



VIINIKANLAHDEN PUHDISTAMON TYPENPOISTO DN-PROSESSILLA

Petra Paronen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2012
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan
koulutusohjelma
Kemiantekniikan suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikan suuntautumisvaihtoehto

PARONEN, PETRA:

Viinikanlahden puhdistamon typenpoisto DN-prosessilla

Opinnäytetyö 50 sivua, josta liitteitä 9 sivua
Huhtikuu 2012

Tämä opinnäytetyö tehtiin Tampereen Veden Viinikanlahden jätevedenpuhdistamolle. Työn tarkoituksena oli dokumentoida denitrifikaatio-nitrifikaatio-prosessin (DN-prosessin) käyttöönoton vaiheita puhdistamolla ja tutkia DN-prosessin käytön vaikutusta typen poistumaan jätevedestä. Lisäksi työn tavoitteena oli selvittää, miksi vuosien 2004 ja 2011 typen poistumat erosivat toisistaan, vaikka DN-prosessi oli molempina vuosina puhdistamolla käytössä. Typenpoiston tarkasteluajanjaksoiksi valittiin vuosien 2004–2011 kolmannet vuosineljännekset eli heinä-, elo- ja syyskuut. Puhdistamon typenpoistotulokset saatiin Tampereen Veden laboratoriotietokanta Vekasta.

Vuonna 2011 DN-prosessi otettiin käyttöön ensimmäisiin ilmastuslinjoihin viikolla 19. DN-prosessi toimi kaikissa puhdistamon kahdeksassa linjassa viikosta 32 viikkoon 41 asti. Vuoden 2011 heinä-syyskuun typen poistuma oli 58,6 %, mikä ylitti vuonna 2004 DN-prosessilla saadun typenpoistotuloksen (36,3 %). Vuosina 2005–2009 typenpoistoprosentti oli keskimäärin hieman alle 30 %. Tuolloin DN-prosessi ei ollut käytössä. Vuonna 2010 suoritettu mädättämön tyhjennys laski typenpoiston 2,9 %:iin.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että DN-prosessin käyttö parantaa puhdistamon typenpoistoa. Varsinkin vuoden 2011 typen poistuma oli erityisen hyvä. Vuosien 2004 ja 2011 typen poistumien erolle ei löydetty yksiselitteistä syytä. Sahalahden jätevesien johtaminen Viinikanlahden puhdistamolle syksystä 2010 lähtien on kuitenkin saattanut lisätä orgaanisen aineen määrää, mikä on puolestaan voinut edistää puhdistamon typenpoistoa. Myös saostusaineena käytettävän ferrisulfaatin vähäisempi kulutus vuoden 2011 heinä-syyskuussa vuoteen 2004 verrattuna on todennäköisesti lisännyt orgaanisen aineen määrää prosessissa.

Asiasanat: DN-prosessi, nitrifikaatio, denitrifikaatio, typenpoisto, jätevedenpuhdistus

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Paper, Textile and Chemical Engineering
Option of Chemical Engineering

PARONEN, PETRA:

Nitrogen Removal with DN/N Process in Viinikanlahti Wastewater Treatment Plant

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 9 pages

April 2012

This study was carried out for Viinikanlahti wastewater treatment plant of Tampere Water. The objective of this thesis was to document the introduction stages of denitrifying/nitrifying (DN/N) process and to study the effects that the process has on nitrogen removal. Also, the objective was to find out why the nitrogen removal percent differed in 2004 and 2011, though DN/N process was used in both years. The studied time period was from July to September in the years between 2004 and 2011. The results of the nitrogen removal were gathered from the Veka laboratory database of Tampere Water.

DN/N process was introduced to the first aeration lines in week 19 in 2011. The process was working in all the eight lines of the treatment plant from week 32 to week 41. The nitrogen removal in 2011 was 58, 6 %. This exceeded the result of the year 2004, which was 36, 3 %. When DN/N process was not used (from 2005 to 2009) the nitrogen removal was slightly less than 30 % on the average. In 2010 the nitrogen removal descended to 2, 9 % due to emptying of a sludge digestion tank.

The results suggest that the use of DN/N process improves the nitrogen removal of wastewater treatment plant. Especially in 2011 the results were very good. A definite explanation for the differences between the results of 2004 and 2011 was not found. Wastewater of Sahalahti, which has been directed to Viinikanlahti treatment plant since the autumn of 2010, may have increased the amount of organic matter in the process and thus improved the nitrogen removal. Consumption of ferric sulfate was less in 2011 than in 2004, which may also have increased the amount of organic matter.

Key words: DN/N process, nitrification, denitrification, nitrogen removal, wastewater treatment

ESIPUHE

Opinnäytetyön tekeminen on ollut haastava ja mielenkiintoinen projekti. Aiheeni ansiosta olen päässyt perehtymään jätevedenpuhdistusprosessien lisäksi myös mikrobiologiaan, joka on kasvavassa määrin olennainen osa nykyajan teollisuutta.

Haluan kiittää Tampereen Vedeltä käyttöpäällikkö Heikki Sandelinia ja käyttömestari Veijo Lindelliä, joiden asiantuntemuksesta on ollut korvaamaton apu opinnäytetyötä tehdessäni. Lisäksi haluan kiittää laboratoriomestari Marja Pitkäästä analyysimenetelmiin liittyvistä tiedoista ja laboratorion esittelystä. Kiitos myös Maarit Korhoselle, joka ohjasi opinnäytetyöni.

Tampereella huhtikuussa 2012

Petra Paronen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	YRITYSESITTELY, TAMPEREEN VESI.....	9
2.1	Tampereen Veden toiminnan periaatteita.....	9
2.2	Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo.....	9
3	JÄTEVEDENPUHDISTUSPROSESSI.....	11
3.1	Jätevedenpuhdistuksen merkitys.....	11
3.2	Jätevesi.....	12
3.3	Jätevedenpuhdistusprosessi Viinikanlahden puhdistamolla.....	13
3.4	Jätevedenpuhdistusprosessissa käytettävät kemikaalit.....	14
3.4.1	Ferrisulfaatti.....	15
3.4.2	Meesatuhka.....	15
3.4.3	Polymeeri.....	15
3.5	Jäteveden puhdistusprosessissa syntyvät jätteet.....	16
4	TYPENPOISTO DN-PROSESSILLA.....	18
4.1	Ympäristölupapäätös.....	18
4.2	DN-prosessi.....	19
4.2.1	Nitrifioivien bakteerien biokemia.....	21
4.2.2	Nitrifikaatioprosessissa huomioitavia asioita.....	22
4.2.3	Nitrifikaatio-olosuhteet.....	23
4.2.4	Denitrifioivien bakteerien biokemia.....	24
4.2.5	Denitrifikaatioprosessissa huomioitavia asioita.....	25
4.2.6	Denitrifikaatio-olosuhteet.....	26
4.3	DN-prosessin käyttöönotto Viinikanlahden puhdistamolla.....	26
4.4	DN-prosessin käytön hyödyt puhdistamolle.....	27
5	TYPPI VESISTÖJEN REHEVÖITTÄJÄNÄ.....	29
5.1	Typenpoiston tarpeellisuus.....	29
5.2	Fosforinpoisto.....	31
5.3	Typen- ja fosforinpoiston yhdistäminen.....	32
6	LABORATORIOTULOSTEN ESITTELY.....	33
6.1	Analyysimenetelmä.....	33
6.2	DN-prosessin vaikutus typen poistumaan.....	34
6.3	Vuosien 2004 ja 2011 typen poistumien vertailua.....	35
7	POHDINTA.....	37
	LÄHTEET.....	39
	LIITTEET.....	42
	Liite 1. Viinikanlahden puhdistamon prosessikaavio.....	42
	Liite 2. Yhdistelmätaulukko ¾ 2004.....	43
	Liite 3. Yhdistelmätaulukko ¾ 2005.....	44
	Liite 4. Yhdistelmätaulukko ¾ 2006.....	45
	Liite 5. Yhdistelmätaulukko ¾ 2007.....	46
	Liite 6. Yhdistelmätaulukko ¾ 2008.....	47
	Liite 7. Yhdistelmätaulukko ¾ 2009.....	48
	Liite 8. Yhdistelmätaulukko ¾ 2010.....	49
	Liite 9. Yhdistelmätaulukko ¾ 2011.....	50

ERITYISSANASTO

autotrofi	eliö, joka on omavarainen energian tuotossaan eli pystyy tuottamaan orgaanista ainesta hiilidioksidista, vedestä ja epäorgaanisista yhdisteistä auringon valossa yhteyttämällä
BOD ₇	Biochemical Oxygen Demand eli biokemiallinen hapenkulutus kuvaa sitä happimäärää, joka kuluu seitsemässä vuorokaudessa määrätyissä oloissa näytteessä olevien orgaanisten aineiden biologiseen hajotukseen happipitoisessa tilassa
generaatioaika	aika, jonka kuluessa bakteeripopulaatio kaksinkertaistuu
gramnegatiivinen	gramvärjäyksellä vaaleanpunaiseksi värjäytyvä bakteeri, jonka soluseinässä on ulkokalvo
grampositiivinen	gramvärjäyksellä violetiksi värjäytyvä bakteeri, jonka soluseinässä ei ole varsinaista ulkokalvoa
heterotrofi	eliö, joka tuottaa energiansa toisenvaraisesti eli tarvitsee hiiltä orgaanisina yhdisteinä
kemolitotrofi	eliö, joka saa energiansa hapettamalla epäorgaanisia yhdisteitä
kemotrofi	eliö, joka saa tarvitsemansa energian kemiallisista yhdisteistä
MCRT	Mean Cell Residence Time eli solun viipymäaika on aika, yleensä päivinä, jonka mikro-organismit viipyvät aktiivilieteprosessissa

1 JOHDANTO

DN-prosessi eli denitrifikaatio-nitrifikaatio-prosessi on biologinen typenpoistoprosessi. Typpiyhdisteiden poisto jätevedestä toteutetaan Suomessa yleisimmin nitrifikaatioon ja denitrifikaatioon perustuvilla menetelmillä. Biologisen käsittelyn tarkoituksena on poistaa jätevedestä orgaanisia ja epäorgaanisia aineita bakteereita hyväksi käyttäen. Nitrifikaatiossa jäteveden sisältämät pelkistyneet typpiyhdisteet, kuten ammoniakki, virtsa-aine ja valkuaisaineiden hajoamistuotteet, hapetetaan nitriitin kautta nitraatiksi. Denitrifikaatiovaiheessa nitraatti- ja nitriitti-ionit pelkistetään typpikaasuksi, joka vapautuu ilmakehään.

Typpi on tärkeä ravinne vesistöjen rehevöitymisen kannalta. Erityisesti Itämeren alueella typen määrä vedessä on osoittautunut rehevöitymistä rajoittavaksi tekijäksi. Sisävesissä rajoittava minimiravinne on useimmiten fosfori. Osa sisävesien typpikuormituksesta kuitenkin pääsee kulkeutumaan Itämeren rannikkovesiin. Typpikuormituksesta voi olla haittaa myös niissä sisämaan vesissä, jotka ovat erityisen typpirajoitteisia. Asutuksien jätevedet ovat tyypillisiä typpilähteitä, ja jätevedenpuhdistamoille on alettu antaa myös typenpoistovaatimuksia.

DN-prosessi otettiin Viinikanlahden jätevedenpuhdistamolla käyttöön typenpoiston parantamiseksi kesällä 2011, koska korkein hallinto-oikeus antoi puhdistamolle velvollisuuden mahdollisimman hyvään kokonaistypenpoistoon kumottuaan alempien oikeusasteiden asettaman 60 %:n kokonaistypenpoistovelvoitteen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli dokumentoida DN-prosessin käyttöönoton vaiheita sekä tutkia DN-prosessin käytön vaikutusta Viinikanlahden puhdistamon typenpoistoon. Prosessin käyttöönotto alkoi denitrifikaatiovaiheelle tarvittavan ilmastuksetoman osuuden järjestämisellä puhdistamon biologisen osaston linjoihin. Ilmastuksetomiin lohkoihin asennettiin sekoittimet lietteen liikkeellä pitämiseksi. Kahteen ensimmäiseen linjaan ilmastukseton vaihe otettiin käyttöön toukokuun puolessavälissä ja linjoihin 3, 4, 5, 6 ja 8 noin kuukautta myöhemmin. DN-prosessi oli puhdistamolla käytössä lokakuun puoliväliin asti.

Tiedot kokonaistypen poistumasta saatiin Tampereen Veden laboratoriotietokanta Verkasta. Viinikanlahden puhdistamon kokonaistyyppimääritykset teetetään Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen (KVVY) laboratoriossa. Tulosten perusteella voitiin todeta, että DN-prosessin käyttö parantaa puhdistamon typenpoistoprosenttia. Vuoden 2011 heinä-syyskuussa typenpoisto oli noin 30 % tehokkaampaa kuin edellisinä vuosina, jolloin DN-prosessia ei käytetty. Lisäksi tulos ylitti myös yli 20 %:lla edellisen, vuonna 2004, DN-prosessilla saadun typenpoistotuloksen.

2 YRITYSESITTELY, TAMPEREEN VESI

Tampereen Vesi on Tampereen kaupungin liikelaitos. Sen tehtävänä on tuottaa vesihuoltopalveluja kuluttaja-asiakkaille ja Tampereen seudun kunnille. (Vuosikertomus ja ympäristöraportti 2010, 2.)

2.1 Tampereen Veden toiminnan periaatteita

Tampereen Veden missiona on tuottaa asiakkaille puhdasta talousvettä sekä palauttaa jätevesi puhdistettuna luonnon kiertokulkuun. Kehittymistavoitteena ja Tampereen Veden visiona on taata turvalliset vesihuoltopalvelut osaavan ja motivoituneen henkilökunnan avulla. (Vuosikertomus ja ympäristöraportti 2010, 2.)

Tampereen Veden ympäristötoimintaa ohjaavat viranomaisten myöntämät luvat raaka-vedenoton ja jätevedenpuhdistuksen osalta. Talousvedelle on asetettu laatuvaatimukset sosiaali- ja terveysministeriössä. Tampereen Veden toimintaa ohjaavat myös kaupunginvaltuuston määräämät ja ympäristöjärjestelmässä esitetyt tavoitteet. Tampereen Veden ympäristöjärjestelmälle, joka noudattaa ISO 14001 -standardia, myönnettiin sertifikaatti vuonna 2002. Lisäksi vuonna 2009 on alettu rakentaa ISO 9001 -standardin mukaista laatujärjestelmää. (Tampereen Veden yleisesite, 2011, 2.)

2.2 Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo

Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo perustettiin mekaaniseksi puhdistamoksi vuonna 1972, jolloin sen puhdistusprosessiin kuuluivat välppäys, hiekanerotus ja esiselkeytys (Vuosikertomus ja ympäristöraportti 2010, 14). Vuonna 1976 puhdistamolla otettiin käyttöön kemiallinen saostus koagulanttina alumiinisulfaatti. Vuosina 1980–1982 laitosta laajennettiin lisäämällä puhdistusprosessiin myös biologinen vaihe ja saostuskemikaaliksi vaihdettiin ferrosulfaatti, joka korvattiin 1990-luvun loppupuolella ferrisulfaatilla. Nykyään mekaanisen puhdistuksen lisäksi jätevesi käsitellään myös biologis-kemiallisesti. (Lindell 2011a, 1.)

Biologisessa puhdistuksessa jätevedestä poistetaan orgaaninen aines ja jäteveden ammoniumtyppi hapetetaan nitraatiksi. Prosessia kutsutaan aktiivilietemenetelmäksi. Biologiskemiallisessa menetelmässä fosforia ja osittain myös orgaanista ainesta poistetaan ferrisulfaattiliuoksella saostamalla. Prosessissa syntynyt liete sakeutetaan, mädätetään ja kuivataan lingoilla, jonka jälkeen se kompostoidaan. Kompostoitua lietettä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi maanviljelyssä ja viherrakentamisessa. Mädätyksestä syntyy hajoamistuotteena biokaasua, josta voidaan tuottaa sähköä ja lämpöä puhdistamon kaasumoottorigeneraattorilla. (Vuosikertomus ja ympäristöraportti 2010, 14.)



KUVA 1. Viinikanlahden puhdistamoaluetta

3 JÄTEVEDENPUHDISTUSPROSESSI

Viemäri-vesien käsittelyn päätavoitteena on vähentää luonnolle viemärivedestä aiheutuvia haittavaikutuksia. Jätevedet tulee käsitellä siten, että purkuvesistön veden laatu säilyy riittävän hyvänä muita käyttötarkoituksia varten. Jätevedenpuhdistamon käsittelyteho määräytyy ensisijaisesti purkuvesistöön tulevan kokonaiskuormituksen ja vesistölle asetettujen laatuvaatimusten perusteella. (Karttula 1999, 172.)

3.1 Jätevedenpuhdistuksen merkitys

Jäteveden puhdistamiseksi on käytössä monia osaprosesseja, joita yhdistelemällä saadaan käsittelyteholtaan erilaisia laitoskokonaisuuksia. Laitoksia kutsutaan niiden keskeisimmän prosessin mukaisesti mekaanisiksi, kemiallisiksi tai biologisiksi käsittelylaitoksiksi. Kaikki käsittelymenetelmät ovat vain osittaisia, koska käsiteltykin jätevesi aiheuttaa muutoksia purkuvesistössä. Useimmat ympäristön kannalta haitalliset tekijät saadaan vähentymään käytännössä noin 90-prosenttisesti. (Karttula 1999, 136–141.)

Vaikka käsiteltyilläkin jätevesillä on vaikutusta purkuvesistöjen tilaan, vesistön happitilanne heikkenisi huomattavasti, jos jätevedet johdettaisiin käsittelemättöminä vesistöön. Asiantuntija-arvioiden mukaan orgaanisen aineksen ja ammoniumtyypen haitalliset vaikutukset vesistössä olisivat tällöin noin 50-kertaiset. (Tenhunen, Oinonen & Seppälä 2000, 55.)

Viemäri-laitoksen toiminnasta ei saa aiheutua ympäristöön hygieenisiiä haittoja, hajuja tai tulvimista, eikä vesistön vähittäisestä likaantumisen tai pilaantumisen saa aiheutua haittoja. Vaatimukset koskevat niin jätevesien keräämistä, käsittelyä kuin poistoaikin. Käsittelylaitosten on puhdistettava jätevedet riittävän tehokkaasti niin, että viemäri-
vesi ei aiheuta purkuvesistössä hygieenisiiä riskejä tai muita haittoja. (Karttula 1999, 136–141.)

3.2 Jätevesi

Jätevesi jaetaan kahteen eri komponenttiin: asumisjätevedeen ja teollisuusjätevedeen. Asumisjätevesi on pääasiassa taloudessa käytettyä ja sieltä poistettua jätevettä. Myös erilaisten laitosten, kuten sairaaloiden, hotellien ja kasarmien, jätevesi katsotaan asumisjätevedeksi samanlaisen laatunsa ja vuorokaudenaikaisten vaihteluidensa takia. Melkein kaikki asumisjätevesi on alkuperältään vesijohtovettä, jonka määrästä 80–90 % arvioidaan joutuvan viemäriin. Teollisuusjäteveden määrän arvioiminen on vaikeaa, koska teollisuuslaitosten vedenkäyttö vaihtelee teollisuusalasta, tehtaan suuruudesta, vuodenaikasta, raaka-aineista ym. tekijöistä riippuen. Kaupungeissa teollisuusjäteveden keskimääräinen osuus on 10–30 % kokonaisjätevesimäärästä. Runsaasti vettä käyttävä teollisuus järjestää tavallisesti sekä vedenhankintansa että viemärointinsä itse. Viemärivesi sisältää myös perustusten kuivatusvesiä, vuotovesiä sekä sekaviemäroidyillä alueilla ajoittain sadevesiä, jotka laimentavat jätevettä. (Karttula 1999, 136–141,173.)

Käytännössä jätevesien käsittelyn tarve ja käsittelymenetelmä määräytyvät pitkälti vesioikeuden lupapäätöksiä antamista raja-arvoista. Puhdistusteho lasketaan jäteveden puhdistamolta lähtevän ja sinne tulevan jäteveden BOD₇- (biologinen hapenkulutus) ja fosforiarvoista. Taulukossa 1 on esitetty yhdyskunnan jätevesien tyypillinen koostumus. Lisäksi jäteveden sisältämiä käsitteilyä vaativia epäpuhtauksia ovat esimerkiksi ruokajäte, hiekka, patogeeniset bakteerit, raskasmetallit ja muovit. (Karttula 1999, 48, 172.)

TAULUKKO 1. Yhdyskunnan jätevesien tyypillinen koostumus

(Karttula 1999, 173, muokattu)

Kuormitustekijä	Kuormitus mg/l
BOD ₇	200 – 250
Fosfori (P)	6 – 12
Typpi (N)	30 – 40
Kiintoaines	250 – 300

3.3 Jätevedenpuhdistusprosessi Viinikanlahden puhdistamolla

Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo on Tampereen neljästä jätevedenpuhdistamosta suurin. Siellä käsitellään noin 80 % toimialueensa jätevesistä, mikä vastaa suunnilleen 23 miljoonaa kuutiometriä jätevettä vuodessa. (Lindell 2011a, 1.)

Viinikanlahden puhdistamon uusi tulopumppaamo valmistui vuonna 2011, ja se käsittää kuusi pinta-asenteista pumppua, joiden yhteisvirtaama kahdeksan metrin korkeuteen on maksimissaan $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Tulopumppaamosta jätevesi johdetaan koneelliseen karkeavälppäykseen, johon kuuluu kolme 15 mm:n sälevälillistä välppää ja hydraulinen välpeuristin. Karkeavälppäyksen jälkeen jätevedestä poistetaan hiekka hiekanerotuksessa, joka käsittää hiekkapesurin ja kolme ilmastettua laskeutusallasta, joiden yhteistilavuus on 540 m^3 . Hiekanerotusvaiheeseen kuuluu myös pintavaahdonpoisto ja prosessin ensimmäinen ferrisulfaatin syöttöpiste. Jätevesi välpätään vielä kerran neljällä 3 mm:ä säleväliltään olevalla hienovälppällä ennen kuin se johdetaan esiselkeytykseen. Välpätty kiintoaine johdetaan välpepesurin kautta hydrauliseen puristimeen ja kerätään lavalle poisvientiä varten. (Lindell 2011a, 1; Liite 1.)

Esiselkeytysaltaita on neljä, ja niiden kokonaistilavuus on $17\,400 \text{ m}^3$. Altaat ovat muoltaan pyöreitä ja yhteispinta-alaltaan 5480 m^2 . Esiselkeytyksessä jätevedessä oleva kiintoaine laskeutuu painovoiman vaikutuksesta altaan pohjalle, jossa pyörivä kaavin kokoa laskeutuneen lietteen ja siirtää sen kohti keskellä pohjaa olevaa poistoaukkoa, josta liete pumpataan lietteenkäsittelyyn. (Lindell 2011a, 1; Liite 1.)

Jäteveteen lisätään ferrisulfaattia ja kalkkia ennen kuin se johdetaan biologisen osaston ilmastusaltaisiin. Ilmastuslinjoja on kahdeksan, ja ne ovat yhteistilavuudeltaan $17\,000 \text{ m}^3$. Jokainen linja koostuu viidestä lohkoista. Ilmastusaltailla hajotustoimintaan käytettävät mikrobit lisääntyvät koko ajan käyttäessään orgaanista ainetta ravinnokseen. Osa jatkuvasti kasvavasta biomassasta palautetaan ilmastusaltaisiin puhdistusprosessin tehostamiseksi ja osa poistetaan lietteenkäsittelyyn (Lindell 2011b, 4). Mikrobin toiminta vaatii elinympäristöltä tiettyä happipitoisuutta, ja siksi altaita pitää ilmastaa. Ilmastus toteutetaan johtamalla happea altaiden pohjassa olevien ilmastuskumien reikien läpi. (Lindell 2011a, 1; Liite 1.)

Viimeinen puhdistusvaihe, johon jätevesi johdetaan, on jälkiselkeytys. Jälkiselkeytyslaita on yhteensä 16 eli kaksi jokaisessa linjassa. Niiden kokonaistilavuus on 22 200 m³ ja kokonaispinta-ala 6360 m² (Lindell 2011a, 1; liite 1). Jälkiselkeytyksessä flokkimainen liete poistetaan pinnalta ja pohjasta altaissa liikkuvien laahaimien avulla. Osa lietteestä palautetaan ilmastukseen ja osa puhdistusprosessin alkuun. (Lindell 2011b, 4.)

Biologisessa prosessissa muodostuva ylijäämäliete pumpataan hiekanerotuksen kautta esiselkeytykseen, jossa se yhdessä tulevan kiintoaineen kanssa laskeutuu altaan pohjalle ja pumpataan lietteenkäsittelyyn (Sandelin 2012a). Lietteenkäsittelyssä prosessissa syntynyt liete sakeutetaan, mädätetään ja kuivataan lingoilla ennen kompostointia. Puhdistettu jätevesi johdetaan jälkiselkeytyksestä Pyhäjärveen (KVVY, Tampere 2011). (Lindell 2011a, 1; Liite 1.)

Suurin osa lietteestä menee Koukkujärven jätteenkäsittelykeskukseen kompostoitavaksi. Kompostoitua lietettä voidaan käyttää esimerkiksi viherrakentamisessa, maanviljelyssä ja maanparannusaineena. Mädätyksessä lietteen orgaaninen aines hajoaa hiilidioksidiksi, vedeksi ja metaaniksi. Hajoamistuotteena syntyvästä biokaasusta tuotetaan sähköä ja lämpöä puhdistamon käyttöön. (Lindell 2011b, 4; Vuosikertomuskertomus ja ympäristöraportti 2010, 14.)

3.4 Jätevedenpuhdistusprosessissa käytettävät kemikaalit

Kun Viinikanlahden puhdistamo perustettiin vuonna 1972, puhdistamolla oli käytössä vain jäteveden mekaaninen käsittelyprosessi. Jätevedenpuhdistusta tehostettiin 1970-luvun puolivälissä ottamalla käyttöön myös kemiallinen puhdistus fosforin poissaostamiseksi. (Juuti 2001, 232.)

Jätevedenpuhdistuskemikaalien käytössä ja varastoinnissa on noudatettava Pirkanmaan ympäristökeskuksen antamia määräyksiä, joilla pyritään estämään puhdistusprosessin ja puhdistamon ympäristön vahingoittuminen. Kemikaalit on varastoitava ja käsiteltävä puhdistamoalueella siten, että menettelystä ei aiheudu epäsiisteyttä, pölyämistä, hajuhaittaa, maaperän tai vesien pilaantumista tai muuta haittaa ympäristölle. Lisäksi prosessin kemikaalien kulutusta on tarkkailtava ja kerätyt tiedot on dokumentoitava. (Lupapäätös 31/2007/1, 37–41.)

3.4.1 Ferrisulfaatti

Viinikanlahden jätevedenpuhdistusprosessissa käytetään saostusaineena ferrisulfaatti Kemwater PIX 105:tä. Sen avulla jätevedestä saostetaan pois epäpuhtauksia ja fosforia (Ferrisulfaatti saostaa...2007). Ferrisulfaatin ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) lisäksi kemikaali sisältää pieniä määriä rikkihappoa, ferrosulfaattia ja mangaanisulfaattia. Ferrisulfaatti on ruskeaa, syövyttävää nestettä (pH <1). Laimennettua ferrisulfaattia syötetään jätevedenpuhdistusprosessiin kahdessa vaiheessa: ennen hiekanerotusta ja ennen biologisen osaston ilmastusaltaita (kuvio 1). (Tuotetiedot: PIX 105, 2005.)

3.4.2 Meesatuhka

Meesatuhka eli kalkki on kalsiumkarbonaattijauhetta (CaCO_3), joka sisältää pieniä määriä (<0,1 %) natriumsulfaattia. Kalkkia syntyy keitto- eli valkolipeän valmistuksessa Äänekosken Metsä-Botnian sellunvalmistusprosessissa, ja se erotetaan valkolipeästä suodattamalla. (Sanasto: Meesatuhka 2012.)

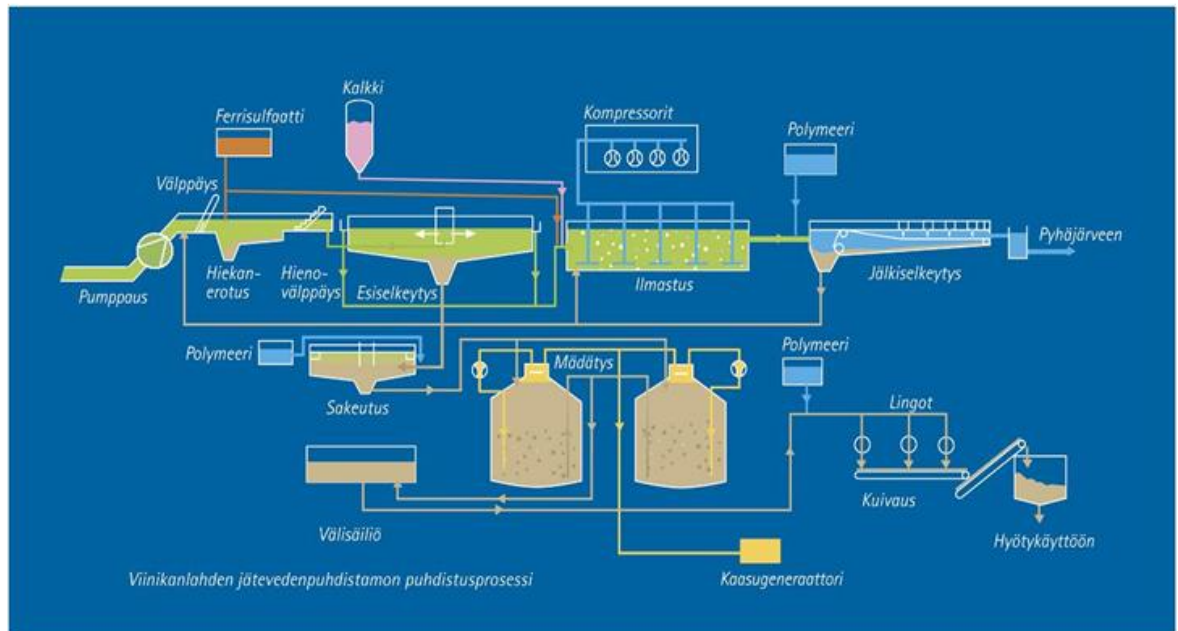
Fysikaalisilta ominaisuuksiltaan kalkki on vaaleaa, hajutonta jauhetta. Kiinteänä se liukenee veteen voimakkaasti reagoiden. Ilmaan päässyt kalkki voi ärsyttää hengitysteitä, ja sitä on säilytettävä tiiviissä säiliössä. Voimakkaasti emäksistä kalkkia (pH≈12) käytetään jätevedenpuhdistuksessa alkaliteetin säätöön. Nitrifikaatio ja denitrifikaatio kuluttavat jäteveden sisältämää alkaliteettia, mikä saattaa johtaa pH:n laskemiseen alle 6, 7:n ja sen myötä nitrifikaation ja puhdistusprosessin häiriintymiseen (Sandelin 2012a). Viinikanlahden puhdistamolla kalkki syötetään puhdistusprosessiin ennen ilmastusaltaita (kuvio 1). (Käyttöturvallisuustiedote: Meesatuhka 2005.)

3.4.3 Polymeeri

Polymeeriä käytetään jätevedenpuhdistusprosessissa kiintoaineen ja veden erottamiseen sekä lietteen käsittelyyn. Polymeeri on valkeaa jauhetta, jonka pH on 2,5–7 liuoksen väkevyydestä riippuen. Polymeeri saattaa ärsyttää ihoa ja silmiä, joten sen pölyämistä on estettävä. Viinikanlahden puhdistamolla yleisimmin käytetty polymeeri on Fennopol

K 5060, joka on akryyliamidin ja akrylaattipohjaisen kvaternäärisen amiinin kopolymeri. (Käyttöturvallisuustiedote: Fennopol K 5060 2009.)

Polymeeriä lisätään Viinikanlahden puhdistamolla esiselkeytyksestä ja biologiselta osastolta poistettuun lietteeseen ennen sakeutusta sekä mädätyksen jälkeen ennen lietteen linkousta (kuvio 1). Kuviossa 1 on esitetty Viinikanlahden puhdistusprosessi sekä kemikaalien syöttöpisteet.



KUVIO 1. Viinikanlahden jätevedenpuhdistamon puhdistusprosessi (Jäteveden puhdistus 2011, muokattu)

3.5 Jäteveden puhdistusprosessissa syntyvät jätteet

Puhdistamolle saapuvassa jätevedessä on paljon jäteveteen kuulumatonta tavaraa, kuten terveystiteitä ja ruoantähteitä. Suurimmat jätteet erotellaan jätevedestä välpillä. Välppäjäte, joka sisältää muun muassa vessapaperia, johdetaan hydraulisesti puristettuna välppien alla olevalle lavalle. Hiekanerotuksessa poistettu hiekka ja muu aines siirretään myös omalle lavalleen poiskuljetusta varten. Hienovälppäyksessä jätevedestä poistetaan pienempiä roskia, kuten tupakantumpeja ja pumpulipuikkoja. Välppäjäte loppusijoitetaan Tarastenjärven jätteenkäsittelyasemalle. (Lindell 2011b, 3.)

Esiselkeytyksessä laskeutunut liete johdetaan lietteenkäsittelyyn ja mädättämöön. Liete tiivistetään ja mädätetään hapettomissa oloissa, kuivataan lingoilla ja kompostoidaan (Vuosikertomus ja ympäristöraportti 2010, 14). Esiselkeytysaltaiden pinnalle jäävä aines kerääntyy altaiden keskellä olevaan pintalietekaivon, josta se tyhjenetään viikoittain ja viedään vesilaitoksen loka-autolla Tarastenjärven jätteenkäsittelyasemalle. Pintalietekaivoista tulevan nestemäisen jätteen jätemaksu on korkeampi kuin tavallisen kiinteän jätteen. (Lindell 2011b, 3.)

4 TYPENPOISTO DN-PROSESSILLA

Typpiyhdisteiden poisto jätevedestä voidaan toteuttaa monilla sekä fysikaalisilla, kemiallisella että biologisilla menetelmillä. Suomessa yleisimmin käytetyt menetelmät perustuvat nitrifikaatioon ja denitrifikaatioon, jotka ovat biologisia puhdistusprosesseja. Biologiset typenpoistoprosessit voidaan toteuttaa aktiivilietemenetelmään perustuvina, suodatinmenetelmään perustuvina tai näiden yhdistelminä. (Typenpoistomenetelmät 2011.)

4.1 Ympäristölupapäätös

4.2.2009 annetun Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen (nro 09/0039/1) mukaan Viinikanlahden jätevedenpuhdistamolta vaadittiin 60 prosentin vähimmäistehoa kokonaistypenpoistoon vuoteen 2013 mennessä. Suurimpana syynä tähän mainittiin typen päätyminen Pyhäjärvestä Kokemäenjoen kautta typpiherkkään Selkämereen. Vaaditun typenpoistotehon saavuttamiseksi puhdistamon aktiivilieteprosessiyksikköä olisi laajennettava ja puhdistamolla olisi alettava käyttää ulkoista hiililähdettä biologisen puhdistusvaiheen tehostamiseksi. (Korkeimman hallinto-oikeuden päätös 766/1/09, 1–3.)

Tampereen kaupunki ja Tampereen Vesi valittivat päätöksestä korkeimpaan hallinto-oikeuteen, ja jätevedenkäsittelyn tehostamista koskevaa vaatimusta typenpoiston osalta vaadittiin poistettavaksi. Perusteluna esitettiin, että tarvittavien laajennusten tekeminen noin 50 miljoonalla eurolla pelkästään typenpoiston toteuttamiseksi ei olisi kannattavaa, koska näin saavutettu hyöty olisi kustannuksiin verrattuna hyvin vähäinen. Nykyisillä laitoksilla saavutetaan muutenkin hyvä puhdistustulos. Vaadittava typenpoisto on helpommin toteutettavissa suunnitellun keskuspuhdistamohankkeen yhteydessä. Valituksessa todettiin myös, että Suomen valtion tulkinnan mukaan jätevesilaitokset voidaan velvoittaa typenpoistoon vain, jos paikallisten olosuhteiden perusteella voidaan todeta, että vesistöön päästetty typpi aiheuttaa rehevöitymistä. Sekä hallinto-oikeuden että ympäristölupaviraston päätöksissä on todettu, että etteivät typpipäästöt aiheuta rehevöitymistä Pyhäjärvestä. (Korkeimman hallinto-oikeuden päätös 766/1/09, 5–6.)

Korkein hallinto-oikeus antoi 16.12.2010 päätöksensä Viinikanlahden ja Raholan ympäristöluvista. Alempien oikeusasteiden asettama 60 %:n kokonaistyppevelvoite kumottiin ja muutettiin Viinikanlahden osalta velvollisuudeksi pyrkiä mahdollisimman hyvään

kokonaistypenpoistoon. Viinikanlahdella otettiin DN-prosessi uudelleen käyttöön typenpoiston parantamiseksi. (Korkeimman hallinto-oikeuden päätös 766/1/09, 30.)

4.2 DN-prosessi

DN-prosessi on biologinen typenpoistoprosessi. Biologisen käsittelyn tarkoituksena on poistaa jätevedestä siihen liuenneita tai kolloidisina esiintyviä laskeutumattomia orgaanisia ja epäorgaanisia aineita. Bakteerit käyttävät jäteveden orgaanista ainetta ja epäorgaanisia suoloja kasvuunsa. Orgaanisesta aineesta hapettamalla saatu energia kuuluu bakteerin uuden solumateriaalin synteesiin ja elintoimintojen ylläpitoon. Syntynyt solumateriaali voidaan erottaa jätevedestä, koska sen ominaispaino on jonkin verran suurempi kuin vedellä. Biologiset prosessit jaetaan kahteen pääryhmään: aerobisiin eli hapellisiin prosesseihin ja anaerobisiin eli hapettomiin prosesseihin. (Karttunen 1999, 67–68.)

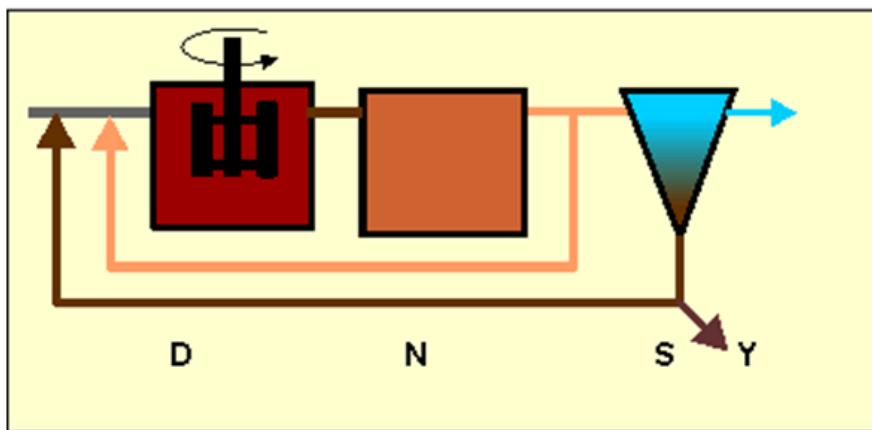
Suomessa typpiyhdisteet poistetaan jätevedestä lähinnä nitrifikaatioon (aerobinen vaihe) ja denitrifikaatioon (anaerobinen vaihe) perustuvilla biologisilla menetelmillä. Nitrifikaatiossa jäteveden sisältämät pelkistyneet typpiyhdisteet, kuten ammoniakki, virtsaaine ja valkuaisaineiden hajoamistuotteet, hapetetaan nitriitin kautta nitraatiksi (Typenpoistomenetelmät 2011). Nitrifikaation nopeus riippuu lämpötilasta ja hapettumisreaktiot ovat siten talvella huomattavasti hitaampia kuin kesällä. Tätä voidaan osittain kompensoida nostamalla lietepitoisuutta ja lieteikää. (Tenhunen, Oinonen & Seppälä 2000, 20.)

Denitrifikaatiovaiheessa tapahtuu NO_3^- - tai NO_2^- -ionien pelkistäminen typpikaasuksi (N_2). Denitrifikaatio on yleistä heterotrofisilla ja autotrofisilla bakteereilla, joista monet pystyvät hengittämään sekä happea että typpeä. Denitrifikaatiota käytetään, kun vaaditaan erityisen hyvää typenpoistoa. Jotta denitrifikaatio toimisi, typen täytyy olla hapettuneessa muodossa eli NO_3^- - tai NO_2^- -ioneina. Koska typpi on tavallisesti jätevedessä pelkistyneessä muodossa, denitrifikaatio yhdistetään usein nitrifikaation kanssa, joka tuottaa hapettunutta typpeä. Nitrifikaation ja denitrifikaation yhdistelmällä voidaan saavuttaa 60–90 prosentin typenpoisto (Typenpoistomenetelmät 2011). (Rittman & McCarty 2001, 497.)

Kuviossa 2 on esitetty kaavio denitrifikaatio-nitrifikaatio-prosessista. DN-prosessissa mekaanisen käsittelyn jälkeen tulee hapeton, sekoittimilla varustettu denitrifikaatioallas (D), ja tämän jälkeen ilmastusallas (N), jossa tapahtuu orgaanisen aineen hajoaminen ja typpiyhdisteiden hapetus eli nitrifikaatio. (Typenpoistomenetelmät 2011.)

DN-prosessissa denitrifikaatiossa tarvittava nitraatti saadaan kierrättämällä denitrifikaatio-osaan nitraattipitoista aktiivilietettä. Orgaanisen hiilen lähteenä käytetään jäteveden sisältämää hiiltä. Kierrätysuhdetta muuttamalla voidaan kokonaistypenpoistoastetta muuttaa. Rajoitukseksi muodostuu tulevan jäteveden hiilen ja typen (C:N) suhde (Rantanen ym. 1999, 12). Kun lietettä kierrätetään, bakteerit pystyvät hyödyntämään paremmin jäteveden orgaanisen aineksen. Tällä tavoin ei tarvitse käyttää ulkopuolista hiililähdettä kuten metanolia. Myös ilmastuksen tarve vähenee, koska bakteerit voivat käyttää nitraatin happea orgaanisen aineen hajotukseen. (Typenpoistomenetelmät 2011.)

Denitrifikaatio- ja nitrifikaatiovaiheet voivat olla myös käänteisessä järjestyksessä, jolloin puhutaan ND-prosessista. Tämä vaatii kuitenkin energian lisäksi myös enemmän kemikaaleja kuin DN-prosessi, koska kalkin tarve happamuuden säädössä on suurempi. (Typenpoistomenetelmät 2011.)



KUVIO 2. Kaavio DN-prosessista

D denitrifikaatioallas

N ilmastusallas

S selkeytysallas

Y ylijäämälietteen poisto

(Typenpoistomenetelmät 2011.)

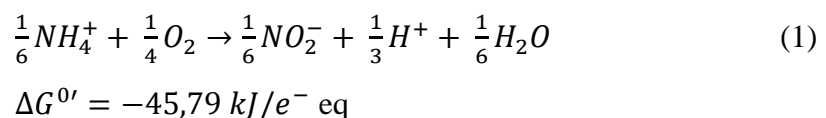
4.2.1 Nitrifioivien bakteerien biokemia

Nitrifioivia bakteereita elää maaperän pintakerroksissa ja vedessä. Ne päätyvät jätevedenpuhdistamoille virtauksen mukana ja suodattimien läpi (Gerardi 2006, 80). Nitrifioivat bakteerit ovat autotrofeja (tuottavat energiaa yhteyttämällä), kemolitotrofeja (tuottavat energiaa hapettamalla epäorgaanisia yhdisteitä) ja aerobeja (happea vaativia) mikrobeja. Kaikki nämä ominaisuudet täytyy ottaa huomioon, kun bakteereja valitaan ja kasvatetaan biologisiin prosesseihin. Nitrifioivat bakteerit ovat autotrofeja, joten ne käyttävät epäorgaanista hiiltä orgaanisen aineksen tuottamiseen. Tämä prosessi vaatii paljon energiaa. Kemolitotrofisen luonteensa takia bakteerien energiantuotto ei ole kovin tehokasta, koska typpi elektronienluovuttajana vapauttaa vähemmän energiaa kuin orgaaniset elektroninluovuttajat, vety tai pelkistetty rikki. Alhainen energiantuotto aiheuttaa sen, että nitrifioivat bakteerit ovat hitaita kasvamaan. (Rittman & McCarty 2001, 470.)

Pitkän generaatioaikansa eli populaation kaksinkertaistumisaikansa ja hitaan kasvunsa takia nitrifioivat bakteerit käsittävät alle 10 % aktiivilieteprosessin bakteeripopulaatiosta. Aerobiset nitrifioivat bakteerit elävät pääasiassa kiintoainehiukkasten reunalla, missä liuenneen hapen konsentraatio on korkea. (Gerardi 2006, 80.)

Nitrifioivat bakteerit käyttävät happea hengitykseen ja ammoniumionien (NH_4^+) hapettamiseen hydroksyyliamiiniksi (NH_2OH). Jälkimmäinen käyttökohde saattaa olla syynä siihen, miksi nitrifioivat bakteerit eivät kestä alhaisia happipitoisuuksia: niiden katabolia hidastuu vähähappisissa konsentraatioissa, toisin kuin monien heterotrofien. (Rittman & McCarty 2001, 471.)

Nitrifikaatio on kaksivaiheinen prosessi. Ensimmäisessä vaiheessa ammoniumionit hapetetaan NO_2^- -ioneiksi alla olevan energiaa tuottavan reaktion mukaisesti:



Useimmiten ensimmäisen vaiheen suorittavan bakteerisuvun on oletettu olevan *Nitrosomonas*, mutta myös *Nitrosococcus*, *Nitrosopira*, *Nitrosovibrio* ja *Nitrosolobus* pystyvät hapettamaan ammoniumioneja NO_2^- -ioneiksi. Kaikki nämä bakteerisuvut, joilla on nimessään etuliite *Nitroso*, ovat geneettisesti erilaisia, mutta silti sukua toisilleen kuulu-

en proteobakteerien pääjaksoon. Bakteerien erilaisuudesta johtuen voidaan olettaa, ettei *Nitrosomonas* välttämättä ole hallitseva suku kaikissa tapauksissa. (Rittman & McCarty 2001, 471.)

Nitrifikaation toinen vaihe on NO_2^- -ionien hapetus NO_3^- -ioneiksi:



Vaikka myös *Nitrospira*-, *Nitrospina*-, *Nitrococcus*- ja *Nitrocystis*-sukujen tiedetään hankkivan energiaa toisen vaiheen reaktiolla, *Nitrobacter* on tunnetuin NO_2^- -hapettajasuku. Viimeisimpien tutkimusten mukaan *Nitrobacter* ei kuitenkaan ole tärkein nitraattia hapettava bakteerisuku useimmissa jätevedenpuhdistusprosesseissa, vaan *Nitrospira*. (Rittman & McCarty 2001, 471.)

4.2.2 Nitrifikaatioprosessissa huomioitavia asioita

Nitrifikaatioprosessia käytettäessä täytyy ottaa huomioon, että heterotrofiset eli orgaanisista hiiliyhdisteistä energiansa tuottavat bakteerit ovat aina kilpailemassa nitrifioivien bakteerien kanssa sekä liuenneesta hapesta että elintilasta. Nitrifioivat bakteerit ovat molemmissa suhteissa epäedullisessa asemassa heterotrofeihin verrattuna. Tilannetta voidaan parantaa varmistamalla riittävän pitkä kiintoaineen retentioaika, jonka täytyy yleensä olla pidempi kuin 15 vuorokautta. Vielä pidempiä aikoja voidaan tarvita myrkyllisten aineiden, alhaisen happipitoisuuden tai alhaisen lämpötilan vuoksi. (Rittman & McCarty 2001, 474.)

Nitrifikaatio vaatii suuren happikonsentraation toimiakseen. Lisäksi nitrifikaatio tuottaa kaksinkertaisesti happoa jokaista poistettua NH_4^+ -ionia kohden. Hapon tuotto syntyy nitrifikaation ensimmäisessä vaiheessa, ammoniumionin hapetuksessa. Nitrifioivien bakteerien toiminta voi herkästi estyä monien orgaanisten ja epäorgaanisten yhdisteiden vaikutuksesta. Merkityksellisimpiä näistä ovat ionisoitumaton ammoniakki, dissosioitumaton HNO_2 , raskasmetallit, klooratut orgaaniset kemikaalit ja alhainen pH. (Rittman & McCarty 2001, 474.)

Nitrifioivat bakteerit hapettavat ionisoitua ammoniakkia ja nitriittiä saadakseen energiaa solutoimintoihinsa ja lisääntymiseen. Aktiivilietelaitosprosessissa tämä aiheuttaa lietteen määrän lisääntymisen. Koska ionisoidun ammoniakkin ja nitriitin hapettamisesta saatava energia on vähäinen myös bakteerien kasvu ja lietteen tuotto on melko vähäistä. (Gerardi 2006, 79.)

Optimaalisissa olosuhteissa nitrifioivien bakteerien generaatioaika on noin 8–10 tuntia, mutta aktiivilietelaitoksen olosuhteissa generaatioaika on jopa 2–3 päivää. Jätevedenpuhdistamoilla kannattaa pyrkiä ylläpitämään pitkää solun viipymäaika (MCRT, mean cell residence time), jotta saadaan vakiinnutettua tehokkaaseen nitrifointiin kykenevä bakteeripopulaatio. (Gerardi 2006, 80.)

4.2.3 Nitrifikaatio-olosuhteet

Nitrifioivien bakteerien aktiivisuus ja generaatioaika riippuvat lämpötilasta. Lämpötilan noustessa niiden aktiivisuus kasvaa, ja ne lisääntyvät nopeammin. Nitrifioivat bakteerit ovat aktiivisia lämpötilan ollessa 5–40 °C, mutta aktiivilietelaitoksessa nitrifikaation maksimilämpötilana pidetään 30 astetta. Tässä lämpötilassa *Nitrosomonaksen*, joka on yksi tärkeimmistä nitrifioijista, aktiivisuus on korkeimmillaan ja generaatioaika lyhimillään. Nitrifioimattomaan aktiivilieteprosessiin verrattuna nitrifioivassa prosessissa tarvitaan kolmin-nelinkertainen ilmastustilavuus silloin, kun lämpötila on 5–10 °C (Rantanen ym. 1999, 11).

Nitrifioivien bakteerien aktiivisuus ja populaation koko riippuvat myös monista muista tekijöistä, kuten ravinteiden saatavuudesta, pH:sta, liuenneen hapen määrästä, ja solun viipymäajasta. (Gerardi 2006, 81.)

TAULUKKO 2. Liuennut happi ja nitrifikaatio (Gerardi 2006, 85, muokattu)

Liuennut happi (mg/l)	Vaikutus nitrifikaatioon
<0,5	Nitrifikaatio alkaa, mutta on merkityksetöntä
0,5–0,9	Nitrifikaation määrä alkaa nousta kiihtyvästi
1,0–2,0	Nitrifikaation määrä on merkittävä
2,1–2,9	Jatkuva nitrifikaatio
3,0	Nitrifikaation määrä maksimi

TAULUKKO 3. Lämpötila ja nitrifikaatio (Gerardi 2006, 84, muokattu)

Lämpötila (°C)	Vaikutus nitrifikaatioon
30	Optimaalinen nitrifikaatio
15	Nitrifikaatio noin 50 % optimista
10	Nitrifikaatio noin 20 % optimista
5	Nitrifikaatio pysähtyy

TAULUKKO 4. pH ja nitrifikaatio (Gerardi 2006, 84, muokattu)

pH	Vaikutus nitrifikaatioon
4,0–4,9	Nitrifioivat bakteerit eivät ole aktiivisia
5,0–6,7	Nitrifioivien bakteerien aktiivisuus on hidasta
6,8–7,2	Haluttu pH-alue aktiivilieteprosessin nitrifikaatiolle
7,3–8,0	Nitrifikaation määrä oletettavasti pysyvä
8,1–8,5	Optimaalinen pH-alue nitrifikaatiolle (esim. laboratoriossa)

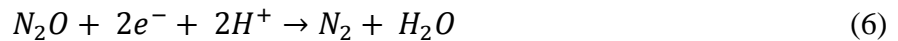
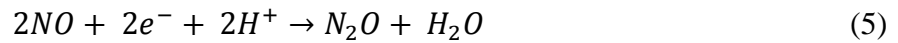
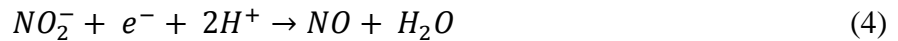
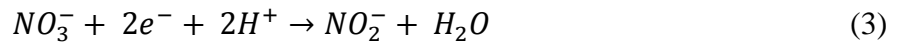
4.2.4 Denitrifioivien bakteerien biokemia

Denitrifikaatio on luonnossa yleistä. Grammassa kiintoainetta on miljardeja denitrifioivia bakteereja, ja ne käsittävät noin 80 % aktiivilieteprosessin bakteerikasvustosta. Denitrifioivat bakteerit lisääntyvät nopeasti. Niiden generaatioaika on noin 15–30 minuuttia. (Gerardi 2006, 92.)

Denitrifioivat bakteerit ovat tavallisesti gramnegatiivisia proteobakteereita, kuten *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Paracoccus* ja *Thiobacillus*. Myös jotkut grampositiiviset bakteerit, kuten *Bacillus*, pystyvät denitrifioimaan. Kaikki denitrifioivat bakteerit ovat fakultatiivisia aerobeja bakteereja, mikä tarkoittaa, että ne voivat vaihtaa typpihengitykseen kun happipitoisuus tulee rajoittavaksi. (Rittman & McCarty 2001, 497.)

Ympäristöbioteknologiassa käytetyt denitrifioijat ovat kemotrofeja, jotka pystyvät käyttämään hyväkseen sekä orgaanisia että epäorgaanisia elektroninluovuttajia. Pieni joukko autotrofeja voi käyttää hyväkseen myös vetykaasua ja pelkistynyttä typpeä. Metabolisen monimuotoisuutensa takia denitrifioijat ovat yleisiä maaperässä, sedimenteissä, pintavesissä, pohjavesissä ja jätevedenpuhdistuslaitoksissa. (Rittman & McCarty 2001, 498.)

Denitrifikaatio etenee vaiheittain niin, että nitraatti (NO_3^-) pelkistetään ensin nitriitiksi (NO_2^-), joka pelkistetään typpioksidiksi (NO), joka pelkistetään typpidioksidiksi (NO_2) ja joka pelkistetään lopulta typpikaasuksi (N_2) alla olevien reaktioyhtälöiden 3–6 mukaisesti:



Kokonaisreaktiossa nitraatista typpikaasuksi typpi menettää yhteensä viisi elektronia. Ensimmäisessä reaktiossa yksittäinen typpiatomi menettää kaksi elektronia ja kolmessa viimeisessä yhden elektronin. (Rittman & McCarty 2001, 498.)

4.2.5 Denitrifikaatioprosessissa huomioitavia asioita

Niin kauan kuin denitrifioivilla bakteereilla on käytettävissään happikaasua, denitrifikaatio ei käynnisty. Happigradientti on oikea, kun liuenneen hapen konsentraatio on korkeintaan 1 mg/l kiintoainepartikkelin ($d > 150 \mu\text{m}$) ulkopuolella. Kun liuennutta happea ei enää ole saatavilla, denitrifioivat bakteerit alkavat käyttää nitraattia. (Gerardi 2006, 92.)

Denitrifikaationopeuteen vaikuttaa käytettävissä olevan hiililähteen molekyylikoko: nopeus on sitä suurempi mitä pienimolekyylisempi yhdiste on. Orgaanisen hiilen lähteenä voidaan käyttää joko jäteveden sisältämiä yhdisteitä, lietteen omaa ravintosisältöä tai jotain prosessiin lisättävää orgaanista yhdistettä kuten metanolia. Elintarviketeollisuuden jätteiden käyttö hiilen lähteenä on halvin ja tehokkain tapa, mikäli jätevesi sisältää riittävästi orgaanisia yhdisteitä. (Rantanen ym. 1999, 12.)

Elektronin luovuttajien alhaiset tai liuenneen hapen liian korkeat konsentraatiot, kuten myös pH-arvot, jotka poikkeavat paljon neutraalista, voivat aiheuttaa denitrifikaation välituotteiden (NO_2^- , NO_2 ja N_2O) kerääntymiseen. Typpidioksidi ja dityppioksidi ovat kasvihuonekaasuja, joiden päästämistä ilmakehään pitäisi rajoittaa. Emäksisissä vesissä

voi tulla ongelmia pH:n säätelyn kanssa, koska denitrifikaatioreaktiot tuottavat vahvaa emästä. (Rittman & McCarty 2001, 498.)

4.2.6 Denitrifikaatio-olosuhteet

Denitrifikaatioon merkittävimmin vaikuttavia tekijöitä ovat pH, lämpötila ja ravinteet. Optimaalinen pH-alue denitrifikaation kannalta on 7–7,5, mutta bakteerit säilyvät aktiivisina, kun pH on 6–8. Denitrifikaatio tapahtuu nopeammin jäteveden lämpötilan noustessa. Tällöin myös hapen määrä vähenee, mikä edistää denitrifikaatiota. Alin lämpötila, jossa denitrifikaatio toimii, on 5 °C. Denitrifikaatio riippuu lämpötilasta vähemmän kuin nitrifikaatio, koska denitrifikaatioon kykeneviä bakteerilajeja on monia, ja niillä on kaikilla erilaiset lämpötilavaatimukset (Rantanen ym. 1999, 12). Denitrifioivien bakteerien kannalta tärkeimmät ravinteet ovat typpi ja fosfori. (Gerardi 2006, 93.)

4.3 DN-prosessin käyttöönotto Viinikanlahden puhdistamolla

DN-prosessin käyttöönotto aloitettiin asentamalla puhdistamon kahdeksaan ilmastuslinjan kahteen ensimmäiseen lohkoon sekoittimet. Näistä lohkoista poistettiin ilmastus, jotta denitrifikaatio toimisi tässä osassa puhdistuslinjaa. Sekoittimien tarkoitus oli pitää liete liikkeessä ilmastuksen puuttuessa. Loput kolme lohkoa ilmastuslinjoista jätettiin ilmastuksellisiksi, ja ne käsittivät DN-prosessin nitrifikaatioalueen.

Sekoittimet asennettiin noin 1,5 metrin korkeudelle pohjasta 6 metrin syvyisiin altaisiin. Linjat 1 ja 2 muutettiin ilmattomiksi 13.5.2011. Lietteen virtausta muutettiin niin, että noin puolet lietteestä kiersi jälkiselkeytyksen sijasta takaisin ilmastuslinjoihin.

13.6.2011 kaikkiin linjoihin oli asennettu sekoittajat, ja linjat 3, 4, 5, 6 ja 8 otettiin käyttöön. Myös näissä linjoista palautuslietteen määrää lisättiin kierrättämällä lietettä aerobisesta nitrifikaatio-osasta denitrifikaatio-osaan.

Linja 7 oli tyhjänä ilmastuskumien vaihdon takia. Puhdistamon neljästä esiselkeytysaltaasta pidettiin käytössä vain kahta, jotta esiselkeytyksen teho heikkenisi ja ilmastukseen tuleva jätevesi sisältäisi enemmän orgaanista ainetta.

5.7.2011 saostuskemikaalina käytetyn ferrisulfaatin syöttö puhdistusprosessin alkupäähän lopetettiin. Kemiallisen esikäsittelyn ei tarvinnut olla kovin tehokas, jotta denitrifikaatiobakteerit saivat käyttöönsä riittävästi liuennutta orgaanista hiiltä (Sohlo 2011, 38).

6.7.2011 linja 5 tyhjennettiin ilmastuskumien vaihdon takia. Samalla linja 7 otettiin käyttöön.



KUVA 2. Sekoitin täyttymässä olevassa ilmastusaltaassa.

Linja 5 otettiin uudelleen käyttöön viikolla 32 ja DN-prosessi toimi tästä lähtien kaikissa kahdeksassa linjassa kunnes se poistettiin käytöstä viikolla 41 (Lindell 2012).

4.4 DN-prosessin käytön hyödyt puhdistamolle

DN-prosessin käytön aikana puhdistamon kemikaalien käyttöä voitiin vähentää. Orgaanisen aineen määrän lisäämiseksi ferrisulfaatin syöttö puhdistusprosessin alkuun lopetettiin. Myös neutraloivaa meesatuhkaa tarvittiin prosessissa vähemmän, koska nitrifikaatiossa menetetty alkaliteetti saatiin osittain takaisin denitrifikaatioprosessissa (Sohlo 2011, 37).

Vuoden 2011 heinä-syyskuussa ferrisulfaatin kulutus oli 116 g/m^3 ja meesatuhkan 133 g/m^3 . Esimerkiksi vuonna 2009 vastaavat arvot olivat 118 g/m^3 (ferrisulfaatti) ja 138 g/m^3 (meesatuhka) (laboratoriotietokanta Veka). Vuonna 2011 meesatuhkaa olisi voitu syöttää prosessiin vähemmänkin: Kalkin syötön lähtökohtana pidetään lähtevän veden alkaliteettia, joka pyritään pitämään tasolla $1,7\text{--}2,0 \text{ mmol/l}$. Yliannostuksella ei saavuteta mitään hyötyä. Vuonna 2011 alkaliteetti oli $2,51 \text{ mmol/l}$. (Sandelin 2012a.)

Myös puhdistamon energian kulutus väheni, kun ilmastus DN-prosessin käyttöönoton vuoksi poistettiin jokaisen ilmastuslinjan kahdesta ensimmäisestä lohokosta. Sekoittimet kuluttavat hyvin vähän energiaa verrattuna ilmastusilman tuottamiseen. (Typenpoistomenetelmät 2011; Sandelin 2012b.)

5 TYPPI VESISTÖJEN REHEVÖITTÄJÄNÄ

Typpi on yksi vesiekosysteemin pääravinteista ja sen lähteet ovat ilmakehässä. Typpi joutuu maahan ja vesistöihin typpeä sitovien mikrobien kautta, salamoiden vaikutuksesta tai liikenteen, teollisuuden ja energiateollisuuden päästöistä. Maaperässä on merkittävä määrä orgaanista typpeä, ja sitä huuhtoutuu eri muodoissa vesistöihin. (Pietiläinen ym. 2008, 9.)

Typhen vesistövaikutuksia arvioitaessa tulisi aina huomioida myös toinen merkittävä kasvinravinne, fosfori. Se on lähtöisin maaperästä ja sitoutuu tehokkaasti epäorgaaniseen kiintoainekseen ja päättyy lopulta vesistöjen pohjasedimentteihin. Rehevöityneissä vesissä fosfori voi palata sedimenteistä takaisin veteen lisäämään rehevöitymistä. (Pietiläinen ym. 2008, 10.)

5.1 Typenpoiston tarpeellisuus

Suomen pintavesien typpikuormitus on noin 75 000 tonnia vuodessa. Maatalous kattaa tästä hieman yli puolet ja yhdyskunnat noin 15 prosenttia. Typen määrä on osoittautunut rehevöittämistä rajoittavaksi tekijäksi erityisesti Itämeren alueella. Sisävesissä rajoittava minimiravinne on kuitenkin useimmiten fosfori. (Typpikuormituksen kulkeutuminen...2009, 18.)

Merkittävä osa sisävesien typpikuormituksesta kulkeutuu Itämeren rannikkovesiin. Typpikuormituksesta voi olla haittaa myös paikallisesti pinta-alaltaan pienissä sisämaan pintavesissä, jotka ovat erityisen typpirajoitteisia. Jätevedenpuhdistamoiden typpikuorman vaikutus Itämeren rehevöitymiseen vaihtelee puhdistamoiden sijainnin mukaan. Pääravinteiden kulkeutuminen ja pidättyminen sisävesillä vaikuttavat suuresti ravinnekuormitukseen. (Typpikuormituksen kulkeutuminen...2009, 18.)

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n vesistöosaston johtajan, limnologi Reijo Oravaisen mukaan jätevedenpuhdistamoille määrätty typenpoistovaatimukset ovat ylimitoitettuja, koska typpi ei ole minimiravinne sisävesissä. (Vesiensuojelun huuhaat...2010, 15.)

”Olen vakuuttunut siitä, että rehevyystasoa säätelee merialueillakin fosforipitoisuus ja että typpi on tässä vain sivuroolissa. Kun fosforipitoisuus pidetään pienenä, typestä ei tarvitse huolehtia”, Oravainen kertoo Kemiran Waternet-lehdessä (2/2010, 15).

Olli-Pekka Pietiläisen ja Antti Räikeen vuonna 1999 tekemässä julkaisussa *Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina* selvitettiin Suomen ympäristöhallinnon seurannassa olleiden järvien ja jokien fosfori- ja typpipitoisuuksien tunnuslukuja sekä vesistöjen potentiaalisia minimiravinteita. Tutkimusjakso kattoi vuodet 1990–1997.

Tutkimuksen tulokseksi saatiin, että mineraaliravannesuhteen mukaan 64 % järvihavaintopaikoista oli fosforirajoitteisia, 13 % typpirajoitteisia ja 23 % yhteisrajoitteisia. Kokonaisravannesuhteen perusteella peräti 92 % havaintopaikoista arvioitiin fosforirajoitteiseksi ja vain yksi järvi (0,6 %) typpirajoitteiseksi. Tutkimuksen perusteella sisävesien pääasiallinen minimiravinne on fosfori. Täten typenpoisto ei juuri muuttaisi sisävesien kasviplanktonin tuotantoa. Rehevien ja voimakkaasti fosforikuormitettujen järvien biomassassa voisi alentua typenpoiston avulla, mutta tästä saattaisi aiheutua veteen liuennutta typpeä sitovien sinilevien määrän runsastuminen. (Pietiläinen & Räike 1999, 32–34.)

Pietiläisen ja Räikeen (1999, 32–34) mukaan vesistön fosforirajoitteisuus ei kuitenkaan aina tarkoita sitä, ettei myös typpikuormaa kannattaisi vähentää, vaikka sillä ei vesistön tilaa pystyttäisikään parantamaan. Syynä tähän on typpikuorman kulkeutuminen lopulta typpirajoitteisille merialueille. Ratkaisevaa on se, kuinka paljon typpeä tätä ennen ehtii poistua esimerkiksi sedimentaation, denitrifikaation ja kalastuksen vaikutuksesta.

Pietiläisen ja Räikeen tutkimuksessa Tampereen seudun vesistöt on määritelty fosforirajoitteiseksi sekä mineraaliravannesuhteen että kokonaisravannesuhteen perusteella. Tampereen eteläpuoleinen Pyhäjärvi määritellään lähinnä fosforirajoitteiseksi, mutta loppukesällä ajoittain myös typpirajoitteiseksi. Tällaisissa vesistöissä on keväällä ja alkukesällä paljon nitraattityppeä (noin 100–300 µg/l) ja suhteellisen vähän fosforia, jolloin fosfori on levän kasvua rajoittava tekijä. Kesän mittaan nitraattityppi kuluu vähiin, jolloin myös typestä voi tulla ajoittain levien kasvua rajoittava ravinne. Tutkimuksessa todettiin kuitenkin, että Pyhäjärven kaltaisten vesistöjen tilaan voidaan parhaiten vaikuttaa fosforikuormitusta pienentämällä. (Pietiläinen & Räike 1999, 26–27.)

5.2 Fosforinpoisto

Fosforia voidaan poistaa jätevedestä joko kemiallisilla tai biologisilla menetelmillä tai niiden yhdistelmillä. Kemiallinen saostus on toistaiseksi yleisin tapa yksinkertaisuutensa, helppoutensa, säädettävyytensä ja halpuutensa takia, mutta myös biologista fosforinpoistoa käytetään joillakin puhdistamoilla. (Fosforinpoistomenetelmät 2011.)

Saostuskemikaaleina käytetään joko rauta- tai alumiinipohjaisia yhdisteitä, kuten ferri-sulfaattia ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) tai alumiinisulfaattia ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Joskus käytetään myös kalkkia. Tavallisesti kemialliseen saostukseen kuuluu kolme vaihetta: pikasekoitus, jossa kemikaali muutaman kymmenen sekunnin aikana sekoitetaan tehokkaasti jäteveteen, flokkaus, jonka aikana saostumahiutaleet kasvavat ja tulevat helposti laskeutuviksi sekä selkeytys, jonka aikana saostuma laskeutuu altaan pohjalle tai se nostetaan flotaation avulla altaan pinnalle ja poistetaan lietteenkäsittelyyn. Kemiallinen saostus voidaan toteuttaa joko yksinään tai yhdistettynä biologiseen käsittelyyn. (Fosforinpoistomenetelmät 2011.)

Biologisessa fosforinpoistossa käytetään hyväksi mikrobeja, jotka pystyvät sitomaan itseensä tavanomaista enemmän fosforia polyfosfaattina (Biologinen fosforinpoisto 2011). Biologinen fosforinpoisto vaatii sekä anaerobiset että aerobiset olosuhteet. Anaerobisissa oloissa fosfaatti vapautuu lietteestä ja aerobisissa oloissa se sitoutuu lietteeseen. Biologinen fosforinpoisto perustuu siihen, että sopivissa oloissa lietteeseen rikastuu poly-P-bakteereita, jotka kykenevät varastoimaan soluihinsa enemmän fosforia kuin mitä ne kuluttavat soluaineksen muodostamiseen. Eniten tutkitut poly-P-bakteerit kuuluvat *Acinetobacter*-sukuun. Biologinen fosforinpoiston uskotaan olevan seurausta siitä, että aerobisissa olosuhteissa fosforia sitoutuu enemmän kuin mitä sitä on vapautunut edeltävässä anaerobisessa vaiheessa. (Rantanen ym. 1999, 9–10.)

Jätevesiprosessiin liitettynä biologinen fosforinpoisto ilman typenpoistoa voidaan toteuttaa yksinkertaisesti: Aktiivilietealtaan alkupäähän erotetaan hämmennyksellä varustettu anaerobinen osasto, jonka viipymä on 20–40 minuuttia. (Biologinen fosforinpoisto 2011.)

5.3 Typen- ja fosforinpoiston yhdistäminen

Kemiallinen fosforinpoisto toteutetaan biologiseen puhdistukseen yhdistettynä esisaostusprosessilla, jossa kemiallisen yksikön perässä on biologinen puhdistus. Koska kemiallisessa vaiheessa poistuu 60–70 % orgaanisesta aineesta, voidaan aktiivilietelaitoksen ilmastusallas rakentaa 40–50 % pienemmäksi kuin ilman saostusta. Samalla myös energiankulutus pienenee. Esisaostus saattaa myös suojata biologista yksikköä myrkyllisiltä jätevesipäästöiltä. Fosforista ja orgaanisesta aineesta saadaan puhdistettua yli 90 % tällä menetelmällä. Typenpoisto on yleensä noin 30 % typpeä muuten poistamattomalla laitoksella. (Fosforinpoistomenetelmät 2011.)

Biologiseen fosforinpoistoon ei aktiivilieteprosessissa tarvita kuin yksi allas, joka on ilmastettu. Typenpoisto tekee prosessista monimutkaisemman. Biologisen fosforin- ja typenpoiston yhdistäminen on vaativaa, koska vielä on useita tekijöitä, joiden merkitystä prosessin onnistumiselle ei tunneta. (Rantanen ym. 1999, 12–13.)

Prosessit voidaan yhdistää niin, että biologisen typenpoistoprosessin, esimerkiksi DN-prosessin, eteen sijoitetaan anaerobinen allas, jossa fosfaattia voi vapautua. Biologiseen fosforin- ja typenpoiston yhdistämiseen liittyvät ongelmat johtuvat todennäköisesti useista seikoista. Nitrifikaation kuuluessa puhdistusprosessiin myös anaerobiseen osaan tulee nitraattia, joka aiheuttaa sen, etteivät olosuhteet ole enää ehdottoman anaerobiset biologisen fosforinpoiston edellyttämällä tavalla. Fosforinpoisto voi epäonnistua jo pienen nitraattipitoisuuksien (0,5–1 mg/l) takia. Aktiivilietteen mikrobiston koostumuksella on myös huomattava vaikutus yhdistetyn typen- ja fosforinpoiston onnistumiseen. Suurin este biologisen fosforinpoiston toteuttamiseksi Suomessa ovat kiristyvät fosforinpoistovaatimukset: biologisen menetelmän käyttö vaatisi jäteveden jälkisuodatusta (Biologinen fosforinpoisto 2011). (Rantanen ym. 1999, 12–13.)

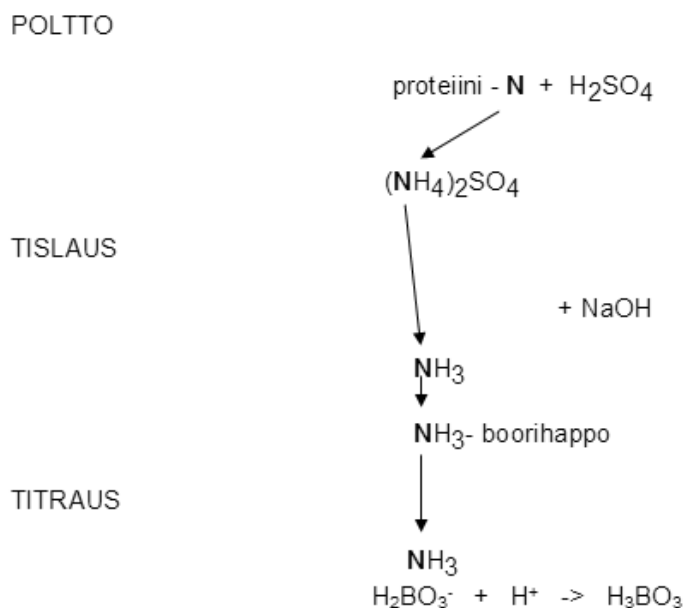
6 LABORATORIOTULOSTEN ESITTELY

Typpi esiintyy jätevedessä monenlaisina yhdisteinä: ammoniumina (NH_4^+), ammoniakina (NH_3), nitraattina (NO_3^-), nitriittinä (NO_2^-) ja vapaana typpinä (N_2). Kokonaistyyppillä tarkoitetaan jäteveden sisältämän typpien kokonaismäärää. Rehevöitymisen kannalta merkityksellisimmät typpiyhdisteet ovat nitraatti ja ammonium, koska epäorgaanisina ne ovat leville käyttökelpoisia yhdisteitä. (Kokonaistyyppi 2011.)

Viinikanlahden puhdistamon typpipoiston tulokset kokonaistyppien osalta teetetään Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksellä. Tulokset kirjataan Tampereen Veden laboratoriotietokanta Vekaan. (Pitkänen 2011.)

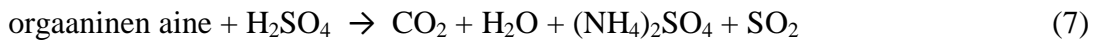
6.1 Analyysimenetelmä

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen käytössä oleva typpimenetelmä on modifioitu Kjeldahl–menetelmä. Se perustuu standardiin SFS 5505, joka käsittelee jäteveden epäorgaanisen ja orgaanisen typpien määritystä. Menetelmässä nitraatti ja nitriitti pelkistetään Devardan seoksella. Orgaaninen aine hajotetaan rikkihappopoltossa kuparikatalysaattorin läsnä ollessa. (Pitkänen 2011.)



KUVIO 3. Typpien kulku määrittämisessä (Kokonaistyyppien määrittäminen... 2012.)

Orgaaninen aine hapettuu hiilidioksidiksi, vedeksi ja ammoniakiksi. Ammoniakki sitoutuu rikkihappoliuoksessa ammoniumsulfaatiksi. Hiilidioksidi, vesi ja rikkidioksidi haihtuvat polton aikana pois (Reaktioyhtälö 7). (Kokonaistypen määrittäminen...2012.)



Poltossa muodostuneesta ammoniumsulfaatista ammoniakki vapautetaan lisäämällä natriumhydroksidia ja ammoniakki tislataan indikaattoria sisältävään boorihappoliuokseen. Ammonium määritetään tisleestä titraamalla rikkihapolla. (Pitkänen 2011.)

Poltossa muodostunut ammoniakki tislataan ja titrataan automaattisella Fossin Kjeltec Auto Sampler System 8400/8460 -analysaattorilla, joka tislaa ja titraa näytteen automaattisesti. Hapon kulutuksen perusteella voidaan laskea typen määrä milligrammoina ja prosentteina alkuperäisen näytteen määrästä (Kokonaistypen määrittäminen...2012). (Pitkänen 2011.)

6.2 DN-prosessin vaikutus typen poistumaan

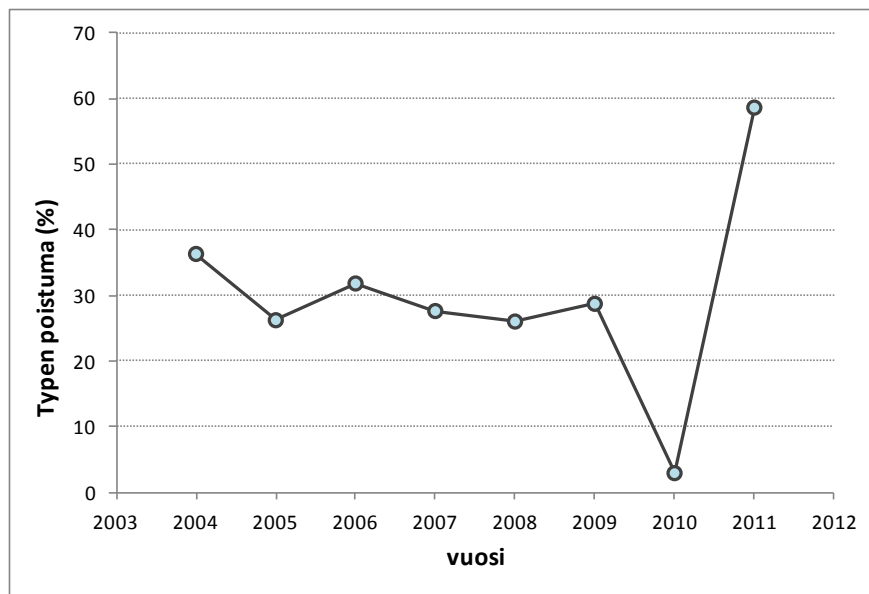
Typenpoiston tarkasteluajanjaksoiksi valittiin vuosien 2004–2011 kolmannet vuosineljänneksiset eli heinä-, elo- ja syyskuut, koska typenpoisto toimii parhaiten lämpimänä vuodenaikana. Typenpoistoprosentti on keskiarvo näiden kuukausien typenpoistoista. Taulukossa 5 on esitetty typen kokonaispoistuma Viinikanlahden puhdistamolta vuosien 2004–2011 kolmansina vuosineljänneksinä.

Vuonna 2010 suoritettu mädättämön tyhjennys aiheutti typenpoiston laskun 2,9 prosenttiin. Huono tulos johtui mädättämöstä prosessiin johdetusta suuresta ylimääräisen lietteen määrästä. Myös vuonna 2011 tyhjennettiin mädättämö, mutta toisin kuin vuonna 2010, tyhjennys ei ajoittunut tarkastelujaksolle, vaan se tehtiin jo aiemmin keväällä. Tämän vuoksi vuoden 2011 tyhjennys ei vaikuttanut kolmannen vuosineljänneksen typenpoistotuloksiin. (Sandelin 2012a.)

Taulukon 5 arvoista on piirretty kuvaaja (Kuvio 4), josta nähdään, että vuosina 2005 – 2009, jolloin DN-prosessi ei ollut käytössä, typenpoistoprosentti pysytteli melko tasaisesti noin 30 prosentissa.

TAULUKKO 5. Typen poistuma jätevedestä (Liitteet 2–9.)

vuosi	typen poistuma (%)
2004	36,3
2005	26,2
2006	31,8
2007	27,6
2008	26,0
2009	28,7
2010	2,9
2011	58,6



KUVIO 4. Typen poistuma jätevedestä (Liitteet 2–9.)

Vuonna 2004 DN- prosessia kokeiltiin puhdistamolla ensimmäisen kerran, ja sen vaikutus näkyy typenpoistossa tavallista parempana tuloksena (36,3 %). Vielä parempi tulos saatiin vuonna 2011, kun typen poistuma oli kolmantena vuosineljänneksenä jopa 58,6 %. (Liitteet 2–9.)

6.3 Vuosien 2004 ja 2011 typen poistumien vertailua

DN-prosessia kokeiltiin ensimmäisen kerran Viinikanlahden puhdistamolla vuonna 2004. Tällöin saavutettiin 36,3 %:n typen poistuma, joka on noin 10 % parempi tulos kuin ilman DN-prosessin käyttöä saadut tulokset (liite 2). Jätevedestä mitattu hiili-typin – suhde jäi kuitenkin arvoon 2:1, kun sen olisi pitänyt olla noin 4:1, jotta prosessi olisi

toiminut kunnolla. Koska kokonaistypenpoistoa ei lupaehdoissa vielä vaadittu, DN-prosessia ei käytetty vuosina 2005–2010. (Sandelin 2011.)

Kun syksyllä 2010 korkein hallinto-oikeus antoi määräyksen mahdollisimman hyvästä typenpoistosta, DN-prosessi päätettiin ottaa uudelleen käyttöön. Kesän 2011 hyvää typenpoistotulosta ei ollut osattu ennakoida, vaan tuloksen oletettiin jäävän vuoden 2004 tasolle. Jäteveden käsittelyn käyttöpäällikkö Heikki Sandelin arveli paremman typenpoistuman johtuvan siitä, että nykyään Viinikanlahden puhdistamolla käsitellään myös Sahalahden jätevedet. Sahalahden alueen jätevedet on pumpattu Tampereelle syksystä 2010 lähtien. (Sandelin 2011.)

Vuoden 2004 kolmannen vuosineljänneksen puhdistamolle tuleva vesi sisälsi 200 mg/l kiintoainetta, kun vuonna 2011 kiintoainepitoisuus oli suurempi, 430 mg/l. Esiselkeytyksen jälkeen arvot olivat 83 mg/l (2004) ja 110 mg/l (2011). Suurempi kiintoainemäärä voisi viitata bakteerien suurempaan ravinnonsaantiin vuonna 2011. Lisääntynyt hajotustoiminta ei kuitenkaan näy hapen kulutuksen kasvuna: BOD₇ esiselkeytetyssä vedessä oli heinä-syyskuussa 2004 jopa suurempi (66 mg/l) kuin samaan aikaan vuonna 2011 (60 mg/l). (Liite 2; Liite 9.)

Saostusaineena käytettävän ferrisulfaatin kulutus oli kolmantena vuosineljänneksenä jonkin verran suurempaa vuonna 2004 (noin 800 t) kuin 2011 (noin 600 t), mikä on myös saattanut vaikuttaa kiintoaineen suurempaan määrään vuonna 2011. (Wahtiraportointiohjelma.)

7 POHDINTA

DN-prosessin käyttöönoton vuoksi vuoden 2011 heinä-, elo- ja syyskuiden keskimääräinen typen poistuma jätevedestä nousi noin 30 % edellisvuosiin verrattuna. Jos typenpoistoprosentti säilyy yhtä hyvänä tulevinakin vuosina, niin jopa Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen (nro 09/0039/1) mukainen 60 prosentin vähimmäisteho kokonaistypenpoistoon voidaan ainakin lämpimänä vuodenaikana saavuttaa. Jos vuoden 2011 hyvä typenpoistotulos suhteessa vuoden 2004 tulokseen johtui Sahalahden vesien tulosta Viinikanlahden puhdistusprosessiin, on syytä olettaa, että typenpoisto pysyy seuraavinakin vuosina vuoden 2011 tasolla.

Vuosien 2004 ja 2011 kolmansien vuosineljänneksien typenpoistotuloksien eroihin etsittiin syitä laboratoriotietokanta Vekan yhdistelmätaulukoista (liitteet 2–9) sekä Tampereen Veden Wahti-raportointiohjelmasta. Vuoden 2011 alhaisempi ferrisulfaatin syöttö sekä kiintoaineen suurempi pitoisuus jätevedessä saattoivat ainakin osittain vaikuttaa parempaan typenpoistotulokseen vuoteen 2004 verrattuna. Sahalahden vesien vaikutusta voisi tarkemmin tutkia esimerkiksi määrittämällä siitä typpi- ja fosforipitoisuudet sekä BOD:n.

Vuonna 2011 DN-prosessi oli sekoittimien asennuksen takia vain osittain käytössä alkukesästä: kahteen ensimmäiseen linjaan otettiin ilmastukseton vaihe käyttöön 13.5 ja linjoihin 3, 4, 5, 6 ja 8 vasta 13.6. Ilmastuskumien vaihdon takia puhdistamon kahdeksasta linjasta vain seitsemän oli käytössä suurimman osan kesäajasta. Tulevina vuosina voisi DN-prosessin ottaa käyttöön heti alkukesästä, jolloin myös toisen vuosineljänneksen eli huhti-, touko- ja kesäkuun typenpoistotulokset paranisivat.

Viinikanlahden puhdistamolla DN-prosessi otetaan tästä lähtien joka vuosi kesäajaksi käyttöön. DN-prosessia ei ole kannattavaa pitää talvella käytössä, koska sekä nitrifikaatio että denitrifikaatio toimivat heikosti alhaisissa lämpötiloissa (Gerardi 2006, 81, 93). Pelkästään nitrifioinnin ylläpito vaatii kaiken käytössä olevan ilmastustilavuuden (Rantanen ym. 1999, 11). Kun nykyiset puhdistamot korvaava suunnitteilla oleva Pirkanmaan keskuspuhdistamo valmistuu, typenpoistoa voidaan tehostaa entisestään, koska uusi puhdistamo aiotaan sijoittaa kallion sisään (Hanke 2010). Sisätiloissa puhdistamolla voitaisiin toteuttaa ympärivuotista kokonaistypenpoistoa DN-prosessia käyttäen.

Vaikka Pyhäjärvi määritellään lähinnä fosforirajoitteiseksi, voi loppukesällä myös typestä tulla levien kasvua rajoittava ravinne (Pietiläinen & Räike 1999, 26–27). Tämän vuoksi DN-prosessin käyttö erityisesti kesäaikana on kannattavaa vesistön rehevöitymisen estämiseksi. Myös DN-prosessin käytön sallima jätevedenpuhdistuskemikaalien kulutuksen vähentäminen pienentää puhdistamon purkuvesien vaikutusta Pyhäjärven vesistöön. Lisäksi se tuottaa puhdistamolle säästöjä.

LÄHTEET

Painetut lähteet

Juuti, P. 2001. Kaupunki ja vesi. Pieksämäki: Petri Juuti & KehräMedia Oy.

Karttunen, E. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.

Pietiläinen, O., Antikainen, R., Holmberg, M., Kauppila, J., Kauppila, P., Ketola, T., Korpinen, P., Lepistö, A., Lepistö, L., Pitkänen, H., Rantanen, P., Rekolainen, S., Räike, A., Santala, E., Similä, J., Tamminen, T & Vuorenmaa, J. 2008. Yhdyskuntien typpi-kuormitus ja pintavesien tila. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Pietiläinen, O. & Räike, A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Rantanen, P., Aurola, A., Hakkila, K., Hernesmaa, A., Jørgensen, K., Laukkanen, R., Melasniemi, H., Meriluoto, J., Nikander, S., Pelkonen, M., Renko, E., Valve, M & Pauli, A. 1999. Biologisen fosforin- ja typenpoiston tehokkuus, prosessiohjaus ja mikrobiologia. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Rittman, B. & McCarty, P. 2001. Environmental Biotechnology: Principles and Applications. New York: McGraw-Hill Book Co.

Tampereen Vesi. 2010. Vuosikertomus ja ympäristöraportti. Tampereen kaupunki.

Tenhunen, J., Oinonen, J. & Seppälä, J. 2000. Vesihuollon elinkaaritutkimus. Tampereen vesilaitoksen vaikutukset ympäristöön. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Typpikuormituksen kulkeutuminen ja pidättyminen sisävesialueella. Vesitalous 6/2009, s.18.

Vesiensuojelun huuhaat ja todelliset haasteet. Waternet 2/2010, s.15.

Painamattomat lähteet

Korkeimman hallinto-oikeuden päätös Viinikanlahden jäteveden puhdistamon ympäristölupa-asiasta. Diaarinumero 766/1/09. Annettu 16.12.2010. Korkein hallinto-oikeus.

Käyttöturvallisuustiedote: Fennopol K 5060. 2009. Kemira Oyj. Helsinki.

Käyttöturvallisuustiedote: Meesatuhka. 2005. Oy Keskuslaboratorio Ab. Espoo

Lindell, V. 2011b. Viinikanlahden jätevedenpuhdistamon jätehuolto-opas. Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo.

Lupapäätös. Nro 31/2007/1. Annettu 18.9.2007. Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. Helsinki.

Sohlo, E.2011. Typenpoiston toiminnan optimointi Oulun kaupungin jätevedenpuhdistamolla. ympäristötekniikan koulutusohjelma. Oulun yliopisto. diplomityö.

Sähköiset lähteet

Biologinen fosforinpoisto. 2011. Suomen ympäristökeskus. Luettu 21.2.2012.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6573&lan=fi>

Ferrisulfaatti saostaa maatalouden fosforit. 2007. Maaseuduntiede. Liite 18.6.2007. Luettu 2.1.2012
<http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v64n01s14a.pdf>

Fosforinpoistomenetelmät. 2011. Suomen ympäristökeskus. Luettu 22.2.2012.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6572&lan=fi>

Hanke. 2010. Pirkanmaan keskuspuhdistamo. Tampereen kaupunki. Luettu 25.2.2012.
<http://www.tampere.fi/pirkanmaankeskuspuhdistamo/hanke.html>

Jäteveden puhdistus. 2011. Kuva. Jätevedenpuhdistusprosessi Viinikanlahden puhdistamolla. Tampereen kaupunki. Luettu 16.10.2011.
<http://www.tampere.fi/kuvat/5gBQPq1wB/viinikka.jpg>

Kokonaistyyppi. 2011. Suomen ympäristökeskus. Luettu 20.2.2012.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12878&lan=fi>

Kokonaistypen määrittäminen jätevedestä. 2012. Laboratorioanalyysit. Opetushallitus. Luettu 21.2.2012.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit_kokonaistypen_maaaritys_jatevedesta.html

KVVY, Tampere. 2011. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Luettu 2.1.2011.
http://www.kvvy.fi/cgi-bin/jarvitiedot_tampere.pl?jarvi=Pyh%E4j%E4rvi,%20Pyynikinsaari

Lindell, V. käyttömestari. 2012. linjan 5 käyttöönotto. Sähköpostiviesti. veijo.lindell@tampere.fi. Luettu 10.2.2012.

Lindell, V. käyttömestari. 2011a. Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo. Vierailuesite 2011. Sähköpostiviesti. veijo.lindell@tampere.fi. Luettu 18.10.2011.

Pitkänen, M. laboratoriomestari. 2011. Tietoa laboratoriomenetelmistä. Sähköpostiviesti. marja.pitkanen@tampere.fi. Luettu 14.10.2011.

Puhdistamotarkkailun tulosten yhdistelmätaulukot. Tampereen kaupunki. Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo. Laskentajakso 3/4. 2004–2011.

Sanasto: Meesatuhka 2012. Metsä-Botnia. Luettu 2.1.2012.
<http://www.botnia.fi/Botnia/MitaSelluOn/Pages/Sanasto.aspx>

Sandelin, H. käyttöpäällikkö. 2011. Opinnäytetyöstä. Sähköpostiviesti. heikki.sandelin@tampere.fi. Luettu 30.12.2011.

Sandelin, H. käyttöpäällikkö. 2012a. Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti. heikki.sandelin@tampere.fi. Luettu 12.3.2012.

Sandelin, H. käyttöpäällikkö. 2012b. Typenpoistosta. Sähköpostiviesti. heikki.sandelin@tampere.fi. Luettu 9.2.2012.

Tampereen Veden yleisesite. 2011. Tampereen kaupunki. Luettu 16.10.2011
http://www.tampere.fi/material/attachments/t/5vg0ErvO1/Tampereen_Veden_yleisesite.pdf

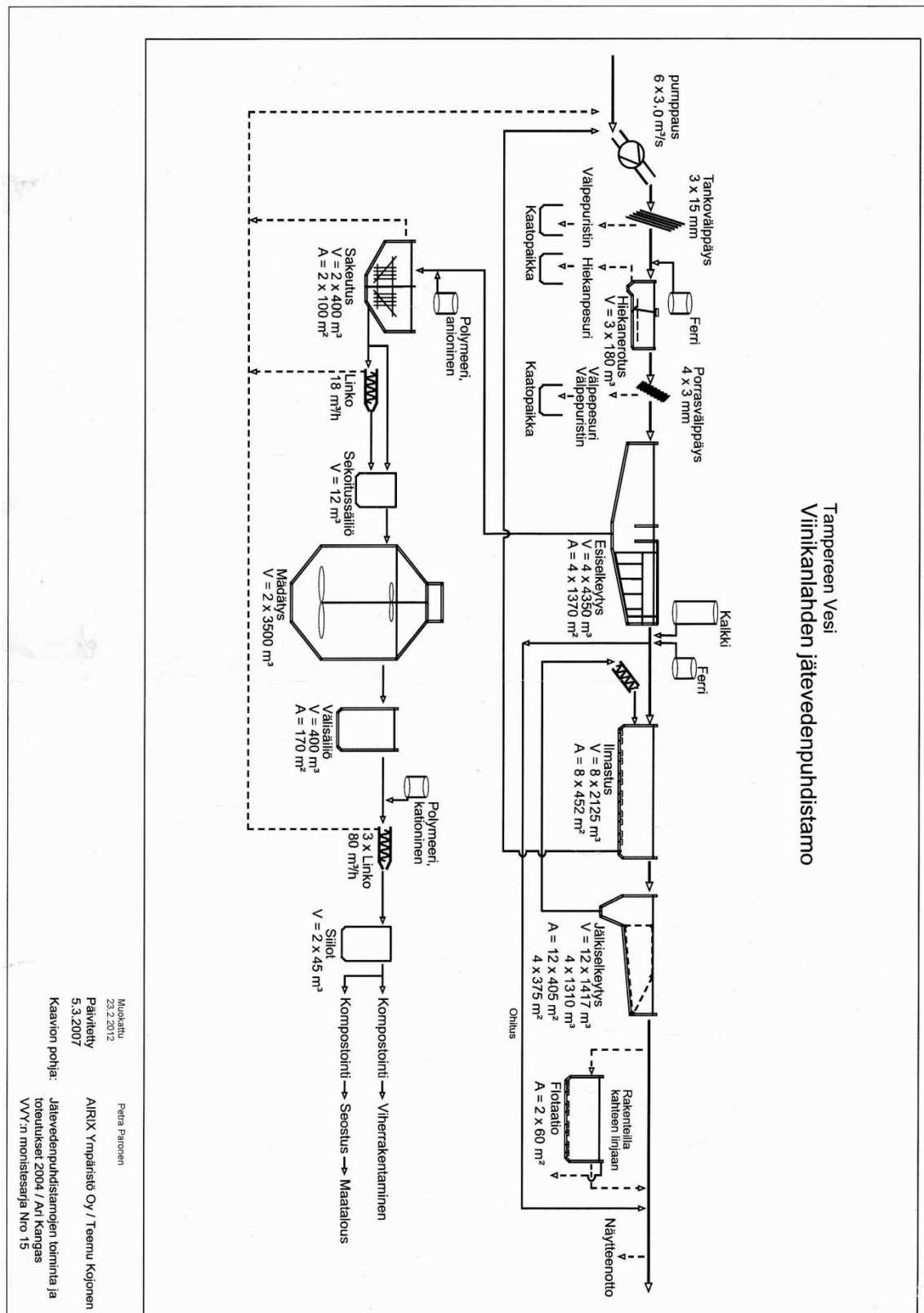
Tuotetiedot: PIX 105. 2005. Kemira. Luettu 2.1.2012.
[.http://www.kemira.com/SiteCollectionDocuments/Solutions_Products/KW%20tuotteet/PIX105.pdf](http://www.kemira.com/SiteCollectionDocuments/Solutions_Products/KW%20tuotteet/PIX105.pdf)

Typenpoistomenetelmät. 2011. Suomen ympäristökeskus. Luettu 26.11.2011.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6571&lan=fi>

Wahti raportointiohjelma. Tampereen Vesi. