



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

**Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan
yhdyskuntajätevesienpuhdistamoilla käytössä olevat
puhdistusmenetelmät -tilannekatsaus**

Ossi Patrikainen

YMPÄRISTÖTEKNIikka

Kandidaatintyö

Toukokuu 2017



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

**Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan
yhdyskuntajätevesienpuhdistamoilla käytössä olevat
puhdistusmenetelmät -tilannekatsaus**

Ossi Patrikainen

Ohjaaja: Heini Postila

YMPÄRISTÖTEKNIikka

Kandidaatintyö

Toukokuu 2017

TIIVISTELMÄ

OPINNÄYTETYÖSTÄ Oulun yliopisto Teknillinen tiedekunta

Koulutusohjelma (kandidaatintyö, diplomityö) Ympäristötekniikan koulutusohjelma		Pääaineopinnojen ala (lisensiaatintyö)	
Tekijä Patrikainen Ossi		Työn ohjaaja yliopistolla Postila H., tutkija	
Työn nimi Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan yhdyskuntajätevesienpuhdistamoilla käytössä olevat puhdistusmenetelmät - tilannekatsaus			
Opintosuunta Vesi- ja yhdyskuntatekniikka	Työn laji Kandidaatintyö	Aika Toukokuu 2017	Sivumäärä 44 s., 4 liitettä
Tiivistelmä <p>Tämän kandidaatintyön tavoitteena on tehdä kooste Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntien yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden puhdistusmenetelmistä. Työssä käydään läpi ensin yhdyskuntajäteveden sisältämiä epäpuhtauksia, joita ovat orgaaninen aines, ravinteet, kiintoaine, sekä muut epäpuhtaudet, kuten raskasmetallit ja taudinaiheuttajamikrobit. Työssä selvitetään myös jäteveden puhdistuksessa käytettäviä menetelmiä. Fysikaalisilla menetelmillä poistetaan kiintoainesta mm. välppäyksen, hiekanerotuksen, selkeytyksen ja flokkauksen avulla. Kemiallisilla puhdistusmenetelmillä pyritään esimerkiksi poistamaan fosforia saostuksen avulla. Biologisten puhdistusmenetelmien tavoitteena on poistaa jätevedestä orgaanista ja epäorgaanista ainesta, kuten typpeä. Biologiset menetelmät perustuvat mikro-organismien kykyyn hajottaa epäpuhtauksia käyttämällä sitä ravinnokseen. Yleisiä menetelmiä ovat aktiivilieteprosessi ja bioroottorit. Jäteveden jälkikäsittelymenetelmillä pyritään tehostamaan puhdistusprosessia. Jälkikäsittelymenetelmiä ovat mm. suodatus, desinfiointi ja jälkikäsittelykosteikot. Työssä käydään läpi myös joitakin kehittyneempiä puhdistusmenetelmiä, kuten edistynyt hapetus, kaasustrippaus, adsorptio, aktiivihiiisuodatus ja jäteveden puhdistus jätevesialtaissa jäädyttämällä. Jäteveden puhdistusprosessin aikana syntyneitä lietteitä pyritään käsittelemään, jotta sen jatkokäsittely, kuljetus, hyväksikäyttö ja sijoitus helpottuvat.</p> <p>Selvitysten pohjalta koostettujen taulukoiden myötä havaittiin, että Pohjois-Pohjanmaalla jäteveden puhdistusta on keskittetty keskuspuhdistamoihin, mikä näkyy vähäisempänä puhdistamoiden lukumääränä verrattuna Lappiin. Käytettyjen puhdistusmenetelmien osalta yleisimmät fysikaaliset menetelmät ovat erivaiheiset selkeytykset ja välppäys. Kemiallinen saostus on käytössä useimmissa molempien maakuntien puhdistamoissa. Biologisista menetelmistä bioroottorit ovat yleisimmät sekä Lapissa, että Pohjois-Pohjanmaalla. Lapissa on käytössä jälkikäsittelymenetelmiä suuremmassa osassa puhdistamoita kuin Pohjois-Pohjanmaalla. Lietteen käsittelymenetelmistä tyypillisempiä ovat sakeutus, kuivaus ja kompostointi sekä Lapissa, että Pohjois-Pohjanmaalla. Matkailukeskusalueiden puhdistamoilla on keskenään käytössä lähestulkoon samanlaiset puhdistusmenetelmät.</p>			
Muita tietoja			

ABSTRACT FOR THESIS

University of Oulu Faculty of Technology

Degree Programme (Bachelor's Thesis, Master's Thesis) Environmental engineering		Major Subject (Licentiate Thesis)	
Author Patrikainen Ossi		Thesis Supervisor Postila H, researcher	
Title of Thesis A review of wastewater treatment methods in sewage treatment plants in Lapland and North Ostrobothnia areas in Finland			
Major Subject Water engineering	Type of Thesis Bachelor's thesis	Submission Date May 2017	Number of Pages 44 p., 4 App.
<p>Abstract</p> <p>The aim of this Bachelor's thesis is to find out and summarize the wastewater treatment methods in sewage treatment plants in Lapland and North Ostrobothnia. The thesis first defines the basic characteristics of municipal wastewater i.e. what impurities does the wastewater contain. These impurities are organic matter, nutrients, suspended solids and other impurities such as heavy metals and pathogen microbes. The methods used for cleaning municipal wastewater are also studied. Physical treatment methods can remove solid matter from wastewater through screening, grit removal, sedimentation and flocculation. Chemical treatment methods, for example, aim at removing phosphorus through precipitation. The objective of biological treatment methods is to remove organic and inorganic material, such as nitrogen, from waste water. Biological treatment methods use micro-organisms to remove contaminants from wastewater. The most general biological treatment methods are active sludge process and biorotors. After-treatment methods aim to enhance the treatment process. Typical after-treatment methods are e.g. filtration, disinfection and after-treatment wetlands. The thesis also covers some of the more sophisticated wastewater treatment methods, such as advanced oxidation, stripping, adsorption, activated carbon filtration and purification of wastewaters in wastewater ponds by natural freezing. The sludge formed in the wastewater treatment process is to be processed in order to facilitate its further processing, transportation, exploitation and siting.</p> <p>Based on the findings, it was found that wastewater treatment in Northern Ostrobothnia has been concentrated on larger treatment plants. This shows in the fewer number of treatment plants in Northern Ostrobothnia compared to Lapland. For the purification methods used in Lapland and Northern Ostrobothnia, the most common physical treatment methods are the various phases of clarification and screening. Chemical precipitation is used in most of the treatment plants in both regions. Biorotors are typical biological treatment methods in both Lapland and North Ostrobothnia. The most favorable treatment methods for the sludge in both regions are thickening, drying and composting. Amongst the treatment plants located in the tourist center areas, the wastewater treatment methods are almost similar.</p>			
Additional Information			

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	5
2 Yhdyskuntajäteveden koostumus.....	6
2.1 Yhdyskuntajätevesi	6
2.2 Jäteveden epäpuhtaudet.....	6
2.2.1 Orgaaniset epäpuhtaudet.....	6
2.2.2 Ravinteet ja kiinteät aineet.....	7
2.2.3 Muita epäpuhtauksia	8
3 Jäteveden puhdistusmenetelmät	11
3.1 Fysikaaliset puhdistusmenetelmät.....	11
3.2 Kemialliset puhdistusmenetelmät	12
3.3 Biologiset puhdistusmenetelmät	12
3.4 Lietteen käsittely	14
3.5 Jäteveden jälkikäsittely	15
3.6 Muita, kehittyneempiä puhdistusmenetelmiä.....	16
3.7 Jätevedenpuhdistusmenetelmät ravinnekohtaisesti	17
3.7.1 Fosfori.....	17
3.7.2 Typpi.....	18
4 Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamot	19
4.1 Jätevedenpuhdistukseen vaikuttavia tekijöitä Lapissa ja Pohjois-Pohjanmaalla ..	19
4.2 Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamoiden puhdistusmenetelmät	20
5 Yhteenveto	30
6 Lähdeluettelo.....	32

LIITTEET:

Liite 1. Lapin kuntien alueilla olevien jätevedenpuhdistamoiden jätevedenpuhdistusprosessit vaihe vaiheelta.

Liite 2. Lapin kuntien alueilla olevien jätevedenpuhdistamoiden lietteenkäsittelyprosessit vaihe vaiheelta.

Liite 3. Pohjois-Pohjanmaan kuntien alueilla olevien jätevedenpuhdistamoiden jätevedenpuhdistusprosessit vaihe vaiheelta.

Liite 4. Pohjois-Pohjanmaan kuntien alueilla olevien jätevedenpuhdistamoiden lietteenkäsittelyprosessit vaihe vaiheelta.

1 JOHDANTO

Suomessa jätevedenpuhdistamoita on ollut 1910-luvulta lähtien, ja niiden lukumäärä on kasvanut erityisesti 1970-luvulla. 1980-luvulla kaikkiin taajamiin on saatu rakennettua viemärlaitokset. Jäteveden ympäristölle haitallisten ominaisuuksien vuoksi puhdistamoille asetetaan jätevedenkäsittelyvaatimuksia ympäristönsuojelulakiin perustuen tapauskohtaisesti. Käsittelyvaatimusten pohjalta voidaan suunnitella puhdistamolla käytettävä paras käyttökelpoinen tekniikka. (Säylä 2015, s. 7)

Lapissa on pyritty usean vuosikymmenen ajan parantamaan haja-asutuksen viemäröintiä ja parannuksien myötä suuri osa Lapin väestöstä onkin viemärlaitosten toiminnan piirissä. Jatkossa Lapissa keskitytään jätevesihuollon osalta viemäröinnin ja jätevedenpuhdistuksen laadukkaaseen toimintaan, jätevesikuormituksen pienentämiseen, ja jäteveden ympäristöhaittojen vähentämiseen. (Valtion ympäristöhallinto 2016) Pohjois-Pohjanmaan vesihuollon tavoitteena on viime vuosina ollut jätevedenpuhdistuksen kannalta puhdistuksen keskittäminen tehokkaiisiin keskuspuhdistamoihin. (Valtion ympäristöhallinto 2014a) Tästä esimerkkinä on Vesikolmio Oy:n tavoite keskittää Kalajokilaakson jätevesien puhdistus Kalajoelle. (Vesikolmio Oy 2016)

Tämän kandidaatin tutkielman aiheena on tehdä kooste Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntien yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden puhdistusmenetelmistä. Tätä aineistoa voitaisiin sitten käyttää hyödyksi muissa aiheeseen liittyvissä tutkimuksissa. Tutkielman teoriaosuudessa määritellään yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilla käsiteltävän jäteveden yleisominaisuuksia. Lisäksi työssä käydään läpi tavallisimpia ja kehittyneempiä jäteveden puhdistusmenetelmiä. Työssä käydään hieman myös läpi Pohjois-Suomen jätevesihuollon nykytilaa, sekä jätevedenpuhdistukseen vaikuttavia tekijöitä Lapissa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Kerätyn aineiston pohjalta on työssä koostettu taulukot, joihin on koottu Pohjois-Suomen jätevedenpuhdistamoiden puhdistusmenetelmät.

2 YHDYSKUNTAJÄTEVEDEN KOOSTUMUS

2.1 Yhdyskuntajätevesi

Yhdyskuntajätevesi on teollisuudesta, kotitalouksista sekä erilaisista laitoksista tulevaa käytöstä poistettua ja viemäriin johdettua vettä. Suurin osa jätevedestä on vettä, ja vain 0,1 % siitä on muita aineita. Jäteveden epäpuhtauksilla on silti suuri vaikutus ympäristöön ja ihmisiin. Esimerkiksi jätevedessä olevat ravinteet aiheuttavat rehevöitymistä vesistöissä lisäämällä levien kasvua, ja ulosteperäiset bakteerit aiheuttavat terveystriskejä ihmisille. Yhdyskuntajäteveden koostumukseen vaikuttavat vuoden- ja kellonaika, yhdyskunnan luonne, teollisuuden määrä ja vuoto- ja hulevedet. (Kabata 2014, Stendahl 1998 s.1, Ahola 2007, s. 3-4) Jäteveden sisältämän orgaanisen aineen määrä, fosforipitoisuus ja typpipitoisuus ovat tärkeitä jäteveden laatua kuvaavia tekijöitä. Näiden lisäksi laatua voidaan kuvata myös kiintoaineen määrän ja jäteveden hygieenisyyden avulla. (Länsi-Suomen Ympäristötekniikka Oy 2011)

Suomessa yhdyskuntajätevettä muodostuu vuodessa 500 milj. m³ asukasta kohti. Kotitalouksien kehittyneiden vesikalusteiden, teollisuuden tehostuneiden prosessien sekä viemäriverkostojen saneeraustoimien vuoksi jätevesimäärät ovat viime vuosina laskeneet. Tutkimusten perusteella taajamat Suomessa ovat lainmukaisesti viemäroityjä, ja vuonna 2010 taajamaväestön osuus kokonaisväestöstä on 83 % eli noin 4,5 miljoonaa asukasta kuuluu jätevedenkäsittelyn piiriin. (Säylä 2015, s. 7) Yhdyskuntajätevesi sisältää yhtä asukasta kohden vuorokaudessa keskimäärin 2-4 g fosforia, 12-15 g typpeä, 70-90 g kiintoainetta ja 150-250 g kuiva-ainetta. Kemiallinen hapenkulutus on 120-180 g/as/vrk sekä biokemiallinen hapenkulutus 60-90 g/as/vrk. Puhdistetun jäteveden mukana vesistöön kulkeutuu henkilöä kohti 0,15 g/vrk fosforia, 8,1 g/vrk typpeä ja biologisesti hajoavaa orgaanista ainetta 3,5 grammaa. (Stendahl 1998, s. 6, Mämmelä 2013, s. 2-4)

2.2 Jäteveden epäpuhtaudet

2.2.1 Orgaaniset epäpuhtaudet

Jätevedessä orgaanisia epäpuhtauksia ovat mm. hiilihydraatit, proteiinit, rasvahapot ja aminohapot. Orgaaninen aines aiheuttaa vedessä erilaisten mikrobien kasvua ja

lisääntymistä. Orgaanisten aineiden määrä jätevedestä määritetään yleensä biologisen hapenkulutuksen (BOD) tai kemiallisen hapenkulutuksen (COD) avulla. Muita tapoja ovat orgaanisen hiilen pitoisuuden määrittäminen (TOC) sekä hehikutushäviön (VSS) määrittäminen. (Stendahl 1998, s. 1-3)

Biologisen hapenkulutuksen avulla mitataan jäteveden sisältämien biologisesti hajoavien aineiden määrää. Nämä aineet hajotetaan mikro-organismien, kuten bakteerien, avulla. Mikro-organismien kuluttama happi mitataan 5 tai 7 vuorokauden ajalta 20 °C lämpötilassa. Määritettäessä vesinäytteen BOD:ta, sen happipitoisuus mitataan alussa ja lopussa ja niiden erotuksesta saadaan biologinen hapenkulutusarvo. (Stendahl 1998, s. 3)

