

Aliisa Aaltonen

# NWF-prosessiin perustuvan vedenpuhdistuksen käyttäjäpotentiaalin kartoitus Suomessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinööriytyö

17.10.2014

Tekijä Otsikko	Aliisa Aaltonen NWF-prosessiin perustuvan vedenpuhdistuksen käyttäjäpotentiaalin kartoitus Suomessa
Sivumäärä Aika	29 sivua + 2 liitettä 17.10.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Ympäristö- ja energiatekniikka
Ohjaajat	Lehtori Jarmo Perttula Cleantech Manager Teija Suutari
<p>Opinnäytetyön aiheena oli kartoittaa potentiaalisia asiakkaita NWF-prosessiin perustuvalla vedensuodatuslaitteistolle. Toimeksiantajana toimi Ferroplan Oy, joka on tuonut markkinoille Natwat-nimisen vedensuodatusjärjestelmän, joka perustuu NWF-prosessiin. Kartoituksen avulla Ferroplan Oy tekee suunnitelman asiakasvierailuja varten kohdentaakseen laitteiston markkinoinnin tehokkaasti potentiaalsiin asiakkaisiin. Laitteiston hyviä puolia ovat muun muassa kompakti koko, kemikaalittomuus ja vähäinen huoltotarve kulumattomien osien ansiosta. Natwat-laitteistossa vesi puhdistetaan strippauksen, ilmastuksen ja erilaisten suodattimien avulla.</p> <p>Työhön kuului kunnallisiin talousvedenkäsittelylaitoksiin kohdistuva kysely, jonka perusteella saatiin selville kyseisen laitoksen potentiaalisuus Natwat-laitteistolle. Jos laitoksen tuottama vesi ei ole laadultaan tarpeeksi hyvää ja laatuongelmia tuottaa erityisesti rauta ja mangaani tai laitokselle on tulossa saneeraus, on laitos potentiaalinen asiakas.</p> <p>Laitteisto sopii myös jätevesien puhdistukseen, ja kartoitukseen valittiin elintarviketeollisuuden tuotannonjätevesistä kaikkein haastavimmat kohteet, joita oli huomattavasti vähemmän talousvedenkäsittelylaitoksiin verrattuna. Kohteita olivat teurastamot sekä kalan-, lihan- ja siipikarjantuotantolaitokset.</p> <p>Selvisi, että suurimmalla osalla kartoitukseen valituista talousvedenkäsittelylaitoksista ei esiintynyt ongelmia aiheuttavia laatuhäiriöitä. Noin neljäsosa kartoitukseen valituista oli potentiaalisia Natwat-laitteiston käyttäjiä, ja eniten ongelmia raakavedessä aiheuttavat rauta ja mangaani, jotka ovat yleisiä Suomen vesistöissä.</p> <p>Kyselyn perusteella useassa elintarviketeollisuudenyrityksessä tuotannonjätevesien puhdistamiseen käytetään useaa menetelmää ennen vesien johtamista kunnalliseen viemäriin. Pelkkä rasvanerotus on käytössä noin neljänneksellä, ja muutama laitos käsittelee jätevedensä täysin itsenäisesti, eikä johda niitä kunnalliseen viemäriin.</p>	
Avainsanat	NWF-prosessi, kartoitus, vedenkäsittely, suodatusjärjestelmä

Author Title	Aliisa Aaltonen Survey of User Potential for Water Purification System Based on NWF-Process in Finland
Number of Pages Date	29 pages + 2 appendices 17 October 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Energy and Environmental Engineering
Instructors	Jarmo Perttula, Lecturer Teija Suutari, Cleantech Manager
<p>The objective of the Bachelors thesis was to locate potential users in Finland for a water purification system which is based on NWF-process. The thesis was commissioned by Ferroplan Oy. Ferroplan Oy has brought to the market a water purification system called Natwat, which is based on the NWF-process and especially designed for the removal of iron and manganese. After locating all the potential users Ferroplan is able to efficiently market the Natwat-system. Good qualities of the system are for example a compact size, usage without chemicals and minor need of maintenance because there are no wearing parts. Water is purified in the system with stripping, aerating and with many filters.</p> <p>The thesis included a survey by telephone where material was collected from municipal household water plants. The main task of the survey was to find out whether a respondent was a potential user or not. If the water treatment plant produces water that does not meet the quality recommendations or there is a renovation planned, the plant is a potential user of the NWF-process.</p> <p>The purification system is also suitable for wastewater treatment and, therefore some food industry facilities were also included in the survey. Facilities with the most challenging wastewater from the production were chosen; including slaughterhouses, fish, meat and poultry production plants.</p> <p>The survey revealed that most of the drinking water treatment plants did not have any problems with the water. A quarter of the plants chosen for the survey are potential users of the Natwat-system, and it was found that iron and manganese are the main problems with the raw water in Finland.</p> <p>As a result of the survey, it was also discovered that in several food industry facilities wastewater from the production goes through several treatment processes before it is discharged into the municipal sewage system. A quarter of the facilities, however, only separate grease from the water and a few treat the wastewater themselves before discharging it into the environment.</p>	
Keywords	NWF-process, water treatment, filtering, survey

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Vesihuollon perusteet	2
2.1	Vesihuoltoprosessi	2
2.2	Lainsäädäntö	3
2.3	Vedenpuhdistuksen haasteet	5
3	Vesihuollon tekniikka	6
3.1	Fysikaaliset yksikköoperaatiot	8
3.1.1	Välppäys ja siivilöinti talousvedessä	8
3.1.2	Välppäys ja siivilöinti jätevedessä	8
3.1.3	Sekoitus talousvedessä	9
3.1.4	Sekoitus jätevedessä	9
3.1.5	Ilmastus talousvedessä	9
3.1.6	Ilmastus jätevedessä	9
3.1.7	Selkeytys talousvedessä	10
3.1.8	Selkeytys jätevedessä	10
3.1.9	Adsorptio talousvedessä	10
3.1.10	Adsorptio jätevedessä	11
3.1.11	Kalvotekniikat talousvedessä	11
3.1.12	Kalvotekniikat jätevedessä	11
3.2	Kemialliset yksikköprosessit	11
3.2.1	Kemiallinen saostus	12
3.2.2	Alkalointi	12
3.2.3	Desinfiointi talousvedessä	13
3.2.4	Desinfiointi jätevedessä	13
3.3	Biologiset yksikköprosessit	14
3.3.1	Aerobiset yksikköprosessit jätevedessä	14
3.3.2	Talousveden puhdistumisprosessit maaperässä	15
4	NWF-tekniikka ja Natwat-laitteisto	15

5	Kartoituksen suunnittelu ja tulokset	18
5.1	Kunnat	18
5.2	Teollisuus	21
6	Tulosten arviointi	24
7	Yhteenveto	26
	Lähteet	28
	Liitteet	
	Liite 1. Lista kartoitukseen otetuista kunta- ja kuntapuolen laitoksista	
	Liite 2. Lista kartoitukseen otetuista elintarviketeollisuuslaitoksista	

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tilaaja on Ferroplan Oy, joka on perheyritys. Se on perustettu vuonna 1983 Orimattilaan, ja työntekijöitä on 50 henkeä. Ferroplan Oy suunnittelee ja tuottaa kappale- ja massatavaran käsittelyyn tarvittavia kuljetinratkaisuja. He ovat tuoneet markkinoille myös Natwat-nimiset vedenkäsittelyjärjestelmät, joiden toiminta perustuu NWF-prosessiin. Se sopii parhaiten raudan, mangaanin, happamien kaasujen tai muiden pahanhajuisten ja -makuisten kaasujen poistoon vedestä. Puhdistuslaitteisto soveltuu myös jätevedenpuhdistukseen siihen lisättävän flotaatio-prosessin ansiosta. [20]

Vesi on elämän kannalta kaikkein tärkein elementti ja oleellista on, että se soveltuu päivittäiseen käyttöön eikä siitä koidu käyttäjille terveydellisiä ongelmia. Sen takia vedenkäsittely oikeaoppisesti on tärkeää. Opinnäytetyön aiheena on kartoittaa vedenkäsittelyn investointipotentiaalia Suomessa sekä kunta- että teollisuuspuolella Natwat-laitteiston markkinointia varten. Kuntasektorilla kartoitus koskee talousveden tuotantoa ja teollisuuspuolella taas jäteveden käsittelyä. On tarpeellista selvittää kohteiden olemassa olevat vedenkäsittelyjärjestelmät sekä talousveden ongelmia tuottavat ainesosat ja vastaavasti jäteveden koostumus, jotta laitteiston sopivuus saadaan selville.

Kartoitus tehtiin puhelimitse haastattelemalla työn tilaajan kanssa ennalta valikoidut vesihuoltotoimijat, joihin kuuluvat kaupunkien ja kuntien vesilaitokset sekä vesiosuuskunnat, jotka ovat usein pieniä lähialueen väestön itse perustamia laitoksia, vaikka poikkeuksiakin on. Teollisuussektorilla yhteyshenkilöt valittiin keskittymällä Natwat-järjestelmien kannalta potentiaalisimpaan asiakaskuntaan. Parhain kohderyhmä oli kala-, liha- ja teurastusteollisuus, koska kyseisissä kohteissa jätevesi on kaikkein ongelmallisinta ja laadultaan soveltuu erinomaisesti Natwat-järjestelmille.

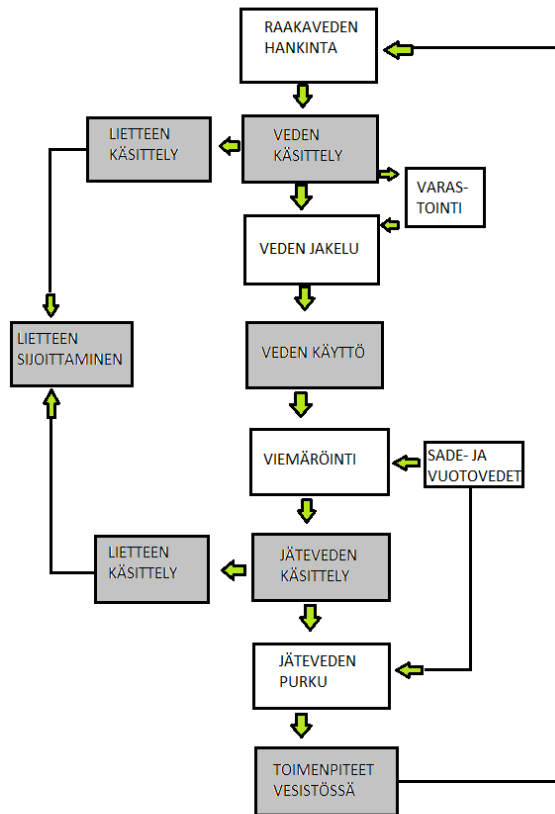
## 2 Vesihuollon perusteet

### 2.1 Vesihuoltoprosessi

Veden hydrologinen kierto kuvaa veden kulkua luonnossa. Sadanta, joka putoaa maanpinnalle ja vesistöön, on yksi osa hydrologista kiertoa. Maanpinnalta vesi siirtyy valuntana, pääasiassa jokien muodossa, laskeutuen lopulta meriin sekä valuen maakerrosten läpi pohjavesiin. Vesistöistä vesi haihtuu ilmakehään ja tiivistyy. Ihminen vaikuttaa kiertoon vesihuollon kautta käyttämällä pohjavesiä tai järvivesiä teollisuuteen ja yhdyskunnan tarpeisiin. Hydrologiseen kiertoon vaikuttaa myös puhdistettujen jätevesien laskeminen takaisin luontoon. [11, 18]

Vesihuolto sisältää yhdyskuntien ja teollisuuden vedenhankinnan ja jätevesien poisjohtamisen, sekä kaikki niihin tarvittavat laitteistot ja toiminnot. Vesihuolto alkaa raakaveden lähteestä ja jatkuu siihen asti, että jätevedenpuhdistuksessa muodostunut liete on joko käytetty uudelleen tai viety kaatopaikalle. Myös huleveden eli sade- ja sulamisveden kerääminen, käsittely sekä poisjohtaminen kuuluvat vesihuoltoon. [18]

Raakavedellä tarkoitetaan käsittelemätöntä vettä, jota ovat pinta- ja pohjavedet ennen mitään käsittelyä. Pintavesiin kuuluvat lammet, järvet ja muut maanpinnalla olevat vesistöt. Pohjavesiin luetaan maanpinnan alla olevat vesivarannot, esimerkiksi lähteet ja kaivot, jotka vaativat porausta ja pumppausta, jotta niihin päästään käsiksi. Raakavedestä valmistetaan käsittelyllä talousvettä. Käsittelemätöntä jätevettä ei luokitella raakavedeksi. Kuvassa 1 on havainnollistettu veden kiertoa vesihuollossa. [18]



Kuva 1. Vesihuoltoprosessi [19: s.6]

