

SINKKIFOSFATOINNIN JÄTEVESIEN PUHDISTUS

Jukka Issakainen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2010

Kone- ja tuotantotekniikka
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) ISSAKAINEN, Jukka	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 03.05.2010
	Sivumäärä 65 (23)	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi SINKKIFOSFATOINNIN JÄTEVESIEN PUHDISTUS		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn ohjaaja(t) JURVELIN, Jouni		
Toimeksiantaja(t) Valtra Oy Ab		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää Valtran Suolahden traktoritehtaaseen suunnitellun uuden runkomaalaamon ympäristövaikutukset jätevesiin. Nykyisin käytössä oleva runkojen rautafosfatoointikäsitteily on tarkoitettu korvata kestävämmällä sinkkifosfatoinnilla. Työn alussa selvitettiin kirjallisuuden perusteella sinkkifosfatoinnin teoriataustaa ja erityisesti siihen liittyvää kemiaa. Lisäksi otettiin selvää sinkkifosfatoinnin jätevesipäästöistä sekä erilaisista teknisistä ratkaisuista jätevesien puhdistamiseksi. Teoriataustan perusteella pohdittiin, kuinka Valtran runkomaalaamon jätevesipäästöjen koostumus ja määrä muuttuvat, kun siirrytään käyttämään sinkkifosfatointia. Lopuksi arvioitiin tehtaan nykyisen jätevedenpuhdistamon kapasiteettia puhdistaa sinkkifosfatoinnista tulevia jätevesiä.</p> <p>Työssä esiteltiin erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja sinkkifosfatoinnista syntyvien jätevesien puhdistukseen. Lisäksi pohdittiin mahdollisuuksia uuden runkomaalaamon vedenkulutuksen vähentämiseen pesu- ja huuhteluvesien takaisinkierrätyksen avulla. Työssä esiteltiin vesien takaisinkierrätykseen tarvittavaa tekniikkaa ja laitteistoa. Lisäksi pohdittiin takaisinkierrätyksen taloudellista kannattavuutta. Takaisinkierrätyksen vaatiman uuden tekniikan investointikustannukset saattavat nousta jäteveden käsittelystä aiheutuvia kustannuksia suuremmiksi. Lopputuloksena saatiin, että pesu- ja huuhteluveden takaisinkierrätys ei tällä hetkellä ole taloudellisesti kannattavaa, mutta ympäristönsuojelu ja tehtaan ympäristöarvot on arvioitava erikseen.</p> <p>Työn lopputuloksena ehdotettiin, että uuden sinkkifosfatointilaitoksen jätevesien käsittely aloitetaan nykyisellä jätevedenpuhdistuslaitoksella. Tuotannon käynnistyttyä päästöjen määrää ja laatua seurataan tavallista tarkemmin. Tämän perusteella mietitään mahdollisia muutostarpeita nykyiseen jätevedenpuhdistamoon. Opinnäytetyön ulkopuolelle rajattiin runkomaalaamon ympäristövaikutukset maaperään ja ilmaan. Nämä asiat on kuitenkin selvitettävä uuden maalaamon suunnittelun yhteydessä.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Aktiivihiihdiisuodatus, Elektrolyysi, hiekkasuodatus, ioninvaihto, jätevedenpuhdistus, osmoosi, sinkkifosfatointi, ympäristönsuojelu.		
Muut tiedot Liitteenä tuote-esitteitä ja ote ympäristöluvasta. Yhteensä 23 sivua.		



Author(s) ISSAKAINEN, Jukka	Type of publication Bachelor´s	Date 03.05.2010
	Pages 65 (23)	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title WASTE WATER TREATMENTS OF THE ZINC PHOSPHATING PROCESS		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) JURVELIN, Jouni		
Assigned by Valtra Oy Ab		
Abstract The aim of the bachelor's thesis was to study environmental hazards of the new zinc phosphating process when painting tractor frameworks in Valtra tractor factory of Suolahti. At present the tractor frameworks are coated by the iron phosphating process. In the future this will be replaced to be done by the zinc phosphating process. At first the theory of zinc phosphating chemistry, technical solutions and soil water in general had to be studied. On grounds of that the emissions of the new zinc phosphating process was found out and the cleaning capacity of the present waste water plant was estimated. As the outcome of a study different solutions to treat waste water before the soil were introduced. Also the possibility to reduce water consumption with recycling was estimated. Techniques and equipment of waste water purification and recycling were introduced. The economy of recycling was estimated. New technical pieces of equipment demand big investments. Water and waste water chemicals are nowadays so advantageous inexpensive that the recycling is not profitable. The environmental protection must also be taken care of. The final result of the study was that the waste water of the new zinc phosphating process can be treated by the present waste water plant. The effluents must be measured at short intervals. On grounds of the measurements possible changes can be made. Emissions on soil and air are excluded from the project, because of limited time. A study about these emissions must be carried out in some stage when planning the new zinc phosphating plant.		
Keywords Active carbon filtration, electrolysis, sand filtration, ion exchange, waste water treatment, osmosis, zinc phosphating, conservation of the environment.		
Miscellaneous Appendix; Brochure of waste water treatment equipment and environmental permit. Totally 23 pages.		

SISÄLTÖ

ALKUSANAT	3
SANASTO	4
1 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT	6
1.1 Valtra Oy Ab	6
1.2 Opinnäytetyön tavoite.....	7
1.3 Opinnäytetyön rajausta	8
2 JÄTEVEDET	9
2.1 Pintakäsittelyn päästöt	9
2.2 Jäteveden käsittely	10
2.3 Jätevesien käsittelyn periaatteet	12
2.4 Parhaan käyttökelpoisen tekniikan arviointi	13
2.5 Valtakunnalliset päästörajat	15
2.6 Kunnalliset päästörajat.....	16
2.7 Äänekosken kaupungin päästörajat	17
3 SINKKIFOSFATOINNIN JÄTEVESIEN KÄSITTELY	20
3.1 Päästöjen puhdistamiseen käytettävät tekniikat	20
3.2 Käytetyt prosessikylvyt.....	20
3.3 Öljynerottelu	21
3.4 Neutralointi	23
3.5 Fosfaattikylvyn vaikutus ympäristöön.....	23
3.6 Fosfaattien saostaminen	24
3.7 Saostaminen raudan avulla	24
3.8 Työturvallisuus.....	25
4 HUUHTELUVEDEN TAKAISINKIERRÄTYKSEN TEORIA	26
4.1 Hiekkasuodatus	26
4.2 Aktiivihiekkisuodatus	27
4.3 Käänteisosmoosi.....	28
4.4 Elektrolyttiset erotusmenetelmät	34
4.5 Osastoitu elektrolyysi	36
4.6 Ioninvaihto	38
5 NYKYINEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO	39
5.1 Muutoksia nykyiseen jätevedenpuhdistamoon	40
5.2 Hyxo Oy:n ratkaisumalli öljynerotukseen	41
5.3 Huuhteluveden takaisinkierrätys Hyxo Oy:n ratkaisumalli.....	41
5.3.1 Esikäsittelyt	41
5.3.2 Käänteisosmoosi.....	42
5.3.3 Suolanpoisto	43

6 FOSFATOINTIPROSESSI	44
6.1 Fosfatointiprosessin kemiallinen tausta.....	45
6.2 Fosfatointikerroksen ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä.....	48
6.3 Fosfatoinnin prosessitekniikka.....	50
7 SINKKIFOSFATOINTIMENETELMIÄ	52
7.1 Henkelin menetelmä.....	53
7.2 Fostekin menetelmä.....	54
8 KUSTANNUSLASKUT	56
9 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET	58
10 POHDINTA	61
LÄHTEET	62
LIITTEET	66
Liite 1. Bagfilter systems. Tuote-esite. Hyxo Oy.....	66
Liite 2. DME-, DMHE-, DMCE-mallin suolanpoistolaitteet. Tuote-esite. Hyxo Oy.....	67
Liite 3. Document 118. Tuote-esite. Fostek Oy.....	71
Liite 4. Eurotec-käänteisosmoosilaitteet. Tuote-esite. Hyxo Oy.....	73
Liite 5. Fosfatointiprosessit. FIN 3.2. Tuote-esite. Henkel Oy.....	77
Liite 6. Granodine 1993. Tuote-esite. Henkel Oy.....	79
Liite 7. Prosessit HAS 3.7. Tuote-esite. Henkel Oy.....	82
Liite 8. Ympäristölupa Valtra Oy Ab. Ote ympäristöluvasta.....	86
KUVIOT	
KUVIO 1. Hiekkasuodatuksen toimintaperiaate.....	27
KUVIO 2. Aktiivihiiლისuodatin.....	28
KUVIO 3. Osmoosin periaate.....	29
KUVIO 4. Käänteisosmoosi huuhteluveden puhdistuksessa.....	33
KUVIO 5. Elektrolyysiprosessi jäteveden käsittelyssä.....	35
KUVIO 6. Sähködialyysi eli elektrodialyysiprosessi.....	37
KUVIO 7. Fosfatointikerroksen paino.....	48

ALKUSANAT

Ympäristönsuojelu on noussut tärkeäksi arvoksi teollisuustuotannossa. Osaltaan tähän on vaikuttanut ympäristönsuojelumääräysten ja päästörajojen tiukentuminen, mutta kannustimena ovat toimineet myös erilaiset ympäristösertifikaatit ja ympäristöpalkinnot. Asiakkaat ovat entistä ympäristötietoisempia. Energiaa ja luonnonvaroja säästävä tuotanto on yksi merkittävä imagotekijä. Toisaalta tehokas ympäristönsuojelu ei merkitse suuria lisäkustannuksia.. Tuotantokustannukset voivat jopa pienentyä, kun raaka-aineita kierrätetään ja energiankulutukseen kiinnitetään huomiota.

Jätevesien puhdistuksesta löytyi paljon taustatietoa. Ympäristötekniikka kehittyy nopeasti. Jätevesien puhdistukseen erikoistuneista yrityksistä sain tuoreinta tietoa puhdistusmenetelmistä, -laitteistosta ja -kemikaaleista. Tämän perusteella oli mahdollista suunnitella erilaisia ratkaisuja Valtran sinkkifosfatointilaitoksen jäteveden käsittelyyn.

Haluan kiittää ohjaajaa lehtori Jouni Jurvelinia työni ohjauksesta ja opastuksesta sen eri vaiheissa. Kiitän Valtran kehitysinsinööriä Sami Savolaista ja ympäristöpäällikköä Eino Jämseniä. He mahdollistivat opinnäytetyöni tekemisen antamalla osan työajastaan minun opastamiseen. Kiitän myös eri yhteistyötahoja, joilta sain arvokasta tietoa työhöni liittyen.

Erityiset kiitokset haluan esittää läheisille ihmisille jotka tukivat ja kannustivat minua koko opiskeluni ajan.

Sanasto

BAT (Best Available Techniques) = Paras käyttökelpoinen tekniikka tarkoittaa teknisesti ja taloudellisesti mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä ratkaisuja käyttävää ympäristötekniikkaa. (Seitsonen 1996, 7.)

BATNEEC (Best Available Techniques Not Entailing Excessive Costs) = Paras käyttökelpoinen tekniikka, joka ei sisällä kohtuuttomia kustannuksia. Tarkoittaa sellaisia menetelmiä, joiden avulla päästään hyväksyttävälle päästötasolle kohtuullisin kustannuksin. (Seitsonen 1996, 4.)

BEP (Best Environmental Practice) = Ympäristön kannalta paras käytäntö tarkoittaa, että ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi ja lopettamiseksi otetaan huomioon ympäristön kannalta paras käytäntö. (Seitsonen 1996, 4.)

BPEO (Best practicable Environmental Option) = Ympäristön kannalta paras vaihtoehto tarkoittaa kokonaisuutta, jossa huomioidaan koko prosessin päästöt. (Seitsonen 1996, 4.)

BW (Brackish Water) = Murtoveden osmoosikalvot.

COD (Chemical Oxygen Demand) = Kemiallinen hapenkulutus. Tämä mittari tarkoittaa jäteveden kuluttamaa happimäärää hapetusreaktiossa bikromaattisessa kuumassa liuoksessa katalyytin läsnä ollessa. Yksikkö on happimilligrammaa / litra jätevettä. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 112.)

EDTA (Etyleenidiamiinitetraetikkahappo) = Kompleksinmuodostaja.

HELCOM = Helsingin komitea. Itämeren suojelujärjestö, johon kuuluu Tanska, Saksa, Viro, Suomi, Latvia, Liettua, Puola, Venäjä ja Ruotsi.

Mixed Bed = Sekaioninvaihdin.

PARCOM = Pariisin komitea.

SW (Sea Water) = Suolaisen veden osmoosikalvot.

TDS (Total Dissolved Solids) = Liuosten ionikonsentraatiot, liuennut kiintoaines.

TFC (Thin Film Composite) = Osmoosissa käytettävät ohutkalvot.

TOC (Total Organic Carbon) = Orgaaninen kokonaishiili (TOC) muodostuu orgaanisista hiilyhdisteistä. Näytteen TOC-pitoisuus määritetään TOC-analysointilaitteella. (Malinen T. 2008.)

TW (Tap Water) = Makean veden osmoosikalvot.

Van der Waals voimat = Molekyylien väliset heikot voimat. Syntyvät poolisten eli sähköisesti varautuneiden atomien välillä. Erimerkkiset sähkövaraukset vetävät toisiaan puoleensa.

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

1.1 Valtra Oy Ab

Valtran historia on lähtöisin jo vuodelta 1832. Traktoreita on valmistettu vuodesta 1951 lähtien. Tällöin koottiin ensimmäiset Valmetit 15- eli A-mallin traktorit Jyväskylän Tourulan tehtaalla. Nykyään Valtra Oy Ab on osa AGCO-yhtymää, joka on maailman kolmanneksi suurin maatalouskonevalmistaja. Valtran toimiala on traktoreiden tuotekehitys, valmistus ja myynti. Vuonna 2008 traktoreita valmistui Suolahdessa yli 10000 kappaletta. Työntekijöitä on Suolahdessa n. 800. Valtra-tractoreita markkinoidaan 96 maassa. Suurimmat myyntialueet ovat läntinen Eurooppa ja Etelä-Amerikka. (www.valtra.fi)

Traktorit kootaan Suolahden tehtailla sekä itse valmistetuista, että alihankkijoilta tulevista ostokomponenteista. Moottorit valmistaa Nokialla sijaitseva Sisu Diesel Oy. Suolahden yksikköön kuuluvat voimansiirto- ja kokoonpanotehdas. Voimansiirtotehtaalla valmistetaan traktorin voimansiirrot sekä niiden varaosia valu- ja teräsräaka-aineista. Koneistaminen tapahtuu koneistuskeskuksissa. Kokoonpanotehtaalla osat pintakäsitellään ja maalataan, sekä traktorit kootaan ja viimeistellään valmiiksi. Kokoonpano- ja voimansiirtotehdas toimivat kahdessa vuorossa. Voimansiirtotehtaassa avainkoneita käytetään kolmessa vuorossa ja viikonloppuisin. Tehdasalueella toimii vuonna 2006 avattu tuotekehityskeskus, joka vastaa kaikkien Valtran valmistamien traktoreiden suunnittelusta. Lisäksi tehdasalueella on asiakaspalvelukeskus Atrium. Tehdashallien läheisyydessä, kantatien toisella puolella, sijaitsee varaosakeskus. Suolahden varaosakeskuksesta toimitetaan varaosia Euroopan markkina-alueille. (Ympäristölupa 2003.)

Valtra on ottanut tuotannossaan huomioon niin laatu-, ympäristö- kuin työturvallisuusasiat. Osoituksena tästä on vuonna 1993 Valtralle myönnetty ISO9001-laatusertifikaatti. Ympäristösertifikaatti myönnettiin vuonna 2000. Työterveys- ja turvallisuussertifikaatin OHSAS 18001 yhtiö sai vuonna 2003. Valtra on maailman ainoa traktoritehdas, jolle on myönnetty kaikki nämä kolme sertifikaattia. Vuonna 1999 Valtra palkittiin myös Suomen Laatumalkinnolla.

Tehdashallit on liitetty kaupungin vesi- ja viemäriverkostoon. Lämpö tuotetaan lämpölaitoksessa, jossa käytetään polttoöljyn sijasta puuhaketta. Maalaamon liuotinkaasut poltetaan VOC-polttolaitoksessa (Ympäristölupa 2003; www.valtra.fi. 2010.)

1.2 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyöni aiheena oli Valtran Suolahden traktoritehtaaseen suunnitellun uuden runkomaalaamon jätevesien ympäristövaikutukset. Nykyinen rautafosfointiprosessi korvataan tulevaisuudessa sinkkifosfoinnilla. Tavoitteena oli parantaa runkojen korroosionkestävyyttä sekä maalin tartuntaa. Uuden sinkkifosfointilaitoksen jätevedet on tarkoitus laskea esikäsittelyn ja puhdistuksen jälkeen kunnalliseen viemäriverkkoon. Tehtävänäni oli selvittää opinnäytetyössäni uuden runkomaalaamon jätevesipäästöt. Tämän perusteella tein selvityksiä jäteveden puhdistuslaitteistoja tarjoavien yritysten ja puhdistuskemikaalien toimittajien kanssa, kuinka pinnoitusprosessin tuottamat jätevedet on käsiteltävä ennen niiden laskeamista kunnalliseen viemäriin. Tarkoitus oli selvittää tarvittava puhdistuslaitteisto ja – kemikaalit mahdollisimman yksityiskohtaisesti.

Fosfointiprosessin teknisen tuntemisen lisäksi minun oli selvitettävä Äänekosken kaupungin asettamat raja-arvot viemäriverkkoon laskettaville jätevesille. Tämän perusteella saatoin tehdä ratkaisuehdotuksen siitä, millaisilla laitteistoilla ja kemikaaleilla viranomaisten asettamista päästörajoista suoriudutaan. Tavoitteena oli, että työni perusteella on mahdollista hakea ympäristölupaa uudelle maalaamolle jätevesipäästöjen osalta ja antaa mahdollisimman valmis ratkaisu jäteveden esikäsittelylaitoksen perustamiseksi. Insinöörityöni päätavoite oli tukea Valtran uuden runkomaalaamon investointeja.

1.3 Opinnäytetyön rajaus

Opinnäytetyössäni keskityttiin maalaamon jätevesiin. Jotta uudelle maalaamolle voidaan hakea ympäristölupaa, ympäristövaikutuksia on arvioitava laajemmin. Kokonaisarviointia tehtäessä on otettava huomioon jätevesipäästöjen lisäksi maalaamon päästöt ilmaan, Volatile organic compound (VOC). Valtralla on nykyisellään käytössä liuotinhöyryjen polttolaitos, mutta sen kapasiteetin riittävyys uuden maalaamon virtausarvoihin on varmistettava. Lisäksi on selvittävä uuden maalaamon mahdolliset päästöt maaperään. Kiinteätä jätettä tulee maalin imeytysaineena olevasta piihiekestä. Käytetyn pihiekkeen hyötykäyttöä esimerkiksi maanrakennusaineena teiden pohjatöissä tulee selvittää. Aloituspalaverissa rajattiin työstäni ilma- ja maaperäpäästöt pois, koska opinnäytetyöhön varattu aika ja työmäärä ovat rajalliset. Työssäni keskityttiin vain runkomaalaamon jätevesien käsittelyyn.

2 Jätevedet

2.1 Pintakäsittelyn päästöt

Pintakäsittelystä joutuu jätevesiin monia haitallisia aineita. Lisäksi nämä aineet voivat reagoida keskenään ja muodostaa uusia vaarallisia yhdisteitä. Pintakäsittelylaitoksen normaalin käytön lisäksi päästöjä aiheutuu huolto- ja kunnossapitotoimenpiteiden yhteydessä, esimerkiksi suodattimien pesun yhteydessä. Näiden sekundaaristen päästölähteiden osuus saattaa olla huomattava kokonaispäästöjen määrästä. Taulukossa yksi on koottu yleisimmät pintakäsittelylaitosten päästöt ja niiden päästölähteet. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 11.)

TAULUKKO 1. Pintakäsittelylaitoksen päästöjen alkuperä päästölähteittäin (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 12)

Päästöt	Päästön alkuperä
Orgaaniset aineet	Öljyt, rasvat, liottimet, kostutusaineet, kiiltolisät
Orgaaniset halogeeniset yhdisteet	Klooratut hiilivedyt, rasvan- ja maalinpoistoliuottimet
Suspendoitunut kiinto-aines	Metallihydroksidit, karbonaatit, pöly
Metallit, kuten Cr, Zn, Cu, Sn, Ni, Fe	Esikäsittelyt, autokatalyyttinen metallointi, sähkösaostus, reaktiopinnoitus, anodisointi, lämpökäsittelyt, pinnoitteen poisto, jälkikäsittely
Syanidit, tiosyanaatit	Sähkösaostus, lämpökäsittely
Fosforipitoiset aineet	Rasvanpoisto, fosfointi, lämpökäsittely, kiillotus, autokatalyyttinen nikkelointi
Typpiyhdisteet	Rasvanpoisto, maalinpoisto, sähkösaostus, fosfointi, lämpökäsittely, syövytys
Fluoridit	Maalinpoisto, passivointi, kiillotus, sähkösaostus
Muut suolat Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺	Useita lähteitä

2.2 Jäteveden käsittely

Jätevedellä tarkoitetaan käytöstä poistettua, vesistöön, maahan, jätevedenpuhdistamoon, varastoon tai yleiseen viemäriin johdettua vettä. Yleensä se koostuu viemäriin johdettavista vesistä ja niihin joutuneista vieraista aineista. Jätevedenkäsittely on otettava pintakäsittelylaitoksissa aina huomioon, koska vedessä on useita aineita jotka haittaavat kunnallisen jätevedenkäsittelylaitoksen toimintaa. Jätevedenkäsittely on keskeinen osa laitoksen laadukasta toimintaa. Koska haitallisia aineita on useita, myös erotusmenetelmiä on monia. (Puolamaa & Määttä 1995, 8.)

Pintakäsittelylaitosten tärkeimmät jätevesityypit ovat pesuliuokset, loppuun käytetyt reaktioliuokset ja huuhteluvedet. Huuhteluvedet sisältävät kylpyjen eli reaktioliuosten sisältämiä metalleja ja kemiallisia yhdisteitä. Niiden pH voi vaihdella emäksisestä happamaan ja ne saattavat sisältää useita eri metalleja ja niiden yhdisteitä. Käytetyt prosessikylvyt tulee regeneroida ja käyttää uudelleen. Pesuliuokset sisältävät samoja metalleja kuin pestyt kappaleetkin. Joidenkin metallien pitoisuudet saattavat olla huomattavan korkeita, siksi myös pesuliuokset on esikäsiteltävä ennen viemäriin johtamista. (Siivinen & Mahiout 1999, 20–22.)

Sinkkifosfointi sisältää fosfaattipitoisia jätevesiä. Niiden haitallisuus ilmenee vesistöjen rehevöitymisinä. Fosfaatteja voidaan poistaa jätevedestä tehokkaasti saostamalla. Lievästi hapan jätevesi, jonka pH on 6, voidaan saostaa alumiinisulfaattilla (AlSO_4). Neutraali tai lievästi emäksinen jätevesi, jonka pH on 7–8, saostetaan eri metallien suoloilla ja vahvasti emäksinen jätevesi, jonka pH on 10,5 kalkilla. Mikäli halutaan saostaa myös rauta ja sinkki, tulee happamuuden olla pH 7,5–8. (Siivinen & Mahiout 1999, 24.)

Päästöjen vaikutus ekosysteemissä ilmenee eri tavoilla. Useat aineet, kuten metallit, ovat kemiallisten ominaisuuksiensa tai suuren päästmäärän vuoksi haitallisia eliöstölle. Jätevesien pääsy luontoon voi aiheuttaa laajan ympäristöonnettomuuden, kun kullekin lajille tyypillinen tappava pitoisuus ylittyy. Pitkäaikaisten päästöjen vaikutukset ovat vaikeammin havaittavissa, koska haitallisten aineiden kertyminen eri eliöihin voi olla hyvin erilaista. Tähän vaikuttavat monimutkaiset kemialliset, fysikaaliset ja biologiset prosessit. Aineiden pysyvyys ja hajoamatto-

muus luonnossa aiheuttaa niiden kasaantumista tiettyihin eliöihin. Useamman aineen yhtäaikaisten päästöjen vaikutuksesta joidenkin aineiden myrkyllisyys voi lisääntyä huomattavasti. Vastaavasti jonkin aineen joutuminen ekosysteemiin voi muuttaa eri lajien välisiä tasapainosuhteita. Tästä ovat esimerkkinä fosfaatit (PO_4^{3-}) ja nitraatit (NO_3^-). Näiden yhdisteiden joutuminen luontoon ja erityisesti vesistöihin saa aikaa tiettyjen kasvilajien räjähdysmäisen lisääntymisen toisten lajien kustannuksella eli vesistöjen rehevöitymisen. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003,14–15.)

