

**KESKUSJÄTEVEDENPUHDISTAMON HUOLTO- JA
VIKATILANNEOHJEISTUS PIEKSÄMÄEN VEDELLE**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Forssa, Kestävä kehitys

Kevät, 2017

Roope-Tuomas Tarvainen

Kestävän kehityksen koulutusohjelma
Forssa

Tekijä	Roope-Tuomas Tarvainen	Vuosi 2017
Työn nimi	Keskusjätevedenpuhdistamon huolto- ja vikatilanneohjeistus Pieksämäen Vedelle	
Työn ohjaaja	Rauni Varkia	

TIIVISTELMÄ

Nykyaikaisen jätevedenpuhdistamon puhdistusprosessi on yleensä monivaiheinen ja käsittää lukuisia eri prosesseja sekä laitteita, joiden toimintahäiriöistä voi koitua puhdistusprosessille tai ympäristölle haittaa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamolle yksityiskohtainen huolto- ja vikatilanneohjeistus, jolla helpotetaan ja tehostetaan laitoksella suoritettavia huoltotoimenpiteitä sekä parannetaan näin puhdistusprossin toimintavarmuutta.

Opinnäytetyö koostuu keskuspuhdistamon eri jätevedenkäsittelylaitteiden ja -altaiden huoltotoimenpiteistä sekä vikatilanteiden toimintaohjeistuksista, jotka on suunniteltu laitospohjaisesti ottamalla huomioon keskuspuhdistamon laitteisto, toiminnot ja rakenteet. Huolto-ohjeistukseen on koottu laitoksella käytettävien laitteiden tärkeimmät huoltotoimenpiteet sekä niiden huoltovälit. Huolto-ohjeistuksen yhteydessä käsitellään lisäksi puhdistusprosessin eri vikatilanteiden mahdollisia syitä ja toimenpiteitä niiden korjaamiseksi.

Opinnäytetyön alussa esitellään jätevedenpuhdistamisen eri menetelmiä ja lopussa esitellään keskuspuhdistamolle kehittämisehdotuksia, joilla olisi mahdollista tulevaisuudessa tehostaa laitoksen toimintakykyä. Vesihuollon turvallisuuden vuoksi osa tämän opinnäytetyön materiaalista on poistettu.

Avainsanat Jäteveden puhdistaminen, vikatilanne, huoltaminen, epäpuhtaus

Sivut 90 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Sustainable Development

Forssa

Author	Roope-Tuomas Tarvainen	Year 2017
Subject	Maintenance and malfunction instructions for the central wastewater treatment plant of Pieksämäen Vesi Oy	
Supervisor	Rauni Varkia	

ABSTRACT

The modern wastewater treatment process is usually multi-staged and consists of several different processes and equipment, whose malfunctions could cause harm to the treatment process or environment. The objective of this thesis was to create detailed maintenance and malfunction instructions for the central wastewater treatment plant of the City of Pieksämäki, which ease and enhance maintenance operations and in this way also increase the plant's service reliability.

The thesis consists of the maintenance operations instructions and the operating instructions of the malfunctions of the wastewater treatment equipment and basins. These created instructions are plant-specific and consider its equipment, operations and structures. The maintenance instructions consist of the most important maintenance operations of the equipment and their service intervals. These maintenance instructions also mention possible causes of the different malfunctions of the wastewater treatment process and operations to repair them.

The thesis begins introducing different methods of wastewater treatment and finishes introducing some development proposals for the central wastewater treatment plant of the City of Pieksämäki that could enable enhancing the plant's performance in the future. To ensure the safety of the water management, some parts in this thesis are deleted.

Keywords Wastewater treatment, malfunction, maintenance, contaminant

Pages 90 pages including appendices 5 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	JÄTEVEDENPUHDISTUS SUOMESSA	2
3	JÄTEVEDENPUHDISTAMOJEN TOIMINTAA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ	2
3.1	Jätevedenpuhdistamojen toimintaa ohjaavat EU:n direktiivit ja asetukset	2
3.1.1	Yhdyskuntajätevesidirektiivi 91/271/ETY.....	2
3.1.2	Vesipuitedirektiivi 2000/60/EY.....	3
3.1.3	Prioriteettiainedirektiivi 2008/105/EY	3
3.1.4	IPPC-direktiivi 2008/1/EY	3
3.1.5	IE-direktiivi 2010/75/EU	3
3.1.6	E-PRTR-asetus 2006/166/ETY.....	3
3.2	Jätevedenpuhdistamojen toimintaa koskeva kansallinen lainsäädäntö	4
3.2.1	Ympäristönsuojelulaki ja valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta	4
3.2.2	Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä	5
3.2.3	Asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista	5
3.2.4	Jätelaki ja sen muutos sekä valtioneuvoston asetus jätteistä	6
3.2.5	Vesihuoltolain jätevedenpuhdistamojen toimintaa koskevat säädökset	6
3.2.6	Muut jätevedenpuhdistusta ohjaavat kansalliset lait	6
4	JÄTEVEDEN KOOSTUMUS	7
4.1	Jäteveden sisältämät haitalliset ja vaaralliset aineet.....	9
4.1.1	Jätevedenpuhdistusprosessille haitalliset aineet.....	9
4.1.2	Biologiselle puhdistukselle haitalliset aineet	10
4.1.3	Jätevedenpuhdistamon haitalliset ja vaaralliset aineet terveydelle.....	13
5	VESIHUOLTOLAITOSTEN VARAUTUMINEN VIKATILANTEISIIN	14
6	JÄTEVEDENPUHDISTUS.....	15
6.1	Mekaaninen puhdistus.....	15
6.1.1	Välppäys.....	15
6.1.2	Hiekanerotus	16
6.1.3	Selkeytys	16
6.2	Biologinen puhdistus.....	17
6.2.1	Vähähappinen hajottaminen.....	17
6.2.2	Hapeton hajottaminen	17
6.2.3	Hapellinen hajottaminen.....	18
6.2.4	Aktiivilieteprosessi.....	18
6.2.5	Aktiivilieteprosessin bakteerit	19
6.2.6	Muut menetelmät	19
6.3	Kemiallinen puhdistus	20
6.3.1	Alumiinisulolat.....	20
6.3.2	Rauta(III)sulolat	21
6.3.3	Rauta(II)sulolat	21
6.3.4	Kalkki.....	22
6.3.5	Polymeerit	23
6.3.6	Rikkivedyn muodostumisen ehkäiseminen	23

6.3.7	Lietteen rakenteen kontrollointi	24
6.4	Fosforinpoisto	24
6.4.1	Kemiallinen fosforinpoisto	24
6.4.2	Biologinen fosforinpoisto	25
6.5	Typenpoisto.....	25
6.5.1	Nitrifikaatio.....	26
6.5.2	Denitrifikaatio.....	26
7	LIETTEEN KÄSITTELY.....	27
8	PIEKSÄMÄEN VESI OY	28
9	PIEKSÄMÄEN KESKUSJÄTEVEDENPUHDISTAMO	29
9.1	Jäteveden puhdistusvaatimukset.....	30
9.2	Keskuspuhdistamon jätevedenpuhdistusprosessi	31
10	KESKUSPUHDISTAMON HUOLTO- JA VIKATILANNEOHJEISTUS.....	35
11	PUMPUT.....	35
11.1	Keskipakopumput.....	35
11.1.1	Huolto-ohjeet pumpulle Grundfos SV 03401501P.....	36
11.1.2	Huolto-ohjeet pumpuille Grundfos SLV ja Grundfos SL1	39
11.1.3	Vaaka-asenteinen teknisen käyttöveden keskipakopumppu	41
11.2	Epäkeskoruuvipumput	41
11.3	Kalvoannostelupumput	41
11.4	Mammuttipumput	42
12	TULOPUMPPAAMO	43
13	VÄLPPÄ	43
13.1	Step Screen L -porrasväljän käyttö ja huoltaminen	44
13.1.1	Viikon välein suoritettavat huoltotoimenpiteet.....	45
13.1.2	Joka toinen kuukausi suoritettavat huoltotoimenpiteet	46
13.1.3	Kaksi kertaa vuodessa suoritettavat huoltotoimenpiteet.....	46
13.1.4	Väljän korjaustoimenpiteet.....	48
13.2	Väljepuristin HP2.....	49
13.3	Väljepuristimen HP2 huolto	49
13.3.1	Viikon välein suoritettavat huoltotoimenpiteet.....	49
13.3.2	Joka toinen kuukausi suoritettavat huoltotoimenpiteet	50
13.3.3	Kerran vuodessa suoritettavat huoltotoimenpiteet	51
14	HIEKANEROTUS.....	51
15	ILMASTUSALTAAT	51
15.1	Ilmastusaltaiden huoltotoimenpiteet	52
15.1.1	Päätyharojen puhdistaminen	52
15.1.2	Happianturien puhdistaminen	52
15.1.3	Ilmastimien puhdistaminen ja huoltaminen	53
15.1.4	Ilmakompressoreiden huoltaminen	54

16 SELKEYTYSALTAAT	55
16.1 Selkeytysaltaiden huoltotoimenpiteet.....	55
16.2 Päätyallas.....	55
16.3 Pintaan nousevien epäpuhtauksien poistaminen.....	55
16.4 Palautelietepumput ja niiden ajastukset	56
16.5 Virtaamamittari	56
16.6 Lietekaavinjärjestelmän huoltaminen	56
16.7 Lietekaavinjärjestelmän vikatilanteet	58
17 PIKASEKOITUSALLAS	59
18 HÄMMENNYSALTAAT	60
19 JÄLKISELKEYTYSALTAAT	60
19.1 Pinta- ja pohjakaavinjärjestelmät	60
19.2 Dispersiovesilaitteisto	60
19.2.1 Dispersiovesikompressorit	61
19.2.2 Dispersiovesisäiliöt	61
19.2.3 Dispersiovesipumppu	61
19.2.4 Dispersiovesisuuttimet	61
20 FOSFAATIN JA KIINTOAINEEEN MITTAUSLAITTEISTO.....	61
20.1 Filtrax-esikäsitteily-yksikön huoltaminen	62
20.2 Phosphax Sc -fosfaattianalysointilaitteen huoltaminen	62
20.3 Solitax Sc -anturin huoltaminen	63
21 SAOSTUS- JA FLOKKAUSKEMIKAALIEN ANNOTTELULAITTEET	63
21.1 Ferrosulfaatti.....	63
21.1.1 Ferrosulfaattiallas	64
21.1.2 Ferrosulfaattialtaan siirtopumppu ja vuotovesipumppu	64
21.1.3 Linkuhuoneen ferrosulfaattisäiliö	64
21.1.4 Kalvoannostelupumpun Sigma 2 huoltaminen	65
21.2 Rautapitoinen alumiinisulfaatti.....	66
21.2.1 AVR-liuoksen valmistuslaitteisto	67
21.2.2 Kalvoannostelupumpun Sigma 3 huoltaminen	67
22 POLYMEERILIUOKSEN VALMISTUSLAITTEET	69
22.1 Dewa A-P 3	69
22.1.1 Grundfos CR, CRI ja CRN-pumput.....	70
22.1.2 Seepex BN 2–6L epäkeskoruuvipumppu	70
22.2 Noxon PD-150	72
23 LIETESAKEUTTAMOT.....	73
23.1 Lietesakeuttamoiden huoltaminen.....	73
23.2 Seepex BN 35–6L.....	73
24 LIETELINKO.....	77
24.1 Lingon huoltaminen	78

24.2	Lingon huoltovälit.....	78
24.3	Lingon yleinen puhdistaminen	78
24.4	Laakerien vaihto	79
24.5	Suojakannen ja kaukalon puhdistus.....	79
24.6	Rejektiputkien puhdistaminen, vain myötävirtalinko	79
24.7	Voitelu ja öljynvaihto	80
24.7.1	Neulalaakerien voitelunipat	80
24.7.2	Painelaakerin voitelu	80
24.7.3	Vaihteen öljynvaihto	80
24.7.4	Kiila- ja hammashihnojen tarkastus ja vaihto	81
24.7.5	Tuloputken vaihtaminen	81
24.7.6	Lingon kulutusosat.....	82
24.7.7	Seepex BTI 17–12	82
25	SÄHKÖJÄRJESTELMÄT JA -LAITTEET	86
26	TOIMENPITEET SÄHKÖKATKOSSA	87
27	KEHITTÄMISEHDOTUKSIA.....	87
27.1	Esiselkeytysallas	88
27.2	Ilmastuskompressoreiden täysin automaattinen säätöjärjestelmä	88
27.3	Lietesakeuttamoiden täyttämisen automaattinen venttiililaitteisto	88
27.4	Palautuslietteen ja ylijäämälietteen suhteen automaattinen säätölaitteisto ..	89
27.5	Phosphax Sc -fosfaattianalysointilaitteen itsepuhdistava Filtrax-suodatin.....	89
27.6	Jäteveden ja kompressorihuoneen hukkalämmön hyötykäyttö	89
27.7	Biokaasulaitos.....	89
28	LOPPUPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	90
	LÄHTEET.....	91

Liitteet

Liite 1 HUOLTOTAULUKKO

1 JOHDANTO

Nykyaikaiset yhteiskunnat tuottavat jatkuvasti valtavia määriä ympäristölle haitallisia jätevesiä. Vesistöjen puhtaus on globaalisti kriittisessä tilassa, sillä kaikesta käytetystä vedestä yli 80 % ei puhdisteta tai kerätä talteen lainkaan (Yhdistyneet kansakunnat 2012). Esimerkiksi teollistuvissa kehitysmaissa ympäristöongelmien ehkäisemiseksi on kiinnitettävä enenevässä määrin huomiota riittävän ja edullisen jätevedenpuhdistuksen järjestämiseen. Nykyään jätevedenpuhdistus on länsimaissa toteutettu suurimaksi osaksi esimerkillisesti, mutta paikoitellen siinä on yhä parannettavaa. Koska jätevedenpuhdistus on yksi vastuullisen hyvinvointiyhteiskunnan tärkeimmistä toiminnoista, tulee jätevedenpuhdistus toteuttaa tehokkaasti ja toimintavarmasti. Euroopan Unionissa ja Suomessa jätevedenpuhdistuksen tulee perustua parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan, minkä lisäksi vesistöihin purettaville puhdistetuille jätevesille on asetettu varsin tiukat päästörajat (Laitinen, Nieminen, Saarinen, & Toivikko 2014, 21).

Nyky aikaisten jätevedenpuhdistamoiden puhdistusprosessi on yleensä monivaiheinen ja käsittää lukuisia eri prosesseja sekä laitteita, joiden vikatilanteista voi koitua puhdistusprosessille tai ympäristölle haittaa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamolle yksityiskohtainen huolto- ja vikatilanneohjeistus, jolla helpotetaan ja tehostetaan laitoksella suoritettavia huoltotoimenpiteitä sekä parannetaan näin puhdistusprosessin toimintavarmuutta. Huolto- ja vikatilanteiden ohjeistukset ovat tässä opinnäytetyössä yhdistettynä, sillä lähes poikkeuksetta vikatilanteissa, kuten esimerkiksi prosessilaitteiden rikkoutuessa, vaaditaan huoltotoimenpiteitä ja vastaavasti laitteiden huoltamatta jäädessä syntyy usein vikatilanteita. Tässä opinnäytetyössä eri prosessilaitteiden ja -altaiden huoltotoimenpiteet sekä toimintaohjeistukset vikatilanteissa on suunniteltu laitospohjaisesti ottamalla huomioon keskuspuhdistamon laitteet, toiminnot ja rakenteet. Huolto-ohjeistukseen on koottu laitoksella käytettävien laitteiden huolto-oppaista niiden tärkeimmät huoltotoimenpiteet ja niiden huoltovälit. Huolto-ohjeistuksen yhteydessä esitellään lisäksi puhdistusprosessin eri vikatilanteiden mahdollisia syitä ja toimenpiteitä niiden korjaamiseksi. Huolto- ja vikatilanneohjeistuksen lisäksi työn loppuun on hahmoteltu keskuspuhdistamolle kehittämisehdotuksia, joilla olisi mahdollista tulevaisuudessa tehostaa laitoksen toimintakykyä ja helpottaa laitoksella työskentelemistä. Vesihuollon turvallisuuden vuoksi osa tässä opinnäytetyössä olevasta materiaalista on poistettu.

2 JÄTEVEDENPUHDISTUS SUOMESSA

Jätevettä syntyy Suomessa noin 500 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Asukasta kohden laskettuna jätevettä syntyy siis keskimäärin noin 300 litraa vuorokaudessa. Tästä määrästä 90 litraa on tosin vuotovettä, jolla tarkoitetaan maaperästä viemäriverkostoon tihkuvaa vettä. (Säylä 2015, 7.) Suomessa on yhteensä noin 500 yhdyskuntajätevedenpuhdistamo. Näistä puhdistamoista noin 90 on suuruusluokaltaan yli 10 000 asukkaan jätevesiä käsitteleviä laitoksia. Suomessa jätevedenpuhdistus perustuu yleensä mekaanisiin, biologisiin ja kemiallisiin menetelmiin; suurikokoiset ja kiinteät kappaleet erotetaan mekaanisesti, typpi ja orgaaninen materiaali poistetaan biologisesti sekä fosfori saostetaan kemiallisesti. (Vesilaitosyhdistys n.d.) Ensimmäiset jätevedenpuhdistamot rakennettiin Suomeen 1910-luvulla, mutta eniten niitä perustettiin 1970-luvulla, kun taajamat ja pienet kaupungit saivat omat puhdistamonsa. Taajamien puhdistamoiden ja viemärien rakentamisurakka saatiin päätökseen 1980-luvun puoliväliin mennessä. Pieniä viemärlaitoksia on sittemmin yhdistetty siirtoviemäreillä suuremmiksi kokonaisuuksiksi sekä laajennettu taajamien viemärointiä. (Säylä 2015, 7)

3 JÄTEVEDENPUHDISTAMOJEN TOIMINTAA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Suomessa jätevedenpuhdistuksessa noudatetaan Euroopan Unionissa säädettyjä direktiivejä ja asetuksia sekä luonnollisesti Suomen omia kansallisia lakeja.

3.1 Jätevedenpuhdistamojen toimintaa ohjaavat EU:n direktiivit ja asetukset

Euroopan Unionissa on säädetty sen jäsenvaltioiden yhteisiä direktiivejä, jotka ohjaavat jätevesien käsittelyä ja puhdistusta. Suomen kuuluessa EU:hun sen täytyy toteuttaa säädettyjen direktiivien toimenpiteet ja saattaa ne osaksi kansallista lainsäädäntöä sekä lisäksi noudattaa EU:ssa säädettyjä asetuksia. (Lainlaatijan EU-opas n.d.)

3.1.1 Yhdyskuntajätevesidirektiivi 91/271/ETY

Yhdyskuntajätevesidirektiivi ohjeistaa yhdyskuntajätevesien ja eräiden teollisuusjätevesien keräilyä, käsittelyä sekä vesistöön purkamista. Tämä direktiivi on sisällytetty kansalliseen lainsäädäntöön valtioneuvoston asetuksella yhdyskuntajätevesistä 2006/888 sekä ympäristönsuojelulaila ja -asetuksella. Direktiivin nojalla Suomessa syntyvästä jätevedestä on poistettava tehostetusti fosforia. Typpeä on poistettava jätevedestä tehostetusti,

jos paikalliset olosuhteet sitä vaativat. Lisäksi direktiivissä esitetään vähimmäisvaatimukset puhdistamoiden toiminnan tarkkailulle, kuten puhdistustuloksen ja näytteiden vähimmäismäärille. (Laitinen ym. 2014, 17–18.)

3.1.2 Vesipuitedirektiivi 2000/60/EY

Vesipuitedirektiivi yhtenäistää jäsenvaltioiden vesiensuojelua sekä ehkäisee pinta- ja pohjavesien tilan heikkenemistä. Suomessa vesipuitedirektiivi on huomioitu vesienhoidon järjestämislaissa sekä kolmen muun lakimuutoksen kautta. (Laitinen ym. 2014, 19.)

3.1.3 Prioriteettiainedirektiivi 2008/105/EY

Prioriteettiainedirektiivillä vähennetään haitallisten prioriteettiaineiden päästöistä aiheutuvaa pilantumista ja pyritään lopettamaan näiden aineiden päästöt sekä häviöt. Direktiivin puitteissa jäsenvaltioiden on seurattava pintavesiensä laatua. Direktiivi on kirjattu Suomen lainsäädäntöön valtioneuvoston asetuksella vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista. (Laitinen ym. 2014, 19.)

3.1.4 IPPC-direktiivi 2008/1/EY

IPPC-direktiivi eli direktiivi ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi pyrkii vähentämään ympäristöluvituksen kautta ympäristöön kohdistuvia päästöjä. Direktiivi on toimeenpantu Suomen ympäristönsuojelulaisissa ja -asetuksessa. (Laitinen ym. 2014, 19.)

3.1.5 IE-direktiivi 2010/75/EU

IE-direktiivi eli direktiivi teollisuuden päästöistä pyrkii vähentämään teollisuudesta tulevia päästöjä. Direktiivi sisältää sekä IPPC-direktiivin että muita päästöihin liittyviä ohjeistuksia. IE-direktiivi otetaan huomioon Suomen lainsäädännössä uudistetun ympäristönsuojelulain kautta. Tämän direktiivin piiriin eivät kuitenkaan lukeudu yhdyskuntajätevedenpuhdistamot, jotka kuuluvat yhdyskuntajätevesidirektiivin 91/271/EY piiriin. (Laitinen ym. 2014, 19–20.)

3.1.6 E-PRTR-asetus 2006/166/ETY

E-PRTR:llä eli asetuksella epäpuhtauksien päästöjä ja siirtoja koskevan eurooppalaisen rekisterin perustamisesta pyritään parantamaan ympäristötietoutta ja ympäristön tilaan liittyvän tiedon välitystä. Suomessa direktiivin velvoitteet on otettu huomioon VAHTI-tietojärjestelmässä. (Laitinen ym. 2014, 20.)

3.2 Jätevedenpuhdistamojen toimintaa koskeva kansallinen lainsäädäntö

Suomessa jätevedenpuhdistusta ohjaavia lakeja ovat pääasiassa ympäristönsuojelulaki, valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä sekä valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista. Näihin kansallisiin lakeihin ja asetuksiin on lisäksi sisällytetty EU:n yhteisiä direktiivejä ja asetuksia.

3.2.1 Ympäristönsuojelulaki ja valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta

Ympäristönsuojelulailla 2014/527 ja valtioneuvoksen asetuksella ympäristönsuojelusta 2014/713 pyritään vähentämään ympäristön pilaantumista. Lain ja aseuksen mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavalla toiminnalla täytyy olla ympäristölupa. Tämä lupavelvollisuus koskee jätevedenpuhdistamoja, joiden asukasvastikeluku on vähintään 100. Jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemuksessa täytyy olla mukana muun muassa selvitys typenpoiston tarpeellisuudesta. Ympäristön pilaantumista aiheuttavan toiminnan ympäristöluvassa on lisäksi oltava määräykset toiminnan käyttötarkkailusta. Käyttötarkkailun tarkoituksena on seurata toiminnan päästöjä sekä sen vaikutuksia ympäristöön. Ympäristöluvassa on määritelty erikseen esimerkiksi tarkkailun mittausmenetelmät, mittaustiheydet, tulosten arviointi ja raportointi valvontaviranomaiselle. (Laitinen ym. 2014, 20–22; Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 2014/713.)

Ympäristöön ja puhdistusprosessiin kohdistuvien haittojen vähentämiseksi ympäristönsuojelulakiin ja -asetukseen on kirjattu määräykset viemäriin johdettavien teollisuusjätevesien esikäsittelystä. Teollisuusjätevesien päästöjen päästötarkkailut, raja-arvot ja määräykset kirjataan mukaan ympäristölupaan. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoja ja sen viemäriverkostoa on lisäksi hoidettava niin, että myös poikkeustilanteissa eli esimerkiksi prosessilaitteiden rikkoutuessa jäteveden käsittelyteho ja päästöjen pitoisuudet vesistöön täyttävät lupamääräyksessä asetetut raja-arvot (taulukko 1, sivu 5). (Laitinen ym. 2014, 20–22; Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 2014/713.)

Haja-asutusalueiden jätevedenpuhdistuksesta on säädetty erikseen ympäristönsuojelulaissa ja sen muutoksessa 2017/19. Talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla on säädetty valtioneuvoston asetuksessa talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 2011/209. (Ympäristönsuojelulaki 2014/527; Laki ympäristönsuojelulain muuttamisesta 2017/19; Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 2011/209.)

Taulukko 1. Yhdyskuntajätevesiasetuksen vähimmäispuhdistusvaatimukset (Laitinen ym. 2014, 22)

	Pitoisuus (mg/l)	Poistoteho vähintään (%)
Biologinen hapenkulutus (BHK ₇)	30	70
Kemiallinen hapenkulutus (KHK)	125	75
Kiintoaine	35	90
Kokonaisfosfori	3 (avl < 2 000) 2 (avl 2 000 – 100 000) 1 (avl > 100 000)	80
Kokonaistyyppi	15** (avl 10 000 – 100 000) 10* (avl > 100 000)	70

** Pitoisuusarvot ovat vuosikeskiarvoja. Tyypeä koskevien vaatimusten mukaisuus saadaan kuitenkin varmistaa käyttämällä päivittäisiä keskiarvoja, jos voidaan osoittaa asetuksen liitteen I mukaisesti, että vastaava suojelun taso saavutetaan. Tällöin jokaisen 24 tunnin kokoomanäytteen kokonaistyyppipitoisuus voi olla enintään 20 mg/l, kun veden lämpötila laitoksen biologisessa prosessissa on vähintään 12 °C. Lämpötilarajan asettamisen sijasta voidaan rajoittaa tyypeä koskevien vaatimusten voimassaoloaikaa alueellisten ilmasto-olosuhteiden huomioon ottamiseksi.

3.2.2 Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä

Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä 2006/888 pohjautuu EU:n yhdyskuntajätevesidirektiiviin. Asetus koskee ympäristölupaa vaativien puhdistamoiden yhdyskuntajätevesien käsittelyä ja johtamista, joiden asukasvastikeluku on vähintään 100. Asetuksen mukaan jätevesi on puhdistettava biologisesti tai vastaavalla tavalla ja vedestä on poistettava fosforia. Tyypeä on poistettava jätevedestä, jos typpikuorman vähentämisellä on purkuvesistön tilaan parantavaa vaikutusta. Tämä typenpoistotarve selvitetään ympäristölupaa varten. Jätevedestä on otettava virtaamaperusteiset 24 tunnin kokoomanäytteet säännöllisin väliajoin. Näiden näytteiden vuotuinen vähimmäismäärä pohjautuu puhdistamon kokoluokkaan (taulukko 2). (Laitinen ym. 2014, 22.)

Taulukko 2. Jätevedenpuhdistamoilta otettavien näytteiden vähimmäismäärät vuodessa (Laitinen ym. 2014, 22)

Avl	Näytteitä (kpl)
enintään 499	2
500 – 1 999	4
2 000 – 9 999	12 ensimmäisen vuoden aikana, 4 seuraavina vuosina, jos direktiivin vaatimukset täyttyvät
10 000 – 49 999	12
vähintään 50 000	24

3.2.3 Asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista

Valtioneuvoston asetuksella vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 2006/1022 sekä sen muutoksella 2015/1308 ehkäistään haitallisista ja vaarallisista aineista aiheutuvaa pilaantumista ja sen vaaraa sekä suojel-

laan pintavesiä ja parannetaan niiden laatua. Asetuksen tavoitteena on lopettaa vesiympäristölle haitallisten aineiden kulkeutuminen, vähentää haitallisten aineiden kulkeutumista vesistöihin ja ehkäistä näistä aineista vesilaitokselle aiheutuvia haittoja. Asetukseen on kirjattu lisäksi päästökieltoja, päästöraja-arvoja ja pintavesien ympäristölaatunormeja. (Laitinen ym. 2014, 23.)

3.2.4 Jätelaki ja sen muutos sekä valtioneuvoston asetus jätteistä

Jätelaki 2011/646 ja sen muutos 410/2014 sekä valtioneuvoston asetus jätteistä 2012/179 ohjaavat osaltaan jätevedenpuhdistamoiden toimintaa. Puhdistamoille tuotavien sako- ja umpikaivolietteiden sekä puhdistamolietteiden kuljetuksista ja määrästä tulee pitää kirjaa. Lisäksi puhdistamolietteen kohdalla valvontaviranomaisille tulee toimittaa tiedot muun muassa lietteen määrästä, raskasmetalli-, kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksista kerran vuodessa. Puhdistamolietteen käytöstä esimerkiksi lannoitteena maataloudessa on säädetty erikseen lannoitevalmistelaisissa 539/2006, maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmistelaisista (24/11) ja sen muutoksissa (12/12) ja (7/13) sekä maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmistelaitosten toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta (11/12). (Laitinen ym. 2014, 23–24.)

3.2.5 Vesihuoltolain jätevedenpuhdistamojen toimintaa koskevat säädökset

Vesihuoltolaissa on suuremmaksi osaksi talousveden hankintaa ja jakelua koskevia määräyksiä, mutta siinä on myös eräitä jätevedenpuhdistamoiden toimintaa koskevia määräyksiä. Vesihuoltolaissa määrätään muun muassa se, että jätevedenpuhdistuksesta huolehtivan vesihuoltolaitoksen laitteistojen kuntoa ja vuotovesien määrää tulee tarkkailla. Laitoksen häiriötilanteisiin on lisäksi varauduttava etukäteen ja turvattava palvelujen saatavuus myös häiriötilanteiden aikana sekä pidettävä varautumissuunnitelma ajantasaisena. Vesihuoltolaissa on lisäksi määräykset hulevesien viemäröinnistä ja sitä koskevien yksityiskohtien järjestämisestä sekä myös asiakkaiden liittymiseen vesilaitoksen verkostoon liittyvistä seikoista. (Vesihuoltolaki 2001/119.)

3.2.6 Muut jätevedenpuhdistusta ohjaavat kansalliset lait

Maankäyttö- ja rakennuslakiin 1999/132 sekä terveydensuojelulakiin 1994/763 on sisällytetty myös jätevedenpuhdistamiseen liittyviä määräyksiä. Haja-asutusalueiden jätevedenpuhdistuksesta on säädetty erikseen ympäristönsuojelulaissa, ja talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla on säädetty valtioneuvoston asetuksessa talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 2011/209. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132; Terveydensuojelulaki 1994/763; Ympäristönsuojelulaki 2014/527; Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 2011/209.)

4 JÄTEVEDEN KOOSTUMUS

Yhdyskuntajätevesi koostuu suurimmaksi osaksi kotitalouksien, palveluyritysten, teollisuuden ja eri laitoksien käyttämistä jätevesistä. Lisäksi viemärikaivojen ja -verkostojen kautta jätevedenpuhdistamoille tulee sade- ja sulamisvesiä sekä maaperästä vuotavaa pohjavettä. Jäteveden epäpuhtauksien määrä ja laatu riippuvat pitkälti viemäriverkostoon liittyneiden kotitalouksien määrästä ja siitä millaista toimintaa alueen teollisuus sekä muut laitokset harjoittavat. Jäteveden määrään ja koostumukseen vaikuttavat myös osaltaan vuorokauden aika, viikonpäivä, vuodenaika ja viemäriverkoston rakenne. (Sohlo 2011; Ranta-Pere 2009.) Päiväsaikaan jätevettä syntyy luonnollisesti eniten, sillä silloin suurin osa asukkaista on valveilla ja teollisuuslaitokset ovat toiminnassa. Arkipäivinä ja viikonloppuina syntyvien jätevesien koostumus poikkeaa myös tavallisesti toisistaan, mihin suurimpana syynä on juuri teollisuuslaitosten ja työpaikkojen aktiivisuus. Vuodenajat ja sää vaikuttavat luonnollisesti satavan veden ja sulavan lumen määrään, jolloin valuvat pintavedet ja kevään sulamisvedet lisäävät tulevan jäteveden määrää. (Lähde 2008.)

Jätevesi johdetaan puhdistamolle joko sekaviemäröinnillä, jolloin jäte- ja hulevedet kulkevat samassa viemäriverkostossa tai erillisviiemäröinnillä, jolloin nämä vedet kulkevat omissa erillisissä verkostoissaan. Erillisviiemäröinnissä vain yhdyskunta- ja teollisuusjätejätevesi johdetaan jätevedenpuhdistamolle, kun taas hulevedet kuten sulamisvedet ja kaduilta valuvat vedet, johdetaan suoraan purkuvesistöön yleensä täysin puhdistamatta. Näin jätevedenpuhdistamon toiminta ei heikenny esimerkiksi rankkasateen tai sulamisvesien vuoksi, mutta tällöin vesistöön joutuu hulevesien mukana epäpuhtauksia. (Ranta-Pere 2009.) Jos hulevesien sisältämistä epäpuhtauksista on vesistölle merkittävästi haittaa, on hulevesi mahdollisesti puhdistettava.

Jätevesi sisältää eri muodoissa olevaa orgaanista ja epäorgaanista materiaalia. Kaiken kaikkiaan jäteveden sisältämät epäpuhtaudet voidaan kuitenkin jakaa kiintoaineeseen, happea kuluttavaan aineeseen, ravinteisiin, bakteereihin, viruksiin, itiöihin, raskasmetalleihin ja ympäristölle haitallisiin aineisiin. (Lindquist, Gillberg, Hansen, Karlsson, Nordström Enkel & Pålsson 2003, 36.)

Jäteveden sisältämien epäpuhtauksien määrää ja laatua voidaan kuvata ja mitata eri menetelmin. Suspended solids, SS, ilmaisee jäteveden sisältämän kiintoaineen määrän. SS ilmaistaan mg/l. Total solids, TS, ilmaisee jäteveden sisältämien epäpuhtauksien kokonaismäärän, johon lasketaan mukaan kaikki epäpuhtaudet eli sekä kiinteät että liuenneet aineet. TS ilmaistaan mg/l. (Lindquist ym. 2003, 43.) Volatile suspended solids, VSS, eli hehkutuksen aiheuttama painohäviö ilmaisee jäteveden sisältämien palavien orgaanisten aineiden määrän. Total organic carbon, TOC, puolestaan ilmaisee orgaanisen aineen kokonaispitoisuuden, joka voidaan määrittää

esimerkiksi polttamalla näytettä ja mittaamalla siitä haihtuvan hiilidioksidin määrän. (Antila, Karppinen, Leskelä, Mölsä & Pohjakallio 1999, 78.)

Lisäksi epäpuhtaudet voidaan luokitella niiden hajoavuuden perusteella. BOD, biological oxygen demand, ilmaisee biologisesti hajoavien aineiden määrän jätevedessä. Näiden aineiden hajottamisesta vastaavat aerobiset bakteerit, jolloin hajotusprosessi kuluttaa jäteveden sisältämää happea. BOD saadaan selville käyttämällä joko BOD₅- tai BOD₇-määrittystä. Niissä mitataan kuinka paljon happea mikrobit käyttävät orgaanisen aineen hajottamiseen 20 °C asteisessa vedessä 5 tai 7 päivän aikana. BOD ilmaistaan joko mg O₂/l tai g O₂/m³. BOD:ia käytetään myös kuvaamaan jätevedessä olevaa orgaanisen aineen määrää. (Lindquist ym. 2003, 45.) COD, chemical oxygen demand, ilmaisee puolestaan kemiallisesti hapettuvien aineiden määrän. Hapetus voidaan tehdä korkeassa lämpötilassa käyttämällä esimerkiksi kaliumpermanganaattia tai kaliumdikromaattia. COD ilmaistaan joko mg O₂/l tai g O₂/m³. (Antila ym. 1999, 78.)

Jätevedenpuhdistuksen tärkeimpänä tehtävänä on poistaa jätevedestä orgaanista ainetta, kiintoainetta sekä fosforia ja typpeä. Fosforin ja typen poistaminen jätevedestä on ensiarvoisen tärkeää, sillä ravinteina ne rehevöittävät purkuvesistöä runsastuttaen vesieliöiden, kasvillisuuden ja levien määrää, jolloin vesistön tila huononee merkittävästi. Jätevedenpuhdistuksessa on tärkeää poistaa jätevedestä myös öljyjä, rasvoja, raskasmetalleja ja puhdistusaineita. (Sohlo 2011.) Jäteveden tehokkaasta puhdistusprosessista huolimatta purkuvesistöihin päättyy aina ympäristölle haitallisia kemiallisia aineita ja mikrobeja (Siintoharju 2016, 38). Puhdistettujen jätevesien johtamisesta aiheutuvien haitallisten vaikutusten suuruus purkuvesistöille riippuu itse vesistön luonteesta, jätevedenpuhdistamon sijainnista, sen kapasiteetista ja puhdistustehosta (Laitinen ym. 2014, 14).

Johdettaessa kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle teollisuudesta peräisin olevia jätevesiä, täytyy niiden aiheuttama kuormitus ottaa huomioon ja tarpeen mukaan pyrkiä vähentämään sitä (taulukko 3, sivu 9). Teollisuuslaitosten jätevesien päästöjä tulee tarkkailla, ja tarvittaessa niiden jätevedet on esikäsiteltävä jo ennen niiden johtamista kunnalliseen viemäriverkostoon. Teollisuuslaitosten aiheuttamia puhdistusprosessille haitallisia kuormituspiikkejä voidaan vähentää järjestämällä jätevesille tasausaltaat jo teollisuuslaitoksen tontille. Lisäksi puhdistusprosessille aiheutuvaa kuormitusta voidaan pyrkiä vähentämään laatimalla teollisuuslaitoksien ja vesihuoltolaitoksen välisiä teollisuusjätevesien johtamissopimuksia, joissa voidaan sopia erikseen esimerkiksi johdettavien jätevesien laadusta, määrästä ja niiden johtamistavoista. (Laitinen ym. 2014, 28.)

Taulukko 3. Eri teollisuudenalojen jätevesien sisältämiä epäpuhtauksia ja haittoja (Lindquist ym. 2003, 91)

	Kiinto- aineet	Ravinteet	Happea kuluttavat aineet	Raskas- metallit	Hajut	Öljyt	Liotin- aineet	Rasvat	pH	Orgaaniset aineet	Sulfaatit	Myrkyt	Fenolit	Maalit
Autopesulat	X		X			X	X							
Kalatalous	X	X			X			X		X				
Kaivostoiminta	X	X		X										
Kemianteollisuus		X	X		X							X	X	
Lääketeollisuus	X	X	X				X							
Maalaamot							X							X
Meijerit								X	X	X				
Metalliteollisuus	X			X		X								
Panimoteollisuus	X	X	X						X					
Parkitseminen		X	X	X	X						X			
Rakentaminen				X		X								
Tekstiiliteollisuus	X		X	X	X	X	X							X
Teurastamot	X	X			X			X	X					

4.1 Jäteveden sisältämät haitalliset ja vaaralliset aineet

Yhdyskuntien jätevesi sisältää yleensä monia haitallisia ja vaarallisia aineita, jotka ovat peräisin kotitalouksista sekä palvelu- ja tuotantotoiminnasta (Laitinen ym. 2014, 15). Jätevedenpuhdistusprosessissa nämä aineet joko haihtuvat tai hajoavat, sitoutuvat lietteeseen, muuntuvat biologisesti tai kemiallisesti tai kulkevat prosessin läpi muuttumattomina (Siintoharju 2016, 38). Näillä aineilla voi olla haitallisia vaikutuksia laitoksen puhdistusprosessiin, ja ne voivat myös aiheuttaa terveysriskejä jätevedenpuhdistamon henkilökunnalle.

4.1.1 Jätevedenpuhdistusprosessille haitalliset aineet

Monet jäteveden sisältämät aineet ovat haitallisia puhdistusprosessille ja voivat esimerkiksi lisätä hapenkulutusta, häiritä biologisen puhdistuksen toimintaa tai kuormittaa prosessia yleisesti. Jätevesien käsiteltävyyteen jätevedenpuhdistamolla vaikuttavat veden sisältämien aineiden myrkyllisyys, ympäristövaarallisuus, biohajoavuus, biokertyminen ja nitrifikaatioinhibitio eli nitrifikaation estäminen. (Makkonen 2014.) Näiden puhdistusprosessille haitallisten aineiden haittavaikutuksia on merkitty taulukkoon 4 sivulle 10.

Taulukko 4. Eri aineiden ja parametrien mahdollisia haittavaikutuksia jätevedenpuhdistamon ja viemäriverkoston toimintaan (Makkonen 2014)

Aine / parametri	Biologisen prosessin häiriöt	Hapen kulutus	Nitrifikaation estäminen	Puhdistuskapasiteetin ylitys	Lietteen heikko laatu	Muut haittavaikutukset	Haittavaikutukset viemäriverkostoon
Haitalliset aineet	X		X		X		Työturvallisuusriski
Raskasmetallit	X		X		X		
Typpi		X		X			Hajuhaitat ja betonin korroosio
Orgaaninen aine		X		X			Hajuhaitat ja korroosio
Kiintoaine					X	Aktiivilietteen heikko laskeutuminen, käyttökustannukset ja lietteen määrä	Jäteveden virtaushäiriöt
Rasvat		X				Ylikuormitus	Tukokset ja ahtaumat
Mineraaliöljyt	X						Tukokset
pH	X						Korroosio
Syanidi			X				
Alhainen lämpötila						Mikrobien toiminnan lasku	Hapettomat olosuhteet, hajuhaitat ja korroosio
Fosfori						Kemikaalikustannukset	
Rikkiyhdisteet						Työturvallisuusriski ja lietteen mädätyksen häiriöt	Työturvallisuusriski, hajuhaitat, betonin korroosio ja halkeilu
Virtaama						Hydraulisen kapasiteetin ylitys	Hydraulisen kapasiteetin ylitys

4.1.2 Biologiselle puhdistukselle haitalliset aineet

Biologisessa puhdistuksessa jäteveden sisältämiä epäpuhtauksia poistetaan mikrobien avulla. Tässä puhdistuksessa jätevedessä eläville mikrobeille luodaan olosuhteet, joissa ne menestyvät suurina määrinä ja hajotavat tehokkaasti veden sisältämiä epäpuhtauksia. Biologinen puhdistus on kuitenkin yleensä jätevedenpuhdistusprosessin haavoittuvaisin vaihe, sillä toimiakseen tehokkaasti mikrobit vaativat jätevedeltä muun muassa tietynsuuruisen happipitoisuuden, lämpötilan ja pH:n. Jäteveden epäpuhtauksien kuormituspiikkien vuoksi veden happipitoisuus voi romahtaa, jolloin mikrobien toiminta vastaavasti heikkenee. Jätevesi sisältää monia mikrobien toiminnalle haitallisia aineita, jotka suurina pitoisuuksina voivat pahimmassa tapauksessa tuhota koko biologisen puhdistuksen mikrobikannan. Tällöin päästöt purkuvesistölle voivat kohota suuriksi ja pysyä sellaisina pitkän aikaa, sillä mikrobikanta kasvaa ennalleen hyvin hitaasti. (Lindquist ym. 2003, 45–46.) Näitä jäteveden sisältämiä biologiselle puhdistukselle haitallisia aineita ja niiden inhibitiokynnysten tasoja on lueteltu sivuilla 11–13 olevissa taulukoissa.

Taulukko 5. Aktiivilieteprosessille haitallisia aineita (Novozymes 2013)

Epäpuhtaus	Eri lähteissä ilmoitetut aktiivilietteen inhibitiokynnysten tasot, mg/L
Metallit / epäorgaaniset epämetallit	
Ammoniakki	480
Arsenikki	0,1
Kadmium	1-10
Kromi (III)	10-50
Kromi (VI)	1
Kromi (kokonais)	1-100
Kupari	1
Syanidi	0,1-5 5
Jodi	10
Lyijy	1,0-5,0 10-100
Elohopea	0,1-1 2,5 Hg (II)
Nikkeli	1,0-2,5 5
Sulfidi	25-30
Sinkki	0,3-5
Orgaaniset	
Antraseeni	500
Bentseeni	100-500 125-500
2-kloorifenoli	5 20-200
1,2-diklooribentseeni	5
1,3-diklooribentseeni	5
1,4-diklooribentseeni	5
2,4-dikloorifenoli	64
2,4-dimetyylifenoli	40-200
2,4-dinitrotolueeni	5
1,2-difenylihydratsiini	5
Etylibentseeni	200
Heksaklooribentseeni	5
Naftaleeni	500
Nitrobentseeni	30-500 500
Pentakloorifenoli	0,95 50 75-150
Fenantreeni	500
Fenoli	50-200 200
Tolueeni	200
2,4,6-trikloorifenoli	50-100
Tensidit	100-500

Taulukko 6. Hapettomalle hajottamiselle haitallisia aineita (Novozymes 2013)

Epäpuhtaus	Eri lähteissä ilmoitetut hapettoman hajottamisen inhibitiokynnysten tasot, mg/L
Metallit / epäorgaaniset epämetallit	
Ammoniakki	1500–8000
Arsenikki	1,6
Kadmium	20
Kromi (III)	130
Kromi (VI)	110
Kupari	40
Syanidi	1–4 4–100
Lyijy	340
Nikkeli	10 136
Hopea	13–65 (liuenneena)
Sulfaatti	500–1000
Sulfidi	50–100
Sinkki	400
Orgaaniset	
Akrylinitriili	5
Hiilitetrakloridi	2,0 2,9–159,4 10–20
Klooribentseeni	0,96 0,96–3,0
Kloroformi	1 5–16 10–16
1,2-diklooribentseeni	0,23 0,23–3,8
1,4-diklooribentseeni	1,4 1,4–5,3
Metyylikloridi	3,3–536,4 100
Pentakloorifenoli	0,2 0,2–1,8
Tetrakloorieteeni	20
Trikloorieteeni	1–20 20
Trikloorifluorimetaani	–

Taulukko 7. Nitrifikaatiolle haitallisia aineita (Novozymes 2013)

Epäpuhtaus	Eri lähteissä ilmoitetut nitrifikaation inhibitiokynnysten tasot, mg/L
Arsenikki	1,5
Kadmium	5,2
Kloridi	180
Kromi (VI)	1–10 (CrO ₄) ²⁻
Kupari	0,05–0,48
Syanidi	0,34–0,5
Lyijy	0,5
Nikkeli	0,25–0,5 5
Sinkki	0,08–0,5
Orgaaniset	
Kloroformi	10
2,4-dikloorifenoli	64
2,4-dinitrofenoli	150
Fenoli	4 4–10

4.1.3 Jätevedenpuhdistamon haitalliset ja vaaralliset aineet terveydelle

Jätevesi sisältää runsaasti taudinaiheuttajia kuten bakteereja ja viruksia, joten jätevesi on jo itsessään riski jätevedenpuhdistamon henkilökunnan terveydelle. Tämän vuoksi henkilökunnan ja laitoksella vierailevien henkilöiden on vältettävä koskettamasta paljain käsin laitoksella olevia pintoja ja käytettävä asianmukaisia suojakäsineitä, -vaatteita ja -laseja, jolloin vältetään kontakti patogeenisten aineiden kanssa. Lisäksi henkilökunnan on tärkeää huolehtia hyvästä käsihygieniasta, jolloin sairastumisriski pienee ja vältetään levittämästä taudinaiheuttajia laitoksen puhtaisiin tiloihin. Jätevedenpuhdistamoilta ei haihdu ulkoilmaan vaarallisia määriä aineita, jotka olisivat terveydelle akuutisti haitallisia (Laitinen ym. 2014, 17). Sen sijaan laitoksen rakenteesta ja jäteveden koostumuksesta riippuen jätevedenpuhdistamon sisätiloihin voi kerääntyä terveydelle haitallisia tai jopa vaarallisia määriä erilaisia kaasuja. Esimerkiksi rikkivety, jota syntyy viemäreissä ja jätevedenpuhdistamoilla, on jo pieninä pitoisuuksina ihmiselle hengenvaarallista (Lindquist ym. 2003, 87–89). Tavallisesti rikkivety aiheuttaa puhdistamoilla kuitenkin vain tilapäistä hajuhaittaa. Myös viemäriin tahallisesti lasketut, sinne kuulumattomat kemikaalit kuten liuotinaineet, haihtuessaan ilmaan aiheuttavat hajuhaittoja ja suurempina pitoisuuksina ovat myös terveydelle haitallisia (Hänninen 2016). Ilmaan haihtuvien yhdisteiden vuoksi jätevedenpuhdistamoilla täytyy olla käytössä riittävän tehokkaat ilmastointilaitteistot.

Lisäksi jätevedenpuhdistamoilla käytettävät prosessikemikaalit muodostavat riskin henkilökunnan terveydelle ja turvallisuudelle. Erityisen vaaralli-

nen jätevedenpuhdistuksessa käytettävä kemikaali on metanoli, jota käytetään eräillä jätevedenpuhdistamoilla typenpoistossa. Metanolin vaarallisuus perustuu sen myrkyllisyyteen ja helposti syttyvyyteen (Työterveyslaitos 2015). Muita vaarallisia jätevedenpuhdistamoilla käytettäviä kemikaaleja ovat voimakkaat hapot ja emäkset, kuten esimerkiksi rikkihappo ja lipeä. Jätevedenpuhdistuksessa yleisesti käytettävät saostuskemikaalit, kuten rauta- ja alumiinisulfaatit, ovat myös syövyttävinä aineina riskinä henkilökunnan terveydelle sekä ympäristölle.

5 VESIHUOLTOLAITOSTEN VARAUTUMINEN VIKATILANTEISIIN

Tässä opinnäytetyössä jätevedenpuhdistamon vikatilanteilla tarkoitetaan tilanteita, joissa joko prosessilaitteet tai itse puhdistusprosessit eivät toimi normaalisti tai lainkaan. Prosessilaitteilla tarkoitetaan jätevedenpuhdistuksessa käytettäviä laitteita, kuten pumppuja, välppää tai lietelinkoa, joiden vikatilanteissa jätevedenpuhdistusprosessiin tulee ongelmia. Näiden laitteiden vikatilanteiden syinä voivat olla esimerkiksi tukokset, ylikuormitukset tai laiteviat. Puhdistusprosesseissa jätevettä puhdistetaan lukuisten prosessilaitteiden ja eri menetelmien avulla. Näitä puhdistusprosesseja ovat esimerkiksi aktiivilieteprosessi, kemiallinen puhdistus tai flotaatioselkeytys. Näiden puhdistusprosessien vikatilanteiden syinä voivat olla esimerkiksi jäteveden kuormituspiikit, biologiselle puhdistukselle haitalliset aineet jätevedessä tai laiteviat.

Vesihuoltolaitoksen toimintavarma ja laadukas toiminta vaatii riskienhallintaa ja varautumista erilaisiin häiriötilanteisiin. Vesihuollon ollessa sähkönjakelun ohella yksi tärkeimmistä yhteiskunnan tarjoamista palveluista, tulee sen toimia mahdollisimman hyvin kaikissa tilanteissa. Tämän vuoksi lainsäädäntöön on kirjattu monia vesihuollon toimintavarmuuteen ja varautumiseen liittyviä määräyksiä. Lisäksi vesihuoltolaitos on nykyisen lainsäädännön puitteissa velvoitettu laatimaan varautumissuunnitelma, jonka tarkoituksena on varmistaa palvelujen toimivuus kaikissa tilanteissa. Suunnitelmalla varaudutaan vesihuollon häiriötilanteisiin, joilla tarkoitetaan yhteiskunnan elintärkeitä toimintoja vaarantavia uhkia, joiden hallinta vaatii vesihuoltolaitoksen, viranomaisten ja muiden toimijoiden tiiviimpää yhteistyötä. Häiriötilanteiden lisäksi varautumissuunnitelmassa on otettu huomioon vähemmän vakavat tapahtumat, kuten vikatilanteet joista ei koidu suurta yhteiskunnallista haittaa ja jotka vesihuoltolaitos pystyy korjaamaan omatoimisesti. Varautumissuunnitelma on pidettävä ajantasaisena ja toimitettava pelastus- ja valvontaviranomaisille sekä kunnalle. (Vesihuoltopooli 2016, 1–8.)

Vesihuoltolaitoksen tärkein tehtävä on talousveden jakelun järjestäminen ja sen laadun turvaamisen, minkä vuoksi myös varautumissuunnitelman pääpaino kohdistuu juuri talousveden hankintaan ja jakeluun liittyviin ris-

keihin. Varautumisella pyritään ensisijaisesti säilyttämään vesihuoltolaitoksen toimintakyky ja minimoida häiriöiden häiritsevät vaikutukset. Talousveden jakelun lisäksi vesihuoltolaitoksen tulee luonnollisesti järjestää toiminta-alueelleen jäteveden asianmukainen viemärointi ja käsittely ihmisten hyvinvoinnin vuoksi sekä ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi. Valmiussuunnitelmassa jätevedenkäsittelyyn liittyvät riskit on kartoitettu, minkä lisäksi siihen on kirjattu toimenpiteet vakavammassa häiriötilanteissa. (Vesihuoltopooli 2016, 1–8.) Tässä opinnäytetyössä luodulla keskusjätevedenpuhdistamon huolto- ja vikatilanneohjeistuksella tuetaan Piekämäen Veden varautumissuunnitelmaa jätevedenpuhdistamisen osalta.

6 JÄTEVEDENPUHDISTUS

Jätevedenpuhdistus voi perustua joko mekaaniseen, biologiseen tai kemialliseen puhdistusmenetelmään. Tavallisesti jätevedenpuhdistuksessa käytetään kuitenkin hyödyksi näiden eri menetelmien yhdistelmiä. Nykyaikainen ja tehokas jätevedenpuhdistus vaatii yleensä, että puhdistuslaitoksella on käytössä kaikki kolme eri puhdistusmenetelmää, jolloin suurin osa jäteveden sisältämistä eri epäpuhtauksista saadaan poistettua ja voidaan saavuttaa näin hyvä puhdistusteho. Eri puhdistusmenetelmien käyttö perustuu siihen, että erilaisia epäpuhtauksia on jätevedessä niin runsaasti, että yhdellä ja samalla puhdistusmenetelmällä pystytään poistamaan vain juuri tietynlaisia epäpuhtauksia. Tällöin useiden menetelmien käytöllä tavallaan paikataan toisten menetelmien kyvyttömyyttä poistaa tiettyjä epäpuhtauksia. Tällä tavalla puhdistusprosessin tehokkuutta saadaan nostettua merkittävästi.

6.1 Mekaaninen puhdistus

Mekaaninen puhdistus tarkoittaa sitä, että jätevesi puhdistetaan fysikaalisin menetelmin eli pääasiassa raekoon ja painovoiman avulla. Tämä suoritetaan yleensä siivilöinnin, suodatuksen tai selkeytyksen avulla. (Kinnunen 2013.) Mekaanisella puhdistuksella pystytään poistamaan jäteveden sisältämästä kiintoaineesta noin 50–60 % ja orgaanisesta aineesta eli BOD:sta noin 30 % (Lindquist ym. 2003, 44).

6.1.1 Välppäys

Viemäriverkostosta jätevedenpuhdistamolle pumpattu jätevesi sisältää kotitalouksista, teollisuudesta ja liikekiinteistöistä peräisin olevaa suurikokoista kiintoainetta, minkä vuoksi jätevesi täytyy ensin siivilöidä. Tähän tarkoitukseen käytetään välppää, joka toimii siivilän tapaan päästäen jäteveden pienine partikkeleineen läpi, mutta estäen suurikokoisten kiintoainei-

den kulkeutumisen eteenpäin. (Kinnunen 2013.) Välppänä toimii tavallisesti metallista valmistettu siivilä, jonka aukkojen välinen leveys on noin 3–20 mm (Lindquist ym. 2003, 44).

6.1.2 Hiekanerotus

Välppäyksen jälkeisen vaiheen eli hiekanerotuksen tarkoituksena on saada painavampi materiaali, kuten hiekka ja sora, laskeutumaan hiekanerotusaltaan pohjalle, jotta ne eivät pääsisi eteenpäin prosessissa. Tämän kiintoaineksen ollessa pääasiassa biohajoamatonta, se muodostaisi ilman hiekanerotusta tukoksia laitoksen putkistoihin ja kanaviin päätyen lopulta prosessialtaiden pohjalle. Lisäksi tämä karhea kiintoainekas kuluttaisi tehokkaasti pumppuja ja muita laitteita, minkä vuoksi näiden karheiden hiukkasten pääsy pidemmälle prosessiin pyritään estämään mahdollisimman hyvin. (Nathanson & Schneider 2015, 248–249.) Yleensä hiekanerotukseen on liitetty esi-ilmastus, jonka tarkoitus on pitää vesi hapellisena ja helpottaa muun muassa rasvojen poistamista. Ilmastus myös helpottaa painavimpien partikkeleiden poistamista. (Lindquist ym. 2003, 45.) Altaan pohjalle kasautunut kiintoainekas kerätään talteen tavallisesti pumppujen avulla hiekkasäiliöön.

6.1.3 Selkeytys

Selkeytyksen tarkoituksena on saada neste ja kiintoainekas erottumaan toisistaan. Selkeytys voidaan suorittaa jätevedenpuhdistamalla esiselkeytyksenä, väliselkeytyksenä tai jälkiselkeytyksenä. Esiselkeytyksen tarkoituksena on poistaa vedestä muun muassa kiintoainetta, rasvaa ja öljyä, jotta kuormitus biologiseen puhdistukseen vähenisi. (Kinnunen 2013.) Vettä kevyemmät aineet, kuten öljy ja rasva, saadaan esiselkeytyksessä poistettua helposti pintakaapimien avulla suoraan veden pinnalta. Tavallisesti esiselkeytyksen kesto on 1–2 tuntia. (Nathanson & Schneider 2015, 249.) Esiselkeytyksellä voidaan laitokselle tulevasta jätevedestä poistaa jopa 25–40 % BOD:sta ja 50–70 % kiintoainekasesta jo ennen veden käsittelyä laitoksen pääpuhdistusyksiköissä. Suurilla jätevedenpuhdistamoilla käytetään kaikkia edellä mainittuja selkeytysvaiheita, mutta pienemmillä jätevedenpuhdistamoilla näitä selkeytysvaiheita on yleensä vähemmän. Menetelminä selkeytyksessä voidaan käyttää laskeutusta tai flotaatiota. Laskeutuksessa jätevesi johdetaan suureen altaaseen, jossa vettä raskaamman kiintoainekas annetaan laskeutua altaan pohjalle, josta kiintoainekas siirretään pohjakaapimilla lietetaskuun. (Kinnunen 2013.) Sen sijaan flotaatiossa kiintoainekas nostetaan kantoainekas avulla veden pinnalle, kuten esimerkiksi johtamalla altaaseen ilmalla kyllästettyä vettä eli dispersioivettä. Tämän jälkeen veden pinnalle nouseva kiintoainekas siirretään pintakaapimien avulla lietekouruun. (Autio 2010.) Kummassakin menetelmässä voidaan käyttää saostuskemikaaleja tehostamaan kiintoainekas erotusprosessia. Menetelmästä riippumatta jätevedestä poistettu kiintoainekas siirretään lo-

puksi pumppujen avulla lietteenkäsittelyyn tai vaihtoehtoisesti sitä käytetään ensin hyväksi muun muassa biologisen puhdistuksen aktiivilieteprosessissa. (Kinnunen 2013.)

6.2 Biologinen puhdistus

Biologisella puhdistuksella tarkoitetaan puhdistamisvaihetta, jossa mikro-bien avulla hajotetaan jäteveden sisältämää orgaanista materiaalia, mikä muuntuu prosessissa aktiivilietteeksi. Biologinen puhdistus tapahtuu yleensä välppäyksen ja hiekanerotuksen jälkeen. Jätevedenpuhdistuksessa käytettävät mikrobit ovat pääasiassa bakteereja, joita esiintyy maaperässä ja vedessä jo luonnostaan. Biologisessa puhdistuksessa tarkoituksena on luoda näille bakteereille olosuhteet, joissa ne pystyvät menestymään suurina määrinä pienessä tilassa. Bakterikannan lajikirjo pyritään pitämään mahdollisimman monimuotoisena, sillä eri bakteerilajit ovat erikoistuneet hajottamaan tiettyjä aineita. Biologisen puhdistuksen tehokkuuteen vaikuttaa muun muassa hapen määrä, lämpötila, pH, mikrobit sekä epäpuh-tauksien laatu ja määrä. (Lindquist ym. 2003, 45–46.) Tehokkuuteen vai-kuttaa myös jäteveden sisältämien mikrobeille toksisten yhdisteiden määrä. Perinteisesti biologinen puhdistus suoritetaan ilmastusaltaassa ja sen päätarkoituksena on poistaa jätevedestä fosforia, typpeä ja BOD:ia, ku-ten rasvoja ja öljyjä. (Kinnunen 2013.) Lisäksi biologisella puhdistuksella saadaan poistettua jätevedestä tehokkaasti pienimolekyylisiä varauksetto-mia partikkeleita, joiden poistaminen kemiallisesti on vaikeaa (Lindquist ym. 2003, 122).

6.2.1 Vähähappinen hajottaminen

Vähähappisessa eli anoksisessa hajottamisessa bakteerit käyttävät hyö-dykseen nitraatista saatavilla olevaa happea tuottaen typpikaasua, hiilidi-oksidia ja vettä. Bakteerien typen hyödyntämisen vuoksi vähähappista ha-jottamista käytetään hyödyksi typenpoistossa. (Lindquist ym. 2003, 48.)

6.2.2 Hapeton hajottaminen

Anaerobinen eli hapeton hajottaminen tapahtuu täysin ilman happea. Täl-löin bakteerien saatavilla ei ole siis myöskään nitraatin sisältämää happea. Bakteerit hajottavat tällöin orgaanisen aineen pääasiassa hiilidioksidiksi, metaaniksi ja vedeksi. Optimaalinen hapettoman hajotuksen puhdistus-teho saadaan, kun puhdistamon mädättämön veden lämpötilan on noin 35 °C. Korkean lämpötilavaatimuksen vuoksi hapetonta hajottamista ei yleensä käytetä kunnallisilla vedenpuhdistamoilla, sillä tulevan jäteveden lämpötila useimmiten on näillä laitoksilla vain noin 5–20 °C, jolloin vettä tai lietettä pitäisi lämmittää jatkuvasti. Tämän vuoksi hapettoman hajotuk-sen käyttäminen jätevedenpuhdistuksessa on yleensä kannattavaa vain te-ollisuudessa, jossa tuotantoprosessissa syntyvien jätevesien lämpötila on jo luonnostaan korkea. (Lindquist ym. 2003, 47.)

6.2.3 Hapellinen hajottaminen

Aerobinen eli hapellinen hajottaminen tapahtuu nimensä mukaisesti hapen avulla. Hapellinen hajotus tapahtuu pääosin ilmastusaltaassa, johon johdetaan kompressoreilla ilmaa. (Kinnunen 2013.) Mikrobit käyttävät tällöin veteen sitoutunutta happea hapettaakseen orgaanista ainetta tuottaen hiilidioksidia, vettä ja biomassaa. Hapellinen hajotus toimii veden lämpötilan ollessa verrattain alhainen, sillä vaadittavaa lämpötilaa voidaan vähentää kasvattamalla mikrobien määrää. Hapellinen hajotus voi toimia myös silloin jopa hyvin, kun jäteveden lämpötila on vain 5 °C. (Lindquist ym. 2003, 47–48.)

6.2.4 Aktiivilieteprosessi

Aktiivilietteellä tarkoitetaan bakteereja ja muita mikrobeja sisältävää lietettä, joka on syntynyt biologisessa puhdistuksessa hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa (Tieteen termipankki 2014). Tässä aktiivilietteessä elävistä mikrobeista suurin osa kuuluu saostumahiutaleita eli flokkeja muodostaviin bakteerilajeihin. Aktiivilieteprosessissa mikrobit hajottavat orgaanista ainetta ja vetävät puoleensa vedessä olevia hiukkasia muodostaen biomassaa, hiilidioksidia ja vettä. Tämä prosessi tapahtuu ilmastusaltaassa ja osittain myös sitä seuraavassa selkeytsaltaassa. Ilmastusaltaaseen johdetaan kompressoreilla ilmaa, millä varmistetaan paras mahdollinen kontakti jäteveden ja aktiivilietteen välillä sekä taataan mikrobien happensaanti. Puhdistustehon ylläpitämiseksi hapen määrä ei saa tippua alle 1–2 mg O₂/l. (Lindquist ym. 2003, 49–53.) Paras puhdistustulos saadaan, kun ilmastusaltaan happipitoisuus saadaan pidettyä tasolla 2,0 mg O₂/l (Kinnunen 2013). Orgaanisen aineksen hajottamisen nopeuttamiseksi mikrobikanta pidetään runsaana käyttämällä hyödyksi aktiivilieteprosessin jälkeisessä vaiheessa eli selkeytyksessä erotettua lietettä. Suurin osa tästä lietteestä pumpataan selkeytsaltaan pohjalta takaisin ilmastusaltaan alkupäähän ja vain ylimääräinen liete poistetaan kierrosta. Tämä liete sisältää vielä toimintakykyisiä mikrobeja, joten lietteen kierrättämisellä kompensoidaan ilmastusaltaasta jäteveden mukana pois kulkeutuvien mikrobien määrää. (Lindquist ym. 2003, 49–53.)

Hapen lisäksi aktiivilieteprosessin muita tärkeitä parametreja ovat liete-kuorma ja lieteikä. Lietekuorma kuvaa ilmastusaltaaseen tulevan uuden orgaanisen aineen ja aktiivilietemäärän suhdetta toisiinsa eli toisin sanoen ravinnon suhdetta mikrobeihin. Lieteikä taas kuvaa aktiivilietteen viipymää puhdistusprosessissa. Keskimäärin lieteikä jätevedenpuhdistamoilla on noin 5–10 vuorokautta, mutta esimerkiksi talvella jäteveden lämpötilan alentuessa lieteikää täytyy pidentää vähentämällä ylijäämälietteenpoistoa. Tällöin aktiiviliete ja sen sisältämät mikrobit pysyvät prosessissa kauemmin. (Kinnunen 2013.) Aktiivilieteprosessin kuormituksen ollessa alhainen jäteveden sisältämästä BOD:sta saadaan poistettua jopa 90–99 %. Sähkönkulutus yhtä poistettua BOD-kiloa kohden on noin 0,9–1,3 kWh (Lindquist ym. 2003, 55–56).

Aktiivilieteprosessin tehokkuutta mitataan tavallisesti kolmella eri menetelmällä. MLSS, mixed liquor suspended solids, ilmoittaa kiintoaineen määrän aktiivilietealtaassa. MLSS kuvaa laitoksen aktiivilieteprosessin aktiivisuutta, sillä periaatteessa mitä enemmän kiintoainetta prosessissa on, sitä enemmän siinä on myös bakteereja. MLSS ei kuitenkaan korreloi tarkasti bakteerien määrän kanssa, sillä MLSS ilmoittaa sekä orgaanisen että epäorgaanisen kiintoaineen määrän aktiivilietealtaassa. VSS, volatile suspended solids, kuvaa puolestaan paremmin bakteerien määrää, sillä se ilmoittaa pelkästään aktiivilietteessä olevan orgaanisen aineen määrän. SVI, sludge volume index, eli lieteindeksi kuvaa lietteen laskeutuvuuden tehokkuutta. SVI lasketaan jakamalla lietteen määrä aktiivilietteen kiintoaineen, SS määrällä. Lietteen määrä saadaan selville ottamalla jätevesinäyte ja antamalla näytteessä olevan lietteen laskeutua 30 minuutin ajan. Mitä pienempi SVI on, sitä tehokkaammin lietteen laskeutuvuus onnistuu. SVI ilmoitetaan ml/l. (Lindquist ym. 2003, 54.)

6.2.5 Aktiivilieteprosessin bakteerit

Aktiivilieteprosessin bakteerilajit voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan, joita ovat vapaat bakteerit, flokkia muodostavat bakteerit ja rihmamaiset bakteerit. Vapaat bakteerit pystyvät lisääntymään aktiivilieteprosessissa nopeiten, mutta niiden hyvin pienen koon vuoksi ne eivät kerkeä muodostamaan lietteen kanssa flokkia, jolloin ne kulkeutuvat jäteveden mukana prosessissa eteenpäin. Vapaat bakteerit toimivat monien muiden mikrobien ravinnonlähteenä. Flokkia muodostavat bakteerit puolestaan kasvavat ryhmissä. Näiden bakteeriryhmien kasvaessa ne muodostavat suurempia ja raskaampia partikkeleita, jotka laskeutuvat selkeytyksessä selkeytykseltään pohjalle. Nämä bakteerit lisääntyvät hitaammin kuin vapaat bakteerit, jolloin lieteiän pitää olla pidempi. Lieteikä ei saisi alittaa 1–2 vuorokautta. Rihmamaiset bakteerit lisääntyvät aktiivilieteprosessin bakteereista hitaimmin. Pieninä määrinä nämä bakteerit lisäävät muodostuvan flokin lujuutta, mutta suurina määrinä luovat ongelmia puhdistusprosessille. Tällöin rihmamaiset bakteerit tekevät lietteestä niin kuohkeista ja suurikokoista, jolloin liete ei laskeudu kunnolla selkeytykseltään pohjalle. Tämän vuoksi rihmamaisien bakteerien määrä pyritään pitämään alhaisena välttämällä luomasta suotuisia olosuhteita näiden bakteerien kasvamiselle, joita ovat muun muassa alhainen lämpötila, korkea lieteikä ja aktiivilieteprosessin epätavalliset olosuhteet. (Lindquist ym. 2003, 50–51.)

6.2.6 Muut menetelmät

Aktiivilieteprosessin sijasta biologisessa puhdistuksessa on mahdollista käyttää myös uudempia biofilmiin perustuvia menetelmiä, kuten moving bed ja rotating bed -prosesseja. Näissä menetelmissä käytetään hyväksi biofilmejä eli mikrobipopulaatioita, jotka ovat kiinnittyneet esimerkiksi kantoaineena käytettävien kappaleiden tai pyörivien rumpujen pinnoille. (Lindquist ym. 2003, 55–59.)

6.3 Kemiallinen puhdistus

Kemiallisessa puhdistuksessa jätevedeen lisätään kemikaaleja, joiden tarkoituksena on joko saostaa vedessä olevia epäpuhtauksia tai saada näitä saostuneita epäpuhtauksia muodostamaan yhä suurempia flokkeja. Suurimmaksi osaksi kemikaalien käyttö kohdistuu kuitenkin epäpuhtauksien saostamiseen. Kemikaalit vaikuttavat poistettavien epäpuhtauksien yhdisteisiin ja hiukkasiin saaden ne kiinteytymään ja kerääntymään suuremmiksi flokkeiksi, jotka voidaan poistaa helposti mekaanisesti altaan pinnalta tai pohjalta. Pääasiassa saostusta käytetään fosforin poistamiseen jätevedestä. (Kinnunen 2013.) Yleisimpiä Suomessa käytettäviä jäteveden saostuskemikaaleja ovat alumiinisulfaatti ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), polyalumiinikloridi (PAC), ferrosulfaatti (FeSO_4), ferrisulfaatti ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), ferrikloridi (FeCl_3), sammutettu kalkki ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) sekä alumiini- ja rautasuoloja sisältävä AVR (Sohlo 2011).

Lähes kaikki veden sisältämät partikkelit ovat varautuneita. Näistä partikkeleista suurin osa omaa negatiivisen varauksen, minkä vuoksi jäteveden puhdistuksessa käytetään saostuskemikaaleja, joiden sisältämät ionit ovat positiivisesti varautuneita. Tällöin jäteveden negatiivisesti varautuneet epäpuhtaudet kiinnittyvät positiivisesti varautuneisiin ioneihin. Näin partikkelit muodostavat jätevedessä yhä suurempia ja painavampia flokkeja. Suurikokoisempina ja painavampina flokit saadaan helposti erotettua jätevedestä esimerkiksi joko laskeutuksen tai flotaation avulla. (Lindquist ym. 2003, 121–122.)

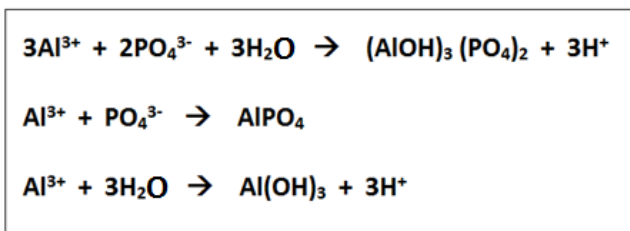
Kemiallinen puhdistus koostuu yleensä kolmesta eri vaiheesta; ensimmäisessä eli sekoitusvaiheessa kemikaali sekoitetaan veteen, toisessa eli saostusvaiheessa flokkien annetaan muodostua ja viimeisessä eli erotusvaiheessa nämä hiutaleet erotetaan selkeytyksen, flotaation tai suodatuksen avulla. Saostus on mahdollista suorittaa suorasaostuksena, rinnakkaissaostuksena, jälkisaostuksena tai esisaostuksena. Esisaostusta voidaan käyttää saostusmenetelmänä myös niin sanotussa HYPRO-prosessissa, jossa saadaan poistettua suuri osa jäteveden sisältämästä tyypestä. (Lindquist ym. 2003, 59–69.)

Kemikaaleja käytetään myös jäteveden pH:n säätämiseen. Jos tuleva jätevesi on puhdistusprosessin toiminnan kannalta liian hapanta, voidaan se neutraloida toivotulle pH-alueelle esimerkiksi sammutetulla kalkilla tai lipeällä (NaOH). Vastaavasti liika emäksisyys voidaan neutraloida vedestä esimerkiksi rikkihapon (H_2SO_4) tai hiilihapon (H_2CO_3) avulla. Liian hapan tai emäksinen puhdistettu jätevesi täytyy myös neutraloida kemikaaleilla ennen sen johtamista purkuvesistöön. (Sohlo 2011.)

6.3.1 Alumiinisuolat

Alumiinisuoloja sisältäviä saostuskemikaaleja ovat esimerkiksi alumiinisulfaatti, alumiinikloridi ja rautapitoinen alumiinisulfaatti (AVR). Alumiinin

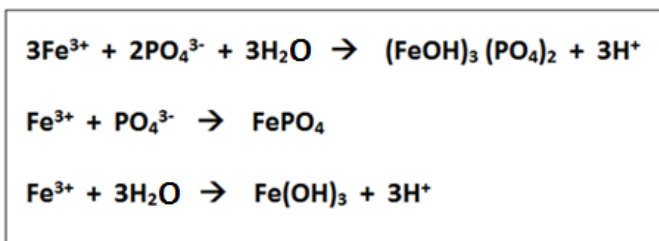
ioni Al^{3+} pystyy saostamaan tehokkaimmin fosfaatteja, minkä vuoksi alumiinia käytetään yleisesti jätevedenpuhdistamiseen. Lisäksi alumiini-ionit reagoivat veden kanssa muodostaen geelimäistä alumiinihydroksidia, johon epäpuhtaudet tarttuvat muodostaen flokkia (kuva 1). Alumiiniin ja polyalumiiniin perustuvien kemikaalien erikoisuutena on se, että niillä saadaan poistettua pienimolekyylisiä varauksettomia orgaanisia partikkeleita, joita voidaan poistaa tehokkaasti muuten vain biologisessa puhdistuksessa. Alumiinipohjaisia saostuskemikaaleja käytettäessä jäteveden pH:n tulisi olla 5–8,5 välillä, jotta saostus onnistuisi mahdollisimman hyvin. (Lindquist ym. 2003, 71–73 & 122.)



Kuva 1. Alumiini-ionien reaktio fosfaattien ja veden kanssa (Lindquist ym. 2003, 72)

6.3.2 Rauta(III)suolat

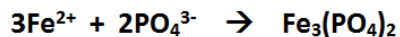
Epäpuhtauksien saostamiseen käytettyjä kolmiarvoisia rautasuoloja ovat esimerkiksi ferrisulfaatti ja ferrikloridi. Alumiinisuolojen tapaan kolmiarvoiset rautasuolat saostavat fosfaatteja ja muodostavat veden kanssa geelimäistä rautahydroksidia (kuva 2). Fosforinpoistossa rautasuolat toimivat hyvin pH:n ollessa 4–8, mutta paras puhdistusteho saadaan niillä pH:n ollessa 5–6. (Lindquist ym. 2003, 73.)



Kuva 2. Kolmiarvoisten rautaionien reaktio fosfaattien ja veden kanssa (Lindquist ym. 2003, 73)

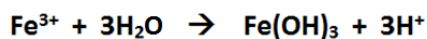
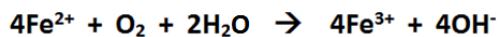
6.3.3 Rauta(II)suolat

Jätevedenpuhdistuksessa käytetään yleisesti myös kaksiarvoista rautasuola eli ferrosulfaattia. Pelkällä ferrosulfaatilla ei voida kuitenkaan saostaa jätevedestä orgaanista ainetta, vaan se soveltuu sellaisenaan vain fosfaattien saostamiseen (kuva 3, sivu 22). (Lindquist ym. 2003, 73).



Kuva 3. Kaksiarvoisten rautaionien reaktio fosfaattien kanssa (Lindquist ym. 2003, 73)

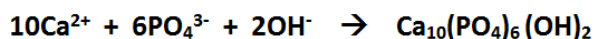
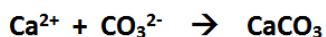
Tätä kaksiarvoista rautasuolaa voidaan kuitenkin käyttää fosfaattien lisäksi muiden epäpuhtauksien saostamiseen, kun ferrosulfaattia käytetään saostuskemikaalina rinnakkaissaostuksessa. Tämä rinnakkaissaostus tapahtuu tavallisesti biologisen puhdistuksen ilmastusaltaassa. Menetelmässä biologisen puhdistuksen rinnalla tapahtuu samaan aikaan kemiallinen saostaminen. Ilmastusaltaassa kaksiarvoiset rautaionit hapettuvat ilmastuksen ansiosta vedessä kolmiarvoisiksi rautaioneiksi, jolloin pystyy syntymään flokkia muodostavaa geelimäistä rautahydroksidia (kuva 4). (Lindquist ym. 2003, 74).



Kuva 4. Kaksiarvoisten rautaionien reaktio hapen ja veden kanssa (Lindquist ym. 2003, 74)

6.3.4 Kalkki

Kalsiumia sisältävä saostuskemikaali on esimerkiksi kalsiumhydroksidi eli sammutettu kalkki. Kalsium-ionit saostavat tehokkaasti fosfaatteja, kun jäteveden pH ylittää 10,5 (kuva 5). Koska kalkki on hyvin emäksistä, jäteveden pH nousee luonnostaan vaaditulle tasolle, jolloin muita kemikaaleja ei tarvita pH:n nostamiseen. Toisaalta tällöin puhdistetun jäteveden pH pitää laskea sopivalle tasolle jollakin happamalla kemikaalilla ennen sen vesistöön purkamista. (Lindquist ym. 2003, 74).



Kuva 5. Kalsiumionien reaktio karbonaatti-ionien, fosfaattien ja hydroksidianionien kanssa (Lindquist ym. 2003, 74)

6.3.5 Polymeerit

Polymeerit ovat sähköisesti varautuneita flokkauskemikaaleja, joita käytetään epäpuhtauksien erotuksen tehostamisessa sekä lietteen kuivaamisessa. Puhdistusprosessin aikaisemmassa vaiheessa saostuskemikaaleilla saostetut epäpuhtaudet saadaan polymeerien avulla sitoutumaan toisiinsa ja muodostamaan yhä suurempia flokkeja. (Kemira n.d.) Polymeerit voivat olla joko positiivisesti tai negatiivisesti varautuneita tai ne voivat olla myös varauksettomia. Jätevedenpuhdistuksessa käytettävät polymeerit ovat yleensä orgaanisia ja omaavat suuren molekyylipainon. Tällaisia polymeerejä ovat esimerkiksi polyakryyliamidit (PAM), polyamidit (PA) ja polydiallylidimetyyliammoniumkloridi (Poly-DADMAC). (Lindquist ym. 2003, 155–156.) Jauhemaaisessa muodossa oleva polymeeri nesteytetään veden kanssa sopivan vahvuiseksi liuokseksi ja annostellaan prosessiin (Dewa 1999). Lietteen kuivauksessa polymeereillä helpotetaan veden poistumista lietteestä ja parannetaan lietteen mekaanista kestävyyttä (Lindquist ym. 2003, 183).

6.3.6 Rikkivedyn muodostumisen ehkäiseminen

Rikkivety (H_2S) on erittäin myrkyllistä mädälle kananmunalle haisevaa kaasua. Rikkivedyn vaarallisuutta lisää se, että ilmaa raskaampana kaasuna rikkivetyä kasaantuu muun muassa viemäreiden huoltotilojen pohjalle, jolloin rikkivedyn pitoisuus kasvaa kyseisessä tilassa hengenvaarallisen korkealle. Rikkivetyä muodostuu esimerkiksi viemäreissä ja jätevedenpuhdistamoilla bakteerien hajottaessa orgaanista materiaalia hapettomissa olosuhteissa. Kun jätevedessä bakteereille ei ole saatavilla happea, ne käyttävät hyödykseen veden sisältämää nitraattia, rautaa tai sulfaattia. Jätevesi sisältää luonnostaan harvoin nitraatti- tai rauta-ioneja, minkä vuoksi bakteerit joutuvat käyttämään hapen loputtua hyödykseen sulfaatti-ioneja, jolloin muodostuu rikkivetyä. Tietyt bakteerilajit pystyvät muuttamaan rikkivedyn syövyttäväksi rikkihapoksi, minkä vuoksi rikkivedyn muodostumista pyritään myös vähentämään eri keinoin. Yksi tällainen keino rikkivedyn muodostumisen ehkäisyyn on jäteveden ilmastaminen. Pitkissä viemäriverkostoissa rikkivedyn muodostumisen ehkäisyyn käytetään kuitenkin ilmastamisen sijasta yleensä nitraatti- tai rautapitoisia kemikaaleja. Annostelemalla jäteveteen nitraattia sisältäviä kemikaaleja bakteerit käyttävät hajotustoimintaansa rikin sijasta nitraattia, jolloin rikkivetyä ei pääse syntymään. Rauta(III)suoloja sisältävien kemikaalien toimintaperiaate toimii samalla tavalla kuin nitraattikemikaalien, mutta rautasuolat ehkäisevät rikkivedyn muodostumista myös toisella tavalla. Kun rikkivetyä muodostuu, rauta(III)- ja rauta(II)suolat reagoivat jäteveden rikkivedyn kanssa estäen sen muuttumasta kaasumaiseen muotoon. Nitraatteihin verrattuna rautasuolojen käyttö on tavallisesti ympäristöystävällisempää, eikä niiden annostelumäärä ole myöskään niin tarkkaa. (Lindquist ym. 2003, 87–89.)

6.3.7 Lietteen rakenteen kontrollointi

Aktiivilieteprosessin toimiessa huonosti liete voi muuttua niin kuohkeaksi ja suurikokoiseksi, ettei se myöhemmin laskeudu selkeytysaltaan pohjalle kunnolla. Tämän syynä on monesti aktiivilietteen rihmamaisten bakteerien liiallinen määrä. Tällöin aktiivilieteprosessia täytyy säätää tilanteen normalisoimiseksi, mutta pelkästään tämä ei ole aina riittävä toimenpide. Yleensä rihmamaisten bakteerien vähentämiseksi käytetään erilaisia kemikaaleja, kuten voimakkaita hapettimia: hypokloriittia, klooria tai vetyperoksidia. Näiden kemikaalien käyttö on erittäin tehokasta, mutta ne voivat myös tuhota jätevedestä harmittomia ja tärkeitä bakteerilajeja, joita ilman biologinen puhdistus ei toimi ollenkaan. Huomattavasti vähemmän haitallinen tapa on käyttää tähän muokattua polyalumiinikloridia (PAX), joka tuhoaa rihmamaisia bakteereja, mutta ei tee haittaa muille bakteereille tai itse aktiivilieteprosessille. Polyalumiinikloridi vaikuttaa kuitenkin rihmamaisiin bakteerilajeihin hitaammin verrattuna voimakkaasti hapettaviin kemikaaleihin. (Lindquist ym. 2003, 86–87.)

6.4 Fosforinpoisto

Fosfori esiintyy jätevedessä tavallisesti kolmessa eri muodossa, joita ovat ortofosfaatti (H_2PO_4^- tai HPO_4^{2-}), polyfosfaatti (NaPO_3) ja orgaaninen fosfori. Fosforista noin 70 % on jätevetteen liuenneena ja loput 30 % on orgaanisessa aineksessa. Fosfori on mahdollista poistaa jätevedestä joko kemiallisesti tai biologisesti. Suomessa fosfori poistetaan yleensä kemiallisesti rinnakkaissaostuksessa. (Kinnunen 2013.) Tällöin biologista puhdistusta palveleva ilmastusallas toimii samalla fosforin kemiallisen saostamisen prosessialtaana. Tässä rinnakkaissaostuksessa syntynyt biologis-kemiallinen liete kerätään selkeytysaltaan pohjalta lietetaskuun. (Lindquist ym. 2003, 61.)

6.4.1 Kemiallinen fosforinpoisto

Fosforin poistamiseen jätevedestä käytetään yleensä metallipohjaisia kemikaaleja, joiden ansiosta liukoisessa muodossa oleva epäorgaaninen fosfori saadaan muuttumaan vähäliukoiseksi metallifosfaatiksi. Samalla kemikaali muodostaa hydroksidia, jonka kanssa vähäliukoinen metallifosfaatti ja veden sisältämä kiintoaine muodostavat geelimäistä flokkia. Jotta nämä reaktiot tapahtuisivat onnistuneesti, on jätevedellä oltava tietynlainen pH, jonka suuruus riippuu käytettävästä saostuskemikaalista. Lisäksi jäteveden sisältämien partikkelien saostamisteho riippuu myös käytettävästä kemikaalista. Epäorgaanisen fosforin lisäksi kemiallisella saostuksella pystytään poistamaan myös orgaanisesti sitoutunutta fosforia, sillä saostamisella saadaan poistettua myös jäteveden sisältämää kiintoainetta. Fosforin kemialliseen saostamiseen käytetään yleensä aiemmin mainittuja rauta- tai alumiinisuoloja sisältäviä kemikaaleja tai kalkkia. (Lindquist ym. 2003, 71.)

6.4.2 Biologinen fosforinpoisto

Fosforia on myös mahdollista poistaa biologisin menetelmin. Tavallisesti fosforia saadaan sitoutumaan mikrobien avulla lietteeseen vain 10–30 %, mutta altistamalla mikrobit vuorotellen hapettomille ja hapellisille olosuhteille tietyt mikrobilajit saadaan sitomaan itseensä enemmän fosforia polyfosfaattien muodossa. Mikrobien altistuttua hapettomille olosuhteille ne vapauttavat itseensä sitomansa fosforin takaisin veteen, minkä seurauksena syntyy energiaa, jota mikrobit kuluttavat lyhytketjuisten rasvahappojen sitomiseen. Yksi tällainen mikrobien ravinnoksi käyttämä rasvahappo on etikkahappo, jota syntyy hapettomissa olosuhteissa orgaanisen aineksen käymisen tuloksena. Altistamalla mikrobit vuorostaan hapellisille olosuhteille ne alkavat lisääntyä käyttäen tähän itseensä aikaisemmin sitomaansa etikkahappoa. Hapen ansiosta aerobisessa vaiheessa jäteveden sisältämä orgaaninen aines hajoaa ja vapauttaa energiaa. Mikrobit käyttävät tämän vapautuneen energian hyödyksi sitoakseen itseensä fosforia. Tällä prosessilla ”rasittamalla” mikrobit saadaan sitomaan itseensä enemmän fosforia kuin ne sitä vapauttivat. Näin mikrobien fosforipitoisuus saadaan nostettua tavanomaisesta 1–2 %:sta jopa 5 %:iin. Prosessista fosfori poistuu ylijäämälietteen mukana. (Kinnunen 2013.)

6.5 Typenpoisto

Typpeä on jätevedessä liuenneena, liukenemattomana, kolloidisena orgaanisena yhdisteenä ja liuenneena epäorgaanisena yhdisteenä eli ammoniakkinä, ammoniumina, nitraattina, nitriittinä sekä orgaanisena ja vapaana typpenä (Simpanen 2006). Suurin osa eli noin 50–70 % jäteveden sisältämästä kokonaistypestä on epäorgaanisessa ammoniummuodossa. Tämän joutumista vesistöihin pitää välttää erityisesti, sillä ammonium hapettuu luonnostaan nitraatiksi laskien tällöin vesistön happipitoisuutta ja pH:ta. (Kinnunen 2013.) Kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden typenpoisto suoritetaan yleensä pelkästään biologisin menetelmin, sillä muiden menetelmien käyttö on huomattavasti kalliimpaa. Jätevedenpuhdistuksen jokaisessa puhdistusvaiheessa poistuu typpeä, mutta merkittävin typpivähenemä tapahtuu biologisessa puhdistuksessa. Ilmastusaltaan mikrobien toiminnan tuloksena syntyvään lietteeseen sitoutuu typpeä, joka poistuu prosessista ajan myötä ylijäämälietteen mukana. Tämä typen assimilaatio kutsuttu menetelmä perustuu siihen, että mikrobit käyttävät ammoniumia solujensa muodostamiseen. Tämä menetelmä on kuitenkin riittämätön suurien typpimäärien poistamiseen. (Kinnunen 2013; Lindquist ym. 2003, 78–79.) Typpiyhdisteitä ei myöskään pystytä saostamaan fosforin tapaan, joten helpoiten ja kustannustehokkaimmin typpi saadaan poistettua vain biologisin menetelmin (Sohlo 2011). Tämän vuoksi jätevedenpuhdistamoilla käytetään tavallisesti typenpoistoon biologisiin menetelmiin perustuvia nitrifikaatio ja denitrifikaatio-prosesseja. Näiden prosessien tuloksena typpi saadaan poistettua jätevedestä kaasumaisessa olomuodossa.

Tarvittaessa typenpoistossa käytetään tiettyjä kemikaaleja, kuten esimerkiksi metanolia, jota lisättäessä jäteveden hiilipitoisuus nousee, jolloin mikrobien toimintaa saadaan tehostettua. (Lindquist ym. 2003, 78–79.)

6.5.1 Nitrifikaatio

Nitrifikaatioprosessi on kaksivaiheinen ja sen perustana ovat hapelliset aerobiset autotrofit eli omavaraiset bakteerit, jotka tuottavat energiansa hapen avulla. Ensimmäinen bakteeriryhmä muuttaa ammoniumin nitriitiksi, minkä jälkeen toinen bakteeriryhmä muuttaa vastavalmistuneen nitriitin nitraatiksi. Tässä prosessissa syntyy happoa, joka reagoi veden sisältämän karbonaatin kanssa. Jos vesi sisältää liian vähän karbonaatti-ioneja eli sillä on matala alkaliniteetti, voi veden pH laskea huomattavasti. Tätä voidaan kompensoida lisäämällä jäteveteen esimerkiksi kalkkia nostoen veden pH alueelle 7,5–9, jolloin nitrifikaatio toimii tehokkaimmin. Nitrifikaation toimintaan vaikuttavat varsinkin jäteveden lämpötila sekä myrkyllisten yhdisteiden, hapen ja BOD:n määrä. (Sohlo 2011.)

6.5.2 Denitrifikaatio

Denitrifikaatio tapahtuu vähähappisissa olosuhteissa, eli joissa bakteerien saatavilla oleva happi on sitoutuneena nitriittiin ja nitraattiin. Hapettamalla jäteveden orgaanista ainesta bakteerit pelkistävät nitriitin ja nitraatin typpioksidiksi ja typpioksiduuliksi, minkä jälkeen typpi sekä hiilidioksidi vapautuvat kaasuna ilmakehään. Hiililähteenään bakteerit käyttävät jäteveden sisältämää orgaanista ainesta, mutta koska jäteveden laatu vaihtelee alituisesti, voidaan prosessiin tarvittaessa syöttää ulkoisena hiilenä esimerkiksi etanolia, glykolia tai metanolia. (Sohlo 2011.)

Denitrifikaatioprosessi voidaan toteuttaa eri menetelmillä, joita ovat esidenitrifikaatio, jälkidenitrifikaatio ja HYPRO-prosessi. Esidenitrifikaatiolle ominaista on se, että siinä denitrifikaatio suoritetaan ennen nitrifikaatiota. Tällöin denitrifikaatiobakteerit käyttävät hyödykseen jäteveden sisältämää orgaanista ainesta, jolloin niiden tarvitsema nitraatti saadaan kierrättämällä lietettä jälkimmäisestä nitrifikaatioaltaasta tähän denitrifikaatioaltaaseen. Tämän menetelmän hyötynä on se, että denitrifikaatiobakteerien tarvitsema riittävän orgaanisen hiililähteen, kemiallinen esipuhdistus voi olla tavallista vähäisempi. (Sohlo 2011.)

Jälkidenitrifikaatiossa typpiyhdisteet ja BOD hapetetaan ensin nitrifikaatiossa, minkä jälkeen jätevesi johdetaan denitrifikaatioprosessiin. Tällöin jätevedessä on bakteerien tarvitsemaa nitraattia mutta ei orgaanista ainesta, minkä vuoksi veteen on lisättävä ulkoista hiiltä kuten esimerkiksi glykolia. Tällä menetelmällä typpi saadaan poistettua tehokkaasti, mutta ulkoisten hiililähteiden kalliin hinnan vuoksi jälkidenitrifikaatio on yleensä yhdistetty esidenitrifikaation kanssa, jolloin kemikaalien kulutuksen ei tarvitse olla niin suuri. (Sohlo 2011.)

HYPRO-prosessissa biologinen ja kemiallinen puhdistus on yhdistetty, ja siinä pyritään käyttämään orgaaninen aines mahdollisimman tehokkaasti hyödyksi. Ensin esiselkeytyksellä erotetaan suurin osa orgaanisesta aineksesta. Tällöin nitrifikaatioon johdettava vähäorgaaninen jätevesi hidastuttaa nitrifikaatiota. Esiselkeytyksessä erotettu raakaliete hydrolysoidaan ja johdetaan denitrifikaatio-osaan bakteerien käytettäväksi. Menetelmässä käytetään siis hiililähteenä pelkästään jäteveden sisältämää hiiltä ja hydrolysoitua lietettä, eikä prosessiin tällöin tarvitse lisätä kemikaaleja erikseen. (Sohlo 2011.)

7 LIETTEEN KÄSITTELY

Jätevedenpuhdistuksen lopputuotteina ovat puhdistettu jätevesi ja siitä erotettu liete. Tähän lietteeseen on sitoutuneena suurin osa jätevedestä mekaanisesti, biologisesti ja kemiallisesti erotetuista epäpuhtauksista, joiden lisäksi liete sisältää käytettyjen saostuskemikaalien yhdisteistä. Liete koostuu suurimmaksi osaksi orgaanisesta materiaalista, kuten mikrobeista ja niiden aineenvaihdunnan tuotteista sekä niiden hajottamista epäpuhtauksista. Lisäksi lietteeseen on sitoutuneena sairauksia aiheuttavia patogeenejä, raskasmetalleja sekä saostuskemikaaleista johtuen myös metalli-hydroksideja ja metallifosfaatteja. (Lindquist ym. 2003, 173–174.) Suomessa syntyy vuodessa noin 150 000–160 000 tonnia kuivattua lietettä (Sohlo 2011). Käsittelemättömästä lietteestä noin 95 % on vettä. Tämä lietteen sisältämä vesi voidaan jakaa ominaisuuksiensa mukaan adheesio-, kapillaari- ja väliveteen sekä solun sisäiseen ja adsorptioveteen. Adheesio-, kapillaari- ja välivesi on mahdollista erottaa lietteestä luonnollisen tai koneellisen kuivatuksen avulla, mutta solun sisäisen ja adsorptioveden erottamiseen tarvitaan esimerkiksi termisten menetelmien käyttöä. Ennen lietteen hyötykäyttöä tai loppusijoitusta liete täytyy tiivistää, stabiloida, kunnostaa ja poistaa siitä vesi. (Mämmelä 2013.) Lietteen käsittely on yksi jätevedenpuhdistuksen kalleimmista prosesseista, sillä sen kulut ovat yleensä noin 40–60 % koko laitoksen kokonaiskustannuksista (Lindquist ym. 2003, 175).

Lietteen tiivistys tapahtuu joko laskeutuksella tai flotaatiolla. Yleensä esiselkeytyksessä erotettu liete tiivistetään laskeuttamalla se altaan pohjalle, ja flotaatiota puolestaan käytetään kemiallisesti tai biologisesti erotettujen lietteiden tiivistämiseen. (Lindquist ym. 2003, 175.)

Seuraavana lietteen käsittelyvaiheena on stabilointi. Koska liete on vielä tiivistyksen jälkeen biologisesti aktiivista, stabiloinnilla pyritään joko pysäyttämään orgaanisen materiaalin hajoaminen tilapäisesti tai lopullisesti. Stabilointi voidaan suorittaa esimerkiksi mädätyksen tai kalkin avulla. Stabilointi helpottaa lietteen jatkokäsittelyä ja vähentää sekä sen patogeenisten mikrobien määrää että hajuhaittoja. (Mämmelä 2013.)

Kunnostuksessa liete muokataan fyysisin tai kemiallisin menetelmin niin, että lietteen sisältämien mikrobien muodostama geelimäinen rakenne tuhoutuu, jolloin veden erottaminen lietteestä helpottuu (Mämmelä 2013). Tähän voidaan käyttää esimerkiksi kuivatusta tai kemikaaleja, kuten polymeeriä, kalkkia tai ferrikloridia (Sohlo 2011). Esimerkiksi kemiallisessa kunnostuksessa lietteen sekaan voidaan annostella sen mekaanista kestävyttä parantavaa polymeeriä. Polymeerin avulla lietteen sisältämät epäpuhtaudet saadaan sitoutumaan toisiinsa, jolloin lietteeseen muodostuu molekyyllitasolla huokosia, joiden kautta vesi poistuu helpommin. Samalla lietteen mekaaninen kestävyys paranee, jolloin se kestää paremmin vedenpoistolaitteiston, kuten lingon luoman rasituksen. Käytettävä polymeeri valitaan laitoksen lietteen koostumuksen mukaan. (Lindquist ym. 2003, 156 & 182–184.)

Vedenpoisto tehdään yleensä koneellisesti esimerkiksi lingon avulla, jolloin lietteen kuiva-ainepitoisuus saadaan nostettua 25–45 %:iin (Mämmelä 2013). Lietteiden kuivatukseen voidaan käyttää myös suotonauhapuristinta, kammiopuristinta tai ruuvipuristinta (Kemira n.d.). Lietteestä erotettu vesi, eli rejektivesi, johdetaan yleensä puhdistusprosessin alkuun. Tämän vuoksi tehokas vedenpoisto on ensiarvoisen tärkeää, sillä epäpuhtauksia sisältävä rejektivesi kuormittaa puhdistusprosessia huomattavasti. Huolimatta onnistuneesta vedenpoistosta rejektivesi sisältää aina siihen liuenneita epäpuhtauksia, kuten esimerkiksi ammoniumia ja rasvahappoja, jotka kuormittavat osaltaan puhdistusprosessia. (Lindquist ym. 2003, 171.)

Lopuksi liete käytetään hyödyksi tai loppusijoitetaan. Suomessa lietteestä 62 % käytetään viherrakentamiseen ja kaatopaikkojen maisemointiin, 33 % käytetään biokaasulaitoksien energiantuotantoon, 2 % käytetään maanviljelyn maanparannusaineena ja loput 2 % loppusijoitetaan kaatopaikalle tai käytetään muuten hyödyksi. (Hyyryläinen 2016.)

8 PIEKSÄMÄEN VESI OY

Pieksämäen vesi Oy on Pieksämäen kaupungin omistama osakeyhtiö. Osakeyhtiönä se on toiminut vuodesta 2016 lähtien. Liikelaitoksena Pieksämäen Vesi perustettiin vuonna 2007 kuntaliitoksen yhteydessä, jolloin Pieksämäen kaupunki ja Pieksänmaan kunta yhdistyivät. Nykyään Pieksämäen Vesi huolehtii kunnan noin 18 000 asukkaan vesihuollon palveluista, mihin kuuluvat sekä talousveden toimittaminen että jätevedenpuhdistaminen. (Pieksämäen Vesi Oy n.d.)

Pieksämäen Vedellä on jätevesien puhdistamista varten kolme jätevedenpuhdistamo, jotka ovat keskuspuhdistamo, Virtasalmen puhdistamo ja Haapakosken puhdistamo. Virtasalmen ja Haapakosken puhdistamot ovat entisten kuntien aikaisia pienikokoisia puhdistuslaitoksia. Virtasalmella

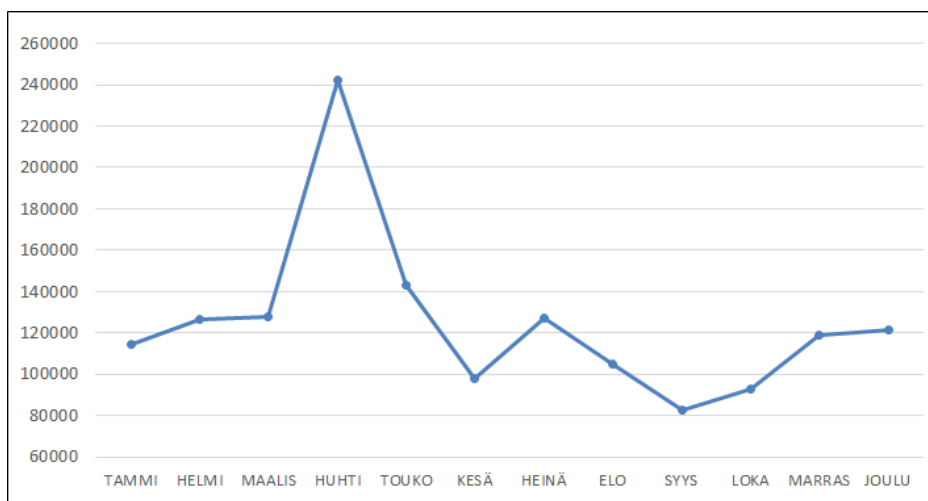
puhdistetaan noin 1000 asukkaan ja Haapakoskella noin 200 asukkaan jätevedet. Suurin osa Pieksämäen jätevesistä puhdistetaan siis keskuspuhdistamolla. Alueen viemäriverkosto on toteutettu erillisviemäröinnillä. (Aluehallintovirasto 2011, 3.)



Kuva 6. Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamo

9 PIEKSÄMÄEN KESKUSJÄTEVEDENPUHDISTAMO

Keskusjätevedenpuhdistamo on rakennettu vuonna 1974 ja se sijaitsee noin 2,5 kilometrin päässä Pieksämäen ydinkeskustasta. Jätevedenpuhdistus tapahtuu puhdistamolla kokonaan katetun hallin sisällä, jolloin lähialueen asukkaille ei aiheudu ollenkaan hajuhaittoja. Puhdistamo on aktiivilietemenetelmään perustuva biologis-kemiallinen, jälkiselkeytyksellä tehostettu rinnakkaissaostuslaitos. Puhdistamolla käytetään saostuskemikaaleina ferrosulfaattia ja rautapitoista alumiinisulfaattia (AVR). Flokkaukseen käytetään laitoksella polymeeriä, jota käytetään myös lietteen käsittelyssä. Puhdistamo on mitoitettu käsittelemään päivässä enintään 8 000 m³ jätevettä, 1 490 kg orgaanista ainetta (BOD₇) ja 69 kg fosforia. Keskimääräinen tulevan jäteveden määrä päivässä on 4 395 m³, ja vuosittain käsittelyn läpi kulkee yhteensä noin 1 600 000 m³ jätevettä (kuva 7, sivu 30.) Puhdistettu jätevesi johdetaan avo-ojia pitkin Vehka- ja Uuhilammen kautta Pieksänjärveen. (Aluehallintovirasto 2011, 2–3.)



Kuva 7. Puhdistetun jäteveden määrä (m³) kuukausittain vuonna 2016 (Hänninen 2017)

9.1 Jäteveden puhdistusvaatimukset

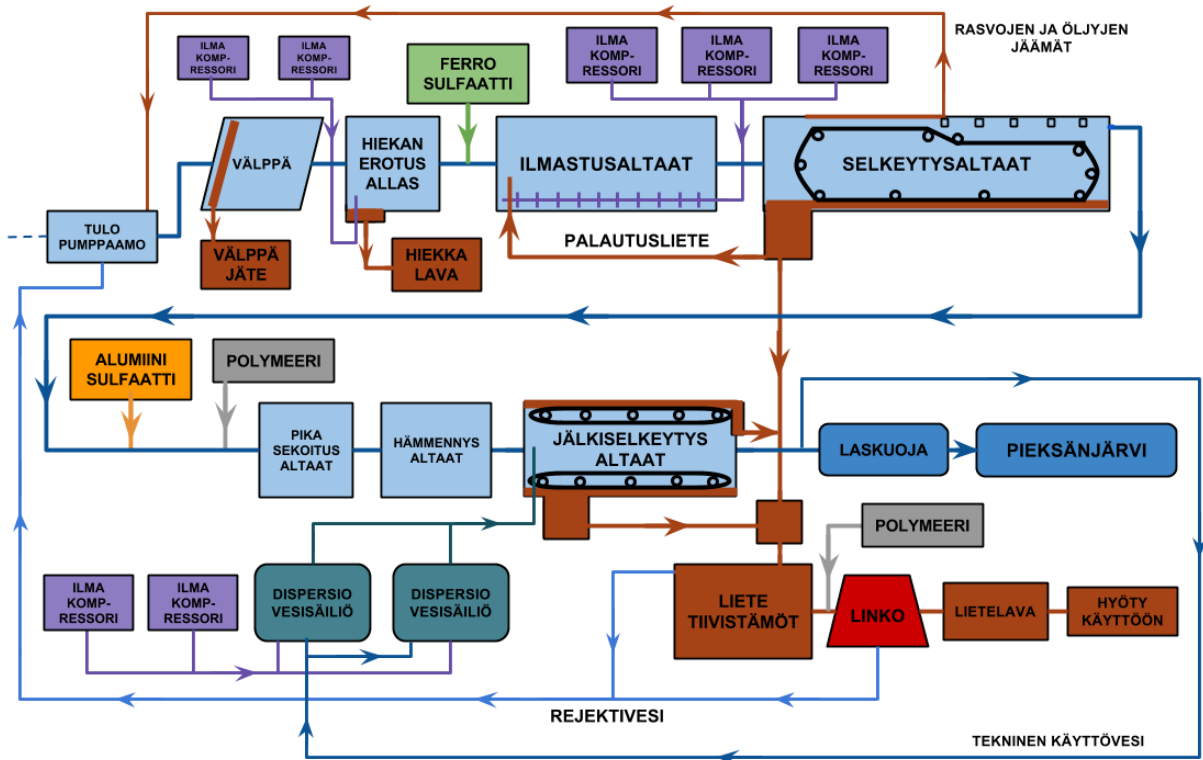
Puhdistamolle tuleva jätevesi sisältää yhdyskunta- ja teollisuusjätevesiä. Ympäristöluvan lupaehtojen mukaisesti jätevesi on puhdistettava laitoksella niin, että vesistöön johdettavan jäteveden biologisen hapenkulutuksen BOD_{7ATU}-arvo on enintään 10 mg O₂/l, fosforipitoisuus on enintään 0,3 mg/l, kiintoainepitoisuus on enintään 35 mg/l ja kemiallisen hapenkulutuksen COD_{Cr}-arvo on enintään 125 mg O₂/l. Prosentuaalisesti happea kuluttavan biologisen aineen (BOD_{7ATU}) poistoteho täytyy olla vähintään 95 %, fosforin osalta vähintään 96 %, kiintoaineen osalta vähintään 90 % ja happea kemiallisesti kuluttavan aineen (COD_{Cr}) osalta vähintään 75 %. Laitoksen puhdistustulokset ovat yleisesti olleet hyvällä tasolla; esimerkiksi vuosina 2008–2009 poistoteho fosforille oli keskimäärin 99 %, happea kuluttavalle biologiselle aineelle (BOD_{7ATU}) ja kiintoaineelle 98 %, kemiallisesti happea kuluttavalle aineelle (COD_{Cr}) 95 % sekä typelle 52 % (taulukko 8). Nitrifikaatioaste oli kyseisinä vuosina noin 59 %. Tutkimusten mukaan jätevedenpuhdistamon typpikuorman pienentämisellä ei todennäköisesti pystyttäisi kohentamaan Pieksänjärven tilaa, vaan merkittäväällä typpikuormituksen vähentämisellä voitaisiin päinvastoin lisätä sinilevien osuutta järven leväbiomassasta. (Aluehallintovirasto 2011, 5–10.)

Taulukko 8. Keskuspuhdistamon lupaehtojen mukaiset jäteveden puhdistusvaatimukset (Aluehallintovirasto 2011, 5)

Parametri	Pitosuus	Poistoteho
BOD _{7ATU}	enintään 10 mg O ₂ /l	vähintään 95%
Fosfori	enintään 0,3 mg/l	vähintään 96%
Kiintoaine	enintään 35 mg/l	vähintään 90%
COD _{Cr}	enintään 125 mg O ₂ /l	vähintään 75%

9.2 Keskuspuhdistamon jätevedenpuhdistusprosessi

Pieksämäen keskuspuhdistamon jätevedenpuhdistus perustuu Suomessa yleisesti käytettyyn mekaanis-biologis-kemialliseen prosessiin. Tässä prosessissa kiintoaine erotetaan ensin mekaanisesti, orgaaninen aines sekä typpi poistetaan biologisesti ja fosfori saostetaan kemiallisesti. (Vesilaitosyhdistys n.d.) Pieksämäen keskuspuhdistamolla jätevedenpuhdistus suoritetaan kaksilinjaisissa ja suorakaiteenmuotoisissa altaissa. Jäteveden esipuhdistus, eli välppäys ja hiekanerotus, on kuitenkin yksilinjainen. Jätevedenpuhdistuksen koko prosessikaavio on alla olevassa kuvassa.



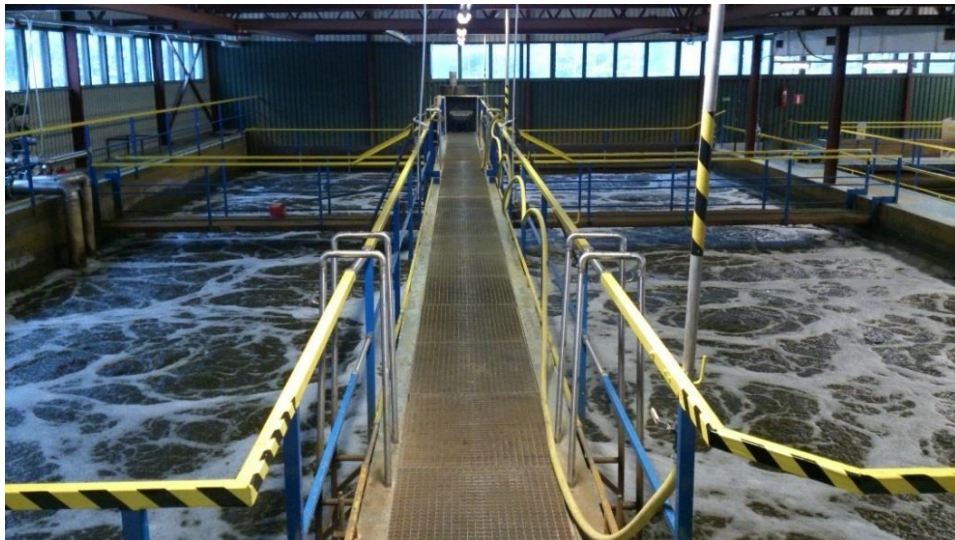
Kuva 8. Keskusjätevedenpuhdistamon prosessikaavio

Jätevesi pumpataan ensin tulopumppaamosta porrasvälppälle, jossa jäteveden sisältämät suurikokoiset kiintoaineet poistetaan mekaanisesti. Välppäyksen jälkeen vesi johdetaan hiekanerotusaltaaseen, jossa hiekanerotus tapahtuu. Hiekanerotusaltaasta vesi siirtyy Ilmastusaltaisiin, joissa ilmastoitus tapahtuu. Ilmastusaltaista vesi siirtyy Selkeytysaltaisiin, joissa selkeytys tapahtuu. Selkeytysaltaista vesi siirtyy Jälkiselkeytysaltaisiin, joissa jälkiselkeytys tapahtuu. Jälkiselkeytysaltaista vesi siirtyy Laskuojaan, josta vesi ohjautuu Pieksänjärveen. Prosessissa käytetään myös erilaisia kemikaaleja, kuten Ferro sulfaatti, Alumiini sulfaatti ja Polymeeri. Prosessissa on myös erilliset osat, kuten Liete tiivistämöt, Linkko, Lietelava ja Hyöty käyttöön. Prosessissa on myös erilliset osat, kuten REJEKTIVESI ja TEKNINEN KÄYTTÖVESI.

Hiekanerotuksen jälkeen jätevesi johdetaan biologiseen puhdistukseen, joka tapahtuu suurimmaksi osaksi ilmastusaltaissa (kuva 9, sivu 32). Jäteveden sisältämille mikrobeille luodaan ilmastuksen avulla suotuisat olosuhteet, jolloin ne suurina määrinä pystyvät hajottamaan epäpuhtauksia tehokkaasti. Ilmastusaltaissa tapahtuva biologinen puhdistus perustuu aktiivilieteprosessiin, jolloin suurin osa seuraavassa puhdistusvaiheessa eli selkeytyksessä erotetusta lietteestä pumpataan takaisin ilmastusaltaiden alkuun. Tämä liete sisältää vielä toimintakykyisiä mikrobeja, joten lietteen

kierrättämällä kompensoidaan ilmastusaltaasta jäteveden mukana pois kulkeutuvien mikrobien määrää.

Lisäksi ilmastusaltaissa tapahtuva jätevedenpuhdistus toimii rinnakkaissaostusperiaatteella, eli biologisen puhdistuksen rinnalla on lisänä kemiallinen puhdistus. Tässä laitoksen rinnakkaissaostuksessa ilmastusaltaisiin annostellaan saostuskemikaalina ferrosulfaattia, joka saostaa jätevedessä olevia epäpuhtauksia kuten fosforia.



Kuva 9. Ilmastusaltaat

Ilmastusaltaiden jälkeen jätevesi johdetaan selkeytysaltaisiin (kuva 10, sivu 33), joissa saostunut kiintoaine laskeutetaan altaiden pohjalle. Tämä laskeutunut liete kerätään lietekaapimilla selkeytysaltaiden lietetaskuihin, joista suurin osa lietteestä pumpataan takaisin ilmastusaltaisiin. Ylimääräinen liete johdetaan lietesakeuttamoihin. Selkeytysaltaiden pintaan kertyvä kevyt kiintoaine, kuten rasva ja öljy, poistetaan manuaalisesti käännettävän kourun avulla ja johdetaan takaisin puhdistusprosessin alkupäähän eli tulopumppaamoon. Puhdistunut jätevesi valuu ylivuotona selkeytysaltaiden pinnalla oleviin metallisiin kouruihin, joiden kautta jätevesi kulkeutuu puhdistusprosessin seuraavaan vaiheeseen.



Kuva 10. Selkeytysaltaat

Seuraavana vuorossa on täysin kemiallinen puhdistus, jossa jätevedeen anostellaan saostuskemikaalina rautapitoista alumiinisulfaattia (AVR) ja flokkauksemikaalina polymeeriä. Polymeerin lisäämisellä puhdistettavaan jätevedeen on saatu tehostettua flotaatioselkeytyksen toimintaa, minkä ansiosta laitoksen AVR:n kulutusta on pystytty puolestaan vähentämään (Aluehallintovirasto 2011). Tämän jälkeen jätevesi johdetaan pikasekoitusaltaaseen, jonka rakenteen ja pyörivän sekoittimen avulla luodaan veteen turbulenttisia virtauksia, jolloin alumiini- ja rautaionit saadaan kiinnittymään tehokkaammin poistettaviin epäpuhtauksiin.

Pikasekoitusaltaan jälkeen jätevesi johdetaan hämmennysaltaiden kautta viimeiseen puhdistusvaiheeseen, joka tapahtuu jälkiselkeytysaltaissa flotaation avulla (kuva 11, sivu 34). Jälkiselkeytysaltaiden alkupäähän johdetaan ilmakuplia sisältävää dispersioveettä. Ilmakuplat saavat hiutaleiset epäpuhtaudet nousemaan veden pinnalle, josta ne poistetaan pintalietekaapimien avulla. Altaiden pohjalle ajastaan laskeutunut flotaatioliete kerätään pohjalietekaapimilla ja pumpataan pintalietteen kanssa lietealtaaseen. Puhdistettu jätevesi puolestaan johdetaan laskuojaan, josta se kulkeutuu Vehka- ja Uuhilammen kautta lopulta Pieksänjärveen.



Kuva 11. Jälkiselkeytyksaltaat

Rinnakkaissaostuksessa ja jälkiselkeytyksessä syntynyt biologis-kemiallinen liete pumpataan lietealtaasta lietesakeuttamoihin, joiden tarkoituksena on tiivistää lietettä ja poistaa siitä ylimääräistä vettä. Ylimääräinen vesi poistuu ylivuotona metallisten kourujen kautta, ja se johdetaan takaisin puhdistusprosessin alkuun. Lietesakeuttamoista liete pumpataan lingolle, jossa lietteeseen lisätään polymeeriä vedenpoiston tehostamiseksi. Lingolta liete siirretään ruuvikuljettimen kautta lietelavalle (kuva 12). Lopulta liete viedään rekkakuljetuksella hyötykäytettäväksi Kuopiossa sijaitsevalle Gasumin biokaasulaitokselle. Keskuspuhdistamolla syntyy tätä lietettä vuodessa noin 3 000–3 200 tonnia.



Kuva 12. Noxon DC20-lietelinko ja lietelavat

10 KESKUSPUHDISTAMON HUOLTO- JA VIKATILANNEOHJEISTUS

Tähän huolto- ja vikatilanneohjeistukseen on kirjattu keskuspuhdistamon eri jätevedenkäsittelylaitteiden ja -altaiden huoltotoimenpiteet sekä toimintaohjeistukset niiden vikatilanteissa. Ohjeistus on suunniteltu laitospohjaisesti ottamalla huomioon keskuspuhdistamon laitteisto, toiminnot ja rakenteet. Huolto-ohjeistukseen on koottu laitoksella käytettävien laitteiden tärkeimmät huoltotoimenpiteet ja niiden huoltovälit. Huolto-ohjeistuksen yhteydessä kerrotaan lisäksi puhdistusprosessin eri vikatilanteiden mahdollisista syistä sekä toimenpiteistä niiden korjaamiseksi. Ohjeistuksen lopussa liitteinä ovat taulukot eri laitteiden huoltoväleistä. Ohjeistuksessa olevat tiedot on kerätty laitevalmistajien materiaaleista sekä laitoksen henkilökunnan haastatteluin.

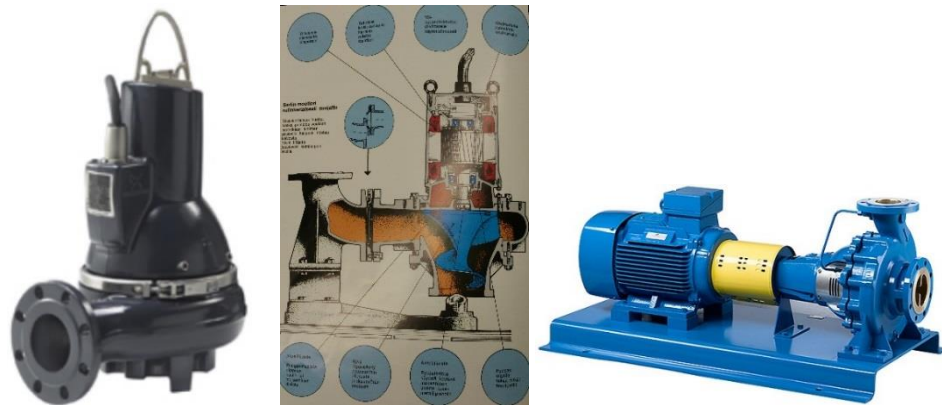
11 PUMPUT

Keskuspuhdistamolla jäteveden, teknisen veden ja kemikaalien pumppaamiseen käytetään lukuisia eri pumppuja. Laitoksella käytössä olevia pumputyyppejä ovat keskipakopumput, epäkeskoruuvipumput, kalvoannostelupumput ja mammuttipumput. Pumppujen toimintaa tulee tarkkailla päivittäin ja kiinnittää huomiota niiden ylikuumenemisiin, vuotoihin, epätaallisiin ääniin ja värinäihin (Nathanson & Schneider 2015, 175).

11.1 Keskipakopumput

Keskipakopumpun toimintaperiaate perustuu nimensä mukaisesti keskipakovoimaan. Tällöin pumpun keskiosaan tuleva neste pyrkii roottorin pyöriessä pumpun ulkoreunalle poistuen pumpun pesästä edelleen siirtoputkeen. (Ahonen n.d.) Keskipakopumppuja on saatavilla erilaisilla roottoreilla varustettuna, kuten tavallisilla spiraaliroottoreilla tai erikoisilla ruuviroottoreilla (kuva 13, sivu 36). Suurin osa Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamolla käytettävistä pumpuista on keskipakopumppuja ja niitä käytetään jäteveden, lietteen ja teknisen käyttöveden pumppaamiseen. Jäteveden pumppaamista varten tulopumppaamossa on kaksi ruuviroottorilla varustettua oppopumppua. Lisäksi muita tavallisella spiraaliroottorilla varustettuja oppopumppuja on varalla huoltotöitä varten. Samankaltaisilla oppopumpuilla siirretään myös selkeytysaltaan pohjalle kasaantuvaa liettä ilmastusaltaaseen palautuslietteenä ja ylijäämälietteenä lietealtaaseen. Tämä biologis-kemiallinen liete pumpataan samanmallisilla pumpuilla lietealtaasta edelleen lietesakeuttamoihin. Tiettyjä oppopumppuja voidaan käyttää sekä kuiva-asenteisina että oppoasenteisina, mutta toisia voidaan käyttää ainoastaan upotettuna nesteeseen ylikuumenemisen vuoksi. Teknistä käyttöä varten pumpataan erimallisilla keskipakopumpuilla lähtevän veden altaasta laitoksen sisäiseen kiertoan, josta vettä johdetaan edelleen muun muassa dispersiovesilaitteistolle. Keskipakopumput tulee

huolta säännöllisesti, vaihtaa niiden öljyt ja voidella niiden laakerit (Nathanson & Schneider 2015, 175).



Kuva 13. Erilaisia keskipakopumppuja (Grundfos n.d.a; Sarlin n.d.; Puwimex n.d.)

11.1.1 Huolto-ohjeet pumpulle Grundfos SV 03401501P

Huomio! Edellä mainitun Grundfossin pumppumallin (No: 96060298) huolto-ohjeet ovat todennäköisesti samankaltaisia seuraavissa vanhoissa Sarlin-pumpuissa, eikä niiden huolloissa pitäisi olla kovin suuria eroja.

Palautuslietepumppu:

Sarlin SV 044CH1501PZ (No: 133180)

Lieteallaspumppu:

Sarlin SV 014B3D (No: 141228)

Jälkiselkeytysaltaan pohjalietepumppu:

Sarlin SV 014B3D501 (No: 122301)

Pumpuille suoritetaan tarkistus vähintään kerran vuodessa tai 2 000 käyttötunnin jälkeen. Jos pumpuilla siirretään paljon lietettä tai hiekkaa sisältävää nestettä, tulee tarkistus suorittaa 1 000 käyttötunnin jälkeen. Ennen huoltotoimenpiteiden aloittamista varmistetaan, että pumppu on täysin virraton. Ensin pumppu huuhdellaan puhtaalla vedellä ja pumppua purettaessa edelleen osat huuhdellaan erikseen. Pumpusta tarkastetaan niiden tehonkulutus, öljyn pinta- ja laatu, kaapeliläpivienti, pumppuosat, kuulaakerit ja S1-sarjan pumpusta tarkastetaan lisäksi juoksupyörän imuvälys. (Grundfos 2010.)

Tehonkulutus

Tehonkulutuksen tarkastamiseen tarvittavat tiedot löytyvät tyyppikilvestä (Grundfos 2010).

Öljyn tarkastus ja vaihtaminen

Öljy on vaihdettava 2 000 käyttötunnin jälkeen tai vähintään kerran vuodessa. Öljyn tarkastuksessa ja vaihdossa pumppu asetetaan asentoon, jolloin yksi tarkastustulppa osoittaa ylöspäin. Öljypesässä saattaa olla ylipainetta, jolloin tulppaa ei saa poistaa ennen kuin kaikki ylipaine on purkautunut pois. Pumpun alle asetetaan keräysastia vuotavalle nesteelle, minkä jälkeen avataan sivulle osoittava tulppa tarkkaillen samalla öljyn pintaa. Pumpusta vuotava neste voi olla merkki alemman tiivisteen vuotamisesta, mikä voi olla kuitenkin normaalia. Tämän jälkeen pumppu käännetään antaen kaiken öljytilan nesteen valua keräysastiaan, mutta osa tästä öljystä kuitenkin kaadetaan puhtaaseen lasiastiaan, sillä tätä puhdasta öljyä voidaan käyttää uudelleen. Öljyn ollessa emulgoitunutta se on vaihdettava uuteen. Öljymäärän vähyys voi johtua toisiotiivisteen vuotamisesta, jolloin pumppu tulee toimittaa valtuutettuun huoltoliikkeeseen. Tämän jälkeen öljytila täytetään oikeaan tasoon käyttäen joko viskositeetin SAE 10 W 30 tai ONDINA 917 -öljyä. Samalla vaihdetaan tulppien O-rengastiivisteet, minkä jälkeen suljetaan ja kiristetään tulpat. (Grundfos 2010.)

Kaapeliläpivienti

Kaapeliläpiviennin vesitiiveys tarkastetaan ja varmistetaan, ettei kaapeleissa ole teräviä taitteita tai puristukseen jääviä kohtia (Grundfos 2010).

Pumppuosat

Pumppuosien, kuten juoksupyörän ja pumppupesän, kuluneisuus tarkastetaan ja vialliset osat vaihdetaan uusiin (Grundfos 2010).

Kuulalaakerit

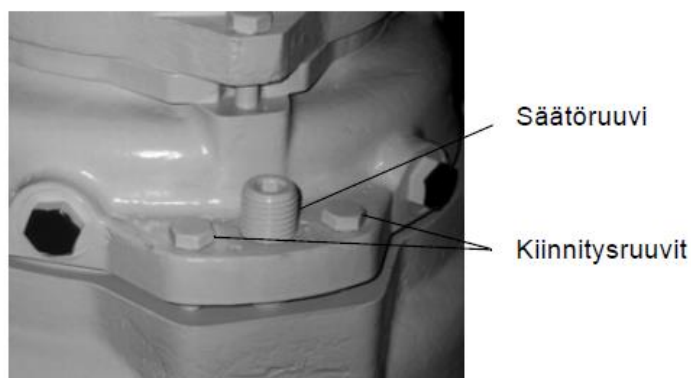
Kuulalaakerien toimivuus tarkastetaan pyörittämällä akselia käsin, jolloin akselin tulisi pyöriä äänettömästi ja kevyesti. Vialliset kuulalaakerit tai moottorin huono toimivuus viittaavat siihen, että pumppu tarvitsee täydellisten kunnostuksen. Vierintälaakerit tulee vaihtaa vähintään 25 000 käyttötunnin välein. (Grundfos 2010.)

Juoksupyörän imuvällys (vain S1-pumput)

Juoksupyörän imuvällyksen tarkastus ja säätö tehdään vain yksikanavapyöräpumpuille (S1-pumput). Imuvällyksen oikea arvo on 0,7 mm ± 0,2 mm. Välykset säädetään viimeistään sen kuluttua arvoon 1,2 mm tai sitä suurempaan. Välyksen säätömenetelmät vaihtelevat uppoasennettujen ja kuivaasennettujen pumppujen eri versioiden kanssa. (Grundfos 2010.)

Uppoasennetun pumpun imuvälyksen tarkastus:

Pumppu asetetaan vaaka-asentoon ja etsitään pumppupesän 6 kiinnitysruuvia sekä 3 säätöruuvia (kuva 14). Tämän jälkeen tarkastetaan juoksupyörän ja pumppupesän välinen välys rakotulkilla, minkä jälkeen pyöritetään juoksupyörää käsin tarkastaen se useasta kohdasta. Juoksupyörävällyksen ollessa säädettävä, noudatetaan seuraavassa kappaleessa mainittuja säätömenetelmiä. (Grundfos 2010.)



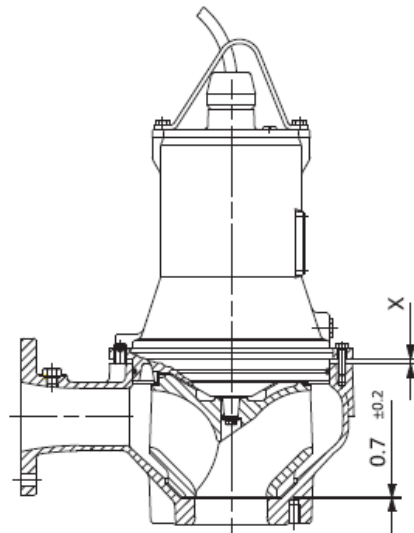
Kuva 14. Säätö- ja kiinnitysruuvien paikat (Grundfos 2010)

Uppoasennetun pumpun juoksupyörävällyksen säätäminen:

Ensin kaikki kiinnitys- ja säätöruuvit avataan pumppupesän ja moottorin välissä. Tämän jälkeen massavasaralla koputetaan pumppupesää useasta eri kohdasta, jolloin se saadaan irrotettua moottorista. Juoksupyörän imuvällys suljetaan kiristämällä 3 kiinnitysruuvia kunnes juoksupyörä koskettaa pumppupesää. Ruuveja ei saa kuitenkaan kiristää liikaa. Tämän jälkeen kiinnitysruuveja löysätään ja imuvällys asetetaan arvoon $0,7 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ kiristämällä säätöruuveista. Välyksen on oltava tasainen imuaukon kaikissa pisteissä. Lopuksi kaikki kiinnitysruuvit kiristetään ja tarkastetaan imuvällyksen pysyminen asetetuissa arvoissa. (Grundfos 2010.)

Kuiva-asennetun pumpun juoksupyörävällyksen säätäminen:

Juoksupyörän imuvällys voidaan säätää myös, kun pumppu on jalustallaan ja liitettyä putkistoon. Aluksi kaikki kiinnitys- ja säätöruuvit avataan pumppupesän ja moottorin välissä. Tämän jälkeen massavasaralla koputetaan pumppupesää useasta eri kohdasta, jolloin se saadaan irrotettua moottorista. Juoksupyörän imuvällys suljetaan kiristämällä 3 kiinnitysruuvia kunnes juoksupyörä koskettaa pumppupesää. Ruuveja ei saa kuitenkaan kiristää liikaa. Etäisyys x tiivistepesän ja pumppupesän välissä mitataan työntömitalla kolmesta eri kohdasta (kuva 15, sivu 39). Tämän jälkeen kiinnitysruuvit avataan ja moottori nostetaan $0,7 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ kiristämällä säätöruuveista käyttäen mittaa x viitteenä. Lopuksi kaikki kiinnitysruuvit kiristetään ja tarkastetaan, että mitat x kolmessa tarkastuspisteessä ovat pysyneet asetusarvoissaan (kuva 15, sivu 39). (Grundfos 2010.)



Kuva 15. Imuvälyksen säätäminen (Grundfos 2010)

11.1.2 Huolto-ohjeet pumpuille Grundfos SLV ja Grundfos SL1

Grundfos SLV.80.80.40.4.51D.C

(No: 9862470200100178)

Grundfos SL1.80.80.75.4.51D.B

(No: 968733590000038)

Pumpuille suoritetaan tarkistus vähintään kerran vuodessa tai 3 000 käyttötunnin jälkeen. Jos pumpulla siirretään paljon lietettä tai hiekkaa sisältäviä nesteitä, tulee tarkistus suorittaa useammin. Ennen huoltotoimenpiteiden aloittamista varmistetaan, että pumppu on täysin virraton. Ensin pumppu huuhdellaan puhtaalla vedellä ja pumppua edelleen purettaessa osat huuhdellaan erikseen. Pumpuista tarkastetaan niiden tehonkulutus, öljyn pinta- ja laatu, kaapeliläpivienti, pumppuosat, kuulalaakerit ja O-renkaiden kunto. (Grundfos 2016.)

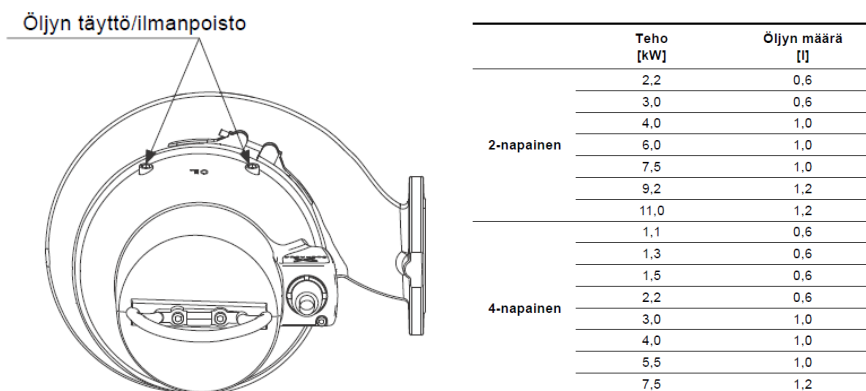
Tehonkulutus

Tehonkulutuksen tarkastamiseen tarvittavat tiedot löytyvät tyyppikilvestä (Grundfos 2016).

Öljyn tarkastus ja vaihtaminen

Öljy on vaihdettava 3 000 käyttötunnin jälkeen tai kerran vuodessa. Öljy tulee vaihtaa myös, kun akselitiiviste vaihdetaan. Pumppu asetetaan tasaiselle alustalle niin, että toinen öljyruuveissa osoittaa alas. Öljypesässä saattaa olla ylipainetta, jolloin ruuveja ei saa poistaa ennen kuin kaikki ylipaine on purkautunut pois. Öljyruuvien alle asetetaan keräysastia vuotavalle nesteelle, minkä jälkeen alempi öljyruuvi irrotetaan. Tämän jälkeen irrotetaan

myös ylempi öljyruuvi. Öljyn seassa voi olla vähän vettä, mikä voi olla täysin normaalia. Suurempi määrä vettä öljyn seassa voi kuitenkin merkitä sitä, että akselitiiviste on vaurioitunut. Öljyä taas ollessa liian vähän voi merkitä sitä, että akselitiiviste on viallinen. Tämän jälkeen puhdistetaan öljyruuvien tiivistepinnat ja pumppu asetetaan siten, että öljyruuvien aukot ovat vastakkain ja osoittavat ylöspäin (kuva 16). Tämän jälkeen öljytila täytetään oikeaan tasoon käyttäen joko viskositeetin SAE 10 W 30 tai ONDINA 917 -öljyä. Samalla vaihdetaan ruuvien tiivisteet, minkä jälkeen suljetaan ja kiristetään ruuvit. (Grundfos 2016.)



Kuva 16. Pumpun öljyntäyttöaukot ja SL1- ja SLV-pumppujen öljykammioiden öljymäärät (Grundfos 2016)

Kaapeliläpivienti

Kaapeliläpiviennin vesitiiveys tarkastetaan ja varmistetaan, ettei kaapeleissa ole teräviä taitteita tai puristukseen jääviä kohtia (Grundfos 2016).

Pumppuosat

Pumppuosien, kuten juoksupyörän ja pumppupesän kuluneisuus tarkastetaan ja vialliset osat vaihdetaan uusiin. Tarkat ohjeet pumppupesän ja juoksupyörän irrotukseen löytyvät pumpun ohjekirjasta sivulta 166. (Grundfos 2016.)

Kuulalaakerit

Kuulalaakerien toimivuus tarkastetaan pyörittämällä akselia käsin, jolloin akselin tulisi pyöriä äänettömästi ja kevyesti. Vialliset kuulalaakerit tai moottorin huono toimivuus viittaavat siihen, että pumppu tarvitsee täydellisten kunnostuksen. (Grundfos 2016.)

O-renkaat

Huoltojen yhteydessä puhdistetaan O-renkaiden urat ja tiivistepinnat ennen uusien osien asentamista paikoilleen. Lisäksi ennen kokoamista O-renkaat ja niiden urat pitää rasvata. (Grundfos 2016.)

11.1.3 Vaaka-asenteinen teknisen käyttöveden keskipakopumppu

Teknisen käyttöveden pumppu:

Moottorin numero: Grundfos MG 160LB2-42-F1 (No: 87310026)

11.2 Epäkeskoruuvipumput

Epäkeskoruuvipumpuissa roottorina toimii kaarteinen metallitanko (kuva 17). Tämä roottori pyörii kumisen staattorin sisällä ja muodostaa onteloita, joiden kautta siirrettävä neste siirtyy pumpussa eteenpäin. (AxFlow Oy n.d.) Tavallisesti epäkeskoruuvipumppuja käytetään ohuiden ja korkeaviskositeettisten nesteiden siirtämiseen (Allweiler Finland Oy Ab n.d.). Tämän vuoksi epäkeskoruuvipumppuja käytetään keskuspuhdistamolla lietteen ja polymeeriliuoksen siirtämiseen. Laitoksella liete siirretään epäkeskoruuvipumpuilla lietesakeuttamoista lingolle sekä polymeeriliuos siirretään kemialliseen puhdistukseen että lingolle.



Kuva 17. Epäkeskoruuvipumpun poikkileikkaus (Suptek Oy n.d.)

Epäkeskoruuvipumppujen mallinumeroita:

Lietesakeuttamo:

Seepex BN 35–6L (No: 240674)

Polymeeri, Dewa A-P 3:

Seepex BN 2–6L (321029)

Linko:

Seepex BTI 17–12 (No: 274249)

Kyseisten epäkeskoruuvipumppumallien huolto-ohjeet ovat tässä ohjeistuksessa sivuilla 70–71, 73–74 & 82–83.

11.3 Kalvoannostelupumput

Kalvoannostelupumppuja käytetään puhdistamolla ferrosulfaatti- ja AVR-liuoksien annostelemiseen jäteveteen (kuva 18, sivu 42). Tämänkaltaisten pumppujen tehoa voidaan säätää tarkasti ja helposti, jolloin ne soveltuvat

erinomaisesti juuri eri kemikaalien annosteluun. Kalvoannostelupumpun moottorin pyörivää liikettä muunnellaan kierukkavaihteella ja käännetään epäkeskorullalla lineaarisesti iskuliikkeeksi. Tämä iskuliike siirtyy työntötangon kautta annostuspään annostelukalvoihin. (ProMinent n.d.)



Kuva 18. Kalvoannostelupumppu varustettuna näytöllä (ProMinent n.d.)

Kalvoannostelupumppujen mallinumeroita:

Ferrosulfaatti:

ProMinent (**S2BAHM07220PVT0470S000**)

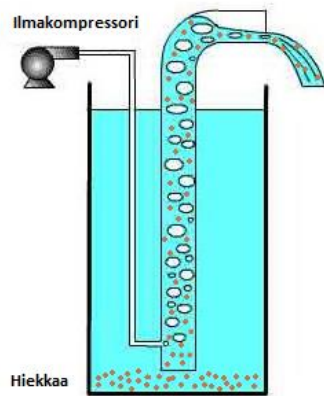
AVR:

ProMinent (**S3CBH040830PVTS170UA01010S0EN**)

Kyseisten kalvoannostelupumppumallien huolto-ohjeet ovat tässä ohjeistuksessa sivuilla 65–66 & 67–69.

11.4 Mammuttipumput

Mammuttipumput eroavat toimintatavallaan huomattavasti muista pumpuista (kuva 19, sivu 43). Mammuttipumpussa itsessään ei ole lainkaan juoksupyörää tai liikkuvia osia, vaan nesteen ja kiintoaineen nostaminen tapahtuu ilman avustuksella. Ilmakompressori tuottaa mammuttipumpun tarvitseman ilman, joka ohjataan pumpun alaosaan. Pumpun alaosassa olevan ilma-neste-seoksen tiheyden ollessa harvempi kuin ympärillä olevan nesteen, pumpussa oleva ilma-neste-seos nousee putkessa ylöspäin. Nesteessä oleva kiintoaine nousee samalla seoksen mukana. Mammuttipumpun etuna muihin pumpputyyppeihin verrattuna on se, että liikkuvien osien puuttuessa se soveltuu hyvin karheiden materiaalien siirtämiseen, jotka muuten kuluttaisivat tavallisten pumppujen osia. (Grundfos n.d.b.) Tämän vuoksi Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamolla mammuttipumppuja käytetään juuri muun muassa hiekan ja soran siirtämiseen hiekanerotusaltaan pohjalta. Altaan pohjalle laskeutuva raskaampi kiintoaine, kuten sora ja hiekka, pumpataan hiekkalavalle, josta hiekasta puhdistettu jätevesi palaa takaisin ylivuotona hiekanerotusaltaaseen.



Kuva 19. Mammuttipumpun toimintaperiaate (Wikipedia Commons)

12 TULOPUMPPAAMO

Tulopumppaamossa on kaksi ruuvimaisella roottorilla varustettua oppopumppua, jotka nostavat tulevan jäteveden puhdistamon välppäkanaavaan. Vedenpinnan noustessa tietylle tasolle tulopumppaamossa oleva paineanturi antaa signaalin oppopumpuille, jolloin ne alkavat pumpata niin kauan, että vedenpinta laskee tietylle korkeudelle. Yhden pumpun tukkeutuessa toinen pumpu pystyy nostamaan tulevan jäteveden määrän, mutta tulopumppaamossa olevan yläraja-anturin ansiosta tästä häiriöstä saadaan heti hälytys, jolloin korjaustoimenpiteet voidaan toteuttaa mahdollisimman pian. (Hänninen 2016.)

Tulopumppaamon pumppujen huolto

Tulopumppaamon ruuvipumppuihin on vaihdettava säännöllisesti öljyt. Pumppuihin on asennettu lämpöreleet, joiden laukeaminen merkitsee sitä, että pumput ovat mahdollisesti tukkeutuneet tai vioittuneet (Hänninen 2016). Ruuvipumppujen huolto tapahtuu todennäköisesti samalla tavalla kuin sivuilla 36–39 mainituissa huolto-ohjeissa.

13 VÄLPPÄ

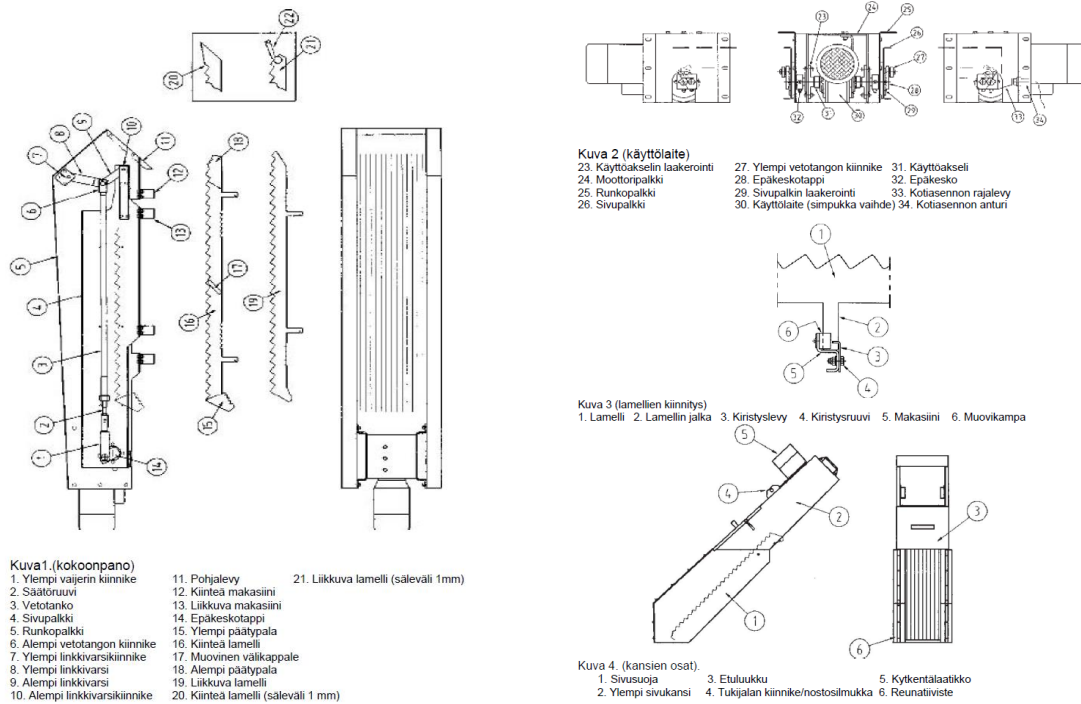
Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamolla on käytössä Hp Waste Water Management AB:n valmistama Step Screen L -porrasvälppä. Yritys on nykyisin nimeltään Hydropress Huber AB. Välppällä erotetaan laitokselle tulevasta jätevedestä suurikokoinen kiintoaines, kuten ruoantähteet ja paperi. Välppän säleikkö koostuu kahdesta lamellipaketista, joista toinen on liikkuva ja toinen kiinteä. Jätevesi kulkee tämän säleikön läpi, jolloin kiintoaines jää porrasmaisen säleikön pinnalle muodostaen ajan kuluessa välpe-

maton. Tämä välpematto toimii suodattimen tapaan, jolloin sen päälle kerääntyy yhä pienikokoisempaa kiintoainesta. Paksuuntuessaan välpematto patoaa kanavaan entistä enemmän jätevettä, jolloin vedenpinta välppäkanavassa nousee. Tästä välppäkanavaan asennettu pinnankorkeusanturi antaa käskyn ohjausyksikölle käynnistää välpän moottori. Tällöin säleikön liikkuva lamellipaketti nousee porrasmaisesti yhden askeleen ylöspäin siirtäen samalla välpematton kiinteän lamellipaketin päälle. Näin välpematto siirtyy säleikön päällä porras kerrallaan ylöspäin. Säleikön ylimmästä osasta välpematto tippuu kaukalon kautta välpepuristimelle, joka tiivistää välppäjätteen ja työntää sen lopuksi jätelavalle. (Hydropress Huber AB n.d.a.)

Välppäyksen yleisimpänä vikatilanteena voidaan pitää sitä, että välpälle tulee jäteveden mukana liian suuria kappaleita. Tällöin välpematto ei muodostu säleikön päälle kunnolla, eikä välpe silloin myöskään pysty nousemaan porraskäytävään. Välpän vikatilanteet voivat johtua myös itse välpän tai välpepuristimen vioittumisesta, automatiikan pettämisestä tai sähkökatkosta, jolloin voi muodostua tukoksia ja koitua ongelmia laitoksen muille puhdistusprosesseille. (Laaksonen 2017.)

13.1 Step Screen L -porrasvälpän käyttö ja huoltaminen

Porraskäytävän (kuva 20, sivu 45) ollessa käytössä sen kaikki suojakannet pitää olla paikoillaan ja lukittuina. Huoltojen jälkeen suojakannet täytyy myös muistaa laittaa takaisin paikoilleen. Porraskäytäjä on automaattinen ja itsepuhdistuva, mutta sen toiminta ja välpematton muodostuminen täytyy tarkastaa 1–2 kertaa päivässä. Tulopumppaamosta nostetun jäteveden laatu vaihtelee voimakkaasti, minkä vuoksi välpälle tulee usein joko liikaa tai liian suuria välpekappaleita, jolloin välpeen nouseminen porrastetusti ei onnistu kunnolla. Tällöin välppäkanavaan kasaantunut välpe ja suurikokoiset kappaleet täytyy siirtää manuaalisesti jätelavalle, jolloin välpematto pystyy nousemaan kunnolla säleikön päällä. Vikatilanteissa välpän automaattinen toiminta voidaan sammuttaa kokonaan tai laittaa se käsikäytölle ohjauskeskuksen käyttöpaneelista. (Hydropress Huber AB n.d.a.)



Kuva 20. Porrasväljän rakenne (Hydropress Huber AB n.d.a)

13.1.1 Viikon välein suoritettavat huoltotoimenpiteet

Viikon välein on tarpeen tarkastaa ja puhdistaa välppäkanavan pinnankorkeusanturi. Väljän liikkuviin osiin ja varsinkin sen taakse makasiinien sekä välpesuppilon ympärille kerääntyy välpettä, joka täytyy puhdistaa pois viikon välein. Tällöin avataan välpesuppilon luukku ja puhdistetaan väljän ja suppilon välinen liitos käyttäen pitkävirtista työkalua sekä lisäksi huuhtoen taaempien makasiinisuojaisten sisäpuolet puhtaiksi. Viikon välein täytyy myös tarkastaa, onko kanavan pohjalle väljän eteen tai taakse kasautunut suuria määriä hiekkaa. Lapion tai vastaavan työkalun avulla voidaan tarkastaa, onko hiekkaa kasaantunut kanavan pohjalle liikaa. Havaittaessa suuria määriä hiekkaa kanava täytyy tyhjentää ja puhdistaa. Jos välppä on tukkeutunut hiekan takia, täytyy kanava tyhjentää ja myös poistaa lamellien väliin jäänyt hiekka. Tällöin puhdistetaan lisäksi kanavan pohja sekä edestä että takaa. Välppää ei saa missään tapauksessa käynnistää, jos se on tukkeutunut. Kerran viikossa täytyy lisäksi tarkastaa lamellipaketit, niiden nostoliike ja nolla-asento (kotiasento). Tämä tehdään ensiksi käyttämällä välppää yhtäjaksoisesti, jolloin välppematto siirtyy ylöspäin ja lamellipaketit tulevat esille. Tämän jälkeen pysäytetään välppä ja huuhdellaan lamellipaketit puhtaiksi. Lamellipakettien kunto tarkastetaan myös samalla. Vääntyneet tai vahingoittuneet lamellipaketit vaihdetaan tarvittaessa uusiin. Nolla-asennon tarkistus tulee suorittaa väljän koko pituudelta ja leveydeltä. Yhden nostoliikkeen jälkeen liikkuvien lamellien pitäisi pysähtyä vaakatasoon kiinteiden lamellien kanssa, jolloin portaat ovat ns. tasaiset. 3–5 mm ero on kuitenkin vielä hyväksyttävää. Nolla-asennon ollessa väärä,

voidaan nolla-asennon paikanosoitinta kääntää, jolloin välppä saadaan py-sähtymään oikeassa asennossa. Nostoliikkeen tarkastamiseksi välppän alim-malle portaalte asetetaan neliskulmainen esine kuten puunpala, minkä jäl-keen välppän annetaan käydä yhtäjaksoisesti. Esineen kiivetessä portaittain ylöspäin katsotaan, tekeekö välppä täydellisen nostoliikkeen koko pituu-delta ja leveydeltä. Nostoliikkeen ollessa välppän alaosassa riittämätön, mutta yläosan lamellipintojen ollessa kuitenkin varsin tasaiset, on mahdol-lista, että linkkirenkaat ovat kuluneet tai pohja-askelmaan on kiilautunut hiekkaa. Linkkirenkaiden ollessa kuluneet otetaan yhteyttä Hydropress Hu-beriin tai jälleenmyyjään. Nostoliikettä tai nolla-asentoa ei saa missään ta-pauksessa korjata kiristämällä vaijeria. (Hydropress Huber AB n.d.a.)

13.1.2 Joka toinen kuukausi suoritettavat huoltotoimenpiteet

Joka toinen kuukausi tulee tarkastaa, kuuluuko välppän laakereista tai kie-rukkavaihteesta epänormaaleja ääniä ja onko kierukkavaihteessa tar-peeksi öljyä tai vuotaako sitä. Välppän laakereita ei tarvitse voidella, sillä ne ovat kestovoideltuja. Kuitenkin Step Screen L:n malleja, joissa on rasva-nippa vaijerin yläpäähän kiinnikkeessä, pitää voidella säännöllisesti joka toi-nen kuukausi. Kaikkien välppän vaihteiden ja laakerien kunto pitää kuitenkin tarkistaa säännöllisesti. Ennen tarkastustoimenpiteitä välppän tarkistusluu-kut avataan ja sivusuojat puretaan, minkä jälkeen välppän annetaan käydä yhtäjaksoisesti. Välppän käydessä kuunnellaan, kuuluuko vaijerin tai sivule-vyjen laakereista epänormaaleja ääniä. Samalla tarkastetaan myös välppän kummatkin sivut. Tämän jälkeen kuunnellaan, kuuluuko käyttöakselin laa-kereista tai kierukkavaihteesta epänormaaleja ääniä. Seuraavaksi suorite-taan vaihteen öljymäärän tarkistus. Jos Step Screen L -mallissa on kesto-voideltu vaihde, ei öljyä luonnollisesti tarvitse tarkistaa tai lisätä, mutta nii-den mallien vaihteisiin, joista löytyy öljyn lisäysmahdollisuus ja mittalasi, pitää öljy vaihtaa 4 vuoden välein. Veden päästessä vaihteeseen öljy muut-tuu sameaksi, jolloin uusi öljy pitää vaihtaa mahdollisimman nopeasti. Lo-puksi tarkastetaan vuotaako vaihteesta öljyä. (Hydropress Huber AB n.d.a.)

13.1.3 Kaksi kertaa vuodessa suoritettavat huoltotoimenpiteet

Epäkeskot:

Epäkeskot ja epäkeskoliikkeen tarkistus täytyy tehdä säännöllisin väliajoin. Tällöin ensin avataan välppän tarkistusluukut ja puretaan sen sivusuojat, minkä jälkeen välppän annetaan käydä yhtäjaksoisesti. Kiristysholkissa kie-rukkavaihteen ja käyttöakselin välissä ei saa olla väljyyttä. Käyttöakselista täytyy lisäksi tarkistaa, ettei se ole siirtynyt sivusuunnassa. Välppän molem-milta puolilta tarkastetaan, ettei kiristysholkissa käyttöakselin ja epäkesko-palan välissä ole väljyyttä ja että epäkeskopala ei ole siirtynyt alkuperäi-seltä paikaltaan. Vielä lopuksi tarkastetaan, ettei kiristysholkissa epäkes-koopalan ja epäkeskotapin välissä ole väljyyttä ja että epäkeskotappi ei ole siirtynyt paikaltaan. (Hydropress Huber AB n.d.a.)

Ylikuormitussuoja:

Ylikuormitussuojan toiminta täytyy tarkistaa ja säätää säännöllisesti. Ylikuormitussuoja suojaa välppää liian raskaalta kuormalta kuten hiekalta. Ylikuormitussuojan säätäminen täytyy tehdä aina normaalilla välpekuormalta. Ylikuormitussuoja säädetään niin, että välppä toimii vakaasti normaalikäytössä. Ylikuorman syntyessä pitää ylikuormitussuojan laueta. Ylikuormitussuojaa ei saa missään tapauksessa ohittaa. (Hydropress Huber AB n.d.a.)

Etupalkkien tiivistyslistat:

Etupalkkien kumisten tiivistyslistojen kunto ja tiiviys pitää tarkistaa säännöllisesti, sillä muuten välppäämätön vesi pääsee kulkemaan välpän ohi (Hydropress Huber AB n.d.a.)

Voimansiirtovaijeri/tangot ja ohjurit:

Voimansiirtovaijeri/tangot ja niiden ohjurit pitää tarkistaa säännöllisesti. Kiinnitysten ja ohjurien ollessa kuluneita, voimansiirtovaijeri/tangot voivat rikkoutua. Tarkistus tehdään ensiksi käyttämällä välppää yhtäjaksoisesti, jolloin välpematto poistuu. Tämän jälkeen välppä pysäytetään ja huuhdellaan puhtaaksi. Seuraavaksi välppä pitää nostaa kanavasta ja tueta vahvasti. Välpän suojakannet poistetaan sivuilta. Tämän jälkeen välppä koeajetaan tässä asennossa ja varmistetaan, että se käy vapaasti. Vaijerin/tankojen molempien puolien kiinnitykset ja vaijerin ohjurien kunto tarkastetaan. Tangoilla ei ole olemassa ohjureita. Lopuksi suojakannet laitetaan kiinni ja välppä lasketaan takaisin kanavaan. Vahingoittunut vaijeri pitää vaihtaa uuteen. (Hydropress Huber AB n.d.a.)

Vedenalaisten liikkuvien osien välpekertymät:

Käytön aikana välpän vedenalaisten liikkuvien osien ympärille kerääntyy välpettä, mikä voi johtaa lopulta välpän vahingoittumiseen. Tämän vuoksi näiden osien tarkastaminen ja puhdistaminen on tärkeää. Tarkistus tehdään ensiksi käyttämällä välppää yhtäjaksoisesti, jolloin välpematto poistuu. Tämän jälkeen välppä pysäytetään ja huuhdellaan puhtaaksi. Seuraavaksi välppä pitää nostaa kanavasta ja tueta vahvasti. Tämän jälkeen välppä huuhdellaan ja linkkujen ympärille sekä kansien sisäpuolelle kerääntynyt välpe puhdistetaan pois, minkä jälkeen suojakannet poistetaan ja välpekerääntymät puhdistetaan pois niiden sisäpuolelta. Välppä koeajetaan tässä nostetussa asennossa ja varmistetaan, että se käy vapaasti. Lopuksi suojakannet laitetaan kiinni ja välppä lasketaan takaisin kanavaan. (Hydropress Huber AB n.d.a.)

Kiinteiden lamellien päätypalat ja välikappaleet:

Kiinteiden lamellien päätypalat ja välikappaleet ovat valmistettu muovista, joten ne pitää säännöllisesti tarkastaa lamellien rikkoutumisen estämiseksi. Nämä osat pitävät lamellien sälevälit ja jäykkyydet vakioina väljän koko pituudelta. Tarkistus tehdään ensiksi käyttämällä välppää yhtäjaksoisesti, jolloin välpematto poistuu. Tämän jälkeen välppä pysäytetään ja huuhdellaan puhtaaksi. Seuraavaksi välppä pitää joko nostaa kanavasta ja tukemalla vahvasti tai vaihtoehtoisesti tyhjennetään koko kanava, jolloin koko välppäkanava etu- ja takapuolelta tulee esille. Väljän ala- ja yläpään päätypalat sekä välikappaleet tarkastetaan. Tarvittaessa kuluneet tai puuttuvat osat vaihdetaan uusiin, minkä jälkeen välppä kasataan kokoon. (Hydropress Huber AB n.d.a.)

KytKentärasia ja ohjauskaappi:

KytKentärasiaan ja ohjauskaappiin voi kerääntyä ajastaan kondensointivettä. Tällöin kytKentärasia avataan ja kerääntynyt kosteus kuivataan pois, sekä samalla tarkastetaan kaapelien kunto. Lopuksi kansi suljetaan. Tämän jälkeen ohjauskaapin ovi avataan ja kosteus kuivataan pois, sekä kaapeleiden ja johdinnipun kunnot tarkastetaan. Lopuksi ovi suljetaan. (Hydropress Huber AB n.d.a.)

13.1.4 Väljän korjaustoimenpiteet

Väljän korjaustoimenpiteiden ohjeet ja painopisteet väljän nostamista varten löytyvät väljän käyttöoppaasta. Käyttöoppaasta löytyvät myös väljän moottorin ja vaihteiden voiteluohjeet. Moottori ja vaihteet voidellaan, jos ne eivät ole kestovoideltuja. Tällaisten vaihteiden öljynvaihto suoritetaan noin 4 vuoden välein. (Hydropress Huber AB n.d.a). Alla olevassa taulukossa on Step Screen L 2000:n varaosaluettelo.

Taulukko 9. Step Screen L 2000:n varaosaluettelo ja osien keskimääräiset käyttöajat (**Huomio! Keskuspuhdistamon välppä ei välttämättä ole juuri tämä malli 2000.** Tiedot muista malleista löytyvät käyttöoppaasta) (Hydropress Huber AB n.d.a)

SSL 2000	Käyttöaika 2 v		Käyttöaika 5v	
	165 - 765	865 - 1565	165 - 765	865 - 1565
Tehokas väljän leveys	165 - 765	865 - 1565	165 - 765	865 - 1565
Alempi päätypala (3 mm)	10 st.	30 st.	kaikki	kaikki
Alempi päätypala (6 mm)	6 st.	20 st.	kaikki	kaikki
Muovinen välikappale (3 mm)	30 st.	90 st.	kaikki	kaikki
Muovinen välikappale (6 mm)	30 st.	90 st.	kaikki	kaikki
Kiinteä lamelli (3 mm)	4 st.	8 st.	10 st.	20 st.
Kiinteä lamelli (6 mm)	4 st.	8 st.	10 st.	20 st.
Liikkuva lamelli	4 st.	8 st.	10 st.	20 st.
Voimansiirtovaijeri		1 + 1	1 + 1	2 + 2
Linkkilaakeri (setti)		1 + 1	2 + 2	2 + 2
Ylemmän laakerikiinnityksen laakerit		1 + 1	2 + 2	2 + 2

13.2 Välpepuristin HP2

Välpän erottama kiintoaines kuivatetaan, tiivistetään pienempään kokoon ja siirretään välpelavalle Hp Waste Water Management AB:n valmistamalla HP2 mäntäpuristimella (kuva 21). Puristin toimii siten, että puristusputkessa liikkuva mäntä liikkuu puristaen välpettä poistoputkeen. Samaan aikaan paineen vaikutuksesta puristusalueella olevien reikien kautta osa välpeen sisältämästä vedestä poistuu suodoksen keräyssäiliöön. Tämän jälkeen mäntä vaihtaa suuntaansa ja palaa nolla-asentoonsa (kotiasento). Mäntää liikuttaa hydraulisyliinteri. (Hydropress Huber AB n.d.b.)

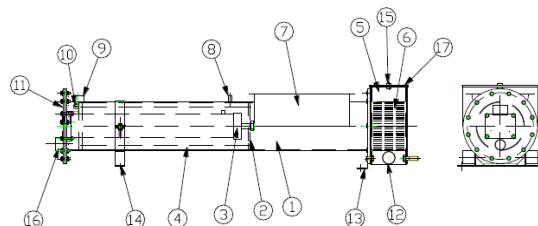


Fig. 1	
1. Puristusputki	10. Huuhteluveden liityntä (takana)
2. Puristuslevy	11. Sylinterin kiinnike
3. Hydraulisyliinteri	12. Suodoksen poisto (edessä)
4. Puristusmäntä	13. Tukijalka (edessä)
5. Suodoksen keräyssäiliö	14. Tukijalka (takana)
6. Puristusalue	15. Huuhteluveden liityntä (edessä)
7. Syöttökaukalo	16. Suodoksen poisto (takana)
8. Täyttöanturi (optio)	17. Rejektiveden säiliön kansi
9. Kotiasennon anturi (standardi)	

Kuva 21. Välpepuristimen rakenne (Hydropress Huber AB n.d.b)

13.3 Välpepuristimen HP2 huolto

Välpepuristin on varsin helppokäyttöinen ja -hoitoinen, mutta vaatii säännöllistä huoltoa sekä ajoittaista puhdistusta.

13.3.1 Viikon välein suoritettavat huoltotoimenpiteet

Jokaviikkoisia huoltotoimenpiteitä ovat välpekasautumien poistaminen syöttökaukalon reunoilta, välpekasautumien puhdistus suodoksen kaukalosta ja välpeen liikkumisen tarkastus. Huoltotöiden ajaksi puristimesta täytyy katkaista virta pääkatkaisijasta. (Hydropress Huber AB n.d.b.)

Syöttökaukalon reunojen välpekasautamat:

Syöttökaukalon reunojen välpekasautamat poistetaan ensin katkaisemalla virta sekä puristimesta että välpestä. Tämän jälkeen syöttökaukalo puhdistetaan käyttäen apuna pitkävartista työkalua. Lopuksi syöttökaukalo huuhdellaan. (Hydropress Huber AB n.d.b.)

Suodosveden keräyssäiliö:

Puristusosan reikien kautta suodosvesi kulkeutuu keräyssäiliöön. Näiden reikien kautta välpeen on mahdollista puristua myös keräyssäiliöön, joten sen säännöllinen puhdistus on tärkeää. Keräyssäiliö puhdistetaan ensin avaamalla kansi ja huuhtelemalla säiliö vedellä. Lopuksi kansi kiinnitetään varovasti paikalleen vaurioittamatta tiivisteitä. (Hydropress Huber AB n.d.b.)

Puristusjaksot:

Välpeen liikkuvuutta ja koostumusta kannattaa seurata tietyin väliajoin. Puristusjaksojen määrää täytyy säätää välpeen määrän ja kosteisuuden mukaan niin, että puristettavaa välpettä ei ole liian vähän eikä liikaa. Puristusjaksoja pitää vähentää, jos välpe on liian kuivaa, ja vastaavasti puristuskertoja pitää lisätä, jos välpe liian märkää. Välpeen viipymä poistoputkessa ei saa ylittyä viikolla, sillä tällöin välpe voi kuivua putkeen kiinni. (Hydropress Huber AB n.d.b.)

13.3.2 Joka toinen kuukausi suoritettavat huoltotoimenpiteet

Joka toinen kuukausi tehtävät huollot ovat puristimen puhdistus, putkiliitosten ja suodoksen vuotojen sekä männän kunnan tarkastus.

Puristimen puhdistus:

Puristin täytyy huuhdella painepesurilla varoen kuitenkin suihkuttamista hydrauliyksikköön, sillä silloin vettä saattaa kulkeutua öljysäiliöön ja sähkömoottoriin. Ennen huuhtelua katkaistaan virta sekä puristimesta että välpystä, minkä jälkeen puristin huuhdellaan sisä- ja ulkopuolelta. Tämän jälkeen sylinterin kiinnike eli taaempi laippa irrotetaan ja mäntää vedetään varovasti ulos sylintereiden ja laippojen kanssa noin 10 cm sekä huuhdellaan. Samalla kuitenkin täytyy varoa vahingoittamasta letkuja ja putkia. Lopuksi mäntä kasataan kokoon. (Hydropress Huber AB n.d.b.)

Vuotojen tarkastaminen:

Putkiliitoksien, hydrauliletkujen, suodatuksen keräyssäiliön ja muiden liitosten vuodot täytyy tarkastaa säännöllisesti, jotta puristimen toimintakyky saataisiin pidettyä mahdollisimman hyvänä. Tietyin väliajoin pitää tarkastaa myös männän kunto. Männän ja puristusputken välissä olevan raon ollessa 8–10 mm, pitää mäntä vaihtaa uuteen. (Hydropress Huber AB n.d.b.)

13.3.3 Kerran vuodessa suoritettavat huoltotoimenpiteet

Puristimen hydraulioöljyn vaihtaminen tehdään kerran vuodessa. Muuten öljy täytyy vaihtaa vain silloin kun se on joko ylikuumentunut tai muuttunut valkoiseksi, eli kun vettä on päässyt öljyn sekaan. Öljynvaihdon yhteydessä öljysäiliö täytyy avata ja tyhjentää, minkä jälkeen se pitää puhdistaa ja kuivata sisältä. Öljysuodatin pitää vaihtaa jokaisen öljynvaihdon yhteydessä. Suositeltava hydraulioöljy on Binol Hydrap, mutta muita sopivia öljyjä ovat: Shell Tellus T 32, Mobil SHS 32, BP Biohyd 46 tai Castrol Hyspin AWH 32. (Hydropress Huber AB n.d.b.)

Välpepuristimen korjaustoimenpiteiden ohjeet löytyvät sen käyttöopasta.

14 HIEKANEROTUS

Hiekanerotusaltaassa raskas kiintoaines laskeutuu altaan pohjalle, josta se pumpataan mammuttipumpuilla hiekkalavalle. Hiekasta puhdistettu vesi palaa ylivuotona hiekkalavalta takaisin puhdistusprosessiin. Mammuttipumpun ilmakompressorien ansiosta tuleva jätevesi esi-ilmastuu osittain hiekanerotusaltaassa, mikä vähentää hieman ilmastusaltaiden kompressoireiden taakkaa. Hiekkalava tyhjenetään noin 6 kuukauden välein, ja koko hiekanerotusallas tyhjenetään sekä huolletaan 2 vuoden välein. Ilmakompressorit huoltaa säännöllisesti kompressorihuoltaja. (Hänninen 2016.)

Väljän ollessa vakavasti tukkeessa tuleva jätevesi ei välttämättä pääse hiekanerotusaltaaseen. Hiekanerotusaltaan tyhjennyspumpun eli mammuttipumpun vioittuessa hiekka pääsee kulkeutumaan ilmastusaltaisiin ja voi tällöin aiheuttaa ongelmia puhdistusprosessille ja laitteistolle. (Laaksonen 2017.)

15 ILMASTUSALTAAT

Ilmastusaltaita on kaksi ja niiden tilavuudet ovat 650 m³. Ilmastusaltaat toimivat biologisen puhdistuksen prosessialtaina, joissa jäteveden sisältämät mikrobit hajottavat biologista materiaalia. Mikrobin pitämiseksi aktiivisina altaiden pohjalta johdetaan ilmastimien kautta kompressoitua ilmaa. Kuolevien ja ilmastusaltaasta jäteveden mukana pois kulkeutuvien mikrobin hävikkiä kompensoidaan pumppaamalla ilmastusaltaiden alkuun selkeytysaltaiden pohjalle laskeutunutta mikrobeja sisältävää lietettä. Tämän aktiivilieteprosessin tasapainossa ylläpitäminen on vaativaa ja edellyttää sen jatkuvaa seurantaakin sekä säätöä, sillä laitoksen ilmakompressoireiden

tehonsäätö ei ole täysin automaattinen, minkä lisäksi biologiseen puhdistukseen johdettavan jäteveden laatu vaihtelee vuorokauden aikana voimakkaasti. Tämän biologiseen puhdistukseen johdettavan jäteveden laadun vaihtelun suurimpana syynä on se, että laitokselta puuttuu esiselkeytys, jolla saataisiin tasattua tulevan jäteveden laatua ja kuormitusta ennen sen johtamista biologiseen puhdistukseen. Lisäksi esiselkeytyksellä olisi mahdollista poistaa osa biologisesta materiaalista jo ennen itse biologista puhdistusta. (Hänninen 2016.)

Vakavin biologiseen puhdistukseen kohdistuva laitteistovika on ilmakompressorien voittuminen tai automatiikan pettäminen. Tällöin ilmastusaltaisiin ei saada tarpeeksi happea ja biologinen puhdistustulos jää hyvin heikoksi. Ajoittainen ja luonnollinen ilmastusaltaiden vikatilanne on se, että tulevan jäteveden orgaanisen aineen määrä ylittää prosessin puhdistuskapasiteetin, jolloin veden happipitoisuus romahtaa. Tämä huonontaa puhdistustehoa mutta yleensä vain tilapäisesti. Ilmastusaltaiden pinnalla olevien jäteveden happipitoisuutta mittaavien happianturien tukkeutuessa ilmakompressorit puolestaan alkavat käydä kovemmalla teholla, jolloin sähkönkulutus kasvaa ja kompressorit ylikuumenevat. (Laaksonen 2017.)

15.1 Ilmastusaltaiden huoltotoimenpiteet

Aktiivilieteprosessin toiminnan ylläpitämiseksi optimaalisena, ilmastusaltaiden eri toiminnoille täytyy suorittaa säännöllisesti huoltotöitä.

15.1.1 Päätyharojen puhdistaminen

Ilmastusaltaiden loppupäässä ovat haarukkamaiset päätyharat, joihin väljän ohi päässeet ohuet kiintokappaleet jäävät kiinni. Päätyharojen tyhjentäminen tapahtuu manuaalisesti ja se suoritetaan vähintään kaksi kertaa viikossa. (Hänninen 2016.)

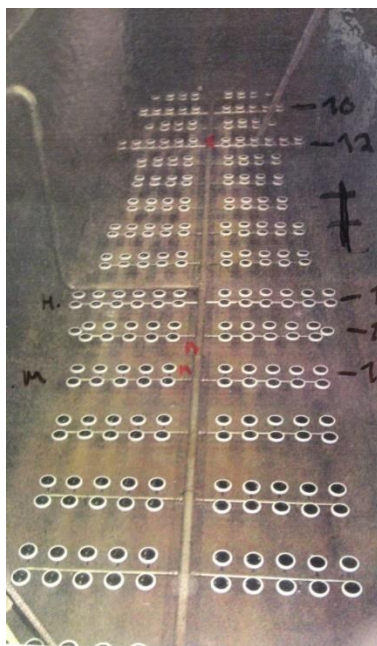
15.1.2 Happianturien puhdistaminen

Ilmastusaltaisiin on asennettu happianturit, jotka mittaavat jäteveden happipitoisuutta. Nämä anturit ohjaavat automaattisesti ilmakompressorien tehoa laskien ja nostaen sitä. Kompressorien säätö ei ole kuitenkaan täysin automaattinen, sillä apukompressori on käynnistettävä manuaalisesti, kun biologisen kuormituksen havaitaan olevan liian korkea. Optimaalinen hapen määrä ilmastusaltaassa on noin 2,0 O₂ mg/l. Kompressorit kuluttavat toimiessaan paljon sähkövirtaa, minkä vuoksi ilmastus on yksi puhdistamon kalleimmista toiminnoista. Tämän vuoksi happianturien kunnossapito on tärkeää, jotta ilmakompressorit eivät käy liian suurella teholla kuluttaen turhaan energiaa. Esimerkiksi happianturien tukkeutuessa kompressorit alkavat käydä entistä suuremmalla teholla kuluttaen entistä enemmän sähköä ja ylikuumentaen kompressoreita. Tämän vuoksi happianturit on puhdistettava huolellisesti vähintään 2 viikon välein. Lisäksi

happianturien päät tulee vaihtaa noin 2 vuoden välein, jotta mittaustulokset pysyisivät tarkkoina. Osan numero on 9021150. (Hänninen 2016.)

15.1.3 Ilmastimien puhdistaminen ja huoltaminen

Ilmastusaltaan ilmastusputkisto (kuva 22) puhdistetaan 2 vuoden välein muurahaishapolla. Lisäksi ilmastusaltaan pohjalla olevat ilmastimet ja niiden kumikalvot puhdistetaan sekä tarkastetaan 2 vuoden välein, jolloin tämän ajaksi kaikki tuleva jätevesi joudutaan ohjaamaan kulkemaan toisen ilmastusaltaan kautta. Tämän vuoksi huolto tulee suorittaa silloin kun jäteveden biologinen kuormitus on mahdollisimman alhaisella tasolla. (Hänninen 2016.)

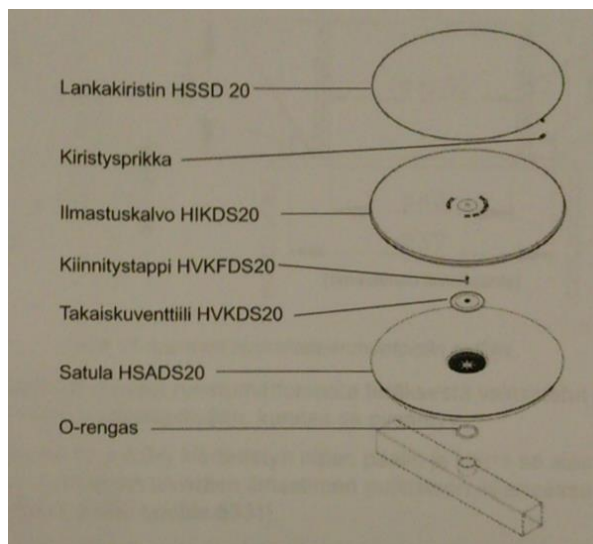


Kuva 22. Ilmastusaltaan pohjalla olevat ilmastimet ja ilmastusputkisto (Hänninen 2016)

Ilmastimien tukkeutuminen voi tapahtua joko ilmantulopuolelta tai neste-puolelta. Ilmantulopuolen tukkeutuminen voi johtua ilman epäpuhtauksista, putkirikosta tai -vuodosta, putkiston korroosiosta tai hitsausjänteistä, kompressorin ilmansuodattimen huonosta kunnosta tai kompressorin äänenvaimentimen rikkoutumisesta. Nestepuolen tukkeutumisen syynä voi olla raudan, kalsiumin tai magnesiumin kemialliset saostumat, jäteveden öljy, rasva, orgaaninen kiintoaine, hiekka, hiesu tai mikrobien kasvustot ilmastimissa. Ilmastimien tukkeutuessa ilmastusjärjestelmän vastapaine ja sähkönkulutus kasvavat. Tukkeutumisesta voi kertoa myös vedenpinnan kuplimisen epätasaisuus. (ABS n.d.)

Ilmastusputkisto puhdistetaan muurahaishapolla käyttämällä siihen tarkoitettua puhdistuslaitteistoa. Tämän jälkeen ilmastusallas tyhjenetään lopettamalla ensin jäteveden ja palautuslietteen syöttäminen altaaseen,

pitäen kuitenkin ilmastus samalla käynnissä. Vedenpinnan laskiessa ilman-syöttöä kuristetaan vedenpinnan vastapaineen laskiessa. Ilmamäärän al-kuperäinen arvo ei saa kuitenkaan missään vaiheessa ylittää 50 millibaa-rilla. Tässä alkuperäisellä arvolla tarkoitetaan puhtailla ilmastimilla aloitta-essa mitattua arvoa. Ilmastusaltaan vedenpinnan ollessa tarpeeksi ilmastimien alapuolella ilmantulo ilmastimiin pysäytetään. Tämän jälkeen ilmas-timet puhdistetaan painepesurilla ja tarkastetaan tiivisteiden kunnot. Su-coflow DS 20 -ilmastimien (kuva 23) nipat ja hitsausseamat tulee tarkistaa huolellisesti ruosteen varalta. Puhdistamisen jälkeen ilmastimien toiminta tarkastetaan päästämällä niihin ilmaa, jolloin nähdään mitkä ilmastimet ovat tukkeessa. Tämän jälkeen tukkeentuneet ilmastimet merkitään. Jos ilmastimet ovat takaiskuventtiilisiä, toimimattomia ilmastimia kopaute-taan varovasti, katsoen samalla vapautuuko niiden takaiskuventtiilien kuu-lat. Jos tämä ei auta, täytyy ilmastin avata ja vaihtaa sen takaiskuventtiili uuteen. Tämän jälkeen kalvo pestään käsin lämpimän veden alla. Lopuksi ilmastin kasataan kokoon, minkä jälkeen ilmankulkeminen tarkastetaan. (ABS n.d.)



Kuva 23. Sucoflow DS 20 -ilmastimen rakenne (ABS n.d.)

15.1.4 Ilmakompressoreiden huoltaminen

Ilmakompressorit huoltaa säännöllisesti kompressorihuoltaja (Hänninen 2016).

16 SELKEYTYSALTAAT

Selkeytysaltaita on kaksi ja niiden tilavuudet ovat 250 m³. Ilmastusaltaissa ja selkeytysaltaissa saostuneet epäpuhtaudet laskeutetaan selkeytysaltaiden pohjalle, josta ne siirretään lietekaapimien avulla selkeytysaltaiden alkupäiden lietetaskuihin. Näistä lietetaskuista liete pumpataan edelleen palautuslietteenä ilmastusaltaiden alkuun ja ylijäämäliete pumpataan lietealtaaseen. Selkeytysaltaissa puhdistettu jätevesi siirtyy metallisten kourujen kautta ylivuotona pikasekoitusaltaaseen. (Hänninen 2016.)

Selkeytysaltaiden vakavampana vikatilanteena voidaan pitää lietekaavinjärjestelmän vioittumista, jolloin lietettä ei saada kerättyä pois altaiden pohjalta. Vikatilanteen pitkittyessä puhdistustulos huononee. Vakava vikatilanne on myös kaikkien palautuslietepumppujen samanaikainen vioittuminen, jolloin biologiseen puhdistukseen tarvittavaa palautuslietettä ei saada pumpattua takaisin ilmastusaltaaseen. (Laaksonen 2017.)

16.1 Selkeytysaltaiden huoltotoimenpiteet

Selkeytysaltaiden laitteiden ollessa varsin huoltovapaita, suurin huolenaihe ja seuranta koskevat aktiivilieteprosessiin pumpattavan palautuslietteen määrää. Selkeytysaltaita täytyy kuitenkin puhdistaa ja huoltaa viikoittain, minkä lisäksi 2 vuoden välein altaat täytyy tyhjentää ja tarkastaa niiden lietekaapimien kunto. (Hänninen 2016.)

16.2 Päätyallas

Selkeytysaltaita ennen olevan päätyaltaan pinnalle kerääntyä ajastaan kevyttä lietettä ja ilmastusaltaiden päätyharojen ohi päässeitä ohuita kiintokappaleita. Tätä pinnalle muodostuvaa lietekeerosta täytyy pehmentää lähes päivittäin käyttäen teknistä käyttövetä.

16.3 Pintaan nousevien epäpuhtauksien poistaminen

Kaikkea jäteveden sisältämää orgaanista materiaalia ei saada poistettua biologisessa puhdistuksessa kerralla, vaan osa siitä kulkeutuu aina selkeytysaltaisiin sellaisenaan. Tällaiset vettä kevyemmät epäpuhtaudet, kuten rasvat ja öljyt, nousevat selkeytysaltaissa jäteveden pinnalle ja pysähtyvät pinnalla oleviin kääntökouruihin, joilla nämä epäpuhtaudet johdetaan manuaalisesti takaisin laitoksen puhdistusprosessin alkuun. Tämä suoritetaan noin 1–2 kertaa päivässä. Lisäksi puhdistetun jäteveden ylivuotokourujen pintaan ajan kuluessa muodostuva lietekeerros pestään pois 1–2 kertaa viikossa.

16.4 Palautelietepumput ja niiden ajastukset

Kummankin selkeytysaltaan alkupäässä on kaksi palautuslietepumppua, jotka siirtävät tietyn määrän aktiivilietettä takaisin ilmastusaltaisiin. Näihin pumppuihin on asennettu lämpöreleet ilmoittamaan toimintahäiriöistä, jolloin vältetään pumppujen suuremmilta vioittumisilta. Näiden pumppujen öljyt täytyy vaihtaa säännöllisesti. (Hänninen 2016.)

Pumpuille on määritetty tietyt käynti- ja taukoajat, eli kuinka kauan pumput alkavat käydä yhtäjaksoisesti ja kuinka kauan ne tämän jälkeen pitävät taukoa ennen uutta käyntijaksoa. Pumppujen taukoajoja täytyy ajoittain säätää, jotta aktiivilieteprosessi toimisi mahdollisimman optimaalisesti. Palautuslietepumppujen taukoajojen säätämistä vaaditaan esimerkiksi, kun ilmastusaltaisiin tulevan jäteveden biologinen kuormitus on niin korkea, että altaiden veden happipitoisuus romahtaa. Säätöä vaaditaan luonnollisesti myös tulevan jäteveden määrän vaihtelun vuoksi, joka johtuu muun muassa sademäärästä ja sulamisvesistä. (Hänninen 2016.)

16.5 Virtaamamittari

Selkeytysaltaissa puhdistettu vesi johdetaan kourujen kautta kanavaan, joka johtaa veden pikasekoitusaltaaseen. Tässä kanavassa on jäteveden-virtaamaa mittaava paineanturi, jonka vioittuessa esimerkiksi AVR:n anostelu ei toimi oikein, minkä vuoksi paineanturista ja sen sähköisistä järjestelmistä täytyy pitää hyvää huolta. Varsinkin kanavaa puhdisttaessa pitää varoa vahingoittamasta paineanturin osia. (Hänninen 2016.) Lisäksi paineanturi täytyy kalibroida ajoittain. Anturin vioittuessa viallinen piiri määritetään simulointikytkimellä ja vaihdetaan joko sen viallinen kortti tai anturi uuteen. (Ulmaelektro Oy 1973.)

16.6 Lietekaavinjärjestelmän huoltaminen

Selkeytysaltaissa on Finnchainin valmistama lietekaavinjärjestelmä. Kaapimien ylläpito on helppoa, sillä niiden mekaanisten osien voitelu tapahtuu altaissa olevan jäteveden avulla. Moottorin voitelu tapahtuu kuitenkin luonnollisesti öljyllä. (Finnchain 2008.) Selkeytysaltaat tyhjennetään ja lietekaavinjärjestelmä huolletaan 2 vuoden välein.

Lietekaapimista tarkistettavat osat ovat vetoakseli ja sen laakerit, vetopyörät, taittoakselit, taittopyörät, pidätinrenkaat, yläkiskot, pohjakiskot, kaavinpalkit, palkkien liukupalat sekä ketjunvartija. (Finnchain 2008.)

Kuljetinketjun kireys ja kuluminen

Kuljetinketjujen kireys tarkistetaan säännöllisesti käyttäen sivun 57 taulukon 10 arvoja apuna. Ketjujen kulumista kannattaa seurata niistä kohdista,

mihin kaavinpalkit on liitetty. Todennäköisesti kulumaa tulee noin 5 lenkkiä kumpaankin suuntaan kaavinpalkista. Huollossa kannattaa tarkastaa silmämääräisesti myös kaikki muut lenkit. Ketjun välyksen ollessa 3 mm tai enemmän, ketjulenkit tulee vaihtaa uusiin 5–8 lenkin pituudelta. Jokaisessa lenkissä tulee olla paikoillaan lukitusnastat, mutta uusiin lenkkeihin ei saa asentaa vanhaa nastaa. (Finnchain 2008.)

Taulukko 10. Kuljetinketjun riippumataulukko (Finnchain 2008)

LÄMPÖ (C)	PALKKIJAKO					
	7m	6m	5m	4m	3m	2m
0-15	0	0	0	0	0	0
20	105	90	75	60	45	30
25	150	130	105	85	65	45
30	180	160	130	105	80	53
35	210	180	150	120	90	60
40	230	200	170	135	100	66

Vetotappien huoltaminen

Vetotappeja säädetään tarvittaessa ja niiden muoviholkit vaihdetaan, kun niiden vahvuus on enää 2 mm. Ne voidaan vaihtaa poistamatta ketjua vetopyörältä. (Finnchain 2008.)

Taittopyörien huoltaminen

Aksiaalivällys tarkastetaan taittopyörän ja pidätinrenkaiden välillä. Taittopyörän kummallakin puolella välyksen tulee olla 1,0–1,5 mm. Taittopyörän pitää pyöriä vapaasti, kun sitä pyöritetään käsin. Taittopyörä täytyy vaihtaa uuteen taittopyörän ja akselin välisen välyksen ollessa yli 2 mm. Lisäksi pidätinrenkaiden kiinnitys ja akseli tarkastetaan taittopyörien huoltamisen ohella. (Finnchain 2008.)

Ketjunvartijan toiminnan tarkastaminen

Ketjunvartijan toiminta tarkastetaan nostamalla paininta noin 5 mm, jolloin sen pitää laukaista hälytys pysäyttäen moottori viiveettä. Tämän jälkeen moottori ei saa käynnistyä ennen kuin hälytys kuitataan manuaalisesti ohjauspaneelistä. (Finnchain 2008.)

Liukupalat

Liukupalat on vaihdettava uusiin niiden korkeuden ollessa noin 15 mm, eli kun niistä on kulunut pois noin 9 mm (Finnchain 2008).

Pohjakisko FC-122/8

Pohjakiskon korkeuden ollessa noin 8 mm, ne on vaihdettava uusiin (Finnchain 2008).

Yläkiskot

Teräksisen yläkiskon vahvuuden ollessa 1,0–1,5 mm, ne täytyy vaihtaa uusiin (Finnchain 2008).

Tehonsiirtoketjujen huoltaminen

Tehonsiirtoketjun HA44M kireys tarkastetaan säännöllisesti ja kiristetään kiristimellä tai poistamalla ketjulenkkejä. Tehonsiirtopyörän vetotapit ja -holkit vaihdetaan, kun ne ovat selkeästi kuluneet. (Finnchain 2008.)

Tehonsiirtoketju 20B-1 vaihdetaan uuteen, kun ketjun jako on niin suuri, jolloin ketju yrittää hypätä pois ketjupyörältä eikä silloin laskeudu hammaspyörälle pehmeästi. Tehonsiirtopyörät vaihdetaan uusiin silloin kun ketjupyörän hammaskoko on kulunut niin paljon, että ketju ei irtoa pyörältä kunnolla. (Finnchain 2008.)

Siemens LA/LG -moottorin ja vaihdemoottorin huoltaminen

Moottorin ja vaihdemoottorin toimintaa tulee tarkkailla säännöllisesti. Moottorin jarru täytyy huoltaa säännöllisesti. (Siemens 2010.)

Vaihdemoottorin tiiveyttä ja mahdollisia öljyvuotoja tulee tarkkailla noin kuukauden välein. Vaihdemoottorin ilmanvaihto täytyy puhdistaa ja tarkistaa öljyn laatu 6 kuukauden välein. Liukukytkimen toiminta tarkastetaan ja huolletaan 1 vuoden välein. Vaihteistoöljyn, kartiovaihteen paluuliikkeen rajoittimen öljyn ja rullalaakerin rasvan vaihtaminen tulee suorittaa 2 vuoden välein. Vaihteistoöljynvaihdossa ensin katkaistaan virta ensiöagregaatista ja odotetaan 30 minuuttia, minkä jälkeen ensiöagregaatit tehdään jännitteettömäksi. Tämän jälkeen tarkistetaan öljynmäärä. Samalla tarkistetaan sulkuelementin tiivisterenkaan kunto. Vaihdettavan öljyn laatu näkyy tietokilvessä. (Siemens 2010.)

16.7 Lietekaavinjärjestelmän vikatilanteet

Ketjunvartija on pysäyttänyt lieteakaapimen

Altaan vesi lasketaan tasolle, jolloin vetoakseli näkyy kokonaan. Tämän jälkeen tarkistetaan, onko vetopyöriin kiilautunut materiaalia tai onko veto-
pyörille tai vetoakseliin juuttunut tavaraa. Samalla tarkastetaan myös, että vetotapit eivät ole löystyneet ja vaihtaneet paikkaansa kolorivistössä, mikä

olisi ollut syynä ketjuvartijan laukaisemaan hälytykseen. Tämän lisäksi tarkistetaan, että ketjutapit ja lukitusnastat ovat paikoillaan. (Finnchain 2008.)

Tämän jälkeen altaasta poistetaan kaikki ylimääräinen materiaali ja veto-
tapit kiristetään oikeisiin koloihin. Ketjutappien ollessa ulkona ketjulen-
keistä, ne lyödään kumisella vasaralla takaisin pohjaan ja vaihdetaan nii-
den lukitusnastat uusiin. (Finnchain 2008.)

Ketjunvartijan laukaiseman hälytyksen syinä voivat olla myös altaassa
oleva vierasesine, ketjutappien ajautuminen ulos, lukitusnastojen puuttu-
minen, liian suuri lietekuorma, liian löysä kuljetinketju, asennusvirhe, al-
taan pohjan epätasaisuus, pulttien ja ruuvien löystyminen palkeissa tai
pohjakiskoissa (Finnchain 2008).

Moottori on pysähtynyt ilman syytä, mutta vaurioita ei ole syntynyt

Tällöin ongelma on todennäköisesti moottorissa itsessään tai sähköjoh-
doissa, jolloin tarkastetaan sähkökytkennät, tarkistetaan ja kuitataan häly-
tykset sekä tarkastetaan ketjunvartijan toiminta (Finnchain 2008).

Moottori on käynnissä ja kaavin on vaurioitunut

Tällöin todennäköisesti ketjunvartijan kytkentä on ollut virheellinen tai sen
säätö ei ole ollut kohdallaan. Vian selvittämiseksi moottori pysäytetään ja
allas tyhjenetään tarkastaen, onko altaassa mitään vierasesineitä. (Finn-
chain 2008.)

17 PIKASEKOITUSALLAS

Pikasekoitusaltan tilavuus on 35 m³. Pikasekoitusaltan rakenne ja pyö-
rivä potkurisekoitin saa altaassa aikaan turbulenttisia virtauksia, joiden
avulla pyritään saamaan mahdollisimman hyvä kemikaalien eli AVR:n ja po-
lymeerin kontakti epäpuhtauksien kanssa, jolloin suurin osa näistä epä-
puhtauksista saadaan saostumaan. Pikasekoitusaltassa epäpuhtauksien
kanssa reagoivat saostus- ja flokkauskemikaalit muodostavat ajan kuluessa
paksuuntuvaa massaa altaan pinnalle, jota täytyy säännöllisesti ohentaa
teknisellä käyttövedellä. Tämän massan kasvaessa liian suureksi allas tyh-
jennetään kyseisestä massasta loka-auton avulla. Pikasekoitusaltassa ole-
van potkurisekoittimen toiminta täytyy tarkastaa ja suorittaa sen huolto 2
vuoden välein. (Hänninen 2016.)

18 HÄMMENNYSALTAAT

Hämmennysaltaita on kaksi ja niiden tilavuudet ovat 63 m³. Hämmennysaltaissa saostus- ja flokkaukemikaalit jatkavat reagoimistaan epäpuhtauksien kanssa muodostaen suurempia saostumahiutaleita eli flokkeja (Mämmelä 2013). Altaissa olevat potkurisekoittimet huolletaan ja niiden öljynvaihdot suoritetaan 2 vuoden välein (Hänninen 2016).

19 JÄLKISELKEYTYSALTAAT

Jälkiselkeytyksen flotaatioaltaita on kaksi ja niiden tilavuudet ovat 50 m³. Jälkiselkeytyksaltaiden alkuihin johdetaan dispersiovetä, jonka sisältämät ilmakuplat nostavat saostuneet epäpuhtaudet veden pinnalle. Kummankin jälkiselkeytyksaltaan pinnalla ja pohjalla ovat erilliset Finnchainin valmistamat pinta- ja pohjakaapimet. Altaat tyhjennetään ja niiden kunnot tarkastetaan 2 vuoden välein. (Hänninen 2016.)

Jälkiselkeytyksaltaiden vakavimpana vikatilanteena voidaan pitää dispersiovesi- tai kemikaaliannostuslaitteiston vioittumista, jolloin flotaatio ei toimi ja puhdistustulos huononee. Toinen jälkiselkeytyksaltaiden vakava vikatilanne on myös pintalietekaavinjärjestelmän vioittuminen, jolloin lietettä ei saada kerättyä pois altaiden pinnalta. Pohjalietteen keräämiseen käytettävän pohjalietekaavinjärjestelmän vikatilanteen pitkittyessä altaan pohjalle kertyy puolestaan enemmissä määrin lietettä. (Laaksonen 2017.)

19.1 Pinta- ja pohjakaavinjärjestelmät

Jälkiselkeytyksaltaissa käytetään pinta- ja pohjalietekaapimina Finnchainin valmistamia kaavinjärjestelmiä, minkä vuoksi näiden huolto-ohjeet ovat lähes identtiset selkeytyksaltaiden kaavinjärjestelmien kanssa. Näiden kaavinjärjestelmien huolto-ohjeet ovat tässä ohjeistuksessa sivuilla 56–59. Jälkiselkeytyksaltaiden kaapimien toiminnan tarkastus ja huolto suoritetaan 2 vuoden välein. Pintakaapimet puhdistetaan kuitenkin säännöllisesti niihin kiinnittyvän pintalietteen vuoksi noin kerran viikossa. Jälkiselkeytyksaltaiden pohjalle laskeutuvaa lietettä pumpataan lietesakeuttamoihin kerran viikossa, jos sakeuttamoissa on vain tilaa. (Hänninen 2016.)

19.2 Dispersiovesilaitteisto

Dispersiovesilaitteiston muodostavat dispersiovesikompressorit, -säiliöt, -pumppu ja -suuttimet. Laitteisto tuottaa flotaatioselkeytyksen tarvitseman ilmakuplia sisältävän kantoaineen eli dispersioveden.

Dispersiovesilaitteiston vioittuessa jälkiselkeytysaltaiden flotaatio ei luonnollisesti toimi kunnolla tai lainkaan. Tällöin puhdistustulos huononee ja epäpuhtaudet laskeutuvat jälkiselkeytysaltaiden pohjille, mistä liete on mahdollista kuitenkin pumpata normaalisti lietesakeuttamoihin. (Hänninen 2016.)

19.2.1 Dispersiovesikompressorit

Dispersioveden valmistamiseen tarvittava paineilma saadaan Atlas Copcon valmistamilla ilmakompressoreilla. Kompressorit huoltaa säännöllisesti kompressorihuoltaja. (Hänninen 2016.)

19.2.2 Dispersiovesisäiliöt

Dispersiovesi valmistetaan dispersiovesisäiliössä. Säiliöitä on kaksi, joista toinen on käytössä ja toinen on varalla. Säiliöt tarkastetaan säännöllisesti 5 vuoden välein. (Hänninen 2017.)

19.2.3 Dispersiovesipumppu

Dispersiovesipumppu huolletaan dispersiovesisäiliöiden kanssa 5 vuoden välein (Hänninen 2017).

19.2.4 Dispersiovesisuuttimet

Dispersiovesisuutinten toimintaa tulee tarkkailla säännöllisesti. Suutinten venttiilien väärät asetukset tai muiden dispersiovesilaitteiden vikatilanteet aiheuttavat esimerkiksi sen, ettei jälkiselkeytysaltaisiin muodostu kunnolla pintalietettä tai että dispersiovetä tulee altaisiin liian paljon. Dispersiovesisuutinten säännölliseen huoltoon kuuluu niiden venttiilien säätäminen täysille kerran viikossa, minkä jälkeen ne asetetaan takaisin perusasetoonsa. Tämä toimenpide irrottaa suuttimiin mahdollisesti muodostuneet tukkeumat. Suuttimien kunnot tarkastetaan kerran vuodessa. (Hänninen 2016.)

20 FOSFAATIN JA KIINTOAINEN MITTAUSLAITTEISTO

Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamolla on käytössä jatkuvatoiminen mittauslaitteisto, joka analysoi ja ilmoittaa puhdistetun jäteveden fosfaatti- ja kiintoainepitoisuuden. Tämä mittauslaitteisto on asennettu jälkiselkeytysaltaiden jälkeiseen kanavaan, josta puhdistettu jätevesi johdetaan purkuvesistöön. Laitteiston suodattimet ja muut osat vaativat säännöllistä huoltamista.

20.1 Filtrax-esikäsitteily-yksikön huoltaminen

Filtrax on jätevesinäytteen esikäsitteily-yksikkö, joka suodattaa kiintoaineen pois jätevesinäytteestä ennen sen johtamista Phosphax Sc -fosfaattianalysaattoriin (Hyxo Oy n.d.a).

Veteen upotettu kiintoainesuodatin on ohjeistettu pestäväksi joka toinen päivä. Normaalisti laitteen led-valo palaa vihreänä. Kun led-valo palaa punaisena, laite on havainnut suodattimien olevan tukossa. Tällöin laitteen hallintapaneelin näppäintä painetaan kolme sekuntia, minkä jälkeen asetetaan huoltotila-päälle (Service). Tämän jälkeen suodatinlaatikko nostetaan altaasta, letkut irrotetaan varovasti ja suodattimet pestään vedellä käyttäen pehmeää harjaa tai sientä. Tehokkaamman puhdistustuloksen saavuttamiseksi suodattimet voidaan laittaa likoamaan 10 % suolahappoliuokseen noin puolen tunnin ajaksi. Lopuksi suodattimet asetetaan takaisin paikoilleen ja laite asetetaan pumppaustilaan painamalla x-näppäintä. (Hänninen 2016.)

Viikoittain pitää tarkastaa laitteen ja suodatinmoduulien ilmanpoiston toimivuus, suodatettujen näytteiden laatu sekä ohjausyksikön ilma-suodattimen kunto. Laitteen vihreän sekä punaisen led-valon palaminen samanaikaisesti tarkoittaa varoitusta ja pelkän punaisen palaminen tarkoittaa häiriötä. Joka kolmas kuukausi laitteen annosteluletkut ja ohjausyksikön ilma-suodattimet on vaihdettava uusiin, sekä laite on pestävä käyttäen ohjausyksikön hallintapaneelia. Vuoden välein suoritettavat huoltotoimenpiteet ovat annosteluletkujen vaihto liitinletkujen kanssa, pumppupatruunoiden, pumppurullien sekä kompressorin ilmansuodattimen vaihto. Kahden vuoden välein on vaihdettava laitteen kompressori. (Hach 2015.)

20.2 Phosphax Sc -fosfaattianalysaattorin huoltaminen

Phosphax Sc -fosfaattianalysaattorilla mitataan puhdistetun jäteveden fosfaattipitoisuutta. Analysaattori toimii jatkuvatoimisesti ottaen näytettä puhdistetusta jätevedestä tietyin väliajoin. Laite mittaa veden fosfaattipitoisuuden fotometrisesti, ja se perustuu vanadaatti-molybdaatti-menetelmään. (Hyxo Oy n.d.b.) Laite mittaa fosfaattipitoisuuden määrittämällä reagenssilla käsitellyn vesinäytteen keltaisuuden (Hach & Lange n.d.a). Mitä keltaisempi näyte on reaktion jälkeen, sitä suurempi on sen fosfaattipitoisuus (IO Rodeo 2014). Puhdistamalla käytössä olevan jälkiselkeytyksen ansiosta puhdistetun jäteveden fosfaattipitoisuus saadaan pidettyä hyvin matalana.

Analysaattori on tarkastettava säännöllisesti vuotojen, korroosion ja mekaanisten vaurioiden osalta. Analysaattorin reagenssin ja puhdistusliuoksen määrää on seurattava ja tarvittaessa niitä on lisättävä. Ohjeistettu keskimääräinen vaihtoväli 2 000 ml:n reagenssille (LCW869) on neljä kuukautta ja 1 000 ml:n puhdistusliuokselle (LCW870) 12 kuukautta. (Hach 2013.)

Vihreän led-valon palaminen ilmoittaa laitteen toimivan normaalisti, oranssi valo tarkoittaa varoitusta, punainen valo häiriötä ja valon vilkkuminen taas viittaa ohjausyksikön kommunikaatiohäiriöön. Suodatintyyppien ja kotelon tuulettimen kunnot on tarkastettava säännöllisesti, kuten esimerkiksi 3–6 kuukauden välein ja ne on tarvittaessa puhdistettava tai vaihdettava täysin uusiin. Vuoden välein on vaihdettava ilmapumpun pää, ja kahden vuoden välein suoritettavat huoltotoimenpiteet ovat reagenssipumpun sekä kompressorin vaihtaminen. (Hach, Lange & Hyxo Oy 2005, 57–58.)

20.3 Solitax Sc -anturin huoltaminen

Solitax Sc -anturilla mitataan veden kiintoainepitoisuutta. Anturi on liitetty samaan hallintapaneeliin, joka ohjaa myös Phosphax-fosfaattianalysointia ja Filtrax-esikäsittely-yksikköä. (Hyxo Oy n.d.c.) Anturi käyttää mittausmenetelmänä kaksoishajautettua valaistusta (dual scattered light), jonka periaatteena on mitata anturista lähetetyn valon heijastumista kiintoainepartikkeleista takaisin anturiin (Hach & Lange n.d.b). Anturissa on automaattinen pyyhkijä mittausikkunoiden pyyhkimistä varten (Hyxo Oy n.d.c).

Kuukausittain pitää tarkastaa anturin kunto ja kalibrointi (Hach 2009). Noin kolmen kuukauden välein kannattaa puhdistaa anturin lasi esimerkiksi 10 % suolahappoliuoksella ja isopropanolilla mittausulosten vääristymisten estämiseksi (Hänninen 2016). Kahden vuoden välein on vaihdettava anturin tiivisteet, lasin pyyhkiänsulka sekä nollattava laskuri (Hach 2009).

21 SAOSTUS- JA FLOKKAUSKEMIKAALIEN ANNOSTELULAITTEET

Keskusjätevedenpuhdistamolla käytettävien saostuskemikaalien ferrosulfaatin ja AVR:n prosessiin annostelutuksessa käytetään säiliöitä, pumppuja, sekoittimia sekä annostuspumppuja.

21.1 Ferrosulfaatti

Kristallinen ferrosulfaatti tuodaan puhdistamolle rekkakuljetuksella ja säilötään ulkopihalla olevaan katettuun maanalaiseen altaaseen, johon mahtuu enimmillään 40 tonnia ferrosulfaattia (Aluehallintovirasto 2011). Säiliössä ferrosulfaatti sekoitetaan veden kanssa, jolloin nestemäinen ferrosulfaattiliuos voidaan annostella helposti puhdistusprosessiin. Puhdistamolla tämä ferrosulfaattiliuos annostellaan yhdestä pisteestä ilmastuslaitaiden alkuun.

Ferrosulfaatin annosteluun käytettävien pumppujen vioittuminen heikentää puhdistustehoa huomattavasti, jolloin ilmastuslaitaiden rinnakkaissa-

ostus ei toimi. Ferrosulfaatin annostelulaitteiston vioittuessa laitoksen kemiallinen puhdistus toimii kuitenkin jälkiselkeytyksessä AVR:n avulla. (Laaksonen 2017.)

21.1.1 Ferrosulfaattiallas

Ulkona sijaitseva maanalainen ferrosulfaattiallas tyhjennetään ja tarkastetaan säännöllisesti. Altaassa olevan potkurisekoittimen moottori täytyy tarkastaa ja rasvata säännöllisesti sekä tarvittaessa suorittaa sen laakerien vaihto. Allas on muuten lähes huoltovapaa. Ajoittain altaan siirtoputki täytyy kuitenkin huuhdella tukkeutumisista, sillä ferrosulfaatti kiteytyy ajastaan putkiston seinämiin. Tällöin sammutetaan siirtopumppu (K7) huollon ajaksi, minkä jälkeen siirtoputki huuhdellaan johtamalla vettä paineella vastavirtaan linkohuoneen ferrosulfaattisäiliöön johtavasta putkesta ferrosulfaattialtaaseen.

21.1.2 Ferrosulfaattialtaan siirtopumppu ja vuotovesipumppu

Ferrosulfaattialtaan siirtopumpun (K7) ja vuotovesipumpun (K8) toiminta on tarkastettava säännöllisesti. Vuotovesipumpun (K8) tarkoituksena on pitää maaperän vuotoveden pinta tietyllä tasolla, jolloin vuotovesi ei vahingoita altaan maanalaisia rakenteita. Lisäksi ferrosulfaatin siirtopumpun (K7) rikkoutuessa tai altaan alkaessa vuotaa vuotovesipumppu (K8) tyhjentää altaan huoltotilan tulvivasta kemikaalista. (Hänninen 2016.)

Kummankin pumpun moottoriöljyn määrä tulee tarkistaa noin kuukauden välein ja tarvittaessa lisätä niihin öljyä. Öljynpinta tulee olla täyttöaukon tasolla. Moottoriöljyksi käy tavallinen SAE 20–30. Öljyä vuotaessa runsaasti pumpun alapäästä, kovametallitiiviste on vaihdettava uuteen. Moottoria tulee voidella tarvittaessa. (Maakunnan metalli n.d.)

21.1.3 Linkohuoneen ferrosulfaattisäiliö

Linkohuoneessa sijaitseva ferrosulfaattisäiliö huuhdellaan tarvittaessa. Lisäksi ferrosulfaattisäiliön sisällä oleva suodatin irrotetaan säännöllisesti ja puhdistetaan epäpuhtauksista sekä kiteytyneestä ferrosulfaatista. Kalvoannostelupumpun ja ilmastusaltaan välinen ferrosulfaatin siirtolinja on puhdistettava kerran viikossa tai vähintään kahden viikon välein, jotta ferrosulfaatin annostelu saataisiin pidettyä oikealla tasolla sekä estettäisiin linjan tukkeutuminen. Puhdistus suoritetaan sammuttamalla ensin kalvoannostelupumppu, sulkemalla seinässä oleva venttiili ja säiliön alla oleva venttiili. Tämän jälkeen avataan seinässä olevan putken liitos ja kiinnitetään se teknisen käyttöveden pisteeseen, jonka vedenpaine säädetään ensin noin $\frac{1}{3}$:een. Seuraavaksi avataan seinässä oleva venttiili asettaen vedenpaine puoliteholle 2 minuutin ajaksi, minkä jälkeen vedenpaine sääde-

tään lähes täysille noin minuutin ajaksi. Puhdistuksen jälkeen sammutetaan vedentulo, suljetaan venttiilit, irrotetaan teknisen käyttöveden letku ja asetetaan linja toimintakuntoon.

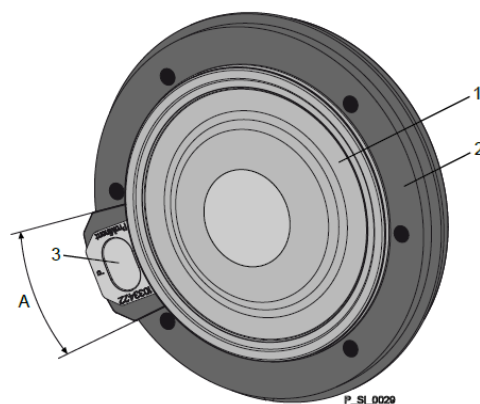
21.1.4 Kalvoannostelupumpun Sigma 2 huoltaminen

Ferrosulfaattiliuosta annostellaan prosessiin ProMinentin valmistamalla kalvoannostelupumpulla, jolla voidaan säätää manuaalisesti annostelun määrää. Pumppu on oskilloiva syrjäytyspumppu. (ProMinent 2011.) Samanlainen kalvoannostelupumppu on laitoksella varalla, jos käytössä oleva pumppu vioittuu. Pumpun numero on **S2BAHM07220PVT0470S000**.

Pumpun annostelukalvon (kuva 24) kunto ja vaihteistoöljyn määrä on tarkistettava 4 kertaa vuodessa. Vaihteistoöljy on vaihdettava kokonaan 5000 käyttötunnin jälkeen eli noin puolen vuoden välein. Suositeltu vaihteistoöljy on Mobil Mobil Gear 634 (VG 460), mutta muu vastaavanlainen öljy myös sopii. Öljysäiliön täyttömäärä on 0,5 l. (ProMinent 2011.)

Kuluneen tai rikkoutuneen kalvon vaihtaminen

Annostelupumpun on oltava päällä. Ensin ferrosulfaattisäiliön venttiili kierretään kiinni ja annostelupumpusta juoksetetaan ferrosulfaattiliuos ulos, minkä jälkeen pumppu huuhdellaan. Iskun säätönuppi täytyy asettaa pumpun käydessä vasteeseen saakka eli 0 % iskupituuteen, jolloin käyttöakselin kiertäminen on raskasta. Tämän jälkeen pumppu sammutetaan ja ruuvataan sen paine- ja imupuoliset hydrauliliitännät irti. Annostuspää irrotetaan poistaen sen 6 ruuvia. Seuraavaksi kalvon rikkoutumisesta ilmoittavien ilmaisimien kunnot tarkistetaan, minkä jälkeen kalvo irrotetaan käyttöakselista. Tämän jälkeen uusi kalvo kiinnitetään kiertämällä sitä myötäpäivään käyttöakselin vasteeseen saakka, jolloin kalvo on kuvan 24 mukaisesti kierteen vasteessa ja kalvon kieleke on toleranssialueen sisäpuolella. (ProMinent 2011.)

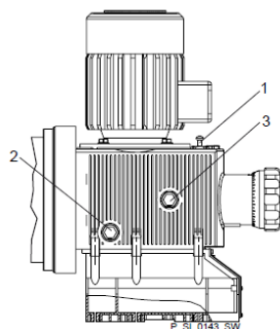


Kuva 24. Kalvon vaihtaminen. 1 = kalvo, 2 = kalvon takalevy, 3 = kieleke, A = toleranssialue. (ProMinent 2011)

Ongelmatilanteessa lika ja lastut irrotetaan kierteestä, minkä jälkeen yriteään ruuvata kalvo paikalleen. Annostuspää kiinnitetään ensin kevyesti ruuveilla kalvon päälle niin, että imuliitäntä osoittaa alaspäin. Kalvon rikkoutumisen ilmaisin kiinnitetään annostuspäähän. Tämän jälkeen pumppu käynnistetään ja iskupituus asetetaan 100 %:n, minkä jälkeen pumppu sammutetaan ja ruuvit kiristetään ristikkäin. Kiristysmomentti tulee olla 4,5–5 Nm. Lopuksi pumppu käynnistetään ja varmistetaan sen tiiviys suurimmalla paineella. Ruuvien kireys kannattaa tarkistaa 24 tunnin jälkeen. (ProMinent 2011.)

Vaihteistoöljynvaihto

Ilmanpoistoruuvi (kuva 25) irrotetaan ja asetetaan astia öljynpoistoruuvien alle. Öljynpoistoruuvi irrotetaan ja vanhan vaihteistoöljyn annetaan valua ulos. Tämän jälkeen uudella tiivisteellä varustettu öljynpoistoruuvi kiinnitetään paikalleen. Tämän jälkeen kaadetaan uutta Mobilin Mobil Gear 634 (VG 460) tai vastaavaa vaihteistoöljyä ilmanpoistoruuvien kautta ja katsotaan öljyntason tarkistuslasista, että öljyntaso on lasin puolessa välissä. Öljyä tarvitaan noin 0,5 l. Pumppu käynnistetään ja sen annetaan käydä 1–2 minuuttia, minkä jälkeen ilmanpoistoruuvi kiinnitetään takaisin paikalleen. (ProMinent 2011.)



Kuva 25. Vaihteistoöljynvaihto. 1 = ilmanpoistoruuvi, 2 = öljynpoistoruuvi, 3 = öljyntason tarkistuslasi (ProMinent 2011)

Varaosasarjat

Tiedot varaosista ja kuluviista osista löytyvät pumpun käyttöoppaan sivulta 60.

21.2 Rautapitoinen alumiinisulfaatti

AVR tuodaan puhdistamolle rekkakuljetuksella ja varastoidaan silloon. Siiloon mahtuu kerralla 27 tonnia rakeista AVR:ää (Aluehallintovirasto 2011). AVR nesteytetään veden kanssa ja johdetaan pikasekoitusaltaan alkuun.

AVR:n annostelulaitteiston vioittuessa jälkiselkeytysaltaiden flotaatio ja kemiallinen puhdistus ei toimi, jolloin puhdistusteho heikkenee huomattavasti. Laitteiston rikkoutuessa jätevedestä saadaan kuitenkin poistettua epäpuhtauksia kemiallisesti rinnakkaissaostuksessa ferrosulfaatin avulla. (Laaksonen 2017.)

21.2.1 AVR-liuoksen valmistuslaitteisto

AVR-rakeet kulkevat siilosta nesteytysaltaaseen ruuvikuljettimen avulla. Ruuvikuljettimen pyörimisnopeutta ohjaa taajuusmuuttaja, joka puolestaan saa signaalin jäteveden virtaama-anturilta. AVR nesteytetään veden kanssa 0,25 m³ kokoisessa altaassa, josta kalvoannostelupumpun avulla se johdetaan puhdistusprosessiin.

Ruuvikuljettimen päälle kasaantuu ajan kuluessa kiteytynyttä AVR:ää, joka täytyy poistaa manuaalisesti. Tällöin ruuvikuljetin sammutetaan ja sen virrat kytketään kokonaan pois päältä. Siilon alakammio suljetaan kokonaan pyörittämällä kampea, minkä jälkeen sivuluukku avataan varovasti poistaen pitkävartisella työkalulla kammiossa oleva AVR sekä sen kiteytymät. Lisäksi AVR:n nesteytysallas, siirtolinjan putki ja metallinen kouru puhdistetaan säännöllisesti noin kerran kuukaudessa vedellä sekä manuaalisesti. Ruuvikuljettimen osat vaativat säännöllistä voitelua.

21.2.2 Kalvoannostelupumpun Sigma 3 huoltaminen

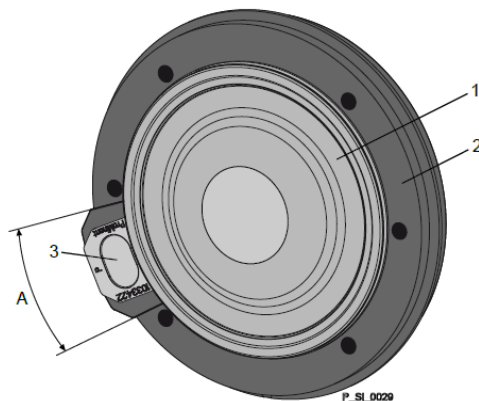
AVR-liuosta annostellaan puhdistusprosessiin ProMinentin valmistamalla kalvoannostelupumpulla. Pumppu on oskilloiva syrjäytyspumppu. (ProMinent 2012.) Pumpun numero on **S3CBH040830PVTS170UA01010S0EN**.

Pumpun annostelukalvon (kuva 26, sivu 68) kunto ja vaihteistoöljyn määrä on tarkistettava 4 kertaa vuodessa. Vaihteistoöljy on vaihdettava kokonaan 5000 käyttötunnin jälkeen eli noin puolen vuoden välein. Suositeltu vaihteistoöljy on Mobil Mobil Gear 634 (VG 460), mutta muu vastaavanlainen öljy myös sopii. Öljysäiliön täyttömäärä on 0,9 l. (ProMinent 2012.)

Kuluneen tai rikkoutuneen kalvon vaihtaminen

Annostelupumpun on oltava päällä. Ensin nesteytysaltaaseen tulevan veden venttiili kierretään kiinni ja annostelupumpusta juoksutetaan AVR-liuos ulos, minkä jälkeen pumppu huuhdellaan. Iskun säätönuppi täytyy asettaa pumpun käydessä vasteeseen saakka eli 0 % iskupituuteen, jolloin käyttöakselin kiertäminen on raskasta. Tämän jälkeen pumppu sammutetaan ja ruuvataan sen paine- ja imupuoliset hydrauliliitännät irti. Annostuspää irrotetaan poistaen sen 6 ruuvia. Seuraavaksi kalvon rikkoutumisesta ilmoittavien ilmaisimien kunnot tarkistetaan, minkä jälkeen kalvo irrotetaan käyttöakselista. Tämän jälkeen uusi kalvo kiinnitetään kiertämällä sitä myötäpäivään käyttöakselin vasteeseen saakka, jolloin kalvo on sivun 68

kuvan 26 mukaisesti kierteen vasteessa ja kalvon kieleke on toleranssialueen sisäpuolella. (ProMinent 2012.)

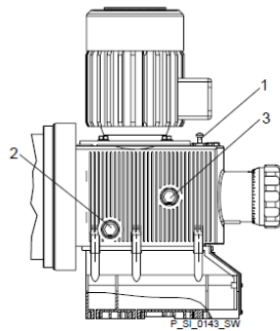


Kuva 26. Kalvon vaihtaminen. 1 = kalvo, 2 = kalvon takalevy, 3 = kieleke, A = toleranssialue. (ProMinent 2012)

Ongelmatilanteessa lika ja lastut irrotetaan kierteestä, minkä jälkeen yritetään ruuvata kalvo paikalleen. Annostuspää kiinnitetään ensin kevyesti ruuveilla kalvon päälle niin, että imuliitäntä osoittaa alaspäin. Kalvon rikkoutumisen ilmaisin kiinnitetään annostuspäähän. Tämän jälkeen pumppu käynnistetään ja iskupituus asetetaan 100 %:iin, minkä jälkeen pumppu sammutetaan ja ruuvit kiristetään ristikkäin. Kiristysmomentti tulee olla 4,5–5 Nm. Lopuksi pumppu käynnistetään ja varmistetaan sen tiiviys suurimmalla paineella. Ruuvien kireys kannattaa tarkistaa 24 tunnin jälkeen. (ProMinent 2012.)

Vaihteistoöljynvaihto

Ilmanpoistoruuvi (kuva 27, sivu 69) irrotetaan ja asetetaan astia öljynpoistoruuvien alle. Öljynpoistoruuvi irrotetaan ja vanhan vaihteistoöljyn annetaan valua ulos. Tämän jälkeen uudella tiivisteellä varustettu öljynpoistoruuvi kiinnitetään paikalleen. Tämän jälkeen kaadetaan uutta Mobilin Mobil Gear 634 (VG 460) tai vastaavaa vaihteistoöljyä ilmanpoistoruuvien kautta ja katsotaan öljyntason tarkistuslasista, että öljyntaso on lasin puolella välissä. Öljyä tarvitaan noin 0,9 l. Pumppu käynnistetään ja annetaan sen käydä 1–2 minuuttia, minkä jälkeen ilmanpoistoruuvi kiinnitetään takaisin paikalleen. (ProMinent 2012.)



Kuva 27. Vaihteistoöljynvaihto. 1 = ilmanpoistoruuvi, 2 = öljynpoistoruuvi, 3 = öljyntason tarkistuslasi (ProMinent 2012)

Varaosasarjat

Tiedot varaosista ja kuluviista osista löytyvät pumpun käyttöoppaasta sivulta 99.

22 POLYMEERILIUOKSEN VALMISTUSLAITTEET

Flokkauskemikaalina ja lietteen käsittelyssä käytettävän polymeeriliuoksen valmistus tapahtuu Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamolla Dewa A-P 3 ja Noxon PD-150 laitteilla. Kummatkin laitteet toimivat automaattisesti valmistuen polymeeriliuosta lisää säiliön tyhjentyessä. Dewa A-P 3:lla valmistetaan polymeeriliuosta lietteenkäsittelyä varten, ja Noxon PD-150:llä valmistetaan puhdistusprosessiin annosteltavaa polymeeriliuosta. Laitteisiin ladataan imurin avulla jauhemaista polymeeriä, joka nesteytetään laitteissa veden avulla.

Lietelington polymeeriliuoksen valmistus- ja annostelulaitteiston rikkoutuessa lingolla ei saada poistettua lietteestä tarpeeksi vettä, jolloin lietteen kuvaaminen vie kauemmin aikaa. Puhdistusprosessiin annosteltavan polymeeriliuoksen valmistus- ja annostelulaitteiston vioittuessa jälkiselkeytyksen puhdistustulos vastaavasti heikkenee. Laitoksella on käytössä kaksi eri polymeerin valmistuslaitetta, jolloin toisen vioittuessa pystytään käyttämään toista laitetta. (Laaksonen 2017.)

22.1 Dewa A-P 3

Laitteeseen täytyy lisätä polymeeriä säännöllisesti imurin avulla. 3 viikon välein tarkastetaan silmämääräisesti ejektorin, polymeerijauheletkun, puhaltajan imufiltterin toiminta. 6 viikon välein on tarkastettava pintakytkimen toiminta silmämääräisesti sekä tarkistettava siirtopumpun ja sekoitusvaihteen öljymäärät. Tarvittaessa lisätään EP-vaihteistoöljyä ISO VG 220; lista sopivista öljymerkeistä on alempana. 3 kuukauden välein on tar-

kastettava polymeerin puhaltajan, polymeerijauheen pinnankorkeusanturin, siirtoventtiilin ja veden solenoidiventtiilin toiminta. 6 kuukauden välein pitää tarkastaa sekoitusvaihteen ja polymeerijauheen ruuvikuljettimen öljymäärät. Tarvittaessa lisätään EP-vaihteistoöljyä ISO VG 220; lista sopivista öljymerkeistä on alempana. 6 kuukauden välein täytyy lisäksi tarkastaa sekoittajan liukulaakeri ja VFD tai käsikäyttöisen variaattorin toiminta. Sopivia EP-vaihteistoöljyjä ISO VG 220 ovat Esso Spartan EP 220, Neste Vaihteisto 220 EP, Mobil Mobilgear 630, Shell Omaha Oil 220 ja Teboil Pressure Oil 220. (Dewa 2007.)

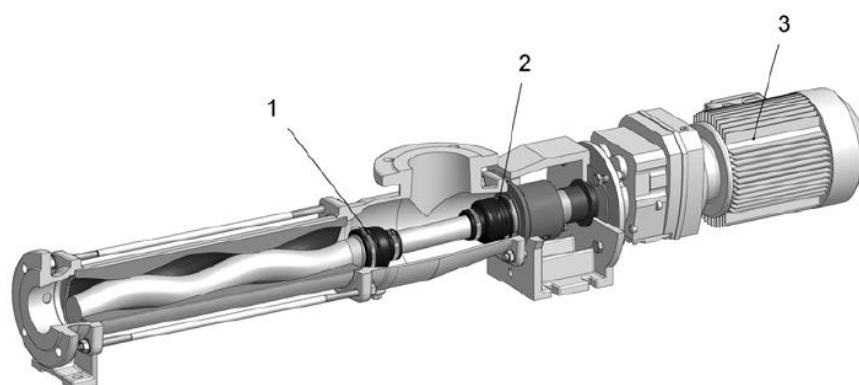
Valmistaja suosittelee hankkimaan varaosat kuluville osille, joita ovat laakerin hela, kiristysholkki ja tiivisteet. Muita suositeltavia varalle hankittavia varaosia ovat myös pintakytkin, solenoidiventtiilin käämi ja siirtoventtiilin käämi. (Dewa 2007.)

22.1.1 Grundfos CR, CRI ja CRN-pumput

Pumpun moottorin rasvanippelittömät laakerit ovat huoltovapaita. Moottorin ollessa rasvanippelinen, laakerit täytyy kuitenkin voidella säännöllisesti. (Grundfos 2008.)

22.1.2 Seepex BN 2–6L epäkeskoruuvipumppu

Epäkeskoruuvipumpun toimintaa ja vuotoja varsinkin staattorista sekä akselitiivisteestä tulee tarkkailla viikoittain. Tappinivelet kohdista 1 ja 2 (kuva 28) täytyy tarkastaa ja voidella 10 000 tunnin välein käyttämällä Seepex special -rasvaa. Täyttötilavuus on kummassakin 14 cm³. (Seepex 2014.) Epäkeskoruuvipumpun varaosaluettelot ovat sivuilla 71–72.



Kuva 28. Epäkeskoruuvipumpun nivelten voitelukohtat 1 ja 2 (Seepex 2014)

Vaihteen Nord B1000 toiminta tarkastetaan puolen vuoden välein tai 3 000 tunnin käytön jälkeen. Tällöin tarvittaessa lisätään vaihteeseen öljyä ja rasvaa. 10 000 tunnin käytön jälkeen tai 2 vuoden välein vaihdetaan tarvitta-

essa öljy. 25 000 tunnin käytön jälkeen tai viimeistään 5 vuoden välein tarkistetaan akselin tiivisteet ja voidellaan vaihteen laakerit. Voiteluun käytettävän rasvan laatu tulee olla Mobil Mobilux EP 2 tai vastaavaa. Käytettävän öljyn laatu on näkyvillä vaihteen tyyppikilvessä. (Seepex 2014.)

Taulukko 11. BN 2–6L varaosaluettelo 1 (Seepex 2014)

Stck.	Pos.	DE	EN	FR
		Baureihe BN Schnittzeichnung Nr. 062-004_1 Benennung Stck. / Pos.	Range BN sectional drawing no. 062-004_1 denomination Qty. / Item	Série BN plan no. 062-004_1 désignation Qté. / Poste
1	200	Laterne	lantern	lanterne
2	202	Halbrundkerbnägel	round head grooved pins	rivet
1	203	Typenschild	type plate	palque signalitique
4	210	6kt-Schraube	hexagon bolt	vis
	211	6kt-Schraube	hexagon bolt	vis
4	212	Federring	spring washer	rondelle frein
4	213	6kt-Mutter	hexagon nut	écrou
1	307	Steckwelle	plug-in shaft	arbre à broche
1	309	Steckwellenbolzen	plug-in shaft pin	cheville pour arbre à broche
1	310	Spritzring	splash ring	bague de projection
1	400	Kuppelstange	coupling rod	barre d' accouplement
2	401	Gelenkhülse	retaining sleeve	douille d' articulation
2	402	Kuppelstangenbolzen	coupling rod pin	axe d' articulation
4	403	Führungsbuchse	guide bushing	douille de guidage
2	404	Kuppelstangenbuchse	coupling rod bushing	chemise d' axe
2	405	Manschette	universal joint sleeve	manchette
2	406	Halteband	holding band	collier de serrage
2	407	Halteband	holding band	collier de serrage
1	500	Sauggehäuse	suction casing	carter d' aspiration
1	501	Sauggehäusedichtung	casing gasket	étanchéité du carter d' aspiration
3	502	Verschlusschraube	screwed plug	bouchon de vidange
3	503	Dichtring	sealing ring	joint d' étanchéité
4	506	6kt-Schraube	hexagon bolt	vis
4	507	Fächerscheibe	fan type lock washer	rondelle à dents chevauchantes extérieures
4	509	6kt-Mutter	hexagon nut	écrou
2	°) 510	Reinigungsdeckel	cleanout	couvercle de nettoyage
2	°) 511	Dichtung	gasket	étanchéité
8	°) 512	6kt-Schraube	hexagon bolt	vis
2	°) 516	Verschlusschraube	screwed plug	bouchon de vidange
2	°) 517	Dichtring	sealing ring	joint d' étanchéité
1	600	Rotor	rotor	rotor
1	601	Stator	stator	stator
4	602	Spannschraube	tie bolt	tirant
8	604	6kt-Mutter	hexagon nut	écrou
8	606	Scheibe	washer	rondelle
1	607	Stützbock	trestle	ped
1	700	Druckstutzen	pressure branch	bride de refoulement
1	705	Verschlusschraube	screwed plug	bouchon de vidange
1	706	Dichtring	sealing ring	joint d' étanchéité

Taulukko 12. BN 2–6L varaosaluettelo 2 (Seepex 2014)

Stck.	Pos.	DE	EN	FR
		Baureihe BN Schnittzeichnung Nr. 062-004_1 Benennung Stck. / Pos.	Range BN sectional drawing no. 062-004_1 denomination Qty. / Item	Série BN plan no. 062-004_1 désignation Qté. / Poste
	098	seepex Gelenkfett Typ und Füllmenge: Betriebs- und Montageanleitung entnehmen	seepex joint grease type and filling quantity: see operating and assembly instruction	seepex graisse d' articulations sommaire pour type et quantité: voir instructions de montage et de fonctionnement
		Verschleißteile und Dichtungen: Betriebs- und Montageanleitung entnehmen	Wear parts and sealings: see operating and assembly instruction	pièces d'usure et étanchéités: voir instructions de montage et de fonctionnement
		Werkzeuge: Betriebs- und Montageanleitung entnehmen	Tools: see operating and assembly instruction	Outils: voir instructions de montage et de fonctionnement
		Wellenabdichtung siehe Schnittzeichnung Gleitringdichtung	shaft sealing see sectional drawing mechanical seal	dispositif d' étanchéité voir vue éclatée garniture mécanique
		versetzt gezeichnet	drawn displaced	plan séparé
	*)	Option	option	option

22.2 Noxon PD-150

Laitteessa polymeeriliuoksen nesteytys tapahtuu vasten sylinterimäistä vesiverhoa, minkä jälkeen liuos pumpataan sekoitusastiaan 1. Annostelu-ruuvin taajuusmuuttajan avulla polymeeriliuoksen väkevyyys saadaan pidettyä aina vakiona vedenpaineen mahdollisesta vaihtelusta huolimatta. (Noxon n.d.a.)

Huoltaminen

Laite on lähes huoltovapaa, mutta siihen täytyy luonnollisesti lisätä säännöllisesti polymeeriä. Säiliön polymeerin määrän ohella tarkkailua vaatii myös liuotussuppilo, jota täytyy aika ajoin puhdistaa liimaantuneesta polymeeristä. Epätavallisia ääniä ja vuotoja on myös tarkkailtava. (Noxon n.d.a.) Alla olevassa taulukossa ovat esiteltyinä laitteen yleisimmät vikatilanteet.

Taulukko 13. Vianetsintä (Noxon n.d.a)

	Vika	Toimenpide
1.	Siirtopumppu ei pumpkaa tai antaa huonon kapasiteetin tai vuotaa runsaasti taaksepäin.	Vaihda siipipyörä.
2.	Siirtopumppu käy epätavallisen runsaasti.	Puhdista ylitäyttösuoja (pos. S107).
3.	Liuotinlaitteen suppilo on tukkeutunut.	Puhdista ja säädä virtausventtiilien (pos. 113, 112) avulla.
4.	Kone täyttyy ääriään myöten.	Tarkista ja säädä paineanturi.
5.	Liian ohut liuos.	Annostelijaruuvi on kulunut tai tukossa. Puhdista ja/tai suorita uusi punnitus/kalibrointi.

Varaosaluettelo

Magneettiventtiili **LA0977**

Siipipyörän mittauslaite (virtausmittari) **LA0965**

Ylitäyttönturi **LA0859**

Pölyimusuodatin **LA0971**

Sippiyöri **LA0975**

Paineanturi **LA0974**

Prosessipolymeerin siirtolinja

Noxonin PD-150 laitteella valmistettu prosessipolymeeriliuos johdetaan epäkeskoruuvipumpulla siirtolinjan kautta pikasekoitusaltaan alkuun. Tämä siirtolinja puhdistetaan kerran vuodessa, jotta annostelun määrä pysyisi mahdollisimman tasaisena. (Hänninen 2017.)

23 LIETESAKEUTTAMOT

Lietesakeuttamoja, eli toisin sanoen lietetiivistäjä, on kaksi ja niiden tilavuudet ovat 105 m³. Selkeytys- ja jälkiselkeytysaltaista lietealtaan kautta pumpattu liete johdetaan sakeuttamoihin, joissa tästä biologis-kemiallisesta lietteestä poistetaan ylimääräistä vettä. Lietettä kevyempänä vesi nousee lietteen pinnalle, mistä se poistuu ylivuotona ja johdetaan laitoksen puhdistusprosessin alkuun.

Jos lietesakeuttamoihin ei tule ollenkaan lietettä, voi tällöin kyseessä olla laitevika tai sähkökatkos. Tiivistetyn lietteen pumppujen vioittuessa lietettä ei saada pumpattua kuivattavaksi lingolle. Tähän syynä voi olla laitteistovika tai tukos putkistossa. (Laaksonen 2017.)

23.1 Lietesakeuttamoiden huoltaminen

Rejektivesikourut puhdistetaan ylivuotaneesta lietteestä tarvittaessa. Sakeuttamoiden venttiilit huolletaan ja öljytään säännöllisesti. Lietesakeuttamot tyhjennetään kokonaan ja puhdistetaan 2 kertaa vuodessa. (Hänninen 2016.)