Kemiallinen hapenkulutus mittaa orgaanisten epäpuhtauksien aiheuttamaa hapenkulutusta kemiallisissa reaktioissa. Joskus jätevedessä voi olla sellaisia myrkyllisiä aineita, jotka vaikeuttavat biologisen hapenkulutuksen määrittämistä, jolloin COD:n määrittäminen on järkevämpää. Kemiallisessa hapettamisessa hapetukseen käytetään kaliumpermanganaattia (KM_nO_4) tai kaliumdikromaattia ($K_2Cr_2O_7$). Kaliumdikromaattia suositaan sen edullisuuden, voimakkaamman hapetuskyvyn ja laajalla pitoisuusalueella toimivuuden vuoksi. Analyysissä kuluneen hapettimen määrä vastaa jätevesinäytteen orgaanisen aineen määrää. (Stendahl 1998, s. 3; Hämäläinen 2013, s. 8-9)

Orgaaninen kokonaishiili (TOC) koostuu haihtuvasta orgaanisesta hiilestä, liuenneesta ja partikkelimaisesta orgaanisesta hiilestä. TOC-pitoisuus ilmaisee orgaanisen aineksen määrää jätevedessä. Jäteveden TOC:n määrittäminen onnistuu kemiallisen hapetuksen avulla, mittaamalla näytteen poltossa syntyneen hiilidioksidin määrä tai erottamalla orgaaninen hiili epäorgaanisesta happokäsittelyllä. (Malinen 2008, s. 2, 4-5)

Hehkutushäviön määrittämisessä määritetään ensin näytteen kuiva-ainepitoisuus, ja tämän jälkeen jätevesinäytettä poltetaan, jolloin orgaaninen aine palaa pois. Kuivatun ja hehkutetun näytteen painoerosta voidaan laskea orgaanisen aineen määrä. (Stendahl 1998, s. 3)

2.2.2 Ravinteet ja kiinteät aineet

Jätevesien ravinteilla tarkoitetaan fosforia ja typpeä. Fosfori- ja typpi mm. edistävät levien kasvua vesistöissä. (Stendahl 1998, s. 4) Suomessa järvet sekä Järvi-Suomen suuret joet ovat pääosin fosforirajoitteisia ja rannikkoalueen joet typpirajoitteisia. Meristä

Suomen alueella Perämeri on fosforirajoitteinen ja muut ensisijaisesti typpirajoitteisia. (Pietiläinen 2008, s. 7)

Jätevesiin typpeä päätyy lähinnä ihmisen virtsan ja ulosteen mukana. Typpi esiintyy jätevedessä orgaanisesti sidottuna, mm. urean muodossa, sekä epäorgaanisena ammoniumin (NH_4^+), nitriitin (NO_2^-) ja nitraatin (NO_3^-) muodossa. Typpipitoisuus yleensä mitataan kokonaistyyppinä. Suurin osa tyyppistä on ammoniummuodossa. (Stendahl 1998, s. 5) Ammoniumtyppi kuluttaa vesistöissä happea, ja se on myös kaloille myrkyllistä. (Valtion ympäristöhallinto 2010, Silvennoisen 2011, s. 8 mukaan)

Fosforia päätyy jätevesiin ihmisen virtsan ja ulosteen mukana sekä fosfaattia sisältävistä pesuaineista. Jätevesien fosfori on osittain orgaanisesti sidottuna (noin 10 %) ja suurin osa epäorgaanisena polyfosfaattina ja ortofosfaattina. Orgaaninen fosfori on pääosin sitoutuneena kiintoaineisiin, ja orto- ja polyfosfaatit ovat liuenneena jäteveteen. Jätevedestä mitataan yleensä kokonaisfosforipitoisuus, ja mahdollisesti lisäksi fosfaattifosforipitoisuus. (Stendahl 1998, s. 4) Järvissä ja suurissa joissa fosfaattifosfori lisää rehevöitymistä, mikä näkyy mm. runsaampina sinileväkukintoina, särkikalakantojen voimistumisena sekä vesien samentumisena (Pietiläinen 2008, s. 7).

Jätevedet sisältävät myös kiinteitä aineita, jotka voivat olla vedessä liuenneena tai liukenemattomana. Näitä aineita voidaan kuvata esimerkiksi kuiva-ainepitoisuuden (Total solids = TS), kiintoainepitoisuuden (Suspended solids = SS) ja liuenneiden aineiden (Total dissolved solids = TSS) avulla. Kuiva-aineet ovat aineita, jotka jäävät jäljelle jätevesinäytteen kuivaamisen ja haihduttamisen jälkeen. Jätevesinäytteestä suodatuksella tai sentrifugilla poistetut aineet ovat kiintoaineita. Suodatuksen läpipäässeellä aineksella tarkoitetaan liuennutta ainesta, jonka pitoisuus saadaan kuivaamalla ja haihduttamalla suodatettu näyte. (Tchobanoglous 2014, s. 73)

2.2.3 Muita epäpuhtauksia

Jätevedet sisältävät orgaanisten epäpuhtauksien, ravinteiden ja kiintoaineen lisäksi myös monia muita epäpuhtauksia. Näitä epäpuhtauksia ovat erilaiset taudinaiheuttajamikrobit, raskasmetallit, kemialliset yhdisteet, muovit, kosmetiikka, lääkeaineet, hormonit, palonestoaineet sekä torjunta-aineet. Nämä epäpuhtaudet ovat erilaisin direktiivein tai säädöksin määritelty ympäristölle haitallisiksi tai vaarallisiksi. (Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto ry 2017; Vieno 2014, s. 8-10)

Jätevesien bakteerit ja virukset aiheuttavat usein vatsavaivoja ja joskus vakavampiakin sairauksia. Jätevesiin taudinaiheuttajat joutuvat lähinnä ihmisten ulosteiden mukana. (Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto ry 2017) Jätevesissä esiintyviä bakteereja ja viruksia ovat mm. salmonellat, e-coli-bakteerit, listeriat, enterovirukset, ja rotavirukset. (Mämmelä 2013, s. 8)

Kotitalouksista jätevesiin päätyy ulosteen ja virtsan epäpuhtauksien lisäksi myös erilaisten pesuaineiden kemiallisia yhdisteitä, muovituotteita ja kosmetiikkaa, huonepölyn mukana kulkeutuvia palonestoaineita sekä lääkkeitä ja hormoneita. Teollisuudesta jätevesiin päätyy mm. palonestoaineita, syanidia sekä pintakäsittelyainetta ja limantorjunta-aineita. Hulevesien myötä jätevesiin päätyy kasvintorjunta-aineita, kaatopaikkojen suotovesien mukana tulevia epäpuhtauksia ja kaukokulkeuman ja laskeuman kautta kulkeutuneita haitta-aineita. (Vieno 2014, s. 14–15)

Raskasmetalleja jätevesiin kertyy lähinnä kaivos- ja paperiteollisuudesta, mutta niitä kertyy jätevesiin myös ihmisen ravinnon myötä etenkin kalaruoista (Heikkinen 2017). Teollisuuden lisäksi suurimpia raskasmetallien lähteitä jätevesissä ovat mm. elohopealasteet ja autopesuloiden vedet (Metcalf & Eddy 2014, Makkosen 2014, s. 18 mukaan; Svenskt Vatten 2012 Makkosen 2014, s. 18 mukaan; Vieno 2014a, Makkosen 2014, s. 18 mukaan). Raskasmetalleja päätyy jätevesiin myös kaatopaikkojen suotovesistä. Raskasmetallit ovat hankalia ympäristömyrkkyjä pysyvyytensä takia, ja ne myös rikastuvat ravintoketjussa aina ylimpiin kuluttajiin asti. Raskasmetallit vaikuttavat haitallisesti tärkeisiin biologisiin molekyyliin, kuten proteiineihin, ja eläimillä raskasmetallit aiheuttavat vaurioita maksaan, munuaiseen tai hermostoon. Esimerkiksi epäorgaaninen elohopea vaikuttaa ihmisellä keuhkoihin ja munuaiseen sekä pidemmällä aikavälillä jopa aivoihin. (Heikkinen 2017)

Haitallisten ja vaarallisten aineiden pitoisuuksia jätevesissä halutaan tutkia ja seurata erilaisten direktiivien ja asetusten sekä ympäristöministeriön ohjeiden mukaisesti (Vieno 2014, s. 8). Alla olevassa taulukossa (taulukko 1) on lueteltu joitakin seurattavia haitallisia ja vaarallisia aineita.

Taulukko 1. Jätevesien sisältämien tutkittavien ja seurattavien haitallisten ja vaarallisten aineiden luettelo. (Vieno 2014, s. 10)

Aineryhmät	Aineryhmien sisältämiä aineita
Alkyylifenolit ja alkyylifenolietoksilaatit	Nonyylifenoli, - fenolimonoetoksilaatti, - fenolidietoksilaatti Oktyylifenoli, - fenolimonoetoksilaatti, - fenolidietoksilaatti
Ftalaatit	Di-2-etyyliheksyyliftalaatti Dibutyyliftalaatti Bentsyylibutyyliftalaatti
Bromatut difenyylietterit (BDE)	Mm. BDE-28 ja BDE-47
Raskasmetallit	Elohopea ja sen yhdisteet Kadmium ja sen yhdisteet Lyijy ja sen yhdisteet Nikkeli ja sen yhdisteet
Heksabromosyklododekaani	1,3,5,7,9,11-HBCD 1,2,5,6,9,10-HBCD α -HBCD, β -HBCD, γ -HBCD
Hormonit	17 α -etinyliestradioli ja 17 β - estradioli
Lääkeaineet	Diklofenaakki, Ibuprofeeni ja Karbamatsepiini
Polyklooratut dibentso-p-dioksiinit (PCDD):	Mm. 2,3,7,8-TCDD ja 1,2,3,7,8- PeCDD
Polyklooratut dibentsofuraanit (PCDF)	Mm. 2,3,7,8-TCDF ja 1,2,3,7,8- PeCDF
Polyklooratut bifenyylit (PCB)	Mm. PCB-77, PCB-81 ja PCB-105

Jätevedestä vapautuu aktiivilietelaitoksilla myös aerosoleja, jotka sisältävät tauteja aiheuttavia bakteereja. Aerosolit muodostuvat jäteveden liikkeen, ilmaston ja lietteen käsittelyn seurauksena. Bakteereista ilmaan leviää myös niiden endotoksiineja lämpötilan, kosteuden sekä paineen ollessa optimaaliset. Endotoksiinit aiheuttavat hengitysteihin ja ruoansulatuskanavaan oireita. (Työsuojelurahasto 1991)

3 JÄTEVEDEN PUHDISTUSMENETELMÄT

Jäteveden puhdistamisen tavoitteena on pienentää jäteveden haittavaikutuksien määrä ympäristöön ja luontoon. Jätevedenpuhdistamoiden varsinainen puhdistusprosessi koostuu erilaisista menetelmistä, jotka ovat fysikaalisia, kemiallisia tai biologisia. Muita jätevedenpuhdistukseen osia ovat lietteen käsittely ja jäteveden jälkikäsittely, joka koostuu fysikaalisista, kemiallisista ja/tai biologisista menetelmistä. Näistä eri osista ja menetelmistä kootaan puhdistamolle sopiva kokonaisuus. Kokonaisuuden valinta riippuu jäteveden laadusta ja puhdistusvaatimuksista, sekä kustannuksista ja laitoskokonaisuuden toteuttamiskelpoisuudesta. (Karttunen 2003, s. 52; Mämmelä 2011, s. 10)

3.1 Fysikaaliset puhdistusmenetelmät

Fysikaalisia yksikköprosesseja ovat välppäys ja siivilöinti, suodatus, sekoitus, adsorptio, ilmastus, flokkaus, selkeytys flotaatiolla tai laskeuttamalla, sekä kalvotekniikat. Jätevedestä poistetaan fysikaalisin menetelmin yleensä kiintoainesta, mutta myös liuenneita aineita voidaan erotella kehittyneiden menetelmien ansiosta. (Karttunen 2004, s. 53) Kiintoaineksen erottamisella voidaan estää lietekasojen syntymistä myöhemmissä puhdistusvaiheissa. (Lindquist 2003, s. 45) Jäteveden esikäsittely koostuu usein fysikaalisista menetelmistä, joita voivat olla esimerkiksi välppäys, hiekanerotus ja selkeytys. (Karttunen 2004, s. 498)

Välppäyksen ja siivilöinnin tarkoituksena on varmistaa seuraavien käsittelyvaiheiden toiminta, taata puhdistuksen kokonaisprosessin luotettavuus ja tehokkuus, sekä välttää veden kulkureittien tukkeutumista (Tchobanoglous 2014, s. 310). Välpät ja siivilät poistavat jätevedestä karkeaa materiaalia, kuten lehtiä, paperia ja roskia, kun jätevesi johdetaan välpissä ja siivilöissä olevista raoista läpi. (Karttunen 2004, s. 53)

Jäteveden mukana kulkeutuu myös hiekkaa, soraa, pikkukiviä ja muita painavia kiinteitä materiaaleja. Hiekanerotuksen tavoitteena on vähentää putkistojen ja laitteistojen kulumista, laitteistojen puhdistustarvetta sekä estää sakkaumia esimerkiksi ilmastusaltaissa ja putkistoissa. (Tchobanoglous 2014, s. 365) Hiekanerotusprosessissa painavat partikkelit laskeutuvat hiekanerottimen pohjalle, ja erotusprosessia voidaan tarvittaessa nopeuttaa ilmastuksella. Ilmastuksen avulla saadaan usein myös poistettua

jätevedessä olevaa rasvaa, sillä rasva nousee jäteveden pinnalle ilman avustuksella, jolloin rasva poistetaan pintakaavinnan avulla. Kiintoainetta poistetaan hiekanerotusaltaasta pumppaamalla. (Viitasaari 1994, s. 15–17)

Esiselkeytyksen tavoitteena on erotella vedestä kiintoainesta tai nestemäisiä partikkeleita. Esiselkeytys perustuu usein laskeutukseen tai flotaatioon. Laskeutuksessa erotettavat hiukkaset ovat vettä painavampia ja painuvat selkeytykseltään pohjaan. Flotaatiossa hiukkaset ilmastetaan ilmakuplien avulla vettä keveämmiksi, jolloin ne kerääntyvät veden pinnalle, josta ne voidaan erotella pois. (Karttunen 2004, s. 77)

3.2 Kemialliset puhdistusmenetelmät

Kemiallisia puhdistusprosesseja ovat sellaiset, joissa jätevettä puhdistetaan kemikaalilisäyksellä tai kemiallisilla reaktioilla. (Karttunen 2004, s. 133) Kemialliset käsittelymenetelmät ovat yleisesti yhteydessä mekaanisten ja biologisten puhdistusmenetelmien kanssa. Kemiallisia osaprosesseja ovat mm. kemiallinen koagulaatio, saostus, hapetus, desinfiointi, neutralisointi ja stabilointi. (Tchobanoglous 2014, s. 458)