## 2.2 Lainsäädäntö

Lainsäädännön avulla pidetään huolta siitä, ettei vesi aiheuta sen käyttäjille tai luonnolle ongelmia, koska veden tulee täyttää annetut kriteerit. Raakaveden ottamisesta on säädetty vesilaissa (587/2011). Vesihuoltolaissa (119/2001) ja terveydensuojelulaissa (763/1994) sekä sen nojalla annetuissa asetuksissa, erityisesti terveydensuojeluasetuksessa (1280/1994) sekä talousvesiasetuksessa (461/2000), on säädetty vesihuoltolaitoksen toiminnasta. Ympäristönsuojelulaissa (527/2014) ja -asetuksessa (169/2000) on säädetty elintarviketeollisuuden jätevesistä ja niiden käsittelystä. [3, 5, 21, 22, 23, 24, 25, 9]

Suomen vesistöissä on luonnollisesti rautaa ja mangaania. Niiden pitoisuudet vaihtelevat Fe 0,2 - 0,3 mg/l ja Mn 0,05 - 0,1 mg/l väleillä. Ne aiheuttavat veden värjäytymistä tummaksi sekä tekevät tahroja esimerkiksi pyykkiin. Sekä rauta että mangaani vaikut-



tavat myös veden makuun. Mangaani on vaikeampi poistaa vedestä kuin rauta, minkä takia veteen jää helposti mangaanijäämiä. Rautaa voi irrota vesijohtoverkoston putkistoista ja aiheuttaa saostumia putkistoon. Paineen lisäyksen takia saostumat saattavat lähteä liikkeelle ja huonontaa veden laatua. Rautaa esiintyy myös pintavesissä humukseen sitoutuneena. [1]

Raudalle ja mangaanille on lakiin määrätty talousvesiasetuksen asettamat raja-arvot, joita talousvesi ei saa ylittää vedenpuhdistamolta lähtiessään. Opinnäytetyön kannalta oleellisimmat raja-arvot ovat raudan 200 µg/l ja mangaanin 50 µg/l. Jos vesi ylittää annetut raja-arvot, on terveydensuojeluviranomaisen tutkittava, aiheuttaako se terveyshaittoja ja annettava määräys tilanteen korjaamiseksi. Veden käyttäjille on ilmoitettava asiasta riippumatta siitä, aiheutuuko vedestä terveyshaittoja vai ei. [3]

Teollisuuden jätevesille ei ole määrätty tarkkoja laatumääriksiä tai raja-arvoja niin kuin talousvedelle. Laissa [365/1994] on määrätty, että jätevedet on esikäsittävä asianmukaisella tavalla, jotta jätevesiasemilla ja -verkostoissa työskenteleville ei koidu terveyshaittoja, eikä laitteistoille aiheudu jäteveden takia vahinkoa, sekä että käsittelyprosessit jätevedelle ja lietteelle eivät saa vaikeutua. Myös puhdistamon ympäristö on otettava huomioon, ettei ympäristölle aiheudu vahinkoa, ja liete on käsittelyn jälkeen toimitettava asianmukaiseen sijoitukseen. [4, 16]

Ympäristönsuojelulaki ja -asetus määräävät elintarviketeollisuuden jätevesien käsittelystä. Ympäristönsuojeluasetuksen mukaan yritykset, jotka ovat suuria tai asetuksessa erikseen määritetyn alan harjoittajia, tarvitsevat ympäristöluvan. Ympäristöluvassa annetaan päästöraja-arvot ja muut päästömääräykset viemäriin johdettavalle jätevedelle. Yritys voi tehdä teollisuusjätevesisopimuksen alueellisen vesihuoltotoimijan kanssa. Sopimuksessa sovitaan yrityksen tuottaman jäteveden laadun ja määrän rajoituksista. Sopimuksella varmistetaan se, että jätevedenpuhdistamon laitteisto kestää sinne toimitetun jäteveden koostumuksen ja että laitteisto varmasti pystyy puhdistamaan veden annettujen säädösten mukaisesti. Teollisuusjätevesisopimuksessa voidaan myös sopia, että vesilaitos varautuu ottamaan vastaan tietyn määrän jätevettä. [24, 25]

### 2.3 Vedenpuhdistuksen haasteet

Globaaleina haasteina vedenpuhdistuksessa ovat väestönkasvu, kaupungistuminen ja ilmastonmuutos. Ne aiheuttavat veden liikakäyttöä, vesien saastumista, vesivarojen ehtymistä, sadevesien määrien vaihtelua ja tulvista aiheutuvia ongelmia. Haasteena on makeanveden vähäisyys, vain noin 3 % maapallon vesistöstä on makeaa vettä ja siitä noin kaksi kolmasosaa on jäätä. Suurin osa hyödynnettävästä makeasta vedestä on pohjavettä, ja paikka paikoin vesi on tavoittamattomissa, joten resurssit ovat rajoitetut tietyille alueille. Pintavedet ovat taas riskialttiita saasteille, ja monilla alueilla ne ovat ainoita juomavesilähteitä, aiheuttaen sen käyttäjille vakavia terveysriskejä. [11, 12]

Raakaveden käsittelyn haasteena ovat tarkat raja-arvot veden laadulle, sekä määritysten muuttuminen tarkemmiksi ja vaativammiksi. Vesi ei saa aiheuttaa terveysriskiä sen käyttäjille, joten puhdistuksen tulee olla tehokasta ja ennen vedenjakelun käyttöönottoa on tutkittava veden laatua. Jos vedenlaatu saattaa aiheuttaa terveydellisiä ongelmia sen käyttäjille, terveydensuojeluviranomainen voi vaatia veden käsittelyä tai antaa veden käyttöä koskevia määräyksiä. Vesistöissä esiintyy eniten rautaa ja mangaania, joten niiden poistamisessa on oltava huolellinen. Vedenkäsittelylaitoksen sijainti ja koko on otettava huomioon kaavoituksessa. Laitos kannattaa sijoittaa vedenottamon läheisyyteen. Ongelmana tässä ovat maanomistajuus ja tekniset näkökohdat, koska vedenkäsittelylaitos voi olla tilaa vievä ja rakentaminen hankalaa. [3]

Raakavedellä voi olla laadullisia häiriöitä. Ne voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan: mikrobiologisiin, kemiallisiin ja teknis-esteettisiin. Mikrobiologisia tekijöitä ovat esimerkiksi *Escherichia coli* ja suolistoperäiset enterokokit. Talousvesinäytteistä tutkitaan jatkuvasti kyseisten aineiden esiintyvyyttä. Niiden takia on annettu veden keittokehotuksia, ja elintarviketeollisuudessa veden käyttöä tulee rajoittaa ja desinfiointia lisätä. Ongelmia syntyy, kun veteen pääsee siihen kuulumattomia aineita, esimerkiksi jätevettä, tai puhdistusprosessi ei toimi niin kuin pitäisi. Kemialliset laatuhäiriöt ovat harvinaisempia. Niissä veteen on voinut päästä torjunta-aineita, vedenkäsittelyssä on tapahtunut virhe tai verkostoon tarttuneet sakat ovat irronneet ja sekoittuneet veteen. Yleisin kemiallinen häiriö johtuu liiasta lipeän syötöstä pH:n säätelyssä vedenkäsittelylaitoksella. [9, 15]

Elintarviketeollisuudessa jätevesiin muodostuu alasta riippuen paljon rasvaa, korkea pitoisuus COD:tä, kiintoainesta ja korkea määrä fosforia ja typpeä. Joissakin elintarviketurvityksissä jätevesiä täytyy käsitellä ennen niiden laskemista viemäriin tai yritys käsit-

telee jätevetensä itsenäisesti ja laskee sen vesistöön, eikä kunnalliseen viemäriverkostoon. Teollisuuden jäteveden yhtenä haasteena on syntyneen lietteen käsittely ja sen hävitysprosessi. Lietettä ei tule johtaa sellaisenaan vesistöön vaikka niin vielä jossain tehdäänkin. Jätevedet voivat aiheuttaa ongelmia muun muassa viemäriputkistoissa, jätevedenpuhdistamon henkilökunnan terveydessä, puhdistuslaitteiston kunnossa ja purkuvesistön tilassa. Taulukossa 1 on lueteltu esimerkkejä teollisuusjätevesien esikäsittelyvaihtoehdoista. Esikäsittelymenetelmistä on kerrottu tarkemmin Vesihuollon tekniikka -kappaleessa. [8, 9]

Taulukko 1. Teollisuusjätevesien esikäsittelyvaihtoehtoja eri päätoimialoille [Muokattu lähteestä: 9: s.24 – 25]

Esimerkkejä teollisuusjätevesien esikäsittelyvaihtoehdoista	Päätoimiala
<b>Neutralointi</b>	Panimot, virvoitusjuomateollisuus, valmisruokateollisuus, meijerit
<b>Rasvanerotus</b>	Meijerit, teurastamot, lihanjalostus, leipomot, valmisruokateollisuus
<b>Kiintoaineen erotus</b>	Panimot, virvoitusjuomateollisuus, leipomot, valmisruokateollisuus, meijerit, teurastamot, lihanjalostus
<b>Kemiallinen saostus</b>	Teurastamot
<b>Orgaanisen kuorman vähennys</b> - Biologiset menetelmät - Jäteveden esi-ilmastus	Panimot, virvoitusjuomateollisuus, leipomot, valmisruokateollisuus, meijerit, teurastamot, lihanjalostus

### 3 Vesihuollon tekniikka

Vedenkäsittely-yksiköt jaetaan yksikköoperaatioihin ja -prosesseihin. Kyseiset prosessit ovat yleensä samanlaisia sekä vesi- että viemärilaitoksissa, minkä takia ne käsitellään erikseen laitoksia suunnitellessa. Kokonaisuudet tehdään jokaista kohdetta varten erikseen, jotta laitoksen vaatimukset täyttyvät. [18, 19]

Yksikköoperaatiot ja -prosessit on jaettu kolmeen kategoriaan: fysikaaliset yksikköoperaatiot, kemialliset yksikköprosessit ja biologiset yksikköprosessit. Fysikaalisiin operaatioihin kuuluvat ne toiminnot, joilla muutetaan veden fysikaalisia laatuominaisuuksia. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi välppäys, sekoitus, laskeutus ja suodatus. Kemiallisiin prosesseihin kuuluvat muun muassa kemiallinen saostus ja desinfiointi. Vedestä poistetaan epäpuhtauksia lisäämällä veteen kemikaaleja tai käyttämällä kemiallisia reaktioita hyväksi. Alkalointi on myös menetelmä, jonka avulla veden pH:ta saadaan säädettyä, ja se perustuu kemiallisiin reaktioihin, joko kalkkikiven, lipeän tai soodan avulla. Biologisissa yksikköprosesseissa hyödynnetään biologisia prosesseja veden puhdistukseen. Tunnetuin ja tyypillisin biologinen yksikköprosessi on aktiivilieteprosessi. [18]

Tyypillisiä epäpuhtauksia, jotka käsittelyssä halutaan poistaa pohja-, pinta- ja jätevedestä on lueteltu taulukossa 2.

Taulukko 2. Tyypilliset vesissä olevat epäpuhtaudet, jotka vaativat käsittelyä [18: s.48]

Epäpuhtauden tyyppi	Tyypillinen epäpuhtaus		
	Pohjavesi	Pintavesi	Jätevesi
Kelluvat ja suspendoituneet aineet	Ei ole	Oksia, lehtiä, levää, savea, silttiä	Puunpalasia, muovia, hiekkaa, ruokajätettä, ulostetta
Kolloidiset aineet	Mikro-organismit, orgaaniset aineet, epäorgaaniset aineet	Savi, siltti, humus, patogeeniset organismit, levät ja muut mikro-organismit	Ruokajätteet, ulosteet, patogeeniset bakteerit, muut mikro-organismit, siltti
Liuenneet aineet	Rauta, mangaani, kovuus, epäorgaaniset suolat, orgaaniset yhdisteet	Orgaaniset yhdisteet, parkkihapot, epäorgaaniset suolat	Orgaaniset yhdisteet, ravinteet, raskasmetallit, epäorgaaniset suolat
Liuenneet kaasut	Hiilidioksidi, rikkivety	-	Ammoniakki, rikkivety, metaani
Muut aineet	-	Öljyt, rasvat	Öljyt, rasvat

### 3.1 Fysikaaliset yksikköoperaatiot

Fysikaaliset yksikköoperaatiot ovat mekaanisia operaatioita, joissa vedestä erotetaan kiintoaines, jotta seuraavissa prosesseissa käytettävät laitteistot eivät vioitu. Operaatioita ovat välppäys ja siivilöinti, sekoitus, ilmastus, flokkaus, selkeytys laskeutuksen ja flotaation avulla, adsorbtio sekä kalvotekniikat. [18]

#### 3.1.1 Välppäys ja siivilöinti talousvedessä

Talousvedestä välppäyksellä ja siivilöinnillä poistetaan suurimmat kiintoainekset, esimerkiksi oksia ja savea. Kyseisiä tekniikoita käytetään pintavesiä vain talousvesilähteenä käytävissä kohteissa, koska pohjavesien mukana ei kiintoaineksia tule.

Välppä on esimerkiksi rimoista tehty suurikokoinen seulontalaite, johon suurimmat kiintoainekset pysähtyvät. Rimojen säleväliksi suositellaan 10–25 mm. [18]

Siivilöillä poistetaan pieneliöitä, lehtiä, heiniä ja roskia vedestä sen virratessa siivilän läpi. Siivilät ovat metallista tai nailonista tehtyjä kudoksia, joiden silmäkoko on jaettu kahteen ryhmään:

- tavalliset siivilät, silmäkoko yli 0,1 mm ja
- mikrosiivilät, silmäkoko alle 0,1 mm.

#### 3.1.2 Välppäys ja siivilöinti jätevedessä

Välppät ja siivilät ovat jätevesien yhteydessä samankaltaisia kuin talousvettä käsitellessä, mutta poistettavat ainesosat eroavat. Jätevesistä poistetaan suurimmat kiintoainekset, muun muassa muovia ja ruokajätettä. Elintarviketeollisuudesta jätevesiin tulee lihan palasia, luuta, kasvisten kuoria ynnä muuta, jotka saadaan poistettua välppäyksellä ja siivilöinnillä. [18]

### 3.1.3 Sekoitus talousvedessä

Sekoitus on yleinen prosessi vedenkäsittelyssä. Sillä saadaan tasainen koostumus, pitoisuustaso ja lämpötila koko systeemiin. Kun vedenkäsittelyssä käytetään kemikaa- leja tai vettä desinfioidaan, on sekoitus tärkeää. [18]

### 3.1.4 Sekoitus jätevedessä

Jätevedenpuhdistuksessa voidaan käyttää biologisia prosesseja, joissa bakteerit tu- hoavat likaveden ravinteita. Tässä tapauksessa veden tulee olla tasaisesti sekoittunut hapen ja bakteerien kanssa. [18]

### 3.1.5 Ilmastus talousvedessä

Ilmastuksen tarkoituksena on lisätä veden happipitoisuutta esimerkiksi hapettomaan pohjaveteen sekä myös vähentää hiilidioksidia. Ilmastuslaitteistot voidaan jakaa kah- teen ryhmään; vettä ilmaan johtavat ilmastimet ja ilmaa veteen johtavat ilmastimet. Ensimmäisessä laitteistossa vesi virtaa porrastetusti painovoiman avulla ja ilmaa pu- halletaan alhaalta päin ja se sekoittuu veteen. Tekniikka on sopiva erityisesti silloin, kun vesi pääsee valumaan korkeuseron avulla ilman pumppausta. Suihkuilmastus- järjestelmä kuuluu vettä ilmaan johtaviin ilmastimiin. Siinä vesi on suuressa paineessa ja se puristetaan suuttimien läpi ja ulos tullessaan vesi tulee kosketuksiin ilman kanssa. Toisessa laitteistossa ilmaa johdettaessa veteen vesialtaan alaosaan puhalletaan ilmaa ja se muodostaa ilmakuplia. Pienissä raudanpoistolaitoksissa saatetaan ilmastus tehdä painesäiliössä. [18, 19]

### 3.1.6 Ilmastus jätevedessä

Jätevesiä käsiteltäessä ilmastuksella saadaan aerobien hajotusprosessien hapenkulu- tusta lisättyä. Yleinen tekniikka on syöttää ilmaa veden alaosaan, jolloin muodostuu ilmakuplia. [18]

### 3.1.7 Selkeytys talousvedessä

Selkeytyksessä erotetaan kiinteät tai nestemäiset partikkelit vedestä painovoiman tai keskipakovoiman avulla. Poistettavien partikkelien koot vaihtelevat silmin nähtävistä kolloidihiuksiin. Selkeytettävät hiukkaset voivat olla vedessä luonnostaan tai ne ovat voineet tulla aikaisemmista kemiallisista tai biologisista prosesseista. [18]

Yleisin selkeytysprosessista on laskeutus, jolloin vettä raskaammat hiukkaset laskeutuvat pohjalle. Tarkoitus on, että laskeutuksen jälkeen vesi on tarpeeksi puhdasta johdettavaksi kuluttajille. [18]

Flotaatio on paljon käytetty Suomen pintavesien puhdistuksessa, koska se sopii hyvin kolloidisesti liuenneihin humusaineisiin, joita löytyy paljon suomalaisista vesistä. Flotaatio voi olla joko luonnollista flotaatiota, kun partikkeleiden tiheys on pienempi kuin veden, tai avustettua. Avustetussa flotaatiossa puhdistettavaan veteen syötetään dispersiovetä, johon on liuotettu ilmaa ylipaineessa. Kun dispersiovesi sekoittuu puhdistettavaan veteen, joka on normaalipaineessa, se muodostaa ilmakuplia ja ne tarttuvat vedessä oleviin partikkeleihin aiheuttaen niiden nousemisen pinnalle vaahdon muodossa. Vaahto joko poistetaan kaapimen avulla tai veden pintaa nostetaan, jolloin vaahto valuu poistokouruun. Puhdistettu vesi poistuu prosessista altaan alaosaan. [2, 18]

### 3.1.8 Selkeytys jätevedessä

Laskeutus on yksi selkeytyksen muodoista, jolloin kiintoainekset laskeutuvat pohjalle. Jäteveden lietteen käsittelyssä käytetään myös laskeutusta, jolloin lietteestä poistetaan ylimääräinen vesi ja sen takia liete tiivistyy. Laskeutuksen jälkeen jätevesi on valmis johdettavaksi purkuvesistöön. [18]

Flotaatiota käytetään jätevesissä samalla tavalla kuin pintavesien puhdistuksessa. Tekniikka on selitetty edellisen otsikon alla.

### 3.1.9 Adsorptio talousvedessä

Adsorptiossa veteen liuenneet yhdisteet tarttuvat veteen lisättyjen partikkelien pinnalle ja poistuvat kiintoaineksen mukana systeemistä. Suomessa on viime vuosina yleistynyt

aktiivihiihen käyttö adsorptiossa. Aktiivihiihtä voi käyttää joko jauhemuodossa tai rakeisena. Se vähentää haju- ja makuhaittoja. [18]

#### 3.1.10 Adsorptio jätevedessä

Adsorptiolla voidaan poistaa jätevedestä pahaa hajua käsittelylaitoksella. Aktiivihiihi on yksi massa, jolla voidaan adsorboida jäteveden muodostaman kaasun sisältämää rikkivety-yhdistettä, jolloin pahasta hajusta päästään eroon. Pahanhajuinen ilma johdetaan aktiivihiihikerroksen läpi ja ilmassa olevat hajuyhdisteet reagoivat kemiallisesti aktiivihiihen kanssa tuottaen hajuttomia yhdisteitä. [18]

#### 3.1.11 Kalvotekniikat talousvedessä

Kiintoaines voidaan poistaa vedestä puoliläpäisevän kalvon avulla. Puoliläpäisevä kalvo päästää lävitseen vain tarpeeksi pieniä molekyylejä, esimerkiksi vettä. Kalvoille on erilaisia huokoisuuskokoja, jotka on jaoteltu ultra-, nano- ja mikrosuodattimiksi. Kalvotekniikkaa käytetään silloin, kun raakavedestä tai prosessivedestä poistetaan suolaa. Myös orgaanisia aineita ja metalleja voidaan poistaa kyseisellä tekniikalla, jos muilla perinteisillä prosesseilla ei päästä raja-arvojen alle. [18, 19]

#### 3.1.12 Kalvotekniikat jätevedessä

Teollisuuden jätevesien kohdalla kalvotekniikalla saadaan säästettyä tärkeitä ainesosia ja myrkyllisiä aineita voidaan poistaa. Kalvotekniikka perustuu käänteisosmoosiin, jossa suolaiseen veteen luodaan paine, ja sen avulla vesimolekyylit kulkevat puoliläpäisevän kalvon lävitse, mutta suolat eivät. Kalvot tukkeutuvat helposti, minkä takia vesi pitää esipuhdistaa muilla menetelmillä ennen kalvotekniikkaa. [18, 6]

### 3.2 Kemialliset yksikköprosessit

Kemiallisissa yksikköprosesseissa pyritään parantamaan veden laatua kemikaalien tai kemiallisten reaktioiden avulla. Vedestä poistettavia aineita ovat muun muassa jotkin mineraalit, esimerkiksi hiekka, siltti ja savi tai orgaanisia aineita kuten humus ja ha-



joamistuotteet. Vedessä voi esiintyä myös mikro-organismeja, kuten bakteereja, leviä, planktonia ja viruksia. Nuo aineet näkyvät vedessä sameutena ja värinä. [18]

Liuenneet aineet ovat niin pieniä, että niitä ei pystytä poistamaan muuten kuin kemiallisin keinoin, ja sen jälkeen on tehtävä vielä fysikaalis-kemiallisia prosesseja. Talousvedelle kemiallisia prosesseja on tehtävä veden esteettisyyden ja terveydellisyyden takia. Myös aineet, joille prosesseja ei ole suunniteltu, vähenevät vedestä. Raskasmetalleja ja viruksia on sitoutuneena veden partikkeleihin, ja ne vähenevät kemiallisen prosessin avulla. Jätevesissä kemiallisin keinoin saadaan poistettua ravinteita kuten fosforia, joka on levän ja rehevöitymisen suurimpia edistäjiä. Jäteveden lietteestä saadaan vähennettyä veden määrää kemiallisin prosessein. [18, 19]

### 3.2.1 Kemiallinen saostus

Kemiallisessa saostuksessa veteen lisättävä kemikaali muodostaa poistettavien partikkelien kanssa yhdisteen, joka poistetaan joko selkeyttämällä tai suodattamalla. Kemiallista saostusta voidaan käyttää talousvesissä, teollisuusvesissä sekä jätevesissä. Vettä halutaan yleensä pehmentää kemiallisen saostuksen avulla talous- ja teollisuusvesissä, kun taas jätevesistä sillä halutaan poistaa fosforia. [18]

### 3.2.2 Alkalointi

Suomen pohjavedet ovat luonnostaan happamia ja pehmeitä eli ne voivat syövyttää putkistoja. Yleensä pH on alle 7, minkä takia sitä muutetaan alkaloinnilla 7,0–8,8 välille. Korkean hiilidioksidipitoisuuden takia vesi on hapanta ja kalsiumin ja magnesiumin puutteen takia se on pehmeää. [10, 14, 18]

Hapan vesi aiheuttaa korroosiota, ja alkaloinnin avulla se saadaan estettyä. Putken pinnalle muodostuu suojaava kerros kalkki-hiilidioksiditasapainon avulla, mutta jos sitä ei luonnostaan muodostu, saadaan se muodostettua ilmastamalla vettä, neutraloimalla hiilihappoa tai suodattamalla vesi kalkkikiven läpi, jolloin kalsiumkarbonaatti reagoi veden kanssa, tai kaikilla edellä mainituilla menetelmillä. Voidaan käyttää myös korroosioinhibiittoreita estämään korroosiota, jos olosuhteet eivät ole luonnostaan sopivat.