23.2 Seepex BN 35–6L

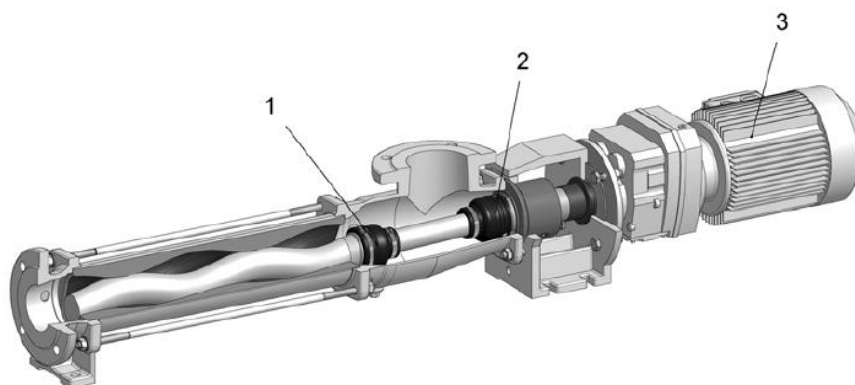
Lietesakeuttamoista liete pumpataan lingolle Seepex BN 35–6L epäkeskoruuvipumpuilla. Epäkeskoruuvipumpun varaosaluettelot ovat sivuilla 75–76.

Huoltaminen

Roottorin ja staattorin voitelu tapahtuu pumpattavan nesteen avulla. Tappinivelet on voideltu valmiiksi tehtaalla Seepex special -rasvalla, joka kestää nivelissä normaalin käyttöajan. Tarvittaessa voiteluun on kuitenkin käytettävä Seepex special -rasvaa. Pumpun pyörievien osien laakerien voitelu ja vaihteen sekä moottorin huoltotoimenpiteet tulee suorittaa säännöllisesti. Näihin ohjeet löytyvät pumpun ohjekirjasta. (Seepex 2009.)

Huomio! Seuraavat huoltotoimenpiteet ovat polymeeripumpulle **BN 2-6L**, mutta ovat todennäköisesti samat myös **BN 35-6L**:lle.

Epäkeskoruuvipumpun toimintaa ja vuotoja varsinkin staattorista sekä akselitiivisteestä tulee tarkkailla viikoittain. Tappinivelet kohdista 1 ja 2 (kuva 29) täytyy tarkastaa ja voidella 10 000 tunnin välein käyttämällä Seepex special -rasvaa. Katso rasvan tiedot ja täyttötilavuus pumpun ohjekirjasta. (Seepex 2014.)



Kuva 29. Epäkeskoruuvipumpun nivelten voitelu kohdista 1 ja 2 (Seepex 2014)

Vaihteen toiminta tarkastetaan puolen vuoden välein tai 3 000 tunnin käytön jälkeen. Katso tarkemmat ohjeet vaihteen ohjekirjasta. (Seepex 2014.)

Taulukko 14. BN 35–6L varaosaluettelo 1 (Seepex 2009)

Qty.	Item	EN	SV	FI
		Range BN	serie BN	sarja BN
		sectional drawing no. 062-004_1	Sektionsritning nr. 062-004_1	Leikkauspiirustus 062-004_1
		denomination Qty. / Item	Benämning Ant. / Pos	Nimike Määrä/Positio
1	200	lantern	mellanstycke	väliosa
2	202	round head grooved pins	nit	pallopääniitti
1	203	type plate	typskylt	tyyppikilpi
4	210	hexagon bolt	sexkantbult	pultti
	211	hexagon bolt	sexkantbult	pultti
4	212	spring washer	fjäderbricka	jousialuslaatta
4	213	hexagon nut	sexkantmutter	mutteri
1	307	plug-in shaft	insticksaxel	pistoakseli
1	309	plug-in shaft pin	bult för insticksaxel	pistoakselin pinna
1	310	splash ring	kastarring	roiskerengas
1	400	coupling rod	kopplingsstång	nivelakseli
2	401	retaining sleeve	länkhylsa	pidätinhylsy
2	402	coupling rod pin	länktapp	nivelakselin pinna
4	403	guide bushing	styrbussning	ohjinholkki
2	404	coupling rod bushing	länktappsbusning	nivelakselin holkki
2	405	universal joint sleeve	manschett	nivelsuojus
2	406	holding band	spännband	kiristysnauha
2	407	holding band	spännband	kiristysnauha
1	500	suction casing	inloppshus	imupesä
1	501	casing gasket	huspackning	pesän tiiviste
3	502	screwed plug	plugg	kierretulppa
3	503	sealing ring	packning	tiivisterengas
4	506	hexagon bolt	sexkantbult	pultti
4	507	fan type lock washer	bricka	aluslaatta
4	509	hexagon nut	sexkantmutter	mutteri
2	°) 510	cleanout	renslucka	puhdistusluukku
2	°) 511	gasket	tätning	tiiviste
8	°) 512	hexagon bolt	sexkantbult	pultti
2	°) 516	screwed plug	plugg	kierretulppa
2	°) 517	sealing ring	packning	tiivisterengas
1	600	rotor	rotor	roottori
1	601	stator	stator	staattori
2	602	tie bolt	stångbult	sidepultti
2	603	tie bolt	stångbult	sidepultti
8	604	hexagon nut	sexkantmutter	mutteri
8	606	washer	bricka	aluslaatta
1	607	trestle	stödfot	tukijalka
1	700	pressure branch	tryckstuts	paineliitäntä
1	705	screwed plug	plugg	kierretulppa
1	706	sealing ring	packning	tiivisterengas

Taulukko 15. BN 35–6L varaosaluettelo 2 (Seepex 2009)

Qty.	Item	EN	SV	FI
		Range BN sectional drawing no. 062-004_1 denomination Qty. / Item	serie BN Sektionsritning nr. 062-004_1 Benämning Ant. / pos	sarja BN Leikkauspiirustus 062-004_1 Nimike Määrä/Positio
	098	seepex joint grease type and filling quantity: see Operating and Maintenance Instruction	seepex kopplingsfett typ och mängd: se Drifts- och skötseleinstruktioner	seepex nivelrasva tyyppi ja täyttömäärä kts. käyttö- ja huolto-ohjeet
		Wear parts and sealings: see Operating and Maintenance Instruction	Slitdelar och tätningar se Drifts- och skötseleinstruktioner	Kulutusosat ja tiivisteet kts. Käyttö- ja Huolto-ohjeet
		Tools: see Operating and Maintenance Instruction	Verktyg se Drifts- och skötseleinstruktioner	Työkalut: kts. Käyttö- ja Huolto-ohjeet
		shaft sealing see sectional drawing mechanical seal	axeltätning se Sektionsritning mekanisk tätning	akselitiiviste kts. leikkauspiirustus mekaaninen tiiviste
		drawn displaced	ritat förskjutet	piirretty siirrettynä
	°)	option	tillval	optio

Taulukko 16. BN 35–6L kulutusosaluettelo (Seepex 2009)

Nimike	Määrä			Positinumero leikkauspiirustuksen ja osaluettelon mukaan
	pieni kulutusosat	suuri kulutusosat	sarja tiivisteitä	
Roottori		1		600
Stattorir 2)	1	1		601
Nivelsuoja		2		405
Nivelakselin pinna		2		402
Ohjainholkki 2)		4		403
Nivelakseli sisältäen pinnan holkin		1/2		400 / 404
Nivelakselin pinna 2)		2		404
Pesän tiiviste			1	501
Kiristysnauha, lyhyt 2)		2		407
Kiristysnauha, pitkä 2)		2		406
Punosrengassarja 2)	1	1		301
Jakorengas	1	1		311
Mekaaninen tiiviste			1	330
Tiivisterengas			4	503, 517, 706
Roiskerengas			1	310
O-rengas, puhdistusluukku			2	511
Pistoakseli 2)		1		307
Erikoisnivelrasva			098	1 tuubi. 300 gr (c. 315cm ³) kts. nivelkohtainen rasvamäärä
Työkalu				Katso kohta 9. dokumentti OM.SPT.01

2) kts. työkalut kohta 9., dokumentti OM.SPT.01

24 LIETELINKO

Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamolla liete kuivataan lopullisesti lingon avulla. Linkoamisen toimintaperiaatteena on pyörimisliikkeen keskipakovoima. Kuivattava materiaali syötetään lingon keskiosassa olevan roottorin läpi kuljetinruuville. Lingon sisäosien pyöriessä suurella kierrosnopeudella keskipakovoima pakottaa syötettävässä materiaalissa olevat raskaammat partikkelit lietekammion sisäseinämälle, kun taas kevyemmät partikkelit jäävät lingon keskiosaan. Lingon erotusvoima voi olla 2 000–5 000-kertainen painovoimaan nähden. (Hakkarainen 2011; Heikura 2014.)

Puhdistamolla lietteen linkoamiseen on käytössä Noxonin valmistama DC20-linko. Tällä lingolla pystytään tuottamaan tunnissa enimmillään 800 kiloa kuiva-ainesta. Lingon kuivauskapasiteetti on 8–25 m³/h, mutta puhdistamon lietteen kohdalla sen on havaittu olevan enimmillään noin 10 m³/h. (Noxon n.d.b.)

Puhdistamolla syntyvä biologis-kemiallinen liete pumpataan lietesakeutta moista epäkeskoruuvipumpulla lingolle. Ennen lietteen syöttämistä lingon roottoriin, lietteen sekaan lisätään kuivaamista helpottavaa polymeeriä. Ilman polymeeriä linko ei saa lietettä kuivattua kunnolla, jolloin linko ei toimi kunnolla. Tällöin joudutaan usein pysäyttämään linko ja puhdistamaan sen sisäosat. Lingon tarvitsema polymeeriliuos valmistetaan Dewa A-P 3-laitteella, jonka rikkoutuessa tähän voidaan käyttää myös prosessi-polymerin valmistukseen käytettävää Noxon PD-150-laitetta.

Lingon sisällä liete kulkeutuu ensin lingon roottorin ja kuljetinruuvien kautta lietekammioon. Liete kerääntyy pyörimisliikkeen keskipakovoiman vaikutuksesta lietekammion sisäseinämälle. Erotettu vesi eli rejektivesi poistuu lingon alla olevan poistosuppilon kautta laitoksen puhdistamoprosessin alkuun. Pyörivä kuljetinruuvi siirtää kuivattua lietettä lingon sisällä eteenpäin. Liete kulkeutuu lingon toisessa päässä olevan epäkeskoruuvipumpun kautta ruuvikuljettimelle, joka siirtää lietteen loppuksi lietelavalle. Liete vietään rekkakuljetuksella hyötykäyttäväksi Kuopiossa sijaitsevalle Gasumin biokaasulaitokselle. Täytetyt lietelavat vaihdetaan uusiin noin kaksi kertaa viikossa.

Lietteenkäsittelyn vakavampana vikatilanteena voidaan pitää sitä, että linko vioittuu niin pahoin, ettei sillä voida kuivata lietettä ollenkaan. Vikatilanteen pitkittyessä useampaan päivään, prosessialtisiin kertyy niin paljon lietettä, että sakeuttamoiden liete on kuljetettava kuivatettavaksi lähi-kaupunkien, esimerkiksi Varkauden tai Kuopion jätevedenpuhdistamolle. (Laaksonen 2017.)

24.1 Lingon huoltaminen

Lingon käynnissä ollessa sitä on tarkkailtava aktiivisesti. Varsinkin linkoa käynnistettäessä sen toimintaa on tarkkailtava esimerkiksi mahdollisten tukosten tai muiden toimintahäiriöiden varalta. Myös lingon epätavallisiin ääniin ja tärinäihin pitää kiinnittää huomiota.

24.2 Lingon huoltovälit

Normaaleja jokapäiväisiä tarkastuskohteita ovat lingon käyntinopeuden, ruuvien paineen ja rummun sähkökulutuksen tarkastaminen, laakereiden ja muiden osien lämpötilojen tarkastaminen, kuivatun lietteen ja rejektiveden laadun tarkastelu sekä tuloputken vuotosuppilon tarkastaminen ja puhdistaminen tarvittaessa. (Noxon 2011.)

150 tunnin välein täytyy puhdistaa lingon rumpu ja voidella painelaakerit. 300 tunnin välein suoritettavat huoltotoimenpiteet ovat neulalaakerien voitelunippojen voitelu, mahdollisten vuotojen etsintä, tehonkulutuksen tarkastaminen sekä rejektiveden ja lietteen poistaukkojen puhdistaminen lietteestä. 750 tunnin välein suoritetaan roottorin perusteellinen puhdistus ja tarkastetaan sen tiivisteet. Lisäksi voimansiirron kiilahihnojen kunnot tarkastetaan samalla. 2 000 tunnin välein täytyy tehdä ruuvien vaihteen öljynvaihto, eroosiotarkastus, tiivisteiden ja sisääntuloputken tarkastus sekä lisäksi pääläakerit voidellaan nipoista suositellulla rasvalaadulla. 7 000 tunnin välein tai kerran vuodessa tehdään lingon täydellinen huolto, puhdistus ja voitelu. Tämän lisäksi ohjeistetaan tarvittaessa paikkamaalamaan runko ja suojakansi. Myös sähkömoottorit pitää huoltaa (katso tämän tiedot moottorin käyttöoppaasta). Vuosihuollossa Noxonin huoltohenkilökunnan tehtäväksi jäävät seuraavat huoltotoimenpiteet, kuten roottorin materiaalin kulumisen tarkastus, voimansiirron planeettavaihteen kuulalaakereiden tarkastus sekä rungon ja suojakannen tärinänvaimentimien joustavuus sekä lingon asennon tarkastus. (Noxon 2011.)

24.3 Lingon yleinen puhdistaminen

Lingon tavanomaiseen huoltoon kuuluu sen säännöllinen puhdistaminen. Metalliosien puhdistamiseen voidaan käyttää mineraalitärpähtiä tai muita vastaavanlaisia liotainaineita. Kevyiden metalliosien puhdistamisessa täytyy olla käyttämättä vahvasti emäksisiä liuoksia. Tiivisterenkaat pyyhitään kostutetulla rievulla käyttämällä samoin joko tärpähtiä tai muuta samankaltaista liuotainainetta. Linkoa tulee myös tarvittaessa paikata. Roottori on myös puhdistettava säännöllisesti. Liete on mahdollisesti pestävä pois lämpimällä vedellä tai puhdistuksessa on käytettävä apuna höyryä. (Noxon 2011.)

24.4 Laakerien vaihto

Vierintälaakereita vaihdettaessa uusien laakerien rasvaa ei saa pyyhkiä pois, eikä laakeria saa asettaa paikalleen pakolla akselille lyömällä ulkorenkaseen. Asettaessa laakeria laakeritilaan tai laakeripesään sisärenkaaseen ei saa myöskään lyödä. Vaihtamisen aikana on varmistettava, ettei laakeriin tai laakeripesään pääse likaa. Laakeriin ei saa myöskään koskaan puhalttaa paineilmaa, eikä rasvaamatonta laakeria saa pyörittää. (Noxon 2011.)

24.5 Suojakannen ja kaukalon puhdistus

Ensin kaikki lika poistetaan kannen ylä- ja alapuoliskon välisestä laipasta. Suojakansi avataan kääntämällä avain sulje-asennosta avaa-asentoon. Mäntää ei saa ajaa ääriasentoja vasten 2 sekuntia pidempään. Lietteen poistoyksikön, eli esimerkiksi lieteruuvien ja pumpun pysähtyessä, lingon kaukalo voi täytyä lietteestä, jolloin lingon käyntinopeus hidastuu. Tästä voi tulla myös hälytys rummun taajuusmuuttajalta liian pienen kierrosluvun tai liian suuren virrankulutuksen vuoksi, jolloin linko täytyy puhdistaa niin pian kuin mahdollista. Kaukalo ja kansi sen kaikkine väliseinineen pestään puhtaalla vedellä. Kaukalossa oleva liete voidaan huuhtoa pois käyttämällä apuna väliseinän alareunassa olevaa alinta aukkoa. Lingon rejektipoiston puolelle mahdollisesti muodostunut karsta täytyy myös poistaa pesemällä. (Noxon 2011.)

24.6 Rejektiputkien puhdistaminen, vain myötävirtalinko

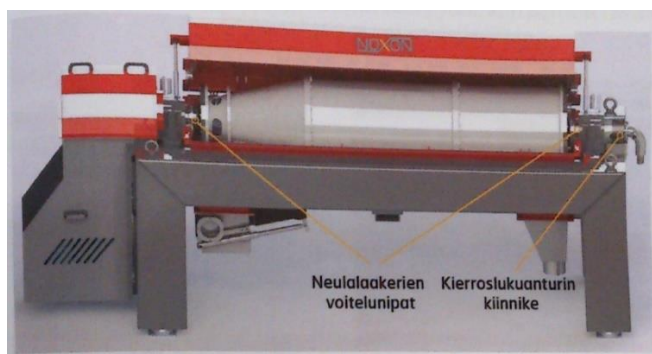
Lingon rummun neljän välilevyn eteen on asennettu roiskesuojukset, jotka estävät rejektiveden tunkeutumisen ulos suojakannen tiivisterenkaiden lävitse. Rejektiputkien puhdistaminen aloitetaan avaamalla lingon suojakansi ja pyörittämällä rumpua niin, että peitelevyllä varustettu välilevy tulee esille, minkä jälkeen mitataan välilevyn asento sekä merkitään tämä arvo muistiin. Tämän jälkeen välilevyä löysätään vetämällä sitä rummun ulkoreunaa päin ja lopuksi ruuvaamalla se kiinni. Lisäksi roiskesuojuksen peitelevyä löysätään. Peitelevyä käännettäessä pois tieltä, yksi reikä vapautuu, jolloin rejektiputkia päästään puhdistamaan. Yksi neljästä rejektiputkesta ajetaan roiskesuojuksessa olevaan aukkoon käyttämällä kytkentärasian painonappia tai automaatiokaappia. Tämän jälkeen kaikki neljä rejektiputkea puhdistetaan käyttäen apuna vettä ja huuhteluputkea. Puhdistamisen jälkeen välilevyt kiinnitetään tiukasti paikoilleen samalle korkeudelle käyttäen aiemmin mitattuja arvoja. Rejektiveden poistoa ja linkoamisen tasapainoa ajatellen asennus tulee suorittaa tarkasti: enintään $\pm 0,25$ mm ero voidaan sallia. Välilevyjen säätöalue DC20 EL -myötävirtalingolle on 161–173 mm ja normaali arvo 169 mm (rummun kartio on 14°). Lopuksi peitelevy kiinnitetään takaisin roiskesuojukseen, minkä jälkeen suojakansi suljetaan ja lukitaan ruuveilla. (Noxon 2011.)

24.7 Voitelu ja öljynvaihto

Lingon päälaakerit ovat kestovoideltuja, joten näitä ei tarvitse erikseen voidella. Sen sijaan seuraavissa kappaleissa mainitut laakereiden voitelut ja öljynvaihdot ovat suoritettava säännöllisin väliajoin.

24.7.1 Neulalaakerien voitelunipat

Neulalaakerien voitelunipat (kuva 30) täytyy voidella 300 tunnin välein 30 grammalla Castrol Optipit -rasvaa. Tällöin suojakannen ruuvit ruuvataan ensin pois ja kansi asetetaan aivan ylä-asentoon. Pyörittämällä rumpua kummassakin päässä olevat voitelunipat saadaan esille. Tämän jälkeen kuljetinruuvia ajetaan hitaasti käyttämällä lingon kytkentärasian painiketta tai sähkökaapin vipua samalla voidellen painamalla yhtä nippaa kerrallaan. Lopuksi kuljetinruuvi pysäytetään, kansi suljetaan ja ruuvit kiinnitetään paikoilleen. (Noxon 2011.)



Kuva 30. Neulalaakeiden voitelunippojen sijainnit (Noxon 2011)

24.7.2 Painelaakerin voitelu

Painelaakerit tulee voidella 150 tunnin välein. Painelaakeriin päästään käsiksi poistamalla kierroslukuanturin kotelon toisella puolella oleva kumitulppa (kuva 30). Lingon suojakannen avaamisen ja käsin pyörittämisen jälkeen voitelunippa tai ruuvikanta tulee esille. Tämän jälkeen otetaan noin 50 grammaa Castrol Optipit -rasvaa, ja kuljetinruuvia ajetaan hitaasti kytkentärasian painikkeen tai sähkökaapin vivun avulla samalla painetaan rasvaa nipan sisään. Lopuksi kuljetinruuvi pysäytetään, kumitulppa asetetaan takaisin paikalleen, suojakansi suljetaan ja ruuvit kiinnitetään paikoilleen. (Noxon 2011.)

24.7.3 Vaihteen öljynvaihto

Vaihteen öljy täytyy vaihtaa 2 000 tunnin välein. Ensin magneettitulppa irtotetaan ja vanha öljy poistetaan, minkä jälkeen puhdistetaan öljytulppa. Ennen öljynvaihtoa vaihde huuhdellaan ensin liuoksella, jossa on puolet

dieseliä ja puolet SAE 10 -öljyä. Tämän jälkeen tehdään öljynvaihto käyttämällä Statoil Mereta 320 tai muuta vastaavaa öljylaatua. Vakiomallin vaihteelle (RE513) öljymäärä on noin 2,1 litraa. Lopuksi öljytulppa kierretään paikoilleen. (Noxon 2011.)

24.7.4 Kiila- ja hammashihnojen tarkastus ja vaihto

Kiilahihnojen ollessa liian löysällä hihna kuluu erittäin nopeasti, ja toisaalta sen ollessa liian kireällä laakeri kuluu. Hihnoja tarvitsee kiristää harvoin, mutta aika ajoin niiden kunto on tarkastettava. Vaikka vain yksi hihna olisi kulunut, pitää lingon kaikki hihnat vaihtaa, jotta kaikki saman valmistajan hihnat saadaan samalle kireydelle.

Ensin irrotetaan hihnasuojuksen yläosa poistamalla sen 5 ruuvia ja nostamalla hihnasuojus pois paikaltaan. Hihnasuojuksen alaosa irrotetaan poistamalla 6 ruuvia ja nostamalla se pois paikaltaan. Alasuojus on hyvin painava, joten nostamisessa täytyy olla mukana vähintään 2 henkilöä. Tämän jälkeen löysätään kuljetinruuvien moottorilaatan 4 pulttia (M16). Tällöin löysätään myös hammashihnaa kiertämällä kiristysruuvia myötäpäivään. Vanha hammashihna irrotetaan ja tarkastetaan sen kunto. Samalla tarkastetaan rummun kiilahihnojen kunto. Jos kiilahihnat ovat huonossa kunnossa, jatka tämän huolto-ohjeen lukemista seuraavasta kappaleesta. Kiilahihnojen ollessa taas hyvässä kunnossa, vanha tai uusi hammashihna laitetaan paikoilleen ja moottorilaatta kiinnitetään, minkä jälkeen hihnasuojukset kiinnitetään paikoilleen. (Noxon 2011.)

Kiilahihnojen vaihtamiseksi rummun moottorilaatan 4 pulttia (M16) löysätään. Samalla löysätään myös hihnaa kiertämällä kiristysruuvia myötäpäivään, minkä jälkeen kuluneet kiilahihnat vaihdetaan uusiin. Lisäksi hihnojen samansuuntaisuus ja -tasaisuus tarkastetaan. Hihnaa painaessa sen tulee joustaa noin 10 mm. Hihnojen kireys säädetään kiristysruuveilla. Tämän jälkeen moottorilaatta kiinnitetään paikoilleen. Tämän jälkeen asennetaan hammashihna ruuvien moottoriin säätäen kireyttä kääntäen kiristysruuvia. Painaessa hihnaa sisään päin hammashihnan tulee joustaa 83–85 mm. Tämän jälkeen moottorilaatta kiinnitetään tiukasti paikalleen. Lopuksi hihnasuojukset kiinnitetään paikoilleen. (Noxon 2011.)

24.7.5 Tuloputken vaihtaminen

Vastavirtalingon tuloputken alkuperäinen pituus on 800 mm ja sen läpimitta on 42,4 x 2 mm. Myötävirtalingon tuloputken alkuperäinen pituus on 480 mm ja sen läpimitta on 48 x 2,5 mm. Vaihtaessa tuloputkea, sen 4 pulttia (M12) irrotetaan ja tuloputki vedetään ulos. Uuden tuloputken ulkopinnan puhtaus tarkastetaan, minkä jälkeen se työnnetään sisään sekä kiinnitetään tuloputken käyrä ja tiiviste. Lopuksi pultit ruuvataan paikoilleen. (Noxon 2011.)

24.7.6 Lingon kulutusosat

- LA1786** 3 x Kiilahihna / V-belt malleihin DC10,12 ja 20ELHS
- LA1793** 1 x Hammashihna / Cog belt malleihin DC10,12 ja 20ELHS
- LA1602** 2 x Induktiivinen anturi / Inductive sensor
- LA1603** 1 x Liitin induktiiviseen anturiin / Plug to inductive sensor
- LA2171** 1 x Castrol Optipit 400 g rasvapatkilo neulalaakerin ja painerulla-laakeriin
- LA1497** 1 x Statoil Mereta 320 vaihdelaatikkoöljy 10 l pakkaus

24.7.7 Seepex BTI 17–12

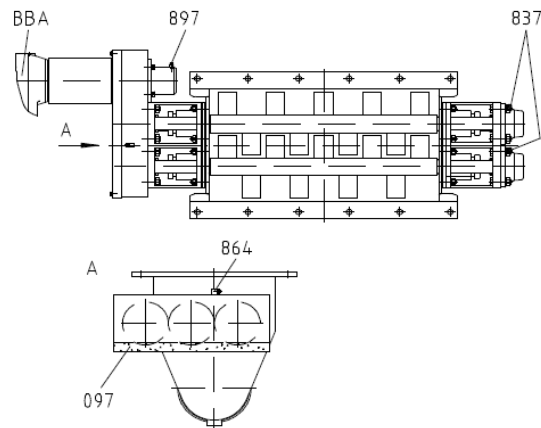
Epäkeskoruuvipumppu BTI 17–12 pumpppaa kuivatun lietteen lingolta ruuvikuljettimelle. Epäkeskoruuvipumpun varaosa- ja kulutusosaluettelot ovat sivuilla 83–85.

Huoltaminen

Roottorin ja staattorin voitelu tapahtuu pumpattavan nesteen avulla. Tapinivelet on voideltu valmiiksi tehtaalla Seepex special -rasvalla, joka kestää nivelissä normaalin käyttöajan ajan. Tarvittaessa voiteluun on käytettävä Seepex special -rasvaa. Pumpun pyörivien osien laakerien voitelu ja vaihteen sekä moottorin huoltotoimenpiteet tulee tehdä säännöllisesti. Näihin ohjeet löytyvät valmistajan ohjekirjasta. (Seepex 2006.)

Murskaajan (kuva 31, sivu 83) osat voidellaan säännöllisesti. Hammaspyörät vaihteen (GTT) sisällä voidellaan 1 000–1 500 käyttötunnin jälkeen nippeleistä 864. Täyttömäärä on suunnilleen 50–100 cm³. Siiven ja vaihteen akselien laakerit voidellaan 500–1 000 käyttötunnin jälkeen nippeleistä 837 ja 897. Täyttötilavuudet ovat noin 3–5 cm³. Osien voiteluun voidaan käyttää seuraavia tai vastaavanlaisia voiteluaineita: Esso Beacon EP2/DIN KP2 N-25, Shell Alvania EP2/DIN KP2 K-20 tai Aral Aralub HLP2/DIN KP2 K-30. (Seepex 2006.)

BTI 17–12:n vaihteen osa voidellaan nippeleistä 097 ja sen täyttötilavuus on noin 1 250 cm³. Moottorin BBA huolto-ohjeet ovat valmistajan ohjekirjassa. (Seepex 2006.)



Kuva 31. BTI 17-12:n murskaajan voitelukohdat (Seepex 2006)

Taulukko 17. BTI 17-12 varaosaluettelo 1 (Seepex 2006)

Stck.	Pos.	DE	GB	FR
		Baureihe BTI Schnittzeichnung Nr. 295-001_1 Benennung Stck. / Pos.	range BTI sectional drawing no. 295-001_1 denomination Qty. / item	série BTI plan no. 295-001_1 désignation Qté. / Poste
1	200	Lateme	lantern	lanterne
2	202	Halbrundkerbnägel	round head grooved pins	rivet
1	203	Typenschild	type plate	plaque signalitique
1	300	Stopfbuchsgehäuse	gland housing	boitier de presse étoupe
6	301	Packungsring	packing ring	bague d'étoupage
1	302	Stopfbuchsbrille	packing gland	fouloir
2	303	Hammerschraube	gland bolt	vis à tête rectangulaire
2	304	6kt-Mutter	hexagon nut	écrou
1	307	Steckwelle	plug-in shaft	arbre à broche
1	309	Steckwellenbolzen	plug-in shaft pin	cheville pour arbre à broche
1	310	Spritzring	splash ring	bague de projection
1	400	Transportschnecke	auger feed screw	vis transporteuse
2	401	Gelenkhülse	retaining sleeve	douille d'articulation
2	402	Kuppelstangenbolzen	coupling rod pin	axe d'articulation
4	403	Führungsbuchse	guide bushing	douille de guidage
2	404	Kuppelstangenbuchse	coupling rod bushing	chemise d'axe
2	405	Manschette	universal joint sleeve	manchette
2	406	Halteband	holding band	collier de serrage
2	407	Halteband	holding band	collier de serrage
1	408	Manschettenschutz	universal joint protector	protection métallique des manchettes
2	409	Zylinderschraube	socket screw	vis à tête cylindrique
2	410	Federring	spring washer	rondelle frein
1	411	Halteband	holding band	collier de serrage
1	412	Halteband	holding band	collier de serrage
1	413	Gummieinlage	rubber ply	noyau de caoutchouc
1	500	Einlauftrichter	feed hopper	trémie d'entrée
1	501	Sauggehäusedichtung	casing gasket	étanchéité du carter d'aspiration
1	502	Verschlusschraube	screwed plug	bouchon de vidange
1	503	Dichtring	sealing ring	joint d'étanchéité
4	506	Stiftschraube	stud bolt	boulon fileté
4	507	Fächerscheibe	fan type lock washer	rondelle à dents chevauchantes extérieures
4	509	6kt-Mutter	hexagon nut	écrou
1	535	Stopfteil	stuffing part	pièce de compression
1	536	O-Ring	o-ring	o-ring
6	537	Stiftschraube	stud bolt	boulon fileté
6	538	Federring	spring washer	rondelle frein
6	539	6kt-Mutter	hexagon nut	écrou
1	600	Rotor	rotor	rotor
1	601	Stator	stator	stator
4	602	Spannschraube	tie bolt	tirant
12	604	6kt-Mutter	hexagon nut	écrou
12	606	Scheibe	washer	rondelle
1	607	Stützbock	trestle	ped
1	700	Druckstutzen	pressure branch	bride de refoulement
1	705	Verschlusschraube	screwed plug	bouchon de vidange
1	706	Dichtring	sealing ring	joint d'étanchéité
2	800	Paddelwelle	paddle shaft	arbre à palletes
1	*) 801	Lagerbock	bearing stool	tréteau du palier

Taulukko 18. BTI 17–12 varaosaluettelo 2 (Seepex 2006)

Stk.	Pos.	d	e	f
		Stückliste Baureihe BTI Baugrößen Schnittzeichnung Nr.	Parts list range BTI size sectional drawing No.	Liste des pièces BTI séries plan no.
		Benennung Stck. / Pos.	denomination Qty. / item	désignation Qté. / Poste
8	o)	807 Økt-Mutter	hexagon nut	écrou
4	o)	808 Økt-Schraube	hexagon bolt	vis
8	o)	809 Scheibe	washer	rondelle
4	o)	810 Federing	spring washer	rondelle frein
4	o)	811 Økt-Mutter	hexagon nut	écrou
8	o)	812 Økt-Schraube	hexagon bolt	vis
16	o)	814 Fächerscheibe	fan type lock washer	rondelle à dents chevauchantes extérieures
8	o)	815 Økt-Mutter	hexagon nut	écrou
4		820 Lateme	lantern	lanterne
2		821 Deckel	cover	couvercle
2		822 Dichtung	gasket	étanchéité
4		823 Zylinderstift	parallel pin	cheville cylindrique
4		824 Wellendichtring	lip seal	bague d'étanchéité d'ondes
16		825 Stiftschraube	stud bolt	boulon fileté
16		826 Federing	spring washer	rondelle frein
16		827 Økt-Mutter	hexagon nut	écrou
4		828 Økt-Schraube	hexagon bolt	vis
4		829 Sauggehäusedichtung	casing gasket	étanchéité du carter d'aspiration
4		830 Stopfbuchsgehäuse	gland housing	boitier de presse étoupe
24		831 Packungsring	packing ring	bague d'étoupage
4		833 Stopfbuchsbrille	packing gland	fouloir
4		834 V-Ring	V-ring	joint du type V
8		835 Hammerschraube	gland bolt	vis à tête rectangulaire
2		836 Flanschlager	flange bearing	palier bridé
2		837 Schmiemippel	lubrication nipple	raccord fileté de graissage
2		839 Abschlussdeckel	cover plate	couvercle de fermeture
8		840 Økt-Mutter	hexagon nut	écrou
4		841 Økt-Schraube	hexagon bolt	vis
12		842 Federing	spring washer	rondelle frein
12		843 Økt-Mutter	hexagon nut	écrou
2		845 Passfeder	shaft key	clavette
2		847 Sicherungsring	circlip	circlip
3	1)	849 Distanzring	spacer ring	anneau d'écartement
2		850 Buchse	bush	douille
3		853 Passfeder	shaft key	clavette
8		854 Stiftschraube	stud bolt	boulon fileté
4		857 Scheibe	washer	rondelle
1		858 Zahnradschutz	gearwheel protection	protection de la roue dentée
1		859 Dichtung	gasket	étanchéité
12		861 Økt-Schraube	hexagon bolt	vis
1		863 Wellendichtring	lip seal	bague d'étanchéité d'ondes
1		864 Schmiemippel	lubrication nipple	raccord fileté de graissage
3		865 Sicherungsring	circlip	circlip
4		866 Sicherungsring	circlip	circlip
1		867 Antriebswelle	drive shaft	arbre d'entraînement
1		868 Passfeder	shaft key	clavette
1		869 Sicherungsring	circlip	circlip
3		870 Zahnrad	gearwheel	roue dentée
1		876 Lagergehäuse	bearing housing	lagement du palier
1		877 Rillenkugellager	groove ball bearing	roulement rainuré à billes
3		878 Rillenkugellager	groove ball bearing	roulement rainuré à billes
1		879 Lagerplatte	bearing sole plate	plaque d'appui
4		884 Zylinderschraube	socket screw	vis à tête cylindrique
4		885 Federing	spring washer	rondelle frein

Taulukko 19. BTI 17–12 varaosaluettelo 3 (Seepex 2006)

Stck.	Pos.	d	e	f
		Stückliste Baureihe BTI Baugrößen Schnittzeichnung Nr.	Parts list range BTI size sectional drawing No.	Liste des pièces BTI séries plan no.
		Benennung Stck. / Pos.	denomination Qty. / item	désignation Qté. / Poste
1	886	O-Ring	O-ring	O-ring
1	887	Klemmring	clamping ring	anneau de serrage
1	888	O-Ring	O-ring	O-ring
1	889	Dichtringaufnahme	sealing ring seat	logement de l'anneau d'étanchéité
4	893	Zylinderschraube	socket screw	vis à tête cylindrique
4	894	Federring	spring washer	rondelle frein
1	895	Kupplung	coupling	accouplement
1	897	Schmiernippel	lubrication nipple	raccord fileté de graissage
1	898	Kupplungsschutz	coupling guard	protection d'accouplement
	o)	für ELT Sonderlänge:	for ELT special length:	pour ELT longueur spéciale:
	1)	entfällt bei Baugrößen 35-24, 70 und 130	is deleted for sizes 35-24, 70 and 130	ne pas valable pour les séries 35-24, 70 et 130
	098	seepex Gelenkfett Typ und Füllmenge siehe Angaben im Inhaltsverzeichnis der zur Pumpe gehörenden Betriebsanleitung	seepex joint grease for type and filling quantity refer to index of operating instruction belonging to pump	seepex graisse d'articulations voir sommaire pour type et quantité
		Verschleissteile und Dichtungen: siehe Dokument OM.WPS 20d	Wear parts and sealings refer to document OM.WPS 20e	Pièces d'usure et étanchéités voir document OM.WPS 20f
		Werkzeuge: Für Demontage und Wiedermontage erforderlich siehe Dokument OM.SPT.01de	Tools: required for disassembly and reassembly, refer to document OM.SPT.01de	Outils: Requis pour le démontage et le remontage, voir document OM.SPT.01fe

Taulukko 20. BTI 17–12 kulutusosaluettelo (Seepex 2006)

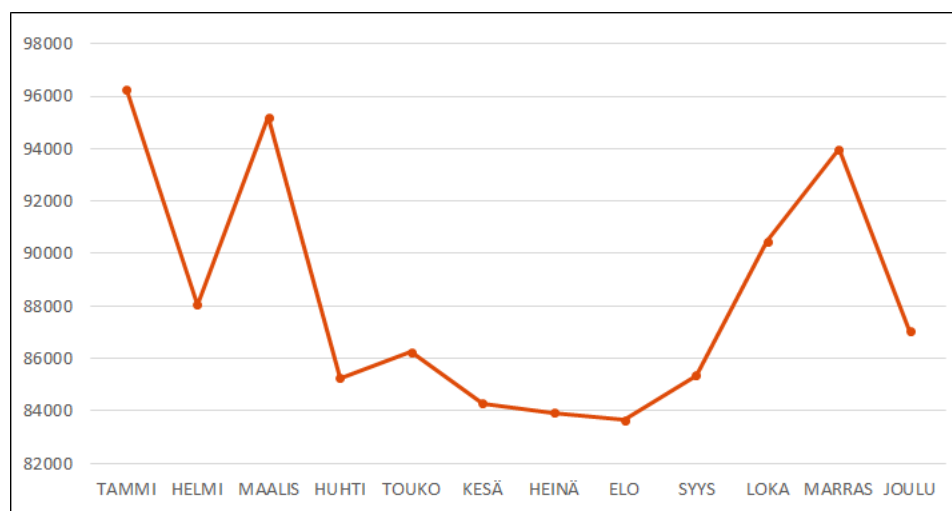
Part designation	small set of wearing parts	big set of wearing parts	set of gaskets	Item number acc to sectional drawing of pump and parts list	
				Number	
Rotor		1			600
Stator	2)	1	1		601
Universal joint sleeve		2			405
Coupling rod pin		2			402
Guide bushing	2)	4			403
Auger feed screw/with coupling rod bushing		1/2			400/404
Coupling rod bushing	2)	2			404
Casing gasket			1		501
Holding band, small	2)	2			407
Holding band, big	2)	2			406
Packing ring set	2)	1	1		301
Mechanical seal			1		330
Sealing ring			4		503, 517, 706
Splash ring			1		310
O-ring/cleanout					-
Plug-in shaft	2)	1			307
Special joint grease				098	1. cart. 300gr. (c. 315cm ³) grease quantity per pin joint, see techn. data
Tool					Essential for assembly, see Point 9., document OM.SPT.01
O-ring			1		536
Paddle shaft		2			800
Gasket		1			822
Casing gasket		4			829
Packing ring set	1	1			831
Circlip		4			847
Lip seal			1		863
V-ring		4			834
Gearwheel		3			870
Holding band		1			411
Holding band		1			412
Rubber ply		1			413
Bearing		1			804
Lip seal		4			824
Circlip		3			865
Circlip		4			866
O-ring		1			886
O-ring		1			888
Circlip		1			869

2) see tools Point 9., document OM.SPT.01

25 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT JA -LAITTEET

Keskuspuhdistamon sähköjärjestelmien ja sähkölaitteiden täytyy toimia moitteettomasti, sillä kaikki prosessilaitteet tarvitsevat sähkövirtaa toimia-
kseen. Tämän vuoksi puhdistamon sähköjärjestelmien ja sähkölaitteiden
toimivuus tarkistetaan ja huolletaan säännöllisesti. Puhdistusprosessin tär-
keimmät sähkölaitteet ovat ilmastuskompressorit ja dispersiokompresso-
rit, sillä ilman niitä jätevedestä ei saada poistettua tarpeeksi epäpuhtauk-
sia, jolloin puhdistusteho jää hyvin matalaksi (Sormunen 2017). Lisäksi il-
mastuskompressoreiden vikatilanteissa biologisen puhdistuksen mikro-
bipopulaatiot voivat tuhoutua, kun ne eivät saa tarpeeksi tarvitsemaansa
happia. Näiden mikrobien populaatioiden kasvamisessa ja siten biologisen
puhdistustehon normalisoitumisessa kestää huomattavan kauan aikaa.

