön, jossa siitä laskeutetaan vesi pois. Vesi johdetaan takaisin neutralointiprosessin vastaanottosäiliö 2:een. Viikoittain lietettä kerääntyy lietevarastoon noin 15 m^3 ja tämä liete toimitetaan Riihimäen ongelmajätelaitokselle. (Kreivi 2000: 11.)

5.6 Jatkuvatoiminen hiekkasuodatin

Käsitellyn liuoksen loppupuhdistus tehdään jatkuvatoimisella hiekkasuodattimella. Kuva 5 on otettu hiekkasuodinsäiliön päältä ja siitä erottuu nesteen pinnan alta hiekkapatja.



Kuva 5. Hiekkasuotimen hiekkapatja, joka erottuu nesteen pinnan alta.

Hiekkasuodattimen tarkoitus on tehostaa flotaattorilla syntyneen saostuman erottumista. Hiekkasuodattimen yläosaan tulee sekä flotaattorin alite, eli flotaattorilla puhdistettu vesi, että puhdas prosessivesi. Suodattimen alaosasta kulkeutuu likaisinta hiekkaa säiliön keskellä olevalle mammut-pumpulle, joka on esitetty kuvassa 6.

Kuva 6. Mammut-pumppu.

Mammut-pumppu nostaa hiekan paineilman pakottamana suodattimen yläosaan pesuruuville. Pesty hiekka putoaa takaisin suodattimen yläosaan ja vesi laskeutuu hiekkasuodattimessa olevan hiekan läpi samalla suodattuen ja puhdistuen hiekkaan. Likainen vesi palautuu takaisin prosessin alkuun. Hiekkasuodattimesta poistuu ylivuotona puhdasta nestettä, jonka öljypitoisuus on alle 3 mg/l. (Helanterä 2002.)

5.7 Tasaussäiliö

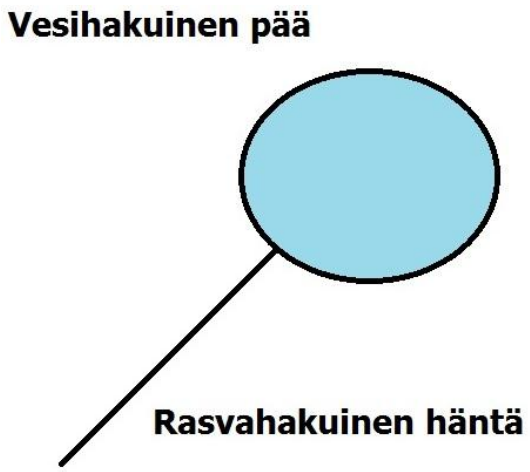
Hiekkasuodattimesta ylivuotona poistuva vesi kulkeutuu tasaussäiliöön. Osa tasaussäiliön vedestä virtaa lämmönvaihtimen kautta dispersiosäiliöön, josta siitä tehdään uutta dispersiovettä. Loppuosa vedestä johdetaan kanaaliin. Käytännössä tämä prosessin osa ei kuitenkaan toimi, sillä tasaussäiliön vesi on liian öljypitoista, jotta sitä voitaisiin käyttää dispersiovetenä. Siksi tasaussäiliöstä vesi johdetaan suoraan kanaaliin. (Saarenpää 2011.)

6 Vaahto

6.1 Tensidit

6.1.1 Tensidimolekyyli

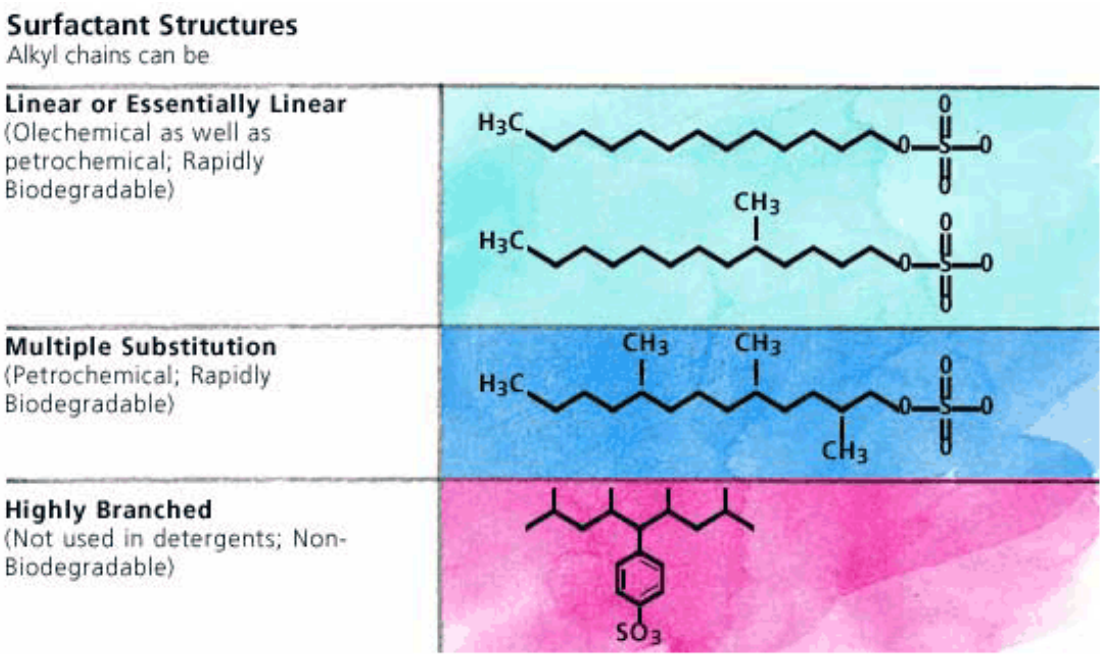
Tensidit eli pinta-aktiiviset aineet alentavat nesteen pintajännitystä pienentämällä nesteen koheesiovoimia. Tensideiksi kutsutaan kaikkia yhdisteitä, jotka muodostuvat sekä hydrofiilisestä että lipofiilisestä osasta. Kirjallisuudessa kutsutaan usein tensidin toista päätä hydrofobiseksi, mutta varsinaisesti tensidin pää ei ole vesipakoinen, vaan pikemminkin rasvahakuinen. Tensidin toiminta perustuu hydrofiilisen osan hakeutumiseen vesifaasiin, kun taas lipofiilinen osa hakeutuu kohti öljyfaasia. Tensidin lipofiilinen osa häiritsee vesimolekyylien välisiä sidoksia, jolloin sidosten väliset koheesiovoimat pienenevät ja nesteen pintajännitys alenee. Tensidimolekyylin rakenne on esitetty kuvassa 7. (Antila ym. 2008: 73.)



Kuva 7. Tensidimolekyylin rakenne.

Kemiallinen eroavaisuus biologisten (oleochemical) ja synteettisten (petrochemical) tensidien välillä on pieni ja johtuu hiiliketjuista: biologisissa tensideissä hiiliketju on lineaarinen ja parillinen, kun taas synteettisissä tensideissä hiiliketju voi olla haaroittunut ja pariton. Kuvassa 8 ylimpänä näkyy lineaarinen hiiliketju, keskimmäisenä haa-

roittunut substituutio ja alimpana hyvin haaroittunut substituutio. Synteettisen ja biologisten tensidin kemiallinen eroavaisuus on pieni, mutta sillä on merkittävä vaikutus pesutuloksiin.



Kuva 8. Erilaisia tensidien substituutioita (Procter & Gamble 2005).

6.1.2 Tensidien ryhmittely

Tensidit ovat joko luonnollisesti tai synteettisesti valmistettuja. Luonnolliset eli biologiset tensidit on johdettu joko kasviöljyistä, eläinrasvoista tai puista, mutta yhä enenevässä määrin suositaan kasviöljyn käyttöä biologisissa tensideissä. Synteettiset tensidit on valmistettu maaöljystä. Tensiditeollisuudessa valmistetaan synteettisiä ja biologisia tensidejä suunnilleen yhtä paljon. (Proctel & Gamble 2005.)

Tensidit jaetaan sähkövaraustensa perusteella neljään eri ryhmään: anionisiin, kationisiin, amfoteerisiin sekä ei-ionisiin. Sähkövaraus vaikuttaa tensidin vesiliukoisuuteen. Mitä vähemmän tensidi on varautunut, sitä selvemmin nesteet erottuvat omina faaseinaan. (Laitinen 2009.)

Anionisten tensidien hydrofiilinen osa on negatiivisesti varautunut. Anioniset tensidit irrottavat hyvin hiukkaslikaa, mutta vaahtoavat. Yleisimpiä anionisia tensidejä ovat kar-

boksylaatit, esimerkiksi $–COO^-$-ryhmä, sekä sulfaatit, esimerkiksi $–SO_4^{2-}$-ryhmä. (Mortimer 1997: 336.)

Kationiset tensidit ovat positiivisesti varautuneita tensidejä. Niiden hydrofiilinen pää koostuu typpipitoisesta ryhmästä. Näitä tensidejä käytetään neutraloimaan negatiivisesti varautuneita pintoja. Niillä ei ole hyvää pesutehoa, mutta niillä on lievä desinfioiva vaikutus. (Teknokemian yhdistys ry 2006.)

Ei-ioniset eli ionittomat tensidit ovat lähes varauksettomia. Tensidit toimivat matalissa lämpötiloissa ja kovassa vedessä. Lisäksi ne emulgoivat rasvaa tehokkaasti ja vaahtoavat vähän. Ionittomissa tensideissä on hydrofiilinen $-O-CH_2-CH_2-OH$-ryhmä. Molekyylissä, jossa toistuu $-O-CH_2-CH_2$-ryhmä, elektronegatiiviset eetterihappiatomit lisäävät poolisuutta ja voivat siis olla vuorovaikutuksessa vesimolekyylien kanssa. (Mortimer 1997: 336.)

Amfoteerisissä tensidit ovat joko kationisia tai anionisia. Varaus on riippuvainen pH-arvosta. Näissä tensideissä pyritään yhdistämään anionisten tensidimolekyylien pesuvaikutus sekä kationisten molekyylien antimikrobiset ominaisuudet. (Teknokemian yhdistys ry 2006.)

6.1.3 Tensidien sovelluskohteita

Tensidejä nimitetään eri käyttötarkoituksiensa mukaan. Tällaisia ovat esimerkiksi detergentit, dispergointiaineet ja emulgaattorit. Esimerkiksi käytettäessä tensidejä puhdistus- ja pesuaineissa niitä kutsutaan yleisnimellä detergentti, kun taas kastuvuutta lisäävissä aineissa tensideistä käytetään nimitystä kostutuslisäaine. Emulgaattorit ovat tensidejä, jotka rikastuvat faasirajoihin ja tekevät emulsioista pysyviä sähkövarauksen avulla. Malmien vaahdotuksessa rikastus perustuu tietyn tensidin tarttumiseen haluttuun hiukkaseen. Yleistä tensidien käyttö on myös sementissä pintajännitystä lieventävänä aineena ja betonissa huokostimena. (Mortimer 1997: 336.)

6.1.4 Tensidien ympäristövaikutukset

Tensideistä puhuttaessa kiinnitetään usein huomio niiden biohajoavuuteen. Yleisen käsityksen vastaisesti biohajoavuus ei ole suoraan verrannollinen tensidin valmistustapaan eli siihen onko tensidi synteettinen vai biologinen. Biohajoavuus määräytyy tensidin kemiallisen rakenteen ja liukoisuuden perusteella. Suomessa pesu- ja puhdistusaineissa keskimääräisen biohajoavuuden tulee olla yli 90 %, mutta esimerkiksi teollisuus voi saada poikkeusluvan käyttää yli 80-prosenttisesti biohajoavaa pesuainetta (Tukes 2011).

Kemiallinen rakenne vaikuttaa myös tensidien myrkyllisyyteen. Yleisesti ottaen pidemmät ja haaroittuvat vesiliukoiset rasvaketjut sekä bentseenirenkaita sisältävät ketjut ovat lyhytketjuisia myrkyllisempiä vesieliöstölle, koska ne hajoavat luonnossa hitaammin. Nämä ketjut myös vaahtoavat, joten yleispätevänä indikaattorina myrkyllisyydelle voidaan pitää tensidin vaahtoavuutta. Tosin jos alkyyliketjusta tulee niin pitkä, että tensidit ovat lähes vesiliukoisia, tulee niistä biologisesti inerttejä, eli ne ovat luonnolle vaarattomia. (Procter & Gamble 2005.)

6.2 Vaahdon muodostuminen

Vaahto on seos, jossa kaasua on dispergoitunut nesteeseen tai kiinteään aineeseen ja se muodostuu kuplista, jotka ovat riittävän kevyitä noustakseen nesteen pintaan. Vaahto voi olla myös mikrovaahtoa, jossa kuplat ovat nesteen tai kiinteän aineen sisällä. Puhdas aine ei vaahtoa, vaan vaahtoamisen syntyminen vaatii epäpuhtauksia sekä pinta-aktiivisia aineita eli tensidejä nesteessä. Vaahto voi olla stabiili eli pysyvä tai epästabiili eli häviävä riippuen vaahdon sisältämistä kuplien määrästä ja koostumuksesta. Vaahto on sitä stabiilimpaa, mitä pienempikuplaista se on tai mitä vähemmän se sisältää nestettä eli mitä kuivempaa vaahto on. (Sarlomo 2007.)

Jos seoksen pintajännitys on riittävän suuri, ei vaahtoamista tapahdu, sillä pintajännitys rikkoo seoksen pinnalle pyrkivät kuplat. Pintajännitystä voidaan pienentää tensideillä, joista kerrotaan tarkemmin luvussa 6.4.

6.3 Vaahdon aiheuttamat ongelmat

Nesteeseen dispergoitunut kaasu käyttäytyy kuin osa nestettä, mutta kaasu voi kuitenkin kerääntyä nesteen pinnalle aiheuttaen vaahtoamista. Vaahtoamista voi esiintyä, jos toimilaitteissa on häiriöitä tai ne ovat olosuhteisiin nähden vääräntyyppiset. Vaahtoa voi syntyä esimerkiksi korkeapaineistetusta ilmasta, paineilman väärinsijoittelusta, paineilman vapautumisesta tai vuotavista pumppujen tiivisteistä.

Kuva 9. Vaahdon tukkima syöttöaukko.

Kuvassa 9 vaahto on tukkinut säiliön syöttöaukon, jolloin säiliötilavuus on pienentynyt. Vaahtoaminen pyritään poistamaan, sillä se aiheuttaa toimilaitehäiriöitä ja materiaalivirheitä. Taulukkoon 2 on koottu yleisiä vaahdon aiheuttamia materiaali- ja toimilaiteongelmia.

Taulukko 2. Vaahtoamisesta aiheutuvia ongelmia materiaaleille ja laitteille.

Laiteongelmia	**Materiaaliongelmia**
Laitteiden kapasiteetin pienentyminen	Nesteen epätäydellinen dispergoituminen materiaalissa
Pumppujen kavitointi	Bakteerikasvusto
Likaantuminen	Materiaalivirtojen epätäydellinen sekoittuminen
Viemäröintiongelmat	
Mittausinstrumenttien likaantuminen ja epätarkat mittaustulokset	
Saostumat toimilaitteissa, jonka myötä likaantuminen ja bakteerikasvusto	
Huoltoseisokit	

Materiaalivirroissa tapahtuvat häiriöt huonontavat lopputuotteen laatua ja pahimmillaan tekevät materiaalin käyttökelvottomaksi. Toimilaitehäiriöt voivat taas johtaa tuotannonseisauksiin. Nämä kaikki ongelmat korreloivat lisäkustannuksiin. (Vanhapiha 2011.)

6.4 Vaahdonestokemikaalien käyttö

Vaahdonestokemikaalit ovat kemiallisia lisäaineita, joiden toiminta perustuu pintajännityksen pitämiseen korkealla, jolloin pintaan ei pääse muodostumaan vaahtokuplia. Kemikaali toimii sulautumalla vaahtokuplien pintaan aiheuttaen kuplien rajapintojen yhdistymisen.

Vaahdonestokemikaaleja käytetään joko estämään vaahdon muodostuminen (antifoam) tai tuhoamaan jo syntynyt vaahto (defoamer). Yhteistä näille kemikaaleille on matala viskositeetti, pinta-aktiivisuus ja hydrofiilisyys. Yleensä vaahdonestoaine on myös liukenematon väliaineeseen. Pinta-aktiivisuus helpottaa kemikaalin nopeaa levittymistä pinnalle varsinkin silloin, kun käyttökohde sisältää jo vaahdon vakauttamiseen pyrkivää ainetta. Vaahdonestokemikaalit sisältävät tensidejä, mutta tensidien sähkövarauksesta riippuu, onko tensidi vaahtoava vai vaahtoamaton. (Hubbe 2011; Mortimer 1997: 336.)