Koska jätevedet sisältävät useita kemiallisesti ja fysikaalisesti hyvin erilaisia aineita, on jäteveden käsittely haasteellista. Ympäristömääräysten mukainenkin jätevesi voi olla haitallista, vaikka haitallisten aineiden määrät ovat käsittelemätöntä jätevettä huomattavasti pienemmät. Parhaimmallaan tekniikalla ei voida poistaa kaikkia haitallisia aineita. Erityisen ongelmallisia aineita ovat erilaiset suolat. Lisäksi jätevesi aiheuttaa usein kemiallista hapenkulutusta, Chemical Oxygen Demand (COD_{Mn}). Se kuvaa jäteveden sisältämän kemiallisesti hapettuvan orgaanisen aineen määrää. Tyypillisimmin kemiallista hapenkulutusta lisäävät biologiset jätevesipäästöt. (Kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}); Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 112.)

Jätevedenkäsittelyä suunniteltaessa tavoitteena on valita paras mahdollinen menetely. Kunnalliseen jätevesiverkkoon liittyttäessä on esitietoina selvitettävä päästöjen määrä ja -laatu, jäteveden virtaama sekä kunnallisen laitoksen käsittelykapasiteetti ja päästöjen raja-arvot haitallisille aineille. Kunnallisessa jätevedenpuhdistamossa vettä käsitellään yleensä biologisilla puhdistusmenetelmillä. Tämä täydentää fysikaalis-kemiallisen puhdistuslaitoksen esikäsittelyä, jossa jätevedestä poistetaan fosfaatteja sekä biologiselle prosessille haitallisia metalleja. Jäteveden mukana kulkeutuvat metallit haittaavat jäteveden aerobista puhdistusta, nitrifikaatiota eli typen poistoa sekä anaerobista lietteen mädätystä. Metallit hankaloittavat puhdistuslietteen käyttöä maanparannusaineena esimerkiksi maataloudessa. Koska 70–90 % metalleista sitoutuu lietteeseen, pitoisuuksien raja-arvot ylittyvät helposti. Nitrifikaatio estyy myös runsaan happamuuden vaihtelun seurauksena. Metallien aiheuttama saastuminen on haitallista niiden pitkäikäisyydestä, myrkyllisyydestä ja kertymisestä johtuen. (Enström, A., Peltonen, P. & Pääkkönen, J. 2007, 36–39.)

Metallin kemiallinen esiintymismuoto riippuu esimerkiksi ympäristön happamuudesta, suolapitoisuudesta, orgaanisen aineen määrästä ja happipitoisuudesta. Vedden happamuuden, suolapitoisuuden ja orgaanisen aineksen lisääntyminen lisäävät metallien myrkyllisyyttä. Hapan ympäristö lisää metallien liukoisuutta ja muuttaa ne ionimuotoon. Metallit ovat myrkyllisimmillään juuri vapaassa ionimuodossa, koska ne sitoutuvat tällöin helpoimmin biologisiin organismeihin. (Metallit ja niiden myrkyllisyys n.d.)

Esimerkiksi sinkkiä esiintyy enimmäkseen vapaana ionimuodossaan. Sinkki voi kuitenkin lieventää muiden myrkyllisten metallien vaikutuksia estämällä niiden sitoutumiskykyä. Lisäksi eliöt sietävät sinkkiä muita metalleja paremmin. Yleensä metallit ovat ionimuodossa myrkyllisiä. Esimerkiksi kupari-ionit aiheuttavat suurina pitoisuuksina ruuansulatuselimistön tulehduksia ja pitkäaikainen altistuminen aiheuttaa maksakirroosia, kuolioita sekä valtimoiden kovettumista. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 15.)

2.3 Jätevesien käsittelyn periaatteet

Ympäristönsuojelulaki asettaa yleisiä ohjeita sille, kuinka jätevedet tulee käsitellä. Ympäristölle pilaantumisen vaaraa aiheuttavassa toiminnassa on useita periaatteita. Ensimmäisenä periaatteena on ennaltaehkäisyn ja haittojen minimoinnin periaate. Tämän periaatteen mukaan haitalliset päästöt ehkäistään ennakolta tai rajataan mahdollisimman vähäisiksi. Tähän tavoitteeseen pyrittäessä käyttökelpoisia tekniikoita ovat esimerkiksi erilaiset suljetut prosessikierrat. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 15.)

Toisena periaatteena on huolellisuus ja varovaisuus. Tällöin toimitaan tuotannon edellyttämällä huolellisuudella ja varovaisuudella ympäristön pilaantumisen estämiseksi. Tavanomaisen toiminnan lisäksi otetaan huomioon onnettomuuksien estäminen ja seurausten pienentäminen. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 15–16.)

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaatteessa, Best Available Technic (BAT) käytetään parasta olemassa olevaa tekniikkaa. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Käytännössä toimitaankin ympäristön kannalta parhaan käytön periaatteen mukaan. Tällöin työmenetelmät, raaka-aineet ja energianlähteet valitaan ympäristöystävällisesti ja kustannustehokkaasti. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003,16.)

Toiminnanharjoittaja vastaa haittojen ennaltaehkäisystä ja poistamisesta sekä rajoittamisesta aiheuttamisperiaatteen mukaan. Lisäksi toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, riskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista selvilläoloperiaatteen mukaisesti. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003,16.)

2.4 Parhaan käyttökelpoisen tekniikan arviointi

Vesilaisissa määritellään parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaate BAT (Best Available Techniques). Tämä tarkoittaa ympäristön kannalta parhaita, tehokkaimpia ja kehittyneimpiä tuotantomenetelmiä, jätevedenpuhdistustekniikoita sekä niiden hallinta- ja seurantamenetelmiä ja muita toimintatapoja, joilla ympäristöä pilaavat päästöt voidaan kokonaan estää tai niiden määrää tehokkaasti vähentää. Lisäksi nämä menetelmät ovat kuitenkin teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia. Paras käyttökelpoinen tekniikka tarkoittaa kehityksen viimeisintä tasoa niin prosesseissa, laitteissa kuin toimintatavoissa päästöjen rajoittamisessa. (Siivinen & Mahiout 1999, 67.)

Seikoista, jotka tulee ottaa huomioon parasta käyttökelpoista tekniikkaa etsittäessä, määrätään ympäristölaissa. Laissa määrätään, että on käytettävä mahdollisimman tehokkaita sekä teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä sekä toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito- ja käyttötapoja, joilla voidaan estää ympäristön pilaantuminen tai tehokkaimmin vähentää sitä. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 16.)

Ympäristönsuojelulain 3 § 1 momentti määrittää, mitä parhaan käyttökelpoisen tekniikan arvioinnissa on otettava huomioon. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 16):

- jätteiden määrän ja haitallisuuden vähentäminen
- käytettävien aineiden haitallisuus ja mahdollisuus vähemmän haitallisiin aineisiin
- jätteiden kierrätys
- päästöjen laatu, määrä ja vaikutus
- raaka-aineiden kulutus
- energian käyttö
- toimintaan liittyvät riskit ja onnettomuusvaara
- kaikki vaikutukset ympäristöön
- tekniikan kehittyminen
- viranomaismääräykset.

Ympäristönsuojelulaki määrää, että ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavalla toiminnalla tulee olla ympäristölupa. Metallien pintakäsittely esimerkiksi fosfaattitoimalla kuuluu ympäristöluvanvaraisen toiminnan piiriin. Lupaa on haettava ympäristönsuojelulain 29 § nojalla, mikäli viemäriverkkoon päästetään erilaisia pintakäsittelyyn liittyviä aineita, kuten metalleja sekä rehevöitymistä edistäviä fosfaattiyhdisteitä. Kunta voi tapauskohtaisesti antaa erityisohjeita koskien ympäristönsuojelua. Alueellinen ympäristökeskus ratkaisee ympäristölupa-asiat ympäristönsuojelulain 31 § 1 momentin nojalla esimerkiksi silloin, kun fosfatointilaitoksen tuotantokylpyjen tilavuus on yli 30 m³. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 18.)

Ympäristönsuojelulain 10 § mukaan lupahakemukseen on liitettävä jätevesipäästöjen osalta tarvittavat tiedot hiilivedyistä, syanideista, metalleista ja niiden yhdisteistä sekä suspendoituneista aineista. Lisäksi on mainittava rehevöitymistä aiheuttavat yhdisteet, erityisesti fosfaatit ja nitraatit sekä happitasapainoon epäedullisesti vaikuttavat aineet. Viranomaisten on annettava näiden tietojen perusteella tarpeelliset määräykset viemäriverkkoon johdettavien aineiden laadusta ja sallituista pitoisuuksista. (Sosiaali- ja terveysministeriön päätös talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista.)

Periaatetta, joka sisältää menetelmiä, joiden avulla päästään kohtuullisin kustannuksin hyväksyttävälle päästötasolle kutsutaan nimellä Best Available Techniques Not Entailing Excessive Costs, (BATNEEC). Näiden menetelmien tulee olla yleisesti saatavilla ja testattu ainakin pilottimittakaavassa. Talouden kannalta kustannuksia verrataan teollisuuden luonteeseen ja saavutettuun ympäristöhyötyyn. (Seitsonen 1996, 4.)

Ympäristön kannalta parhaan vaihtoehdon periaate, Best Practicable Environmental Option (BPEO) tarkoittaa BAT-tekniikoiden yhdistelmää, jossa otetaan huomioon koko prosessin päästöt. Tässä periaatteessa voidaan yksittäinen menetelmä jättää huomioimatta, vaikka se antaisikin parhaan puhdistustuloksen, mikäli se kuluttaa esimerkiksi energiaa niin paljon, että prosessin kokonaispäästöt olisivat suuremmat. (Seitsonen 1996, 4.)

Ympäristön pilaantumisen estämiseksi ja lopettamiseksi tulisi lisäksi ottaa huomioon kaikkien päästölähteiden osalta ympäristön kannalta paras käytäntö, Best Environmental Practice (BEP). (Seitsonen 1996, 4.)

2.5 Valtakunnalliset päästöraajat

Pariisin komitean (Parcom) (Parcom Recommendation 92/4. 1992) ja Helsingin komitean (Helcom) raporteissa on suosituksia pintakäsittelylaitosten jäteveden päästörajoiksi. (Helcom Recommendation 16/6. 1995.) Helsingin komitean suositus jätevesien vesistöihin tyhjentävien teollisuuslaitosten jätevesissä ei kokonaisfosforin määrä saa olla enempää kuin 2 mg/l eikä kokonaistyyppipitoisuus saa olla korkeampi kuin 50 mg/l mitattuna orgaanisen typen (N), nitraattitypen (NH_4^+) ja nitriittitypen (NO_2^-) summana.

Taulukossa 2 on Pariisin komitean ja Helsingin komitean suositukset pintakäsittelylaitosten jäteveden päästörajoiksi. Vertailuarvona on talousvedelle asetetut vaatimukset. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 22.)

TAULUKKO 2. Pintakäsittelylaitosten jäteveden päästörajat (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 22)

Metalli	Helcom mg/l	Parcom mg/l	Talousvesi mg/l
Elohopea (Hg)	0,05	0,05	0,001
Kadmium (Cd)	0,2	0,2	0,005
Kupari (Cu)	0,5	0,5	2,0
Nikkeli (Ni)	1,0	0,5	0,02
Lyijy (Pb)	0,5	0,5	0,01
Kromi (Cr)	0,5	0,5	0,05
Kromi (VI) [Cr(VI)]	0,1	0,1	–
Sinkki (Zn)	2,0	0,5	3,0

2.6 Kunnalliset päästörajat

Kunnalliset jätevedenpuhdistamot vaativat usein tiukempia päästörajvoja kuin esitettyjen komiteoiden mietinnöt edellyttävät. Jäteveden yleinen myrkyllisyys on tärkeä mitata ennakolta sekä määrittää siinä olevien metallien kokonaismäärä, jotta ei aiheuteta ongelmia kunnallisessa jätevedenpuhdistamossa. Viemäriinliittymissopimuksessa määritellään jätevesikuormitukselle raja-arvot.

Raja-arvot ilmaistaan kuormittavien aineiden määränä tuotantovuorokautta kohti (g/d, kg/d, m³/d). Näitä arvoja voidaan lisäksi tarkentaa asettamalla joillekin aineille tiukempia raja-arvoja (mg/l) tai kieltää joidenkin aineiden päästäminen viemäriin kokonaan. Tästä on sovittava erikseen sopimuksen erityisehdoissa. Käytettävän prosessiveden ja reaktiokemikaalien määrän pienentäminen vähentää jäteveden määrää ja siitä aiheutuvia kustannuksia. Reaktiokemikaaleja tulee kierrättää, koska metalleista tulee jätettä vasta kun ne joutuvat jätevedenpuhdistamoon. Päästöt tulee ottaa mahdollisuuksien mukaan talteen jo syntylähteissään. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 21–22.)

2.7 Äänekosken kaupungin päästörajat

Nykyinen voimassaoleva viemäriinliittymissopimus Valtran ja Äänekosken kaupungin välillä on astunut voimaan vuoden 2005 alussa. Sopimuksen yleisissä ehtoissa todetaan, että yrityksen on toimitettava uusi hakemus Äänekosken kaupungille, mikäli yrityksen toiminta tai jäteveden määrä tai laatu oleellisesti muuttuu. Pinnoitusprosessin muuttumista rautafosfatoinnista sinkkifosfatoinniksi voidaan pitää tällaisena muutoksena, jossa myös jäteveden koostumus ja määrä muuttuvat. Taulukoissa kolme ja neljä on kerrottu viemäriverkkoon johdetun jäteveden suurin sallittu jatkuva ainekuorma vuorokaudessa sekä suurin sallittu hetkellinen ainekuorma.

TAULUKKO 3. Viemäriverkkoon johdettu suurin sallittu ainekuorma (Ympäristö lupa. 2003)

Aine	Pitoisuus g/d
Kupari	50
Kokonaisfosfori	4000
Kokonaiskromi	40
Nikkeli	30
Sinkki	250
Lyijy	20
Kadmium	0,3
Kokonaisrauta	4000

TAULUKKO 4. Viemäriverkkoon johdettavien jätevesien ainekuormitusten hetkelliset enimmäispitoisuudet (Ympäristölupa. 2003)

Aine	Pitoisuus g/l
Kupari	0,5
Kokonaisfosfori	50
Kokonaiskromi	0,5
Nikkeli	0,5
Sinkki	2
Lyijy	0,5
Kadmium	0,01
Kokonaisrauta	50

Ympäristöluvassa korostetaan, että 23.6.2003 alkaen kuparin ja sinkin pitoisuudet jätevedessä eivät saa ylittää ympäristöministeriön työryhmän mietinnön ”71/1992 Asumisjätevesistä poikkeavien jätevesien johtaminen viemäriin” mukaisia päästörajoja, jotka ovat kuparille 0,5 mg/l ja sinkille 2 mg/l.

Ympäristöluvassa määrätään, että mineraaliöljypohjaisten hiilivetyjen kokonaispitoisuus ei saa ylittää arvoa 200 mg/l mitattuna standardin IR SFS 3010 mukaan. Viemäritävän veden happamuuden tulee olla pH 6,0–12,0.

Viemäriinliittymissopimus velvoittaa Valtraa mahdollisuuksien mukaan käyttämään parasta käyttökelpoisinta tekniikkaa (BAT) ja soveltaa mahdollisuuksien mukaan ympäristön kannalta parasta käytäntöä (BEP). Jäteveden esikäsittely tulee hoitaa siten, että viemäriverkkoon kohdistuva kuormitus jää mahdollisimman vähäiseksi.

Ympäristölupa määrää, että Valtra teettää omalla kustannuksellaan neljä kertaa vuodessa virallisesti hyväksytyssä laboratorioissa vuorokauden kokoomanäytteen viemäriverkkoon johdetuista vesistä. Tällöin määritetään kupari, kokonaiskromi, nikkeli, sinkki, lyijy, kadmium, kokonaisrauta ja veden pH-arvo. Näytteet otetaan

liittymän viimeisestä tarkastuskaivosta. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus ottaa näytteitä tehtaan puhdistamosta. Taulukossa viisi on esitelty tyypillinen näyte jäteveden laadusta ennen puhdistamoa ja puhdistuksen jälkeen. Näytteen analysointi osoittaa, että nykyinen puhdistamo toimii hyvin rautafosfaattitoinnilla.

TAULUKKO 5. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus ottama näyte tehtaan puhdistamosta (Ympäristölupa 2003)

Metalli	Puhdistamaton vesi mg/l	Puhdistettu vesi mg/l
kupari	0,033	0,003
lyijy	0,021	0,010
nikkeli	0,019	0,003
rauta	3,5	0,28
sinkki	2,2	0,008
kadmium	<0,002	<0,002
Happamuus	Puhdistamaton vesi	Puhdistettu vesi
pH	6,1	9,9

Näytteiden vuorokausikuorma lasketaan kertomalla analysoitu pitoisuus saman vuorokauden aikana käytetyn puhtaan veden määrällä. Tällä voidaan selvittää, onko jätevesiä laimennettu määräysten vastaisesti puhtaalla vedellä pitoisuusarvojen alittamiseksi. (Ympäristölupa. 2003.)

3 Sinkkifosfatoinnin jätevesien käsittely

3.1 Päästöjen puhdistamiseen käytettävät tekniikat

Pintakäsittelylaitoksissa on aina otettava huomioon jäteveden käsittely. Tämä on keskeinen osa laitoksen laadukasta toimintaa. Jäteveden käsittely on huomioitu useissa laatu- ja ympäristöjärjestelmissä. Koska haitallisia aineita on useita, myös erotusmenetelmiä on kehitetty runsaasti. Nykyään tuotantolaitoksissa käytetään kemiallisia ja fysikaalisia puhdistusmenetelmiä yhdessä. Kemiallisten menetelmien avulla haitalliset aineet tehdään liukenemattomiksi. Tämän jälkeen ne voidaan saostaa ja erottaa erilaisilla fysikaalisilla menetelmillä, kuten suodatuksella. (Ahlsström & Rutanen-Couavoux 2003, 11.)

3.2 Käytetyt prosessikylvyt

Pinnoituskylpyliuosten käyttöikä on oikein hoidettuna jopa yli vuoden. Pinnoituskylpyjen käyttöikää pidentää tehokas rasvanpoisto ennen pinnoitusprosessia. Loppuun käytetyt prosessikylvyt tulee pyrkiä regeneroimaan ja kierrättää uudelleen prosessiin. Emäksiset rasvanpoistokylvyt voidaan puhdistaa ja palauttaa takaisin kiertoon ultrasuodatuksen ja aktiivihiihikäsittelyn avulla. Varsinaisia pinnoituskylpyjä voidaan regeneroida elektrolyysin, elektrodialyysin, neste-nesteuton ja aktiivihiihikäsittelyn avulla.

Käytöstä poistetut prosessikylvyt on käsiteltävä erillään laimeista jätevesistä. Joissakin laitoksissa käytetyt kylvyt sekoitetaan laimeampiin huuhteluvesiin. Tämä vaikeuttaa jäteveden käsittelyä, sillä esimerkiksi metallien saostaminen on sitä hankalampaa, mitä useampaa metallia jätevedessä on. Osa metalleista saostuu tietyllä pH-alueella, kun taas osa metalleista on tällöin liuoksessa. Käytettyjen prosessikylpyjen uusiminen aiheuttaa pistekuormituksen puhdistamolle erityisesti prosessikylpyjen uusimisen ja altaiden puhdistamisen yhteydessä. Emäksiset ras-

vanpoistokylvyt on esikäsiteltävä öljynerotusaltaissa, joista erotettu rasva ja öljy toimitetaan asianmukaiseen käsittelyyn ongelmajätelaitokseen. (Siivinen & Mahtiout 1999, 20–25.)

3.3 Öljynerottelu

Pinnoitettavien kappaleiden pesun yhteydessä syntyy öljyisiä jättevesiä, jotka on käsiteltävä ennen viemäriin laskemista. Öljy aiheuttaa kunnallisessa jätevedenpuhdistamossa useita ongelmia ja saattaa jopa keskeyttää laitoksen toiminnan. Eri-tyisen haitallista öljy on biologisille puhdistusprosesseille, joissa se haittaa lietteen hapensiirtokykyä sekä laskeutumisominaisuuksia muodostamalla eristävän kerroksen lietteen pinnalle. Kemiallisissa puhdistusprosesseissa öljy heikentää poistettavien aineiden saostumista ja aiheuttaa lietteen vaahtoamista. (Laukkanen, Mäkelä & Perttilä 1979, 121.)

Hiilivetyjen poisto kylvyistä lisää kylpyjen käyttöikä ja vähentää kemiallisen hapenkulutuksen, (COD) määrää jätevedenkäsittelyssä. Suuret öljymäärät pilaavat rasvanpoistokylvyt nopeasti. Jo 2–3 %:n öljymäärä heikentää pesuliuoksen öljynpoistokykyä merkittävästi. Öljyä kulkeutuu seuraaviin käsittely- ja huuhtelukylpyihin, joissa se heikentää niiden laatua. Kylpyjen uusiminen kuluttaa prosessikemikaaleja, vettä ja energiaa, sekä lisää syntyvän jäteveden määrää ja puhdistustarvetta. Kylpyveden kierrättäminen öljynerottimeen ylivuotokourun kautta on yksinkertaisin tapa poistaa öljyä huuhtelukylvystä. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 74–76.)

Mineraaliöljyä liukenee veteen öljyn ominaisuuksista ja veden lämpötilasta riippuen 5–50 g/m³. Jäteveden korkea lämpötila ja voimakas sekoittuminen esimerkiksi pumppaamossa lisää veteen liukenevan öljyn määrää. Tällöin veteen emulgoituvan öljyn määrä voi moninkertaistua. (Laukkanen ym. 1979, 121.)

Öljyn erottamiseen jättevesistä on olemassa useita vaihtoehtoja. Erotuksessa voidaan käyttää hyväksi painovoimaa, kuten öljynerotuskaivo tai keinotekoista voimaa, esimerkiksi linkoa. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003 74, 78.)

Yleisin ja varsin tehokas menetelmä on öljynerotuskaivo. Painovoimaan perustuva öljynerotus ei tarvitse lisäenergiaa. Sen puhdistuskyky on kuitenkin varsin rajallinen. Öljykuplien nousunopeutta kuvaa yhtälö (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 74):

$$V = \frac{d^2 \times g (\delta_1 - \delta_2)}{18\eta}$$

jossa

d = öljypisaroiden halkaisija

g = maan putouskiihtyvyys

δ_1 = veden tiheys

δ_2 = öljyn tiheys

η = öljyn dynaaminen viskositeetti.

Öljyn erottumista heikentävät suspendoituneen kiintoaineksen tarttuminen öljypisaroihin. Tämä lisää pisaroiden massaa, jolloin ne nousevat huomattavasti heikommin pintaan. Pinta-aktiiviset aineet ja voimakas sekoittuminen hajottavat öljypisaroita ja pienentävät öljyn nousunopeutta. Lämmittäminen parantaa öljyn erottumista, mutta voi toisaalta tehdä haitallisia konvektiovirtauksia. (Ahlström & Rutanen-Couavoux, 2003, 74.)

Varsinkin suuremmilla jätevesimäärillä tarvitaan tehokkaampia erotusmenetelmiä. Tällöin kysymykseen tulevat erilaiset fysikaaliset, kemialliset ja biologiset erotusmenetelmät, kuten ilmaflotaatio, sentrifugointi, suodatus, aktiivihiilikäsittely, pH:n alentaminen emulsion pilkkomiseksi sekä erilaiset biologiset menetelmät. (Laukkanen ym. 1979, 125–126.)

3.4 Neutralointi

Prosessin toiminnan aikana pH-arvoa säädellään lisäämällä kemikaaleja, emäksiä ja happoja. Tällöin puhutaan prosessin sisäisestä neutraloinnista. Jätevesi neutraloidaan puhdistuskäsittelyssä tyypillisesti arvoon 6,5-9 ennen viemäriin laskua. Hyvin hapan tai emäksinen jätevesi on haitallista kunnallisen jätevedenpuhdistamon toiminnalle. Lisäksi myrkylliset raskasmetallit voidaan poistaa niukkaliukoisina hydroksideina. Samoin tiettyjen anionien esimerkiksi fosfaattien, poistaminen on helpompaa lähellä neutraalia olevasta liuoksesta. Emäksisiä jätevesiä neutraloidaan tyypillisesti lisäämällä niihin happamia kemikaaleja, kuten suola- tai rikkihappoa. Happamien jätevesien neutralointiin käytetään emäksisiä kemikaaleja, kuten natriumhydroksidia (lipeä) tai kalkkia. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003 49–53.)