Tärkeimpiä kemiallisen käsittelyn tavoitteita ovat jäteveden desinfiointi, fosforin poisto, pienhiukkasten koagulaatio, pH:n säätely, neutralointi ja veden stabilointi (Tchobanoglous 2014, s. 459). Koagulaation avulla saadaan poistettua pienhiukkasia kasvattamalla niiden kokoa keinotekoisesti kemiallisella käsittelyllä, jolloin niiden laskeutuvuus paranee (Karttunen 2004, s. 133). Hapettamalla saadaan poistettua vaikeasti käsiteltävää orgaanista ainesta, rasvoja, biologisesti hajoavaa ainesta, ammoniakkia, hajuhaittoja sekä tuhottua mikro-organismeja. Desinfiointi poistaa myös hajuja sekä rajoittaa biofilmien kasvua. Kemiallisella saostuksella voidaan poistaa jätevedestä mm. fosforia, ammoniakkia, raskasmetalleja ja suspendoituneita aineita. Saostuksella voidaan rajoittaa myös viemärien korroosiota. Ammoniakkia, raskasmetalleja ja orgaanista ainetta voidaan poistaa myös ioninvaihdon avulla. (Tchobanoglous 2014, s. 459)

3.3 Biologiset puhdistusmenetelmät

Jäteveden biologisen puhdistamisen tavoitteena on poistaa veteen liuenneita tai kolloidisina esiintyviä orgaanisia ja epäorgaanisia aineita. Kaikissa biologisissa

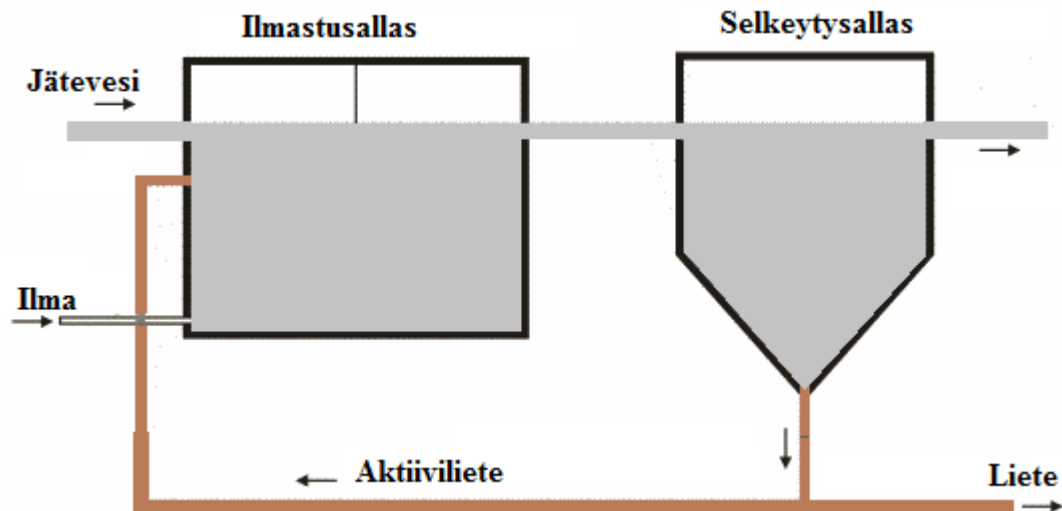
osaprosesseissa saasteet hajotetaan mikro-organismien avulla. Mikro-organismit, usein bakteerit, käyttävät epäpuhtauksia ravintonaan, ja bakteerien kasvun myötä syntynyt solumateriaali eli biologinen liete voidaan poistaa vedestä. (Karttunen 2004, s. 165) Hajotusreaktiot biologisissa puhdistusmenetelmissä ovat monimutkaisia, ja sisältävät useita sivureaktioita. Reaktioihin vaikuttavat monet ominaisuudet, kuten happipitoisuus, pH, erilaiset mikro-organismit, lämpötila, typpipitoisuus, myrkylliset aineet sekä käsittelymenetelmä. (Lindquist 2003, s. 46)

Biologiset puhdistusprosessit jaetaan jäteveden puhdistuksessa viiteen pääryhmään, joita ovat aerobiset prosessit, anaerobiset prosessit, anoksiset prosessit, edellisten yhdistelmistä koostuva prosessit ja lammikkoprosessit. Näissä ryhmissä puhdistusprosessi voi olla 1) suspensioprosessi, eli leijuva-alustainen prosessi, jossa mikro-organismit hajottavat epäpuhtauksia vapaasti vedessä leijuen, tai 2) kiinteäalustainen prosessi, joissa mikrobit ovat kiinnittyneet kantaja-aineisiin tai kiinteisiin pintoihin. (Karttunen 2004, s. 181)

Aerobisissa prosesseissa epäpuhtauksien puhdistus tapahtuu hapen läsnä ollessa eli mikro-organismit hapettavat orgaanista materiaalia vedessä olevan hapen avulla. Aerobiseen reaktioon vaikuttaa negatiivisesti liian alhainen lämpötila, mikä tarkoittaa yleensä alle 5 °C. Anaerobisissa eli hapettomissa olosuhteissa mikrobit hajottavat orgaanisen aineksen metaaniksi, hiilidioksidiksi ja vedeksi. Anaerobiset prosessit ovat hitaita verrattuna aerobisiin prosesseihin, mutta anaerobisten prosessien nopeutta voidaan kasvattaa nostamalla lämpötilaa. Anoksisissa prosesseissa bakteerit käyttävät epäpuhtauksien hapettamiseen nitraattiin sitoutunutta happea. Anoksisien prosessien nopeus asettuu aerobisen ja anaerobisen välimaastoon, mutta prosessi ei toimi, jos vedessä on vapaata happea tai orgaanista materiaalia ei ole. (Lindquist 2003, s. 47–48)

Erilaisia kiinteäalustaisia aerobisia prosesseja ovat biologiset suodattimet ja bioroottorit. Anoksinen kiinteäalustainen prosessi on kiinteään biofilmiin perustuva denitrifikaatio, ja anaerobinen kiinteäalustainen prosessi on anaerobinen suodatin. (Karttunen 2004, s. 182) Kiinteäalustaisessa aerobisessa suodatusprosessissa jätevesi suodattuu kiinteän, ilmastetun alustan läpi, jolloin alustalle kiinnittyneet mikrobit hajottavat samalla jäteveden saasteita. Suuri osa jäteveden sisältämästä orgaanisesta aineksesta saadaan poistettua biologisella suodatuksella. (Lindquist 2003, s. 56)

Suspensioprosesseja ovat aktiivilieteprosessi, suspensionitrifikaatio, ilmastettu lammikko, aerobinen hajotus, suspension kasvuun perustuva denitrifikaatio, mädätys ja anaerobinen kontaktiprosessi. Yleisin suspensioprosessi on aktiivilieteprosessi (kuva 1), joka tapahtuu ilmastusaltaassa, jossa aktiivilietettä ja vettä sekoitetaan jatkuvasti, jotta liete ei pääse laskuetumaan altaan pohjalle. Samaan aikaan seosta ilmastetaan, jotta mikrobeilla on tarvittava määrä happea saasteiden hajotukseen. Aktiivilieteprosessilla pyritään poistamaan jätevedestä orgaanista ainesta. (Karttunen 2004, s. 182–183)



Kuva 1. Aktiivilieteprosessi. (Mukaiillen: Giordano 2013, s. 23)

3.4 Lietteen käsittely

Lietettä syntyy jätevedenkäsittelyn eri vaiheissa, ja käsittelyllä pyritään vaikuttamaan sen laatuun ja määrään. Lietteen käsittelyn tavoitteena on sen jatkokäsittelyn, kuljetuksen, hyväksikäytön ja sijoituksen helpottaminen. Lietteen käsittelyyn kuuluu erilaisia käsittelyvaiheita, joita ovat tiivistys, stabilointi, hygienisointi, kunnostus, kuivaus ja jatkokäsittely. (Karttunen 2004, s. 555)

Lietettä tiivistetään, jotta sen tilavuutta saadaan pienennettyä. Tiivistys tapahtuu poistamalla vettä lietteestä laskeuttamalla, flotaatiolla tai linkouksella. Tiivistyksessä poistettu jätevesi johdetaan usein jäteveden puhdistusprosessin alkuun. Lietteen stabiloinnilla pyritään pysäyttämään orgaanisen aineksen hajoaminen, joko tilapäisesti tai pysyvästi. Tilapäisesti se onnistuu kalkkistabiloinnilla ja pysyvästi mädättämällä tai lahottamalla liete. Lietteen hygienisoinnilla saadaan vähennettyä siinä olevien bakteerien,

virusten, raskasmetallien ja orgaanisten yhdisteiden määrää. Hygienesointi voidaan toteuttaa usealla eri tavalla, kuten pastöroimalla, lämpökäsittelyillä, klooraamalla tai säteilyttämällä. Lietteen kunnostuksen tavoitteena on lisätä veden poistamisen mahdollisuuksia. Vettä sitovat mikro-organismit luovat lietteeseen geolimäisen rakenteen, joka pyritään rikkomaan kuivaamalla, lämpökäsittelyllä, jäädyttämällä tai kunnostuksen avulla kemiallisesti. (Karttunen 2004, s. 560, 569–570, 576–578)

3.5 Jäteveden jälkikäsittely

Puhdistusvaatimukset ovat tiukentuneet ajan myötä. Näihin vaatimuksiin ei ole kaikilta osin voitu vastata tehostamalla olemassa olevia prosesseja, joten on otettu käyttöön erilaisia jälkikäsittelymenetelmiä. Jälkikäsittelymenetelmien tavoitteena on poistaa edellisten puhdistusvaiheiden jälkeen jätevedeen vielä jääneitä ravinteita ja kemikaaleja, sekä parantaa jäteveden hygieenistä laatua poistamalla siitä mikrobeja. Jälkikäsittelymenetelminä voidaan käyttää esim. suodatusta tai desinfiointia. (Koivunen 2005, s. 18) Jälkikäsittely voidaan toteuttaa myös luonnonmukaisilla menetelmillä eli lammikkopuhdistamoilla, jälkikäsittelykosteikoilla ja pintavalutuskentillä, tai lammikko-kosteikko yhdistelmillä. (Arola 2012, s.13)

Jälkisuodatuksella pyritään poistamaan selkeytyksestä läpipääsystä kiintoainesta ja saostamaan liukoista fosforia. Lisäksi jälkisuodatuksen myötä jäteveden hygieeninen laatu paranee. Jälkisuodatus voidaan toteuttaa hiekkasuodatuksella, suodatuskankaalla tai -viiralla, tai kalvosuodattimilla. Näitä suodatustekniikoita tehostetaan usein myös kemiallisella saostuksella. Yleisin jälkisuodatustapa on hiekkasuodatus sen luotettavuuden ja tunnettuuden vuoksi. (Saarinen 2003, s. 42–43)

Jäteveden jälkidesinfiointin avulla pyritään vähentämään jätevedessä olevien mikrobien määrää (Mämmelä 2011, s. 20). Erilaisia jälkidesinfiointimenetelmiä ovat klooraus, peretikkahappodesinfiointi, UV-desinfiointi ja korkeapaineflotaatio. Näistä yleisin menetelmä on klooraus, mutta saastuttavuuden vuoksi sen käyttöä on pyritty vähentämään. Peretikkahappodesinfiointissa jäteveden taudinaiheuttaja mikrobeja tuhotaan kemiallisen peretikkahappokäsittelyn avulla. Peretikkahappodesinfiointi tuhoaa mikrobeja tehokkaasti, eikä se tuota juurikaan haitallisia saasteita. UV-desinfiointi tuhoaa jäteveden taudinaiheuttajamikrobit ultraviolettisäteilyn avulla. UV-desinfiointin tehoa pidetään hyvänä eikä menetelmän tuloksena synny lainkaan kemikaalijäämiä tai

sivutuotteita. Korkeapaine-flotaatiossa jäteveten lisätään korkeassa paineessa ilmalla kyllästettyä vettä eli dispersiovettä, josta vapautuu ilmakuplia paineen laskiessa. Nämä ilmakuplat tarttuvat jäteveden kiintoainekseen, jolloin kuplat kuljettavat kiintoaineksen veden pinnalle. Korkeapaine-flotaation desinfiointiteho on hyvä, ja se poistaa lisäksi myös fosforia ja orgaanista ainesta. (Koivunen 2005, s. 19–22)

Lammikkopuhdistamo on matala lampi, jossa auringon UV-säteet ja bakteerit puhdistavat jätevettä. Puhdistamisesta bakteerien lisäksi vastaavat myös mikrobit, levät ja muut eliöt. Lammikot ovat yleensä rakennettuja, ja niitä voidaan käyttää jäteveden puhdistukseen yksinään tai jonkin toisen puhdistusjärjestelmän yhteydessä. Erilaisia lammikkopuhdistamotyyppisiä ovat aerobiset, fakultatiiviset, ilmastetut ja anaerobiset lammikot. (Corbitt 1998, Arolan 2012, s. 14–15 mukaan; Crites 2006, s. 96 ja 133–134, Arolan 2012, s. 14–15 mukaan)

Kosteikot ovat maa-alueita, jotka ovat märkiä koko vuoden tai osan siitä. Kosteikot voivat olla luonnonmukaisia tai rakennettuja. Modernit jäteveden puhdistukseen tarkoitetut kosteikot ovat rakennettuja, ja ne voidaan jaotella kolmeen pääryhmään, joita ovat vapaan vesipinnan, vaakatasoisen maanalaisen virtauksen ja pystysuoran virtauksen kosteikko. Vapaan vesipinnan kosteikko muistuttaa luonnollista suota tai lampea. Vaakatasoisen maanalaisen virtauksen kosteikossa on usein soraperusta ja sinne on istutettu kasvillisuutta. Pystysuoran virtauksen kosteikko on usein hiekkaa tai soraa. (Kadlec & Wallace 2009, s. 3-5) Kosteikkoja käytetään jäteveden jälkikäsittelyyn varsinaisen puhdistamon jälkeen. Kosteikoissa jäteveden puhdistus perustuu mm. fyysiseen sedimentoitumiseen, kemiallisesti haitta-aineiden sitoutumiseen turpeeseen ja mikrobien toimintaan. (Arola 2012, s.15–16)

3.6 Muita, kehittyneempiä puhdistusmenetelmiä

Erilaisia kehittyneempiä puhdistusmenetelmiä ovat edistynyt hapetus, kaasustrippaus, adsorptio, aktiivihiilisuodatus ja jäteveden puhdistus jätevesialtaissa jäädyttämällä. Mämmelän (2011, s. 24) mukaan kehittyneempiä puhdistusmenetelmiä käytetään lähinnä teollisuusjätevesien puhdistukseen. Näiden menetelmien käyttöönottoa on kuitenkin pohdittu myös yhdyskuntajätevesien puhdistamisessa tarvittaessa, jos puhdistusvaatimukset tiukentuvat.