Vaahdonestoaineita käytetään yleisesti maataloudessa maitotuotteiden valmistuksessa, pesuaineina elintarvike-, konepaja- ja metsäteollisuudessa, maaliteollisuudessa, hydrauliikassa, jätevesien puhdistuksessa ja puhdistusaineissa. Kemikaalit estävät pesuliuokseen luonnollisesti syntyvän vaahdon muodostumisen. Samoja aineita käytetään myös lääkkeissä estämään nesteen kertymistä elimistöön.

6.5 Vaahdonestoaineiden kemialliset ominaisuudet

Suurin osa vaahdonestoaineista on koostumukseltaan öljypohjaisia, mutta on olemassa myös silikaatti-, etyleeniglykoli-, alkyyni- ja vesipohjaisia vaahdonestokemikaaleja. Käytetyimpiä ovat öljy- tai silikaattipohjaiset vaahdonestokemikaalit. Öljypohjaiset kemikaalit käyttäytyvät öljyn tavoin, ne ovat tehokkaita vaahdonpoistajia ja ne lisätään vaahtoavan nesteen pintaan. Kemikaalit tehdään mineraali- tai kasvisöljystä ja usein niihin on lisätty hydrofobista silikaa tai vahaa suorituskyvyn tehostamiseksi. Tyypillisesti vahat koostuvat amideista, estereistä, parafiineistä tai rasva-alkoholeista. (Hubbe 2011).

Silikaattipohjaiset vaahdonestokemikaalit sisältävät silikaattiyhdisteitä, ja ne voidaan jakaa öljy- tai vesipohjaisiin. Osa vesipohjaisista vaahdonestokemikaaleista on vesiliukoisia. Öljy- ja vesipohjaiset kemikaalit valmistetaan silikoniöljyyn dispergoituneesta hydrofobisesta piidioksidista. Niihin lisätään emulgointiaineita vaahdon leviämisen parantamiseksi. Silikoniyhdisteet voivat sisältää myös silikoniglykolia ja muita muunneltuja silikaattinesteitä. Silikonipohjaiset vaahdonestoaineet ovat hyviä sekä hävittämään pintavaahdon että vapauttamaan nesteen sisäiset ilmakuplat. Ne soveltuvat hyvin öljynjalostukseen ja vedettömiin vaahdonsyntymisprosesseihin. (Hubbe 2011).

7 Vaahtoamisen simulointikokeet laboratoriossa

7.1 Simulointikokeiden tarkoitus

Optimaalisen valssausöljynpoiston kannalta valssausöljynpoistoliuoksen pesuveden tulisi olla natriumhydroksidipitoisuudeltaan nykyistä pitoisuutta 12–20 g/l väkevämpää, mutta vaahtoamisen takia tämä ei ole mahdollista (Seppänen). Vaahtoaminen johtaa mittausinstrumenttien likaantumiseen ja työturvallisuuden heikentymiseen, esimerkiksi vaahto aiheuttaa liukastumisvaaran. Vaahtoaminen lisää myös prosessista saatavien mittaustulosten, kuten pH-arvojen, virheellisyyttä. (Vanhapiha 2011.)

Vaahtoamissimulointikokeiden tarkoituksena oli kartoittaa parametrien avulla mahdollisia vaahtoamiseen vaikuttavia tekijöitä, jotta vaahto saataisiin syntymään itse prosessikokeissa. Vaahtoamiskokeiden testattavat parametrit rajattiin pH-arvoon, liuoslämpötilaan sekä erilaisiin sekoitustekniikoihin. Vaahtoamiskokeissa käytettiin ionivaihdettua vettä sekä Peittex Valssi III -valssausöljyn poistokemikaalia.

7.2 Simulointikokeissa testatut parametrit

Liuoslämpötila

Koska rasvanpoistoyksikössä liuoslämpötilat ovat n. 80 °C, katsottiin tarpeelliseksi tutkia lämpötilan vaikutusta vaahtoavuuteen. Otettiin rinnakkaisnäytteet, joista toinen lämmitettiin lämpötilaan 60 °C ja toinen pidettiin huoneenlämpöisenä (20 °C). Näytteille tehtiin luvun 7.3 mukainen laskeutuskoe. Lämpötilan ei havaittu vaikuttavan liuoksen vaahtoavuuteen.

pH

Simulointikokeisiin tehtiin rinnakkaisnäytteet, joista toisen pH pidettiin prosessia vastaavalla tasolla (näytteen pH 4,7) ja toisen näytteen pH säädettiin Peittex-kemikaalilla arvoon noin 6,5. Näytteitä ravistettiin mekaanisesti ja voimakkaasti viisi minuuttia,

jonka jälkeen näytteet laitettiin pöydälle ja todettiin vaahtoaminen. Huomattiin, että näytteessä, jonka pH oli alempi, vaahtoaminen oli huomattavasti vähäisempää, ellei jopa olematonta.

Kuva 10. Rinnakkaisnäytteet, joista vasemmanpuoleisen pH on säädetty emäksisemmäksi.

Kuvassa 10 on esimerkki flotaattorilta otetuista rinnakkaisnäytteistä, joista vasemmanpuoleisessa on pH säädetty arvoon 6,5 ja oikeanpuoleisen pH on 4,7. Vaahtoaminen oli ilmeistä emäksisemmässä näytteessä.

Sekoitus

Näytteiden sekoitustapoina käytettiin magneettisekoitinta, automaattiravistinta noin 800 rpm ravistusnopeudella ja laippasekoitinta. Testeissä huomattiin, että sekoitustavan tulee olla iskevä, jotta vaahtoaminen saadaan aikaan. Pohjalta käsin tapahtuva sekoitus ei tuo liuokseen ilmaa vaahdon muodostumiseksi. Rinnakkaisnäyte vaahtosi ravistajalla, mutta ei magneettisekoittajalla eikä laippasekoittimella. Vaahtoamista se-

koittajilla kokeiltiin puhtaalla astianpesuaine-vesiseoksella, mutta edes silloin ei vaahtoamista havaittu.

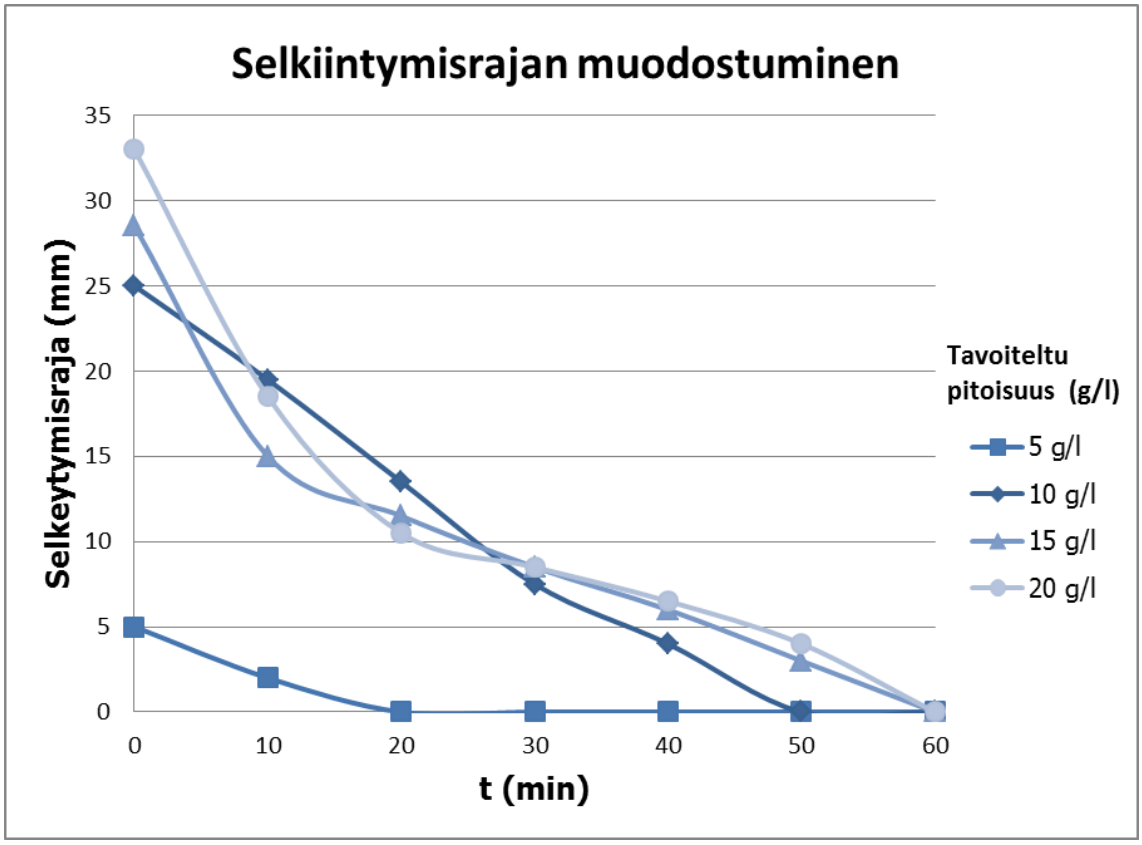
Peittex Valssi III -pitoisuus

Tehtyjen laboratoriokokeiden perusteella huomattiin, että liuoksen Peittex-pitoisuus vaikuttaa liuoksen vaahtoavuuteen, jos sekoitustapa on iskevä. Luvussa 7.3 on esitetty tarkemmin pitoisuuden vaikutusta vaahtoamiseen.

7.3 Simulointikokeet laskeuttamalla: liuoksen Peittex-pitoisuuden vaikutus vaahdon pysyvyyteen

Laskeutuskokeen tarkoituksena oli tutkia liuoksen väkevyyden vaikutusta vaahdon pysyvyyteen väkevöimällä vettä Peittex-kemikaalilla. Koe toteutettiin tekemällä liuokset väkevyyksiltään 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 ja 60 g/l Peittex-kemikaalia. Liuoslämpötila oli 20 °C. Tehdyistä liuoksista mitattiin pH ja liuosten pitoisuus tarkistettiin happo-emästitrauksella.

Näytepulloja ravistettiin voimakkaasti ja mekaanisesti kaksi minuuttia, jonka jälkeen pullot siirrettiin pöydälle ja annettiin syntyneen vaahdon laskeutua. Pullojen kylkiin merkittiin viiden minuutin välein selkeytymisraja. Vaahtoamisen katsottiin talttuneen kokonaan, kun nesteen pinta havaittiin vaahdon alta. Kuvassa 11 on esitetty selkiintymisraja suhteessa aikaan. Tavoitelluita pitoisuuksiltaan yli 20 g/l olevat liuokset eivät muodostaneet selvää vaahtokerrosta, eikä näille liuoksille voitu siis suorittaa laskeutusta. Kuvaajalla on esitetty vain ne liuokset, joilla laskeutuskoe onnistui.



Kuva 11. Peittex-kemikaalille väkevöityjen liuoksien selkiintymisraja.

Tarkistustitrauksessa huomattiin, että liuosten todelliset pitoisuudet olivat huomattavasti laskennallisia pitoisuuksia suurempia. Tarkoitus oli nostaa pitoisuutta 5 g/l pienillä pitoisuuksilla ja suurilla pitoisuuksilla 20 g/l, mutta systemaattisen pipetointimäärän laskentavirheen takia lisäysmäärät olivat moninkertaisia. Tavoitellut pitoisuudet, laskennalliset pitoisuudet sekä titrauksen avulla tarkistetut pitoisuudet on kirjattu taulukkoon 3. Luvussa 7.4 taulukkoon 4 on kirjattu tarkat laskeutumismatkat.

Taulukko 3. Laskennalliset ja todelliset näytteiden Peittex-kemikaalipitoisuudet.

Tavoiteltu pitoisuus (g/l)	Oikea laskennallinen pitoisuus (g/l)	Titrattu pitoisuus (g/l)
5	25	27
10	55	52
15	90	89
20	130	113
25	175	-
30	225	-
40	285	-
60	365	-

Näytteiden systemaattinen virhe oli hyödyllinen laskeutuskokeen kannalta, sillä kuten tuloksista huomataan, alle 25 g/l (tavoiteltu pitoisuus 5 g/l) olevien liuosten vaahto häviää nopeasti. Virheen takia laboratoriosimulaation liuospitoisuudet ovat samaa luokkaa kuin prosessikokeiden liuospitoisuudet.

Kuva 12 on otettu ajanhetkellä 40 minuuttia, ja siitä näkyy vaahtokerroksen pysyvyys. Kuvan liuokset ovat vasemmalta lukien 25, 55, 90 ja 130 g/l (tavoitellut pitoisuudet 5, 10, 15 ja 20 g/l).

Kuva 12. Vaahtokerroksen laskeutuminen ajanhetkellä 40 minuuttia.

Laboratoriosimulaatiossa todettiin myös, että yli 130 g/l väkevyiset liuokset (tavoiteltu liuoksen pitoisuus yli 20 g/l) eivät vaahtoa.

Koe tehtiin myös pitoisuuksille 175, 225, 285 ja 365 g/l (tavoitellut pitoisuudet 25, 30, 40 ja 60 g/l). Kahden minuutin ravistelu ei synnyttänyt vaahtoa. Näytteiden ravistelu viiden minuutin ajan synnytti paksun ja märän vaahdon. Märkä vaahtokerros oli ohut, eikä laskeutuskoetta siis pystytty näillä Peittex-pitoisuuksilla suorittamaan.

7.4 Laskeutuskokeen Peittex-pitoisuuden laskeminen

Laskeutuskokeita varten laskettiin Peittex-kemikaalin NaOH-pitoisuus ja sen perusteella näytteisiin pipetoitava näytemäärä kaavan 9 (s. 51) avulla. Tällä kaavalla saadaan NaOH:n massaksi 483 g yhdessä litrassa Peittexiä. Kun tiedetään myös halutun Peittex-liuoksen pitoisuus, voidaan laskea tarvittava pipetointimäärä kaavan 1 avulla.

$$v_{pip.} = \frac{m}{c} \tag{1}$$

$v_{pip.}$ = pipetointimäärä [l]

c = haluttu Peittex-pitoisuus [g/l]

m = NaOH:n massa Peittex-kemikaalissa [g]

Taulukko 4. Laskeutuskokeen pH ja selkiintymisrajat

Pitoisuus		Laskeutumismatka (mm)							
Tavoiteltu pitoisuus (g/l)	Laskennallinen pitoisuus (g/l)	pH	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
5	25	12,98	5	2	0	0	0	0	0
10	55	13,10	25	19,5	13,5	7,5	4	0	0
15	90	13,16	28,5	15	11,5	8,5	6	3	0
20	130	13,19	33	18,5	10,5	8,5	6,5	4	0

Taulukkoon 4 on koottu laskennallisten pitoisuuksien laskeutumismatkat. Esimerkiksi laskennallisella pitoisuudella 10 g/l huomataan, että nestepinnan raja on havaittavissa ajassa 50 minuuttia. Selkiytymismatkoista voidaan todeta, että tavoitellulla pitoisuudella 20 g/l laskeutumisnopeus on noin 6 ml 10 minuuttia kohden. Vastaavasti tavoitellulla pitoisuudella 30 g/l laskeutumismatka on noin 4 ml ja 40 g/l noin 2 ml 10 minuuttia kohden. Taulukkoon on koottu myös kutakin pitoisuutta vastaava pH. Arvoista huomataan, että näin korkeilla pitoisuuksilla pH-vaihtelut ovat hyvin pieniä.

8 Prosessikokeet

8.1 Prosessikokeiden vaahdonestokemikaalit

Suoritettavia prosessikokeita varten tehtiin vertailuja eri kemikaalitoimittajien kanssa, ja heidän kanssaan yhdessä neuvottelemalla prosessikokeisiin valittiin neljä eri vaahdonestokemikaalia. Kemikaalitoimittajia on kaksi, Kemira Oy Helsingistä ja Suomen KL-Lämpö Oy Pirkkalasta. Kemira toimitti koetta varten kaksi Fennodefo-sarjan kemikaalia: FF99 ja FF330. KL-Lämmön kemikaalit ovat KK200 ja KK220.

Kuva 13. Kokeissa käytettävät vaahdonestokemikaalit.

Vaahdonestokemikaalien toisistaan poikkeavat ulkonäöt on havaittavissa kuvasta 13. Taulukkoon 5 on koottu käyttöturvatiedotteiden pohjalta tärkeimpiä parametreja kokeissa käytetyistä kemikaaleista (Outokumpu Tornio Works 2008).

Taulukko 5. Vaahdonestokemikaalien ominaisuuksia.