Alkaloinnissa voidaan käyttää kalkkikiveä tai alkalointikemikaalia lipeää tai soodaa. Kalkkikivi on turvallinen vaihtoehto, koska siinä ei ole yliannostuksen vaaraa. Vesi kulkee säiliössä olevan kalkkikivirouheen läpi, minkä jälkeen veden laatu riippuu rouheen määrästä sekä koosta. Mitä kauemmin vesi viipyy rouheen kanssa kosketuksissa, toisin sanoen kuinka paksu kerros sitä on ja kuinka pieni rakeen kontaktipinta-ala on, sitä emäksisempää vedestä tulee. Lipeän ja soodan käytössä on yliannostusriski, koska kemikaaleja annostellaan suoraan veteen. Suoran annostelun takia pH-arvo voi vaihdella rajustikin, mikä on epäedullista käsittelylaitokselle. Kemikaalit eivät vaikuta veden kovuuteen toisin kuin kalkkikivi. [13, 18]

### 3.2.3 Desinfiointi talousvedessä

Kun vettä käsitellään fysikaalisesti tai kemiallisesti vähenee veden bakteerikanta, muttei niin paljon kuin on tarpeellista. Tämän takia on suoritettava desinfiointi, jotta sairautta aiheuttavat organismit saadaan täydellisesti hävitettyä vedestä. Vain pohjavesistä, joita valvotaan tarkasti, voidaan saada niin puhdasta vettä, että sitä voidaan jakaa ilman desinfiointia. [18]

Desinfiointimenetelmiä ovat klooraus, otsonointi ja UV-käsittely, eli ultraviolettisäteilykäsittely, joka on viime aikoina lisännyt suosiotaan. Klooraus on kaikkein eniten käytetty veden desinfiointimenetelmä. Kloori liukenee helposti veteen ja reagoi nopeasti. Otsonointi tappaa veden mikrobeja sekä hapettaa sitä ja sen takia vähentää sekä luonnollisia että orgaanisia aineita. Otsonoinnilla on haluttu vähentää kloorikemikaalien käyttöä. UV on tehokas, mutta sen edellytys on, että vesi on kirkasta ja väritöntä ja tunkeutumismatkan on oltava lyhyt. UV-säteily on suosittu veden desinfiointitekniikka, mutta se ei sovi suuriin laitoksiin, mikä rajoittaa sen käyttöä. [14, 15, 18]

### 3.2.4 Desinfiointi jätevedessä

Jätevettä on myös tarpeen desinfioida. Kemiallisissa ja biologisissa jäteveden käsittelyissä bakteeripitoisuus laskee huomattavasti alkuperäisestä, mutta desinfiointi on silti tärkeää, jotta purkuvesistön hygieenisuus pysyy hyvänä. Jätevesi desinfioidaan ennen vesistöön johtamista ja teollisuudessa otsonoinnilla vähennetään jätevesien hajua. [17, 18]

### 3.3 Biologiset yksikköprosessit

Biologisella käsittelyllä saadaan liuenneita orgaanisia ja epäorgaanisia aineita poistettua vedestä, myös jätevedestä. Vedessä olevat mikro-organismit käyttävät niitä hyväkseen ja kasvavat suoloja käyttäen. Osa orgaanisista ja epäorgaanisista aineista hapetuu ja mikro-organismit, jotka yleensä ovat bakteereja, saavat energiaa ja sen avulla muodostavat solumateriaalia. Solumateriaali on painavampaa kuin vesi, minkä takia se voidaan erottaa vedestä tai jätevedestä. [18]

Biologisia prosesseja käytetään enimmäkseen jätevesien puhdistukseen, koska kyseisten prosessien jälkeen vesi ei ole talousvedeksi sopivaa. Jätevedessä on paljon ravinteita, minkä takia biologiset prosessit sopivat sille paremmin toisin kuin raakavetenä käytettäville pinta- ja pohjavesille.[18]

#### 3.3.1 Aerobiset yksikköprosessit jätevedessä

Aerobisia prosesseja käytetään poistamaan vedestä orgaanisia ja epäorgaanisia epäpuhtauksia. Epäorgaanisia ovat esimerkiksi typpi ja fosfori.

Aktiivilieteprosessi on kaikkein yleisin jätevesien biologisista puhdistusmenetelmistä. Prosessissa käytetään biomassaa, jossa mikrobit elävät ja poistavat epäpuhtauksia. Mikrobit tarttuvat suspendoituneisiin hiukkasiin tai ovat vapaana vedessä. Vesi johdetaan ilmastusaltaaseen, jossa mikrobit saavat tarvittavan hapen ja vesi pysyy jatkuvassa liikkeessä, jonka avulla mikrobit saavat paremman kontaktin epäpuhtauksiin. Ilmastuksen jälkeen vesi selkeytetään. Selkeytysaltaassa aktiiviliete erotetaan vedestä ja johdetaan pois. [8, 18]

Kiinteäalustaisella biologisella prosessilla poistetaan orgaanista ainesta jätevedestä. Menetelmiä ovat biologiset suodattimet ja bioroottorit, mutta suodattimet ovat huomattavasti yleisempiä. Suodattimessa kiinteälle alustalle muodostuu aerobinen ja anaerobinen kerros. Kyseinen alusta muodostaa biofilmin, johon mikro-organismit kiinnittyvät. [18]

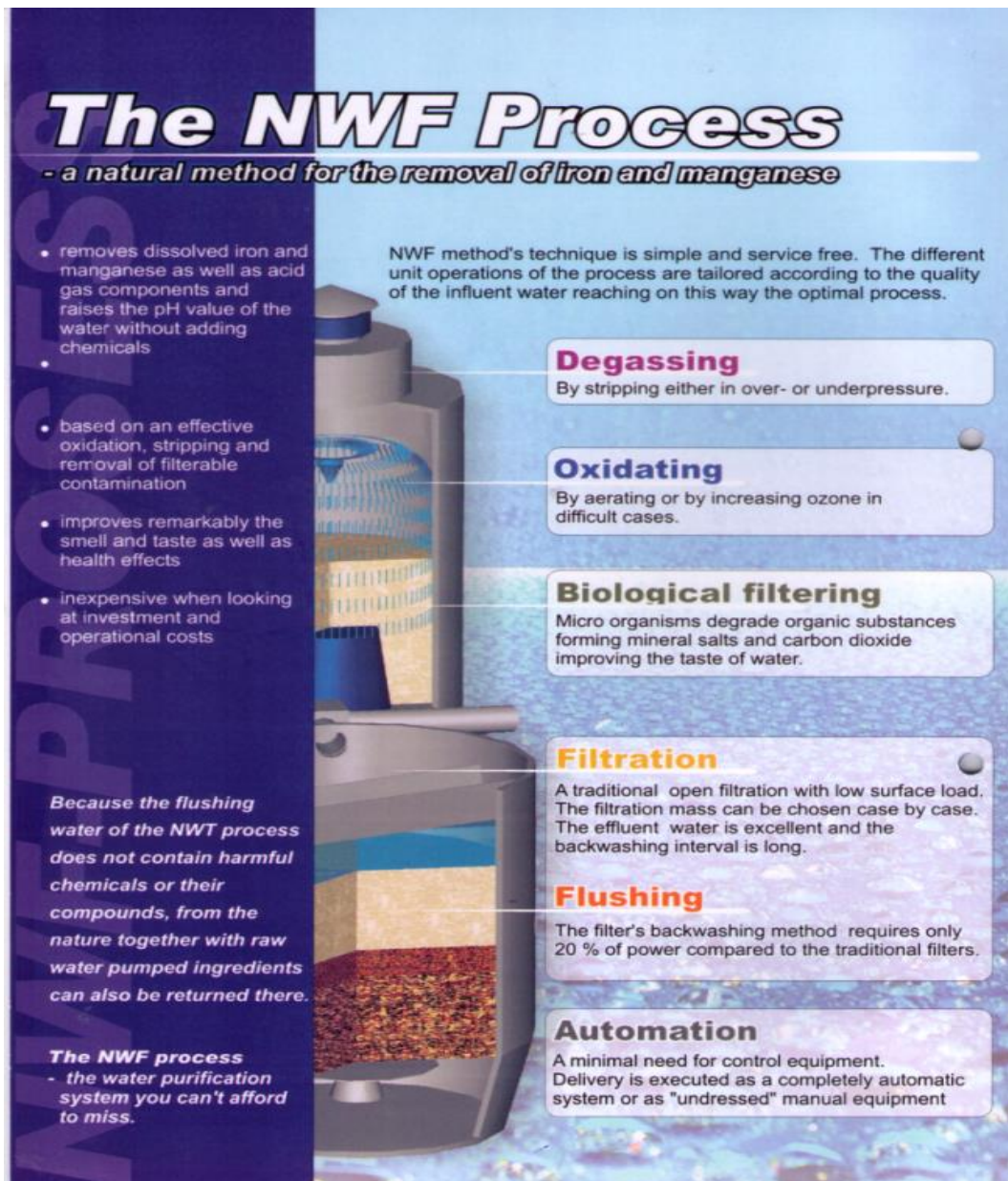
### 3.3.2 Talousveden puhdistumisprosessit maaperässä

Kun vettä puhdistetaan maaperän avulla, on kyseessä tekopohjaveden valmistaminen pintavedestä. Veden puhdistuksessa toimivat fysikaaliset, biologiset ja kemialliset prosessit. Fysikaalisena prosessina on partikkeleiden pysyminen veden pintaosissa sekä hiukkasten laskeutuminen maarakeiden pinnoille. Partikkeleiden pidättäytyminen veden pintaosissa saa aikaan biologista toimintaa, ja hiukkaset, kolloidit ja bakteerit adsorboituvat suodattimen pinnalle. [18]

## 4 NWF-tekniikka ja Natwat-laitteisto

NWF-prosessi on monivaiheinen hapetus-strippaus-biosuodatusprosessi, jonka viimeisenä vaiheena on hiekkasuodatus. NWF on lyhenne sanoista natural water filtration, joka tarkoittaa luonnollista veden suodatusta. Aluksi vesi tuodaan kaivolta paineistetun putken avulla ilmastuskolonnein, jossa on tätekappaleita. Kolonnista veden sekaan imetään ilmaa ja vesi muutetaan sumuksi ja pisaroiksi paineen avulla. Ilma imetään kolonnissa ja ilman mukana poistuu veteen liuenneita kaasuja. Kaasuja, jotka voivat poistua, ovat muun muassa hapankaasut, hiilidioksidi, metaani, ammoniumyhdisteet, rikkivety ja radon. Hapankaasujen poistamisen takia pH nousee 0,5 - 2 yksikköä, mutta jäännöshiilidioksidin määrä voidaan säätää halutulle tasolle. [20]

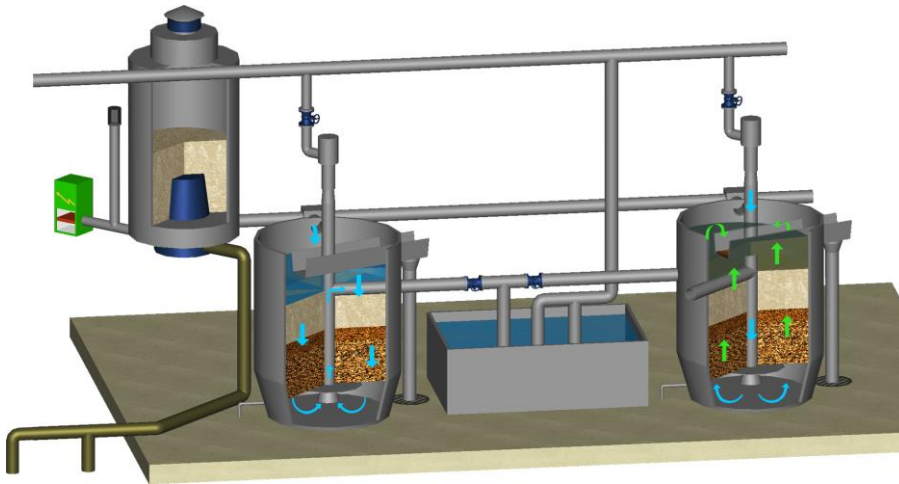
Seuraavaksi vesi kulkee suodattimien läpi. Ensimmäisenä vesi kulkee tätekappaleiden läpi ja kappaleiden pinnoilla tapahtuu hapetusreaktioita, joissa erityisesti rauta ja mangaani muuttuvat vesiliukoisista muodoista liukenemattomiksi oksideiksi tai hydroksideiksi, jotka voidaan erottaa suodattimella. Toisessa suodatinvaiheessa vesi kulkee monikerrossuodattimen läpi jolloin prosesseissa muodostuneet sakat erottuvat. Kuvassa 2 on havainnollistettu laitteiston prosessien vaiheet. [20]



Kuva 2. NWF-prosessin vaiheet [20]

Laitteisto puhdistetaan vastavirtahuuhtelun avulla kahden viikon välein. Vastavirtahuuhtelu tehdään dispersioveden ja ilman seoksella. Puhdistusseoksen määrä vaihtelee 0,5 - 4 % puhdistetun veden määrästä, koska puhdistusseoksen määrä on riippuvainen raakaveden epäpuhtauksien määrästä. Vastavirtapesussa käytettävän seoksen määrä on pieni verrattuna esimerkiksi perinteiseen hiekkasuodatukseen, jossa seoksen määrä on noin 17 % puhdistetun veden määrästä. Kun pesuseoksen määrä saadaan pienennettyä, tulee huomattavia säästöjä veden ja energian käytössä. Kuvassa 3 on havainnollistettu laitteiston toiminta- sekä vastavirtapesuprosessi. [20]

Natwat-laitteisto soveltuu erinomaisesti hiekkasuodatuslaitteiston saneeraukseen, jolloin laitokseen lisätään laitteiston ydinosa ja suodatinmassat vaihdetaan tehokkaampiin erikoismassoihin. Tämän ansiosta laitoksen kapasiteetti on mahdollista jopa tuplata, riippuen käsiteltävästä vedestä ja halutusta puhdistustuloksesta. Laitteistolla päästään myös eroon lipeän käytöstä pH:n säädössä, jolloin säätökemikaalin kustannukset poistuvat. [20]



Kuva 3. Vasemmalla vedensuodatuslaitteisto toiminnassa ja oikealla vastavirtapesussa [20]

Laitteiston etuja:

- ei kemikaaleja
- tarvittava puhdistusseoksen määrä pieni verrattuna kemikaalikäyttöisiin laitteistoihin
- helppokäyttöinen
- ei tukkeutumia
- vähäinen huoltotarve kulumattomien osien ansiosta
- asiakas voi valita laitteiston automaatiolaajuuden
- laitteisto on kompakti ja se on helppo liittää jo olemassa oleviin laitosratkaisuihin.