Edistyneellä hapetuksella pyritään poistamaan jätevedestä monimutkaisia ja vaikeasti poistettavia orgaanisia yhdisteitä, minkä johdosta jäteveden toksisuus pienenee. Myrkylliset orgaaniset yhdisteet pyritään hapettamaan nk. märkähapetusmenetelmällä niin, että lopputuloksena syntyy hiilidioksidia ja vettä. (Tchobanoglous 2003, s. 1196, Paalasan 2012, s. 26–27 mukaan; Myllymäki 2011, s. 1-2, Paalasan 2012, s. 26–27 mukaan) Kaasustrippaus on kaasun siirtoa nestefaasista kaasufaasiin. Strippaukseen käytetään ilmaa tai vesihöyryä. Kaasustrippauksella saadaan eroteltua jätevedestä ammoniakkaa, hiilidioksidia, happea, rikkivetyä sekä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC, Volatile organic compound). (Tchobanoglous 2003, s. 1196-1197, Paalasan 2012, s. 26-27 mukaan). Adsorptiossa jäteveden epäpuhtaudet tarttuvat sopivalle rajapinnalle, ja tämän mahdollistaa molekyylin pinnalla vallitseva voimien epätasapaino. Rajapinnalla käytettävää ainetta, johon epäpuhtaudet kerääntyvät, kutsutaan adsorbentiksi. (Bhatnagar 2010, s. 278)

Aktiivihiihisuodatusta käytetään jäteveden puhdistuksessa viimeistelyvaiheessa. Sen avulla saadaan poistettua useita erilaisia aineita ja yhdisteitä, jotka eivät ole poistuneet aiemmissa puhdistusvaiheissa. Aktiivihiihisuodattimet erottelevat jätevedestä sellaisia aineita, kuten fluoria, arseenia, fosfaattia ja klooria. (Tchobanoglous 2014, s. 1224–1225) Jäteveden puhdistaminen jäädyttämällä perustuu kiteytymiseen, jolloin jäätyneeseen jätevetteen muodostuu kiteitä ja kiteisiä partikkeleita. Jäätyessään vesi pyrkii syrjäyttämään muut vedessä liuoksessa olevat komponentit niin, että epäpuhtaudet eivät pysty liittymään muodostuvaan kiderakenteeseen. Jäädytyskiteytystä voidaan mahdollisesti soveltaa monenlaisten jätevesien puhdistamiseen. (Randall 2009, Sulon 2015, s. 11 mukaan; Petrich 2009, Sulon 2015, s. 12 mukaan; Lorain 2001, Sulon 2015, s. 13 mukaan)

3.7 Jätevedenpuhdistusmenetelmät ravinnekohtaisesti

3.7.1 Fosfori

Fosforia poistetaan jätevedestä, joko kemiallisesti, biologisesti tai näiden yhdistelmänä. Kemiallisesti fosfori poistetaan jätevedestä lisäämällä jätevetteen saostuskemikaalia, joka reagoi jäteveden fosforin kanssa muodostaen sakan, joka voidaan poistaa jätevedestä selkeyttämällä. (Mämmelä 2011, s. 14–15) Biologisesti fosforia voidaan poistaa jätevedestä hyödyntämällä mikro-organismeja, jotka pystyvät sitomaan fosforia

huomattavia määriä muodostaen orgaanisen sakan, joka voidaan poistaa vedestä mekaanisin keinoin (Rittmann et al. 2011, s. 847-848).

Fosforia poistetaan jätevesistä Suomessa tyypillisesti rinnakkaissaostuksella (Säylä 2012, s. 11). Rinnakkaissaostus on yleinen kemiallisten ja biologisten menetelmien yhdistelmä. Rinnakkaissaostuksessa kemialliset saostuskemikaalit syötetään ilmastusaltaaseen, jossa tapahtuu samanaikaisesti myös biologinen puhdistusprosessi. Saostuskemikaalit voidaan myös syöttää jätevetteen ennen tai jälkeen biologista puhdistusta. (Repo 2012, s. 21)

3.7.2 Typpi

Typpiä poistetaan jätevedestä yleensä biologisin menetelmin, mutta myös fysikaalisia ja kemiallisia menetelmiä käytetään tarvittaessa (Mämmelä 2011, s. 17). Kemiallisia typen poistomenetelmiä ovat taitepisteklooraus, ioninvaihto, strippaus ammoniakkinä alkalisisissa olosuhteissa. Fysikaalisina menetelminä voidaan käyttää kalvotekniikoita. (Karttunen 2004, s. 211)

Biologisesti typpi poistetaan jätevedestä nitrifikaation ja denitrifikaation avulla. Nitrifikaatiossa bakteerit hapettavat ammoniumtypen nitraatiksi nitriitin kautta eli nitrifikaatio on siis aerobinen prosessi. Nitrifikaation nopeuteen vaikuttaa vahvasti lämpötila. Optimilämpötila nitrifikaatiobakteerien kasvunopeudelle on 30–35 °C. Denitrifikaatiossa jätevedessä olevat bakteerit käyttävät nitriittiä ja nitraattia soluhengitykseen. Useat denitrifikaatiobakteerit voivat myös käyttää happea soluhengitykseen, mutta kun happea ei ole saatavilla ne siirtyvät happihengityksestä nitraattihengitykseen. Tämän vuoksi denitrifikaatio tapahtuu anaerobisissa olosuhteissa. Denitrifikaatio bakteerit tarvitsevat myös orgaanista ainesta kasvamiseen. (Rantanen 1999, s. 11)

Typenpoistossa voidaan yhdistellä nitrifikaatiota ja denitrifikaatiota eri tavoin. ND-prosessissa nitrifikaatio tapahtuu ilmastusaltaassa samalla kun orgaaninen aines hajoaa. Tämän jälkeen tapahtuu denitrifikaatio hapettomissa oloissa. Denitrifikaatiobakteereille joudutaan lisäämään tässä menetelmässä orgaanista ainesta polttoaineeksi. ND-menetelmä vaatii energiaa ja kemikaalien käyttöä. DN-prosessissa denitrifikaatio on ennen nitrifikaatiota. Tässä menetelmässä ilmastusaltaassa muodostunut nitraattipitoinen aktiiviliete palautetaan takaisin denitrifikaatioaltaaseen. Näin denitrifikaatiobakteerit voivat käyttää hyväkseen jäteveden sisältämää orgaanista ainesta. (Rantanen 1999, s. 12)

4 LAPIN JA POHJOIS-POHJANMAAN JÄTEVEDENPUHDISTAMOT

4.1 Jätevedenpuhdistukseen vaikuttavia tekijöitä Lapissa ja Pohjois-Pohjanmaalla

Lapissa on 21 kuntaa, joissa on 2013 tilastoitu 34 yhdyskuntajätevedenpuhdistamoja ja Lapin väestöstä on noin 76 % liittynyt viemäriverkoston. Tämä tarkoittaa sitä, että alueen noin 183000 asukkaasta noin 44600 asukasta on viemärintiverkoston ulkopuolella. Pohjois-Pohjanmaalla on 30 kuntaa, joissa on tilastoitu yhteensä 31 yhdyskuntajätevedenpuhdistamoja. Viemäriverkoston väestöstä on liittynyt 78 %. (Valtion ympäristöhallinto 2014a; Valtion ympäristöhallinto, 2016) Pohjois-Suomessa jätevedenpuhdistukseen vaikuttavat monenlaiset tekijät, kuten vuodenaikojen ja lämpötilan vaihtelu, harvaan asutetut alueet, lomakausien kuormitusvaihtelut, sekä joillakin alueilla teollisuuden jätevesien erilaiset jätevesikoostumukset.

Pohjoisessa kesäaika on lyhyt ja talvi on pitkä ja kylmä verrattuna eteläiseen Suomeen. Esimerkiksi Lapissa talvi kestää noin 7 kuukautta ja Ahvenanmaalla noin 3 kuukautta ja talven keskilämpötila Sodankylässä vuonna 2016 on ollut $-11,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja Helsingissä $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ilmatieteen laitos 2017). Talvisin kylmä lämpötila vaikuttaa jäteveden puhdistuksessa erityisesti biologisiin toimintoihin. Kemiaaliset ja fysikaaliset prosessit sen sijaan toimivat talvella alhaisissakin lämpötiloissa. Tämän vuoksi fosforia saadaan poistettua jätevedestä tehokkaasti myös talvisin. Typen erottaminen jätevedestä biologisesti kuitenkin vaikeutuu talvisin, koska typen poistuminen on hyvin lämpötilariippuvaista. (Arola 2012, s. 41)

Lappi ja Pohjois-Pohjanmaan itäiset osat ovat harvaan asutettuja. Näillä alueilla ihmisiä asuu keskimäärin 1-10 asukasta/km². (Kangasoja 2015) Tämä tarkoittaa sitä, että jäteveden siirtolinjat jäteveden puhdistamoille ovat pitkiä, mikä aiheuttaa vaikeuksia verkostojen ja laitosten suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. Esimerkiksi Ylläksen alueen jätevesien pitkissä siirtolinjoissa jäteveden liuennut orgaaninen aines muuttuu voimakkaasti kiintoainemuotoon ennen jätevedenpuhdistamolle tuloa. (Porsanger 2007, s. 68)

Matkailu on Lapille ja Pohjois-Pohjanmaan itäisille osille tärkeä elinkeino, koska matkailulla on merkittävä vaikutus alueiden talouteen ja työllisyyteen. Matkailu alueilla on kehittynyt matkailukeskuspainotteisiksi (tunturikeskukset). (Porsanger 2007, s. 16–17) Lapin ja Pohjois-

Pohjanmaan suurteen matkailu- ja tunturikeskusten jätevesien käsittelyssä on otettava huomioon rajut kausittaiset kuormitusvaihtelut, sillä ne aiheuttavat ongelmia vesihuoltoprosessien säätöön ja hallintaan (Valtion ympäristöhallinto 2016). Esimerkiksi Levin matkailukeskusalueen vedenkulutus oli noin viisi kertaa suurempaa matkailun sesonkiaikoina kuin alkukesän hiljaisimpina aikoina (Porsanger 2007, s. 23).

Myös teollisuus aiheuttaa omat haasteensa jätevedenpuhdistukselle, sillä teollisuudesta tulee koostumukseltaan erilaista jätevettä kuin kotitalouksista. Esimerkiksi Oulussa Taskilan jätevedenpuhdistamolla puhdistetaan lähialueen asumisjätevesien lisäksi pienen ja keskisuuren teollisuuden jätevesiä (Oulun Vesi, 2010, Sohlon 2011 s. 49 mukaan). Myös Haapaveden jätevedenpuhdistamolla puhdistetaan kunnan viemäröinnin piiriin kuuluvan meijerin jätevedet. (Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto 2008a)

4.2 Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamoiden puhdistusmenetelmät

Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamoiden puhdistusmenetelmät on kerätty ja jaoteltu erillisiin taulukoihin Lapin (taulukot 2 ja 3) ja Pohjois-Pohjanmaan (taulukot 4 ja 5). Puhdistamot on jaoteltu sijaintikuntansa mukaan, ja menetelmät on jaoteltu fysikaalisiin, kemiallisiin, biologisiin ja jälkikäsittelymenetelmiin. Fysikaaliset menetelmät on edelleen jaoteltu välppäyksen eri menetelmiin, silppurointiin, siivilöintiin, rasvanerotukseen, sekoitukseen, hiekanerotukseen, flokkaukseen, eri vaiheiden selkeytyksiin, ilmastukseen ja tasausaltaisiin. Kemialliset menetelmät on jaoteltu saostuskemikaalin mukaan ja muihin määrittelemättömiin menetelmiin. Biologiset menetelmät on jaoteltu bioroottoriin, biomattoon, aktiivilietteeseen ja muihin/määrittelemättömiin menetelmiin. Jälkikäsittelymenetelmät on jaoteltu erilaisiin kosteikkomenetelmiin sisältäen lammikkopuhdistamot, desinfiointiin, suodatukseen ja stabilointiin.

Lisäksi molempien maakuntien puhdistamoiden lietteenkäsittelymenetelmät on kerätty omiin taulukoihinsa (taulukot 6 ja 7). Lietteen käsittelymenetelmät on jaoteltu esikäsittelymenetelmiin ja jatkokäsittelyyn/varastointiin. Matkailukeskusalueilla sijaitsevat puhdistamot on myös merkattu taulukoihin. Kaikista taulukoista käy ilmi myös puhdistamon saapuvan jäteveden keskimääräinen mitoitusarvo, jonka yksikkönä on m³/vrk. Pohjois-Pohjanmaan taulukoista käy ilmi myös, mikäli jostakin kunnasta menee siirtoviemäri jonkin toisen kunnan jätevedenpuhdistamolle. Lisäksi Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan puhdistamoiden

jäteveden ja lietteen puhdistusprosessit vaihe vaiheelta on koottu omiin taulukoihinsa niiltä osin kuin tieto on ollut saatavissa (liitteet 1-4).

Taulukko 2. Lapin kuntien alueilla toimivien jätevedenpuhdistamoiden käytössä olevat puhdistusmenetelmät ja mitoitusarvot. Kunnat Enontekiö-Posio. (Arvio 2012, s. 8-9; Bogdanoff 2011, s. 18–19; Heikkinen 2016, s. 28–31; Lapin ympäristökeskus 2009a, 2006a, 2005a, 2004a; Ollila 2017; Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2011a; Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2007a, 2007b, 2006a, 2005a; Pyhä-Luosto Vesi Oy 2017)

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Puhdistamo sijaitsee matkailukeskuksella	Puhdistamolle saapuvan jäteveden keskimääräinen mitoitusarvo (m ³ /vrk)	Välppäys		Silppur	Siivilöinti	Rasvanerotus	Sekoitus	Fysikaaliset			Ilmastus	Tasausallas	Esikäsitteleminen	Kemialliset		Biologiset			Jälkikäsitteilymenetelmät																	
				Porrasvälppä	Välpepuristin					Rakovalppä	Ei määr.	Ilmastettu				Ei määr.	Putki	Pumppu	Muu/Ei määr.	Esiselkeytys	Väiselkeytys	Jälkiselkeytys	Muu/Ei määr.	Alumini sulfatti	Ferrosulfatti	Muu/Ei määr.	Muu/Ei määr.	Bioroottori	Biomatto	Aktiiviliete	Muu/Ei määr.	Lammikko	Imeytyskenttä	Pintavalutuskenttä	Muu kosteikko/Ei	Klooraus	UV-käsittely	Ei määr.
Enontekiö	Karesuvanto		165			x						x				x																						
	Kilpisjärvi		70	x												x																						
	Hetta										x					x						x	x ¹⁾															
Inari	Ivalo/Mellanaava		2 400			x		x	x			x	x			x		x																				
	Inari kk		250			x		x				x	x			x		x																				
	Sevettijärvi		Ei määr.								x	x					x					x																
Kemi			12 880			x										x																						
Kemijärvi			21				x									x																						
Keminmaa ²⁾			3 650																																			
Kittilä	Levi	x	2 200			x										x																						
	Raattama		200													x																						
	Kallo		60													x																						
	Alakylä		30													x																						
Kolari	Kirkonkylä		980	x																																		
	Rautuvaara	x	1 918	x	x																																	
	Sieppijärvi		125																																			
	Kalkkikangas		120																																			
Muonio	Keskuspuhdistamo	x	690			x																																
	Jerisjärvi	x	100																																			
	Pallas	x	100	x																																		
Pelkosenniemi	x	2 500																																				
Pello		1 100																																				
Posio		600	x																																			

¹⁾ Ennen jälkilammikointia on ilmastettu ojasto. ²⁾ Puhdistamo on rinnakkaissaostuslaitos. Tarkempaa tietoa menetelmistä ei tiedossa. ³⁾ Suo-ojitus.