Nimi	KK200	KK220	F99	F330
Väri	valkea	valkea	vaalean-ruskea	ruskea
Haju	hajuton	hajuton	mieto	mieto
Viskositeetti (mPa*s)	25	1750	100–250	50–100
Tiheys (kg/m^3)	n. 980 ± 50	n. 1 000	950–970	920–940
Kiehumispiste (°C)	n. 100	-	n. 170	< 310
Vesiliukoisuus	ei vesiliukoinen, vaan vesiemulgoituva	ei vesiliukoinen, vaan vesiemulgoituva	emulgoituva	emulgoituva
Rasva-liukoisuus	-	-	täysin liukeneva	täysin liukeneva

8.2 Kokeisiin liittyvät esitiedot ja -valmistelut

Neutralointilaitoksen öljynerotukseen tulee poistovirtauksia kolmelta eri tuotantolinjalta: HP2-, HP4- ja RAP5-linjalta. Tavallisesti poistot kerätään ensin varastosäiliö 1:een, josta ne ohjataan varastosäiliö 2:n kautta öljynerotusprosessiin, mutta poistovirtaamat on myös mahdollista ohjata suoraan varastosäiliö 2:een, liitteen 1 mukaisesti. Prosessikokeen koelinjaksi valittiin HP2. Kokeiden ajaksi HP4- ja RAP5-linjan virtaukset suljettiin, jolloin vain koelinjan rasvanpoiston pohjakaivon syötöt tulivat kokeisiin mukaan.

Prosessikokeessa väkevöitiin HP2-linjan päärasvanpoiston liuos, annettiin väkevöidyn liuoksen kerääntyä normaalin prosessikulun mukana HP2-linjan rasvanpoiston pohjakaivoon ja tästä edelleen neutralointilaitoksen öljynerotusprosessiin. Väkevöidyn liuoksen annettiin virrata öljynerotusprosessin läpi, jossa se alkoi vaahdota ja vaahtoavaan prosessiin syötettiin vaahdonestokemikaalia.

Prosessikokeissa tarkkailtavia parametreja olivat pH, sähkönjohtokyky sekä liuoksen Peittex- ja öljypitoisuus. Näytteet otettiin HP2-linjan päärasvanpoiston säiliöstä ennen Peittex-kemikaalilisäystä ja Peittexin lisäämisen jälkeen. Tarvittaessa otettiin edellisenä päivänä päärasvanpoistosta näyte, jonka avulla laskettiin riittävä Peittex-lisäys päärasvanpoistoon. Itse prosessikokeista otettiin näytteet jokaisen moodin alussa sekä flotaattorilta että hiekkasuotimelta. Näiden lisäksi otettiin kaksi näytettä HP2-linjan rasvanpoiston pohjakaivosta.

8.2.1 Pohjakaivot

Prosessikoepäivät ajoitettiin HP4:n huoltopäiviin 14.4., 4.5. ja 21.–27.5.2011. Koetta varten HP2-, HP4- ja RAP5-linjan rasvanpoiston pohjakaivot tyhjennettiin. HP4:n ja RAP5:n pohjakaivotyhjennyksillä maksimoitiin kokeen suoritusaika HP2:lla. HP2:n pohjakaivon tyhjennys taas takasi pohjakaivon liuoksen olevan koetilanteessa vain Peittex-kemikaalilla väkevöityä. Jokaista koetta varten prosessityöntekijät ohjeistettiin linjoittain. (liite 2)

Pohjakaivojen täyttymisnopeus riippuu linjojen käynnissäoloajoista. HP4:llä pohjakaivon tilavuus on 10 m^3, kuten HP2:llakin. RAP5:lla säiliöiden yhteistilavuus on 7,3 m^3, mutta käytännössä niiden vetoisuus on 6 m^3. Lisää säiliötilaa RAP5:lle saatiin syöttämällä liuokset neutraloinnin öljynerotuksen varastosäiliö 1:een. Pohjakaivojen täyttymisnopeuteen vaikuttaa suuresti teräsnauhan ajonopeus, mutta RAP5:lla täyttymisnopeuteen vaikuttaa myös ajettava materiaali. Pumput HP4:lla on sijoitettu metrin korkeuteen lattiapinnasta, joten ajoittaiset ylivuodot pohjakaivosta eivät vaaranna instrumentteja. Kaivot tyhjennettiin säätämällä manuaalisesti pumppujen aktivoitumisrajat mahdollisimman mataliksi. Käytännössä HP2:n pohjakaivoa oli mahdoton tyhjentää täydellisesti, ja pohjalle jäikin noin puolen metrin sakka.

8.2.2 Vaahdonestokemikaalien syötöt

Vaahdonestokemikaalin syöttöpaikaksi valittiin neutralointilaitoksen öljynerotusprosessin loppupään tasaussäiliö, jossa prosessin vaahtoamista on havaittu. Kemikaali annosteltiin tasaussäiliön päällä olevasta luukusta.

Kokeessa testattiin neljä eri osiota eli moodia. Ensimmäinen ja kolmas moodi suoritettiin *pysäytetyllä prosessilla* ja toinen ja neljäs moodi *käynnissä olevalla prosessilla.* Kaksi ensimmäistä moodia tehtiin kemikaalin annostelumäärällä 0,05 l/m^3. Kolmannessa ja neljännessä moodissa tuplattiin annostelumäärä, jolloin se oli 0,1 l/m^3. Kokeen moodien välillä tasaussäiliö tyhjennettiin ja pestiin kemikaalijäämistä.

8.2.3 Annostelupumpun kalibrointi

Prosessikokeissa käytettiin kuvan 14 kaltaista, ProMinent-merkkistä magneettikäyttöistä kalvoannostuspumppua, jonka malli on gamma/L GALa 1602. Pumpun teoreettinen maksimiannostusnopeus on 2,1 l/h, iskunopeus 180 iskua minuutissa ja yhden iskun tuotto on 0,1 ml. (Prominent Finland 2011.)

Kuva 14. Kalvoannostuspumppu Gamma/L (Prominent Finland).

Kemikaalivalmistajien annosteluohje kemikaaleille oli välillä 0,05 l/m^3 ja 2 l/m^3 (Korpelin). Pumpun tehorajoitusten ja prosessin virtausnopeuden perusteella maksimiannostusmääräksi tuli täten 0,4 l/m^3. Näiden ehtojen perusteella kemikaalien annostelumääriksi prosessikokeissa valittiin 0,05 l/m^3 ja 0,1 l/m^3. Käytännössä suurempi syöttötaso 0,1 l/m^3 toteutettiin kaksinkertaistamalla annosteluaika.

Kalibrointi suoritettiin säätämällä pumpun teho 100 %:iin ja ajamalla pumppu letkuineen täyteen kalibroitavaa liuosta. Tämän jälkeen pumppu pysäytettiin, siirrettiin pai-

nepuolen letku mittalasiin ja käynnistettiin pumppu 30 sekunniksi. Mittalasin kyljestä luettiin pinnankorkeus ja laskettiin tämän avulla kyseessä olevan kemikaalin annosteluaika. Jokaisesta kalibroinnista tehtiin kolme toistoa.

Taulukko 6. Kullekin kemikaalille ominainen annosteluaika suhteessa kemikaalin syöttöön.

Kemikaali	Syöttö (l/m^3)	Annosteluaika (s)
KK200	0,05	48
KK200	0,1	95
KK220	0,05	86
KK220	0,1	171
F99	0,05	67
F99	0,1	134
F330	0,05	62
F330	0,1	124

Annosteluajat kemikaaleille on koottu taulukkoon 6. Luvussa 9.2 kaavojen 1 ja 2 avulla on laskettu kunkin kemikaalin annosteluaika syöttömäärillä 0,05 l/m^3 ja 0,1 l/m^3.

8.2.4 Prosessikokeen eteneminen

Koetta edeltävänä päivänä otettiin näyte HP2:n päärasvanpoistosta NaOH-pitoisuuden varmistamiseksi. Happo-emästitrauksen saadun tuloksen perusteella ja säiliöiden liuosmäärän perusteella tiedettiin päärasvanpoistoon tarvittava Peittex-kemikaalin lisäysmäärä, joka on laskettu luvun 9.3 mukaisesti. Näin liuos väkevöitiin, jotta se saatiin vaahtoavaan tilaan neutraloinnissa. Lisäysmäärän annettiin sekoittua säiliössä vähintään puolen tunnin ajan, jonka jälkeen otettiin uusi näyte väkevöitymisen varmistamiseksi. Kemikaalin sekoittumista seurattiin rasvanpoistosäiliön kyljessä olevan johtokykymittarin avulla. Kemikaalin todettiin olevan riittävän väkevää vaahtoamisen saavuttamiseksi, jos liuoksen Peittex-pitoisuus oli yli 30 g/l. Rasvanpoiston huuhtelun lisävesikierto suljettiin, jottei se laimentaisi väkevöityä liuosta. Rasvanpoiston huuhteluvesilisäys vaihdettiin manuaalisäädölle ja allaskierto pidettiin päällä, jolloin liuos kulki lämmönvaihtimen kautta.

Käytännössä Peittex-kemikaali lisättiin laskemalla lisäysmäärä litroissa ja mittaamalla kemikaalikanisterin kyljen mitta-asteikon perusteella lisäys senttimetreissä. Peittex-ke-

mikaalilisäyksen jälkeen prosessin annettiin käydä täydellä ajonopeudella, kunnes vastaanottosäiliö 2 oli tarpeeksi täynnä öljynerotusprosessin käynnistämiseksi. 30 m^3:n vastaanottosäiliön täyttyminen kesti ihanneoloissa kolme tuntia pohjakaivon pumpun ollessa maksimisyötöllä 15 m^3/h. Pohjakaivon täyttymisnopeus on riippuvainen linjan ajonopeudesta, ja pohjakaivon annettiin kertyä lähes täyteen ennen tyhjennystä vastaanottosäiliöön. Tarpeeksi suuri väkevöittäminen antoi mahdollisuuden lisätä rasvanpoistoon aika ajoin raakavettä, jolloin pohjakaivon täyttyminen nopeutui.

Kun neutraloinnin vastaanottosäiliö 2 oli täyttynyt tarpeeksi, käynnistettiin prosessi ensin syötöllä 15 m^3/h ja flotaattorin pinnan korkeuden tasaantuessa syöttö laskettiin koenopeuteen 5 m^3/h. Pysyvän vaahdon muodostuminen neutraloinnissa öljynerotusprosessin käynnistämisen jälkeen kesti vähintään tunnin. Mitä korkeammalle pH nousee, sitä paremmat edellytykset prosessilla on vaahdota.

Kuva 15. Rasvanpoiston tasaussäiliö ja siihen asennettu koelaitteisto.

Kuvassa 15 on rasvanpoiston tasaussäiliö, kanisterissa on testattava kemikaali ja kuvassa oikealla on annostelupumppu. Annostelupumpun letku on nostettu tasaussäiliön yläluukun sisään, josta annostelu säiliöön tapahtuu. Jokaiselle kemikaalille on laskettu oma syöttöaikansa perustuen aineiden viskositeetteihin.

8.3 Koe I kemikaalilla KK200

Ensimmäinen prosessikoe suoritettiin 14.4 ja 15.4.2011. Testattavana kemikaalina oli silikonipohjainen KL-Lämmön KK200-vaahdonestokemikaali.

Ennen Peittex-lisäystä valssausöljyliuoksen Peittex-pitoisuus oli 15 g/l ja liuoksen johtokyky 2 200 mS/m. Tämän perusteella HP2-linjan rasvanpoistoon lisättiin laskennallinen määrä (40 litraa) Peittex-kemikaalia, jolloin liuoksen laskennalliseksi massakonsentraatioksi saatiin 40 g/l ja johtokyvyksi 3 200 mS/m. Happo-emästitrauksen tuloksena liuoksen väkevyydeksi todettiin 20 g/l.

Vaahdon syntyminen kesti 10 tuntia, ja vaikka 1. moodin vaahto seisovassa prosessissa oli kuiva ja stabiili, sitä ei ollut runsaasti, kuten kuvasta 16 voidaan havaita. Oikeanpuoleisesta kuvasta nähdään, että käynnissä olevassa prosessissa moodin 2 vaahto oli epästabiili, kostea ja hyvin vähäinen.

Kuva 16. Prosessikokeiden lähtötilanteet moodissa 1 (vasemmalla) ja moodissa 2 (oikealla).

Moodien välillä tasaussäiliö tyhjennettiin ja pestiin. Säiliön pohjalle oli kertynyt n. 30 cm:n verran kuvan 17 kaltaista öljyistä liejua, minkä takia säiliön ulosvirtausputket tukkeutuivat aika ajoin hidastaen pesua ja kokeet viivästyivät. Viivytysten takia Kyva 2:n ja HP 4:n rasvanpoiston pohjakaivojen kapasiteetit tulivat vastaan ja kaivot alkoivat tulvia, joten prosessikokeen moodi 2 toteutettiin vasta seuraavana päivänä. Moodit 3 ja 4 jätettiin tekemättä moodien 1 ja 2 tulosten perusteella.

Kuva 17. Tasaussäiliöön kertynyttä öljyistä lietettä.

Prosessikokeissa KK200-vaahdonestokemikaali taltutti vaahdon levittäytyen nesteen pinnalle estäen uuden vaahdon synnyn. Tarkempi kuvasarja vaahdon katoamisesta on esitetty liitteessä 3. Siitä huomataan, että vaahto laski silminnähden kemikaalisyötön alettua. Kemikaalin vaikutus vaahtoon oli sama sekä seisovassa että käynnissä olevassa prosessissa.

8.4 Koe II kemikaalilla KK220

Toisen kokeen suoritusajankohta oli 4.5.2011. Kokeessa testattu kemikaali oli KL-Lämmön KK220, joka on silikonipohjainen vaahdonestoaine.

Ennen pohjakaivoliuoksen väkevöimistä Peittex-kemikaalilla päärasvanpoistosta laskettiin rasvanpoistoliuosta pois pohjaventtiilin kautta. Tällöin väkevöintilisäys mahtui säiliöön. 266 lisäyslitran seurauksena johtokyky päärasvanpoistossa nousi arvosta 1 600 mS/m arvoon 9 100 mS/m.

Päärasvanpoistoaltaasta jouduttiin aika ajoin tyhjentämään liuosta pohjakaivoon ja allasvajetta korjattiin lisäämällä suhteessa 1 000 litraa vettä ja 52 litraa Peittex-kemikaalia, jolloin lisäysväkevyydeksi saatiin 30 g/l Peittexia. Koska ensimmäisen kemikaalilisäyksen ansiosta johtokyky oli yli 9 000 mS/m, saattoi prosessiin lisätä raakavettä ilman liiallisen laimentumisen pelkoa.

Pohjakaivon täyttyminen ja liuoksen ajaminen öljynerotukseen sujui suunnitellusti. Öljynerotuksen hiekkasuotimeen oli lisätty puhdasta hiekkaa edellisenä päivänä. Hiekan raekoko oli 1,2–2 mm, ja sitä lisättiin 7 000 kg. Vaahtoamista prosessin käynnistymisen jälkeen havaittiin nopeasti, mutta pysyvää vaahtoa tasaussäiliössä ei ollut. Sen sijaan flotaattorin ylivuoto vaahtosi runsaasti. Toimenpiteinä lisättiin flotaattorin pohjaan tulevan ilman määrää, jolloin hiekkapatjasta saatiin ilmavampi.

Saatu vaahto oli hyvin kuivaa ja vaahtoaminen voimakasta. KK220-kemikaalin syöttö aloitettiin, mutta toisen moodin kohdalla kemikaali tukki pumpun, joten koe jouduttiin keskeyttämään. Lisäksi, kuten kuvassa 18 näkyy, flotaattorin kaapimet irtosivat paikoiltaan. Irtoamisen syyksi epäiltiin flotaattorin pinnan olleen liian korkealla kaapimiin nähden, jolloin flotaattorille tullut sakka on ollut liian raskasta harjakaapimille.

Kuva 18. Flotaattorin harjakaapimet irtosivat paikoiltaan kokeen aikana.

Liitteessä 4 on esitetty kokeen II kuvasarja vaahdon käyttäytymisestä kemikaalisyötön aikana. Tässä moodissa kemikaalin vaikutus nähtiin vaahdon laskeutumisena 90 sekunnin kohdalla, ja tästä puolen minuutin kuluttua havaittiin nesteen pinta. Viidessä minuutissa kemikaali oli poistanut vaahdon täydellisesti.

8.5 Koe III kemikaalilla F99

3. prosessikoe suoritettiin 24.5.2011. Kokeessa käytetty kemikaali oli Kemiran Fennodefo 99, joka on rasvahappoesterin ja tensidien seos.

Esivalmisteluna HP2-linjalla suoritettiin 220 litran Peittex-kemikaalilisäys, jonka myötä johtokyky nousi arvosta 2 300 mS/m arvoon 8 000 mS/m. HP4:n pohjakaivot oli tyhjennetty yöllä, mutta ne olivat täyttyneet aamupäivään mennessä. Syyksi epäiltiin HP2:n putkilinjalta tullutta nestevirtauksen takaiskua. Pieniä ongelmia tuli säiliöiden

pinnankorkeuksien asetusarvojen kanssa. Näiden vaikutus oli prosessikoetta ajallisesti hidastava.

1. moodissa vaahtoaminen ei ollut voimakasta, mutta koe suoritettiin silti. Vaahdon vähyydestä ja epästabiilisuudesta huolimatta vaahdon häviäminen kesti yli kolme minuuttia. Vaahdon määrää ja stabiilisuutta voidaan verrata moodiin 3, jossa kolmen minuutin kohdalla vaahto ei ollut hävinnyt, vaikka syöttömäärä oli sama. Moodissa 3 huomataan, että kokeen aikarajan, 10 minuutin kohdalla, oli vaahto huomattavasti hävinnyt, mutta nesteen pintaa ei vielä havaittu. Kuvasarja vaahdon häviämisestä on esitetty liitteessä 5. Osa kuvista on otettu ilman salamavaloa, jotta vaahtopatjan muutokset erottuisivat paremmin.