Puhdistusprosessin tärkeimpiä pumppuja ovat tulopumppaamon, hieka-
nerotuksen ja palautuslietteen pumput sekä lieteallaspumput 28 ja 29.
Sähköasentajien yleisesti huollettavia sähkölaitteita ovat lisäksi prosessi-
laitteiden konduktorit, joiden vioittuessa esimerkiksi palautuslietepumput
eivät toimi oikein (Sormunen 2017). Kokonaissähkönkulutus keskuspuhdis-
tamolla vuonna 2016 oli noin 1 060 MWh (kuva 32) (Hänninen 2017).



Kuva 32. Keskusjätevedenpuhdistamon sähkönkulutus (kWh) kuukausit-
tain vuonna 2016 (Hänninen 2017)

26 TOIMENPITEET SÄHKÖKATKOSSA

Viemäriverkoston pumput ja jätevedenpuhdistamon prosessilaitteet vaativat sähkövirtaa toimiakseen, joten sähkönjakelun häiriötilanteissa viemäriverkoston toiminta ja jätevedenpuhdistus lamaantuvat. Tällöin jätevettä ei saada pumpattua viemäriverkostossa eteenpäin, eikä jätevedenpuhdistuslaitteisto toimi. Sähkönsyöttö tulee keskusjätevedenpuhdistamolle valtakunnan verkostosta kahdesta eri suunnasta (Hänninen 2016). Sähkökatkojen syynä Etelä- ja Pohjois-Savon alueilla ovat olleet viime vuosina yleensä rajut myrskyt, jolloin sähköttä on joutunut olemaan jopa useita kymmeniä tuhansia talouksia (Savon Sanomat 2016). Viemäriverkoston pumppujen toimimattomuuden vuoksi sähkökatkon aikana, suurin osa jätevedestä ei pääse puhdistamon tulopumppaamolle asti, joten liiallinen tulopumppaamon täyttyminen ei pitäisi olla mahdollista lyhyiden sähkökatkoksien aikana. Länsirinteen asuinalueelta johdettava jätevesi tulee tulopumppaamoon valumana, joten sähkökatkon pitkittyessä tämä valumana tuleva jätevesi voi muodostua ongelmaksi. (Hänninen 2017.)

Sähkökatkoksien jälkeen on tarkastettava huolellisesti laitoksen prosessilaitteiden toimivuus. Ensisijaisesti tarkistettavat ja tarpeen mukaan käynnistettävät laitteet ovat välppä, hiekkakompressorit, ilmastuskompressorit, ilmastuksen apukompressorit, palautuslietekellot, AVR:n taajuusmuuttaja, polymeeripumppu, dispersiokompressorit, dispersiovesipumppu, linko sekä alakerran lieteallaspumput 28 ja 29. (Hänninen 2017.)

27 KEHITTÄMISEHDOTUKSIA

Suurin osa Pieksämäen keskusjätevedenpuhdistamon rakenteista, altaista ja osa laitteistosta on alkuperäisiä 1970-luvulla rakennettuja ja paikoilleen asennettuja. Laitteistoa on sittemmin saneerattu säännöllisin väliajoin sekä tarvittaessa, minkä vuoksi puhdistamo on pystytty pitämään toimintakykyisenä ja täyttämään nykyiset puhdistusvaatimukset. Laitoksen toimintaa on kuitenkin mahdollisesti tulevaisuudessa tehostettava, jos jäteveden epäpuhtauksien määrä tai laitoksen ympäristölupaehtojen puhdistusvaatimukset kasvavat huomattavasti. Toimintaa voidaan kehittää myös laitteiden käyttämisen ja puhdistamisen helpottamiseksi. Keskuspuhdistamon laitteistoa pystyttäisiin esimerkiksi nykyaikaistamaan ja automatisoimaan laajemmassa määrin, jolloin saataisiin helpotettua päivittäisiä säätötoimenpiteitä. Automatisoitaessa prosessin toiminnalle tärkeitä järjestelmiä, täytyy muistaa kartoittaa automatiikan vikatilanteiden riskit kattavasti. Näihin uusiin automaattisiin järjestelmiin täytyy asentaa myös riittävä määrä toimintavarmoja antureita ja hälytysjärjestelmiä.

27.1 Esiselkeytysallas

Laitoksen puhdistusprosessin alusta puuttuu esiselkeytys, minkä vuoksi biologisessa puhdistuksessa kohdataan usein korkeita kuormituspiikkejä, jotka taas heikentävät itse biologista puhdistusta ja nostavat tilapäisesti käyttökustannuksia. Esiselkeytyksellä tulevan jäteveden laatua saataisiin tasattua sekä poistettua jo siinä osa biologisesta materiaalista, jolloin yksittäiset kuormituspiikit ja yleinen kuormitus biologiseen puhdistukseen voisivat vähentyä huomattavasti. Suurin ongelma esiselkeytysallasta rakennettaessa on kuitenkin sen sijoittaminen tontille, sillä altaan rakenteet vaativat verrattain paljon tilaa. Lisäksi ongelmaksi nousevat olemassa olevien rakenteiden ja altaiden nykyinen sijoittuminen laitoksen tontilla. Jos esiselkeytysallas sijoitettaisiin esimerkiksi ilmastusaltaiden viereen, tulopumppaamo ja sen vierestä kulkeva huoltotie pitäisi siirtää kauemmaksi. Esiselkeytysallas voitaisiin sijoittaa myös kauemmas nykyisestä hallista, jolloin puolestaan täytyisi rakentaa puhdistamon eri osia yhdistäviä pitkiä kanavia ja putkistoja. Huolimatta siitä mihin esiselkeytysallas sijoitettaisiin, pitäisi joka tapauksessa väljän ja hiekanerotusaltaan paikkaa siirtää esiselkeytysallasta edeltäväksi prosessiksi. Esiselkeytysaltan rakentaminen tulisi todennäköisesti olemaan kallis projekti, mutta pitkällä aikavälillä sillä voitaisiin saada huomattavia säästöjä biologisen puhdistuksen kuormituksen vähennyttä.

27.2 Ilmastuskompressoreiden täysin automaattinen säätöjärjestelmä

Tällä hetkellä ilmastusaltaiden ilmakompressoreiden säätö on puoliautomaattinen. Pääkompressorin teho säätyy automaattisesti riippuen jäteveden happipitoisuudesta, mutta järjestelmä ei pysty tarvittaessa kytkemään apukompressoria automaattisesti päälle vaan tämä täytyy tehdä manuaalisesti. Pää- ja apukompressorin ollessa päällä sekä ilmastusaltaan happipitoisuuden ollessa hyvin korkea, järjestelmä osaa säätää apukompressoria pienemmälle teholle, mutta tämä toiminto ei aina välttämättä toimi riittävästi hyvin. Ilmakompressorien automatiikan uudistamisella täysin automaattiseksi välttyttäisiin ilmastuksen manuaalisilta säätötoimenpiteiltä ja näin voitaisiin säästää huomattavasti käyttökustannuksissa.

27.3 Lietesakeuttamoiden täyttämisen automaattinen venttiililaitteisto

Keskuspuhdistamon lietesakeuttamoista toinen on aina täyttymässä ja toisen sakeuttamon venttiili on suljettuna. Sakeuttamoiden venttiilit olisi mahdollista asentaa toimimaan niin, että toisen sakeuttamon ollessa täynnä, tämän venttiili sulkeutuisi automaattisesti, kun samalla toisen puolestaan aukenisi. Lietteen pintaa mittaavien antureiden tulisi tällöin olla tarkkoja ja toimintavarmoja, sillä ylivuotavan lietteen kulkeutuessa rejektiveden mukana tulopumppaamon kautta takaisin puhdistusprosessiin, lisäisi se kuormitusta huomattavasti ja suurina määrinä heikentäisi merkittävästi biologista puhdistusta.

27.4 Palautuslietteen ja ylijäämälietteen suhteen automaattinen säätölaitteisto

Palautuslietteen ja ylijäämälietteen suhdetta säädetään manuaalisesti käsi­käyttöisten venttiilien avulla. Nykyiset venttiilit voitaisiin korvata auto­matisoiduilla venttiileillä, jotka säätäisivät omatoimisesti lietesakeutta­moihin johdettavaa lietemäärää. Tämä vaatisi kuitenkin laitteistolta kor­keaa toimintavarmuutta sekä tarkkojen anturien asentamista, jotta ylijää­mälietettä pumpattaisiin lietesakeuttamoihin juuri oikea määrä. Tämän järjestelmän rakentaminen tulisi kuitenkin todennäköisesti olemaan haas­teellisempi tehtävä kuin edellisessä kappaleessa mainitun lietesakeutta­moiden automaattisen venttiililaitteiston rakentaminen.

27.5 Phosphax Sc -fosfaattianalysointilaitteen itsepuhdistava Filtrax-suodatin

Puhdistetun jäteveden fosfaattipitoisuuden mittaamiseen käytetään lai­toksella Phosphax Sc -fosfaattianalysointilaitetta. Ennen näytteen pumppaa­mista analysointilaitteeseen, jätevesi kulkee Filtrax-suodattimen läpi. Tämän ny­kyisen suodattimen puhdistus täytyy suorittaa noin viikon välein, jotta ana­lysointitarkkuus pysyisi mahdollisimman hyvänä. Puhdistamisen helpotta­miseksi Hachilta on saatavilla Filter prove Sc -suodatinlaitteisto, joka puhdistaa automaattisesti itsensä tietyin väliajoin, jolloin suodatinta tarvitsee huol­taa manuaalisesti vain harvoin. (Hach n.d.)

27.6 Jäteveden ja kompressorihuoneen hukkalämmön hyötykäyttäminen

Puhdistetusta jätevedestä olisi mahdollista ottaa sen sisältämä lämpöener­gia hyötykäyttöön. Tällöin lähtevän veden altaaseen asennettavan läm­mönsiirtimen kautta jäteveden sisältämä lämpö saataisiin hyödynnettyä. Lisäksi keskusjätevedenpuhdistamon ilmakompressorit tuottavat suuren määrän lämpöä, joka voitaisiin käyttää myös hyödyksi. Kompressorihuo­neen ilmasta olisi siis myös mahdollista ottaa ylimääräinen hukkalämpö talteen ja käyttää sitä hyödyksi esimerkiksi hallin lämmityksessä.

Tällä hetkellä hallia tarvitsee pääasiassa lämmittää vain talvisaikaan. Kesän helteinä puolestaan viilennystä ei tarvita, joten lämmöntalteenottolaitteis­toista olisi pikemminkin vain kausittaista hyötyä. Toisaalta laitteistolla sääs­tettäisiin lämmityskustannuksissa, kun laitos olisi tällöin lämmönsuhteen omavarainen. Lämmön talteenotto edellä mainituilla menetelmillä olisi en­siarvoisen tärkeää siinä tapauksessa, jos puhdistamolle rakennettaisiin biokaasulaitos, jonka toiminta vaatii suhteellisen paljon lämpöenergiaa.

27.7 Biokaasulaitos

Keskuspuhdistamolla jätevedestä erotettua biologista materiaalia voitai­siin käyttää enemmän määrin paikallisesti hyödyksi, jos liete esimerkiksi mädätettäisiin jo puhdistamolla, jolloin tästä syntyneestä biokaasusta saa­tava energia voitaisiin käyttää hyödyksi paikallisesti. Vuonna 2010 tehtiin

esiselvitys Pieksämäelle rakennettavan keskitetyn biokaasulaitoksen toteutettavuudesta. Biokaasulaitoksella olisi ollut tarkoitus käyttää hyödyksi muun muassa keskuspuhdistamon ylijäämäliete, Jätekukko Oy:n biojäte ja muiden kuntien jätevedenpuhdistamojen ylijäämälietteitä. (Jääskeläinen & Juvonen 2010.) Tämänkaltaista keskitettyä biokaasulaitosta ei sittemmin Pieksämäen alueelle ole vielä toteutettu, mutta sen mahdollisuus toki on vielä olemassa. Vaihtoehtoisesti keskuspuhdistamon yhteyteen olisi mahdollista rakentaa pienen kokoluokan biokaasu- ja CHP-laitos, jolloin saataisiin vähennettyä ostettavan sähkön ja puhdistamolta pois kuljetettavan lietteen määrää.

28 LOPPUPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda yksityiskohtainen ohjeistus Pieksämäen Veden keskusjätevedenpuhdistamon huolto- ja vikatilanteiden varalle. Ohjeistukseen tarvittavia tietoja onnistuttiin keräämään kattavasti ja ne saatiin sisällytettyä ohjeistukseen tiiviissä muodossa. Lisäksi ohjeistuksen liitteinä olevista huolto- ja vikatilannetaulukoista nähdään helposti vaadittavat toimenpiteet kussakin huolto- ja vikatilanteessa. Pieksämäen Veden henkilökunta on ollut tyytyväinen ohjeistuksen sisältöön ja siitä tulee olemaan hyötyä keskusjätevedenpuhdistamon toiminnalle ja tehokkuudelle. Opinnäytetyön työstäminen kokonaisuudessaan oli erittäin mukava kokemus, minkä ohessa sain samalla kartutettua omaa tietouttani jätevedenpuhdistuksen eri menetelmistä ja siinä käytettävistä eri laitteistoista.

LÄHTEET

ABS (n.d.). Nopon-lautasilmastinjärjestelmän käyttöohje.

Ahonen, E. (n.d.). Dia-esitys. Keskipakopumppu. Haettu 20.3.2017 osoitteesta <http://player.slideplayer.fi/8/2029041/#>

Allweiler Finland Oy Ab (n.d.). Epäkeskoruuvipumppu. Haettu 20.3.2017 osoitteesta <http://www.allweiler.fi/fi/epakeskoruuvipumppu>

Aluehallintovirasto (2011). Pieksämäen kaupungin jätevedenpuhdistamon ympäristöluvan lupamääräysten tarkistaminen.

Antila, A., Karppinen, M., Leskelä, M., Mölsä, H. & Pohjakallio, M. (1999). *Tekniikan kemia*. Helsinki: Edita.

Autio, A. (2010). *Prosessijätevesien puhdistaminen flotaation avulla*. Opinnäytetyö. Kemiantekniikan koulutusohjelma. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu.

AxFlow Oy (n.d.). Epäkeskoruuvipumput. Haettu 20.3.2017 osoitteesta <http://www.axflow.com/fi/site/tuotteet/luokka/pumput/epakeskoruuvipumput/>

Dewa (1999). Automatic Poly Make Up Unit Operations and Service Manual.

Dewa (2007). Service Requirements Automatic Poly Make Up Unit.

Finnchain (2008). Kaavinjärjestelmän käyttöohje.

Grundfos (2008). CR, CRI, CRN Installation and operating instructions.

Grundfos (2010). S pumps, ranges 34 and 42. S1, SV. Haettu 1.4.2017 osoitteesta net.grundfos.com/Apply/ccmsservices/public/literature/filedata/Grundfosliterature-4834.pdf

Grundfos (2016). SL1 and SLV pumps. Haettu 1.4.2017 osoitteesta net.grundfos.com/Apply/ccmsservices/public/literature/filedata/Grundfosliterature-3379419.pdf

Grundfos (n.d.a). SL 0,9-11 kw. Haettu 20.3.2017 osoitteesta <http://fi.grundfos.com/tuotteet/etsi-tuote/sl.html>

Grundfos (n.d.b). Airlift pump. Haettu 20.3.2017 osoitteesta <http://www.grundfos.com/service/encyclopedia-search/airlift-pump.html>

Hach (2009). Solitax Sc user manual. Haettu 12.1.2017 osoitteesta <http://www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7639982980>

Hach (2013). Phosphax Sc user manual. Haettu 12.1.2017 osoitteesta <http://www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7639982973>

Hach (2015). Filtrax user manual. Haettu 12.1.2017 osoitteesta www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7639982974

Hach (n.d.). Filter probe sc. Haettu 28.3.2017 osoitteesta <https://www.hach.com/filter-probe-sc-10-m-heated-hose-230-vac-50-hz/product?id=7640095963>

Hach & Lange (n.d.a). On-site analysers for Ammonium and Phosphate. Haettu 12.1.2017 osoitteesta <http://hyxo.fi/products/documents/4feae90719fa4/AmtaxSCPhosphaxSC.pdf>

Hach & Lange (n.d.b). Solitax Sc. Haettu 12.1.2017 osoitteesta <http://www.hyxo.fi/products/documents/4feac70be090f/ProcessanalysisSolitaxSCENG.pdf>

Hach, Lange & Hyxo Oy (2005). Phosphax Sc käyttöopas.

Hakkarainen A., (2011). *Kiintoaineen ja nesteen erotusprosessit lignoselluloosetaanolin tuotannossa*. Kandidaatintyö. Teknillinen tiedekunta, erotustekniikan laboratorio. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Heikura H., (2014). *Suspension esikäsitteilyn vaikutus kiintoaineen laskeutumiseen*. Kandidaatintyö. Teknillinen tiedekunta, kemiantekniikan koulutusohjelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Hydropress Huber AB (n.d.a). Step Screen L. Käyttö-, huolto- ja ylläpito-ohjeet.

Hydropress Huber AB (n.d.b). HP2 välpepuristin. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet.

Hyxo Oy (n.d.a). Filtrax. Haettu 12.1.2017 osoitteesta <http://www.hyxo.fi/products/fi/filtrax-p-97-232/>

Hyxo Oy (n.d.b). Phosphax SC. Haettu 12.1.2017 osoitteesta http://hyxo.fi/products/fi/phosphax_sc-p-91-0/

Hyxo Oy (n.d.c). Solitax SC T-line. Haettu 12.1.2017 osoitteesta http://www.hyxo.fi/products/fi/solitax_sc_t_line-p-73-0/

Hyyryläinen, V. (2016). *Etelä-Savon jätevedenpuhdistamojen kiertotalous-potentiaali*. Opinnäytetyö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu.

Hänninen, J. (2016). Haastattelu 18.11.2016, Pieksämäki.

Hänninen, J. (2017). Haastattelu 7.3.2017, Pieksämäki.

IO Rodeo (2014). Measuring phosphate with the colorimeter Vanadate-molybdate method. Haettu 12.1.2017 osoitteesta <http://public.iodeo.com/docs/phosphate/vanadate-molybdate%20method.html>

Joensuun Vesi (n.d.). Biologinen puhdistus. Haettu 13.1.2017 osoitteesta <http://www.ioensuunvesi.fi/biologinen>

Jääskeläinen, A. & Juvonen, M. (2010). *Esiselvitys keskitetyn biokaasulaitoksen toteutettavuudesta Pieksämäelle*. Teknologia- ja ympäristöosaamisalue, Savonia-ammattikorkeakoulu & Biokymppi Oy.

Kemira (n.d.). Kemian sanasto. Haettu 2.3.2017 osoitteesta <http://www.kemira.com/fi/uutishuone/kemian-sanasto/sivut/default.aspx>

Kinnunen, J. (2013). *Jätevedenpuhdistus rinnakkaissaostuslaitoksella – esimerkkinä Kinnulan jätevedenpuhdistamo*. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Laaksonen, M. (2017). Sähköpostihaastattelu 1.2.2017.

Lainlaatijan EU-opas (n.d.). Haettu 7.4.2017 osoitteesta <http://eu-opas.finlex.fi/1-eu-oikeus-osana-suomen-oikeusjarjestysta/1-3/>

Laitinen, J., Nieminen, J., Saarinen, R. & Toivikko, S. (2014). Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT), Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Laki ympäristönsuojelulain muuttamisesta 2017/19. Haettu 8.6.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170019>

Lindquist, A., Gillberg, L., Hansen, B., Karlsson, I., Nordström Enkel, A. & Pålsson, A. (2003). *About water treatment*. Helsingborg, Ruotsi: Kemira Kemwater.

Lähde J. (2008). *Ammoniumtyyppi ilmastuksen parametrinä yhdyskuntajäteveden puhdistuksessa*. Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Maakunnan metalli (n.d.). Pumpun käyttöohje.

Maankäyttö- rakennuslaki 1999/132. Haettu 7.4.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Makkonen, E. (2014). *Teollisuusjätevesien seuranta ja hallinta –tapauskohteena Jyväskylän seutu*. Diplomityö. Ympäristö- ja energiatekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto.

Mämmelä, J. (2013). *Jätevesipilotin käyttöönotto*. Opinnäytetyö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu.

Nathanson, J. & Schneider, R. (2015). *Basic environmental technology: Water supply, Waste Management, and Pollution Control*. USA, Boston: Pearson Education.

Novozymes (2013). *Inhibitory chemicals*. Biological wastewater treatment.

Noxon (2011). DC 20 käyttöopas.

Noxon (n.d.a). *Huolto-ohje Polymeerikone - Noxon Dry*.

Noxon (n.d.b). *Product sheet DC20*. Haettu 29.1.2017 osoitteesta http://www.noxon.com/content/sidor/Product_sheet_DC20.pdf

Pieksämäen Vesi Oy (n.d.). Haettu 7.2.2017 osoitteesta <http://www.pieksamaenvesi.fi/>

ProMinent (2011). *Käyttöopas S2Ba*.

ProMinent (2012). *Käyttöopas S3Cb*.

ProMinent (n.d.). *Moottorikäyttöiset kalvoannostelupumput*. Haettu 20.3.2017 osoitteesta <https://www.prominent.fi/fi/Tuotteet/Tuotteet/Annostelupumput/Moottorik%C3%A4ytt%C3%B6iset-kalvoannostelupumput/pg-motor-driven-metering-pumps.html>

Puwimex Oy (n.d.). *Keskipakopumppu*. Haettu 20.3.2017 osoitteesta <http://www.puwimex.fi/prosessiteollisuuden-pumput/pumput-vaativiin-kohteisiin/keskipakopumput1>

Ranta-Pere, T. (2009). *Helsingin viemäriverkoston tulvahallinta*. Diplomityö. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma. Helsingin teknillinen korkeakoulu.

Sarlin (n.d.). *Uppopumppu-esitys*

Savon Sanomat (2016). Noin 65 000 taloutta oli sähköttä Savossa - rata poikki ja autoja rutussa. Haettu 11.3.2017 osoitteesta <http://www.savon-sanomat.fi/kotimaa/Noin-65-000-taloutta-oli-s%C3%A4hk%C3%B6tt%C3%A4-Savossa-rata-poikki-ja-autoja-rutussa/825674>

Seepex (2006). Operating and Assembly Instruction Progressive Cavity Pump BTI.

Seepex (2009). Käyttö- ja huolto-ohjeet: Epäkeskoruuvipumppu.

Seepex (2014). Operating and Assembly Instruction Progressive Cavity Pump BN 2-6L.

Siemens (2010). Käyttöohje.

Siintoharju, P. (2016). Jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen jätevedenpuhdistamojen ohitusten ympäristöriskit ja hallinta Pirkanmaalla. Pirkanmaan elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus.

Simpanen, M. (2006). *Typpeä sisältävien jätevesien käsittely 2-N-PRO-menetelmällä*. Diplomityö. Energia- ja ympäristötekniikan osasto. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Sohlo, E. (2011). *Typenpoiston toiminnan optimointi Oulun kaupungin jätevedenpuhdistamolla*. Diplomityö. Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. Oulun yliopisto.

Sormunen, I. (2017). Haastattelu 7.3.2017, Pieksämäki.

Suptek Oy (n.d.). Epäkeskoruuvipumpun poikkileikkaus. Haettu 20.3.2017 osoitteesta <http://www.suptek.fi/images/pumppuja/ruuvipumppu.png>

Säylä, J. (2015). Yhdyskuntien jätevesien puhdistus 2013. Helsinki: Syke.

Terveydensuojelulaki 1994/763. Haettu 7.4.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>

Tieteen termipankki (2014). Aktiiviliete. Haettu 13.1.2017 osoitteesta <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Ymp%C3%A4rist%C3%B6tieteet:aktiiviliete>

Työterveyslaitos (2015). OVA-ohje: metanoli. Haettu 17.4.2017 osoitteesta <https://www.ttl.fi/ova/metanoli.pdf>

Ulmaelektro Oy (1973). Paineanturin käyttöohje.

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 2011/209. Haettu 7.4.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110209>

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 2014/713. Haettu 7.4.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140713>

Vesihuoltolaki 2001/119. Haettu 7.4.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Vesihuoltopooli (2016). Vesihuoltolaitoksen opas häiriötilanteisiin varautumiseen.

Vesilaitosyhdistys (n.d.). Jätevedenpuhdistus. Haettu 10.2.2017 osoitteesta http://www.vvy.fi/vesihuolto/linkit/lainsaadanto/jatevedet/jatevesien_puhdistaminen/jatevedenpuhdistus

Wikipedia Commons (n.d.). Airlift Pump vs Geyser Pump. Haettu 20.3.2017 osoitteesta https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Airlift_Pump_vs_Geyser_Pump.JPG

Yhdistyneet kansakunnat 2012. Haettu 11.4.2017 osoitteesta <http://www.unwater.org/topics/water-quality/en/>

Ympäristönsuojelulaki 2014/527. Haettu 7.4.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

HUOLTOTAULUKKO

LAITTEISTO/ALLAS	HUOLTOVÄLI	KOHDE	TOIMENPITEET	HUOMIOITAVAA
PUMPUT	1 vuoden välein	Keskikapopumput	Tarkastus ja öljynvaihto	Palautuslietepumput, jälkiselkeytyksen lietepumput, lietealtaan pumput 28 ja 29, teknisenveden pumput ja tulopumppaamon ruuvipumput
TULOPUMPPAMO	1 vuoden välein	Ruuvipumput	Tarkastus ja öljynvaihto	
VÄLPPÄ	Päivittäin	Välpematto	Välpematon liikkumisen tarkistus	
		Välppä	Toiminnan tarkistus	Puhdista tarvittaessa pinta-anturi
	Viikoittain	Pinta-anturi	Puhdistus	
		Välpesuppilo ja makasiinit	Välpesuppilon ympärille ja makasiineihin kerääntyneen välpeen poistaminen	
		Välppäkanava	Välppäkanavan edessä tai takana olevan hiekka määrän tarkistus ja puhdistus	
		Välpän lamellipakettien kunto, nostoliike ja nolla-asento	Tarkistus ja säätö	
	2 kuukauden välein	Välpän laakerit ja kierukkavaihte	Epänormaalien äänien ja kierukkavaihteen öljyn määrän tarkistus	
		Välpän vaijerin yläpään kiinnikkeen rasvanippa	Voitelu	Jos välpän mallissa on!
	6 kuukauden välein	Epäkeskot ja epäkeskoliike	Tarkistus	
		Ylikuormitusuoja	Tarkistus ja säätö	
		Etupalkkien tiivistyslistat	Kunnon ja tiiveyden tarkistus	
		Voimansiirtovaijeri/tangot ja ohjurit	Kunnon tarkistus	
		Vedenalaisten liikkuvien osien välpekertymät	Tarkistus ja puhdistus	
		Kiinteiden lamellien päätypalat ja välikappaleet	Kunnon tarkistus	
		Kytentärasia ja ohjauskaappi	Tarkistus	
	4 vuoden välein	Kierukkavaihteen (ja moottorin) öljy	Öljynvaihto	
VÄLPEPURISTIN	Viikoittain	Välpeen liikkuvuus	Tarkistus	
		Välpesuppilo	Välpekasautumien poistaminen	
		Suodosveden keräyssäiliö	Välpekasautumien poistaminen	
		Puristusjaksot	Tarkistus ja säätö	
	2 kuukauden välein	Puristimen ulko- ja sisäosat (sylinteri ja mäntä)	Kunnon tarkistus ja puhdistus	
		Vuodot (hydrauliöljy)	Tarkistus	
	1 vuoden välein	Hydrauliöljy	Öljynvaihto	

LAITTEISTO/ALLAS	HUOLTOVÄLI	KOHDE	TOIMENPITEET	HUOMIOITAVAA
HIEKANEROTUS	6 kuukauden välein	Hiekkalava	Vaihto ja tyhjennys	
	2 vuoden välein	Hiekanerotusallas	Tyhjennys ja huolto	
ILMASTUSALTAAT	Viikoittain	Päätyharat	Tyhjennys	
	2 viikon välein	Happianturit	Puhdistus	
		Ilmastusaltaiden reunat	Puhdistus	
	2 vuoden välein	Ilmastimet	Ilmastusaltaan tyhjennys ja ilmastimien puhdistus	Muurahaishappo apuna
		Happianturien päät	Osien vaihto	Osan numero on 9021150
SELKEYTYSALTAAT	Päivittäin	Päätyallas	Massan ohentaminen huuhtelemalla	
		Pintalietekouru	Tyhjennys	
		Palautelietepumput	Toiminnan tarkistus ja säätö	Tauko- ja käyntiaikojen säätö
	Viikoittain	Ylivuotokourut	Puhdistus	
	1 vuoden välein	Siemens LA/LG moottori ja vaihde moottori	Liukukytimen toiminnan tarkistus	
	2 vuoden välein	Siemens LA/LG moottori ja vaihde moottori	Vaihteistoöljyn, kartiovaihteen paluuliikkeen rajoittimen öljyn ja rullalaakerin rasvan vaihto	
		Lietekaavinjärjestelmä	Selkeytysaltaiden tyhjennys ja lietekaapimien huolto	
PIKASEKOITUSALLAS	Viikoittain	Pikasekoitusallas	Massan ohentaminen huuhtelemalla	
	2 vuoden välein	Potkurisekoitin	Huolto	
HÄMMENNYSALTAAT	2 vuoden välein	Potkurisekoitin	Huolto	
JÄLKISELKEYTYSALTAAT	Viikoittain	Pintakaapimet	Puhdistus	
		Pohjaliete	Pumppaus tiivistämöön (jos ja kun mahtuu)	
		Dispersiovesisuuttimet	Painepuhdistus	
	1 vuoden välein	Dispersiovesisuuttimet	Tarkastus	
		Siemens LA/LG moottori ja vaihde moottori	Liukukytimen toiminnan tarkistus	
	2 vuoden välein	Siemens LA/LG moottori ja vaihde moottori	Vaihteistoöljyn, kartiovaihteen paluuliikkeen rajoittimen öljyn ja rullalaakerin rasvan vaihto	
		Lietekaavinjärjestelmä	Selkeytysaltaiden tyhjennys ja lietekaapimien huolto	
	5 vuoden välein	Dispersiovesisäiliöt	Tarkastus ja huolto	
		Dispersiovesipumppu	Tarkastus ja huolto	

LAITTEISTO/ALLAS	HUOLTOVÄLI	KOHDE	TOIMENPITEET	HUOMIOITAVAA
FOSFAATIN JA KIINTOAINEN MITTAUSLAITTEISTO	Viikoittain	Filtrax suodatinyksikön kiintoainesuodattimet	Puhdistus	Vihreä ja punainen valo = varoitus Punainen valo = häiriö
	4 kuukauden välein	Filtrax suodatinyksikön annosteluletkut ja ohjauksyksikön ilmasuodattimet	Tarkastus ja vaihto + puhdistus käyttämällä ohjauksyksikköä	
		Phosphax Sc fosfaattianalysaattorin 2000 ml:n reagenssi	Vaihto	Numero: LCW869
		Solimax Sc kiintoaineanturi	Anturin lasin puhdistus	Apuna 10 % suolahappoliuos tai isopropanoli
	6 kuukauden välein	Phosphax Sc fosfaattianalysaattori	Suodatintyynyjen ja kotelon tuulettimen kunnon tarkistus ja puhdistaminen	oranssi valo = varoitus punainen valo = häiriö
	1 vuoden välein	Phosphax Sc fosfaattianalysaattorin 1000 ml:n puhdistusliuos	Vaihto	Numero: LCW870
		Phosphax Sc fosfaattianalysaattori	Ilmapumpun pään vaihto	
		Filtrax suodatinyksikön muut osat	Tarkastus ja vaihto	
	2 vuoden välein	Filtrax suodatinyksikön kompressori	Tarkastus ja vaihto	
		Phosphax Sc fosfaattianalysaattori	Reagenssipumpun ja kompressorin vaihto	
		Solimax Sc kiintoaineanturi	Anturin tiivisteiden ja lasin pyyhkijänsulan vaihto. Laskurin nollaus	
FERROSULFAATIN ANNOSTELU	2 viikon välein	Ferrosulfaatin ilmastusaltaan siirtolinja	Puhdistus	(Kalvoannostelupumpun ja ilmastusaltaan välinen ferrosulfaatin siirtolinja)
	3 kuukauden välein	Kalvoannostelupumpun kalvon kunto ja öljyn määrä	Tarkistus ja öljyn lisääminen tarvittaessa	
	6 kuukauden välein	Kalvoannostelupumppu	Öljynvaihto	
	1 vuoden välein	Ulkoferrosulfaattialtaan sekoitin	Tarkastus ja voitelu	
		Ulkoferrosulfaattialtaan siirto- ja vuotovesipumppu	Tarkastus ja öljynvaihto	
AVR:N ANNOSTELU	1 kuukauden välein	AVR:n nesteytysallas, siirtolinjan putki ja kouru	Puhdistus	
	3 kuukauden välein	Kalvoannostelupumpun kalvon kunto ja öljyn määrä	Tarkistus ja öljyn lisääminen tarvittaessa	
	6 kuukauden välein	Kalvoannostelupumppu	Öljynvaihto	

LAITTEISTO/ALLAS	HUOLTOVÄLI	KOHDE	TOIMENPITEET	HUOMIOITAVAA
POLYMEERIN ANNOSTELU				
Dewa A-P 3	1 kuukauden välein	Ejektori, polymeerijauheletku ja puhaltajan imufilteri	Silmämääräinen tarkastus	
		Pintakytkimen toiminta, siirtopumpun ja sekoitusvaihteen öljymäärät	Tarkistus ja öljyjen lisääminen tarvittaessa	
	3 kuukauden välein	Polymeerin puhaltajan, polymeerijauheen pinnankorkeusanturin, siirtoventtiilin ja veden solenoidiventtiilin toiminta	Tarkistus	
	6 kuukauden välein	Sekoitusvaihteen ja polymeerijauheen ruuvikuljettimen öljymäärät	Tarkistus ja öljyjen lisääminen tarvittaessa	
		Sekoittajan liukulaakeri ja VFD tai käsikäyttöisen variaattorin toiminta	Tarkistus	
Nord B1000 vaihde (Seepex BN 2-6L)	6 kuukauden välein	Nord B1000 vaihde	Tarkistus ja öljyn lisääminen tarvittaessa	
	2 vuoden välein	Nord B1000 vaihde	Öljynvaihto	
	5 vuoden välein	Nord B1000 vaihde	Akselin tiivisteiden tarkistus ja vaihteen laakerien voitelu	
Seepex BN 2-6L	10 000 tunnin välein	Seepex BN 2-6L epäkeskoruuvipumppu	Tappiniveliä voitelu kohdista 1 ja 2 (ks. ohjeistus)	
Noxon PD-150	1 vuoden välein	Prosessipolymeerin siirtolinja	Puhdistus	
LIETETIIVISTÄMÖT	6 kuukauden välein	Lietetiivistämöt	Puhdistus ja huolto	
Nord B1000 vaihde (Seepex BN 35-6L)	6 kuukauden välein	Nord B1000 vaihde	Tarkistus ja öljyn lisääminen tarvittaessa	
	2 vuoden välein	Nord B1000 vaihde	Öljynvaihto	
	5 vuoden välein	Nord B1000 vaihde	Akselin tiivisteiden tarkistus ja vaihteen laakerien voitelu	
Seepex BN 35-6L	10 000 tunnin välein	Seepex BN 35-6L epäkeskoruuvipumppu	Tappiniveliä voitelu kohdista 1 ja 2 (ks. ohjeistus)	

LAITTEISTO/ALLAS	HUOLTOVÄLI	KOHDE	TOIMENPITEET	HUOMIOITAVAA
LIETELINKO	Päivittäin	Linko	Käyntinopeuden, ruuvin paineen ja rummun sähkönkulutuksen tarkastaminen	
			Laakereiden ja muiden osien lämpötilojen tarkastaminen	
			Kuivatun lietteen ja rejektiveden laadun tarkastaminen	
			Tuloputken vuotosuppilon tarkastaminen ja puhdistaminen tarvittaessa	
	150 tunnin välein	Lingon rumpu	Puhdistaminen	
		Lingon painelaakerit	Voitelu	
	300 tunnin välein	Linko	Vuotojen etsintä, tehonkulutuksen tarkastaminen	
			Suojakannen, rejektiveden ja lietteen poistoaukkojen puhdistaminen	
		Lingon neulalaakerien voitelunipat	Voitelu	
	750 tunnin välein	Linko	Roottorin perusteellinen puhdistus ja sen tiivisteiden tarkastaminen	
			Voimansiirron kiilahihnojen kunnon tarkastaminen	
	2000 tunnin välein	Linko	Ruuvin vaihteen öljynvaihto, eroosiotarkastus, tiivisteiden ja sisääntuloputken tarkastaminen	
			Päälaakereiden voitelu nipoista	
	1 vuoden välein	Linko	Täydellinen huoltaminen, puhdistus ja voitelu	
			Rungon ja suojakannen paikkamaalaus tarvittaessa	
		Linko	Roottorin materiaalin kulumisen, voimansiirron planeettavaihteen kuulalaakereiden sekä rungon ja suojakannen tärinävaimentimien joustavuuden ja lingon asennon tarkastaminen	Noxonin huoltohenkilökunta suorittaa
Seepex BTI 17-12	750 tunnin välein	Seepex BTI 17-12 epäkeskoruuvipumppu	Siiven ja vaihteen akselien laakerit voidellaan	Nippelit 837 ja 897 (ks. ohjeistus)
	1250 tunnin välein		Hammaspyörät vaihteen (GTT) sisällä voidellaan	Nippeli 864 (ks. ohjeistus)
	Säännöllisesti		BTI 17-12:n vaihteen osa voidellaan	Nippeli 097 (ks. ohjeistus)
	10 000 tunnin välein	Seepex BTI 17-12 epäkeskoruuvipumppu	Tappiniveliä voitelu kohdista 1 ja 2 (ks. ohjeistus)	
Nord B1000 vaihde	6 kuukauden välein	Nord B1000 vaihde	Tarkistus ja öljyn lisääminen tarvittaessa	
	2 vuoden välein	Nord B1000 vaihde	Öljynvaihto	
	5 vuoden välein	Nord B1000 vaihde	Akselin tiivisteiden tarkistus ja vaihteen laakerien voitelu	