3.5 Fosfaattikylvyn vaikutus ympäristöön

Fosfointilaitoksen jätevedessä on mm. anioneja: PO_4^{3-} , NO_3^- , PO_2^- , F^- , SiF_6^{2-} sekä kationeja: Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{6+} , Cr^{3+} . Jätevettä syntyy käsiteltävää pintaa kohden 10–50 l/m². (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1, 233.)

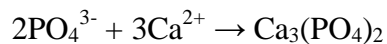
Mikäli happamuuden säätöön käytetään natriumhydroksidia kalkin sijaan, pitää veteen lisätä kalsiumkloridia anionien kuten fluoridin saostamiseksi. Raskasmetallit saostuvat hydroksideina tai fosfaatteina. Kompleksinmuodostajat, kuten EDTA tai polyfosfaatit voivat häiritä metallien saostumista. Siksi niitä sisältävä jätevesi on käsiteltävä erikseen. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1, 233.)

Kuusi-arvoista kromia joutuu jätevesiin vain käytettäessä kromaattipitoista passiivointiliuosta, eikä silloinkaan jatkuvasti. Kylpyvesiä vaihdettaessa alhainen kromaattipitoisuus, 0,2–0,4 g/l voidaan pelkistää natriumditioniitilla ja saostaa hydroksidina. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1, 233.)

Nitriitti muuttuu vaarattomiksi typpiyhdisteiksi prosessin aikana. Mikäli sitä on liikaa jätevedessä, voidaan se käsitellä hypokloriitilla. Jätevesien käsittelyn yksinkertaistamiseksi on paras valita kylpyjä, joissa ei ole kompleksinmuodostajia, kuten kromia, nikkeliä tai nitriittiä. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa1, 233.)

3.6 Fosfaattien saostaminen

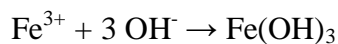
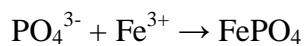
Fosfaattien ja polyfosfaattien saostuminen saadaan aikaan lisäämällä kalsiumioneja jäteveden neutraloinnin yhteydessä:



Lisäksi reaktiossa saostuu kalsiumfosfaattia $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ja kalsiumvetyfosfaattia CaHPO_4 sekä kalsiumdivetyfosfaattia $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

3.7 Saostaminen raudan avulla

Rautaa voidaan käyttää saostuskemikaalina erityisesti ferrikloridiliuoksena Fe^{3+} . Tällöin yleinen reaktioyhtälö on:



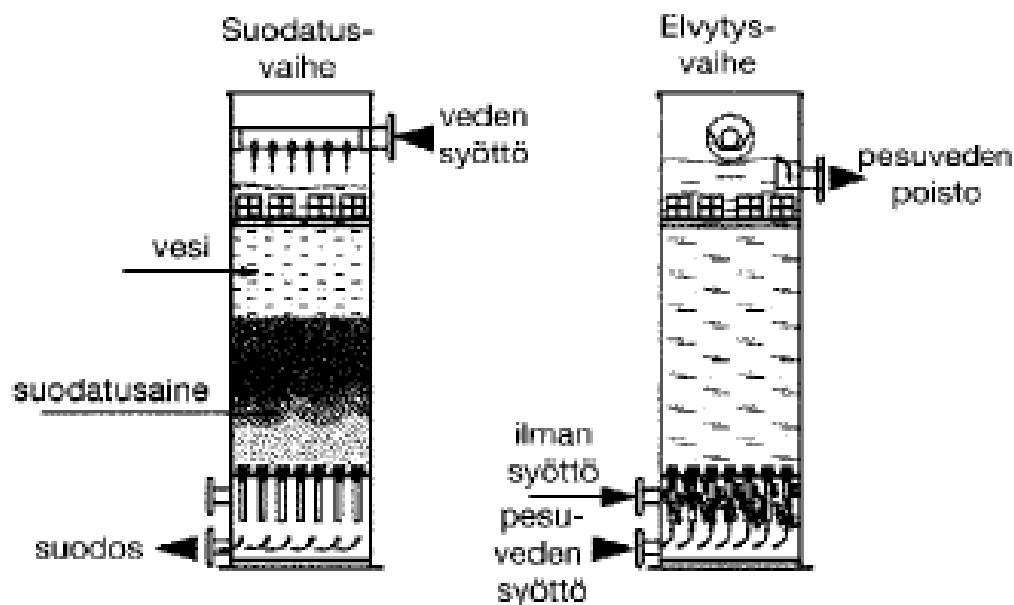
3.8 Työturvallisuus

Fosfatointiprosessissa työturvallisuus on hyvin hallittavissa. Prosessin terveysvaarat eivät ole suuria ja ne pystytään torjumaan tehokkaasti suojavaatetuksella ja ilmanpoistolla. Pahimpia terveysuhkia ovat fluoridit, nikkeli ja kuusiarvoinen kromi. Ylläpito- ja huoltotöiden yhteydessä altistuminen on suurinta, koska tällöin käsitellään suuria määriä väkeviä kemikaaleja. Altaiden puhdistuksessa käytetään vahvoja happoja ja emäksiä. Häiriötilanteissa voi virheellisen toiminnan takia syntyä suuri määrä myrkyllisiä typen oksideja. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1, 233.)

4 Huuhteluveden takaisinkierätyksen teoria

4.1 Hiekkasuodatus

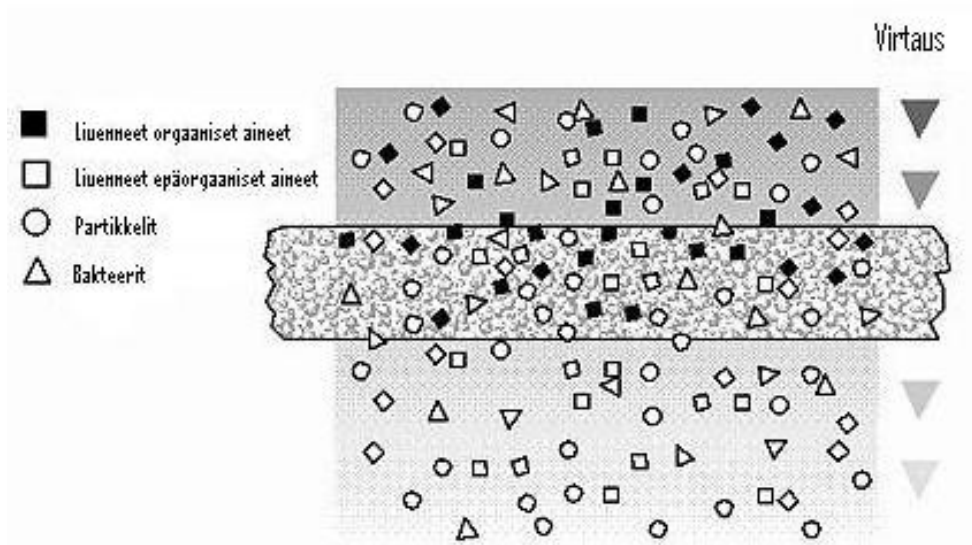
Hiekkasuodatus on suhteellisen yksinkertainen suodatusmenetelmä. Sen toiminta perustuu erikokoisten hiukkasten välisiin Wan der Waals voimiin, hiukkasten ja partikkeleiden pinnalla esiintyviin varauksiin (Zeta-potentiaali), sekä nesteen liikkeen aiheuttamiin kitkavoimiin. Mitä pienempiä suodattimen hiekkapartikkelit ovat, sitä paremmin ne pystyvät erottelemaan epäpuhtauksia. Tyypillisesti raekoko on 1-2 mm. Toisaalta suurempien partikkelien pintaan muodostuva pintakalvo parantaa niiden erottelukykyä. Myös suodattimen pinta-alan kasvattaminen parantaa suodatuskykyä. Tavallisen suodatinhiekan pinta-ala on 1 m²/kg ja kvartsihiekan 10 m²/kg. Hiekkasuodattimen erottelukyky rajoittuu vain kiinteisiin partikkeleihin. Sen hiilivetyjen pidätyskyky on pieni, alle 5 %. Hiekkasuodattimen sitomiskyky on 1-5 kg kuiva-ainesta puhdistutettavaa hiekkakuutiometriä kohden. Käytetyimmät hiekkapuhdistusmenetelmät ovat paineistettu hiekkapuhdistus, jatkuva-toiminen hiekkapuhdistus, kangas-, pussi-, kiekko-, levy-, ja panostyyppinen hiekkapuhdistus. Kuviossa yksi on esitetty hiekkasuodatuksen periaate. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003 80–81; Siivinen & Mahiout 1999, 58.)



KUVIO 1. Hiekkasuodatuksen toimintaperiaate (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 80)

4.2 Aktiivihiilisuodatus

Aktiivihiili toimii täydennysmenetelmänä elektrolyysin tai käänteisosmoosin yhteydessä. Aktiivihiili on varaukseton eli pooliton absorptiomateriaali ja se poistaa tehokkaasti orgaanisia komponentteja, kuten bakteereita, hiilivetyjä, klooria ja ammoniakkia ja eri materiaaleista irronneita orgaanisia jäämiä. Lisäksi se absorboi jonkin verran tiettyjä metalleja, kuten kromia, kobolttia ja elohopeaa. Sen sijaan se ei kykene poistamaan varautuneita hiukkasia, joiden poistoon tarvitaan esimerkiksi elektrolyysiä tai käänteisosmoosia. Kolloidisten hiukkasten suhteen tulos on vaihteleva. Aktiivihiilen tehokkuus perustuu sen huokoiseen rakenteeseen. Tämän ansiosta sen ominaispinta-ala on suuri, 300–3000 m²/g. Tyypillisesti suodattimessa käytetyn aktiivihiilen ominaispinta-ala on 1000 m²/g ja huokoskoko 3–15 nm. Perinteinen aktiivihiili on raekooltaan pientä ja sen puhdistuskyky on hyvä. Ongelmia aiheuttaa pölymäisen hiilen vaikea suodatettavuus. Pölymäistä hiiltä käytetään tyypillisesti raakaveden kloorin poistoon. Teoriassa poolittoman hiilen poolisuutta voidaan muuttaa erilaisella valmistusprosessilla ja esikäsitelyillä. Kuviossa kaksi on esitetty aktiivihiilisuodatuksen periaate. (Vihersaari 2005b; Siivinen & Mahiout 1999, 57–58.)



KUVIO 2. Aktiivihiilisuodatin (Vihersaari 2005a)

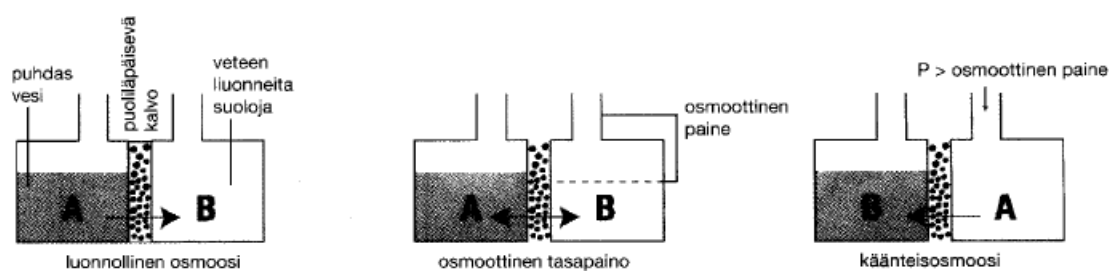
4.3 Käänteisosmoosi

Diffuusiolla tarkoitetaan väkevyydeltään kahden erilaisen aineen sekoittumista siten, että väkevyyserot tasoittuvat. Tämä sekoittuminen johtuu aineen rakenneosasten, atomien lämpöliikkeestä. Pitoisuudeltaan väkevämmästä, hypertonisesta liuksesta siirtyy ainetta laimeampaan ja vastaavasti laimeammasta, hypotonisesta liuksesta siirtyy liuotinmolekyylejä väkevämpään liukseen. (Campbell 1996, 148.)

Osmoosi on diffuusiota puoliläpäisevän kalvon läpi. Tällainen kalvo päästää lävitseen vain liuotinmolekyylejä. Kahden väkevyydeltään erilaisen liuksen väkevyyserot pyrkivät tasoittumaan siten, että liuotinta virtaa kalvon läpi laimeammasta liuksesta väkevämpään. Osmoosi on tyypillinen kemiallinen tapahtuma solussa. Solujen seinämää ympäröi puoliläpäisevä solukalvo. Jos solun ulkopuolella on hyvin laimeaa liosta, sitä alkaa virrata solun sisään. Tämä virtaus aiheuttaa soluun osmoottisen paineen, joka voi olla niin suuri, että solu rikkoutuu. Esimerkiksi verisolussa on tietty osmoottinen paine. Tämän takia suoneen täytyy ruiskuttaa veren kanssa väkevyydeltään samanlaista, isotonista suolaliuosta. Lääketieteessä täl-

laista suolaliuosta kutsutaan fysiologista suolaliuokseksi. Osmoottisen paineen suuruus riippuu liuoksen väkevyydestä. Puhtaan veden osmoottinen paine on normaali-ilmanpaineessa $\psi = 0$ Pa. (Campbell 1996, 695–696; Kalkku, Korvenranta. & Nieminen 1990, 59.)

Käänteisosmoosissa nesteiden pitoisuuseroista itsestään tapahtuvan osmoosin suuntaa muutetaan ulkoisen paineen avulla päinvastaiseen suuntaan. Kalvossa on molekyylin suuruusluokkaa olevia reikiä, joiden läpi vesimolekyylit puristetaan. Tästä tulee prosessin nimikin, käänteisosmoosi. Puhdasta vettä syntyy vain ulkoisen paineen avulla, joka on suurempi, kuin puhdistettavan veden ja puhtaan veden välinen osmoottinen paine. Mitä väkevämpi puhdistettava liuos on, sitä suurempi ulkoinen paine tarvitaan käänteisosmoosin aikaansaamiseksi. Liuosten ionikonsentraatiota mitataan liuoksen kiintoaineksen määrän, Total Dissolved Solids (TDS) arvon avulla. Puoliläpäisevänä kalvona käytetään orgaanisia kalvoja, jotka läpäisevät huonosti pieniä ioneja, kohtuullisen hyvin vesimolekyylejä, mutta ei lainkaan orgaanisia molekyylejä, jotka ovat huomattavasti suurempia, kuin vesimolekyylit. Kalvot jakavat puhdistettavan liuoksen konsentraatin ja puhtaan liuoksen permeaatin. Käänteisosmoosissa tyypillinen permeaatti on vesi. Kuviossa kolme on esitetty osmoosin periaate. (Siivinen & Mahiout 1999, 49, 55–56.)



KUVIO 3. Osmoosin periaate (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 83)

Käänteisosmoosin suodatuskyky on erinomainen. Kalvolla voidaan erottaa molekyylejä ja ioneja, joiden halkaisija on 0,1–1 nm. Kaksikerroksisilla (Millipore) kalvoilla päästöraja eli ”cut off” on 300. Molekyyliainossa tämä tarkoittaa $u = 300$ daltonia, jossa u on atomimassayksikkö. Yksi dalton vastaa vetyatomin massaa ja esimerkiksi vesimolekyylin massa on 18 daltonia. Suolan, esimerkiksi ruokasuolan erotuskyky on yli 95 %. Kolmikerroksisilla kalvoilla (Filmtec ym.) päästään vieläkin parempiin suodatustuloksiin. (Vihersaari 2005b.)

Kalvon läpi kulkeva ainemäärä voidaan ilmaista kaavalla: (Forsén 1980, 12.)

$$M = k A \frac{\Delta p - \Delta \pi}{d}$$

jossa

M = kalvon läpäissyt ainemäärä ($l/m^2 \cdot h$)

k = laitekerroin

A = kalvon pinta-ala (m^2)

Δp = kalvon eri puolilla oleva paine-ero (Pa)

$\Delta \pi$ = osmoottinen paine-ero (Pa)

d = kalvon paksuus (m).

Yhtälöstä havaitaan, että suuri paine-ero ja ohut kalvo ovat eduksi prosessin tehokkuuden kannalta. Eri kalvotyyppien tyypillisimmät suodatuskyvyt on esitetty taulukossa kuusi. Ongelmaksi saattaa muodostua kalvon mekaaninen ja kemiallinen kestävyys ja usein joudutaan tekemään kompromisseja kalvon rakenteen ja prosessin säätöarvojen, kuten paineen, lämpötilan ja happamuuden suhteen. (Forsén 1980, 12.)

Käänteisosmoosikalvoja valmistetaan kolmeen eri käyttötarkoitukseen:

- Makean veden kalvot Tap Water RO (TW)
- Murtoveden kalvot Brackish Water RO (BW)
- Suolaisen veden kalvot Sea Water RO (SW)

TAULUKKO 6. Eri kalvotyyppien tyypillisimmät suodatuskyvyt (Vihersaari 2005b)

Paine 29 bar	TW	BW	SW
NaCl-suodatus (%)	90 %	92,50 %	97,50 %
Virtaus l/h	59	49	33

Käänteisosmoosi perustuu kalvorakenteeseen, jossa molekyylin mittakaavassa olevat reiät päästävät veden lävitseen, mutta estävät suolojen ja orgaanisten molekyylien läpikäymisen. Kalvon tulee kestää hyvin painetta. Tyypilliset paineet ovat 10–50 atm. Tämän takia kalvot rakennetaan monikerroksisiksi. Yleisimmät kalvorakenteet on esitetty taulukossa seitsämän.

TAULUKKO 7. Yleisimmät käänteisosmoosikalvorakenteet (Vihersaari 2005b)

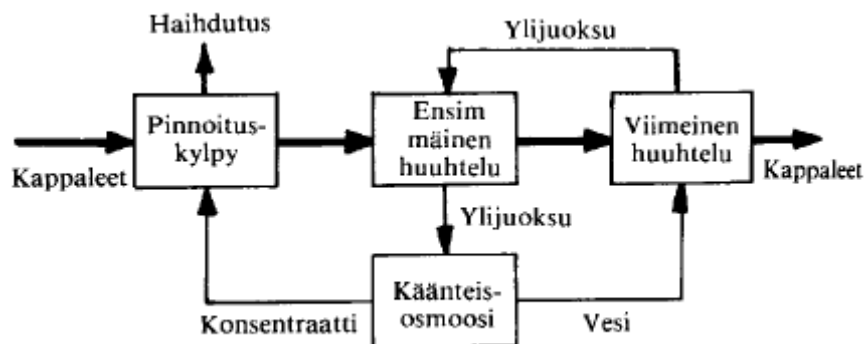
Kalvon rakenne	Puhdistuskyky
– Polyamidi – Polysulfoni – Tukikalvo	NaCl:n poistokyky yli 90 %. Ei kestä klooria.
– Selluloosa-triasetaatti – Tukikalvo	NaCl:n poistokyky yli 80-90 %. Kestää klooria.
– Selluloosa-triasetaatti – Polysulfoni – Tukikalvo	NaCl:n poistokyky yli 80 -90 %. Kestää klooria.

Kalvojen kyky suodattaa orgaanisia molekyyliä sekä epäorgaanisia suoloja perustuu eri tekijöihin. Ioneilla on ympärillään vesimolekyyliä, jonka paksuus riippuu ionin varauksesta ja ionisaatioasteesta. Vesivaipan ansiosta ionit ovat suu-rempia. Moniarvoiset ionit, kuten raskasmetallit: Pb^{+2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Ni^{+2} ja Co^{+2} suodattuvat huomattavasti paremmin kuin yksiarvoiset ionit: Na^+ , K^+ , Li^+ .

Orgaaniset molekyylit suodattuvat käänteisosmoosissa lähes kokonaan. Niiden suuri määrää permeaatissa kertoo prosessissa olevista ongelmista. Suodatetussa vedessä on kuitenkin aina jonkin verran varauksettomia orgaanisia molekyyliä, jotka ovat peräisin muovien pehmittimistä eli kalvoista itsestään tai laitteiden putkistoista. (Vihersaari 2005b.)

Käänteisosmoosi ei poista veteen liuenneita kaasuja. Veteen liukeneva hiilidioksidi tuhoaa nopeasti ioninvaihtopatruunan. Tämä nostaa laitteiston huoltokustannuksia. Suurissa laitoksissa hiilidioksidi voidaan poistaa esikäsitteilyllä, joka muuttaa liuenneen hiilidioksidin bikarbonaatiksi. Pienissä laitoksissa esikäsitteily ei ole välttämättä taloudellisesti kannattavaa. Veteen liuennut hiilidioksidi voidaan mitata TOC-mittarilla, jolla voidaan eritellä orgaanisen ja epäorgaanisen hiilen määrä. (Vihersaari 2005b.)

Käänteisosmoosia käytetään juomaveden puhdistuksessa. Suolaisesta merivedestä saadaan makeaa vettä käänteisosmoosilla. Teollisuudessa käänteisosmoosia käytetään huuhteluveteen puhdistukseen. Huuhteluveteen kerääntyneet metallisuolat voidaan sen avulla kerätä talteen, väkevöidä ja palauttaa takaisin pinnoituskylpyyn. Eniten käänteisosmoosia on käytetty nikkelikylpyjen huuhteluviesien käsittelyyn. Kuviossa neljä on esimerkki huuhteluveteen takaisinkierrätyksestä käänteisosmoosin avulla. (Forsén 1980,12.)



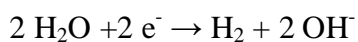
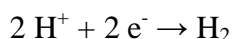
KUVIO 4. Käänteisosmoosi huuhteluveden takaisinkierätyksessä. (Forsén 1980, 12)

Käänteisosmoosin etuja ovat suhteellisen pieni energiankulutus. Suurin energiankulutukseen vaikuttava tekijä on puhdistuskalvon pinta-ala. Tyypillinen energiankulutus on 2-3 kWh/m². Kustannukset kasvavat puhdistettavien aineiden konsentraatioiden kasvaessa, koska käsittely vaatii suuremman ulkoisen paineen. Yksinkertaisen laitteiston ansiosta hankinta ja ylläpitokustannukset ovat kohtuullisia. Käänteisosmoosi soveltuu erityisen hyvin suljetun kierron prosessiin. Haittapuolina voidaan pitää korkeahkoja kokonaiskäyttökustannuksia. Lisäksi kiinteät epäpuhtaudet on suodatettava ennen käänteisosmoosikalvoa, jotta se ei tukkeutuisi. Käänteisosmoosi soveltuu parhaiten suhteellisten pienten epäpuhtauspitoisuuksien käsittelyyn, muutoin vaadittavat käyttöpaineet nousevat. Permeaatti- ja konsentraattiliuosten pitoisuuksien polarisaatio voi joissakin tapauksissa aiheuttaa ongelmia. (Siivinen & Mahiout 1999, 56.)

4.4 Elektrolyttiset erotusmenetelmät

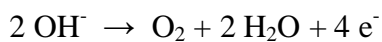
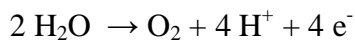
Elektrolyttiset erotusmenetelmät perustuvat ionien siirtymiseen sähkökentän vaikutuksesta. Tällöin huuhtelukylpyihin siirtyneet ionit saadaan siirrettyä takaisin pinnoituskylpyihin. Osassa menetelmiä käytetään apuna puoliläpäisevää kalvoa. Tällaisia menetelmiä ovat osastoitu elektrolyysi sekä elektrodialyysi. Jäteveden elektrolyysikäsitteilyillä on tarkoitus pienentää jäteveden puhdistamolle menevää metallikuormaa. Elektrolyysi on tehokkaimmillaan runsaasti metalleja sisältävän jäteveden käsittelyssä, kuten säästöhuuhtelussa. Vaikka pelkällä elektrolyysillä ei suoraan päästäisi jätevedelle asetettuihin raja-arvoihin, vähentää sen käyttö käsiteltävän kiintoaineksen määrää huomattavasti. Yhden metalligramman saostaminen elektrolyyttisesti vähentää käsiteltävän lietteen määrää 5-10 grammaa. Elektrolyysillä katodille saostettu metalli voidaan käyttää uudelleen. Suhteellisen halpojen metallien, kuten sinkin talteenotolla ei ole suurta taloudellista merkitystä, mutta ympäristönsuojellinen merkitys on huomattava. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 102.)