2., 3. ja 4. moodin vaahdot saatiin luotua nopeasti. Tässä edesauttoi edellisenä päivänä väkevöidyt HP2-linjan valssausöljynpoiston pesuaineliuokset. Neutralointilaitoksella olivat prosessiasetukset esimerkiksi flotaattorin pinnankorkeuden ja hapotuksen myötä hienosäätöä vaille tavoitteissaan. Luotu vaahto oli hyvin kuiva, stabiili ja runsas, kuten kuvasta 19 voidaan havaita.

Kuva 19. Moodiin 3 luotu vaahto.

Käynnissä olevassa prosessissa (moodit 2 ja 4) kemikaalisyötön päätyttyä vaahtokerros oli laskenut ja vaahto ohentunut tasaisesti, mutta nestepintaa ei havaittu. Käynnissä olevan prosessin moodeihin luodut vaahdot sekä moodeista saadut tulokset olivat hyvin samankaltaisia. Kemikaalia lisättäessä näytti, että kemikaali ennemminkin ”söi” vaahtoa kuin että olisi hävittänyt sitä kemiallisesti.

8.6 Koe IV kemikaalilla F330

Kokeessa käytetty kemikaali on Kemiran Fennodefo 330, joka koostuu rasvahappoestereistä ja mineraaliöljystä. Koe suoritettiin 25.5.2011. Koe IV aloitettiin tyhjentämällä rasvanpoiston pohjakaivosta liuosta kemikaalilisäyksen takia. Koska III koe oli suoritettu 24.5., oli rasvanpoistoliuoksen johtokyky edelleen korkea, 3 200 mS/m. Tavoitteeksi asetettiin 8 000 mS/m. 100 litran lisäyksen myötä johtokyky nousi arvoon 7 000

mS/m, jolloin päätettiin tehdä vielä 30 litran kemikaalilisäys. Tämä nosti johtokyvyn arvoon 7 600 mS/m.

Neutraloinnin vastaanottosäiliö 2:ssa täyttöaste oli tyhjennyksenkin jälkeen 25 %. Säiliöliuoksen oletettiin olevan suurimmaksi osaksi HP2-linjan liuoksia, joissa on mukana HP4-linjan liuoksia. Todettiin, että nämä liuokset eivät vaikuta huonontavasti koetta varten väkevöityyn liuokseen. Prosessiin syntynyt vaahto olikin stabiili, mutta ei runsas, vaikka sekä tasaussäiliö että flotaation ylivuoto vaahtosivat. 1. moodin syöttö aloitettiin, ja liitteestä 6 (1/2) nähdään, että vaahto väheni ja 90 sekunnin kohdalla havaittiin nesteen pinta. 10 minuutin jälkeen jäi pieni ohut vaahtolautta nesteen pintaan.

Ensimmäisen moodin jälkeen vaahtoaminen loppui kokonaan ja uuden vaahdon syntymistä odotettiin kolme tuntia. Vaahtoa yritettiin synnyttää ilmaamalla hiekkasuotimen alaosaa ja sulkemalla flotaattorin yksi kolmesta suuttimesta, jotta ilmamäärä vastaisi prosessin virtauksen kuplitusmäärää. Flotaattorin vesi oli normaalia kirkkaampaa, ja säiliön alhaalta tulevat öljysaostumat nousivat vain hyvin pieninä hippuina pintaa.

Toinen moodi tehtiin käynnissä olevaan prosessiin. Vaahto oli koostumukseltaan ja määrältään samanlaista kuin 1. moodissa. Vaahtoa oli runsaasti nesteen pinnalla vielä 10 minuutinkin jälkeen ja nesteen pinta vaahdon alta havaittiin vasta kahden minuutin kohdalla, kuten liitteestä 6 (1/2) käy ilmi.

Kolmas moodi tehtiin tupla-annostuksella seisovaan prosessiin. Liitteestä 6 (2/2) nähdään, että vaahto laskeutui, mutta ei hävinnyt edes syötön loputtua. Vaikutelmaksi jäi, että vaahto hävisi, mutta näytti kuin mikään ulkopuolinen ei olisi edesauttanut häviämistä.

Kun tasaussäiliö tyhjennettiin moodien 3 ja 4 välillä, tuli säiliöstä valkoista nestettä, joka näytti KK-sarjan vaahdonestokemikaalilta. Säiliö oli pesty moodien välillä eikä selvyyteen päästy mitä kyseinen aine oli. Aineen ei havaittu vaikuttavan vaahtoamiseen.

Prosessin vaahtoamattomuuden takia vastaanottosäiliön liuos alkoi olla lopuillaan, mutta kokeet saatiin juuri ja juuri suoritettua. Vaikutelmaksi jäi, että F330 hävitti vaahtoa vain siitä kohdin, mihin annostelu kohdistui. Moodissa 4 ei havaittu kemikaa-

lilla olevan vaikutusta ensimmäiseen kahteen minuuttiin. Liitteessä 6 (2/2) on esitetty vaahdon käyttäytyminen eri hetkillä.

8.7 Koe V kemikaalilla KK200

Ajan salliessa päätettiin tehdä uusintakoe kemikaalille KK200. Kokeen myötä suljettiin pois mahdollisuus, että I kokeeseen luotu vaahto olisi ollut epästabiili, jolloin koetulokset olisivat olleet vertailukelvottomia. Kokeen V myötä saatiin myös muiden kokeiden kanssa vertailukelpoiset näytteet. Tässä koesarjassa oli siis vain kaksi moodia. Muista kokeista poiketen 1. moodi on tehty käynnissä olevaan prosessiin ja 2. moodi pysäytettyyn prosessiin.

Prosessikokeeseen ei laskettu tarvittavaa Peittex-lisäystä, sillä valssausöljyn johtokyky päärasvanpoiston säiliössä oli valmiiksi 4 300 mS/m. Täten tehtiin suoraan ensin yksi 100 litran lisäys ja tunnin päästä vielä toinen 100 litran lisäys, jolloin varmistettiin riittävän väkevä liuos, jonka johtokyky oli 7 000 mS/m.

Vaahdon muodostuminen neutralointiin kesti tavallista pidempään, sillä putkistoon syntynyt tukko viivytti kokeiden alkua. Odottamattoman viivytyksen vuoksi jouduttiin pohjakaivoon tekemään muutama 1 000 litran raakavesilisäys, mutta nämä lisäykset eivät laskeneet johtokykyä alle kriittisen tason. Lopputuloksena syntynyt vaahto oli hyvin voimakasta ja pysyvää, ja runsautensa vuoksi se pyrki poistumaan jokaisesta löytämästään aukosta. Kuva 20 on otettu ennen moodin 2 kemikaalisyöttöä, ja siitä havaitaan vaahdon runsaus. Kemikaali poisti vaahdon tehokkaasti jopa 1. moodissa, jossa prosessi tuotti koko ajan vaahtoa lisää. Uuden vaahdon syntymisen vuoksi nesteen pinnalla tapahtuva vaahdon häviäminen moodissa 1 havaittiin puolentoista minuutin kohdalla.

Kuva 20. Vaahto pyrki poistumaan venttiilien kautta.

2. moodi tehtiin pysäytettyyn prosessiin, jossa vaahtoa ei syntynyt kemikaalilisäyksen aikana. Vajaan minuutin kohdalla näytti, kuin vaahto olisi lisääntynyt, mutta todellisuudessa vaahdon pintakerros pullistui ylöspäin, minkä jälkeen vaahto romahti. Puolentoista minuutin kohdalla havaittiin vaahdon häviäminen alkaen nesteen pinnalta ja neljän minuutin kohdalla vaahto oli hävinnyt (liite 7). Koska syöttömäärällä 0,05 l/m^3 vaahto katosi, katsottiin tarpeettomaksi toistaa koetta syöttömäärällä 0,1 l/m^3.

9 Tulokset

9.1 Mittaustulokset vaahdonestokemikaalien prosessikokeista

Prosessikokeista saadut tulokset on esitetty taulukoissa 7–11. Taulukkoihin on koottu prosessikokeissa otetut näytteet moodeittain, nimetty näyte sen ottopaikan mukaan, kerrottu prosessin tila sekä esitetty pH:n, johtokyvyn ja öljypitoisuuksien mittaustulokset.

Taulukko 7. Kokeen I mittaustulokset.

KOE I		Prosessin tila	pH	Johtokyky (mS/m)	Öljypitoisuus (mg/l)
Moodi 1	Flotaattorin ylivuoto	pysäytetty	-	-	
	Hiekkasuodin	pysäytetty	5,94	112	1,7
Moodi 2	Flotaattorin ylivuoto	käynnissä	-	-	
	Hiekkasuodin	käynnissä	5,82	169	1,93

Taulukko 8. Kokeen II mittaustulokset.

KOE II		Prosessin tila	pH	Johtokyky (mS/m)	Öljypitoisuus (mg/l)
Moodi 1	Flotaattorin ylivuoto	pysäytetty			
	Hiekkasuodin	pysäytetty	5,46	588	16,93
Moodi 2	Flotaattorin ylivuoto	käynnissä			
	Hiekkasuodin	käynnissä	5,5	612	16,93

Taulukko 9. Kokeen III mittaustulokset

KOE III		Prosessin tila	pH	Johtokyky (mS/m)	Öljypitoisuus (mg/l)
Moodi 1	Flotaattorin ylivuoto	pysäytetty	5,32	278	
	Hiekkasuodin	pysäytetty	5,67	253	4,34
Moodi 2	Flotaattorin ylivuoto	käynnissä	5,2	301	
	Hiekkasuodin	käynnissä	5,34	277	
Moodi 3	Flotaattorin ylivuoto	pysäytetty	5,2	370	
	Hiekkasuodin	pysäytetty	5,58	349	
Moodi 4	Flotaattorin ylivuoto	käynnissä	5,14	396	
	Hiekkasuodin	käynnissä	5,26	363	8,93

Taulukko 10. Kokeen IV mittaustulokset.

KOE IV		Prosessin tila	pH	Johtokyky (mS/m)	Öljypitoisuus (mg/l)
Moodi 1	Flotaattorin ylivuoto	pysäytetty	5,87	95,5	
	Hiekkasuodin	pysäytetty	6,27	97,4	4,38
Moodi 2	Flotaattorin ylivuoto	käynnissä	5,81	143,9	
	Hiekkasuodin	käynnissä	5,83	131,7	
Moodi 3	Flotaattorin ylivuoto	pysäytetty	5,54	168	
	Hiekkasuodin	pysäytetty	5,77	157,1	
Moodi 4	Flotaattorin ylivuoto	käynnissä	5,29	169,6	
	Hiekkasuodin	käynnissä	6,15	165,1	5,14

Taulukko 11. Kokeen V mittaustulokset.

KOE V		Prosessin tila	pH	Johtokyky (mS/m)	Öljypitoisuus (mg/l)
Moodi 1	FlotaattorIn ylivuoto	käynnissä	6,38	284	
	Hiekkasuodin	käynnissä	6,08	248	7,09
Moodi 2	FlotaattorIn ylivuoto	pysäytetty	6,02	377	
	Hiekkasuodin	pysäytetty	6,37	344	7,38

Prosessin öljypitoisuudesta on otettu näytteet jokaisena koepäivänä sekä koesarjan alussa että lopussa. Öljypitoisuuden vaihtelu on enintään 4,6 milligrammaa litrassa näytteiden oton välillä. Öljypitoisuuden oletetaan olevan koesarjan kaikissa näytteissä samaa suuruusluokkaa.

9.2 Annostelupumpun kalibrointi vaahdonestokemikaaleilla

Taulukossa 12 on esitetty kullekin kemikaalille ominainen annosteluaika, kun kemikaalin pumppaus suoritetaan Gamma/L-annostelupumpulla. Taulukossa on mitatut kemikaalikulutukset syötön ollessa 0,05 l/m^3. Kemikaalin kolmen mittauksen perusteella on laskettu kemikaalin keskimääräinen kulutus sekä 30:tä sekuntia että 60:tä sekuntia kohden. Kulutuksen perusteella on laskettu annostelumäärä ja annosteluaika.

Taulukko 12. Lasketut annosteluajat vaahdonestokemikaaleille

Kemikaali	Syöttö (l/m^3)	Kulutus (ml/0,5min)	k.a (ml)	Kulutus (ml/min)	k.a (l/min)	Annostelumäärä (l/h)	Annosteluaika (s)
KK200	0,05	32,0		64			
		31,0		62			
		31,5	31,50	63	0,063	3,78	47,6
KK220	0,05	17,0		34			
		18,0		36			
		17,5	17,50	35	0,035	2,10	85,7
F99	0,05	22,0		44			
		22,5		45			
		22,5	22,33	45	0,045	2,67	67,3
F330	0,05	24,5		49			
		24,0		48			
		24,0	24,17	48	0,048	2,91	61,9

Kemikaalin kulutuksen keskiarvo ($V_{k.a}$) saadaan laskemalla yhteen kolmen mittauksen kulutuksen (V) arvot ja jakamalla tämä summa kolmella. Tulos muutetaan yksiköksi [l/min] kertomalla kulutuksen keskiarvo kahdella ja jakamalla 1000:lla:

$$V_{k.a} = \frac{\frac{\sum V}{3} * 2}{1000} \qquad (2)$$

V = kulutus [ml/0,5 min]

$V_{k.a}$ = kulutuksen keskiarvo [l/min]

Kemikaalin annosteluaika (t_d) saadaan jakamalla syöttö (V_f) kulutuksen keskiarvolla ($V_{k.a}$). Annosteluaika ilmoitetaan sekunteina:

$$t_d = \frac{V_f}{V_{k.a}} * 60 \qquad (3)$$

V_f = syöttömäärä [l/m^3]

t_d = annosteluaika [s/m^3]

Vaahdonestokemikaalin annostelumäärä (V_d) määräytyy pumpun tehorajoitusten mukaan. Se voidaan laskea jakamalla kemikaalin maksimiannostusmäärä (v_d) prosessin tilavuusvirralla ($\dot{v}$):

$$V_d = \frac{v_d}{\dot{v}} \tag{4}$$

V_d = vaahdonestokemikaalin annostelumäärä [l/m^3]

v_d = kemikaalin maksimiannostelumäärä [l/h]

$\dot{v}$ = prosessin tilavuusvirta [m^3/h]

Edellä mainittujen kaavojen 2 ja 3 avulla voidaan laskea esimerkiksi annosteluaika kemikaalille KK200:

$$V_{k.a} = \frac{\frac{\sum V}{3} * 2}{1000} = \frac{\frac{(64+62+63)\frac{ml}{\min}}{3} * 2}{1000\frac{ml}{l}} = 0{,}063 \text{ l/min}$$

$$t_d = \frac{V_f}{V_{k.a}} * 60 = \frac{0{,}05\frac{l}{m^3}}{0{,}063l} * 60s = \mathbf{47{,}6\ s/m^3}$$

Annostelumäärän laskeminen kemikaalille tapahtuu kaavan 4 mukaisesti:

$$V_d = \frac{v_d}{\dot{v}} = \frac{2\frac{l}{h}}{5\frac{m^3}{h}} = \mathbf{0{,}4\ l/m^3}$$

9.3 Peittex-kemikaalin lisäysmäärän laskeminen päärasvanpoiston kierrätyssäiliöön

Peittex-kemikaalin lisäysmäärän laskemiseksi tulee tietää kierrätyssäiliöiden tilavuus, sekä kierrätyssäiliöissä olevan liuoksen pinnankorkeus. Lisäksi tulee tuntea laskentahetkellä liuoksen Peittex-pitoisuus sekä lisättävän Peittex-kemikaalin absoluuttinen NaOH-määrä.