Toimitettujen laitteistojen suurin kapasiteetti vaihtelee 0,5 m<sup>3</sup>/h ja 700 m<sup>3</sup>/h välillä, joten tarvittava kapasiteetti on valittavissa suurelta vaihteluväliltä. [20]

## 5 Kartoituksen suunnittelu ja tulokset

Tämän työn tarkoituksena on kartoituksen avulla paikantaa vedenkäsittelyn investointipotentiaalia Suomessa ja tuoda laitteiston nimeä esille. Työn tilaaja pystyy kartoituksen avulla helpoiten ja tehokkaimmin kohdentamaan markkinoinnin kaikkein potentiaalisimmille asiakkaille. Kartoitus tehtiin lähtökohtaisesti soittamalla valittuihin kohteisiin tai jos numerosta ei vastattu, viiden soittokerran jälkeen, kyseiselle henkilölle lähetettiin sähköposti, jossa kerrottiin lyhyesti yhteydenoton syy sekä sen yhteydessä kysely liitemuodossa.

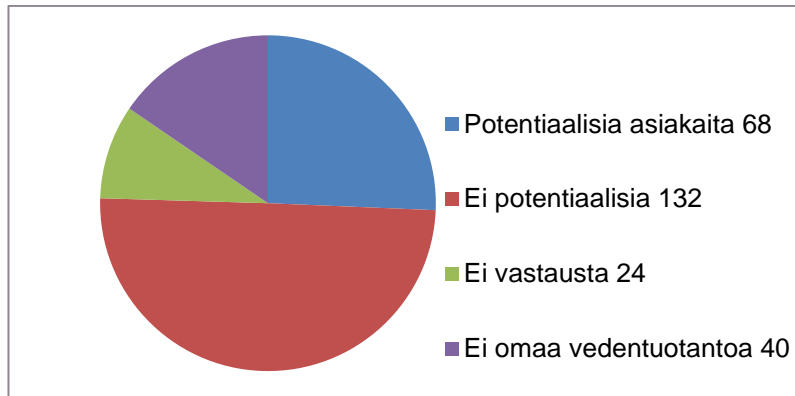
### 5.1 Kunnat

Kuntapuolen kartoituksessa työn tilaaja laati kyselyn kysymykset, joiden avulla yritys saa tarvittavat tiedot kohteen toiminnasta ja voi sen perusteella laatia markkinointisuunnitelman. Kyselyssä selvitettiin myös kohteiden (liite 1) taustatietoja tulosten tulkittaa ja analysointia varten. Excel-taulukkoon listattiin yhteyshenkilöiden yhteystiedot ja kysely käytiin läpi, joko puhelimesta tai sähköpostitse. Kysely sisälsi seuraavat kysymykset:

- Kuinka monta veden ottamoa Teillä on (sekä käytössä olevat että käytöstä poistetut tai varavedenottamoina toimivat laitokset)?
- Käytetäänkö raakavetenä pinta- vai pohjavettä?
- Onko vedenlaadun kanssa ollut koskaan ongelmia? Jos on, niin millaisia? Onko esimerkiksi veden rauta, mangaani, veden pH-pitoisuus, hiilidioksidi tai humus tuottanut ongelmia?
- Mikä on keskimääräinen vuorokautinen vedenkulutus jakelualueellanne?
- Millä tavalla vettä alkaloidaan ennen vesiverkostoon johtamista?
- Onko tarvetta tai suunnitteilla rakentaa uutta tai saneerata vedenottamoa? Jos on, niin millä aikataululla? Onko esisuunnitelmia tehty?

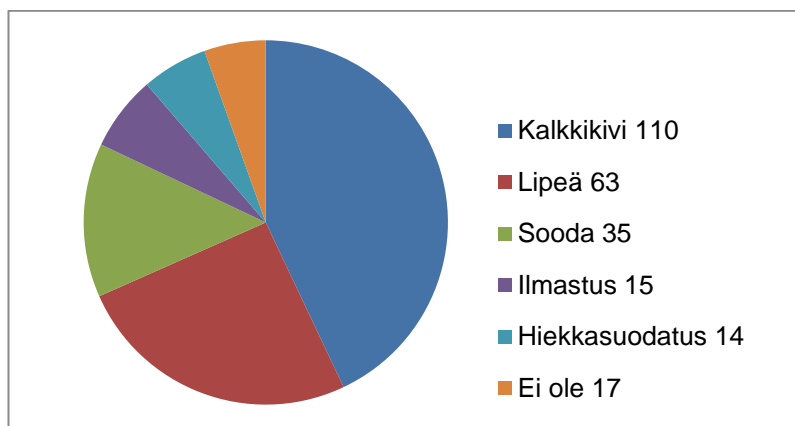
Vastausten perusteella kyselyyn vastanneet sijoitettiin taulukkoon niin, että potentiaaliset asiakkaat ovat listan kärjessä, seuraavana ei-potentiaaliset asiakkaat ja viimeisenä ei-tavoitetut sekä kohteet, joilla ei ole omaa vedentuotantoa. Potentiaaliset asiakkaat ryhmiteltiin vielä maantieteellisesti lääneittäin.

Kyselyn jaottelu tehtiin sen perusteella, onko vesilaitoksella suunnitelmissa tehdä saneerausta tai rakentaa uutta vedenpuhdistamo vai ei. Kyselytaulukon merkattiin myös laitokset, joista ilmoitettiin, ettei heillä ole omaa vedentuotantoa, vaan kyseinen laitos hoitaa pelkästään veden jakelun käyttäjille. Diagrammiin (kuva 4) on merkitty myös ne, jotka eivät vastanneet kyselyyn.



Kuva 4. Kyselyn tulosten jakauma. Kysely tehtiin ennalta valikoitujen 264 vesihuoltotoimijoiden kesken.

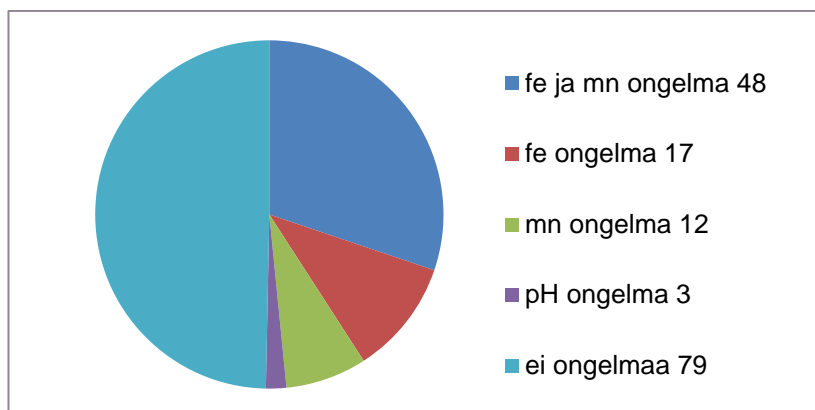
Kyselyn perusteella kalkkikivi on selkeästi eniten käytetyin alkalointimenetelmä. Se on turvallinen vaihtoehto, koska siinä ei ole yliannostuksen vaaraa ja kalkkikiveä ei alkaloinnissa paljoa kulu, verrattuna esimerkiksi soodaan tai lipeään. Monissa laitoksissa oli yhdistetty eri alkalointimenetelmiä, mutta sitä ei ole kuvassa 5 eroteltu.



Kuva 5. Kyselyyn vastanneiden käytössä olevat alkalointimenetelmät

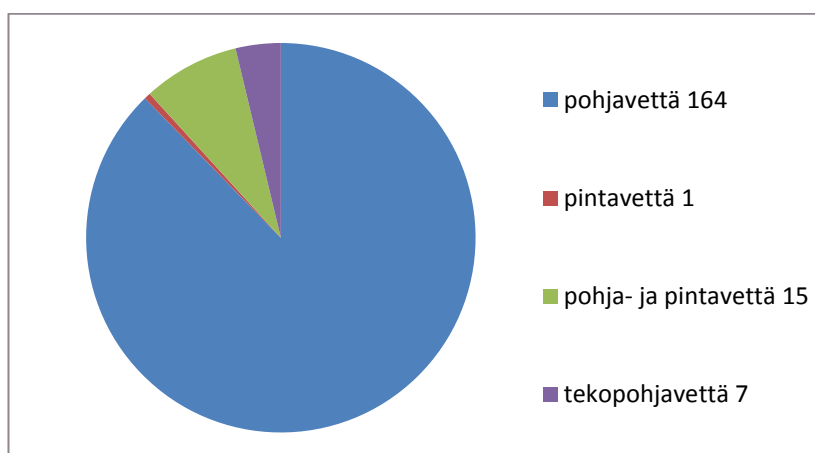


Kyselyssä tuli ilmi, että monilla vedenpuhdistamoilla ei ole ongelmia veden laadussa puhdistuksen jälkeen. Vesistöissä esiintyy kuitenkin melkein aina rautaa ja mangaania, mutta vedenkäsittelylaitteistot saavat kyseisten aineiden määrät niin pieniksi ettei niistä koidu käyttäjille ongelmia. Kyselyn perusteella voi huomata, että useimmiten rauta ja mangaani esiintyvät yhdessä, kuten kuva 6 näkyy.



Kuva 6. Talousvesissä esiintyneet suurimmat ongelmat

Kyselyn perusteella selvisi, että vastanneiden laitosten pääasiallisena raakavedenlähteenä on pohjavesi (kuva 7). Pohjavesi on yleensä parempilaatuista kuin pintavesi, sekä pohjavedessä on vähemmän orgaanisia aineita. Pintavesi tarvitsee enemmän käsittelyä, jotta se täyttää annetut raja-arvot. Pintavedessä esiintyy enemmän kiintoaineita ja levää.



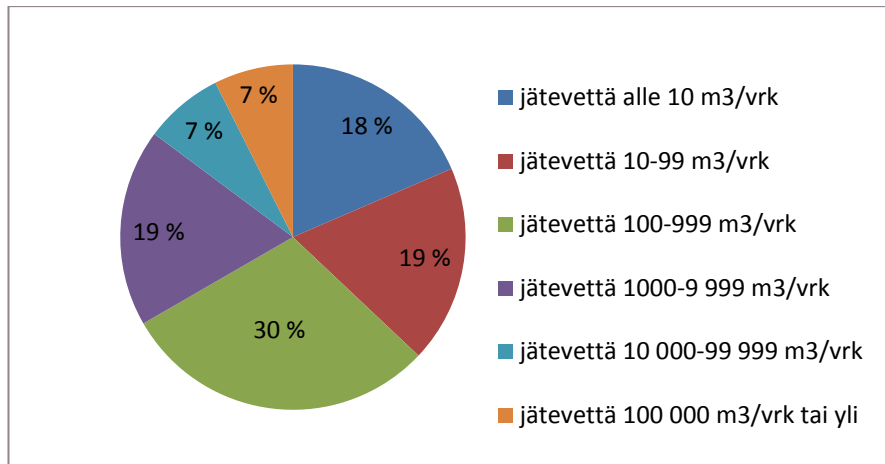
Kuva 7. Kartoituksen kyselyssä selvitetty raakaveden lähteet

## 5.2 Teollisuus

Elintarviketeollisuuden kyselyyn valittiin Natwat-järjestelmien kannalta potentiaalisimmat asiakassektorit (liite 2). Kartoitus kohdennettiin teurastamoihin, lihan- ja kalanjalostamoihin sekä muihin elintarvikkeiden tuottajiin, joilla katsottiin olevan kaikkein eniten ongelmia tuottavia jätevesiä. Kyselyyn laadittiin seuraavat kysymykset:

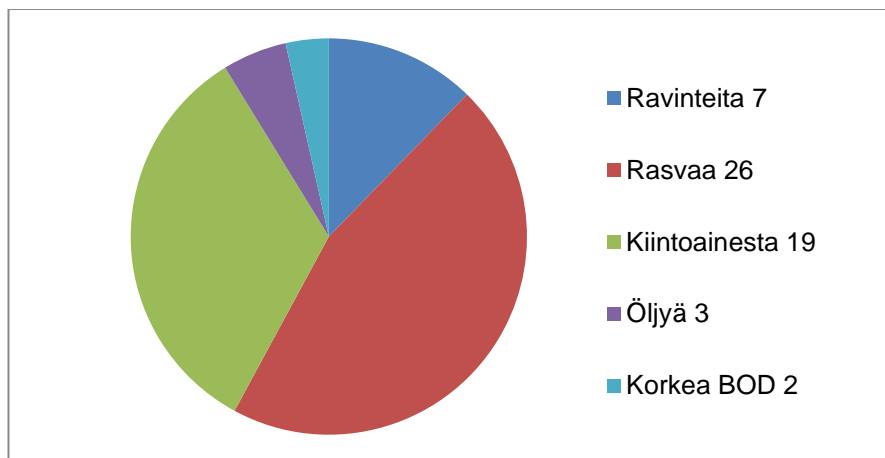
- Mikä on päätoimialanne?
- Millaisia jätevesiä prosesseistanne syntyy (onko vedessä esimerkiksi kiintoainesta, ravinteita tai rasvaa)?
- Kuinka paljon jätevettä syntyy ( $\text{m}^3/\text{vrk}$ )?
- Miten jätevedet käsitellään tällä hetkellä? Menevätkö ne suoraan kunnan viemäriin, onko jokin oma prosessi, muu?
- Onko teillä teollisuusjätevesisopimus alueellisen vesihuoltotoimijan kanssa?
- Kuinka paljon jätevedenkäsittely maksaa (esim. €/vuosi)?
- Oletteko kiinnostuneita tai suunnitelleet investointeja jätevedenkäsittelyyn liittyen? Jos kyllä, niin millä aikavälillä?