Elektrolyysin negatiivisena kohtiona on katodi (-) ja positiivisesti varautuneena kohtiona anodi (+). Elektrolyysissä tapahtuvat seuraavat katodi- ja anodireaktiot: Katodilla (-) vesimolekyylit ja metallikationit pelkistyvät eli ottavat vastaan elektroneja (e⁻). (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 102.):

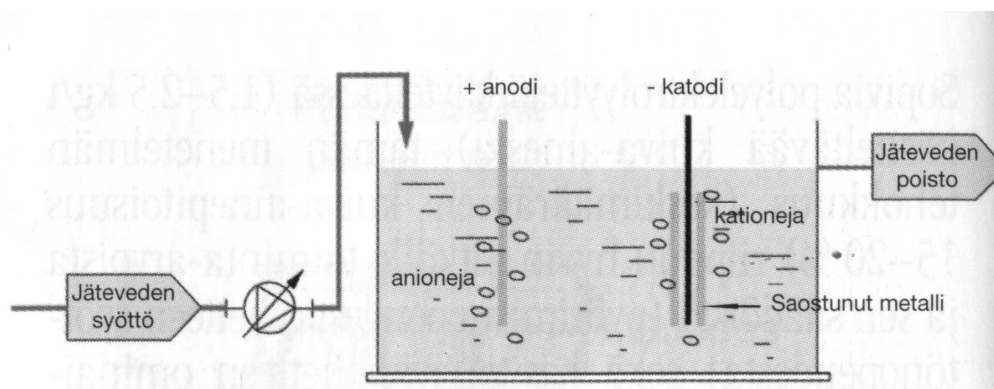


Ensimmäinen reaktio tapahtuu happamassa ympäristössä, kun taas toinen reaktio tapahtuu emäksisessä ympäristössä. Katodilla saostuu metallia M⁰.

Anodilla tapahtuu hapettumisreaktio, eli aineet luovuttavat elektroneja. Anodilla vesi hapettuu seuraavien reaktioyhtälöiden mukaisesti (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 102.):



Elektrolyysireaktioiden tehokas onnistuminen vaatii tarkat olosuhteet. Vaikuttavia tekijöitä ovat liuoksen väkevyys, virtaama, lämpötila ja elektroditeknikka. Liuoksen virtaama (l/h) on tiedettävä tarkasti laitteiston oikean mitoituksen takia. Virtaaman perusteella voidaan määrittellä laitteiston keskimääräinen puhdistuskapasiteetti (g/h). Siihen vaikuttavat elektrodien pinta-ala, muoto, materiaali ym. Kuviossa viisi on periaatekuva elektrolyysiprosessista jäteveden puhdistuksessa. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 103.)



KUVIO 5. Elektrolyysiprosessi jäteveden käsittelyssä. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 102)

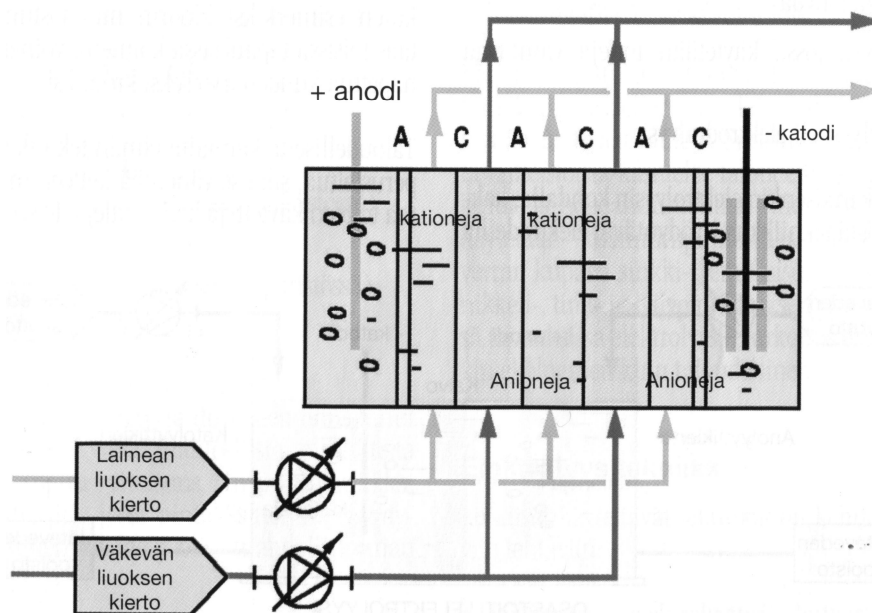
4.5 Osastoitu elektrolyysi

Osastoitu elektrolyysi tarkoittaa menetelmää, jossa katodi- ja anoditilat on erotettu toisistaan. Reaktiot ovat hapetus-pelkistysreaktioita. Osastoivia elektrolyyseyjä on kolmenlaisia:

- Elektrolyysi, jossa erotteluun käytetään ioneja vaihtamatonta huokoista keraamista tai orgaanista kalvoa.
- Elektrolyysi, jossa erotteluun käytetään ioneja vaihtavaa kalvoa.
- Sähködialyysi eli elektrodialyysi.

Osastoitua elektrolyysiä voidaan käyttää kylpyjen tehon palauttamiseen sekä huuhteluiden käsittelyyn ja puhdistamiseen. Metalleja voidaan poistaa sen avulla valikoivasti. Menetelmän avulla saadaan talteen ja voidaan kierrättää prosessissa käytettyjä kemikaaleja, sekä vähentää jätteenkäsittelyyn joutuvan lietteen määrää.

Sähkö- eli elektrodialyysi poikkeaa kahdesta muusta osastoivasta elektrolyysistä. Se perustuu ionien kulkeutumiseen sähkökentässä valikoivien kalvojen läpi. Huuhteluvedet ja kylvyt ovat yhtä aikaa sähködialyyttisessä käsittelyssä. Laitteisto koostuu kahdesta kierrosta, laimeanliuoksen ja väkevänliuoksen kierroista. Laimen liuoksen kierto on yhteydessä huuhteluvesiin, joihin rikastuu kylvyn ioneja. Väkevän liuoksen kierto on yhteydessä kylpyvesiin. Kuviossa kuusi on kuvattu sähkö- eli elektrodialyysin periaate. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 105.)



KUVIO 6. Sähködialyysi eli elektrodialyysiprosessi (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 104)

Sähködialyysin eli elektrodialyysin käsittelykapasiteetti (g/h) perustuu käyttöolosuhteisiin ja sähkökemiallisiin olosuhteisiin, kuten elektrolyyttiin, ionien liikkuvuuteen, elektrodeihin, käsittelyn keston sekä kalvojen laatuun ja pinta-alaan. Elektrodialyysin käsittelykyky voidaan ilmaista yksiköllä $\text{g}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$. Kylvyn käsittelynopeus riippuu ionisisällöstä. Tämän takia on tärkeä tehdä käyttökokeita normaaleissa käyttöolosuhteissa. Väkevän liuoksen koostumus voi vaihdella, koska kylvystä poistuu ioneja pinnoitettavien kappaleiden mukana. Vääristynyt väkevän liuoksen koostumus voi pilata kylpyliuoksen. Kylpyjen sisältämien metallisuolien talteenotto on tärkeää laitteiston tehokkaan ja taloudellisen toiminnan kannalta. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 105.)

4.6 Ioninvaihto

Ioninvaihtoa käytetään metalli-ionien poistoon jätevedestä. Ioninvaihtohartsina käytetään rakeisia liukenemattomia kiteitä, joiden pinnalla on happamia ja emäksisiä ioninvaihtoryhmiä. Hartsin ionit vaihdetaan varaukseltaan samanmerkkisiin jätevedessä oleviin metalli-ioneihin. Ioninvaihtohartseja on neljää päätyyppiä: vahvoja ja heikkoja kationinvaihtohartseja sekä vahvoja ja heikkoja anioninvaihtohartseja. Näistä vahvat kationinvaihtohartsit soveltuvat metallien, kuten Fe, Au, Ag ja Hg poistoon. Heikot kationinvaihtajat soveltuvat orgaanisten emästen poistoon. Vahvat anioninvaihtajat ovat hydroksideja ja ne poistavat heikkoja mineraalihappoja, kuten boori- ja piihappoa. Heikot anioninvaihtajat poistavat sen sijaan vahvoja mineraalihappoja, kuten suola-, rikki- ja typpihappoa. Anionin- ja kationinvaihtajia voidaan käyttää yksinään tai erilaisina yhdistelminä. Näiden neljän pääryhmän lisäksi on olemassa runsaasti tietyille ionille spesifisiä hartseja. Jotkin ioninvaihtohartsit saattavat sisältää tiettyyn sovellukseen tarkoitettuja funktionaalisia ryhmiä. (Siivinen & Mahiout 1999, 47.)

Ioninvaihtohartsit voivat olla synteettisiä tai luonnonhartseja. Synteettisten hartsi-
en etuja ovat mekaaninen ja kemiallinen kestävyys ja suuri kapasiteetti. Luonnon-
hartsit ovat biohajoavia ja yleensä halvempia. (Siivinen & Mahiout 1999, 47.)

Ioninvaihto on tehokas menetelmä poistaa metalleja jätevedestä. Se soveltuu erityisen hyvin suljettujen kiertojen rakentamiseen. Se soveltuu hyvin jätevesille, joiden metallipitoisuudet ovat suhteellisen pieniä, mutta ionivahvuus suuri. Oikein käytettynä metallien pitoisuudet voidaan vähentää alle viiteen prosenttiin alkuperäisestä. Parhaaseen lopputulokseen päästään yhdistämällä ioninvaihto muihin puhdistusmenetelmiin. Esikäsittelyä voi olla metallien saostus tai käänteis-
moosi. (Siivinen & Mahiout 1999, 47.)

5 Nykyinen jätevedenpuhdistamo

Valtralla käytössä oleva jätevedenpuhdistamo on valmistunut vuonna 1998. Laitteiston toimitti silloinen Siccotec Oy. Puhdistamon kokonaiskapasiteetti on 20 m³/d, mikä on ollut riittävä tähänastiseen tuotantoon. Laitoksen häiriöttömän toiminnan varmistamiseksi jätevesien virtaamia tasoitetaan johtamalla jätevedet ensin vastaanottosäiliöön. Nykyisen laitoksen vastaanottosäiliö on tilavuudeltaan 9 m³. Sen tilavuuden arvellaan riittävän myös sinkkifosfatointimenetelmälle. Vastaanottosäiliöstä jätevesi annostellaan käsittelylinjalle, jossa siihen lisätään jätevedenkäsittelykemikaaleja. Nykyiset käsittelykemikaalit toimittaa Algol Oy. Happamuuden säätöön käytetään kalkkia. Kalkin käyttöä pyritään välttämään, koska siitä jää jätevedeen sakkaa, joka täytyy poistaa. Sakan erottamiseen käytetään lamelliselkeytintä. Siinä jätevesi virtaa hitaasti poikittaisten lamellien yli ja liete vajoaa lamellien pohjalle. Lamelliselkeyttimen ylivirtausvesi johdetaan viemäriverkkoon. Lamelliselkeyttimen pohjalle painunut liete johdetaan selkeyttimeen ja sieltä se pumpataan lamellipuristimeen. Puristimessa lietteestä poistetaan edelleen nestettä. Kuiva kiintoaines pakataan suursäkkeihin, joissa se lähetetään jatkokäsittelyyn ongelmajätelaitokseen.

Uuden sinkkifosfatointilaitoksen jäteveden käsittely on tarkoitus aloittaa olemassa olevalla puhdistamolla. Sinkkifosfatoinnin jätevesipäästöjä ei voida etukäteen tarkkaan ennustaa. Jäteveden haitta-ainepitoisuuksia seurataan mittauksilla. Puhdistusprosessia seuraamalla nähdään, tarvitaanko laitoksen rakenteeseen tai kemikaaleihin tehdä muutoksia.

5.1 Muutoksia nykyiseen jätevedenpuhdistamoon

Pinnoitettavat kappaleet on pestävä huolellisesti ennen sinkkifosfointiprosessia. Erityisesti rasva ja öljy on saatava pinnoitettavista kappaleista huolellisesti pois. Valtralla pinnoitettavat kappaleet tulevat koekäytöstä, jossa käsitellään hydraulioöljyjä. Koekäytön jälkeen pinnoitettavat kappaleet voivat olla öljyisiä, mikäli esimerkiksi hydrauliletkujen liittäminen ei ole sujunut kunnolla. Fosfointilaitoksen rasvanpoistoon käytetään alkalista pesuliuosta. Pesupaikalta tulee öljyisiä ylivirtausvesiä, jotka sisältävät myös metalli-ioneja. Nykyisessä rautafosfointin pesulinjassa on öljynerotusnauha. Sen puhdistuskapasiteetin riittävyys on mietittävä. Lisää öljynerotuskapasiteettia saadaan esimerkiksi ”spagettisuodattimella”.

Sinkkifosfointiprosessista tulee jäteveten fosfaattia ja eräitä ioneja, kuten sinkkiä. Ionien poistamiseksi jäteveden happamuutta on säädeltävä. Neutralointiin käytetään kalkkia. Neutralointikemikaalien, kuten kalkin määrää joudutaan todennäköisesti lisäämään. Tämä lisää jätelietteen määrää. Lisäksi on tutkittava, riittääkö olemassa oleva jäteveden fosforin poisto. Jäteveden määrää vähentää fosfointiprosessin suljettu kierto. Prosessiin lisätään tarpeen mukaan fosfointikemikaaleja. Tehokkaasta rasvanpoistopesusta huolimatta fosfointikylpy likaantuu, jolloin se on vaihdettava. Tämä vaihtoväli on noin vuosi. Kylvyn vaihdon yhteydessä myös altaat ja ruiskutuslaitteet puhdistetaan. Tästä tulee vuosittain suuri kertaaluonteinen kuorma jätevedenpuhdistuslaitokselle. Fosfointialtaan tyhjennysvesi on johdettava ensin vastaanottosäiliöön ja laimennettava esimerkiksi huuhtelu- paikkojen tyhjennysvesillä ennen käsittelyyn johtamista. Altaan pohjalle kertynyt sakka pestään pois altaan tyhjennyksen yhteydessä. Kertynyt sakka kerätään puhdistuslaitoksen lietteenkäsittelyyn, jossa siitä puristetaan neste pois. Kuivattu liete pakataan suursäkkeihin ja lähetetään ongelmajätelaitokseen. Kuiva-aineesta irronnut neste johdetaan jätevedenkäsittelyyn.

5.2 Hyxo Oy:n ratkaisumalli öljynerotukseen

Hyxo Oy:n tuotepäällikkö Olli Puustinen suosittelee pesuveden öljynerotukseen panostyypistä suodatuslaitosta. Suodattimen käsittelykapasiteetit vaihtelevat mallista riippuen 1000 l/h-10000 l/h. Suodatinjärjestelmän eduiksi mainitaan hyvä suodatuskapasiteetti, alhaiset käyttökustannukset sekä helppo huolto ja ylläpito. Pumpujen moottorien nimellistehot alkavat 120 W:sta. Suurimman 10000 l/h suodattavan laitoksen pumppu on nimellisteholtaan 550 W. Samaan panossuodattimeen on liitetty hiilisuodatin, jolla saadaan orgaaniset epäpuhtaudet poistettua.

Suodattimeen liitetty selkeytin poistaa metalleja ionivaihdon avulla. Laitosta voidaan käyttää ilman tulovirtauksen säätelyä tai virtausta voidaan säätää joko käsin tai automaattisäätönä. (Bagfilter systems. 2010.)

5.3 Huuhteluveden takaisinkierätys Hyxo Oy:n ratkaisumalli

5.3.1 Esikäsittelyt

Huuhtelualtaiden vesi on suunniteltu kierrätettäväksi takaisin pinnoituskylpyyn. Takaisinkierätettävä vesi otetaan viimeisestä huuhtelualtaasta. Tällöin huuhteluvessä on vähiten epäpuhtauksia. Huuhteluvesi on kuitenkin käsiteltävä ennen palauttamista takaisin kiertoon. Huuhteluveden käsittelyssä käytetään Hyxon ratkaisumallissa käänteisosmoosia siihen liitettävine esikäsittelyineen.

Hyxon edustaja Olli Puustinen suosittelee puhdistettavan veden esikäsittelyä ennen käänteisosmoosia. Esikäsittelyksi suositellaan hiekkasuodatusta ja aktiivihii-lisuodatusta. Tällöin käsiteltävästä vedestä saadaan poistettua suurimmat kiintoai-neet. Tehokkaalla esikäsittelyllä voidaan osmoosikalvon käyttöikä pidentää merkittävästi.

5.3.2 Käänteisosmoosi

Hyxon edustamassa Eurotec käänteisosmoosilaitteistossa on vakiotoimituksena Thin Film Composite (TCF)-kalvot, jotka on pakattu tilaa säästävään spiraalimuotoon. Pienimpien 01-mallien tuotto vaihtelee mallista riippuen 0,1–1,12 m³/h. Kalvoina näissä malleissa on makean veden kalvot (TW), jotka on suunniteltu alle 21 bar:n paineelle. Pienimmät mallit soveltuvat parhaiten alhaisille suolapitoisuuksille ja hitaille alle 1 m³/h, virtaamille. Kalvojen määrä vaihtelee yhdestä viiteen.

Suurempien 02-mallien kalvoina käytetään murtovesikalvoja (BW), jotka kestävät 41 bar paineen. Kalvot kykenevät puhdistamaan suurempia ionikonsentraatioita (TDS = 2000 ppm). Suurempien mallien tuotot vaihtelevat välillä 0.13–6,8 m³/h. Mallien lopullinen tuotto voi vaihdella ± 15 %, johtuen syötetyn veden suolapitoisuudesta, (TDS = 500–2000 ppm) ja lämpötilasta (5-20 °C) sekä vesiverkoston paineesta (3 bar). Puhdistuskyvyksi luvataan 95–99 % epäorgaanisista suoloista ja 95 % orgaanisista aineista. Hiilihappo menee kalvon läpi permeaattiin.

Hyxon edustamassa Eurotec käänteisosmoosilaitteistossa esikäsitelty ja tarvittaessa pehmennetty vesi pumpataan patruuna- tai pussisuodattimen läpi. Tämän suodattimen suodatusaste on 1-5 µm. Suodatuksen jälkeen vesi pumpataan korkeapainepumpulla rullalle käärityn osmoosikalvon sisään. Suolat, orgaaniset aineet ja bakteerit eivät läpäise kalvoa, vaan poistuvat rejektinä eli konsentraattina viemäriin. Puhdas vesi menee kalvon läpi. Puhdistettu permeaatti johdetaan virtausmittarin läpi takaisin huuhtelualtaaseen. Tyypillisesti 50 – 75 % osmoosilaitteistoon syötetystä vedestä saadaan permeaattina talteen. Suolat eivät mahdu suuremman kokonsa ansiosta kalvon läpi, vaan ne kerätään kalvon pinnalta. Samoin veteen liuenneet orgaaniset aineet, kolloidit, bakteerit ja virukset, joiden molekyylikoko ylittää 200 daltonia, eivät läpäise kalvon huokosia. Mikäli halutaan, että permeaattiliuoksen sähkönjohtokyky alenee edelleen, asennetaan kalvosuodatusten jälkeen sekaioninvaihdin (Mixed Bed). Lisäksi laitteistoon on saatavana puhdistus- ja sterilointiyksikkö. Tätä varten putkistoissa on valmiit liittimet. Puhdistus- ja sterilointitarve riippuu syötetyn raakaveden koostumuksesta ja esikäsitteilyistä. Puhdistus suoritetaan johtamalla puhdistus-desinfiointiliuosta kalvon läpi. Tällöin saa-

daan poistettua kalvon pintaan kertyneet bakteerit ja suolasaostumat, jotka voisivat aiheuttaa käyttöhäiriöitä. Eurotec- käänteisosmoosilaitteisto on asennettu tehtaalla telineeseen valmiiksi koneikoksi. (Eurotec Suomi. 2010.)

5.3.3 Suolanpoisto

Käänteisosmoosille vaihtoehtoisena puhdistusmenetelmänä Hyxo Oy:n edustaja ehdottaa suolanpoistoa ionivaihtohartsin avulla. Hyxon edustaman Eurowater suolanpoistolaitteet käsittävät mallisarjat (DME, DMHE ja DMCE). Näistä kaksi ensimmäistä mallisarjaa (DME ja DMHE) ovat kaksisäiliöisiä suolanpoistolaitteita. Näistä malli (DMHE) on varustettu sivuputkilla ja automaattiventtiileillä. Suolanpoistolaitteiden toisessa säiliöstä on anionimassa ja toisessa kationimassa. Liuenneet suolat vaihtuvat virratessaan massojen läpi ja tuloksena saadaan ionivaihdettua vettä. Kumpikin malli on varustettu automaattisella laaduntarkkailulla. Kun ionivaihtohartsien kapasiteetti on loppunut, kationipuoli elvytetään suolahapolla ja anionipuoli natriumhydroksidilla. Laite suorittaa elvytyksen vastavirtahuuhteluna huolehtien itse hapon ja lipeän pumppaamisesta sekä loppuhuuhTELUSTA. Elvytysvaiheeseen liittyy jälkihuuhTELU, jonka laatua tarkkaillaan johtokyvyn mittauksella. Tällä määritetään huuhteluveden suolapitoisuus. Laitteiden läpivirtaukset vaihtelevat mallista riippuen 0,5–14 m³/h. Laitteisto kuluttaa 30 % suolahappoa mallista riippuen 10 l – 240 l ja 30 % lipeää 8 l – 137 l. Puhdistetun veden johtokyky on tavallisesti välillä 5-30 µS/cm.

Mallisarja (DMCE) on vastavirtaelvytteinen malli. Normaalikäytössä puhdistettava vesi virtaa kationi- ja anionisäiliössä hartsin läpi alhaalta ylöspäin. Elvytyksessä kemikaalien virtaussuunta on päinvastainen. Laitteen yläosassa puhdistettavan veden kanssa viimeisenä tekemisissä oleva hartsi puhdistetaan ensimmäisenä vastavirtausmenetelmässä. Tällä saadaan paras puhdistustulos ja erityisesti vaikeasti poistuva silikaatti saadaan poistettua tehokkaasti. Vastavirtaelvytteisillä malleilla saadaan sama puhdistustulos puolet pienemmällä suolahapon ja lipeän kulutuksella. 30 %. Suolahapon kulutus vaihtelee mallista riippuen 16 l – 68 l ja 30 % lipeän kulutus vaihtelee 16 l – 70 l. Läpivirtaus vaihtelee mallista riippuen 4,5 m³/h – 7,5 m³/h. (DME-, DMHE-, DMCE-mallin suolanpoistolaitteet. 2010.)

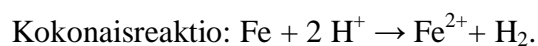
6 Fosfatointiprosessi

Yleisesti fosfatointi voidaan suorittaa joko rautafosfatointina tai sinkkifosfatointina. Sinkkifosfatoinnissa käytetään ohutta sinkkimangaanikerrosta. Fosfatointi on kemiallinen reaktiopinnoite, joka syntyy pinnoitettavan metallipinnan reagoitessa kylpyliuoksen kanssa. Sinkkifosfatointi on sata vuotta vanha menetelmä, sillä jo 1900-luvun alussa metallia pinnoitettiin fosforihappoa sisältävissä kylvyissä. Laajempi teollinen käyttö lisääntyi kuitenkin toisen maailmansodan jälkeen erityisesti autoteollisuuden kehittyessä. Maalaustekniikan kehittyminen ei ole vähentänyt fosfatoinnin tarvetta, koska pintakäsittelyjen laatuvaatimukset ovat tiukentuneet huomattavasti. Nykyisin kiinnitetään huomiota erityisesti pinnoitteen korroosion suojaavuuteen, kestävyYTEEN ja maalin sitomiskykyyn. Fosfatointia käytetään tyyppillisesti sellaisissa kohteissa, joissa tarvitaan hyvää korroosionkestoa. Maalauksen alustana menetelmä on tarpeellinen silloin, kun halutaan hyvät maalin tarttumisominaisuudet. Kun pinnan huokoisuus ja ominaispinta-ala kasvaa, maalin tartunta paranee. Suurentunut sähkönvastus estää maalipinnan alla etenevää piilokorroosiota. Lisäksi fosfatointi estää maalin reaktiivisen materiaalin ja sinkin välisen reaktion. Sinkkifosfatointia käytetään vaativien ruosteensuojaöljyjen ja –vahojen tartunta-alustana esimerkiksi kallioporissa, aseissa ja työkaluissa. Lisäksi sitä käytetään voiteluaineen kantajana syvävedossa sekä kylmämuokkauksessa ja kylmätaonnassa. Tällöin metallipintaan vahvasti sitoutuneen sinkkifosfaattikerroksen annetaan reagoita saippuavoiteluaineen kanssa. Reaktiossa muodostuu sinkkistearaattia pinnan voiteluaineeksi. Mangaanirautafosfatointia käytetään toisiinsa hankaavien pintojen, kuten mäntien, männänrenkaiden ja hammasrattaiden liukumisominaisuuksien parantamiseen. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa1 1996, 220.)