Tasaussäiliöiden kokonaisliuostilavuus

Liuostilavuus ilmoitetaan prosentuaalisena pinnankorkeutena valssausöljynpoiston prosessinäytöillä. Prosentit muutetaan kierrätyssäiliöiden liuostilavuudeksi (V_{CT1}), jolloin voidaan laskea kierrätyssäiliöiden kokonaisliuostilavuus ($V_{CT,\ tot.}$) kuutiometreinä. CT2-tasaussäiliön liuostilavuus lasketaan samalla kaavalla (5) kuin CT1-tasaussäiliön liuostilavuus.

$$V_{CT1} = \frac{V_{CT}}{100} * h \qquad (5)$$

V_{CT1} = CT1-säiliön liuostilavuus [m^3]
V_{CT} = CT-säiliön tilavuus [m^3]
h = kierrätyssäiliön pinnankorkeus [%]

Tasaussäiliöiden kokonaisliuostilavuus (V_{CT}) saadaan summaamalla tasaussäiliöiden CT1 Ja CT2 pinnankorkeudet:

$$V_{CT,\ tot.} = V_{CT1} + V_{CT2} \qquad (6)$$

$V_{CT,tot.}$=CT-säiliöiden kokonaisliuostilavuus [m^3]
V_{CT1} = CT1-säiliön liuosmäärä [m^3]
V_{CT2} = CT2-säiliön liuosmäärä [m^3]

Esimerkiksi prosessikokeen II kokonaisliuostilavuus voitiin laskea kaavoilla 5 ja 6, kun tiedettiin, että CT1-kierrätyssäiliön pinnankorkeus oli 94 % ja CT2-kierrätyssäiliön pin-

nankorkeus 59 %. Täten liuosta säiliöissä oli yhteensä 9,18 m^3. CT1-säiliön tilavuus on 6 m^3.

$$V_{CT1} = \frac{V_{CT.}}{100} * h = \frac{6m^3}{100} * 94 = 5{,}64\ m^3$$

$$V_{CT2} = \frac{V_{CT.}}{100} * h = \frac{6m^3}{100} * 59 = 3{,}54\ m^3$$

$V_{CT,\ tot.} = V_{CT1} + V_{CT2} = (5{,}64 + 3{,}54)\ m^3 =$ **9,18 m^3**

<u>NaOH:n lisäysmäärä kierrätyssäiliössä</u>

Säiliön liuoksen absoluuttinen NaOH:n massa ($m_{abs.}$) lasketaan säiliön liuoksen NaOH-pitoisuuden (c_{NaOH}) sekä säiliön kokonaisliuosmäärän ($V_{CT,\ tot.}$) avulla, joka muutetaan kuutiometreistä litroiksi:

$$m_{abs.} = V_{CT,\ tot.} * c_{NaOH} \qquad (7)$$

$m_{abs.}$ = CT-kierrätyssäiliöiden Peittex-kemikaalin absoluuttinen NaOH:n massa [g]

c_{NaOH} = Peittex-liuoksen NaOH-pitoisuus CT-kierrätyssäiliöissä [g/l]

Kertomalla säiliön liuostilavuus ($V_{CT,\ tot.}$) halutulla Peittex-kemikaalipitoisuudella ($c_{NaOH,\ tav.}$) saadaan tavoiteltu NaOH:n määrä (m_{NaOH}). Rasvanpoistosäiliöön tehtävä lisäysmäärä tiedetään, kun vähennetään liuoksen tavoitellusta NaOH-määrästä liuoksen senhetkinen NaOH-määrä.

$$m_{NaOH} = V_{CT,\ tot.} * c_{NaOH,\ tav.} \qquad (8)$$

m_{NaOH} = tavoiteltu NaOH:n määrä Peittex-kemikaaliliuoksessa [g]

$c_{NaOH,tav.}$ = tavoiteltu Peittex-kemikaalipitoisuus CT-kierrätyssäiliöissä [g/l]

Esimerkiksi prosessikokeessa II NaOH-lisäysmäärä voitiin laskea kaavoilla 7 ja 8, kun tiedettiin säiliön Peittex-pitoisuuden olevan 11 g/l ja säiliöiden liuosmäärän olevan 9,18 m^3 eli 9180 litraa.

$m_{abs.} = V_{CT,\ tot.} * c_{NaOH}$ = 9180 l * 11 g/l = 100 980 g

$m_{NaOH} = V_{CT,\ tot.} * c_{NaOH,\ tav.}$ = 9180 l * 25 g/l = 229 500 g

Rasvanpoistosäiliöön tehtävä NaOH:n lisäysmäärä on

(229 500 – 100 980) g = **128 520 g**

<u>Peittex-kemikaalin lisäysmäärä</u>

Peittex-kemikaali sisältää 35 tilavuus-% natriumhydroksidia (V_{NaOH}) ja Peittex-kemikaalin tiheys ρ on 1 380 g/l. Peittex-kemikaalissa oleva NaOH:n massa m saadaan tällöin kaavalla

$$m = \rho * (\frac{V_{NaOH}}{100}) \tag{9}$$

m = NaOH:n massa Peittex-kemikaalissa [g/l]

ρ = Peittex-kemikaalin tiheys [g/l]

V_{NaOH} = NaOH:n tilavuus Peittex-kemikaalissa [til-%]

$$V = \frac{(m_{NaOH} - m_{abs.})}{m} \tag{10}$$

V = päärasvanpoistosäiliöön tehtävä Peittex-kemikaalin lisäysmäärä [l]

Esimerkiksi prosessikokeessa II tarvittava lisäysmäärä saatiin kaavojen 9 ja 10 avulla.

$$m = \rho * (\frac{V_{NaOH}}{100}) = 1380 \frac{g}{l} * (\frac{35}{100}) l$$ = 483 g/l

$$V = \frac{(m_{NaOH} - m_{abs.})}{m} = \frac{(229500 - 100980) g}{483 g / l}$$ = 266,086 l ≈ **266 l**

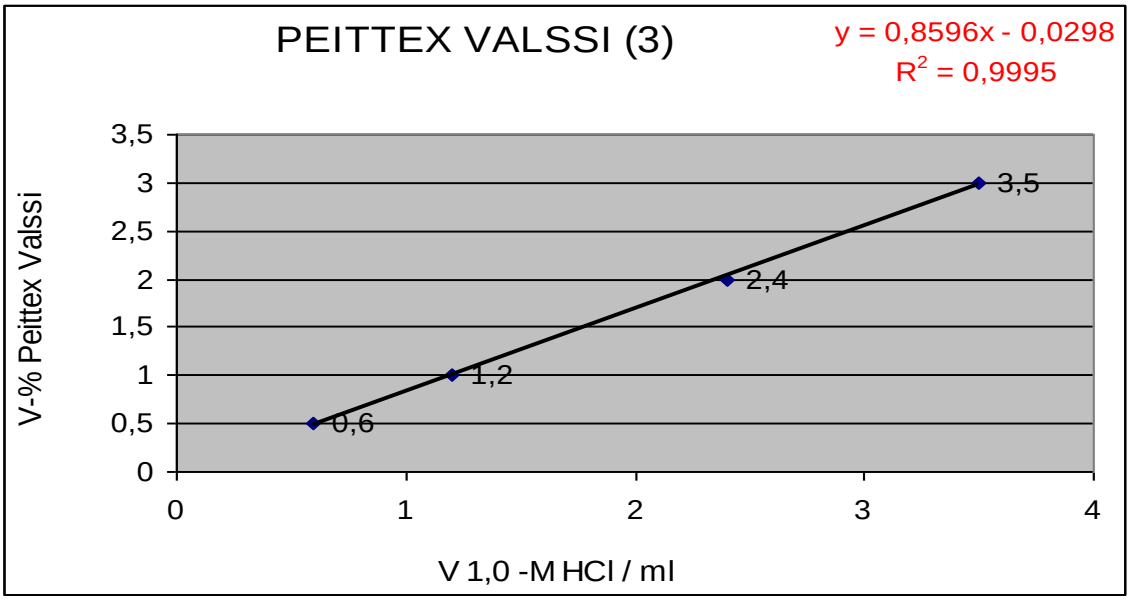
Happo-emästitraus

Liuoksen Peittex-pitoisuus lasketaan happo-emästitrauksen perusteella kuvan 21 suoran yhtälön mukaisesti:

$$c_{NaOH} = (0{,}8596 * x - 0{,}0298) * \rho \qquad (11)$$

c_{NaOH} = liuoksen NaOH-pitoisuus [g/l]
x = happo-emäs-titrauksen kulutus [ml]
ρ = Peittex-kemikaalin tiheys [g/l]

Kuvaaja 21 on piirretty Peittexin koeajojen perusteella. Siinä y-akseli esittää Peittex-kemikaalin pitoisuutta vesiliuoksessa tilavuusprosentteina ja x-akseli kuvaa 1-molaarisen vetykloridihapon kulutusta. Suora siis koostuu pisteistä, jotka on saatu titraamalla eri pitoisuuksisia Peittex-kemikaaliliuoksia 1-moolisella vetykloridihapolla. Suoralta voidaan lukea liuoksen Peittex-pitoisuus, kun vetykloridihapon kulutus tiedetään. (Karvonen)



Kuva 21. Peittex Valssi III -koeajon titraustulokset suhteessa Peittexin pitoisuuteen.

10 Tulosten tarkastelu

10.1 Vaahdonestokemikaalien vertailu

Kaikki vaahdonestokemikaalit lukuun ottamatta KL-Lämmön KK200-kemikaalia olivat parempitehoisia pysäytetyssä prosessissa kuin käynnissä olevassa prosessissa. Prosessin käynnissäolo tuotti koko ajan lisää vaahtoa vähentäen kemikaalien vaikutusta, mutta toisaalta kemikaalit levittäytyivät virtauksen mukana tasaisemmin tasaussäiliöön. Kokeiden ensimmäisiin moodeihin luotu vaahto oli moodisarjojen epästabiilein. Kokeiden moodeissa 2–4 vaahto oli vähintään yhtä stabiili kuin moodissa 1. Tästä poikkeuksena olivat I kokeen moodeihin luodut hyvin epästabiilit vaahdot, joten oli aiheellista uusia I koe kokonaisuudessaan.

Vertailu paremmuudesta Fennodefo-sarjan kemikaalien välillä on vaikeaa. Prosessikuvien perusteella F99 toimii paremmin pysäytetyssä prosessissa pienemmällä kemikaalisyötöllä, mutta F330 toimii paremmin prosessin ollessa käynnissä ja kaksinkertaisilla kemikaaliannosteluilla. Vertailusta tekee vaikean vaahtojen erilaisuudet. Kemiran Fennodefo 99 -kemikaalilla luodut vaahdot olivat kokeiden stabiilimmat moodeissa 2–4. Suhteessa kemikaalit taltuttivat vaahtoa saman verran. Johtokyky oli F99-kemikaalitestien aikana yli kaksinkertainen verrattuna F300-kokeisiin. Sitä vastoin pH oli hieman korkeampi testattaessa kemikaalia F330. Isoin painoarvo on kemikaalin kyvyllä taltuttaa vaahto käynnissä olevassa prosessissa, joten kokeiden perusteella F330 osoittautui tehokkaammaksi vaahdonestokemikaaliksi.

Tulosten perusteella tehokkaimmaksi vaahdonestokemikaaliksi neutraloinnin valssausöljynpoistoprosessissa osoittautui KL-Lämmön kemikaali KK200. Kemikaali poisto tehokkaimmin vaahdon käynnissä olevassa prosessissa ja kemikaalisyötön jälkeen vaahdon uusi muodostuminen kesti kymmeniä minuutteja. Kemiran kemikaali Fennodefo 330 oli toinen kemikaali, joka pystyi taltuttamaan vaahdon käynnissä olevassa prosessissa, vaikkakin vaahdon hävittäminen kesti yli viisi minuuttia kaksinkertaisella annostuksella. Muut kemikaalit eivät taltuttaneet vaahtoa käynnissä olevassa prosessissa. KL-Lämmön kemikaali KK220 todettiin heikoimmaksi kemikaaliksi korkean visko-

siteettinsa takia, sillä kriteerinä koekemikaaleilla oli, että annostelupumpun tulee toimia niiden kanssa.

Vaahdonestokemikaalien käyttäytymisen perusteella vaikuttaa siltä, että FF-sarja on tarkoitettu estämään vaahdon synty, kun taas KK-sarja sopii ominaisuuksiltaan poistamaan syntynyt vaahto. Tähän viittaavat havainnot kemikaalien tavasta poistaa vaahtoa. FF-sarjan kemikaalit pikemminkin sekoittuivat nesteeseen estämään kuplien synty nesteessä, kun taas KK-sarjan kemikaalit jättäytyivät nesteen ja vaahdon rajapinnalle hävittämään syntynyttä vaahtoa ja luomaan nesteen pinnalle kalvon estämään vaahtokuplien muodostumista.

10.2 Vaahdonestokemikaalien analyysitulosten tarkastelu

Eri kemikaaleilla saadut koetulokset ovat samansuuntaiset. Otettujen näytteiden perusteella havaitaan johtokyvyn nousevan, pH:n laskevan ja vaahdon lisääntyvän yksittäisen kokeen edetessä. Tulokset viittaavat siihen, että kokeen edetessä valssausöljyn poistoprosessiin tehty väkevöity liuos on virrannut neutralointilaitoksen öljynerotusprosessin loppuun ja että sitä väkevämpää liuos on, mitä pidemmälle kokeen moodeissa edetään. Myös perättäisinä päivinä suoritettujen kokeiden II-IV nopea vaahdon muodostuminen viittaa siihen, että prosessissa liikkuu tavallista väkevämpää Peittex-kemikaaliliuosta. Pysäytetyssä prosessissa pH-vaihtelut ovat käynnissä olevaa prosessia suuremmat ja pysäytetyssä prosessissa johtokyky on suurempi kuin käynnissä olevassa prosessissa. Johtokyky ja pH eivät korreloi keskenään. Öljypitoisuus kokeiden aikana on normaaliprosessiolosuhteiden kaltainen.

10.3 Kemikaalilisäykset päärasvanpoistoon

Peittexi-kemikaalin lisääminen laskettiin litran tarkkuudella. Itse kemikaalimäärän annostelutilanteessa laskettua lisäysmäärää pidettiin suuntaa-antavana, sillä litran suuruinen lisäystarkkuus on merkityksetöntä prosessin liuostilavuus huomioiden. Prosessikokeissa luodut vaahdot eivät olleet identtisiä koostumukseltaan tai stabiilisuudeltaan. Jokaisen kokeen kriteeri kuitenkin oli, että vaahdon tuli olla stabiili ja sen tuli peittää tasaussäiliön nesteen pinta ja pursuta säiliön miesluukusta. Vaahdon koostumus on huomioitu kemikaalien vertailussa.

10.4 Prosessikokeiden tarkastelu

Vaikka kokeiden eteneminen oli suunniteltu hyvin ennakkoon, oli prosessikokeen tekohetkellä havaittavissa pientä epävarmuutta. Osittain tämän takia koe I uusittiin. Koska kyseessä oli poikkeusolosuhteet, instrumenttihäiriöt tulivat yllätyksenä sekä kokeen tekijöille että käyttöhenkilökunnalle. Esimerkiksi pumppujen käynnistyksissä ilmeni ongelmia, kun pumput eivät vastanneet automaattikäskyihin. Näissä tilanteissa prosessimiesten ammattitaito nousi tärkeään rooliin. Häiriöt vaikuttivat vaahdon ominaisuuksiin ja pidensivät prosessikoeaikaa.

Kokeen aikana täytyi kontrolloida kolmea eri tuotantolinjaa sekä regenerointilaitoksen öljynerotusprosessia. Kokeiden aikana käyttöhenkilökunta vaihtui vuorokierron mukaan, joten enimmillään yhdessä kokeessa oli mukana lähes 30 henkilöä. Tämä asetti haasteensa sujuvalle informaatiokululle.

Neutraloinnin hiekkasuotimen 7000 kg:n hiekkalisäys aiheutti tasaussäiliössä vaahtoamattoman tilan varsinkin II prosessikokeen aikana. Todennäköisesti tämä johtuu hiekan kyvystä sitoa vaahtoa itseensä, jolloin vaahto ei pääse nousemaan pintaan. Vaikka ensimmäisessä prosessikokeessa oli käytetyt hiekat, ovat kokeet silti vertailukelpoisia, sillä saavutetun vaahdon määrä, koostumus sekä vaahdon häviämisaika ratkaisevat.

Prosessikokeissa neutraloinnin virtausnopeudeksi säädettiin 5 m^3/h, kun normaali virtausnopeus on 8–12 m^3/h. On kuitenkin tavallista, että prosessia ajetaan kokeissa käytetyllä nopeudella esimerkiksi silloin, kun ajettavaa liuosta on vähän. Tällöin laitteet säädetään vastaamaan virtausnopeutta.

Mitä korkeammalle pH nousee, sitä paremmat edellytykset prosessilla on vaahdota. Toisaalta, mitä korkeampi pH on, sitä vähemmän luotu prosessikoetilanne jäljittelee normaalia prosessia. Neutralointiprosessi pyrki automaattisesti tasaamaan korkean pH-arvon tavallista suuremmilla rikkihappolisäyksillä.

10.5 Prosessikoenäytteet

Mitä identtisemmät prosessikoenäytteet olivat keskenään, sitä pienemmät olivat virhemarginaalit. Koetilanteissa kuvat on otettu aina samaan aikaan, vaikka kemikaalien annosteluajat olivatkin erisuuruiset. Erot kuvien ottohetkillä ja lasketun annosteluajan päätyttyä olivat muutamia sekunteja, joten kuvat ovat keskenään vertailukelpoisia.

Osassa näytteitä pH-arvot olivat yli 10. Outokummulla ei ole tarvetta tällaisten emästen pH-arvon mittaamiseen, joten pH-mittarin kahden pisteen kalibroinnissa ylempi raja on 10,00. Täten mittausarvot pH-alueella >10 eivät ole tarkkoja ja mittausepävarmuuden oletetaan olevan näissä tuloksissa ± 0,1.