Elintarviketeollisuudessa jätevesien määrää ei erityisen tarkkaan seurata koska suurimmalla osalla laitoksista vedet menevät viemäristä kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle sekä usein laskutus toteutuu kulutetun veden mukaisesti, jolloin laitokset eivät näe tarpeelliseksi seurata jätevesien määriä. Kuvan 8 arvot ovat suuntaa antavia. Suurin osa on keskikokoisia laitoksia, joissa jätevettä syntyy  $100 \text{ m}^3/\text{vrk}$  ja  $1000 \text{ m}^3/\text{vrk}$  välillä.



Kuva 8. Jätevesimäärien jakautuminen elintarviketeollisuudessa

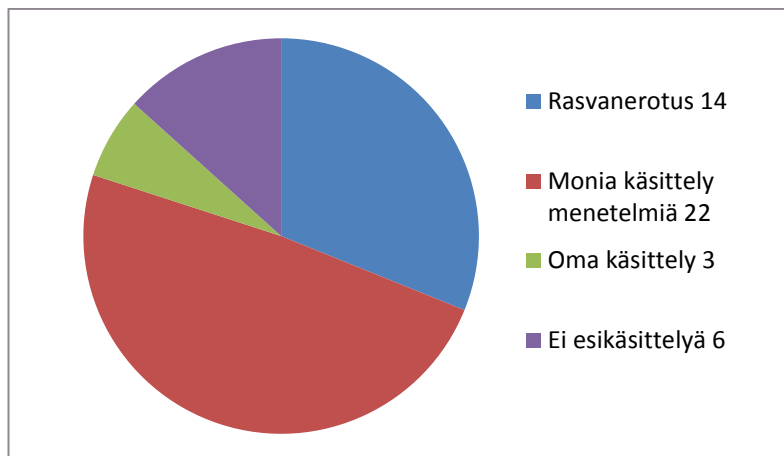
Elintarviketeollisuudessa jätevesiä syntyy, kun raaka-aineita käsitellään, sekä kun valmistuslinjastoja pestään käsittelyn jälkeen. Suurin osa laitoksien jätevesistä sisältää rasvaa. Rasvaa muodostuu etenkin liha-, kala- ja meijeriteollisuudessa, joissa käsiteltävät raaka-aineet sisältävät paljon rasvaa luonnostaan. Kyselyyn vastanneissa yrityksissä jätevedet koostuvat usein useammasta kuvassa 9 näkyvästä aineksesta.



Kuva 9. Kyselyyn vastanneiden elintarviketeollisuuslaitosten jätevesien koostumus

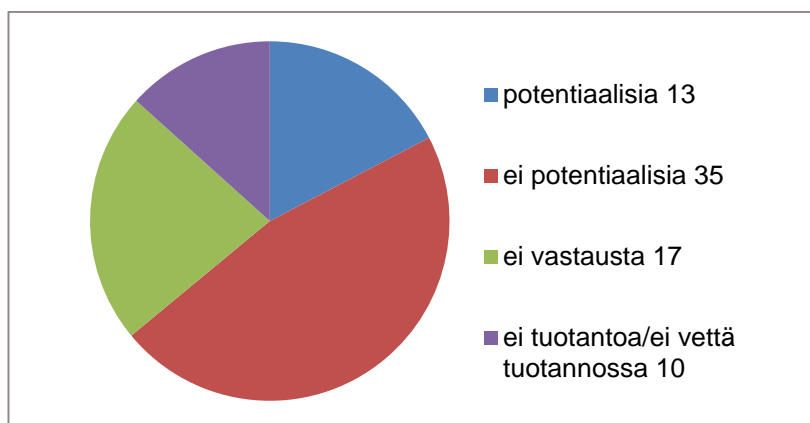
Jätevesien käsittelyssä on kolme vaihtoehtoa, joko jätevedet ohjataan suoraan kunnalliseen jätevesiverkostoon, esikäsitellään ja sitten ohjataan kunnalle tai laitoksella on täysin oma käsittelyprosessi jonka jälkeen vesi lasketaan vesistöön. Kyselyyn vastanneista suurin osa käsittelee jätevetensä ennen kunnalliseen viemäriverkostoon johtamista (kuva 10). Vain kuusi laitosta johtaa tuotantonsa jätevedet suoraan viemäriin. 14 laitosta erottelee pelkästään rasvan vedestä ja sen jälkeen laskee veden kunnalliseen viemäriverkostoon, ja 22 laitosta käyttää montaa eri käsittelyprosessia ennen viemäriin johtamista. Prosesseja ovat esimerkiksi kiintoaineksen erotus, flotaatio ja kemiallinen käsittely. Kolme laitosta on täysin omatoimisia ja käsittelevät vetensä täysin omalla laitteistollansa, eivätkä johda sitä viemäriin ollenkaan.

Biologinen käsittely soveltuu hyvin elintarviketeollisuuden jätevesille runsaan ravinnepitoisuuden ansiosta, mutta kyselyn perusteella sitä ei kuitenkaan juurikaan käytetä.



Kuva 10. Elintarviketeollisuuden jätevesien käsittelymenetelmät

Kyselyssä otettiin yhteyttä 75 eri elintarviketeollisuuden harjoittajaan ja tulokset jakautuivat kuvan 11 mukaisesti. Potentiaalisiksi asiakkaiksi lukeutuivat ne, jotka olivat kiinnostuneita laitteistosta tai tekemässä jätevedenkäsittelyä koskevia investointeja. Suurin osa teollisuuslaitosten investointivastaavista eivät olleet kiinnostuneita laitteistosta tai heillä ei ole tuotannossa niin suuria vesimääriä, että investointi olisi kannattavaa. 10 laitosta, joihin oltiin kyselyn puitteissa yhteydessä, eivät käyttäneet vettä tuotannossa, koska kyseessä oli pääasiassa öljyperäisten tuotteiden valmistus ja silloin vettä ei käytetä. Myös tuohon 10 laitoksen joukkoon kuuluivat ne joista selvisi, ettei listatun tuotteen valmistus olekaan Suomessa tai kyseessä oli alkutuotanto, jolla tarkoitetaan kaikkia tapahtumia ennen teurastusta ja jatkojalostusta, esimerkiksi viljelyä, kasvatusta, sadonkorjuuta ja lypsämistä. [7]



Kuva 11. Kyselyn tulosten jakauma

## 6 Tulosten arviointi

Työn tarkoituksena oli kartoittaa laitteistolle potentiaalisia käyttäjiä. Kartoituksen avulla selvitettiin myös jo olemassa olevat puhdistusmenetelmät, jotta Natwat-laitteiston sopivuutta voidaan verrata niihin. Kaikkein käytetyin alkalointimenetelmä kyselyn perusteella (kuva 5) on kalkkikivisuodatus, joka on helppo ja turvallinen käyttää, koska yliannostuksen riskiä ei ole eikä veden pH voi nousta vaaralliselle tasolle. Sen investointi on kuitenkin kallis verrattuna esimerkiksi lipeään tai soodaan, minkä takia sitä luultavasti ei käytetä jokaisessa kohteessa, mutta käyttökustannukset ovat matalat. Kalkkikivi lisää veden kovuutta kalsiumpitoisuuden noustessa, toisin kuin muut menetelmät, eikä se

sovi kaikille vesille, ainakaan silloin jos veden kovuus ja alkaliteetti (veden kyky vastustaa pH-muutosta) ovat jo aluksi kovin korkeat. Veden korkea kovuus on haitallinen, koska se aiheuttaa kalkkisaostumia lämminvesilaitteisiin. Kalkkikiven turvallisuus ja toimintavarmuus on huomattavasti parempi muihin menetelmiin verrattuna.

Lipeä ja sooda ovat kalkkikivisuodatuksen jälkeen käytetyimmät alkalointimenetelmät. Lipeä sopii erityisesti kovalle vesille, mutta sitä käytettäessä on kemikaalin yliannostusriski ja pH:n arvo voi vaihdella suurestikin, toisin kuin kalkkikiveä käytettäessä. Soodan yhteydessäkin on yliannostuksen suhteen riski, mutta ei niin suuri kuin lipeässä. Sooda sopii hyvin pehmeille vesille nostamalla niiden alkaliteettia.

Kyselyyn valituista kuntapuolen talousveden valmistajista vain noin neljäsosa on potentiaalisia asiakkaita. He olivat joko kiinnostuneita laitteistosta tai tekemässä saneerausta tämänhetkiseen vedenkäsittelylaitokseen, jolloin heidän on hyvä perehtyä Natwat-laitteistoon tarkemmin. Näihin kohteisiin Ferroplan Oy keskittää seuraavan markkinointivaiheen, sopimalla puhelimitse tapaamisista ja paikanpäällä mahdollisten tulevien investointien suunnittelusta. Suurin osa vastanneista ei ollut kiinnostuneita laitteistosta, heidän vedenlaatunsa oli hyvä tai saneeraus oli juuri tehty, joten markkinointiresursseja ei ole järkevä kohdentaa näihin kohteisiin.

Elintarviketeollisuuden jätevedet muodostuvat aineiden pesemisestä, liotuksesta ja muusta käsittelystä, sekä linjastojen ja laitteistojen pesemisestä. Noin puolella kyselyyn vastanneista jätevesiin muodostuu rasvaa, jota erityisesti liha- ja meijerituotteet sisältävät luonnostaan. Kiintoainesta muodostuu varsinkin liha- ja siipikarjatuotteiden valmistuksissa sekä teurastuksissa. Kyselyssä tuli ilmi, että usein yhteyshenkilö, joka on tekemisissä laitoksen tuotannon jätevesien kanssa, ei vastannut jätevesien käsittelyn kustannuksiin liittyvään kysymykseen. Joissakin laitoksissa jätevesien määrää ei välttämättä seurata ja puhdistusprosessi on ollut jo pitkään käytössä, minkä takia siihen liittyviin kustannuskysymyksiin on vaikea vastata tai kyseinen henkilö ei tiedä kustannuksia. Syy vastaamattomuuteen voi olla myös se, että jätevedenkäsittelykustannukset ovat luottamuksellisia eikä tietoa voi luovuttaa ulkopuolisille henkilöille, tai syy voi olla jokin muu.

Lihateollisuudessa muodostuvan jäteveden käsittelyssä käytetään usein rasvanerotuskaivoa, jolla suurin osa rasvasta saadaan poistettua. Osassa laitoksista rasvanerotuksen jälkeen jätevesi johdetaan kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle. Rasvanerotin pe-

rustuu siihen, että rasvaa sisältävä jätevesi virtaa erottimen läpi ja rasva jähmettyy sen pinnalle. Erotin tulee puhdistaa säännöllisin väliajoin ja varmistaa että anturit, jotka ilmoittavat järjestelmän täyttymisestä, puhdistetaan myös huolellisesti. Jos antureita ei puhdisteta, ne hälyttävät liasta jatkuvasti, eikä hälytyksiin ole enää luottamista. [16]

Kyselyyn vastanneista monet käsittelevät laitostensa jätevedet monella tekniikalla. Rasvanerotuksen lisäksi käytössä on myös esimerkiksi kiintoaineksen erotus, flotaatio ja neutralointi. Nämä ovat tarpeellisia, jotta laitoksen jätevedet eivät aiheuta ongelmia kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle tai, jos ne lasketaan suoraan vesistöön, luonnolle. Ympäristöluvan ja mahdollisen teollisuusjätevesisopimuksen rajoja tulee noudattaa, minkä takia jätevesiä on esikäsiteltävä.

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön aiheena oli Ferroplan Oy:n lähiaikoina markkinoille tuoman NWF-prosessiin perustuvan vedenpuhdistuslaitteiston asiakaspotentiaalin kartoitus Suomessa. Työn avulla saatiin Ferroplan Oy:n työtä vähennettyä, koska nyt tiedetään mitkä kohteet ovat potentiaalisia, mikä oli työn alkuperäinen tarkoitus. Asiakaspotentiaalin kartoitus rajattiin kahteen osaan: kunnallisesti tuotetun talousveden puhdistukseen ja elintarviketeollisuuden tuotannon jätevesien puhdistukseen.