⁴⁾ Muonion keskuspuhdistamo toimii joko bioroottori- tai aktiivilietelaitoksena

Taulukko 3. Lapin kuntien alueilla toimivien jätevedenpuhdistamoiden käytössä olevat puhdistusmenetelmät ja mitoitusarvot. Kunnat Ranua-Ylitornio. (Kreus 2017; Lapin ympäristökeskus 2009b, 2009c, 2007, 2006b, 2005b, 2005c, 2005d, 2005e, 2005f, 2004b, 2004c; Napapiirin Energia ja Vesi Oy 2017; Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2013e, 2012; Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto 2006b; Rautiainen 2011, s. 30-31)

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Puhdistamo sijaitsee matkailukeskuksella	Puhdistamolle saapuvan jäteveden keskimääräinen mitoitussarvo (m ³ /vrk)	Välpäys		Slippur	Siivilöinti	Rasvanerotus	Sekoitus	Fysikaaliset				Muu/Ei määr.	Ilmastus	Tasausallas	Esikäsittely	Kemialliset		Biologiset		Jälkikäsittelymenetelmät					Stabilointi											
				Porrasvälpä	Välpepuristin					Rakovalppä	Ei määr.	Ilmastettu	Ei määr.					Putki	Pumppu	Muu/Ei määr.	Eisiselkeyty	Väliselkeyty	Jälkiselkeyty	Alumiinisulfaatti	Ferrosulfaatti	Muu/Ei määr.		Muu/Ei määr.	Biorootori	Biomatto	Aktiiviliete	Muu/Ei määr.	Lammikko	Imeytyskenttä	Pintavalutuskenttä	Muu kosteikko/Ei	Klooraus	UV-käsittely
Ranua			1 290	x					x				x					x		x																		
Rovaniemi ¹⁾	Alakorkalo	x	18 000	x	x					x				x					x																x			
	Muurola		1 170		x														x																			
	Sinettä		375																																			
	Vaattunkiköngäs		40							x																												
	Vanttauskoski		120																																			
Salla		x	1 400	x	x					x																												
Savukoski			360																																			
Sodankylä	Kirkonkylä		2 900																																			
	Vuotso		100																																			
Tervola			400																																			
Tornio	Haaparanta		6 000	x																																		
	Kourilehto ³⁾		25																																			
	Kaakamo ⁴⁾		5																																			
	Ala-Kaakamo ⁵⁾		22																																			
Utsjoki	Kirkonkylä		190																																			
	Nuorgam		60																																			
	Karigasniemi		75																																			
Ylitornio	Kirkonkylä		1 420																																			
	Meltosjärvi		22,5																																			

¹⁾ Lisäksi Napapiirin vesi omistaa 10 kpl TAPIO-tyylisiä pienpuhdistamoja, ²⁾ Esikäsittelyallas, ³⁾ Biorootoripuhdistamo. Tarkempaa tietoa ei saatavilla. ⁴⁾ TAPIO-pienpuhdistamo.

⁵⁾ Biomattopuhdistamo jälkiselkeytyksellä. Tarkempaa tietoa ei saatavilla.

Taulukko 5. Pohjois-Pohjanmaan kuntien alueilla toimivien jätevedenpuhdistamoiden käytössä olevat puhdistusmenetelmät ja mitoitusarvot. Kunnat Pudasjärvi-Ylivieska. (Arola 2012, s. 60; Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2009a, 2009b, 2005a, 2005b, 2004; Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2011b, 2011c, 2011d, 2010; Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto 2007c, 2006d, 2005c; Pyhäjokisuun Vesi Oy 2017; Siikalatvan Keskuspuhdistamo Oy 2011; Sämskilähti 2017; Tabell 2015, s. 28; Vesikolmio Oy 2017)

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Kunnassa ei ole omaa jätevedenpuhdistamoaa vaan jätevesijohtetaan alla mainittuun kuntaan	Puhdistamo sijaitsee matkailukeskuksalueella	Puhdistamolle saapuvan jäteveden keskimääräinen mitoitusarvo (m ³ /vrk)	Välppäys		Sippur Siivilöim	Rasvaneeritus	Sekoitus	Fysikaaliset menetelmät				Ilmastus	Tasausallas	Esi käsittely	Kemiaaliset		Biologiset		Jälkikäsittelymenetelmät														
					Porrasvälppä	Välpepuristin				Rakovalppä	Ei määr.	Ilmastettu	Ei määr.				Putki	Pumppu	Muu/Ei määr.	Esi selkeyty	Väliselkeyty	Jalkiselkeyty	Muu/Ei määr.	Alumiinifulfaatti	Ferrosulfaatti	Muu/Ei määr.	Ei määr.	Bioroottori	Biomatto	Aktiiviliete	Muu/Ei määr.	Lammikko	Imeytyskenttä	Pinta valutus kenttä	Muu kosteikko/Ei mää
Pudasjärvi	Hirvaskoski ¹⁾																																		
	Kurenala			1 400	x				x	x		x	x				x		x																
	Syöte	x		340	x	x			x			x	x	x			x																		
	Taipaleenharju			10			x		x				x	x			x			x						x									
Pyhäjoki	Lipinsaari			425	x				x			x	x	x			x		x																
	Pörkkä ²⁾			33																															
	Yppäri ³⁾			Ei määr.																															
Pyhäjärvi				2 500	x									x	x		x			x															
	Raaha			12 500	x					x			x	x			x			x															
	Reisjärvi			440			x							x			x			x															
	Sievi	Ylivieskaan																																	
	Siikajoki			220		x							x	x	x		x		x																
	Siikalatva			1 700		x		x		x			x	x			x		x																
	Taivalkoski			630		x		x	x	x		x	x	x					x		x														
	Tyrnävä	Kempeleeseen																																	
	Utajärvi	Ouluun																																	
	Vaala			1 600	x					x			x	x			x			x															
Ylivieska	Kaupunki			4 100			x		x				x	x						x															
	Raudaskylä			150	x								x	x			x		x																
	Sipilä			100			x						x	x			x			x															

¹⁾ Bioroottoripuhdistamo kemikaloinnilla. Tarkempaa tietoa ei ole saatavilla. ²⁾ Bioroottorilaitos. Tarkempaa tietoa ei saatavilla. ³⁾ UPO-mallinen biologinen laitos ilmastuksella. Tarkempaa tietoa ei saatavilla.

Taulukko 6. Lapin kuntien alueilla toimivien jätevedenpuhdistamoiden käytössä olevat lietteenkäsittelymenetelmät ja mitoitusarvot. Kursivoiduilla puhdistamoilla ei tietoa lietteenkäsittelystä ole saatavilla, tai ei ole lietteenkäsittelyä. (Arvio 2012, s. 8-9; Bogdanoff 2011, s. 18–19; Heikkinen 2016, s. 28–31; Kreuz 2017; Lapin ympäristökeskus 2009a, 2009b, 2009c, 2007, 2006a, 2006b, 2005a, 2005b, 2005c, 2005d, 2005e, 2005f, 2004a, 2004b, 2004c; Napapiirin Energia ja Vesi Oy 2017; Ollila 2017; Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2012, 2011a; Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2007a, 2007b, 2006a, 2006b, 2005a; Pyhä-Luosto Vesi Oy 2017; Rautiainen 2011, s. 30-31)

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Puhdistamo sijaitsee matkailukeskuksalueella	Puhdistamolle saapuvan jäteveden keskimääräinen mitoitus-arvo (m ³ /vrk)	Lietteen esikäsittely							Lietteen jatkokäsittely/varastointi					
				Kuivaus	Selkeytys	Sakeutus	Tiivistys	Hygienisointi	Kunnostus	Lahotus	Allas	Siilo	Lava	Kompostointi	Mädätys	Poltto
Enontekiö	Karesuvanto		165	x									x			
	Kilpisjärvi		70	x		x	x						x			
	Hetta												x			
Inari	Ivalo/Mellanaava		2 400	x		x								x		
	Inari kk		250			x										
	<i>Sevettijärvi</i>		Ei määr.													
Kemi	<i>Kemijärvi</i>		12 880	x		x										
	<i>Keminmaa</i>		21													
Kittilä	<i>Kemimaa</i>		3 650													
	Levi	x	2 200	x		x								x		
	Raattama		200								x			x		
	Kallo		60								x			x		
	<i>Alakylä</i>		30													
Kolari	<i>Kaukonen</i>															
	Kirkonkylä		980	x		x										
	Rautuvaara	x	1 918	x		x	x							x		
	<i>Siippijärvi</i>		125													
Muonio	<i>Kalkkikangas</i>		120													
	Keskuspuhdistamo	x	690	x	x									x		
	<i>Jerisjärvi</i>	x	100													
Pelkosenniemi	Pallas	x	100								x					
	<i>Pello</i>		2 500	x		x								x		
Posio	<i>Pello</i>		1 100													
	<i>Posio</i>		600									x	x			
Ranua			1 290	x		x						x				
Rovaniemi	Alakorkalo	x	18 000	x		x								x		
	Muurola		1 170	x		x							x			
	<i>Sinettä</i>		375													
	Vaattunkiköngäs		40			x										
	Vanttauskoski		120				x							x		
Salla			1 400	x		x							x			
Savukoski			360	x							x		x			
Sodankylä	Kirkonkylä		2 900	x			x							x		
	Vuotso		100								x					
Tervola			400								x					
Tornio	Haaparanta		6 000	x									x			x
	<i>Kourilehto</i>		25													
	<i>Kaakamo</i>		5													
	<i>Ala-Kaakamo</i>		22													
Utsjoki	<i>Kirkonkylä</i>		190													
	<i>Nuorgam</i>		60													
	<i>Karigasiemi</i>		75				x									
Ylitornio	<i>Kirkonkylä</i>		1 420													
	Meltosjärvi		22,5				x			x		x				

Lapin maakunnassa on tässä työssä tehdyn selvityksen mukaan nykyisin 40 puhdistamoaa, joista 39:ssä on käytössä jälkiselkeytys ja 28:ssa on käytössä myös esiselkeytys (taulukot 2 ja 3). Tämä tarkoittaa sitä, että selkeytys on Lapin puhdistamoilla kaikista yleisimmin käytetty fysikaalinen menetelmä. Yleisiä fysikaalisia menetelmiä Lapissa ovat myös välppäys, flokkaus ja ilmastus, joita kaikkia käytetään noin 50 % puhdistamoista. Saostusta käytetään 36 puhdistamossa. 15 puhdistamon saostuskemikaalia ei ole määritetty, mutta niissä puhdistamoissa, joissa saostuskemikaali on määritetty, alumiinisulfaatti on yleisin. Lapin puhdistamoiden yleisin biologinen puhdistusmenetelmä on biorootorit, sillä niitä on yhteensä 15 puhdistamossa. Biorootoreilla toimivat puhdistamot ovat mitoitusarvoltaan alle 3000 m³/vrk kokoluokassa. Isoimmissa puhdistamoissa, joita ovat Kemin, Rovaniemen ja Tornion puhdistamot, biologisena puhdistusmenetelmänä on muu/määrittelemätön biologinen menetelmä.

Jälkikäsitteilymenetelminä kosteikot ovat kaikista yleisimpiä, ja niitä löytyy 13:sta Lapin puhdistamoista. Kosteikot olivat yleensä lammikkotyylisiä (8/13). Muita jälkikäsitteilymenetelmiä käytetään vain Levin, Pallaksen, Alakorkalon ja Tervolan puhdistamoilla. Lapissa 16 puhdistamolla (40 %) ei ole lietteenkäsittelystä tarkempaa tietoa, tai puhdistamolla ei ole lietteenkäsittelyä (taulukko 6). Yleisimpiä lietteen esikäsitteilymenetelmiä ovat sakeutus (14 puhdistamossa) ja kuivaus (16 puhdistamossa). Lietteen jälkikäsitteily menetelmistä yleisimpiä ovat lietteen kompostointi (16 puhdistamossa) ja varastointi (10 puhdistamossa).

Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa on tässä työssä tehdyn selvityksen mukaan 29 jätevedenpuhdistamoaa (taulukot 4 ja 5), eli puhdistamoita on Pohjois-Pohjanmaalla lähes neljänneksen vähemmän kuin Lapissa. Tämä johtunee osittain siitä, että Pohjois-Pohjanmaalla on rakennettu siirtoviemäreitä, jolloin 10 kunnan jätevedet johdetaan naapurikuntiin käsiteltäväksi. Pohjois-Pohjanmaan suurimmat puhdistamot löytyvät Oulusta, Raahesta ja Kempeleestä. Pohjois-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamoissa yleisin fysikaalinen puhdistusmenetelmä on selkeytys ja eritoten jälkiselkeytys, jota käytetään 25 puhdistamossa. Esiselkeytystä käytetään 17 puhdistamossa. Toiseksi yleisin fysikaalinen menetelmä on välppäys, jota käytetään 22 puhdistamossa, ja välppäysmenetelmistä porraskäyppäys on yleisin. Hiekanerotusta (15 puhdistamossa) ja ilmastusta (16 puhdistamossa) on molempia käytössä noin puolessa puhdistamoista.

Ilmastusta käytetään useimmiten aktiivilietelaitoksilla. Flokkausta käytetään noin kolmasosassa puhdistamoita.

Kemiallista saostusta käytetään Pohjois-Pohjanmaalla 22 puhdistamossa. Useimpien saostuskemikaali ei ole tiedossa, tai saostuskemikaali on jokin muu kuin alumiinisulfaatti tai ferrosulfaatti. Yleisin biologinen puhdistusmenetelmä Pohjois-Pohjanmaalla on sama kuin Lapissa eli bioroottorit, joita käytetään 10 puhdistamossa. Muita/määrittelemättömiä biologisia menetelmiä käytetään lähes yhtä paljon (9 puhdistamossa). Aktiivilietelaitoksia Pohjois-Pohjanmaalla on 7. Biomattolaitoksia taas ei Pohjois-Pohjanmaalla ole ollenkaan Lapin 5 biomattolaitokseen verrattuna. Jälkikäsittelymenetelmiä ei Pohjois-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamoilla ole käytössä yhtä monessa puhdistamossa kuin Lapissa tai niistä ei ainakaan löydy tarvittavaa tietoa. Lapissa jälkikäsittelymenetelmiä on käytössä 17 puhdistamossa mikä tarkoittaa noin 43 prosenttia puhdistamoista. Pohjois-Pohjanmaalla puolestaan vain noin kolmanneksessa eli 10 puhdistamossa on käytössä jokin jälkikäsittelymenetelmä. Lietteen käsittelyä ei ole määritelty noin viidesosassa Pohjois-Pohjanmaan puhdistamoista. Pohjois-Pohjanmaallakin sakeutus (14 puhdistamossa) ja kuivaus (17 puhdistamossa) ovat yleisimmät lietteen esikäsittelymenetelmät ja kompostointi (13 puhdistamossa) yleisin jälkikäsittely/varastointi menetelmä. Myös kemiallista käsittelyä käytetään noin neljäsosassa puhdistamoista, joista lietteenkäsittelymenetelmä on tiedossa.

Matkakeskusalueilla sijaitsevat puhdistamot ovat lähes kaikki mitoitusarvoltaan yli 1000 m³/vrk kokoisia laitoksia. Poikkeuksina ovat Muonion alueen puhdistamot sekä Pudasjärvellä sijaitseva Syötteen puhdistamo. Matkailukeskusalueilla sijaitsevissa puhdistamoissa on lähes kaikissa käytössä jokin välppäystekniikka. Ainoastaan Muonion Jerisjärvellä on käytössä siivilöinti. Lisäksi kaikissa muissa paitsi Muonion alueen puhdistamoissa on käytössä hiekanerotus. Kaikissa matkailukeskusalueilla sijaitsevissa puhdistamoissa on käytössä kemiallinen saostus. Biologisista menetelmistä suosituimmat ovat aktiiviliete ja bioroottorit. Jälkikäsittelymenetelmiä käytetään Levin, Pallaksen, Rukan ja Rovaniemen Alakorkalon puhdistamoilla. Matkailukeskusalueilla sijaitsevissa puhdistamoissa kaikissa on lietteen käsittelymenetelminä vähintään kuivaus ja kompostointi.

5 YHTEENVETO

Pohjois-Suomessa, Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan alueilla suurin osa väestöstä kuuluu viemäröinnin piiriin. Väestön ja teollisuuden jätevedet tulee puhdistaa asianmukaisin menetelmin, jotta vaikutukset ympäristöön ja luontoon ovat mahdollisimman vähäiset. Yhdyskuntien jätevesistä halutaan poistaa useita erilaisia epäpuhtauksia, joita ovat orgaaninen aines, fosfori, typpi, kiintoaine ja muut epäpuhtaudet, kuten raskasmetallit ja taudinaiheuttajamikrobit. Jätevettä puhdistetaan fysikaalisin, kemiallisin ja biologisin keinoin. Lisäksi jätevettä voidaan myös jälkikäsitellä puhdistustuloksen parantamiseksi. Myös jätevedenpuhdistusprosessin aikana syntynyttä lietettä pyritään käsittelemään, jotta sen laatu tai määrä saadaan sopivaksi.

Fysikaalisia jätevedenkäsittelymenetelmiä ovat mm. välppäys, hiekanerotus ja selkeytys. Kemiallisia käsittelymenetelmiä ovat mm. saostus ja desinfiointi. Biologiset käsittelymenetelmät perustuvat mikro-organismien kykyyn hajottaa jäteveden sisältämiä epäpuhtauksia. Typen poisto tapahtuu yleensä biologisten nitrifikaatio ja denitrifikaatio-prosessien kautta. Fosforia puolestaan poistetaan usein kemiallisesti saostamalla. Jäteveden jälkikäsitteilyn tavoitteena on tehostaa jäteveden puhdistusta desinfioinnilla, suodatuksella tai käyttäen luonnonmukaisia kosteikkoja tai lammikoita.

Tutkielman tavoitteena oli yhdyskuntajäteveden tunnusomaisten piirteiden ja sen puhdistusmenetelmien selvittämisen lisäksi selvittää Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden puhdistusmenetelmiä. Pohjoisessa jätevedenpuhdistukseen vaikuttavat pitkä talvi, pitkät siirtolinjat, kausiluontoinen matkailu sekä teollisuus. Pohjois-Pohjanmaalla jäteveden puhdistusta on keskitetty keskuspuhdistamoihin, mikä näkyy vähäisempänä puhdistamoiden lukumääränä verrattuna Lappiin.

Lapissa ja Pohjois-Pohjanmaalla yleisimmät fysikaaliset menetelmät ovat erivaiheiset selkeytykset ja välppäys. Kemiallinen saostus on käytössä useimmissa molempien maakuntien puhdistamoissa. Biologisista menetelmistä bioroottorit ovat yleisimmät sekä Lapissa, että Pohjois-Pohjanmaalla. Jälkikäsitteilymenetelmiä on Lapissa käytössä suuremmassa osassa puhdistamoita verrattuna Pohjois-Pohjanmaan. Lietteen käsittelymenetelmistä käytetyimpiä ovat sakeutus, kuivaus ja kompostointi sekä Lapissa, että Pohjois-Pohjanmaalla. Matkailukeskusalueilla sijaitsevat puhdistamot ovat lähes

kaikki melko suuria mitoitusarvoiltaan ja suurimmassa osassa käytössä olevat puhdistusmenetelmät ovat välppäys, hiekanerotus, saostus ja aktiivilieteprosessi tai bioroottorit. Lietteenkäsittelymenetelminä on kaikissa käytössä vähintään kuivaus ja kompostointi. Matkailukeskusalueiden puhdistamoilla on keskenään käytössä siis lähestulkoon samanlaiset menetelmät.

6 LÄHDELUETTELO

Ahonen, J., 2007. Haja-asutuksen jätevesien puhdistus –katsaus maaperäkäsittelyyn [verkkodokumentti]. Helsinki: Luonnonhoidon koulutus ry. Saatavissa: <http://www.salaojakeskus.fi/pdf/hajajatevesiopas.pdf> [viitattu: 14.3.2017] 28 s.

Arola, M., 2012. Puhdistamon jälkeisen jätevedenkäsittelyn tehostaminen Taivalkosken jätevedenpuhdistamolla. Diplomityö. Oulu: Oulu yliopisto. Saatavilla: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201301231007.pdf> [viitattu 3.4.2017] 136 s.

Arvio, S., Lahdenperä, N., Vuorma, T., 2012. Kittilän kunta. Vesihuollon kehittämissuunnitelma ja vesihuoltolaitosten toiminta-alueiden tarkistaminen [verkkodokumentti]. Rovaniemi: FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy. Saatavilla: http://www.kittila.fi/sites/default/files/asiakirjat/Tekninenosasto/Vesi_ja_viemari/Vesihuollon_kehittaminen_tammi_2013/Kittilan%20kunnan_vh_kehittamissuunnitelma_LOPULLINEN.pdf [viitattu 28.4.2017] 30 s.

Bhatnagar, A., Sillanpää, M., 2010. Utilization of Agro-industrial and Municipal Waste Materials as Potential Adsorbents for Water Treatment -A Review. Chemical Engineering Journal Vol.157 (2010), s. 277-296.

Bogdanoff, V., 2011. Haja-asutusalueiden jätevesihuolto Inarin kunnassa. Opinnäytetyö. Rovaniemi: Rovaniemen ammattikorkeakoulu. 40 s.

Giordano, A., Petta, L., 2013. Lesson C1: Operation and management of wastewater treatment plants. Bologna: ENEA. Saatavilla: https://cgi.tu-harburg.de/~awwwweb/wbt/emwater/documents/lesson_c1.pdf [viitattu 4.4.2017] 32 s.

Hailuodon kunta, 2017. Asuminen ja ympäristö, Asuminen, Vesihuolto, Jätevesi [verkkodokumentti] Hailuoto. Saatavilla: <http://www.hailuoto.fi/asuminen-ja-ymparisto/asuminen/vesihuolto/jatevesi/> [viitattu 28.4.2017].

Heikkinen, M., 2017. biomi.org, Biologia ja ympäristötiede, Ympäristömyrkyt [verkkodokumentti]. WordPress. Saatavilla: <https://www.biomi.org/biologia/ymparistomyrkyt/#2> [viitattu 15.3.2017].

- Heikkinen, T., 2016. Kolarin kunnanvesihuollon kehittämissuunnitelma [verkkodokumentti]. Savonlinna: Ramboll. Saatavilla: http://www.kolari.fi/media/2015_tekninen/vesihuolto/kehittamissuunnitelma-2016/kolarin-kunnan-vesihuollon-kehittamissuunnitelma-2016.pdf [viitattu 28.4.2017] 76 s.
- Hämäläinen, H., 2013. Jäteveden kemiallinen hapenkulutus: Menetelmän siirto ja validointi. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. Saatavilla: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60371/Hamalainen_Heini.pdf?sequence=1 [viitattu 8.3.2017]. 49 s.
- Ilmatieteen laitos, 2017. Ilmasto, Vuodenaikojen tilastot, Talvitiilastot [verkkodokumentti] Helsinki: Ilmatieteen laitos. Saatavilla: <http://ilmatieteenlaitos.fi/talvitiilastot> [viitattu 11.4.2017].
- Kabata, L., 2014. Jätevedenpuhdistus, jätevesi [verkkodokumentti]. WordPress. Saatavissa: <https://jatevedenpuhdistus.wordpress.com/jatevedenpuhdistus/jatevesi/> [viitattu 14.3.2017].
- Kadlec R.H., & Wallance S.D., 2009, Treatment wetlands, 2. painos. Boca Raton: FL Taylor & Francis Group, 1016 s, ISBN 978-1-56670-526-4.
- Kangasoja, M., 2015. Taistelu väärää tietoa vastaan - Suomen kaupungistuminen [verkkodokumentti]. Uusi Suomi. Saatavilla: <http://mikkokangasoja.puheenvuoro.uusisuomi.fi/200816-taistelu-vaaraa-tietoa-vastaan-suomen-kaupungistuminen> [viitattu 11.4.2017].
- Karttunen, E., 2003. RIL 124-1 Vesihuolto I. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 314 s. ISBN 951-758-431-8
- Karttunen, E., 2004. RIL 124-2 Vesihuolto II. Helsinki, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. 684 s. ISBN 951-758-438-5
- Kempeleen Vesihuolto Oy, 2017a. Jätevesi, Toiminta [verkkodokumentti]. Kempele: Kempeleen Vesihuolto Oy. Saatavilla: <http://kempeleenvesihuolto.fi/jatevesi/toiminta-2/> [viitattu 28.4.2017].

Kempeleen Vesihuolto Oy, 2017b. Jätevesi, Lakeuden Keskuspuhdistamo [verkkodokumentti]. Kempele: Kempeleen Vesihuolto Oy. Saatavilla: <http://kempeleenvesihuolto.fi/jatevesi/lakeuden-keskuspuhdistamo/> [viitattu 28.4.2017].

Koivunen, J., 2005. Korkeapaineflotaatio ja peretikkahappodesinfiointi jäteveden käsittelyssä. Vesihuolto. 46 (3) s. 18-22

Kreus, R., 2017. Napapiirin veden jätevedenpuhdistamoiden puhdistusprosessit [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Ossi Patrikainen. Lähetetty 24.4.2017 klo 12.46 (GMT +0200)

Lampela, M., 2017. Kärsämäen jätevedenpuhdistamo puhdistusprosessi [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Ossi Patrikainen. Lähetetty 28.4.2017 klo 12.25 (GMT +0200)

Lapinkangas, J., 2017. (ei aihetta) [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Ossi Patrikainen. Lähetetty 19.4.2017 klo 7.41 (GMT +0200)

Lapin ympäristökeskus, 2009a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Enontekiön kunnan Hetan jätevedenpuhdistamon lupamääräysten tarkistamista. Päätös nro 8/2009.

Lapin ympäristökeskus, 2009b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Napapiirin Veden Sinetän jätevedenpuhdistamon lupamääräysten tarkistamista. Päätös nro 10/2009.

Lapin ympäristökeskus, 2009c. Ympäristölupapäätös, joka koskee Utsjoen kunnan Karigasniemen jätevedenpuhdistamon lupamääräysten tarkistamista. Päätös nro 6/2009.

Lapin ympäristökeskus, 2007. Ympäristölupapäätös, joka koskee Napapiirin Veden Vanttauskosken jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemusta.. Päätös nro 4/2007.

Lapin ympäristökeskus, 2006a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Posion Aholan Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemusta. Päätös nro 18/2006.

Lapin ympäristökeskus, 2006b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Napapiirin Veden Muurolan jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemusta. Päätös nro 9/2006.

Lapin ympäristökeskus, 2005a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Kyrön Vesihuolto Oy:n Raattaman jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemusta. Päätös nro 9/2005.

Lapin ympäristökeskus, 2005b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Ranuan Vesihuolto Oy:n jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemusta. Päätös nro 14/2005.

Lapin ympäristökeskus, 2005c. Ympäristölupapäätös, joka koskee Vuotson Vesihuolto Oy:n jätevedenpuhdistamon toimintaa.. Päätös nro 17/2005.

Lapin ympäristökeskus, 2005d. Ympäristölupapäätös, joka koskee Utsjoen kunnan kirkonkylän jätevedenpuhdistamoaa. Päätös nro 19/2005.

Lapin ympäristökeskus, 2005e. Ympäristölupapäätös, joka koskee Utsjoen kunnan Nuorgamin kylän jätevedenpuhdistamoaa. Päätös nro 22/2005.

Lapin ympäristökeskus, 2005f. Ympäristölupapäätös, joka koskee Ylitornion kunnan Meltosjärven jätevedenpuhdistamoaa. Päätös nro 15/2005.

Lapin ympäristökeskus, 2004a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Alakylän vesihuolto-osuuskunnan jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemuksesta Kittilässä. Päätös nro 19/2004.

Lapin ympäristökeskus, 2004b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Napapiirin Veden Vaattunkikönkään jätevedenpuhdistamon ympäristölupaehtojen tarkistamista. Päätös nro 24/2004.

Lapin ympäristökeskus, 2004c. Ympäristölupapäätös, joka koskee Savukosken kunnan vesi- ja viemärlaitoksen jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemusta. Päätös nro 23/2004.

Lauronen, M., 2017. Jätevesilietteen eri käsittelyvaihtoehtojen kasvihuonekaasupäästöjen vertailu pohjoisissa olosuhteissa. Diplomityö. Oulu: Oulun yliopisto. Saatavilla: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201705031644.pdf> [viitattu: 9.5.2017]

Lindquist, A., 2003. About water treatment. Helsingborg: Kemira Kemwater 220 s. ISBN 91-631-4344-5.

Linnala, E., 2017. Merijärven viemärlaitoksen puhdistusprosessi [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Ossi Patrikainen. Lähetetty 20.4.2017 klo 17.18 (GMT +0200)

Länsi-Suomen Ympäristötekniikka Oy, 2011. Jätevesihuolto, Mitä jätevesi on? [verkkodokumentti]. Kurikka: Länsi-Suomen Ympäristötekniikka Oy. Saatavissa: <http://www.netikka.net/jks/huolto1.html> [viitattu: 14.3.2017].

Makkonen, E., 2014. Teollisuusjätevesien seuranta ja hallinta – tapauskohteena Jyväskylän seutu. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavilla: <http://js-puhdistamo.fi/wp-content/uploads/2015/08/Makkonen.pdf> [viitattu 3.4.2017] 109 s.