10.6 Laboratoriosimulaatiotulosten tarkastelu

Laboratoriossa testattiin Peittex-kemikaalin vaahtoavuutta eri väkevyyksillä. Tulosten mukaan Peittex vaahtosi jo pitoisuudella 5 g/l. Prosessissa tämän väkevyinen liuos ei vaahtoa. Laboratorionäytteiden tarkistustitrauksen perusteella pitoisuudeltaan näytteet 5 g/l oli todellisuudessa 27 g/l. Tämän väkevyinen liuos vaahtoaa prosessissa. Yli 130 g/l väkevyiset liuokset (tavoiteltu pitoisuus yli 20 g/l), eivät vaahdonneet, eikä näytteille voitu siten tehdä laskeutuskokeita. Näytteiden vaahtoamattomuuden syyksi epäiltiin liian väkevää liuosta, jolloin vesimäärä on liian vähäinen vaahdon aikaansaamiseksi.

Pipetointimääriä laskettaessa ei ollut huomioitu liuoksen alkuperäistä pitoisuutta 14 g/l. Pipetoinnin tuloksena lisäysmäärä oli myös aina 20 g/l oletettua korkeampi, sillä lähtökohtaisesti laskettu pitoisuus sisälsi pipetointimäärän 20 g/l. Tämä systemaattinen virhe koitui lopulta hyödyksi. Jos laboratorion vaahdotustesteihin olisi täysin luotettu, olisi niissä todettu pitoisuudeltaan yli 20 g/l kemikaalia sisältävien liuosten olevan vaahtoamattomia ja prosessissa taas tämän suuruiset pitoisuudet eivät vielä vaahtoa. Laboratoriotestien perusteella päädyttiin siihen, että prosessiin saadaan vaahtoava tila yli 30 g/l Peittex-pitoisuuksilla.

10.7 Jatkotoimenpide-ehdotukset

Vaahtoamisongelma on suurimmillaan neutraloinnin öljynerotuksen hiekkasuotimessa ja tasaussäiliössä. Syöttämällä vaahdonestokemikaalia tasaussäiliöön prosessikokeissakin käytetyllä annostelupumpulla saadaan vaahtoaminen kuriin, jolloin vaahtoa ei pääse muodostumaan kanaaleihin. Kemikaalia voidaan annostella tarpeen mukaan esimerkiksi 5 minuutin annosteluerissä.

Vaahdonestokemikaalien käyttäytymisen perusteella vaikuttaa siltä, että F-sarja on tarkoitettu ensisijaisesti ehkäisemään vaahdon synty. Prosessikokeiden perusteella KK200 sekä poisti vaahdon että esti uuden vaahdon syntymisen, joten tällä kemikaalilla vaikuttaisi olevan sekä ehkäisevä että poistava vaikutus. Kemikaalien erilaisuuden perusteella F-sarjan kemikaaleja voisi annostella jo HP2-linjan prosessissa päärasvanpoistoon samaan kohtaan, mihin Peittex-kemikaali annostellaan. Peittex- ja KK-sarjankemikaaleilla on sama kemikaalitoimittaja, ja kyselyjen perusteella KK-sarjan kemikaaleja voi sekoittaa Peittexiin, joten teoriassa näitä kemikaaleja voidaan käyttää keskenään prosessissa (Korpelin 2011). F-sarjan kemikaalien syötön vaikutusta Peittexin kanssa HP2-linjan päärasvanpoistoon ei tunneta edes teoriassa, mutta prosessikokeiden perusteella kemikaalit eivät reagoineet keskenään poikkeavasti.

Öljynerotusprosessissa liuoksen pH nostetaan tarkoituksella lähelle neutraalia, jotta öljynerotuksen käynyt liuos voidaan laskea kanaaleihin. Laboratoriosimulaatioiden perusteella todettiin, että alhainen pH korreloi vaahtoamattomuuteen. Säätämällä pH:ta neutraloinnin öljynerotusprosessissa alemmas voisi vaahtoaminen vähentyä. Liian hapan liuos pitäisi kuitenkin tässä tapauksessa neutraloida uudestaan juuri ennen kanaaleihin laskemista. Laboratorioissa tehtyjen kokeiden perusteella pH:n nosto voi lisätä vaahdon muodostumista, jolloin HP-linjalla prosessiin syötetty vaahdonestokemikaalin vaikutus voi hävitä neutraloinnin myötä. Tässä mielessä vaahdonestokemikaalin syöttöpiste tulee harkita tarkkaan.

Vaahtoamisen syitä olisi syytä tutkia tarkemmin ja tehdä tämänhetkisten puitteiden perusteella ehkäisevät toimenpiteet vaahdon kurissa pitämiseksi. Näitä toimenpiteitä ovat esimerkiksi HP2-linjalla päärasvanpoiston johtokyvyn tarkkailu ja reagoiminen Peittex-kemikaalimäärän annosteluun esimerkiksi silloin, kuin johtokyky ylittää arvon

2 000 mS/m. HP2-linjalla tulee myös seurata mahdollisia välipaperitukkeumia, jotta rasvanpoiston liuos ei väkevöidy liikaa tukkeumien takia.

Öljynerotuksen puolella tulisi prosessilinjat pitää puhtaina, sillä epäpuhtaudet muodostavat tukkoja linjoihin ja edesauttavat vaahdon syntymistä. Prosessin parametrit tulisi tutkia tarkemmin ja selvittää niiden vaikutusta vaahdon syntyyn, esimerkiksi flotaattorin kuplitusmäärät ja kuplien koot. Hiekkasuotimen hiekkaa tulisi lisätä ja vaihtaa säännöllisesti, jotta likainen hiekka ei heikennä pesuruuvin toimintaa ja samalla pesutehoa.

Tärkeämpää olisi ehkäistä prosessissa vaahdon syntyminen kuin taltuttaa jo syntynyt vaahto, sillä vaahdonestokemikaalit ovat hintavia. Toisaalta, jos prosessissa on tarvetta lisätä pesutehoa käyttämällä nykyistä enemmän Peittex-vesi -liuosta, on ainoa vaihtoehto syöttää prosessiin vaahdonestokemikaalia. Vaahdonestokemikaaleilla vaahtoaminen saadaan kuriin, joten vaahdon syntyminen ei ole este ottaa kemiallinen pesu käyttöön jokaisella HP-linjalla ja RAP5:lla.

11 Yhteenveto

Tässä insinöörityössä on tutkittu vaahdonestokemikaaleja ja niiden käyttämistä kylmävalssatun ruostumattoman teräksen kemiallisessa ja mekaanisessa valssausöljyn poistoprosessissa. Työhön kuuluu teoriaosio sekä koeosio. Teoriaosiossa tutkittiin vaahtoamisen syitä. Koeosiossa testattiin laboratoriosimulaatioiden kautta hehkutus-peittaus2-linjalla käytetyn valssausöljyn pesuaineen vaahtoamista. Koeosiossa myös testattiin eri vaahdonestokemikaalien tehoa neutralointilaitoksen öljynerotusprosessissa. Kerätyn aineiston ja tehtyjen kokeiden myötä tämä työ luo pohjan tarkemmalle vaahtoamisongelman tutkimuksille.

Tensidit vaikuttavat nesteen vaahtoavuuteen, ja pesuaineet, kuten HP2-linjan valssausöljynpoistoprosessissa käytetty pesuaine Peittex Valssi III, sisältävät paljon tensidejä. Työn teoriaosiossa onkin tutkittu vaahtoamisen syitä sekä vaahdonestokemikaaleja. Teoriaosuudessa on myös tarkasteltu kylmävalssaamon hehkutus-peittausprosessia sekä neutralointilaitoksen öljynerotusprosessia. Prosessin sisäistämisen kautta on suunniteltu prosessikokeet, joiden avulla on voitu testata eri vaahdonestokemikaaleja neutraloinnin öljynerotukseen poistamaan sinne syntyvää vaahtoa.

Prosessikokeita varten kemikaalitoimittajilta pyydettiin ehdotuksia mahdollisiksi testikemikaaleiksi, ja ehdotusten perusteella valittiin testattavaksi neljä eri vaahdonestokemikaalia. Nämä kemikaalit olivat Kemiran Fennodefo 99 ja Fennodefo 330 sekä Suomen KL-Lämmön KK200 ja KK220. Jotta kemikaalien syöttömäärät olisivat olleet samat, piti kokeissa käytetty annostelupumppu kalibroida jokaiselle kemikaalille erikseen. Kalibrointi sujui suunnitellusti, ja kokeessa käytetty annostelupumppu soveltui suurimmaksi osaksi kemikaaleille.

Laboratoriosimulaatioissa testattiin Peittex-kemikaalin vaahtoavuutta sen eri pitoisuuksilla. Simulaatioiden perusteella todettiin kemikaalin vaahtoavan alle 130 g/l pitoisuuksilla. Kokeissa huomattiin myös, että korkea johtokyky ja korkea pH eivät korreloi keskenään. Laboratoriosimulaatioiden perusteella mahdollista kemikaalin syöttöpistettä

tulevaisuudessa mietittäessä tuleekin huomioida pH:n rooli vaahtoamiseen, etteivät syöttöpisteen jälkeen tapahtuvat pH-muutokset vaikuta vaahdon muodostumiseen.

Kemikaaleja testaamalla löydettiin paras vaihtoehto taltuttamaan syntynyt vaahto neutralointilaitoksen öljynerotusprosessissa. Tehokkaimmaksi kemikaaliksi osoittautui Suomen KL-Lämmön KK200-vaahdonestokemikaali. Kemikaalia testattaessa vaahto hävisi silminnähden nopeasti, eikä prosessi alkanut tuottaa uutta vaahtoa heti kemikaalisyötön loputtua. Kemiran kemikaalit olivat lähes samantasoisia ja paremmaksi näistä kemikaaleista valittiin F330 käynnissä olevan prosessin perusteella, jossa F330-kemikaali toimi tehokkaammin kuin F99-kemikaali. Testien heikoin oli KL-Lämmön KK220, sillä viskositeettinsa takia kemikaali tukki annostelupumpun ja oli näin soveltumaton mahdolliseksi Outokummulla käytettäväksi vaahdonestokemikaaliksi.

Koeosuudessa vaahdon vähenemisen arvioimista vaikeutti se, että kemikaali vaikutti nesteen ja vaahtokerroksen rajapinnassa, jolloin vaahdon häviäminen ylhäältä päin havaittiin vasta, kun vaahtokerros oli tarpeeksi ohut nesteen pinnan havaitsemiseksi. Valokuvien perusteella oli helppo havaita vaahdon käyttäytyminen kunkin kemikaalin kohdalla. Ongelmia valokuvia otettaessa aiheutti vaahtokerroksen paksuus, sillä korkea vaahtokerros reagoi salamavalon kanssa huonontaen vaahdossa tapahtuvien muutosten havaitsemista ja taas ilman salamavaloa otettu kuva oli monesti epätarkka.

Työn aikana kävi selville, että jokaisella pienelläkin muutoksella voi olla suuri vaikutus kokonaiskuvaan. Sen lisäksi, että työtä tehdessä tulee olla oma ammatillinen osaaminen hallussa, tulee myös muiden ihmisten ammatillinen osaaminen huomioida, osata tukeutua muiden tietoihin ja taitoihin ja käyttää hyväksi näitä tietoja ja taitoja vuorovaikutteisesti. Koska insinöörityötä tehtiin eri prosessiosastoilla, oli informaatiotulva ajoittain hyvin suurta ja yksittäisten kokonaisuuksien hallinnoiminen työlästä. Voimavarojen säästäminen omien vahvuuksiensa käyttöön olikin monesti viisaampaa kuin niiden tuhlaaminen itselle outojen asioiden selvittämiseen.

Lähteet

Antila, Anna-Maija, Karppinen, Maarit, Leskelä, Markku, Mölsä, Heini & Pohjakallio, Maija. 2008. Tekniikan kemia. Helsinki. Edita Prima Oy.

Helanterä, Antti. 2002. Regenerointi 3: Öljyn erotus. Oy Watman Ab Vedenkäsittely. Avesta_Polarit Stainless Oy:lle tehty koulutusmateriaali.

Hubbe, Martin. Associate Professor of Wood and Paper Science. Mini-Encyclopedia of papermarking Wet-End Chemistry. Verkkodokumentti. NC State University. <http://www4.ncsu.edu/~hubbe/DFOM.htm>. Luettu 2.5.2011.

Huttu, Marja-Terttu. 2010. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Mekaaniset prosessit 2. Luentomateriaali.

Karvonen, Kimmo. Outokumpu Tornio Works. Sähköpostiviesti 15.8.2011.

Korpelin, Jukka. Suomen KL-Lämpö Oy. Sähköpostiviesti 21.10.2011.

Kreivi, Pasi. 2000. Flotaatiomenetelmän soveltuvuus öljynerotukseen hehkutus- ja peittauslinja 4:n rasvanpoiston huuhteluvesistä. Insinöörityö. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Kromimalmista ruostumattomaan teräkseen. 2004. Outokumpu esittelymateriaali. Plusmark Painotalo Suomenmaa.

Laitinen, Timo. 2009. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Fysikaalinen kemia. Luentomateriaali.

Niska, Marko. 2004. Rasvanpoiston vaikutus pinnanlaatuun HP-linja 4:llä. Tutkimusraportti. Outokumpu Tornio Works.

Niska, Marko. 2011. Peittex-pitoisuuden ja liuoksen johtokyvyn välinen yhteys HP2-rasvanpoistoliuoksessa. Sähköpostiviesti 1.4.2011.

Mortimer, Charles E. 1997. Kemia. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

ProMinent Finland. 2011. Annostelupumput. Verkkodokumentti. <http://www.prominent.fi/tabid4057/gamma-L-kalvoannostuspumppu.aspx> Luettu 3.10.2011.

Outokumpu Tornio Works. 2008. Sisäinen tietokanta käyttöturvallisuustiedotteille. Luettu 25.3.2011.

Outokumpu Tornio Works. 2011a. Esittelymateriaali. Sisäinen intranet. Luettu 11.5.2011.

Outokumpu Tornio Works. 2011c. Virtauskaavio prosessivesien käsittelystä neutralointilaitos 2:lla. Www-pohjainen dokumenttienhallinta web-DOHA.17.3.2011.

Procter & Gamble. 2005. Natural and Synthetic surfactants. Verkkodokumentti. <http://www.scienceinthebox.com/en_UK/programs/natural_synthetic_en.html#five> Luettu 6.5.2011

Saarenpää. Vesa. 2011. Outokumpu Tornio Works. Suullinen tiedonanto 29.3.2011.

Sarlomo, Antti. 2007(Kotka). Influence of Air Content On The Board Properties. Master of Science Thesis. Verkkodokumentti. Lappeenranta University of Technology, Department of Chemical Technology. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/30467/TMP.objres.528.pdf?sequence=19>. Luettu 2.5.2011.

Seppänen, Heikki. 2011. Outokumpu Tornio Works. Suullinen tiedonanto 4.5.2011.

Soppela, Vesa. 2011. Outokumpu Tornio Works. Suullinen tiedonanto 16.5.2011.

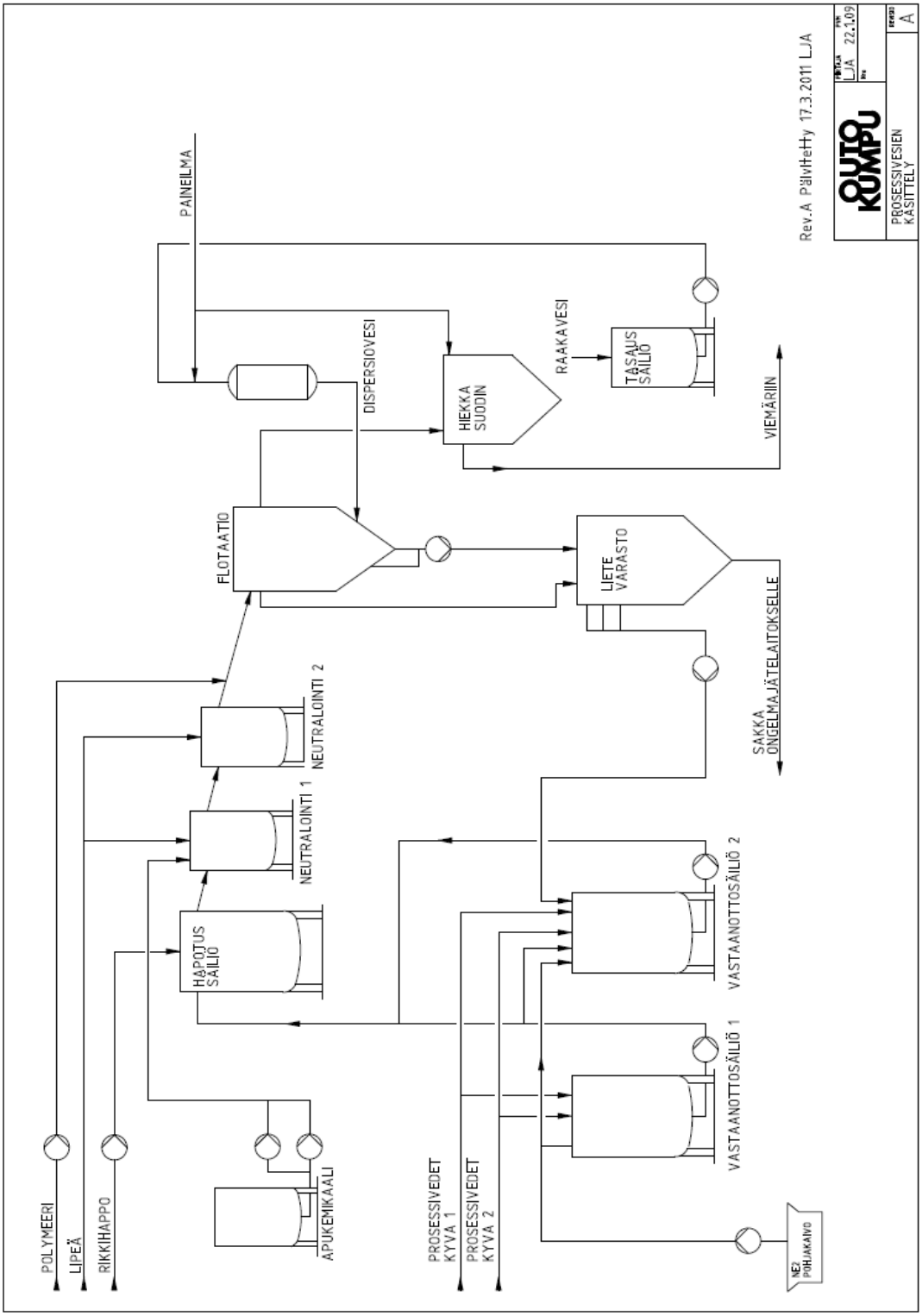
Teknokemian yhdistys ry.2006. Pesuaktiiviset aineet. Verkkodokumentti. <http://www.teknokem.fi/pesuaktiiviset_aineet> Luettu 2.5.2011

Tukes 2011. Pesuaineet. Verkkodokumentti. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Teollisuus--ja-kuluttajakemikaalit/Pesuaineet> Luettu 10.9.2011

Vanhamaa, Tarja. 2009. Neutraloinnin öljynerotusprosessin kapasiteettitarkastelu. Tutkimusraportti. Outokumpu Tornio Works.

Vanhapiha, Veli. 2011. Outokumpu Tornio Works. Suullinen tiedonanto. 30.3.2011.

Prosessivesien käsittelystä Neutralointilaitos 2:lla.



Kuva 4. Kaaviokuva prosessivesien käsittelystä Neutralointilaitos 2:lla (Outokumpu 2011c).

Ohjeistus prosessikokeeseen

Laatija/kirjoittaja	Dokumentin nimi	Dokumentin nro	1(1)
Kirsi Kilponen/Marko Niska	OHJE		
	Päiväys	**Projekti**	
	26.05.2011		

12 HP2, HP4, RAP5, ÖE: PROSESSIKOE VAAHDONESTOKEMIKAALEILLE

Prosessikoe liittyy Kirsi Kilposen insinöörityöhön ”Vaahdonestokemikaalien käyttö kylmävalssatun ruostumattoman teräksen kemiallisessa valssausöljyn poistoprosessissa.” Työn tarkoituksena on tutkia eri vaahdonestokemikaaleja neutralointilaitoksen öljynerotusprosessissa (ÖE) ja löytää näistä paras vaihtoehto öljynerotuksessa tapahtuvan vaahtoamisen poistamiseksi. Koelinjana toimii HP2:n rasvanpoisto, jonka lähtevä liuos väkevöidään ja johdetaan öljynerotukseen. Muilta linjoilta ei kokeen aikana ajeta liuoksia öljynerotukseen.

Vaahdonestoaineiden lisääminen suoritetaan **torstaina 26.5.** Tästä johtuen tullaan prosessin kannalta toimimaan **ke 25.5.- to 26.5.** seuraavasti:

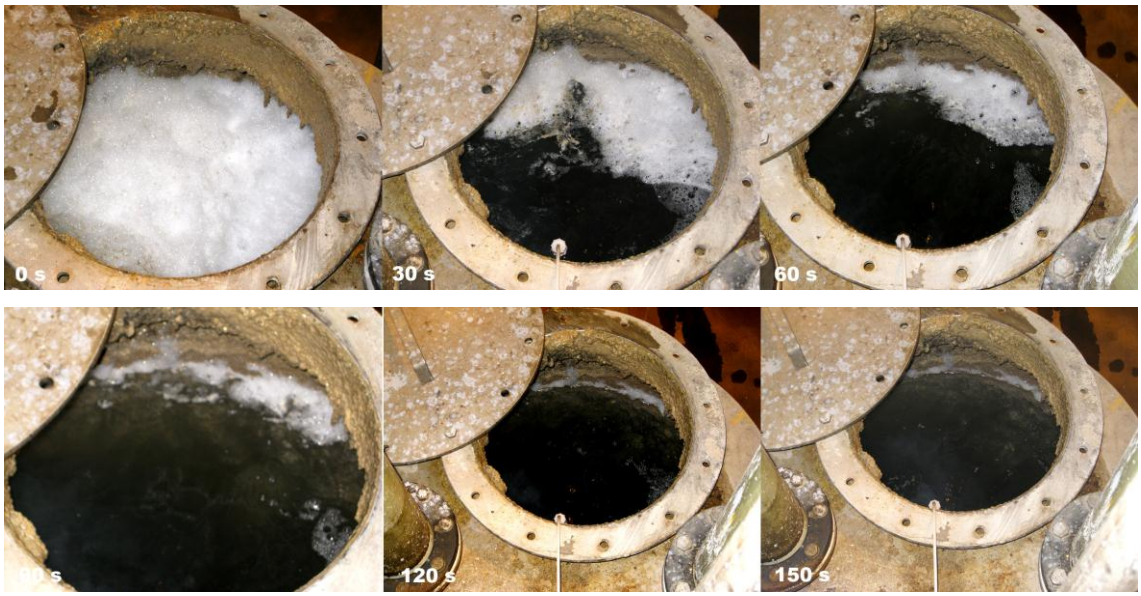
- **HP2 ke yövuoro:** Rasvanpoiston pohjakaivo ajetaan mahdollisimman tyhjäksi klo 6 mennessä (käynnistetään pumppu manuaalilla kun pinnankorkeus on 70 %, jolloin kaivo tyhjenee n. 5 % pinnankorkeuteen).
- **HP2 to aamuvuoro:** Rasvanpoistoprosessiin lisätään Peittex-pesuainetta Kirsin ohjeen perusteella 100 litraa n. klo 07:00. Pesuaine lisätään vasta, kun päärasvanpoistosta on otettu näyte (Kirsi ottaa näytteen n. klo 07:00). <u>Prosessikokeen aikana rapon huuhteluvesilisäys keskeytetään.</u>
    - Rapon pohjakaivo tyhjennetään manuaalisesti öljynerotukseen heti kun mahdollista (pinnankorkeuden ollessa n. 70%).
    - Jos esi-rapon kier.säiliön pinnankorkeus alittaa 30%, lisätään 52 l Peittexiä/1000 l vettä.
- **HP4:** Rasvanpoiston pohjakaivosta ei tehdä tyhjennyksiä maanantain yövuoron jälkeen. Pohjakaivon saa tyhjentää seuraavan kerran pe 27.5 iltavuorossa, ellei toisin ohjeisteta.

- **RAP5 ke yövuoro:** Rasvanpoiston pohjakaivot pumpataan mahdollisimman tyhjäksi klo 06:00 mennessä (Ensin tyhjennetään rapo 2 pohjakaivo rapo 1 pohjakaivoon, joka puolestaan tyhjennetään ÖE:een). Rasvanpoistoliuoksia ei ajeta öljynerotukseen klo 06:00 lähtien. Sitten kun pumppaustarvetta öljynerotukseen ilmenee, otetaan yhteyttä Nere:n valvomoon, puh. 3849 (tällöin liuos voidaan pumpata pros.kokeen ulkopuoliseen vastaanottosäiliöön)
- **ÖE ke yövuoro:** ÖE vastaanottosäiliöt ajetaan mahdollisimman tyhjäksi eli käsitellään RAP5:n öljypitoiset vedet klo 06:00 mennessä.
- **ÖE to aamuvuoro:** Prosessikokeen aikana ei oteta HP4/RAP5:n rasvanpoistoliuoksia vastaan. Kokeen aikana hiekkasuotimen syöttö pidetään tavoitteessa 5 m^3/h. RAP5 rapo-liuoksia voidaan ottaa normaalisti vastaan klo 18:00 alkaen tai Kirsin erillisen ohjeen mukaan.

Kun HP2:lta tuleva liuos on saatu vaahtoavaan tilaan öljynerotuksessa, syötetään KK200-vaahdonestoainetta Kirsin ohjeiden mukaan öljynerotuksen tasaussäiliöön. Prosessikoe tulee päättymään arviolta klo 22 mennessä.

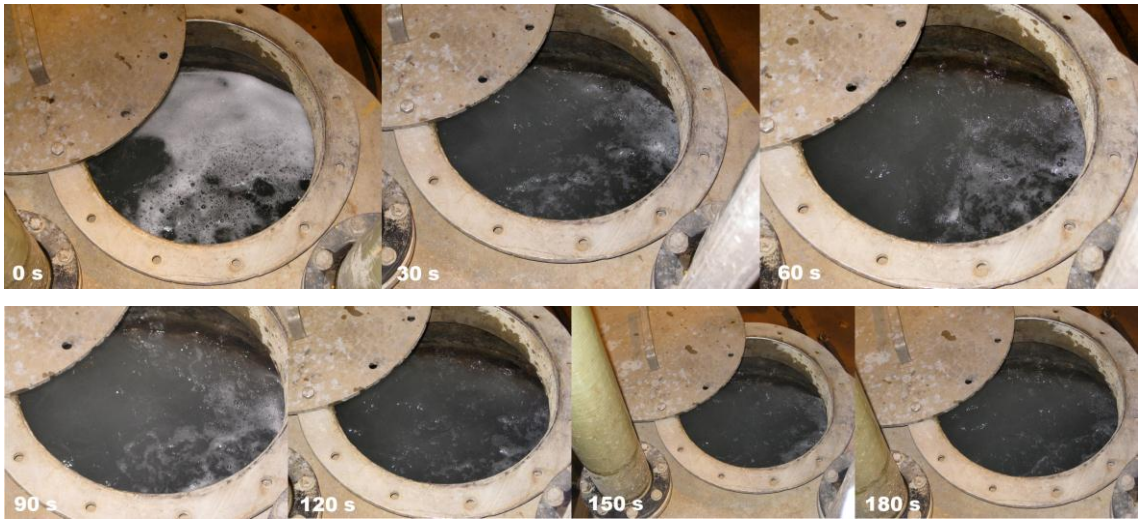
I prosessikoe kemikaalille KK200

Moodi 1



Kuva 5. Vaahdon laskeutuminen moodissa 1 ajanjaksolla 0-150 sekuntia.

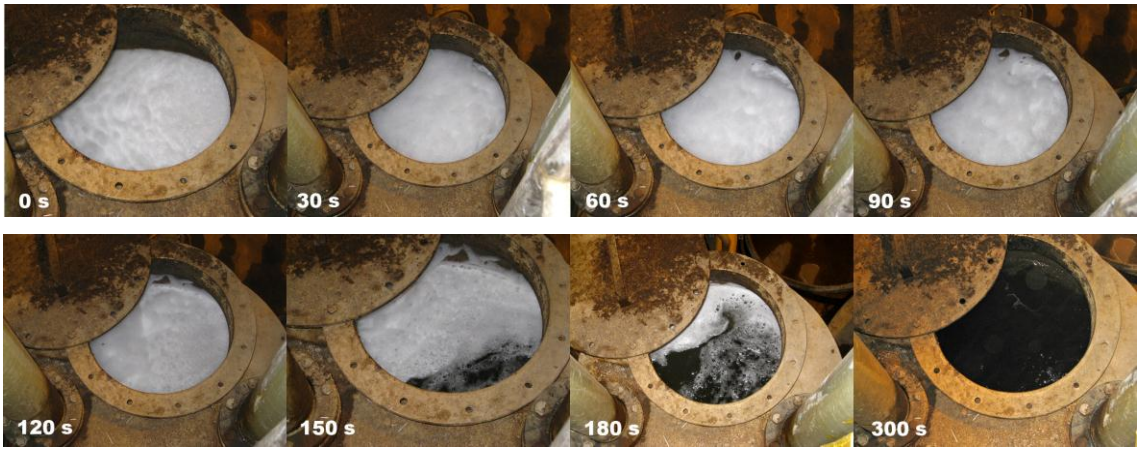
Moodi 2



Kuva 6. Vaahdon laskeutuminen moodissa 2 ajanjaksolla 0-180 sekuntia.

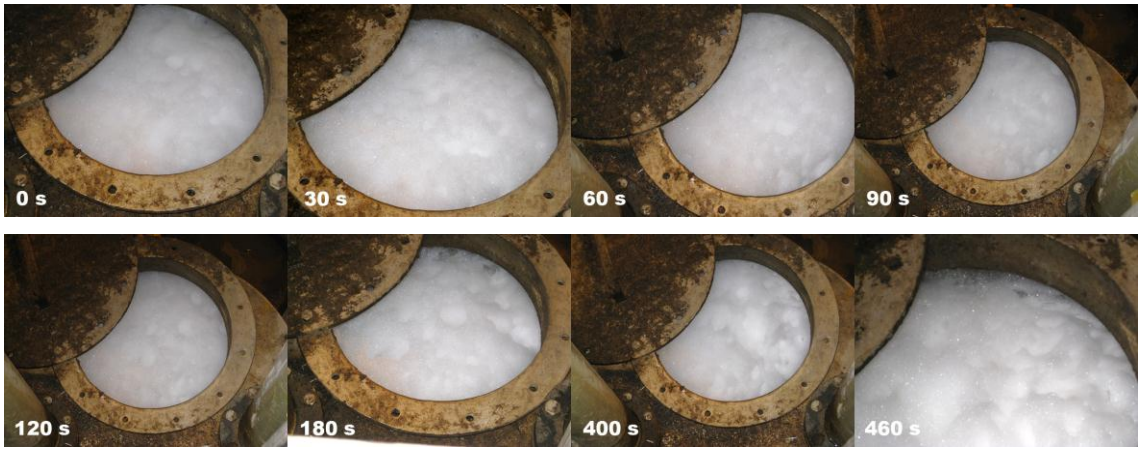
II prosessikoe kemikaalille KK220

Moodi 1



Kuva 7. Vaahdon laskeutuminen moodissa 1 ajanjaksolla 0-300 sekuntia.

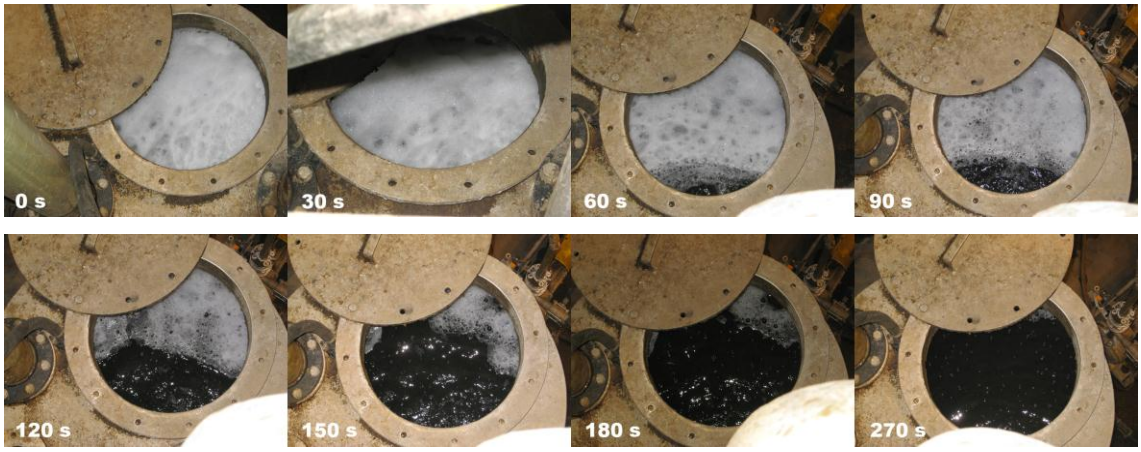
Moodi 2



Kuva 8. Vaahdon laskeutuminen moodissa 2 ajanjaksolla 0-460 sekuntia.