Puheluiden tekeminen oli haastavaa, mutta se lisäsi tyytyväisyyttä ja onnistumisen tunnetta, kun sen osuuden työstä oli saanut valmiiksi. Puhelimitse tehtynä työnä kysely tuntui tehokkaalta, koska vastaukset kysymyksiin saatiin heti ja aiheesta keskustellessa osa tavoitetuista henkilöistä kertoi henkilökohtaisia kokemuksia laitoksen toiminnasta ja esitti kysymyksiä heillä esiintyviin ongelmiin. Muutama hyvin tiukka kieltävä vastaus tuli kyselyn esittämiseen, mitkä aiheuttivat hetkellistä lannistumista, mutta pääasiassa tavoitetut henkilöt olivat erittäin ystävällisiä ja asiallisia.

Työssä saatiin käytyä läpi suurin osa ennalta sovituista kunnallisista talousveden tuotantolaitoksista. Vain 24 laitosta 264 laitoksesta ei vastannut kyselyyn. Yhteyshenkilöiden löytyminen oli yksinkertaista, koska Ferroplan Oy:llä oli antaa suurin osa talousvesilaitosten yhteystiedoista, jotka tuli kuitenkin tarkistaa mahdollisten henkilöstöpäivitysten takia. Suurin osa kyselyyn vastanneista ei kuulunut käyttäjäpotentiaaliin, mikä myös on hyödyllinen tieto työn tilaajalle. Silloin markkinointiresurssit saadaan kohdennettua

tehokkaasti potentiaalsiin asiakkaisiin. Elintarviketeollisuuden osalta kyselyn tekeminen oli hankalampaa, koska laitosten jätevesistä tietäviä henkilöitä oli vaikeampi löytää ja tavoitetut henkilöt eivät osanneet tai voineet vastata.

Vedenpuhdistuksesta tai siihen liittyvistä menetelmistä ei ollut aikaisempaa tietoa, mikä lisäsi tarkempaa perehtymistä työn teoriaosuuteen ja rajoitti henkilökohtaisten kokemusten esille tuontia. Vaikka työn aihe ei liity suoraan kone- ja tuotantotekniikan tutkintoon, on ollut mielenkiintoista lisätä tietämystä uudelta alalta ja sen kautta avata mahdollisuutta työllistyä työtehtäviin, jotka liittyvät vedenpuhdistukseen.



## Lähteet

- 1 BWT Separtec Oy.2014. Vesiongelmia?. Kotitalousveden kemialliset ongelmat [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://www.hoh.fi/index.php?pageid=7&aid=37&lang=fi>>. [Viittauspäivä 20.07.2014]
- 2 Sveriges lantbruksuniversitet.2014. Veden väri [verkkodokumentti]. Saatavissa <[http://info1.ma.slu.se/IMA/Publikationer/brochure/Veden\\_vari.pdf](http://info1.ma.slu.se/IMA/Publikationer/brochure/Veden_vari.pdf)>. [Viittauspäivä 25.07.2014]
- 3 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 461/2000
- 4 Valtioneuvoston päätös yleisestä viemäristä ja eräiltä teollisuudenaloilta vesiin johdettavien jätevesien sekä teollisuudesta yleiseen viemäriin johdettavien jätevesien käsittelystä 365/1994
- 5 Terveydensuojelulaki 763/1994
- 6 Solunetti. 2014. Osmoosi [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/osmoosi/2/>>. [Viittauspäivä 11.08.2014]
- 7 Evira. 2014. Alkutuotanto [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/alkutuotanto/>>. [Viittauspäivä 01.08.2014]
- 8 Kehittyvä elintarvike. 2014. Elintarviketeollisuuden jätevedet ja niiden käsittely [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/24-elintarviketeollisuuden-jatevedet-ja-niiden-kasittely>>. [Viittauspäivä 15.08.2014]
- 9 Maa- ja metsätalousministeriö. 2013. Elintarviketeollisuuden vesihuolto-opas [verkkodokumentti]. Saatavissa <[http://www.mmm.fi/attachments/vesivarat/6LGPaRCg3/Opasluonnos\\_2\\_7\\_2013.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/vesivarat/6LGPaRCg3/Opasluonnos_2_7_2013.pdf)>. [Viittauspäivä 01.08.2014]
- 10 Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2014. Tarkemmin alkaloinnista ja pH:n säädöstä [verkkodokumentti]. Saatavissa <[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset\\_jarjestelmat\\_LVI/Vedenhankinta\\_kaivosta/Kaivoveden\\_kasittely](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Vedenhankinta_kaivosta/Kaivoveden_kasittely)>. [Viittauspäivä 07.08.2014]
- 11 Vesivarat. 2014. [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Vesivarat>>. [Viittauspäivä 20.09.2014]

- 12 Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2013. Esiselvitys vesiliikenne-toiminnan edistämisestä Hämeessä [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94695/Raportteja%20132%202013.pdf?sequence=2>>. [Viittauspäivä 20.09.2014]
- 13 Vesi- ja viemärilaitosyhdistys. 2014. Kalkkikivialkalointi. Opas veden syövyttävyyden vähentämiseksi [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://www.nordkalk.fi/streamer.asp?do=save&act=DBDEB94F8C255248BB0C268BEF24F359&id=607>>. [Viittauspäivä 23.09.2014]
- 14 Kontiainen, Tuomas. 2013. Pohjavedenkäsittelylaitosten prosessit ja tehostamistarpeet Itä-Suomessa [verkkodokumentti]. Saatavissa <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61017/Kontiainen\\_Tuomas.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61017/Kontiainen_Tuomas.pdf?sequence=1)>. [Viittauspäivä 28.9.2014]
- 15 Elo, Hanne. 2009. Talousveden pH-säädön optimointi [verkkodokumentti]. Saatavissa <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2453/Elo\\_Hanne.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2453/Elo_Hanne.pdf?sequence=1)>. [Viittauspäivä 28.9.2014]
- 16 Toivikko, Saijariina. 2014. Rasvat ruotuun ja putket pysyvät puhtaina [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Rasvat-ruotuun-ja-putket-pysyvat-puhtaina>>. [Viittauspäivä 29.9.2014]
- 17 Aatola, Laura. 2007. Viemärihajujen synty ja hallintamenetelmät [Verkkodokumentti]. Saatavissa <[http://vvy.fi/files/217/Dtyo\\_Aatola\\_291207.pdf](http://vvy.fi/files/217/Dtyo_Aatola_291207.pdf)>. [Viittauspäivä 6.10.2014]
- 18 Karttunen, Erkki. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Opetushallitus, Helsinki.
- 19 Peltokangas, Jouko; Heinänen, Juhani & Viitasaari, Matti. 1991. Vesihuoltotekniikan yksikköoperaatiot ja yksikköprosessit. Osa I: Vedenhankinta. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tampere.
- 20 Ferroplan Oy
- 21 Vesilaki 587/2011
- 22 Vesihuoltolaki 119/2001
- 23 Terveystieteiden tutkimuskeskus 1280/1994
- 24 Ympäristönsuojelulaki 527/2014
- 25 Ympäristönsuojeluasetus 169/2000

## Lista kartoitukseen otetuista kuntapuolen laitoksista

<b>1</b>	<b>Askolan kunta</b>
<b>2</b>	<b>Forssan vesihuoltolaitos</b>
<b>3</b>	<b>Hangon vesi- ja viemärlaitos</b>
<b>4</b>	<b>Humppilan vesihuolto oy</b>
<b>5</b>	<b>Inkoon vesi liikelaitos</b>
<b>6</b>	<b>Janakkalan vesi</b>
<b>7</b>	<b>Kärkölen vesi</b>
<b>8</b>	<b>Lahti Aqua Oy</b>
<b>9</b>	<b>Lohjan vesi- ja viemärlaitos</b>
<b>10</b>	<b>Lopen vesilaitos</b>
<b>11</b>	<b>Nurmijärven vesi</b>
<b>12</b>	<b>Orimattilan vesi oy</b>
<b>13</b>	<b>Riihimäen vesi</b>
<b>14</b>	<b>Ruokolahden kunnan vesihuoltolaitos</b>
<b>15</b>	<b>Tammelan kunnan vesi</b>
<b>16</b>	<b>Tuusulan seudun vesilaitos</b>
<b>17</b>	<b>Vironlahden kunnan vesi- ja viemärlaitos</b>
<b>18</b>	<b>Alajärven vesiosuuskunta</b>
<b>19</b>	<b>Honkajoen vesihuoltolaitos</b>
<b>20</b>	<b>HS vesi</b>

<b>21</b>	<b>Huittisten kaupunki, vesihuoltolaitos</b>
<b>22</b>	<b>Jämsän vesi liikelaitos</b>
<b>23</b>	<b>Kajaanin vesi</b>
<b>24</b>	<b>Kankaanpään kaupungin vesihuoltolaitos</b>
<b>25</b>	<b>Kannuksen vesiosuuskunta</b>
<b>26</b>	<b>Karstulan kunnan vesi- ja</b>
<b>27</b>	<b>Kauhavan vesi oy</b>
<b>28</b>	<b>Keuruun vesi</b>
<b>29</b>	<b>Kokemäen vesihuolto oy</b>
<b>30</b>	<b>Kokkolan vesi</b>
<b>31</b>	<b>Konneveden kunnan vesihuoltolaitos</b>
<b>32</b>	<b>Kuhmoisten kunnan vesihuoltolaitos</b>
<b>33</b>	<b>Lappajärven vesiosuuskunta</b>
<b>34</b>	<b>Laukkaan kunta, vesi- ja viemärlaitos</b>
<b>35</b>	<b>Muuramen rannankylän ja isolahden vesiosuuskunta</b>
<b>36</b>	<b>Oriveden kaupungin vesihuoltolaitos</b>
<b>37</b>	<b>Osuuskunta vesijako</b>
<b>38</b>	<b>Parkanon kaupungin vesihuoltolaitos</b>
<b>39</b>	<b>Pomarkun vesihuoltolaitos</b>
<b>40</b>	<b>Porin Vesi</b>

	<b>Punkalaitumen 41 kunta/vesihuoltolaitos</b>
	<b>Pälkäneen kunnan 42 vesihuoltolaitos</b>
	<b>43 TAVASE Oy</b>
	<b>44 Turun seudun vesi oy</b>
	<b>45 Ulvilan kaupunki, vesilaitos</b>
	<b>46 Ylöjärven vesi liikelaitos</b>
	<b>47 Ähtärin Energia ja vesi Oy</b>
	<b>48 Äänekosken energia</b>
	<b>Heinäveden kunnan vesi- ja 49 viemärilaitos</b>
	<b>50 Joensuun vesi</b>
	<b>Joroisten kunnan 51 vesihuoltolaitos</b>
	<b>52 Juuan kunnan vesihuoltolaitos</b>
	<b>Keiteleen kunnan vesi- ja 53 viemärilaitos</b>
	<b>54 Keski-Savon vesi oy</b>
	<b>55 Pieksämäen vesi</b>
	<b>56 lin vesiliikelaitos</b>
	<b>57 Limingan vesihuolto oy</b>
	<b>58 Oulun vesi</b>
	<b>59 Pyhäjokisuun vesi oy</b>
	<b>60 Raahen vesi</b>

	<b>Sotkamon kunnan vesi- ja 61 viemärilaitos</b>
	<b>62 Vihannin vesi oy</b>
	<b>63 Arpelan vesiosuuskunta</b>
	<b>64 Enontekiön vesihuolto Oy</b>
	<b>65 Inarin Lapin vesi Oy</b>
	<b>66 Meri-Lapin vesi oy</b>
	<b>67 Pellon Vesihuolto-osuuskunta</b>
	<b>68 Ranuan vesihuolto Oy</b>
	<b>69 Siilinjärven kunta EI</b>
	<b>Järvi-Pohjanmaan alue; Alajärvi, 70 Vimpeli, Soini EI</b>
	<b>Alavuden kaupungin 71 vesihuoltolaitos</b>
	<b>72 Asikkalan kunta</b>
	<b>73 Autiorannan vesiosuuskunta</b>
	<b>74 Eurajoen vesihuoltolaitos</b>
	<b>Hankasalmen kunnan vesi- ja 75 viemärilaitos</b>
	<b>Hartolan kunnan vesi- ja 76 viemärilaitos</b>
	<b>77 Hausjärven kunta</b>
	<b>Heinolan kaupungin 78 vesihuoltolaitos EI</b>
	<b>79 Hyvinkään vesi</b>
	<b>80 Ikaalisten vesi oy</b>