Malinen, T., 2008. TOC-analysaattorin käyttöönotto ja validointi. Opinnäytetyö. Espoo: Metropolia ammattikorkeakoulu. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/1442/TOC-analysaattorin_validointi.pdf?sequence=1 [viitattu 14.3.2017] 39 s.

Mämmelä, J., 2013. Jätevesipilotin käyttöönotto. Opinnäytetyö. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60805/Mammela_Joonas.pdf?sequence=1 [viitattu: 7.4.2017] 50 s.

Napapiirin Energia ja Vesi Oy, 2017. Palvelut, Vesi, Jätevesien käsittely [verkkodokumentti]. Rovaniemi: Napapiirin Energia ja Vesi Oy. Saatavilla: <http://www.neve.fi/Napapiirin-Energia-ja-Vesi/Palvelut/Vesi/Jatevesien-kasittely> [viitattu 28.4.2017].

Niemi, S., 2011. Jätevedenpuhdistamon saneeraussuunnitelma Kalajoen Himangalle. Opinnäytetyö. Savonia ammattikorkeakoulu. 62 s.

Ollila, E., 2017. Hetan viemärlaitoksen puhdistusprosessi [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Ossi Patrikainen. Lähetetty 19.4.2017 klo 13.47 (GMT +0200)

Orava, H., 2017. Haapaveden jätevedenpuhdistamo puhdistusprosessi [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Ossi Patrikainen. Lähetetty 18.4.2017 klo 12.47 (GMT +0200)

Oulun Vesi Oy, 2017. Vedentuotanto ja puhdistus [verkkodokumentti] Oulu: Oulun Vesi Oy. Saatavilla: <http://www.oulunvesi.fi/puhdistamot> [viitattu 28.4.2017].

Paalanen, E., 2012. Lannoitetehtaan prosessivesien käsittelyvaihtoehtojen soveltuvuuden arviointi. Diplomityö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavilla: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/76654/PaalanenEssi_Diplomity%C3%B6.pdf?sequence=1 [viitattu 5.4.2017] 124 s.

Pietiläinen, O-P., 2008. Yhdyskuntien typpikuormitus ja pintavesien tila [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Julkaisusarja 46. Saatavilla: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38370/sy_46_2008.pdf?sequence=5 [viitattu 21.3.2017] 71 s.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 2009a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Pyhäjoen keskustaajaman Lipinsaaren jätevedenpuhdistamon toiminnasta ja puhdistettujen jätevesien johtamisesta vesistöön 12.6.2001 annetun ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista ympäristönsuojelulain 55 §:n tarkoittamalla tavalla Pyhäjoen kunnassa. Dnro PPO-2008-Y-422-111.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 2009b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Siikajoen taajaman jätevedenpuhdistamon toiminnasta ja puhdistettujen jätevesien johtamisesta vesistöön 21.8.2001 annetun ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista ympäristönsuojelulain 55§:n tarkoittamalla tavalla Siikajoen kunnassa. Dnro PPO-2008-Y-421-111.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 2008. Ympäristölupapäätös, joka koskee Kuivaniemen Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon toimintaa ja puhdistettujen jätevesien johtamista Kuivajokeen Iin kunnassa. Dnro PPO-2007-Y-443-111.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 2005a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Raudaskylän jätevedenpuhdistamon toimintaa ja jätevesien johtamista Kalajokeen Raudaskylän taajaman kohdalla. Dnro PPO-2004-Y-115-121.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 2005b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Sipilän jätevedenpuhdistamon toimintaa ja jätevesien johtamista Kalajokeen. Dnro PPO-2004-Y-114-121.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 2004. Ympäristölupapäätös, joka koskee Reisjärven kunnan jätevedenpuhdistamon toimintaa. Dnro PPO-2002-Y-518-121.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2016. Ympäristölupapäätös, joka koskee Raution jätevedenpuhdistamon ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista Kalajoella. Päätös nro. 135/2016/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2014. Ympäristölupapäätös, joka koskee Yli-Iin jätevedenpuhdistamon ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista Oulussa. Päätös nro. 54/2014/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2013a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Kallon jätevedenpuhdistamon ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista Kittilässä. Päätös nro. 128/2013/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2013b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Jeriksen jätevedenpuhdistamon ympäristölupa Muoniossa. Päätös nro. 110/2013/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2013c. Ympäristölupapäätös, joka koskee Pallaksen jätevedenpuhdistamon ympäristöluvan lupamääräysten tarkistaminen Muoniossa. Päätös nro. 119/2013/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2013d. Ympäristölupapäätös, joka koskee Pellon kirkonkylän jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa, jäteveden käsittelyä ja johtamista koskevien asioiden osalta. Päätös nro. 37/2013/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2013e. Ympäristölupapäätös, joka koskee Ylitornion kirkonkylän jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 43/2013/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2013f. Ympäristölupapäätös, joka koskee Rukan jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 26/2013/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2013g. Ympäristölupapäätös, joka koskee Nivalan jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 116/2013/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2012. Ympäristölupapäätös, joka koskee Sallan jätevedenpuhdistamon ja lietteen kompostoinnin ympäristölupaa. Päätös nro. 65/12/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2011a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Severijärven jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa Kemijärvellä. Päätös nro. 128/11/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2011b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Kurenalan jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa Pudasjärvellä. Päätös nro. 122/11/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2011c. Ympäristölupapäätös, joka koskee Taipaleenharjun jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa Pudasjärvellä. Päätös nro. 107/11/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2011d. Ympäristölupapäätös, joka koskee Vaalan kunnan jätevedenpuhdistamon ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista. Päätös nro. 10/11/1.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 2010. Ympäristölupapäätös, joka koskee Siikalatvan keskuspuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 34/10/1.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2008a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Haapaveden jätevedenpuhdistamon lupamääräysten tarkistamista. Päätös nro. 67/08/2.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2008b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Kalajoen kaupungin jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 33/08/2.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2007a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Karesuvannon jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa Enontekiöllä. Päätös nro. 21/07/1.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2007b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Muonion keskusjätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 34/07/1.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2007c. Ympäristölupapäätös, joka koskee Pyhäjärven kaupungin jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 34/07/1.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2006a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Kemin kaupungin jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa Kemissä. Päätös nro. 99/06/1.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2006b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Sodankylän jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 30/06/1.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2006c. Ympäristölupapäätös, joka koskee Torangin jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa Kuusamossa. Päätös nro. 92/06/1.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2006d. Ympäristölupapäätös, joka koskee Raahen kaupungin jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 54/06/2.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2005a. Ympäristölupapäätös, joka koskee Kilpisjärven jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa Enontekiöllä. Päätös nro. 63/05/1.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2005b. Ympäristölupapäätös, joka koskee Oulaisten kaupungin jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 63/05/1.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2005c. Ympäristölupapäätös, joka koskee Ylivieskan kaupungin jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 32/05/2.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 2004. Ympäristölupapäätös, joka koskee Oulun kaupungin jätevedenpuhdistamon ympäristölupaa. Päätös nro. 49/04/2.

Porsanger, K., 2007. Lapin matkailukeskusten vesihuollon tila ja toimivuus. Diplomityö. Oulu: Oulun yliopisto. 86 s.

Pyhäjokisuun Vesi Oy, 2017. Jätevesi [verkkodokumentti] Pyhäjoki: Pyhäjokisuun Vesi Oy. Saatavilla: <http://www.pyhavesi.fi/jatevesi/> [viitattu: 28.4.2017].

Pyhä-Luosto Vesi Oy, 2017. Vesihuolto, Jätevedenpuhdistamo [verkkodokumentti]. Pyhätunturi: Pyhä-Luosto Vesi Oy. Saatavilla: <http://www.pyhaluostovesi.fi/jatevesi.htm> [viitattu 28.4.2017].

Rantanen, P. et. al., 1999. Biologisen fosforin- ja typenpoiston tehokkuus, prosessiohjaus ja mikrobiologia [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Saatavilla:
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40575/SY_318.pdf?sequence=1
[viitattu 28.3.2017] 156 s.

Rautiainen J., Vihavainen L., Heino A., 2011. Tornion kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelma [verkkodokumentti]. Kiuru & Rautiainen Oy. Saatavilla:
<http://212.50.147.150/d5web/kokous/KOKOUS-1601-3-Liite-1.PDF> [viitattu 28.4.2017]. 72 s.

Repo, M., 2012. Kiinteistökohtaisten jäteveden käsittelyjärjestelmien käyttötutkimus Imatran seudulla. Opinnäytetyö. Joensuu: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Saatavilla:
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/44813/Repo_Mikko.pdf?sequence=1
[viitattu 30.3.2017] 63 s.

Rittmann, B.e., Mayer, B., Westerhoff, P., Edwards, M., 2011. Capturing the lost phosphorous. Chemosphere vol. 84 (2011). s. 846-853

Saarinen, R., 2003. Jälkisuodatus alentaa vesistökuormitusta. Vesitalous. 44 (2). s. 42-45.

Siikalatvan Keskuspuhdistamo Oy, 2011. Puhdistamon toiminta [verkkodokumentti]. Siikalatva: Siikalatvan Keskuspuhdistamo Oy. Saatavilla:
<http://www.siikalatvankeskuspuhdistamo.fi/puhdistamo.html> [viitattu 28.4.2017].

Silvennoinen, H., 2011. Ammonium-, nitraatti- ja nitriittitypen pikamenetelmien testaus ja validointi jätevesinäytteille. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. Saatavilla:
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/25270/Silvennoinen_Hanna.pdf;jsessionid=8CD6662FAC72B10E20C063F2CB1F1560?sequence=1 [viitattu: 3.5.2017]

Sohlo, E., 2011. Typenpoiston toiminnan optimointi Oulun kaupungin jätevedenpuhdistamolla. Diplomityö. Oulu: Oulun yliopisto. Saatavilla:
<http://www oulu.fi/poves/pages/publ/dipl/ennisohlo.pdf> [viitattu 25.4.2017]

Stendahl, K., 1998. Vedenkäsittelyn käsikirja. Helsinki: Kemira Kemi Ab, 122 s.

Sulo, E., 2015. Jätevesien puhdistus jätevesialtaissa jäädyttämällä –Kartoitus potentiaalisista sovellutuksista Suomessa. Kandidaatintyö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavilla: http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/118703/Kandidaatinty%C3%B6_Emma_Sulo.pdf?sequence=2 [viitattu 30.3.2017] 45 s.

Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto ry, 2017. Jäteveden ympäristövaikutukset [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto ry. Saatavilla: <https://vesiensuojelu.fi/jatevesi/etusivu/jateveden-ymparisto-vaikutukset/> [viitattu: 3.4.2017]

Säylä, J., 2015. Yhdyskuntien jätevesien puhdistus 2013 [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/158957/SYKEra_34_2015.pdf?sequence=1 [viitattu 14.3.2017] 26 s.

Säylä, J., Vilpas, R., 2012. Yhdyskuntien jätevesien puhdistus 2010 [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39681/SYKEra_21_2012.pdf?sequence=1 [viitattu 30.3.2017] 30 s.

Sääskilahti, J-M., 2017. laitoskuvaus [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Ossi Patrikainen. Lähetetty 20.4.2017 klo 12.49 (GMT +0200)

Tabell, A., Kiviniemi, T., 2015. Pudasjärven kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelma [verkkodokumentti] Oulu: Sweco ympäristö. Saatavilla: <http://www.pudasjarvi.fi/images/liitteet/vesihuolto/vhks.pdf> [viitattu: 28.4.2017]. 55 s.

Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D., 2014. Wastewater engineering: Treatment and reuse (4. ed.). Boston: McGraw-Hill. 2018 s. ISBN 978-0-07-340118-8.

Työsuojelurahasto, 1991. Työilman endotoksiinit ja työntekijöiden oireilu aktiivilietelaitoksilla [verkkodokumentti]. Helsinki: Työsuojelurahasto. Saatavilla: <https://www.tsr.fi/valmiit-hankkeet/hanke?h=90038#tiedote> [viitattu 16.3.2017].

Uusisuo, M. 2012. Lapin teollisuusstrategia 2030 [verkkodokumentti]. Rovaniemi: Lapin liitto. Saatavilla: http://www.lappi.fi/lapinliitto/c/document_library/get_file?folderId=21301&name=DLFE-13077.pdf [viitattu 11.4.2017]. 48 s.

Valtion ympäristöhallinto, 2016. Vesi, Vesien käyttö, Vesihuolto, Vesihuolto – Lappi [verkkodokumentti]. Helsinki: Valtion ympäristöhallinto. Saatavilla: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Vesihuolto/Vesihuolto__Lappi%2827294%29 [viitattu 10.4.2017].

Valtion ympäristöhallinto, 2014a. Vesi, Vesien käyttö, Vesihuolto, Vesihuolto - Pohjois-Pohjanmaa [verkkodokumentti]. Helsinki: Valtion ympäristöhallinto. Saatavilla: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Vesihuolto/Vesihuolto__PohjoisPohjanmaa%2826903%29 [viitattu 10.4.2017].

Valtion ympäristöhallinto, 2014b. Pohjois-Pohjanmaan ympäristöhistoria, Teollisuustoiminnan vaikutukset ympäristöön [verkkodokumentti]. Helsinki: Valtion ympäristöhallinto. Saatavilla: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/PohjoisPohjanmaan_ymparistohistoria/Teollisuustoiminnan_vaikutukset_ymparist%2816038%29 [viitattu 11.4.2017].

Vesikolmio Oy, 2017. Jätevesi [verkkodokumentti]. Nivala: Vesikolmio Oy. Saatavilla: http://www.vesikolmio.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=11 [viitattu: 26.4.2017].

Vesikolmio Oy, 2016. Kalajokilaakson keskuspuhdistamo- ja siirtoviemärihankkeet etenevät [verkkodokumentti]. Nivala: Vesikolmio Oy. Saatavilla: http://www.vesikolmio.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=79:kalajokilaakson-keskuspuhdistamo-ja-siirtoviemari-hankkeet-etenevat&catid=9&Itemid=146 [viitattu: 26.4.2017].

Vesikolmio Oy, 2015a. Jätevesi, Alavieska - Kalajoki siirtoviemäri [verkkodokumentti]. Nivala: Vesikolmio Oy. Saatavilla:

http://www.vesikolmio.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=141 [viitattu: 28.4.2017].

Vesikolmio Oy, 2015b. Jätevesi, Haapajärvi - Nivala siirtoviemäri [verkkodokumentti].

Nivala: Vesikolmio Oy. Saatavilla:

http://www.vesikolmio.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=28&Itemid=19 [viitattu: 28.4.2017].

Vieno, N., 2014. Haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla -hankkeen loppuraportti

[verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen Vesilaitosyhdistys ry. Julkaisu nro. 34.

Saatavilla: https://www.vvy.fi/files/4119/Haitalliset_aineen_jatevedenpuhdistamoilla_-_hankkeen_loppuraportti.pdf [viitattu 3.4.2017]. 279 s.