6.1 Fosfatointiprosessin kemiallinen tausta

Raudan ja teräksen sinkkifosfatoinnissa käytetään vapaata fosforihappoa, sinkkifosfaattia ja hapetinta. Tällöin reaktiokylvyssä syntyy metallin pintaan reaktiopinnoitteena niukkaliukoista fosforylliittiä $Zn_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$ sekä hopeiittia $Zn_3Fe(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$. Mikäli fosfatointipinnoitusliuos sisältää mangaania ja nikkeliä, syntyy pinnoitettavaan kerrokseen $Zn_3Mn(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$ sekä $Zn_3Ni(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$ sekä hopeiitinä $Zn_4(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$, $Zn_3Mn(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$ ja $Zn_3Ni(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$. Rautaa, mangaania ja nikkeliä sisältävän fosfatointikerroksen alkalikestävyys on parempi ja se antaa maalattuna paremman korroosiosuojan kuin pelkkä sinkkifosfaatti. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 220.)

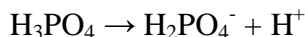
Fosfatointireaktiot tapahtuvat kolmessa vaiheessa. Fosfatoinnin ensimmäisessä vaiheessa fosforihappo liuottaa pinnoitettavan raudan pinnasta rautaioneja Fe^{2+} , jolloin liuoksen pH nousee paikallisesti pinnoitettavan teräksen pinnalla. Tämä on veteen liukenemattoman fosfaattipinnoitteen muodostumisen edellytys. Samalla vapautuu vetykaasua. Reaktioyhtälöt ohessa (Reaktiotuotepinnoite-III 2009, 5.):



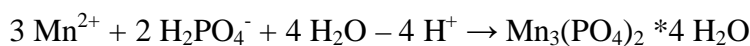
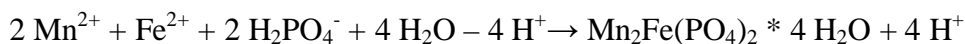
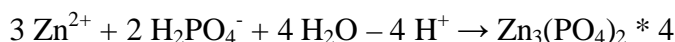
Yleensä vapautuva vety hapetetaan erillisen kiihdyttimen (O_x) avulla, jolloin kokonaisreaktio on muotoa: $Fe + 2 H^+ + 2 O_x \rightarrow Fe^{2+} + 2 HO_x$. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 220.)

Toisessa vaiheessa alkaa saostuminen. Fosfatointikylpy sisältää vapaata fosforihappoa H_3PO_4 , divetyfosfaatti-ioneja $H_2PO_4^-$, sekä joko sinkki Zn^{2+} tai mangaani Mn^{2+} ioneja.

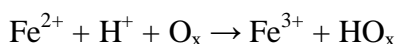
Fosforihappo hajoaa seuraavilla reaktioilla riippuen liuoksen happamuudesta (Reaktiotuotepinnoite-III 2009, 6.):



Vapautuneita vetyioneja kuluu raudan liuutessa ja pH nousee paikallisesti raudan pinnalla. Tällöin sinkkifosfaatin liukoisuus pienenee ja sitä saostuu metallin pinnalle (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 220.):



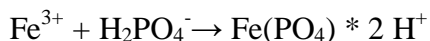
Rautaa liukenee pinnasta enemmän, kuin sitä saostuu (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 220.):



Reaktiossa käytettävä hapetin (O_x) hapettaa raudan kolmenarvoiseksi rautaioniksi (Fe^{3+}). Hapettimet estävät vedyn muodostumisen, joka saattaa muodostaa eristävän kerroksen pinnoitettavalle pinnalle. Samalla myös vetyhaurastumisvaara vähenee. Tyypillisiä hapettimia ovat nitraatit (NO_3^-), nitriitit (NO_2), kloraatit (ClO_3^-), vetyperoksidi (H_2O_2) ja muut peroksidiyhdisteet tai orgaaniset nitroyhdisteet. Usein käytetään yhdistelmiä, kuten nitraatteja ja nitriittejä tai kloraatteja ja nitriittejä. Nitraatti hapettaa vetyä vedeksi, mutta ei kaksiarvoista rautaa (Fe^{2+}). Muut hapettimet hapettavat sekä vedyn, että raudan. Hapettimet lyhentävät merkittävästi reaktioaikaa ja pinnoitteesta tulee hienokiteisempi. Metallionit, kuten nikkeli (Ni^{2+}) ja (Ni^{3+}) sekä kupari (Cu^{2+}) ja (Cu^+) kiihdyttävät reaktiota, koska ne muodostavat kationeja pinnoitettavan metallin pinnalle. Tämä nostaa katodin (+) ja

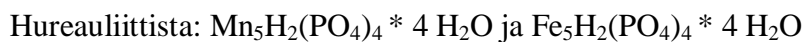
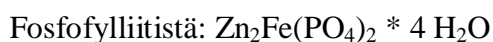
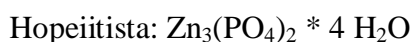
anodin (-) välistä potentiaaliero. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 220; Reaktiotuotepinnoite-III 2009, 8.)

Tällöin rauta saostuu vaikealiukoisena rautafosfaattina (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1. 1996, 220.):



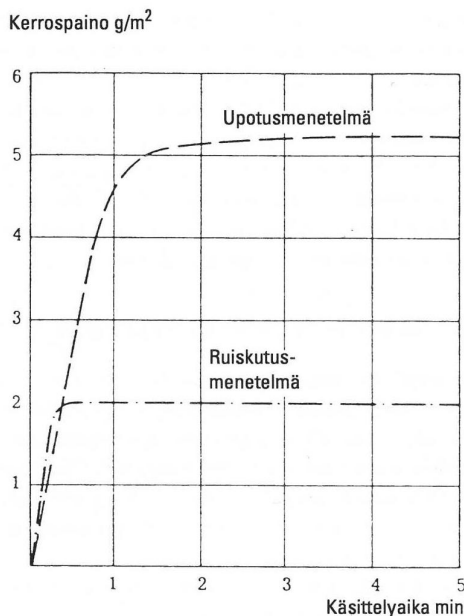
Reaktiokemikaaleja kuluu reaktiossa ja niitä kulkeutuu pois osien mukana. Tämän takia reaktiokemikaaleja on lisättävä jatkuvasti, jotta fosfointiliuos pysyy vakiona. Lisäksi kylvystä täytyy poistaa jätteenä rautafosfaattiliettä ($\text{Fe}(\text{PO}_4)$).

Sinkkifosfointikerros koostuu (Reaktiotuotepinnoite-III 2009, 7.):



Fosfointireaktio loppuu, kun pinnoitettava kappale on peittynyt ja rautaa ei enää liukene. Reaktion nopeuteen vaikuttavat erityisesti kiihdyttimet(hapettimet), jotka estävät vedyn muodostumisen, sekä kylpyyn lisättävät metalli-ionit. Lisäksi reaktion nopeutta voidaan lisätä lämpötilaa kasvattamalla, jolloin vapaa fosforihappo hajoaa nopeammin. Tällöin liuksen happamuuden on oltava alhaisempi. Jos liuos on liian hapan, peittausreaktio voi tulla liian voimakkaaksi ja sinkkifosfaattikerros voi alkaa liueta uudelleen. Jos vapaan hapon määrä on liian alhainen, raudan liukeneminen tapahtuu liian hitaasti. Kylvyn koostumus vaikuttaa huomattavasti käsittelyaikaan. Reaktion alussa pinnalle syntyy diffuusiokerros, jonka läpi ainesosat siirtyvät diffuusion avulla. Eli pitoisuuserot pyrkivät tasoittumaan väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan pitoisuuteen. Tämä diffuusionopeus rajoittaa fosfointikerroksen paksuutumisenopeutta. Tyypillinen käsittelyaika ruiskutusfosfointinnissa on 1-3 minuuttia. Ruiskutuksella saadaan ohuempi ja hienokiteisempi kerros, kuin upotuksella. Yleinen kalvonpaksuus sinkkifosfointinnissa on 1-30

g/m^2 . Kuviossa seitsemän on kuvattu tyypillisiä sinkkifosfatoinnin kalvopaksuuksia. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 221.)



KUVIO 7. Fosfointikerroksen paino. (Ahlström & Rutanen-Couavoux 2003, 223)

6.2 Fosfointikerroksen ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä

Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi fosfatoitava pinta on puhdistettava huolellisesti. Rasva ja koneistuslastut on saatava tehokkaasti pois. Rasvanpoistoon käytetään nykyään alkalisia rasvanpoistokylpyjä. Aikaisemmin käytettyjen emulsiorasvanpoiston tai pesubensiinin käytöstä on luovuttu liuotin- ja jätevesipäästöjen vähentämisen takia. Vahvasti emäksisen natriumhydroksidikylvyn huuhteleminen on vaikeaa ja pesuainejäämät aiheuttavat karkeakiteisen ja epätasaisen fosfatoinnin. Sitä käytetäänkin vain vaikeissa rasvanpoisto-ongelmissa. Tavallisesti riittää lievästi emäksinen pH 8-10 rasvanpoistokylpy. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1, 1996, 224–225.)

Peittaukseen käytetään fosforihappoa, joka liian laimeana liuoksena voi aiheuttaa pinnalle ohuen passivoivan rautafosfaattikerroksen. Toisaalta peittaus liian vahvalla hapolla aiheuttaa karkean fosfatoinnin. Parhaaseen peittaustulokseen päästään, kun pidetään peittauskylvyn fosforihappopitoisuus sopivan korkeana ja metallipitoisuus ja lämpötila alhaisina. Huuhteluun siirtämisen tulee tapahtua nopeasti ja huuhtelukylvyn täytyy olla puhdas. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 224.)

Paras fosfatointitulos saadaan elektrolyyttiraudalle ja hyvin niukkahiiliselälle teräkselle. Lähes kaikki teräkset, joissa seosmetallien osuus on alle 5 %, voidaan fosfatoita. Kromin pitoisuus tulee olla kuitenkin alle 3 %. Karkaistun teräksen fosfointi on vaikeampaa, kuin karkaisemattoman. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 224.)

Fosfatoitavan kappaleen pinnan mekaaninen työstö vaikuttaa fosfointiprosessiin. Hyvin kiillotetuille tasaisille pinnoille muodostuu karkea ja epätasainen fosfointikerros. Tämän takia fosfatoitava pinta on karhennettava esimerkiksi hiekkapuhalluksella tai harjauksella. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996. s. 224.)

Aktivointia voidaan käyttää ennen sinkkifosfointia. Aktivointikemikaaleina ovat tyypillisesti titaanisulakäsittely, oksaalihappo, natriumnitriitti tai kuparinitraatti. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 224.)

Nitraatteja, nitriittejä, kloraatteja, peroksidiyhdisteitä ja orgaanisia nitroyhdisteitä, sekä näiden yhdisteitä käytetään fosfatoinnissa kiihdyttiminä. Niillä saadaan lyhennettyä käsittelyaikoja ja parannettua fosfatoinnin lopputulosta. Hienokiteisempiä kerroksia saadaan käyttämällä kiihdyttiminä polyfosfaattia, boraattia, polyhydroksiyhdisteitä tai glyserolifosfaattia. Metallioneilla, kuten nikkeli- ja kuparioneilla voidaan kiihdyttää fosfointiprosessia jolloin peittaussyövytys voimistuu. Fluorideilla voidaan lisätä kylvyn aggressiivisuutta. Tällä helpotetaan vaikeasti syövytettävien, karkaistujen ja seostettujen terästen pinnoitusta. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 225.)

Kylpylämpötilan nosto nopeuttaa fosfointiprosessia, mutta happamuuden täytyy olla tällöin alhaisempi. Lämpötilan nostaminen lisää pinnoituskustannuksia. Tätä voidaan jossain määrin välttää lisäämällä nikkeliä, kuparia, fluorideja tai hapettimia. Nämä vaikeuttavat jätevedenkäsittelyä, lisäävät kemikaalikustannuksia ja voivat heikentää työympäristön ilmanlaatua. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely Osa 1 1996, 225.)

Kestävän korroosionsuojan ja hyvän maalin kiinnipysyvyyden varmistamiseksi fosfointikerros on tiivistettävä passivoinnilla. Tyypillisiä passivointiaineita ovat kromi(VI) ja kromi(III) pitoiset, ainoastaan kromi(III) pitoiset, orgaanisia polymeerejä sisältävät tai epäorgaanisia metalli-zirkoniumfluoridi-ioneja sisältävät passivointiliuokset. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 225.)

Fosfaattikerros täytyy kuivattaa siinä olevan kideveden poistamiseksi. Tämä kidevesi irtoaa helpoimmin normaalista sinkkifosfointikerroksesta, joka sisältää runsaasti hopeiittia. Matalasinkkifosfoinnista, joka sisältää fosforylliittiä kidevesi irtoaa vaikeammin. Runsaasti fosforylliittiä sisältävästä mangaanimodifioidusta sinkkifosfoinnista kidevesi irtoaa vaikeimmin. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely Osa 1 1996, 225.)

6.3 Fosfointin prosessitekniikka

Fosfointi voidaan suorittaa upottamalla, ruiskuttamalla tai sivelemällä. Ruiskutusfosfointi on käytännöllisin ratkaisu suurina sarjoina käsiteltävien kappaleiden päällystykseen. Ruiskutusfosfointinissa kylpyliuos imetään suodatinverkon läpi ruiskutuslaitteistoon ja ruiskutetaan 1,0–2,5 baarin paineella pinnoitettaville kappaleille. Ylimääräinen kylpyliuos valuu takaisin altaaseen. Liuoksen kierrätys vähentää kemikaalien kulutusta ja jäteveden käsittelytarvetta. Kylpyjen pitoisuuksia ja epäpuhtauksien saostumista täytyy seurata tarkasti. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1996, 226–229.) Tarvittava fosfointikylvyn keräysalustilavuus voidaan laskea kaavalla:

Allastilavuus $m^3 \geq \text{fosfatoitava pinta } m^2/d/X$, jossa $1200 \leq X \leq 3000$ (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 228.)

Kylpytilavuuden tulee olla kuitenkin vähintään 2,5 kertaa ruiskutettava liuosmäärä minuutissa. Ohjearvo tarvittavalle ruiskutusmäärälle on 100 litraa/ m^2 käsiteltävää pintaa. Keräysaltaan materiaali on tavallisesti haponkestävä teräs, kumitettu pelti tai hapon- ja lämmönkestävä muovi. Fosfaattilietteen poistamiseksi altaaseen on laitettava rei'itetty lietelaatikko, joka voidaan nostaa ja tyhjentää tai pohja on tehtävä riittävän kaltevaksi (45°) tai kartiomaiseksi, avauskulma yli (60°). Pohjalta pumpattu liete erotetaan jatkuvatoimisessa lamelliselkeyttimessä. Tavallisin suihkutyyppi on tasosuihku tai onttokartiosuutin ja sen tuotto 10–30 l/min. Kylpy lämmitetään lämmönvaihtajilla. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely Osa 1. 1996, 228–229.)

Huuhtelun tarkoituksena on keskeyttää pinnoitettavan osan pinnalla tapahtuvat kemialliset reaktiot ja puhdistaa pinta edellisen kylvyn kemikaaleista ja epäpuhtauksista. Hyvään huuhtelutulokseen pääsemiseksi on käytettävä riittävästi puhdasta vettä. Varsinkin loppuhuuhdelussa suositellaan käytettäväksi ionivaihdettua vettä. (Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1 1996, 229.)

7 Sinkkifosfatointimenetelmiä

Valtran tapauksessa tarkoituksena on korvata nykyinen yksikammioinen rautafosfatointiprosessi kolmekammioisella sinkkifosfatointiprosessilla. Pinnoituslinjan ensimmäisessä kammiossa on alkalinen rasvanpoistokylpy. Toisessa kammiossa suoritetaan fosfatointiprosessi. Se suoritetaan ruiskutusmenetelmällä. Fosfatoinnin jälkeen kappaleet huuhdellaan kolmannessa kammiossa, jossa on kolme huuhteluallasta. Huuhteluvettä kierrätetään tarpeen mukaan siten, että puhdasta vettä lasketaan viimeiseen huuhtelualtaaseen. Viimeisen altaan ylijooksutusvesi valuu edelliseen huuhtelualtaaseen ja sen vesi ensimmäiseen altaaseen. Näin viimeisen huuhtelun vesi saadaan pysymään mahdollisimman puhtaana.

Koska fosfatointialtaan vettä haihtuu ja kulkeutuu kappaleiden mukana, sitä täytyy tarvittaessa lisätä. Tämä lisättävä vesi on tarkoitus johtaa fosfatoinnin jälkeen ensimmäisen huuhtelukylvyn ylijooksutusvedestä. Tämä vähentää jäteveden määrää. Ylijooksutusvesi joudutaan mahdollisesti suodattamaan ennen laskemista fosfatointialtaaseen. Huuhteluvesien likaantuminen vaikuttaa siihen, kuinka paljon viimeiseen huuhtelualtaaseen on lisättävä puhdasta vettä. Tämä vaikuttaa huuhtelualtaiden ylijooksutusveden määrään. On selvitettävä, kuinka paljon ensimmäisen huuhtelualtaan vettä voidaan johtaa fosfatointialtaaseen, sieltä haihtuneen veden tilalle. Loppuosa ylivirtaamasta on johdettava puhdistuslaitokselle.

7.1 Henkelin menetelmä

Henkel Surface Technologies tarjoaa esikäsittelyyn kolmevaiheisen sinkkifosfatiintiratkaisun. Prosessi käsittää puhdistuksen, aktivoinnin ja fosfatoinnin sekä passivoinnin. Valittavissa on joko nitraatti- tai sisäisesti kiihtyvän järjestelmän väliltä. Lisäksi tarjolla on sekä nikkelivapaa että matalanikkeliäinen järjestelmä. Menetelmä sopii hyvin teräksen käsittelyyn ruiskutusmenetelmällä. (Henkel Integrated Solutions 2009.)

Puhdistusvaihe on tärkeä hyvän pinnanlaadun saamiseksi. Erilaisten koneistusöljyjen ja voitelurasvojen sekä likahiukkasten poistaminen on ensiarvoisen tärkeää. Puhdistusvaiheessa käytetään Ridoline 1562 tai Neutrapon 5003 pesukemikaaleja, joiden käyttö pH on voimakkaasti emäksinen (pH välillä 10,5-11). Pesuliuoksen konsentraatio on 1,5-3 % ja pesulämpötila 40-60 °C. Käsittelyaika on 1-2 minuuttia. Pesun jälkeen fosfatoitavat pinnat huuhdellaan puhtaalla vedellä. Parhaan huuhtelutuloksen saavuttamiseksi voidaan käyttää kahta vastavirtaperiaatteella toimivaa huuhteluvaihetta. (Granodine 1993 2009.)

Aktivointi suoritetaan huuhteluvaiheessa ennen fosfatoiintia. Aktivointiin käytetään Fixodine 9112 aktivointikemikaalia. Käyttöliuoksen pH vaihtelee 8-9,5 kemikaalin pitoisuuden ollessa 0,2 %. Aktivointilämpötila on 20–40 °C ja käsittelyaika 40–60 sekuntia. (Granodine 1993 2009.)

Fosfatoiintiprosessiin voidaan valita ruiskutuskäsittelyssä nitraattikihihdytteinen Granodine 952 sinkkifosfatoiintikemikaali. Tai nitraattivapaita HAS kiihdytteisiä fosfatoiintikemikaaleja, kuten Granodine 1993 Granodine 2752 Granodine 2742. Nitraattivapaalla HAS kiihdyttimellä on useita etuja. Nitriitti on epästabiili kemikaali ja vaatii jatkuvaa lisäämistä. Lisäksi nitriitti voi vapauttaa myrkyllisiä typen oksideja. HAS kiihdytin pysyy stabiilina reaktioliuoksessa. Kylpyliuos säilyy toimintakykyisenä tuotantotauon, esimerkiksi viikonlopun jälkeen. Kylpyliuokseen muodostuu vähemmän sakkaa, mikä säästää jätteidenkäsittelykustannuksia. Muodostuvan sakan kuiva-ainepitoisuus on suurempi ja haitallisten metallien määrä vähäisempi, kuin perinteisessä nitriittikihihdytteisessä menetelmässä. Koska HAS kiihdytteinen fosfatoiintikemikaali ei sisällä kloraatteja eikä vetyperoksidia, vältty-

tään raskasmetallien saostumiselta. Fosfointikäsittelyn jälkeen tarvitaan vesi-huuhtelu alle 35 °C 45–120 sekuntia. (Fosfointiprosessit FIN 3.2. 2009.)

Passivointi voidaan suorittaa Deoxylyte 54 NC passivointikemikaalilla, jonka käyttöliuoksen konsentraatio on 0,25 % ja pH välillä 4-4,5. Passivointilämpötila voi vaihdella välillä 20–60 °C ja käsittelyaika 15–60 sekuntia. Passivointiliuos ei sisällä kromia, mikä helpottaa jätevedenkäsittelyä. Passivoinnin jälkeen suoritetaan Demihuuhdeltu alle 35 °C 45–120 sekuntia. Tällöin pinnat huuhdellaan ionivaihdetulla (tislattulla) vedellä ja kappaleet kuivataan nopeasti 100-150 °C lämpötilassa. (Fosfointiprosessit FIN 3.2. 2009.)

7.2 Fostekin menetelmä

Nurmijärveläinen Fostek Oy tarjoaa yksivaiheista Pai-Kor- fosfointikäsittelyä. Käsittelyyn riittää yksi nestesäiliö, jolloin tilantarve on pienempi. Käsittelyssä ei tarvita erillisiä pesu- tai huuhteluvesiä ja käsittelyprosessi toimii huoneenlämmössä. Nämä seikat säästävät merkittävästi energiaa, ja jäteveden määrä vähenee huomattavasti. Lisäksi tuotteen mainitaan olevan myrkytön, mikä parantaa työturvallisuutta ja on ympäristöystävällinen,

Fosfointikäsittely on kolmivaiheinen sisältäen kemikaalikäsittelyn, valutuksen ja kuivatuksen. Fostek Oy tarjoaa kolme eri tuotevaihtoehtoa sinkkifosfointia korvaavaan käsittelyyn. Pai-Kor A/402 on yksivaiheinen esikäsittely, joka poistaa pinnoitettavista kappaleista rasvan ja fosfatoi pinnan. Etuina Fostek mainitsee hyvän tartunnan ja tuotteen kuivumisen itsestään.

Ecophor B/609 on yksivaiheinen esikäsittely. Tuote vastaa ominaisuuksiltaan Pai-Kor A/402- tuotetta, mutta lisäksi sen mainitaan olevan liuotinvapaa, mikä vähentää työntekijöiden altistumista ja tulipalon vaaraa. Ecophor B/609 vaatii kuitenkin uunikuivatuksen ennen jatkokäsittelyä.

Toran 3 on Fostekin uusiin tuotteita. Sen mainitaan soveltuvan sekä allas- että ruiskutuskäsittelyyn. Korroosionsuojauksen mainitaan olevan erinomainen, ”lähes sink-

kifosfattoinnin tasoa”. Tuote on liotinvapaa ja vaatii uunikuivauksen. (Document 118 2009.)

8 Kustannuslaskut

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaate (BAT) tarkoittaa ympäristön kannalta mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä. (Seitsonen 1996, 4.) Valtra on ottanut ympäristönsuojelun huomioon tuotannossa, mistä on osoituksena Valtralle vuonna 2000 myönnetty ympäristösertifikaatti. Kaikkia ympäristöarvoja ei voida mitata rahassa. Nykyään suuri osa asiakkaista on hyvin ympäristötietoisia. Ympäristöasioiden huomioiminen jo tuotantovaiheessa on tehokas markkinointikeino.

Kustannustehokkuus ja takaisinmaksuaika ovat tärkeimmät tekijät laitehankintoja suunniteltaessa. Takaisinmaksuaika saadaan jakamalla uuden laitteiston investoinnista aiheutuneet kustannukset kustannussäästöllä, joka saavutetaan uudella laitteistolla:

$$t = \frac{\Delta C}{\Delta K}$$

jossa

t = takaisinmaksuaika vuosina [a]

ΔC = kalliimman ja halvemman laiteinvestoinnin hintojen erotus [€]

ΔK = lisäinvestoinnilla saavutettava vuotuinen säästö eli halvemman ja kalliimman laitteen käyttökustannusten erotus [€].