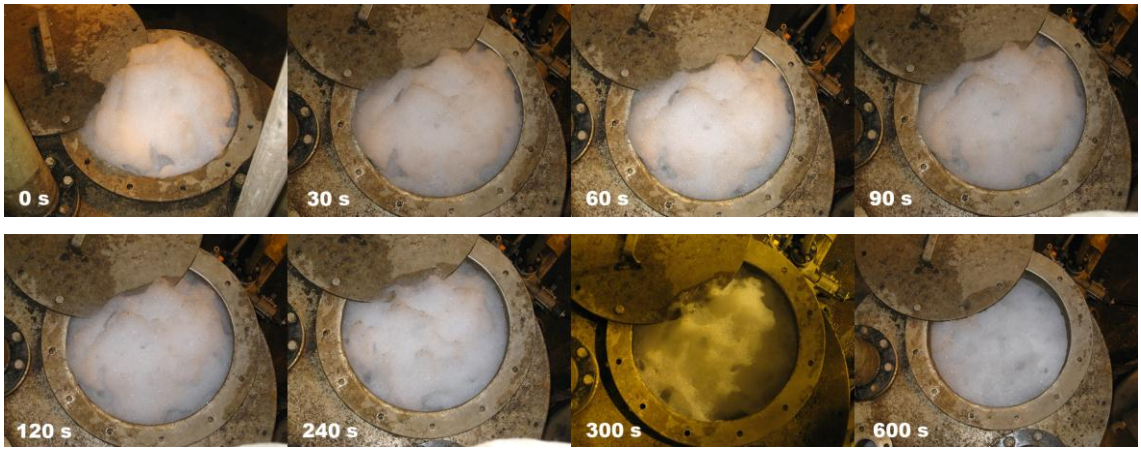
III prosessikoe kemikaalille F99

Moodi 1



Kuva 9. Vaahdon laskeutuminen moodissa 1 ajanjaksolla 0-270 sekuntia.

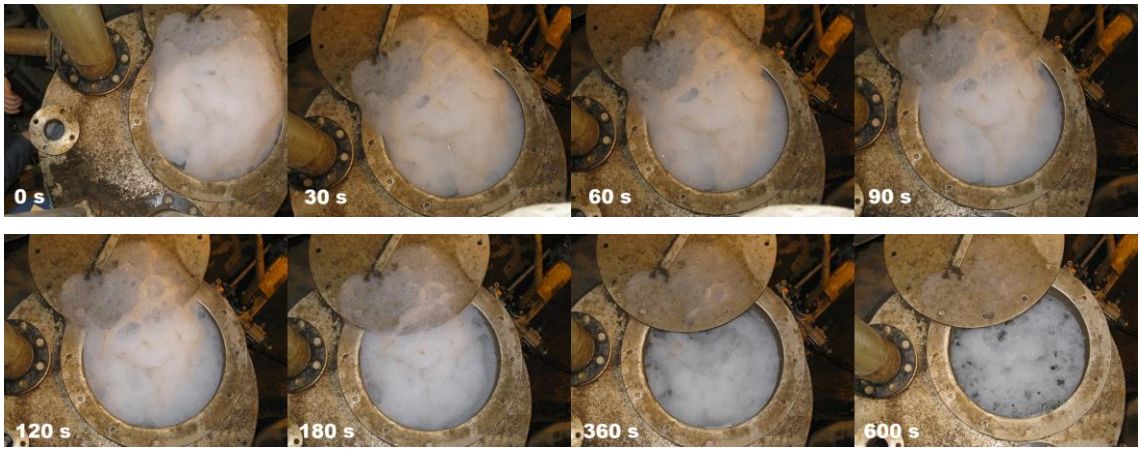
Moodi 2



Kuva 10. Vaahdon laskeutuminen moodissa 2 ajanjaksolla 0-600 sekuntia.

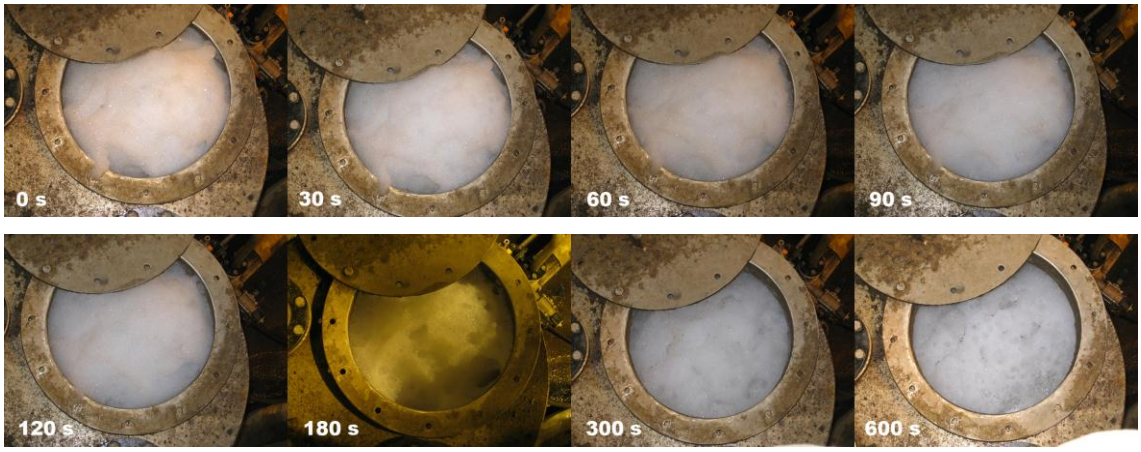
III prosessikoe kemikaalille F99

Moodi 3



Kuva 11. Vaahdon laskeutuminen moodissa 3 ajanjaksolla 0-600 sekuntia.

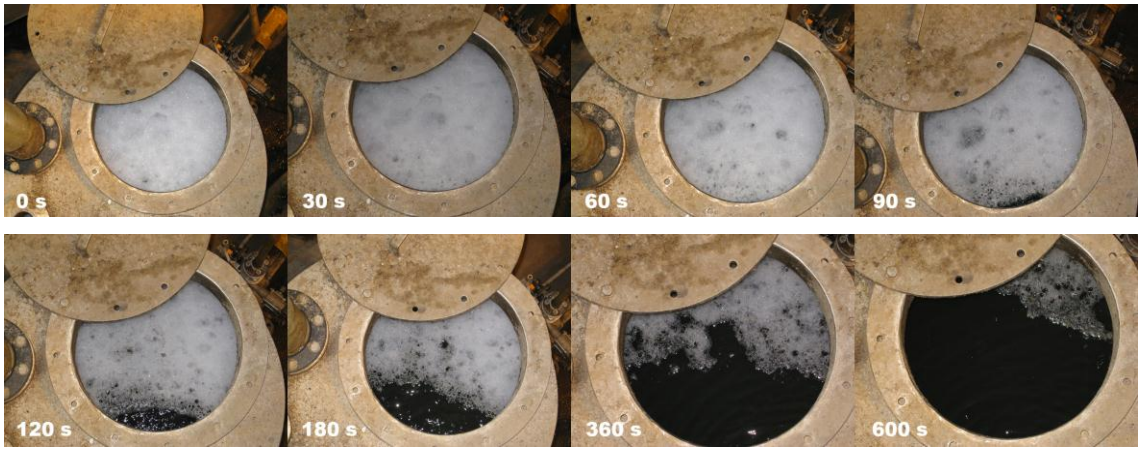
Moodi 4



Kuva 12. Vaahdon laskeutuminen moodissa 4 ajanjaksolla 0-600 sekuntia.

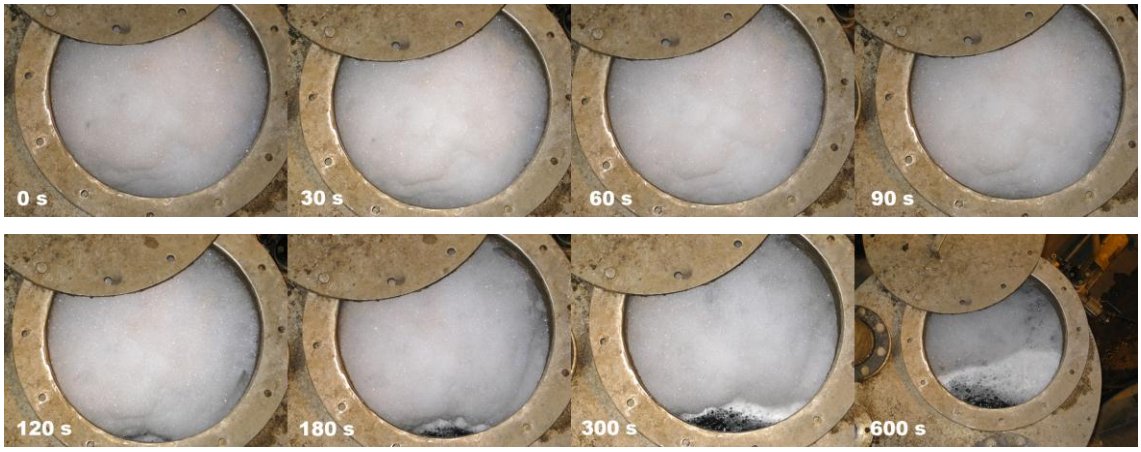
IV prosessikoe kemikaalille F330

Moodi 1



Kuva 13. Vaahdon laskeutuminen moodissa 1 ajanjaksolla 0-600 sekuntia.

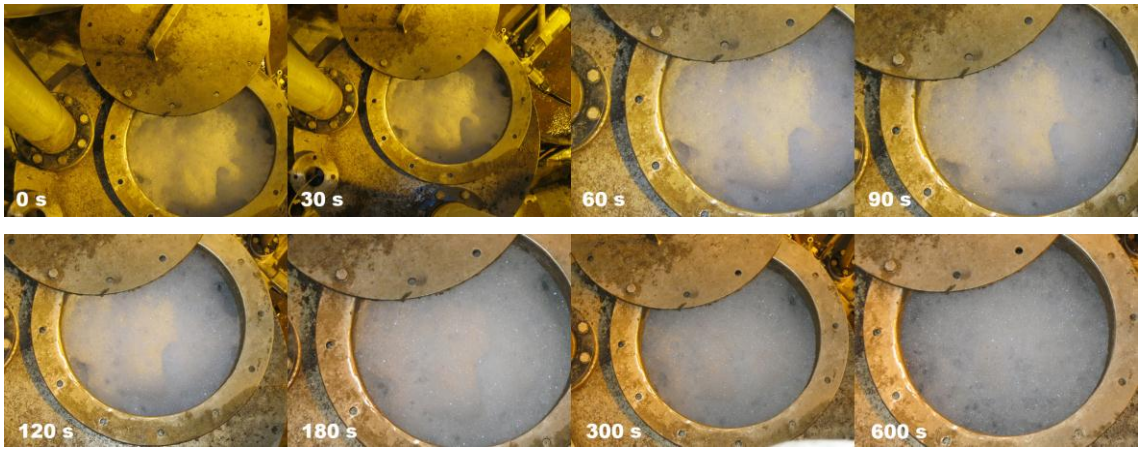
Moodi 2



Kuva 14. Vaahdon laskeutuminen moodissa 2 ajanjaksolla 0-600 sekuntia.

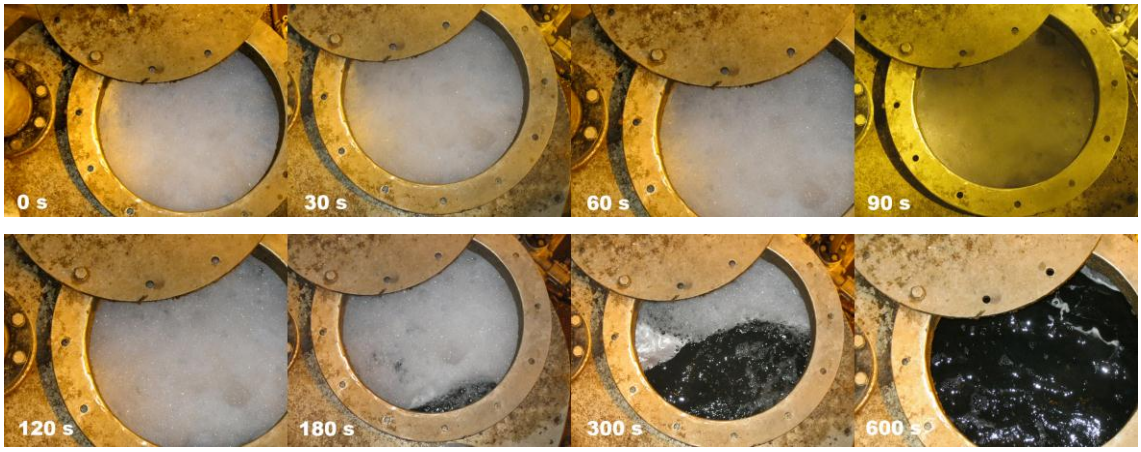
IV prosessikoe kemikaalille F330

Moodi 3



Kuva 15. Vaahdon laskeutuminen moodissa 3 ajanjaksolla 0-600 sekuntia.

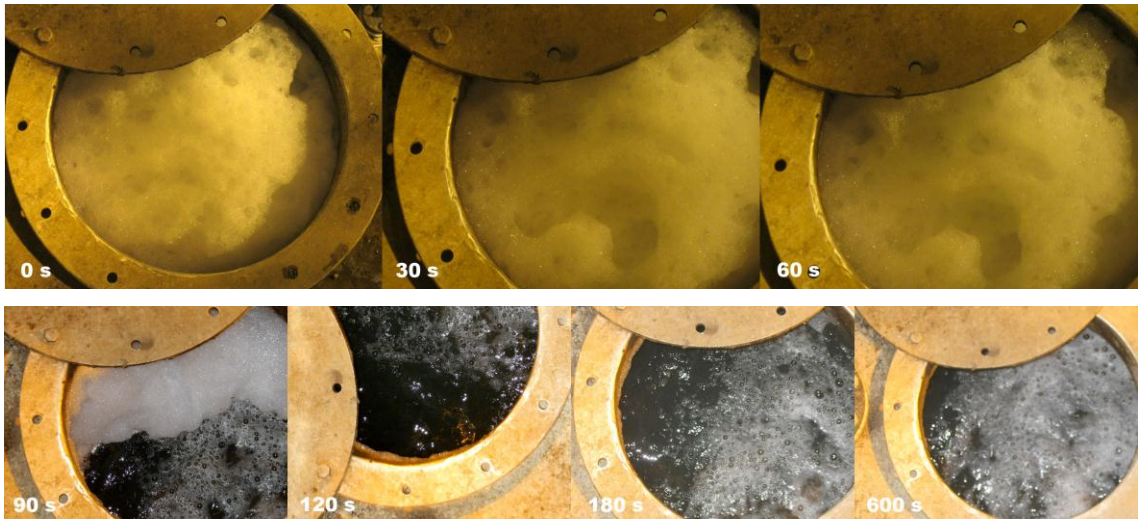
Moodi 4



Kuva 16. Vaahdon laskeutuminen moodissa 4 ajanjaksolla 0-600 sekuntia.

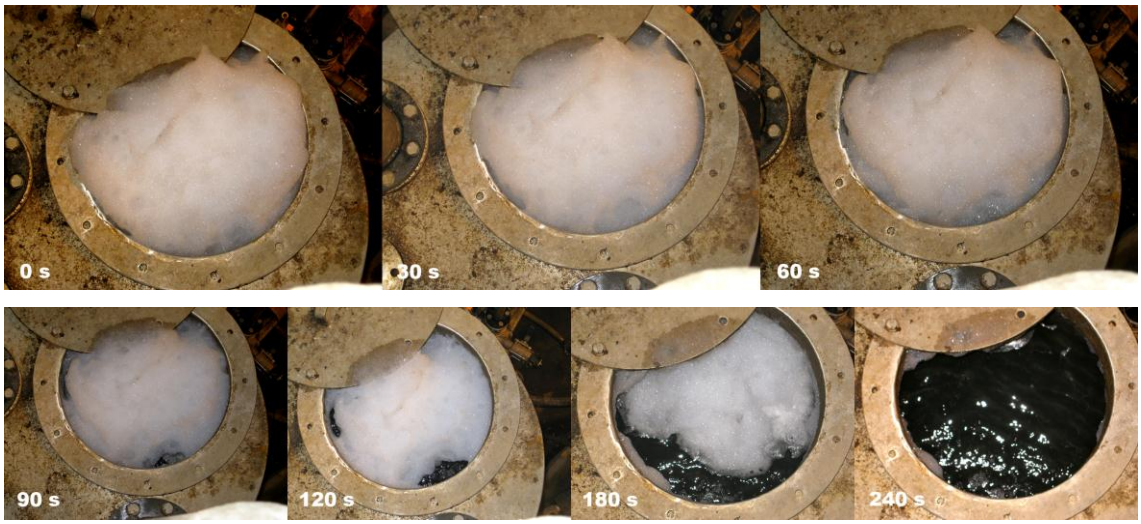
V prosessikoe kemikaalille KK200

Moodi 1



Kuva 17. Vaahdon laskeutuminen moodissa 1 ajanjaksolla 0-600 sekuntia.

Moodi 2



Kuva 18. Vaahdon laskeutuminen moodissa 2 ajanjaksolla 0-240 sekuntia.