Viitasaari, M., Heinänen, J., & Peltokangas, J., 1994. Vesihuoltotekniikan

yksikköoperaatiot ja yksikköprosessit: Osa 2, Jäteveden käsittely. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu. 150 s. ISBN 951-722-108-8.

Lapin kuntien alueilla olevien jätevedenpuhdistamoiden jätevedenpuhdistusprosessit vaihe vaiheelta.

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Puhdistamon jätevedenpuhdistus prosessi
Enontekiö	Karesuvanto Kilpisjärvi Hetta	Välppäys, Esiselkeytys, Bioroottori/Ilmastusallas, Väselkeytys, Saostus, Flokkaus, Jälkiselkeytys Porrasvälppä, Etuselkeytys, Bioroottorit, Kemikalointi, Jälkiselkeytys Kemikalointi, Flokkausputki, Selkeytys, Saostusaltaat, Ilmastettu ojasto, Jälkilammikko
Inari	Ivalo/Mellanaava Inari Kirkonkylä Sevettijärvi	Välppäys, Ilmast. Hiekanerot., Etuselkeytys, Biolog. Käsitt., Kemioll. Käsitt., Jälkiselkeytys, Pintavalutuskentät Välppäys, Esiselkeytys, Bioroottori, Kemikalointi, Hämmennys, Jälkiselkeytys Etuselkeytys, Flokkaus-Pump., Kemikaalin syöttö, Flokkausputki, Jälkiselkeytys, Maaimeytyskenttä
Kemi Kemijärvi <i>Keminmaa</i>		Välppäys, Hiekanerotus, Esiselkeytys, Biolog. Ilmastus, Jälkiselkeytys Tasaussäiliö, Repijäpumpu, Ilmastusallas, Saostus, Selkeytys, Saostuskaivo, Esiselkeytys, Ojasto
Kittilä	Levi Raattama Kallo Alakylä <i>Kaukonen</i>	Välppäys, Hiekanerotus, Kemikaalinsyöttö, Esiselkeytys, Ilmast. Tasausallas, Ilmastus, Väselkeytys, Kemikaalin Syöttö, Flotaatioselk., Uv-Käsittely Etuselkeytys, Biomatto/Ilmastus, Kemikalointi, Flokkausputki, Jälkiselkeytys, Ojitus Etuselkeytys, Biomatto, Palautuslietepumpu, Kemikalointi, Flokkaus, Jälkiselkeytys, Jälkiojasto Etuselkeytys, Pumpukaivo, Kemikalointi, Flokkausputki, Jälkiselkeytys
Kolari	Kirkonkylä Rautuvaara Sieppijärvi Kalkkikangas	Porrasvälppä, Hiekanerotus, Biol. Käsittely, Ilmastus, Jälkiselkeytys Porrasvälppä/Puristus, Hiekanerotus, Tasausallas, Kemikalointi, Flokkausallas, Selkeytys, Biol. Jälkiselkeytys Siivilöinti/Puristus, Kemikalointi, Biol. käs./Ilmastus, Pystyselkeytys, Virtausmittaus Välppäys, Kemioll. Saostus, Biol. käs./ilmastus, Selkeytys,
Muonio	Muonio Jerisjärvi Pallas	Välppäys, Esiselkeytys, Kemikalointi, Ilmastus/Bioroott., Jälkiselkeytys, Jälkikäsitteily Esikäsitteily/Seulonta, Esiselkeytys, Biolog. Käsitt., Kemioll. Käsittely, Selkeytys, jälkiselkeytys Porrasvälppäys, Saostuskemikalointi, Esiselkeytys, Ilmastus, Jälkiselkeytys, Maasuodatus, Suoimeytys

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Puhdistamon jätevedenpuhdistus prosessi
Pelkosenniemi		Välppäys, Hiekanerotus, Etuselkeytyt, Biolog. Roottorit, Kemikalointi, Jälkiselkeytyt
Pello		Etuselkeytyt, Esi-Ilmastus, Biomatto, Kemiall. Saostus, Pystyselkeytyt, Lisäselkeytyt, Lammikointi
Posio		Porrasvälppä, Etuselkeytyt, Bioroottori, Kemikalointi/Flokkaus, Selkeytyt, Väliselkeytyt, Ilmastettu lammikko
Ranua		Porrasvälppä, Ilmastett. Tasausallas, Pumppaus, PH:n Sääto, Bioroottori, Väliselkeytyt, Bioroottori, Kemikalointi/Sekoitus, Flokkaus, Jälkiselk.
Rovaniemi	Alakorkalo	Porrasvälppäys, Hiekanerotus, Esiselkeytyt, Ilmastus, Jälkiselkeytyt, Hiekkasuodatus
	Muurola	Välppäys, Hiekanerotus, Etuselkeytyt, Ilmastus, Jälkiselkeytyt, Saostus
	<i>Sinettä</i>	
	Vaattunkiköngäs	Esiselkeytyt, Bioroottori, Kemikalointi, Sekoitus, Jälkiselkeytyt, Sakeuttamo
	Vanttauskoski	Rasvanerotus, Tasausallas, Denitrifikaatio, Ilmastus, Biologinen selkeytyt, Kemikalointi, Flokkaus, Jälkiselkeytyt
Salla		Porrasvälppä, Hiekanerotus, Esiselkeytyt, Biolog. Roottori, Kemikalointi/Sekoitus, Jälkiselkeytyt
Savukoski		Kemikalointi, Flokkausputki, Esiselkeytyt(Pysty), Selkeytyt, Lammikko
Sodankylä	Kirkonkylä	Välppäys, Esiselkeytyt, Bioroottori, Kemiall. Saostus, Flokkaus, Jälkiselkeytyt, Rauhoitusallas
	Vuotso	Esikäsitteily, Biomattokaivo, Kemikalointi, Flokkaus, Pystyselkeytyt, Jälkiselkeytyt, Lammikko
Tervola		Välppäys, Kemikalointi, Kontaktiallas, Ilmastus, Jälkiselkeytyt
Tornio	Haaparanta	Hiekanerotus, Välppäys, Ilmastus, Jälkiselkeytyt,
Utsjoki	Kirkonkylä	Välppäys, Esiselkeytyt, Bioroottori, Kemikaalinsyöttö, Selkeytyt, Jälkiselk. Lammikko, Purkuputki, Imeytyslammikko
	Nuorgam	Esiselkeytyt, Bioroottori, Kemikaalinsyöttö, Flokkaus, Jälkiselkeytyt, Jälkilammikko
	Karigasniemi	Saostus pumppaamalla, Flokkausputki, Esikäsitteily/repijä, Esiselkeytyt, Biolog. Käsitteily, Ilmastus, Jälkiselkeytyt
Ylitornio	Kirkonkylä	Siivilöinti, Hiekan ja rasvanerotus, Esi-Ilmastus, Ilmastus, Selkeytyt, Jälkiselkeytyt
	Meltosjärvi	Esiselkeytyt, Bioroottori, Kemikalointi, Flokkaus, Selkeytyt

Lapin kuntien alueilla olevien jätevedenpuhdistamoiden lietteenkäsittelyprosessit vaihe vaiheelta.

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Lietteen käsittelyn vaiheet
Enontekiö	Karesuvanto Kilpisjärvi Hetta	Kuivaus, Kompostointi Tiivistys, Sakeutus, Kuivaus, Kompostointi Kompostointi
Inari	Ivalo/Mellanaava Inari Kirkonkylä <i>Sevettijärvi</i>	Sakeutus, Kuivaus, Kompostointi Sakeutus
<i>Kemi</i> <i>Kemijärvi</i> <i>Keminmaa</i>		
Kitilä	Levi Raattama Kallo <i>Alakylä</i> <i>Kaukonen</i>	Sakeutus, Kuivaus, Kompostointi Lietealtaat, Kompostikenttä Lietealtaat, Kompostointi
Kolari	Kirkonkylä Rautuvaara <i>Sieppijärvi</i> <i>Kalkkikangas</i>	Sakeutus, Kuivaus Sakeutus, Tiivistys, Kuivaus, Kompostointi
Muonio	<i>Muonio</i> <i>Jerisjärvi</i> Pallas	Käsittely Sakeutus, Kuivaus, Kompostointi
Pelkosenniemi <i>Pello</i> <i>Posio</i>		
Ranua		Sakeutus, Kuivaus, Varastointi
Rovaniemi	Alakorkalo Muurola <i>Sinettä</i> <i>Vaattunkiköngäs</i> Vanttauskoski	Sakeutus, Kuivaus, Kompostointi Sakeutus, Kuivaus, Polymerointi, Lietelava Tiivistys, Kompostointi
<i>Salla</i> <i>Savukoski</i>		
Sodankylä	Kirkonkylä <i>Vuotso</i>	Tiivistys, Kuivaus, Kompostointi
Tervola		Lahottamo
Tornio <i>Utsjoki</i>	Haaparanta <i>Kirkonkylä</i> <i>Nuorgam</i> <i>Karigasniemi</i>	Kuivaus, Määdättämö, Lietteenkuivaus, Linko, Ruuvipumppu, Lietesäilo
Ylitornio	<i>Kirkonkylä</i> Meltosjärvi	Lahotus, Varastointi

Pohjois-Pohjanmaan kuntien alueilla olevien jätevedenpuhdistamoiden jätevedenpuhdistusprosessit vaihe vaiheelta.

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Kunnassa ei ole omaa jätevedenpuhdistamoa vaan jätevesijohdetaan alla mainittuun kuntaan	Puhdistamon puhdistus prosessi
Alavieska		Kalajoelle	Meijeriveden esikäsitteily, Välppäys, Hiekanerotus, Biolog. anoksi/anaerobiallas, Biolog. Aerobiallas, Välielkeytys, Sekoitus ja flokkaus, Jälkisaostus
Haapajärvi		Nivalaan	
Haapavesi			
Hailuoto		Kempeleeseen	
Ii		Ouluun	
	Kuivaniemi		
Kalajoki	Himanka		
	Rautio		
	Kalajoki		
Kempele			
Kuusamo	Ruka		
	Toranki		
Kärsämäki			
Liminka		Kempeleeseen	
Lumijoki		Kempeleeseen	
Merijärvi			
Muhos		Ouluun	
Nivala			
Oulainen			
Oulu	Taskila		
	Yli-Ii		

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Kunnassa ei ole omaa jätevedenpuhdistamoaa vaan jätevesijohdetaan alla mainittuun kuntaan	Puhdistamon puhdistus prosessi
Pudasjärvi	<i>Hirvaskoski</i> Kurenala Syöte Taipaleenharju		Porrasvälppä, Hiekanerotus, Etuselkeytys, Biorootorit, Kemikalointi, Flokkaus, Jälkiselkeytys Porrasvälppä, Välpepuristin, Ilmastus, Esiselkeytys, Kemikalointi, Pikasekoitus, Jälkiselkeytys, Virtausmittaus Silppuripumput, Kemikalointi, Sekoitus, Ilmastus, Laskeutus, Pintavalutuskenttä
Pyhäjoki	Lippi <i>Pörkkä</i> <i>Yppäri</i>		Porrasvälppäys, Esiselkeytys, Biorootorit, Kemikalointi, Saostus/Sekoitus, Flokkaus, Jälkiselkeytys
<i>Pyhäjärvi</i>	Raahel		Porrasvälppäys, Hiekanerotus, Esiselkeytys, Ilmastus, Jälkiselkeytys, Kemikalointi
Reisjärvi			Pumppaus, Siiviläerotin, Kemikaalin Syöttö, Ilmastus, Selkeytys
Sievi		Ylivieskaan	
Siikajoki			Rakovälppä, Esiselkeytys, Biorootori, Kemikalointi, Väliselkeytys, Jälkiselkeytys
Siikalatva			Välppäys, Rasvanerotus, Hiekanerotus, Esiselkeytys, Biorootorit, Kemikalointi, Jälkiselkeytys, Kosteikko
Taivalkoski			Välppäys, Hiekanerotus, Etuselkeytys, Biorootorit, Sekoitus, Flokkaus, Jälkiselkeytys, Lammikointi
Tyrnävä		Kempeleeseen	
Utajärvi		Ouluun	
Vaala			Välppäys, Hiekanerotus, Ilmastus/Flokkaus, Jälkiselkeytys
Ylivieska	Kaupunki Raudaskylä Sipilä		Välppäys, Hiekanerotus, Esiselkeytys, Ilmastus, Selkeytys Porrasvälppä, Biorootori/Kemikalointi, Selkeytin Repijäpumppu, Saostus/Ilmastus, Selkeytys, Purkukaivo

Pohjois-Pohjanmaan kuntien alueilla olevien jätevedenpuhdistamoiden lietteenkäsittelyprosessit vaihe vaiheelta.

Kunta	Kunnan alueella olevat puhdistamot (jos enemmän kuin yksi)	Kunnassa ei ole omaa jätevedenpuhdistamoa vaan jätevesijohdetaan alla mainittuun kuntaan	Lietteen käsittelyn vaiheet
Alavieska		Kalajoelle	
Haapajärvi		Nivalaan	
Haapavesi			Kuivaus, Lietesiilo, Kompostointi
Hailuoto		Kempeleeseen	
Ii		Ouluun	
	Kuivaniemi		Kompostointi
Kalajoki	Himanka		Sakeutus, Puristus
	<i>Rautio</i>		
	Kalajoki		Kuivaus
Kempele			Tiivistys, Kuivaus, Kompostointi
Kuusamo	Ruka		Lietteenkäsittely, Sakeutus, Kuivaus, Varastointi
	Toranki		Tiivistys, Kunnostus, Kuivaus, Kompostointi
Kärsämäki			Sakeutus, Lietealtaat, Kompostointi
Liminka		Kempeleeseen	
Lumijoki		Kempeleeseen	
<i>Merijärvi</i>			
Muhos		Ouluun	
Nivala			Sakeutus, Kuivaus
Oulainen			Sakeutus, Polymerointi, Kuivaus
Oulu	Taskila		Kemiallinen käsittely, Kompostointi/Mädätys
	Yli-Ii		Kuivaus
Pudasjärvi	<i>Hirvaskoski</i>		
	Kurenala		Sakeutus, Kuivaus
	Syöte		Sakeutus, Polymerointi, Kuivaus
	<i>Taipaleenharju</i>		
Pyhäjoki	Lippi		Sakeutus, Kuivaus, Kompostointi
	<i>Pörkkä</i>		
	<i>Yppäri</i>		
<i>Pyhäjärvi</i>			
Raahe			Sakeutus, Kuivaus
Reisjärvi			Allaskäsittely
Sievi		Ylivieskaan	
Siikajoki			Lietealtaat
Siikalatva			Sakeutus, Kunnostus, Kuivaus, Kompostointi
Taivalkoski			Sakeutus, Kuivaus, Kompostointi
Tyrnävä		Kempeleeseen	
Utajärvi		Ouluun	
Vaala			Sakeutus, Kuivaus, Polymerointi, Kompostointi
Ylivieska	Kaupunki		Sakeutus, Kunnostus, Kuivaus, Kompostointi
	Raudaskylä		Sakeutus
	Sipilä		Tiivistys