Investointia voidaan pitää kannattavana, jos takaisinmaksuaika on 3–5 vuotta. (Siivinen & Mahiout 1999, 95.)

Takaisinmaksuaika voidaan laskea ottaen huomioon myös vuotuinen korko (Siivinen & Mahiout 1999, 95.):

$$A = \frac{IS}{E - KZ}$$

jossa

$$E = BK_{Ist} - BK_{Soll}$$

ja

$$KZ = \frac{IS}{2} \times \frac{P}{100}$$

joissa

A = takaisinmaksuaika vuosina [a]

BK_{Ist} = vanhan menetelmän vuotuiset käyttökustannukset [€a]

BK_{Soll} = uuden menetelmän vuotuiset käyttökustannukset [€a]

IS = uuden laitteiston vuotuiset investointikustannukset [€a]

E = investoinnin tuomat vuotuiset säästöt [€a]

KZ = vuotuiset korkokustannukset [€a]

P = korkoprosentti [%].

Laitteiston valinnassa vaikuttaa taloudellisten seikkojen lisäksi laitteiston luotettava toiminta. Järjestelmän yksinkertainen rakenne helpottaa huoltoa ja ylläpitoa. Laittevalmistajien maine ja aikaisemmat asiakasreferenssit vastaavanlaisissa laite-toimituksissa tulee myös huomioida. (Siivinen & Mahiout 1999, 95.)

9 Opinnäytetyön tulokset

Keskityin opinnäytetyössäni Valtran runkomaalaamon sinkkifosfointiprosessiin ja sen aiheuttamiin muutoksiin nykyisen jätevedenpuhdistamon toimintaan. Sähköposti- ja puhelinkeskustelut Valtran jätevedenpuhdistukseen erikoistuneen Hyxo Oy:n tuotepäällikön Olli Puustisen kanssa antoivat arvokasta tietoa. Lisäksi selvitin kirjallisuustietojen perusteella jätevedenpuhdistuksen ja sinkkifosfointiteoriaa. Näiden tietojen avulla pyrin arvioimaan Valtran nykyiseen jätevedenpuhdistamoon tarvittavia mahdollisia muutoksia. Puustisen mukaan puhdistamon nykyinen laitteisto ei tarvitse välttämättä muutoksia siirryttäessä rautafosfointista sinkkifosfointiin. Fosfaatti ja sen saostaminen aiheuttaa satunnaisesti vaikeuksia nykyisessä rautafosfointipinnoituksessa. Jätevedenpuhdistamoon tulee piste-kuormituksia erityisesti rautafosfointialtaiden tyhjennyksen ja huollon yhteydessä. Koska sinkkifosfointikyöpyjen vaihtoväli on jopa useita vuosia, niiden huollosta aiheutuva pistekuormitus on pienempi. Kokonaisfosforin kuormitus vesilaitokselle on pienempi kuin rautafosfointinissa.

Kalkin käyttö jätevedenpuhdistuksessa parantaa metallien saostumista ja neutraloi liian alhaista pH:ta. Runsaasta kalkin käytöstä on kuitenkin enemmän haittaa kuin hyötyä. Kalkki aiheuttaa kiintoainekuormitusta jätevedenpuhdistamolle, ja se on poistettava puristimella ennen jäteveden johtamista viemäriin. Puristettu sakka on ongelmajätettä, koska se sisältää metalleja. Sakan asianmukainen käsittely ongelmajätteenä on kallista, ja siksi sen määrän vähentäminen jätevedestä on taloudellisesti erittäin kannattavaa. Mikäli metallipäästöjen raja-arvoihin päästään ilman kalkin käyttöä, voidaan jäteveden happamuutta neutraloida lipeän avulla.

Kirjallisuustietojen ja asiantuntijahaastattelujen mukaan esimerkiksi sinkin saostuminen jätevedenpuhdistuksessa on tehokasta. Lisäksi sinkkijäämät eivät ole kovin haitallisia jätevedessä ja niille on asetettu suhteellisen korkea päästöraja. (Ympäristölupa. 2003). Nykyiseen 2 mg/l päästörajaan päästään suhteellisen helposti. Kalkin käytöstä luopumisesta ei ole Puustisen mukaan käytännön kokemuksia. Jokainen jätevedenpuhdistusprosessi on yksilöllinen ja päästöarvot on tarkastettava tapauskohtaisesti käytännön kokeiluilla.

Käytettyjen huuhteluvesien puhdistusta ja takaisinkierrätystä on mietitty useaan otteeseen Puustisen ja Valtran edustajien kanssa. Pesuvesien takaisinkierrätykseen tarvittava tekniikka on olemassa. Takaisinkierrätykseen tarvittaisiin kuitenkin useita laitehankintoja, kuten erilaisten esisuodattimien ja ioninvaihto- tai käänteisosmoosilaitteistojen hankkimista. BATNEEC periaatteen mukaan täytyy huomioida lisääntyneistä kustannuksista saatava ympäristöhyöty, joka tässä tapauksessa jää varsin vähäiseksi syntyneisiin kustannuksiin verrattuna (Seitsonen 1996, 4.) Koska pesuvesien takaisinkierrätys ei ole taloudellisesti kannattavaa eikä siihen ole tarvetta nykyisillä päästörajoilla, voidaan sen suunnittelusta tässä vaiheessa luopua. Ainoa hyöty olisi yrityksen ympäristöimagon parantuminen. Suurien laiteinvestointien myötä voitaisiin markkinoinnissa korostaa tehokasta, yli 75-prosenttista pesuvesien takaisinkierrätystä. Hyxon edustajan Puustisen mukaan pesuvesien takaisinkierrätystä ei ole laajamittaisesti toteutettu Suomessa. Syynä tähän on, että raakavesi on halpaa ja sitä on runsaasti saatavilla. Lisäksi jätevedenpuhdistus on tehokasta ja suhteellisen halpaa.

Eri asiantuntijahaastattelujen ja kirjallisuuteen perustuvien taustatietojen perusteella esitän, että tulevan sinkkifosfatointilaitoksen jätevedet tulisi puhdistaa nykyisellä jätevedenpuhdistamolla. Tuotannon käynnistyttyä jätevesien pitoisuuksia tulee seurata riittävän tiheillä tarkastusmittauksilla. Vasta näiden perusteella voidaan lopullisesti määrittää nykyisen vedenpuhdistamon toimivuus uudessa sinkkifosfatointiprosessissa ja suunnitella mahdollisia muutoksia laitoksen toimintaan ja laitteistoon.

Taulukkoon kahdeksan ja taulukoon yhdeksän on koottu SWOT-analyysin avulla nykyisen jätevedenpuhdistamon ja mahdollisesti rakennettavan uuden jätevedenpuhdistamon vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhkat. Nykyisen laitoksen suurimmaksi vahvuudeksi nousee toimiva puhdistusprosessi, jonka puhdistuskapasiteetti on nykyisellään riittävä. Uuden laitoksen suurimmat vahvuudet ovat alan uusien tekniikka ja tehokkuus. Suurin heikkous on kalliit perustamiskustannukset.

TAULUKKO 8. Uuden laitoksen SWOT-analyysi

<p>Vahvuus</p> <ul style="list-style-type: none"> – Uusin tekniikka – Tehokas puhdistus – Riittävä puhdistus-kapasiteetti 	<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> – Luotettava toiminta – Tehokkuus – Säästöt käyttökustan- nuksissa
<p>Heikkous</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kallis investointi – Lisääntynyt tilan- tarve – Käytön opettelu – Uudet kemikaalit 	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> – Hankaluudet käyttöön- otossa – Henkilöstön muutos- vastarinta – ”Tarpeeton investointi”

TAULUKKO 9. Nykyisen laitoksen SWOT-analyysi

<p>Vahvuus</p> <ul style="list-style-type: none"> – Tuttu rakenne – Toiminnan tunte- mus – Vuosien kokemus laitteistosta – Osaava henkilöstö 	<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> – Laitteiston uusiminen tarpeen mukaan – Mukautuminen tuotan- non muutoksiin – Riittävä tehokkuus
<p>Heikkous</p> <ul style="list-style-type: none"> – Riittämätön puh- distuskyky – Rajallinen puhdis- tuskapasiteetti 	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vanhentuva tekniikka – Lisääntyvä huollontar- ve – Puhdistuskapasiteetin loppuminen

10 Pohdinta

Sain lopputyöni tulokseksi, että uuden sinkkifosfointilaitoksen jätevedet voidaan ainakin alkuvaiheessa käsitellä nykyisellä jätevedenpuhdistuslaitoksella. Päätelmäni perustuvat kirjallisuudesta saatuihin taustatietoihin ja eri asiantuntijalähteistä saatuihin lausuntoihin. Asiantuntijoina toimivat jäteveden puhdistamoja valmistavien yritysten edustajat, sekä pinnoituslaitteita ja -kemikaaleja toimittavien yritysten edustajat.

Tuloksen luotettavuutta heikentää, että uuden sinkkifosfointilaitoksen jäteveden tarkkaa koostumusta ja -määrää ei ennen tuotannon aloittamista täysin tiedetä. Lopullinen varmuus nykyisen jätevedenpuhdistamon kapasiteetin riittävydestä uuden runkomaalaamon tarpeisiin selviää vasta uuden runkomaalaamon aloitettua toimintansa. Tämän jälkeen jätevedenpuhdistamolla on tehtävä tarkastusmittauksia tavallista tiheämmin erityisesti tuotannon alkuvaiheessa. Tuotannon alkuvaiheessa jätevedelle asetetut päästörajat saattavat ajoittain ylittyä. Tarkastusmittauksista saatujen tulosten avulla voidaan puhdistamon toimintaa säätää, jotta ympäristöluvassa määrätyt päästöarvot alitetaan.

Uskon työstäni olevan hyötyä Valtran uuden runkomaalaamon suunnittelussa. Valtran kehitysinsinööri Sami Savolaisen mukaan vastaavaa tutkimustyötä jätevedenpuhdistamoon liittyen ei ole aiemmin tehty. Mielestäni työni toimii suuntaa antavana taustaselvityksenä uuden runkomaalaamon investoinnissa.

Lähteet

Ahlström, E. & Rutanen-Couavoux, N. 2003. Pintakäsittelylaitosten vesien käsittely. Helsinki. Suomen Galvanotekninen Yhdistys ry.

Bagfilter systems. 2010. Hyxo Oy:n sähköpostiesite. Lähettäjä tuotepäällikkö Olli Puustinen. Viitattu 8.3.2010.

Campbell, N. 1996. Biology. Fourth Edition. University of California, The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc.

DME-, DMHE-, DMCE-mallin suolanpoistolaitteet. 2010. Hyxo Oy:n sähköpostiesite. Lähettäjä tuotepäällikkö Olli Puustinen. Viitattu 8.3.2010.

Document 118. 2009. Fostek Oy:n sähköpostiesite. Lähettäjä toimitusjohtaja Kari Nieminen Fostek Oy. Viitattu 12.11.2009

Enström, A., Peltonen, P. & Pääkkönen, J. 2007. Teollisuuden jätevesien erityispiirteet. Kunnossapito 1/2007 36–39. Verkkojulkaisu. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. Viitattu 19.1.2010.

http://www.promaint.net/alltypes.asp?menu_id=645.

Eurotec Suomi. 2010. Hyxo Oy:n sähköpostiesite. Lähettäjä tuotepäällikkö Olli Puustinen. Viitattu 8.3.2010.

Forsén, O. & Ainali, M. 1980. Pintakäsittelykemikaalien uudelleenkäyttö. Osa 1. Galvanotekniset kylvyt. Tekninen tiedotus 10/80. Helsinki. Metalliteollisuuden keskusliitto/Metalliteollisuuden kustannus.

Fosfatointiprosessit FIN 3.2. 2009. Henkelin sähköpostiesite. Lähettäjä Account Manager Jarmo Harjuviita Henkel Oy. Viitattu 17.11.2009.

Granodine 1993. 2009. Henkelin sähköpostiesite. Lähettäjä Account Manager Jarmo Harjuviita Henkel Oy. Viitattu 17.11.2009.

Harjuviita J. 2010a. Account Manager. Henkel Oy. Puhelinkeskustelu 29.3.2010. Henkelin ratkaisuehdotuksia sinkkifosfatoiin. Esitteiden tilaus.

Harjuviita, J. 2010b. Account Manager. Henkel Oy. Puhelinkeskustelu 16.11.2010. Henkelin ratkaisuehdotuksia sinkkifosfatoiin.

Helcom Recommendation 23/7. 2009. Reduction of Discharges and Emissions From The Metal Surface Treatment. Viitattu 24.11.2009.

http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec23_7/.

Henkel Integrated Sollutions. 2010. Henkelin sähköpostiesite. Lähettäjä Account Manager Jarmo Harjuviita Henkel Oy. Viitattu 17.11.2009.

Holtzclaw, H., Robinson, W. & Odom, J. 1991. General Chemistry. 9th Edition. D.C. Heath and Company.

Huoltoasemien jätevedet. Käytettävät pesuaineet, pesumenetelmät sekä jätevesien puhdistusmenetelmät. 1993. 6. painos. Helsinki. Öljyalan kustannus Oy,

Huttunen, U. 2010. Johtava ympäristötarkastaja. Äänekosken kaupunki. Puhelinkeskustelu 16.11.2010 jäteveden raja-arvot.

Kalkku I., Korvenranta J. & Nieminen K. Lukion kemia. Kurssi 1. 1990. Helsinki. Otava.

Kemiallinen hapenkulutus (COD_{mn}). n.d. Helsinki. Ympäristöministeriö. Viitattu 18.11.2009. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12882&lan=fi>.

Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely. Osa 1, 1996. Helsinki. Suomen Galvanotekninen Yhdistys.

Kähäri, M. 2010. Tuotepäällikkö Kähäri Mikko Surtec Oy. Puhelinkeskustelu 16.11.2009. Sinkkifosfatoiiniprosessin kulku, päästöjen raja-arvot.

Käänteisosmoosi. n.d. Sähköinen luentomateriaali. Helsingin yliopiston opettajan-
koulutuslaitos. Viitattu 10.3.2010.

<http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/hiilivoimala/kaanteisosmoosi.htm>.

Laukkarinen, T., Mäkelä E., Perttilä P. & Soikkeli, A. 1979. Teollisuusjätevesien
esikäsittelytarve sekä muut huomioon otettavat tekijät ennen laitoksen vesien joh-
tamista yleiseen viemärlaitokseen. Helsinki. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden
1967 rahasto/Teollisuuden jätevesiprojekti.

Malinen, T. 2008. TOC-analysaattorin käyttöönotto ja validointi. Opinnäytetyö
Metropolia Ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-200812194546>.
Viitattu 8.4.2010.

Metallit ja niiden myrkyllisyys. n.d.

<http://www.ymparisto.fi/miljo/html/fmetfakt.htm>. Viitattu 19.11.2009.

Parcom Recommendation 92/4. 1994. Parcom Recommendation On The Reduc-
tion of Emissions From The Electroplating Industry. Viitattu 24.11.2009.

www.admix.nu/eng/engparcom.htm.

Prosessit HAS FIN 3.7. 2009. Henkelin sähköpostiesite. Lähettäjä Account Mana-
ger Jarmo Harjuviita Henkel Oy. Viitattu 17.11.2009.

Puolamaa, M. & Määttä, P. 1995. Teollisuuden jätevedet, jätevesitilasto. Yleiseen
viemärlaitokseen johdettujen teollisuuden jätevesien laatu. Muistio 2. Helsinki.
Ympäristöministeriö/ympäristönsuojeluosasto.

Puustinen, O.2010a. Tuotepäällikkö Hyxo Oy. Puhelinkeskustelu 20.1.2010. Kes-
kustelu nykyisen puhdistuslaitoksen rakenteesta.

Puustinen, O. 2010b. Tuotepäällikkö Hyxo Oy. Puhelinkeskustelu 29.3.2010.
Keskustelu mahdollisista muutoksista nykyiseen puhdistamoon.

Reaktiotuotepinnoite-III. 2010. Henkelin sähköpostiesite. Lähettäjä Account Ma-
nager Jarmo Harjuviita Henkel Oy. Viitattu 17.11.2009

Seitsonen, K. 1996. Paras käyttökelpoinen tekniikka ympäristönsuojelussa – taustaselvitys. Helsinki. Teollisuuden ja Työnantajien Keskusliitto.

Siivinen, J. & Mahiout, A. 1999. Pintakäsittelylaitosten jätevesikuormituksen vähentäminen osa 1. Kirjallisuusselvitys. Espoo. VTT:n tiedotteita.

Valtra Oy Ab. 2010 Valtra Oy Ab:n kotisivut. www.valtra.fi, Viitattu 20.1.2010

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. (Vnp 365/1994) Viitattu 30.11.2009

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940074>. Valtion säädöstietopankki.

Valtra Oy Ab:n Ympäristölupa. 2003. Keski-Suomen Ympäristökeskus.

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=9635&lan=fi>.

Vihersaari, T. 2005a. Vesiluento. Vesi - "Raakavedestä ultrapuhtaaseen". Laboratorioveden puhdistusmenetelmät ja laitteet - osa 1. Turun yliopisto. Viitattu 15.3.2010.

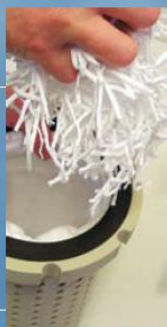
<http://www.wakkanet.fi/~timvih/vesiluento/puhdistus.html#Aktiivihiihliisuodatus>.

Vihersaari, T. 2005b. Vesiluento. Vesi - "Raakavedestä ultrapuhtaaseen". Laboratorioveden puhdistusmenetelmät ja laitteet - osa 2. Turun yliopisto. Viitattu 15.3.2010.

<http://www.wakkanet.fi/~timvih/vesiluento/puhdistus2.html#kaanteisosmoosi>.

Liitteet

Liite 1. Bagfilter systems. Tuote-esite. Hyxo Oy.



MX60-7A-B2-FM-PP



1.000 - 10.000 l/h Bag

Typical applications
Plating and process industry

- Features**
Bag Filtration
- Large dirt holding capacity
 - Easy bag change
 - Low operating cost

- Bag Filtration Plus
- Bag with PP micro fibres
 - Oil / grease
 - Gel like sludge

- Carbon purification
- Efficient removal of organic impurities
 - Gold, silver recovery
 - Recapture metals from rinsing tanks by ion exchange

- Options**
- Hose connection
 - Multiple bag chambers for larger volumes
 - SS bag filter systems

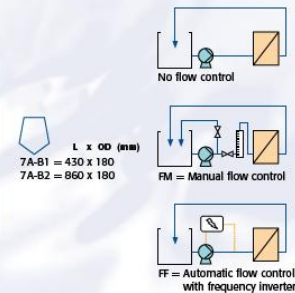


MX60-7A-B1-PP

Multi purpose bag filter systems

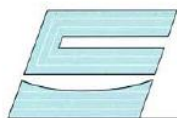
www.hendor.com

Pump	l/h	kW	Union (d/DN) In Out	Hose In Out	Type	Chamber	Flow control	Material	
Magnetic drive	1000	0,12			M10				
	2000	0,18	32/25	25/20	M11				
	3000	0,18			M15				
	4000	0,18			MX40				
	6000	0,25	32/25	32/25	MX60	7A-B1 7A-B2	FM FF	PP-EPDM	
	8000	0,37			MX90				
	10000	0,55	40/32	32/25	MX120				
Selection:						MX60	7A-B2	FM	PP



www.hendor.com

Liite 2. DME-, DMHE-, DMCE-mallin suolanpoistolaitteet. Tuote-esite. Hyxo Oy.



EUROWATER

NYKYAIKAISTA VEDENKÄSITTELYÄ

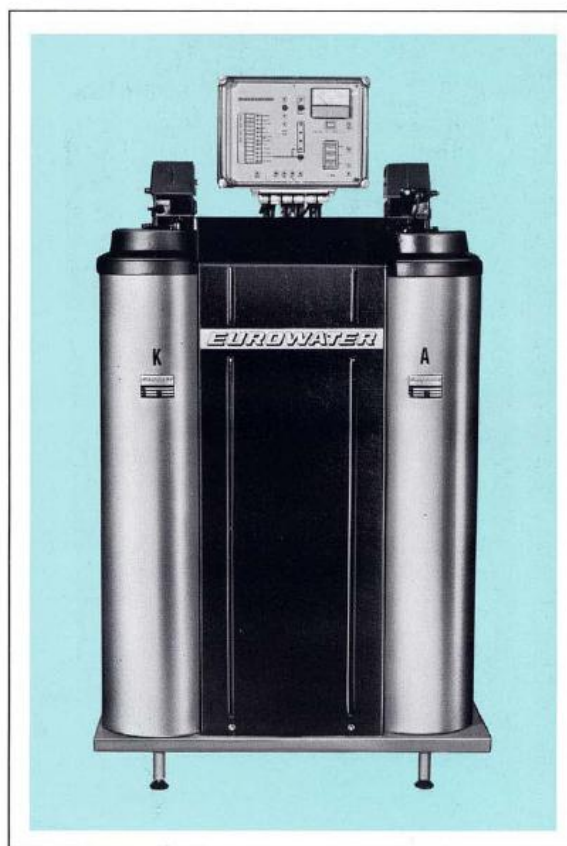
SUOLANPOISTO

AUTOMAATTINEN SUOLANPOISTOLAITE
MALLIT DME, DMHE JA DMCE



AUTOMAATTISET SUOLANPOISTOLAITTEET MALLIT DME JA DMHE

- Neljä erilaista, automaattista tarkkailutapaa.
- Automaattinen laaduntarkkailu säädettävällä laaturajalla.
- Laite imee automaattisesti tarvittavat määrät happoa ja lipeää.
- Kaikki sähköiset toiminnot 12 V:n jännitteellä.
- Elvytys tapahtuu pienimmällä mahdollisella vesimäärällä.
- Polyetyleenipinnoitetut säiliöt estävät korroosion.
- Veden kierrätys pumpulla estää johtokyvyn nousemisen, kun käsitellyn veden kulutus on pieni.



SARJAT DME JA DMHE

Sarjat DME ja DMHE muodostuvat kahdeksasta perusmallista, jotka ovat automaattisia, 2-alustaisia suolanpoistolaitteita. DMHE on varustettu lisäksi sivuputkilla ja automaattiventtiileillä mahdollisimman suuren virtauksen saavuttamiseksi.

2-ALUSTAINEN TOIMINTATAPA

Laite koostuu kahdesta suodatinsäiliöstä. Ensimmäisessä on vahva kationi- ja toisessa vahva anionimassa. Ne elvytetään suolahapolla ja vastaavasti natriumhydroksilla. Raakaveden liuenneet suolat vaihtuvat massojen läpi virratessaan ja muodostavat ionivaihdettua vettä.

LAITTEISTON RAKENNE

Perusmalli on automaattisella laaduntarkkailulla varustettu 2-alustainen yksikkö. Siinä on suodatinsäiliö ioninvaihtomassoineen, yhdysputket, kierrätyspumppu, johtokyky mittari ja automaattiventtiilit.

Molemmissa suodatinsäiliöissä on 5-vaiheinen EUROWATER-venttiili, jonka ansiosta massa hyödynnetään mahdollisimman tarkasti käytön ja elvytyksen aikana.

OHJAUSKESKUS

Laitteen ohjauskeskus DME ohjaa elvytysvaihetta ja tarkkailee käsitellyn veden laatua. Keskusta voidaan käyttää neljällä erilaisella ohjaustavalla.

ELVYTYS

Kun laitteen kapasiteetti on loppunut, kationipuoli elvytetään suolahapolla ja anionipuoli natriumhydroksidilla. Automaattinen elvytys on ohjelmoitu siten, että yksikön kummassakin osassa tapahtuu seuraavat vaiheet: vastavirtahuuhtelu, hapon tai lipeän imu ja huuhtelu.

LAATUTARKKAILTU JÄLKIHUUHTELU

Elvytysvaiheen lopussa on laadutarkkailtu jälkihuuhtelu. Jakson pituuden määrä johtokyky mittari, joka mittaa veden suolapitoisuutta. Tarkkailulla välitetään tarpeeton huuhtelu ja veden käyttö.

KIERRÄTYS

Kierovesipumppu kierrättää vettä kationi- ja anionisäiliöiden välillä. Tämä on erityisen tärkeää pienillä virtaamilla, jotta estetään johtokyvyn nousu ja turha elvytys.