81	Ilmajoen kunta, vesilaitos
	Ilomantsin kunnan
82	vesihuoltolaitos
83	Imatran vesi
	Isokyrön kunnan vesi- ja
84	viemärlaitos EI
85	Itä-Savon vesi
86	Pietarsaaren vesi
87	Jalasjärven vesi oy EI
	88 Jokioisten vesihuoltolaitos
	Juvan kunnan vesi- ja
89	viemärlaitos EI
	90 Jyväskylän energia
	91 Kangasalan vesi -liikelaitos
	Kangasniemen kunnan vesi- ja
92	viemärlaitos
	Karkkilan kaupungin
93	vesihuoltolaitos
	Karttulan vesiosuuskunta
94	(Kuopio?)
95	Kauhajoen vesihuolto oy EI
96	Kausalan lämpö
	97 Kemijärven vesi- ja viemärlaitos
98	Kemin vesi oy
99	Keminmaan vesi oy
100	Kempeleen vesihuolto

	Kihniön kunnan vesi- ja
101	viemärlaitos
102	Kemiönsaaren vesi
	Kirkkonummen kunta,
103	vesihuoltolaitos
	104 Kiteen vesikunta
105	Kittilän vesihuolto-osuuskunta
	106 Kontiolahden vesihuoltolaitos
	Mustasaaren kunnan
107	vesihuoltolaitos
	108 Kotasalmen vesiosuuskunta
109	Kouvolan Vesi
110	KRS-vesi
	Kuhmon kaupunki,
111	vesihuoltolaitos
	112 Kuivaniemen Vesi Oy
	113 Kuopion vesi
	114 Kurikan vesihuolto Oy EI
115	Kuusamon energia- ja
116	Kymenlaakson vesi oy
117	Kyröskosken vesihuolto Oy
	118 Kälviän vesiosuuskunta
	119 Kärsämäen vesihuolto oy
	120 Käylän seudun vesiosuuskunta

121	Laihian kunnan vesihuoltolaitos
122	Laitilan vesihuoltolaitos
123	Lappavesi Oy
124	Lappeenrannan energia oy
125	Laukkalan seudun vesiosuuskunta
126	Lempäälän kunta, vesihuoltolaitos
127	Levin Vesihuolto Oy
128	Lohtajan vesihuolto oy Ei
129	Loimaan vesi
130	Loviisa vesihuolto
131	Luvian kunta, vesi- ja viemärlaitos
132	Maalahden vesi
133	Masku-Nousiainen vesilaitos ky
134	Mikkelin vesiliikelaitos
135	Muuramen kunnan vesi- ja viemärlaitos
136	Mynämäen vesi- ja viemärlaitos
137	Myötämäen Vesi oy
138	Mäntsälän vesi
139	Mänttä-Vilppulan vesihuolto
140	Mäntyharjun vesihuolto

141	Napapiirin vesi
142	Nastolan vesihuoltolaitos Ei
143	Nokian kaupungin vesihuoltolaitos
144	Nurmeksen vesi
145	Paavolan vesi Oy
146	Padasjoen vesihuolto Oy Ei
147	Paimion kaupungin vesihuoltolaitos
148	Parikkalan kunta, vesihuoltolaitos
149	Perhon kunnan vesi- ja viemärlaitos
150	Pieksänkosken vesiosuuskunta
151	Piippolan vesi oy
152	Pikkaralan vesiosuuskunta
153	Polvijärven kunnan vesihuoltolaitos
154	Porvoon vesi
155	Pudasjärven vesiosuuskunta
156	Puumalan vesihuolto
157	Pyhjärven kaupunki/ vesi- ja viemärlaitos
158	Pyhä-Luosto vesi Oy
159	Pyhärannan kunnan vesi- ja viemärlaitos
160	Pääkaupunkiseudun vesi oy

161	Pöytyän kunnan vesihuolto
162	Raaseporin vesi
163	Rauman Vesi
164	Rautalammin kunnan vesihuoltolaitos
165	Rautavaaran kunnan vesihuoltolaitos
166	Reisjärven vesiosuuskunta
167	Ristijärven vesihuolto- osuuskunta
168	Ruskon kunnan vesihuoltolaitos
169	Sallan Aluelämpö Oy, vesi- ja viemärlaitos
170	Sastamalan Vesi
171	Savitaipaleen kunta, vesi- ja viemärlaitos
172	Savonlinnan Vesi
173	Seinäjoen Vesi Oy
174	Siikalatvan Vesihuolto Oy
175	Simon Vesihuolto Oy
176	Siuntion vesihuoltolaitos
177	Someron vesihuolto oy
178	Suonenjoen kaupungin vesihuoltolaitos
179	Sykkäristen vesihuolto oy
180	Taivalkosken kunnan vesihuolto

181	Tampereen vesi
182	Tervolan vesi Oy
183	Teuvan kunnan vesihuoltolaitos
184	Toholammin vesihuolto Oy
185	Toivakan kunta, vesi- ja viemärlaitos
186	Tornion vesi
187	Tuusniemen vesi- ja viemärlaitos
188	Tyrnävän vesihuolto Oy
189	Urjalan kunnan vesihuoltolaitos
190	Uudenkaupungin vesi
191	Uuraisten kunnan vesihuoltolaitos
192	Vampulan vesihuolto oy
193	Vesikolmio Oy
194	Vesi-Mega Oy
195	Vetelin kunnan vesihuoltolaitos
196	Vihdin vesi
197	Wiitaseudun energia Oy
198	Virtain vesiosuuskunta
199	Ylläksen vesihuolto
200	Ylä-Savon vesi Oy

<b>201</b>	<b>Alakylän vesihulto-osuuskunta</b>
<b>202</b>	<b>Bollstad Vattenandelslag</b>
<b>203</b>	<b>Etelä-Elimäen vesiosuuskunta</b>
<b>204</b>	<b>Haapajärven vesi oy</b>
<b>205</b>	<b>Hailuodon vesihuolto</b>
<b>206</b>	<b>Helsinginseudun ympäristöpalvelut</b>
<b>207</b>	<b>Hämeenkyrön kunnan vesihuoltolaitos</b>
<b>208</b>	<b>Larsmo Vattentjänstverk</b>
<b>209</b>	<b>Lieksan vesi</b>
<b>210</b>	<b>Lumijoen vesi oy</b>
<b>211</b>	<b>Oululaisten vesiosuuskunta</b>
<b>212</b>	<b>Outokummun kaupungin vesi- ja viemärlaitos</b>
<b>213</b>	<b>Pielaveden kunnan vesihuoltolaitos</b>
<b>214</b>	<b>Pyhännän vesi Oy</b>
<b>215</b>	<b>Päntäneen vesihuolto Oy</b>
<b>216</b>	<b>Pöljän vesiosuuskunta</b>
<b>217</b>	<b>Saarijärven vesihuolto Oy</b>
<b>218</b>	<b>Sievin vesiosuuskunta</b>
<b>219</b>	<b>Suvisaariston vesiosuuskunta</b>
<b>220</b>	<b>Utajärven kunnallinen vesihuoltolaitos</b>

<b>221</b>	<b>Vaasan vesi</b>
<b>222</b>	<b>Valkeakosken kaupungin vesihuoltolaitos</b>
<b>223</b>	<b>Vöyrin kunnan vesihuoltolaitos</b>
<b>224</b>	<b>Ylitornion kunnan vesi- ja viemärlaitos</b>
<b>225</b>	<b>Etelä-Tammelan Vesihuolto Oy</b>
<b>226</b>	<b>Haukivuoren vesiosuuskunta</b>
<b>227</b>	<b>Hollolan vesihuoltolaitos</b>
<b>228</b>	<b>Iisalmen vesi</b>
<b>229</b>	<b>Järvenpään vesi</b>
<b>230</b>	<b>Kaarinan kaupungin vesi- ja viemärlaitos</b>
<b>231</b>	<b>Kaavin kunnan vesi- ja viemärlaitos</b>
<b>232</b>	<b>Keravan kaupunkihuolto</b>
<b>233</b>	<b>Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä</b>
<b>234</b>	<b>Kiuruveden kaupungin</b>
<b>235</b>	<b>Kymen vesi Oy</b>
<b>236</b>	<b>Lapinlahden vesi oy</b>
<b>237</b>	<b>Loviisan seudun vesi oy</b>
<b>238</b>	<b>Marttilan vesihuoltolaitos</b>
<b>239</b>	<b>Muhoksen vesihuolto</b>
<b>240</b>	<b>Myrskylän kunta</b>



241	Naantalin vesihuoltolaitos
242	Nivalan vesihuolto Oy
243	Nousiaisten vesihuoltolaitos
244	Nurmin vesihuolto-osuuskunta
245	Osuuskunta valkeavesi
246	Paraisten vesihuoltolaitos
247	Pedersöre vatten Ab
248	Pernajan saariston vesiosuuskunta
249	Poronkankaan vesi Oy
250	Porvoon saariston vesihuoltolaitos
251	Raision kaupunki, vesihuolto
252	Riistaveden kylän vesihuolto- osuuskunta
253	Sipoon vesi- ja viemärlaitos
254	Skåldön vesiosuuskunta
255	Sonkajärven kunnan vesi- ja viemärlaitos
256	Tarvasjoen kunnan vesi- ja viemärlaitos
257	Tuusulan kunta, vesihuoltolaitos
258	Vehmaan kunta, vesihuoltolaitos
259	Vesiosuuskunta HKM
260	Vesiosuuskunta Mustijoki
261	Vesiosuuskunta Suoni
262	Vesiosuuskunta Uhkoila
263	Vieremän lämpö ja vesi oy
264	Virtain kaupunki, vesihuoltolaitos
265	Ylivieskan vesiosuuskunta

## Lista kartoitukseen otetuista elintarviketeollisuuslaitoksista

1 A-Pekoni Nurmo Oy	21 Yrjö Wigren Oy
2 A-Pihvi Kuopio Oy	22 Ab Rowenbranch Food Oy
3 A-Sikateurastamo Oy	23 Savon Taimen Oy
4 Atria Oyj	24 Apetit Kala Oy
5 Atria-Chick Oy	25 Apetit Pakaste Oy
6 Atria-Lihavalmiste Oy (Seinäjoki)	26 Best-In Oy (koiranruokaa)
7 Atria-Meetvursti Oy (Nurmo)	27 Heimon Kala Oy
8 Atria Suomi Oy (Seinäjoki)	28 Helsingin Kalansavustamo Oy
9 Atria-Tuoreliha Oy(Nurmo)	29 Juustoportti Food Oy
10 Atria-Valmisruoka Oy (Nurmo)	30 Kainuun Tuote Oy (Riitan herkku)
11 Liha ja Säilyke Oy (Forssa)	31 Kuusamon Juusto Oy
12 A-Pihvi Kauhajoki Oy	32 Kankaisten Öljykasvit Oy
13 Apetit Suomi Oy	33 Kasvishovi Oy
14 Elix Oil Oy	34 Kotivara Oy
15 HKScan Oy Finland Oy	35 Krunex Oy
16 Kaslink Foods Oy	36 Lagerblad Foods Oy
17 Lihajaloste Korpela Oy	37 Lieksan Laatuherkut Oy
18 Paimion Teurastamo Oy	38 Oy Lunden Ab Jalostaja
19 Real Snacks Oy	39 Länsi-Kalkkuna Oy
20 Snellmannin Kokkikartano	40 Maalahden Limppu Oy

41 Maatilan lihakauppa Makuliha Oy	61 Huttulan Kukko Oy
42 Veljekset Mattila Oy	62 Huutokosken Arvo-Kala Oy
43 Napapiirin Kala Oy	63 Hätälä Oy
44 Neomed Oy (öljy)	64 Ab A. Kastén Oy
45 Pajuniemi Oy (makkara)	65 Kuusisen Kala Oy
46 Lihatuokku Jouni Partanen Oy	66 Kylmänen Food Oy
47 Polarica Oy	67 Kymppi-Maukkaat Oy
48 Proteinoil Oy (Raisio)	68 Lapuan Peruna Oy
49 Pönttiön Lihatuote Oy Ei	69 Mildola Oy
50 Roinilan Lihatila Oy	70 Naturica Food Oy (kala)
51 Ab Salmonfarm Oy	71 Perniön Liha Oy
52 Savupojat Oy	72 Raisioagro Oy
53 Snellmanin Lihanjalostus Oy	73 Saarioinen Oy Valkeakoski
54 Tapola Oy Lihanjalostustehdas	74 Saarioinen Oy Kangasala
55 Oy Trio Trading Ab	75 Turun Mestaripalvi Oy
56 Tuusulan Lihansavustamo Oy	76 A-Tuottajat Oy
57 Wursti Oy J&J	77 Lihel Oy
58 Orkla Foods Finland Oy	78 Oy Linseed Protein Finland Ltd
59 Bunge Finland Oy (margariini)	79 Sini-Pellava Oy
60 Orkla Confectionery&Snacks	80 Kaustisen Osuusmeijeri
	81 Kiteen Meijeri Oy
	82 Lihavara Oy
	83 Findus Finland Oy