HAPOT JA LIPEÄSÄILIÖT

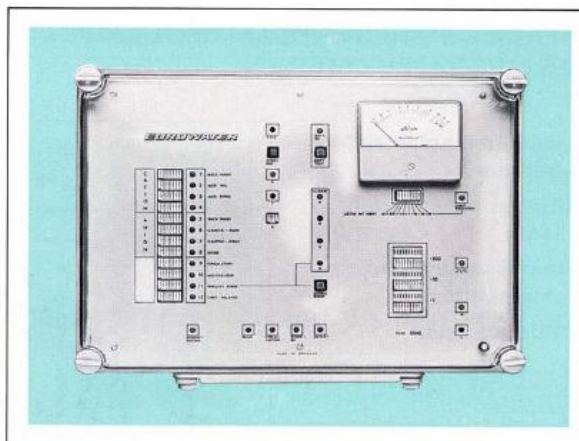
Laitteisto imee hapon ja lipeän suoraan esim. kuljetusastioista. Haluttaessa laitteisto toimitetaan suuremmilla happo- ja lipeäsäiliöillä.

HUUHTELUVEDEN NEUTRALOINTI

Kationipuolelta tuleva hapan huuhteluvesi neutraloidaan laitteistoon kuuluvalla neutralisaattorilla.

OHJAUSKESKUS MALLI DME

- Toimii 12 V:n jännitteellä.
- Täysin elektroninen, suojattu rakenne.
- Jokaiselle elvytystoiminnalle on oma säädin- ja merkkivalo.
- Jatkuva johtokykymitaus säädettävällä laaturajalla.
- Paristomuisti mahdollisen sähkökatkoksen varalle.
- Mahdollisuus muiden ulkoisten toimintojen/hälytysten liitintään.



LAITTEEN KAPASITEETTI

Laitteen kapasiteetti elvytysvälillä riippuu raakaveden kokonaissuolapitoisuudesta (°dH). Todellinen kapasiteetti saadaan jakamalla peruskapasiteetti käytettävän veden kokonaissuolapitoisuudella (°dH) (ei kovuudella).

VEDEN LAATU

Suolapoisitetun veden laatu valitaan normaalisti 5 – 30 µS/cm. Tämä laatu riittää useimmissa tapauksissa. Jos kuitenkin tarvitaan parempilaatua vettä, laitteeseen voidaan yhdistää Silex-patruuna tai elvytettävä sekaioninvaihdin (Mixed Bed).

ASENNUS

Viemäri- ja yhdysputket tehdään PVC:stä tai haponkestävästä teräksestä.

ERITTELYT – MALLIT DME/DMHE

Malli	Virtaus m ³ /h	Painehäviö bar	Perusteho m ³ / 1 °dH kok.suolapit. *)	Kemikaalien kulutus		Tarvittava lattia- pinta mm **)	Kokon. korkeus mm	Liitännät		
				30 % HCl l	30 % NaOH l			Tulo "BSP	Lähtö mm PVC	Viemäri mmPVC
DME 42	0,5 – 1,5	0,4 – 1,2	80	10 – 15	8	1000×450	1805	¾"	25	20
DME 62	0,7 – 2,0	0,4 – 1,2	115	15 – 23	13	1000×450	1805	¾"	25	20
DME 362	0,7 – 2,6	0,4 – 2,0	200	26 – 39	23	1300×600	2070	¾"	25	20
DME 602	1,0 – 3,3	0,4 – 2,0	300	37 – 55	32	1300×600	2070	¾"	25	20
DMHE 1202	2,5 – 10,0	0,4 – 1,6	575	72 – 108	62	1880×800	1880	1½"	50	20
DMHE 1802	3,5 – 16,0	0,4 – 1,8	920	116 – 174	100	2180×950	2180	1½"	50	20
DMHE 2002	3,5 – 14,0	0,4 – 1,8	1265	160 – 240	137	2180×950	2180	1½"	50	20

*) 1 °dH vastaa 2,8 mval/l.

**) Ilman kemikaalisäiliötä ja neutralisaattoria.

Työpaine 2–6 bar. Raakaveden lämpötila max 20 °C. Jännite 220 V/12V, 50 Hz

AUTOMAATTINEN SUOLANPOISTOLAITE
VASTAVIRTAELVYTTENINEN
MALLI DMCE

- Vähäinen kemikaalikulutus
- Erinomainen veden laatu
- Vedessä alhainen silikaattitaso
- Taloudellinen

MALLI DMCE

EUROWATER vastavirtaelvyteisessä suolanpoistolaitteessa on samat edut kuin DME/DMHE -sarjassakin. Lisätuna DME/DMHE-sarjaan saavutetaan parempi käsitellyn veden laatu noin puolella kemikaalimäärällä.

VASTAVIRTAELVYTYS

Käytön aikana vesi virtaa hartsin läpi sääliössä alhaalta ylöspäin. Elvytyksessä kemikaalien virtaussuunta on päinvastoin. Täten parhaiten elvytetty hartsi on veden kanssa viimeisenä tekemisessä ts. saavutetaan paras mahdollinen veden laatu. Erikoisesti vaikeasti poistettava silikaatti poistuu vastavirtamenetelmällä.



ERITTELYT – MALLIT DMCE

Malli	Virtaus m ³ /h	Painehäviö bar	Perusteho m ³ / 1°dH kok. suolapit.	Kemikaalien kulutus		Tilantarve mm	Yhteet		
				30 % HCl l	30 % NaOH l		Sisään "BSP	Ulos mm PVC	Viemäri mm PVC
DME 381/601	3	1,5	300	16	16	1480 × 600 × 2090	3/4	50	25
DMCE 601H/1201H	4,5	1,5	720	36	37	1880 × 800 × 2590	1 1/2	50	25
DMCE 1201H/2001	7,5	1,5	1380	68	70	2180 × 900 × 2590	1 1/2	50	25

*) 1°dH vastaa 2,8 mval/l.

Käyttöpaine: 2,5 – 6 bar. Raakaveden lämpötila max 20 °C . Jännite 220/12 V, 50 Hz

Hyxo Oy

PL 16 (Palokorvenkatu 2)

04261 Kerava

Puh. 010 417 4500

Faksi 010 417 4501

www.hyxo.fi • hyxo@hyxo.fi

Liite 3. Document 118. Tuote-esite Fostek Oy.



Säästä maalauskuukustannuksissa ja paranna laatua!

Pai-KOR tuotteilla maalauksen esikäsitteily on ekologinen ja energiaa säästävää.

- ei pesu- ja huuhteluvesiä : lämmitysenergia ja jätemaksut säästävät
- vain yksi nestesäiliö : tilaa säästyy
- ei tarvitse analysoida : aikaa säästyy
- aina tasainen laatu : ei korroosiota, hyvä tartunta
- kaikille metalleille : työvaiheita säästyy
- toimii huonelämpötilassa : energiaa säästyy
- myrkytön tuote : ympäristöystävällinen menetelmä

Työvaiheet:

Kemikaalikäsittely: 1 – 3 min.

Valutus: 4 – 6 min.

Kuivaus: 5 – 15 min.

TUOTEVAIHTOEHDOT

Pai-Kor A/402

- yksivaiheinen esikäsitteily
- poistaa rasvan, fosfatoi
- hyvä tartunta
- kuivuu itsestään

ECOPHOR B/609

- yksivaiheinen esikäsitteily
- poistaa rasvan, fosfatoi
- hyvä tartunta
- VOC-vapaa, ei palovaaraa
- vaatii uunikuivauksen ennen maalausta

TORAN 3

-uutuustuote

- yksivaiheinen esikäsitteily joko altaassa tai suihkuttamalla
- poistaa rasvan, fosfatoi ja antaa korroosiosuojan
- hyvä tartunta
- VOC-vapaa, ei palovaaraa
- vaatii uunikuivauksen ennen maalausta
- erinomainen lopputulos vastaa lähes sinkkifosfatointia maalausalustana

Lisää tietoja: kari.nieminen@fostek.fi, p. 040 900 4930, www.fostek.fi



Tuotantoelämän viidakossa parhaat parhäävät!

PAI-KOR S.r.l. – Via Tecchione 7, 20098 San Giuliano (MI) – ITALY – Tel. +39(0)29880411 – Fax +39(0)29880765 – paikor@paikor.it – www.paikor.it



PAI-KOR

TECHNICAL ADVANTAGES Corrosion resistance

Korroosion sieto suolasumussa (ASTM B-177) teräkselle,
polyesteri - jauheemaalilla 80 mikronia.

✓	100 tuntia	✓	pyyhintä
✓	150 tuntia	✓	liuotinhöyry
✓	200 tuntia	✓	3 - vaiheinen rautafosfointi
✓	400 tuntia	✓	3 - vaiheinen rautafosfointi + passivointi
✓	500 tuntia	✓	rasvanpoisto ja mikrokiteinen sinkkifosfointi
✓	700 tuntia	✓	rasvanpoisto ja mikrokiteinen sinkkifosfointi / kromisidokset / 3 - kationinen fosfointi
+	1000 tuntia		

fosstek
PRODUCT

ECO-PHOS
S Y S T E M

TORAN 3

PAI-KOR S.r.l. - Via Tecchione 7, 20098 San Giuliano (MI) - ITALY - Tel. +39(0)29880411 - Fax +39(0)29880765 - pai.kor@pai.kor.it - www.pai.kor.it

Fostek Oy • www.fostek.fi
PL 19 • P.O.Box 19
FI-01901 Nurmijärvi

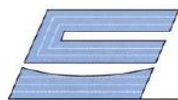
Tel. +358 (0)40 900 4930
Fax +358 (0)19 241 8125
kari.nieminen@fostek.fi

Pankki • Banks
Nordea 125730-528903
Aktia 405543-264171

Y-tunnus • Business ID
1924641-4
VAT FI19246414



Liite 4. Eurotec-käänteisosmoosilaitteet, tuote-esite. Hyxo Oy.



EUROWATER

VEDENKÄSITTELYN ASiantuntija

KÄÄNTEISOSMOOSI

**EUROTEC
KÄÄNTEISOSMOOSILAITTEET**

- SUOLAVAPAATA VETTÄ ILMAN KEMIKAALIEN KÄYTTÖÄ
- POISTAA MYÖS PYROGEENIT JA BAKTEERIT
- ALHAISET KÄYTTÖKUSTANNUKSET
- EI ELVYTYSVESIEN NEUTRALOINTIA
- EI HAITALLISTEN KEMIKAALIEN KÄSITTELYÄ
- EI ELVYTYSKATKOKSIA
- LAADUNTARKKAILU JOHTOKYVYN AVULLA
- KORROOSIONKESTÄVÄ LAITERAKENNE
- TILAA SÄÄSTÄVÄ RAKENNE

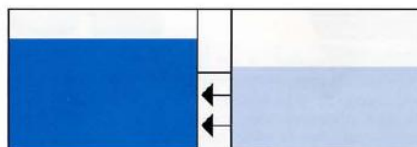


Malli 01-03/02-3

E2A-40B/1FI

SOVELLUKSIA

- SAIRAALAT JA DIALYYSIKESKUKSET
- LABORATORIOT
- PROSESSIVESI ELINTARVIKE- JA JUOMATEOLLISUUDESSA
- KYLPYVESI PINTAKÄSITTELYTEOLLISUUDESSA
- HUUHTELUVESI ELEKTRONIIKKA-, PEILI- JA LASITEOLLISUUDESSA
- JÄÄHDYTYSVESI JA LISÄVESI KATTILALAITOKSISSA
- KOSTUTUSVESI



OSMOOSI

Kun puoliäpäisevä kalvo erottaa kaksi eri konsentraation omaavaa liuosta, laimeampi liuos pyrkii siirtymään väkevämmän puolelle kunnes konsentraatiot kalvon molemmilla puolilla ovat samat.



KÄÄNTEISOSMOOSI

Paineistamalla väkeväämpää liuosta, puhdas vesi saadaan siirtymään kalvon läpi laimeampaan liuokseen. Vaadittava paine on sitä suurempi mitä suurempi on konsentraatioiden ero kalvon eri puolilla.



Malli 02-10

TOIMINTAPERIAATE

Esikäsitelty vesi pumpataan kalvon pintaan pitkin. Puhdas vesi läpäisee kalvon. Vastaavasti suolat, orgaaniset aineet, kolloidaaliset aineet ja bakteerit eivät pääse kalvon läpi ja poistuvat viemäriin. Näin ollen käänteisosmoosilaitteessa on aina kaksi virtausta ulos laitteesta: Puhdas vesi (permeaatti) ja väkevoitu liuos (rejekti, konsentraatti). Yleensä 50–75 % syöttövedestä saadaan laitteesta ulos permeaattina.

SUOLANPOISTO

Suolat kerätään kalvon pinnalta ja vesimolekyylien annetaan diffundoitua kalvon läpi. Tästä puhtaasta vedestä muodostuu permeaatti. Korkeamman valenssin ionit (suolat) tiivistetään väkevämpään pitoisuuteen rejektissä. Näiden poistuma on 95–99 %.

ULTRASUODATUS

Orgaanisten aineiden poistomekanismi poikkeaa suolojen poistosta. Liuenneet orgaaniset aineet, joiden molekyylipaino ylittää 200 daltonia, samoin kolloidaaliset aineet, bakteerit, pyrogeenit ja virukset poistetaan lähinnä niiden koon ja muodon takia. Tämän johtuu siitä, etteivät ne mahdu läpäisemään kalvoa sen huokosista.

ESIKÄSITTELY

Esikäsittelyn oikeat ratkaisut takaavat laitteistolle pitkän käyttöiän. Kalvon käyttöikää lyhentävät suspentoituneet aineet, kerrostuman muodostajat ja muut hapatimet kuten kloori. Kovuus voidaan poistaa pehmentimellä, kiintoaineet hiekkasuodattimella/patruunasuodattimella ja mahdollinen kloori aktiivihillsuodattimella.

JATKOKÄSITTELY

Mikäli halutaan, että permeaatin johtokyky edelleen alenee, laitteen jälkeen asennetaan sekaioninvaihdin (Mixed Bed).

LAITTEISTOKOKONAISUUS

Vesianalyysin avulla voidaan määrittellä, mitä esikäsittelylaitteita tulee käyttää, jotta käänteisosmoosilaitteistolle saadaan mahdollisimman pitkä käyttöikä. Määrittelemme ja toimitamme tarvittavia kokonaisuuksia.

EUROTEC-YKSIKKÖ

Pehmennetty vesi suodatetaan (1–5 µm) suodatusasteeseen patruuna- tai pussisuodattimella. Vesi johdetaan magneettiventtiin läpi korkeapainepumpulle. Pumpun pesä on yleensä ruostumatonta terästä. Vesi pumpataan kalvon läpi, joka on sijoitettu metalliseen painepeeseen. Permeaatti ja konsentraatti (rejekti) johdetaan virtausmittareiden läpi puhtasvesilinjan ja vastaavasti viemäriin. Kaikki yhteen on tehty paine- tai PVC-putkesta. EUROTEC-yksikkö on asennettu tehtaalla valmiiksi telineelle, ja on siten helppo asentaa paikoilleen.

OHJAUSKESKUS

Ohjauskeskuksessa voidaan tehdä useita yksilöllisiä säätöjä. Esihuuhtelun, laatuuhuhtelun ja jälkihuuhtelun aikoja voidaan säätää erikseen. Johtokykymittari mittaa koko ajan permeaatin laatua yksikössä µS/cm. Erikoisohjauksista mainittakoon ohjauslamput ja hälytyslamput ja karkitiedot ulkopuolisiin hälytyksiin. Ohjauskeskus toimii alhaisella 12 V:n jännitteellä.

LAATUHUUHTELU

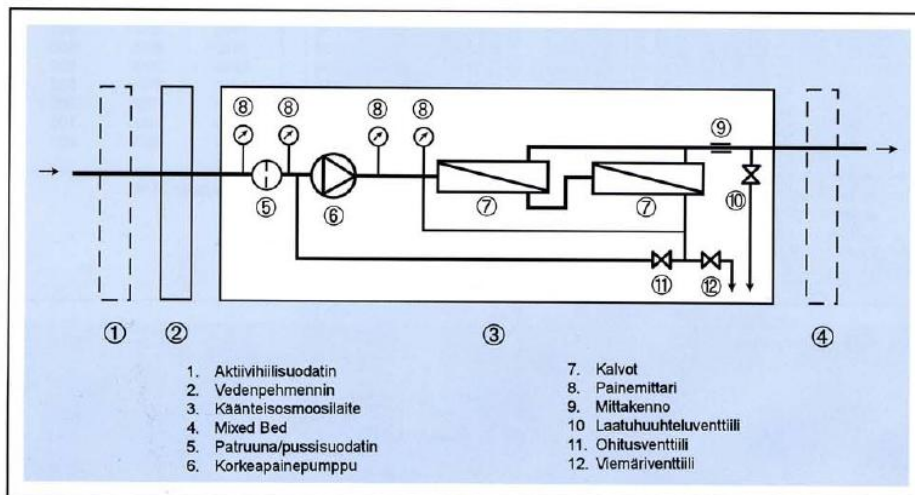
Seisonta-aikana veden johtokyky nousee eli veden laatu huononee. Uudelleen käynnistettäessä toiminta alkaa laatuuhuhtelulla kunnes permeaatin aseteltu johtokyky saavutetaan. Laite palaa automaattisesti käyttöasentoon.

JÄLKIHUUHTELU

Kun permeaatin kulutus lakkaa, korkeapainepumppu pysähtyy ja kalvoja huuhtellaan vesijohtoverkon paineella ohjauskeskuksessa asetellun ajan. Tällä jälkihuuhtelulla estetään suolojen sakkautumista kalvon pintaan ja samalla estetään levän ja bakteerien kasvu seisokin aikana.

SANITOINTI

EUROTEC-käänteisosmoosiyksiköt on varustettu yhteillä puhdistusta ja steriloimista varten. Kalvoja on syytä puhdistaa ja desinfioida säännöllisesti, jotta laitteen toimintahäiriöt voidaan estää. Toimintahäiriöitä voivat aiheuttaa suuret bakteerimäärät, ja/tai saostumat kalvon pinnassa. Puhdistus ja steriloiminen suoritetaan siten, että ko. liuosta kierrätetään kalvon läpi haluttu aika. Tällainen yksikkö ei kuulu vakioimitukseen vaan on optio.



TUOTTO

Laitteen tuotto riippuu paineesta, suolapitoisuudesta ja syöttöveden lämpötilasta siten, että se lisääntyy paineen ja lämpötilan kasvaessa ja suolapitoisuuden vähenyessä. Kalvon tuotto voi vaihdella $\pm 15\%$.

LAATU

Eurotec-käänteisomoosilaitte poistaa 95–99 % epäorgaanisista suoloista ja yli 90 % orgaanisista aineista. Hiilihappo läpäisee kalvon ja siirtyy permeaattiin.

KALVOT

Vakiokalvot ovat TFC-tyyppiä (Thin Film Composite) ja ne on pakattu spiraalimuotoon. Kalvot poistavat hyvin suoloja ja kestävät suuriakin pH:n ja lämpötilan vaihteluita. Ne ovat myös kestäviä mikro-organismeja vastaan.

MAKEAN VEDEN KALVOT

Kalvot on suunniteltu alle 21 bar paineelle ja niitä käytetään mallissa 01. Niiden käyttö on taloudellisesti kannattavinta alhaisissa suolapitoisuuksissa ja alle 1 m³/h virtaamille.

MURTOVESIKALVOT

Kalvot kestävät max 41 bar paineen ja sallivat myös suuremman virtausnopeuden. Muilta ominaisuuksiltaan kalvot ovat yhteneväisiä makean veden kalvojen kanssa. Laitteissamme käytetään yleisimmin murtovesikalvoja.

MALLIT 01. 1–5 kalvoa

Kalvot on sijoitettu pystyasentoon painepesiinsä (AISI 304). Jokainen kalvo on omassa painepesässään. Näin on saatu tilaa säästävää ratkaisua. Vähentäksemme kalvon vaurioitumisriskiä, laitteisto on varustettu kierrätyksen säätömahdollisuuksilla.

MALLIT 02. 1–5 kalvoa

Sarjan laitteet ovat rakenteeltaan samanlaisia kuin edelliset. Ero on ainoastaan kalvoissa: malleissa 02 käytetään murtovesikalvoja, jotka toimivat korkeammassa paineissa ja TDS syöttövedessä voi olla max 2000 ppm.

MALLIT 02. 6–24 kalvoa

Laitteissa on painepesät asennettu vaakatasoon ja kukin sisältää kaksi kalvoa. Järjestelyllä saavutetaan pienempi painehäviö ja suurempi tuotto. Näissä malleissa ei myöskään tarvita kierrätystä.

SUUREMMAT LAITTEET

Valmistamme suuremmille virtaamille halutun kokoisia laitekonsepteja. Virtaamat voivat olla jopa kymmeniä kuutiometrejä tunnissa.

Malli	Tuotto* m ³ /h	Pumpun moottori** kW	Yhteet				Telineen mitat**		
			sisään BSP/mm	ulos PVC	viemäri mm PVC	huuhtelu mm PVC	korkeus mm	pituus mm	syvyys mm
01 – 1	0.10 – 0.30	2.2	3/4"	25	25	32	1620	800	400
01 – 2	0.22 – 0.54	2.2	3/4"	25	25	32	1620	800	400
01 – 3	0.34 – 0.78	2.2	3/4"	25	25	32	1620	800	400
01 – 4	0.46 – 0.99	2.2	3/4"	25	25	32	1620	1140	400
01 – 5	0.58 – 1.12	2.2	3/4"	25	25	32	1620	1140	400
02 – 1	0.13 – 0.30	3.0	3/4"	25	25	32	1620	800	400
02 – 2	0.28 – 0.60	3.0	3/4"	25	25	32	1620	800	400
02 – 3	0.43 – 0.90	3.0	3/4"	25	25	32	1620	800	400
02 – 4	0.58 – 1.11	3.0	3/4"	25	25	32	1620	1140	400
02 – 5	0.74 – 1.38	3.0	3/4"	25	25	32	1620	1140	400
02 – 6	1.0 – 1.8	4.0 – 5.1	40	32	32	50	1560	2500	550
02 – 8	1.3 – 2.4	4.0 – 5.1	40	32	32	50	1560	2500	550
02 – 10	1.6 – 3.0	4.0 – 5.1	40	32	32	50	1950	2500	550
02 – 12	2.0 – 3.6	4.0 – 5.1	40	32	32	50	1950	2500	550
02 – 16	2.5 – 4.8	4.0 – 8.0	40	50	32	50	1560	2650	700
02 – 20	3.2 – 5.5	4.0 – 8.0	40	50	32	50	1950	2650	700
02 – 24	3.9 – 6.8	7.5 – 8.0	40	50	32	50	1950	2650	700

* Yo. tuotot annetaan seuraaville parametreille: suolapitoisuus 500–2000 mg/l, lämpötila 5–25 °C, saanto 75 %, vesiverkon paine 3 bar, SILT < 3.

** Johdotus 3 x 380 V, 50 Hz

*** Pyydä mittakuva tarkoilta mitoilla.

Hyxo Oy

PL 16 (Palokorvenkatu 2)

04261 Kerava

Puh. 010 417 4500

Faksi 010 417 4501

www.hyxo.fi • hyxo@hyxo.fi

Fosfointi

Sinkkifosfointi

Henkel Surface Technologies tarjoaa esikäsittelyyn ennen lakkausta sarjan tuotteita, jotka merkittävästi parantavat kiinnittymistä orgaanisessa pinta-käsittelyssä ja takaavat erittäin hyvän suojan korroosiota vastaan. Voit valita joko maailmanlaajuisesti patentoidun nitraatti- tai sisäisesti kiihtyvän järjestelmän väliltä. Valikoimastamme löytyy myös nikkelivapaa että matalanikkelipitoinen järjestelmä, jotka täyttävät tämän päivän ympäristövaatimukset.

Prosessi käsittää puhdistuksen, aktivoinnin, fosfointin ja passiivoinnin. Sinkkifosfaattikerros generoituu teräkseen, sinkkiin, alumiiniin ja magnesiumiin sekä upotus- että ruiskutusmenetelmissä. Prosesseista on lukuisia variaatioita, jotka tyydyttävät asiakkaiden yksilölliset tarpeet.



Sinkkifosfointi

Optimoitu ko. perusmixille	Konc.	pH	Lämpöt.	Aika
Esimerkki	%	(Process)	C	Sek.
Ridoline 1562 / Neutrapon 5003	1,5-3,0	10,5 -11	45-60	60-120

Vesihuhtelu < 35 C 45-120 sek.

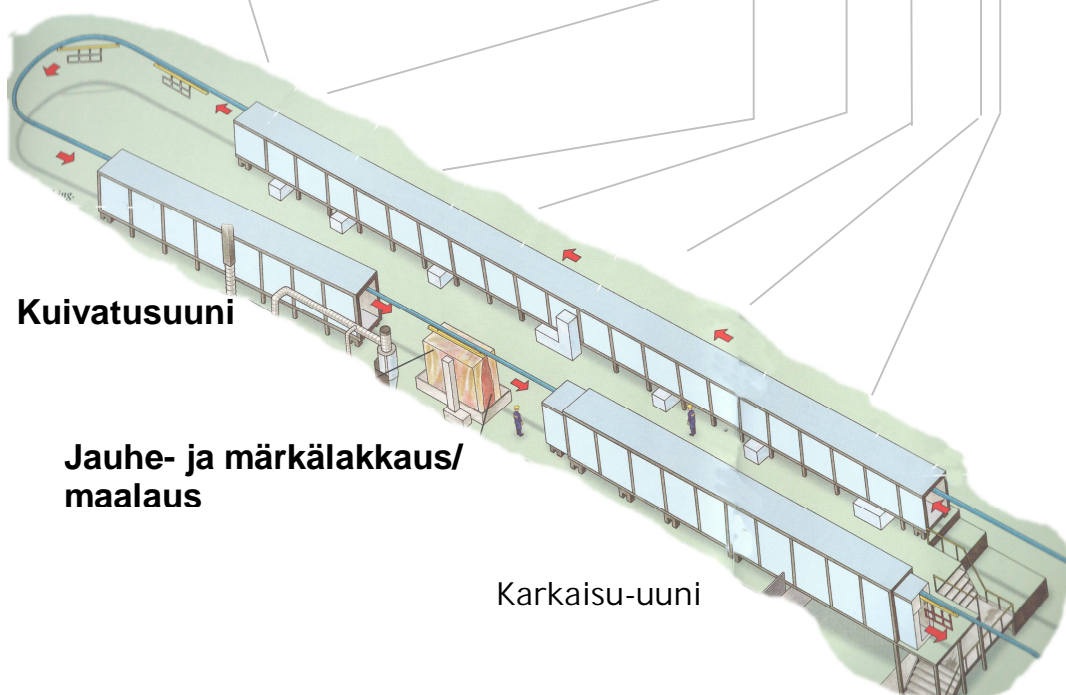
Aktivointi	Konc	pH	Lämpöt.	Aika
	%	(Process)	C	Sek.
Fixodine 9112	0,2	8,0-9,5	20-40	40-60

Sinkkifosfointi	Ruisku	Uptus
Nitritaccelerad	Granodine 952	Granodine 958
Nitriittivapaa (HAS) kiihd.järjestelmä	Granodine 1993	Granodine 1994
Nitriittivapaa (HAS) kiihd.järjestelmä - Alh.nikkeli	Granodine 2752	Granodine 2758
Nitriittivapaa (HAS) kiihd.järjestelmä - Nikkelivapaa	Granodine 2742	Granodine 2748

Vesihuhtelu < 35 C 45-120 sek.

Passivointi	Konc	pH	Lämpöt.	Aika	
	%	(Process)	C	Sek	
Deoxylite 54NC	0,25	4,0- 4,5	20-60	15-60	Kromivapaa

Demihuhtelu < 35 C 45-120 sek.

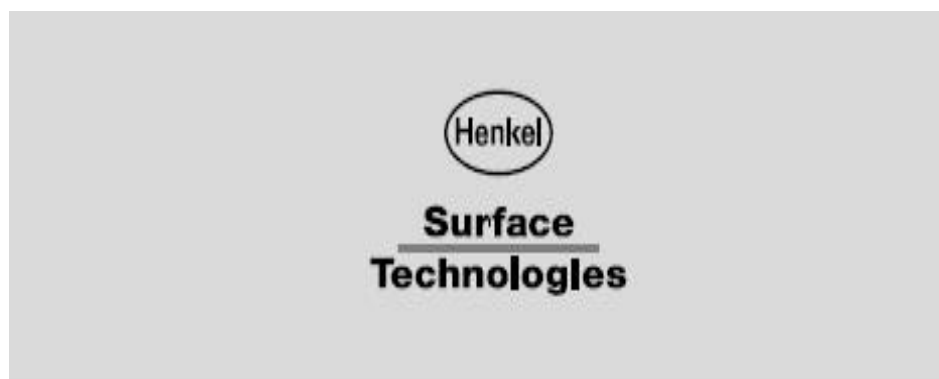


Kuivatusuuni

Jauhe- ja märkälakkaus/
maalaus

Karkaisu-uuni

Liite 6. Granodine 1993. Tuote-esite. Henkel Oy.



Granodine 1993

Kuvaus/Ominaisuudet:	Nitriittiton sinkkifosfatiinimenetelmä, mangaanipitoisen sinkkifosfaattikerroksen muodostumiseksi ruiskutusmenetelmässä.				
Käyttöalue:	<p>GRANODINE 1993 on nitriittiton sinkkifosfatiinimenetelmä joka muodostaa teräksen, sinkityn teräksen, sinkityn seosmetallin ja alumiinin pintaan hienokiteisen mangaanipitoisen sinkkifosfaattikerroksen, jonka massa on 1.8-3.0 g/m².</p> <p>Menetelmässä ei tarvita enillistä kiihdytintä ja siksi kiveytymän muodostuminen on hyvin vähäistä.</p> <p>Konversiokerros antaa hyvän piilokorroosiosuojan (pinnoitteen alla) ja erinomaisen tartuntapohjan maaleille ja pinnoitteille.</p> <p>GRANODINE 1993 soveltuu erinomaisesti sähköpohjusmaalauksen esikäsittelyksi.</p> <p>GRANODINE 1993:a käytetään erityisesti sähkö- ja kuumasinkityn ja teräshuullevy-yhdistelmien käsittelyyn.</p> <p>Prosessin komponentit ovat:</p> <p>GRANODINE 1993 A (alkukylpy) GRANO STARTER 65 (neutralointi) GRANODINE 1993 E (liidykset)</p>				
Käyttöäkevyys:	<p>1m³ kyllyn valmistus:</p> <table> <tr> <td>GRANODINE 1993 A</td> <td>48 kg = 35.9 l</td> </tr> <tr> <td>GRANO STARTER 65</td> <td>17 kg = 14.6 l</td> </tr> </table> <p>Pisteluku "Kokonaishappo": 19-23 Pisteluku "Vapaa happo": 0.7-1.0 "Sinkkipistee": 2.5-3.5 Lämpötila: 50-55°C Käsittelyaika: 60-180 sek. Ruiskutusaine: 0.8-2.0 bar</p> <p>Sinkkifosfatiointi GRANODINE 1993, käsittelyvaiheet:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rasvanpoisto 2. Huuhtelu 	GRANODINE 1993 A	48 kg = 35.9 l	GRANO STARTER 65	17 kg = 14.6 l
GRANODINE 1993 A	48 kg = 35.9 l				
GRANO STARTER 65	17 kg = 14.6 l				

3. Aktivointi
4. Fosfatointi GRANODINE 1993
5. Huuhtelu
6. Jälkipassivointi
7. Huuhtelu jonivaihdetulla vedellä
8. Kuivatus

1. Ennen fosfatointia pinnat puhdistetaan rasvasta ja likahiukkasista. Pesuun suosittelemme meidän RIDOLINE- ja RIDOSOL-tuotteita.
2. Pesun jälkeen pinnat huuhdellaan runsaalla puhtaalla vedellä. Pesutuloksen varmistamiseksi voidaan käyttää kahta vastavirtaperiaatteista, erillistä huuhteluvaihetta.
3. Aktivointi tapahtuu tavallisesti huuhteluvaiheessa ennen fosfatointia. Aktivointiin suosittelemme meidän FIXODINE-tuotteita. Fixodine annostellaan tislattuun veteen.
4. Fosfatoinnissa (GRANODINE 1993) on tärkeää, että noudatetaan annettuja ohjearvoja. Kylvyn valmistuksessa täytetään ensin allas 3/4 osaan kylmällä vedellä siten lisätään GRANODINE 1993 A ja GRANO STARTER 65, peräkkäin, ja tämän jälkeen allas täytetään vedellä. Kylpy lämmitetään vasta lisäyksiä jälkeen. Tarkista titrausarvot. Titrausarvojen vakaansäilyttämiseksi on kylpyyn annosteltava säännöllisesti GRANODINE 1993 E. Liian korkea lämpötila lisää sakan muodostumista. Jos lämpötila on liian alhainen on tuloksena ohut epätasainen kerros (lontoruoste). Saman tuloksen aiheuttaa myös liian korkea "vapaa happo" tai riittämätön lisäannostus.
5. On tärkeää että pinnat huuhdellaan runsaalla puhtaalla vedellä.
6. Viimeiseen huuhtelukylpyyn on hyödyllistä lisätä passivointiaainetta.
7. Huuhtelu jonivaihdetulla vedellä.
8. Kappaleet kuivataan nopeasti n. 100-150°C.

Kylvyn valvonta:

Titrausohjeet:

"Kokonais hapon" titraus:

a) Otetaan pipetillä 10 ml kylpyliuosta ja viedään 150 ml:n E-kolviin, laimennetaan 50 ml:lla tislattua vettä.

b) Lisätään 4-5 tippaa indikaattoriliuosta (Fenolftaleiini-liuos, alkoholipitoisuus 0.1%).

c) Kolvia kevyesti pyörittäen valutetaan byretistä hitaasti 0.1 N Natriumhydroksidia. Titraus lopetetaan, kun väri muuttuu pysyvästi roosaksi (pH 8.5).

d) Kulunut ml-määrä Natriumhydroksidia vastaa "Kokonaishapon" pistelukua kylvyssä.

Ohjearvo "Kokonaishappo": Pisteluku = 19-23.

Kylvyn lisäys

Jokaista puuttuvaa "Kokonaishappo" pistettä ja kylvyn 1000 l:aa kohden lisätään 1.9 kg = 1.3 l GRANODINE 1993 E.

"Vapaa hapon" titraus:

a) Otetaan pipetillä 10 ml kylpyliuosta ja viedään E-kolviin. Laimennetaan 50 ml:lla tislattua vettä.

b) Lisätään 4-5 tippaa indikaattoriliuosta (Bromifenolisininen, alkoholipitoisuus 0.04%).

c) Kolvia kevyesti pyörittäen lisätään byretistä hitaasti 0.1 N Natriumhydroksidia. Titraus lopetetaan, kun väri muuttuu keltaisesta sinivioletiksi.

d) Kulunut ml-määrä Natriumhydroksidia vastaa "vapaa hapon" pistelukua kyltyssä.

Ohjearvo "vapaa happo" : Pisteluku = 0.7-1.0.

"vapaa hapon" titraus pH-mittarilla:

a) Otetaan pipetillä 50 ml jäähtynyttä kylpyliuosta 150 ml:n mittalasiin. Laimennetaan 50 ml:lla tislattua vettä.

b) Upotetaan pH-elektrodi liuokseen.

c) Valutetaan byretistä hitaasti ja koko ajan sekoittaen 0.1 N Natriumhydroksidia kunnes saavutetaan pH-arvo 3.6.

d) Kulunut ml-määrä Natriumhydroksidia vastaa "vapaa hapon" pistelukua kyltyssä.

Ohjearvo "vapaa happo": pisteluku = 0.7-1.0

Kyllyn lisäys:

Jokaista alennettavaa 0.1 "vapaa hapon" pistettä ja 1000 l:n kylpyä kohden lisätään 0.4 kg = 0.35 l GRANO STARTER 65.

Jokaista korotettavaa 0.1 "vapaa hapon" pistettä ja 1000 l:n kylpyä kohden lisätään 2.4 kg = 1.7 l GRANODINE 1993 E.

"kokonaiskationien" titraus:

a) Kylpyliuos suodatetaan (poimusuodatin)

b) Otetaan pipetillä 2 ml suodatettua kylpyliuosta ja viedään 300 ml:n E-kolviin. Laimennetaan 100 ml:lla tislattua vettä.

c) Lisätään pipetillä 20 ml puskuriliuosta (ammonjakkipuskuriliuosta pH = 10) ja 20 ml 0.01 M Titriplex-III-liuosta (0.01 M EDTA).

d) Lisätään veitsenkärjellinen indikaattoriliuosta (Eriokromimusta T, pulverisoitu NaCl:llä 1:99).

e) Kolvia kevyesti pyörittäen kaadetaan byretistä 0.01 M Magnesiumsulfaattiliuosta, kunnes väri muuttuu sinisestä vinipunaiseksi.

f) 20 ml:n kulutus Magnesiumsulfaattiliuosta = titrausarvo "kokonaiskationit".

"sinkkipisteiden" titraus:

a) Jatketaan samalla liuksella. Lisätään 10 tippaa Dimercaptopropanoliliuosta (2,3 Dimercaptopropanoliliuosta, alkoholipitoisuus 20%, liuos säilytetään alle 5°C). Väri muuttuu siniseksi.

b) Kolvia kevyesti pyörittäen kaadetaan byretistä 0.01 M Magnesiumsulfaattiliuosta. Titraus on päättynyt, kun väri muuttuu vinipunaiseksi.

c) Kulunut ml-määrä Magnesiumsulfaattiliuosta vastaa "sinkkipisteitä".

d) Laskutoimitus: Pisteluku x 0.3268 = Zn²⁺ g/l.

Ohjearvo "sinkkipisteitä":

Pisteluku = 2.5-3.5 = 0.8-1.15 g/l Zn²⁺.

Phosphating processes with improved environmental compatibility

Process step	Requirements
Phosphating	Nickel-free Nitrite-free low sludge low scale
Final passivation	Chromium-free

Disadvantages of Standard Accelerators

- Nitrite: Instability of nitrite:
 - increased consumption and costs
 - formation of toxic gases
- Chlorate: Corrosion tendency increases with Cl⁻-content on EG substrates
- NBS (Ludigol): Difficult to analyse, expensive
- Hydrogen peroxide: Decomposition with heavy metals:
 - high consumption
 - difficult to control
 - excessive sludging
 - excessive sludging: need for sludge conditioning

The Internal Accelerator HAS

- ◆ HAS meets - **in combination with oxygen (air)** - all requirements for an accelerator in dip and spray processes.
- ◆ **HAS is stable in acid replenisher solutions;** thus separate dosage of the accelerator component is no longer necessary.

The Internal Accelerator HAS

Continuation

- ◆ HAS can be used - dependent on line conditions - in a wide concentration range from 1-3 g/l. There is no deterioration of the coating if used in excess.
- ◆ The replenisher is preneutralized, i.e. neutralizing is not - or only to a small degree - necessary. This results in reduced sludge generation **and in** reduced consumption of the replenisher.

Main Advantages

- ◆ **New generation**, industrially proven phosphating process without separate addition of an external accelerator
- ◆ *No nitrite or hydrogen peroxide*
- ◆ Bath is always ready to work (e.g. after weekend), because HAS does not decompose.
- ◆ Broad "production window"; accelerator easy to analyze
- ◆ Low process costs

Components in Phosphating Processes

Accelerator	NO ₂	HAS	HAS	HAS
Metal Ions	Ni Me ²⁺	Ni Me ²⁺	(Ni) Me ²⁺	Me ²⁺
Post Rinse	Cr	Zr	Zr/Cu	Zr/Cu
Spray	Granodine 952	1993	2752	2742
Dip	Granodine 958	1994	2758	2748
Post Rinse	Deoxylyte 41	54 NC	55 NC/65 NC	55 NC/65 NC

Constitution of Phosphate Sludges

Components	GRANODINE 1994 (HAS) %	GRANODINE 958 (Nitrite) %
Dry matter (after filter press)	60.0	40.0
Zinc (Zn)	4.0	8.0
Iron (Fe)	21.0	22.5
Manganese (Mn)	0.8	1.4
Nickel	0.2	0.6
Phosphate (PO ₄)	52.6	48.3
Fe/Zn	5.25	2.81
Fe/(Zn+Mn+Ni)	4.20	2.25

Liite 8. Ympäristölupa Valtra Oy Ab. Ote ympäristöluvasta.

SOPIMUS

Erityisjätevesien johtaminen Suolahden vesihuoltolaitoksen viemäriverkoston

Suolahden vesihuoltolaitos ja vesihuoltolain 10 §:n 2. momentin mukainen kiinteistö (liittyjä) ovat tehneet seuraavan sopimuksen. Kohdassa 2 mainittu kiinteistö saadaan tässä sopimuksessa olevin ehdoin liittää ja sieltä johtaa jätevesiä kaupungin viemäriverkoston.

1. Liittyjä

Valtra Oy Ab
44200 Suolahti

2. Kiinteistöt

Tehdas, kaupunginosa 7 Sirkkaharju, kortteli 1, tontti 1
Varaosakeskus, kaupunginosa 7 Sirkkaharju, kortteli 2, tontti 1
Toimiala: Traktoreiden valmistus ja huolto sekä varaosapalvelu

3. Yleiset ehdot

Liittyjä noudattaa kulloinkin voimassa olevia Suolahden kaupungin vesihuoltolaitoksen yleisiä toimitusehtoja (kohta 7.9) ellei jäljempänä toisin sovita.

Yrityksen on toimitettava kaupungille uusi hakemus erityisjätevesien johtamisesta, mikäli yrityksen toiminta, jätevesien määrä tai laatu oleellisesti muuttuu tai yritys muuttaa toiseen toimipisteeseen Suolahden kaupungin alueella. Hakemus on toimitettava kaupungille vähintään kaksi kuukautta ennen aiottua toiminnan muutosta.

Kaupungilla on oikeus muuttaa teollisuusjätevesien johtamissopimuksen ehtoja, mikäli lainsäädäntö tai valvontaviranomaiset edellyttävät ehtojen muuttamista. Tässä tarkoitettuja uusia sopimusehtoja tulevat noudatettavaksi vuoden kuluttua siitä, kun ne on annettu hakijalle tiedoksi.

4. Erityisehdot

Viemäriverkoston johdettava vuorokautinen ainekuorma saa olla enintään:

	g/d
Kupari	50
Kokonaisfosfori	4000
Kokonaiskromi	40
Nikkeli	30
Sinkki	250
Lyijy	20
Kadmium	0,3
Kokonaisrauta	4000

Kiinteistöltä viemäriverkoston johdettavat ainepitoisuudet eivät saa ylittää seuraavia arvoja:

	mg/l
Kupari	0,5
Kokonaisfosfori	50
Kokonaiskromi	0,5
Nikkeli	0,5
Sinkki	2,0
Lyijy	0,5

Kadmium	0,01
Kokonaisrauta	50
Mineraaliöljypohjaisten hiilivetyjen kokonaispitoisuus (IR SFS 3010) 200 mg/l	

Viemäritävän veden pH-arvo tulee olla välillä 6.0 - 12.0

5. Muut erityisehdot

Teollisuusjätevedet tulisi käsitellä parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla (BAT=best available technology) ennen viemäriverkostoon johtamista. Teollisuuslaitoksessa tulisi mahdollisuuksien mukaan myös soveltaa ympäristön kannalta parasta käytäntöä (BEP=best environmental practice).

Jätevesien esikäsittelylaitosta tulisi hoitaa siten, että viemäriverkostoon johdettava kuormitus jää mahdollisimman vähäiseksi.

Viemäritävien jätevesien laimentaminen muilla vesillä on kielletty pitoisuusarvojen saavuttamiseksi.

Jätevesitarkkailun näytteet otetaan liittäjän viimeisestä tarkastuskaivosta.

6. Tarkkailu

Liittäjä teettää kustannuksellaan neljä kertaa vuodessa julkisen valvonnan alaisessa laboratoriossa tehtaalta viemäriverkostoon johdettavasta vedestä vuorokauden kokoomanäytteestä seuraavat analyysit: kupari, kokonaiskromi, nikkeli, sinkki, lyijy, Kadmium, kokonaisrauta ja veden pH-arvo.

Vuorokausikuorma lasketaan siten, että analysoitu ainepitoisuus kerrotaan näytteenottovuorokauden aikana käytetyn puhtaan veden määrällä. Tutkimustulokset lähetetään niiden valmistuttua Suolahden kaupungin tekniselle palvelukeskukselle.

7. Sopimuksen voimassaolo

Tätä sopimusta on tehty kaksi samansisältöistä kappaletta, yksi kummallekin sopijapuolelle. Sopimus tulee voimaan 1.1.2005 alkaen. Tämä sopimus on voimassa toistaiseksi.

Sopimus voidaan irtisanoa yleisten toimitusehtojen mukaisesti.

Suolahden kaupunki, tekninen palvelukeskus

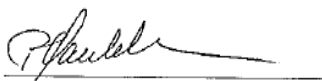
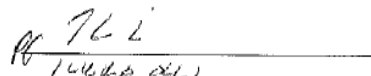
Suolahdessa 22.12.2004



Jarmo Latvala, kaupungininsinööri

Valtra Oy Ab

Suolahdessa 22.12.2004

15. Yleiseen viemäriin johdettavat prosessijätevedet on esikäsitteltävä asianmukaisella tavalla tehtaan omassa puhdistamossa ennen viemäriin johtamista. Toiminnanharjoittajan tulee seurata jäteveden esikäsittelyyn liittyvää uutta käyttökelpoista tekniikkaa ja ottaa sitä tarpeen mukaan käyttöön jätevesipäästöjen vähentämiseksi.

Tämä Valtra Oy
23.6.2003
Suolahden
kaupungin ja Sirkkalam-
pen välillä. Eini
Järvi

16. Kiinteistöltä viemäriin johdettavan jätevedessä olevien aineiden päästö-
määrät ja pitoisuudet eivät saa ylittää Valtra Oy AB:n ja Suolahden kaupungin kansa-
telemää erityisjätevesiä koskevassa sopimuksessa määriteltyjä päästö- ja pi-
toisuusrajoja. Kuparin ja sinkin osalta pitoisuudet eivät saa ylittää ympäristö-
ministeriön työryhmän mietinnön 71/1992 *Asumajätevesistä poikkeavien jäteve-*
sien johtaminen viemäriin mukaisia seuraavia ohjearvoja: kupari 0,5 mg/l, sinkki
2 mg/l.

Toiminnanharjoittajan tulee tarkistaa Suolahden kaupungin kanssa erityisjäteve-
siä koskeva viemärintisopimus 31.12.2004 mennessä.

Viemäriin johdettavien jätevesien analysointi tulee tapahtua julkisen valvonnan
alaisessa akkreditoitussa laboratoriossa tarkkailu- ja valvontasuunnitelmassa
määrätyllä tiheydellä.

17. Päästö, analyysi – ja käyttötarkkailutiedoista tulee pitää kirjaa ja tiedot tulee
toimittaa tiedoksi Suolahden kunnan ympäristölautakunnalle, Suolahden kau-
pungin jätevedenpuhdistamolle ja ympäristökeskukselle. Tarkkailutuloksista tu-
lee tehdä vuosiyhteenveto. Kutakin vuotta koskevat päästö- ja pitoisuustiedot tu-
lokset tulee toimittaa vuosiyhteenvetotietojen yhteydessä.

18. Tehtaalta Sirkkalampeen menevä sade- ja kuivatusvesien linja tulee olla va-
rustettu öljynerotuskaivolla, johon on asennettu pintavahti. Ojassa tulee sulan-
veden aikana olla kaksi öljynerotuspuomia. Sadevesilinjan tarkkailu tulee tapah-
tua tarkkailu- ja valvontasuunnitelmassa esitetyllä tavalla.

Tehtaan tulee jatkaa selvitystä, että vahinkotilanteissakaan ei likaantuneita vesii
pääse Sirkkalampeen.

19. Raskaan polttoöljyn säiliö tulee tarkistaa säännöllisesti. Mahdollisen säiliön
uusimisen yhteydessä tulee varmistua siitä, täyttääkö maaturva-allas säiliön suo-
jaukselle säädetyt ympäristönsuojeluvaatimukset.

Meluntorjunta

20. Tehtaan toiminta on järjestettävä siten, että siitä aiheutuu ympäröivälle asu-
tusalueelle melua mahdollisimman vähän. Melu häiriintyvien kohteiden piha-
alueilla ei saa ylittää melun A-painotettua keskiäänitasoa päivällä klo 7 - 22 L_{Aeq}
55 dB eikä yöllä klo 22-7 melun A-painotettua keskiäänitasoa L_{Aeq} 50 dB.

Melumittauksia on tehtävä asuntojen piha-alueilla, jos lupaviranomainen katsoo
mittauksen myöhemmin tarpeelliseksi.

Häiriötilanteet ja muut poikkeukselliset tilanteet

21. Häiriötilanteista ja muista poikkeuksellisista tilanteista, joista voi aiheutua
vaaraa tai haittaa ympäristölle, on viipymättä ilmoitettava ympäristökeskukselle
ja Suolahden kunnan ympäristölautakunnalle. Poikkeuksellisista tilanteista,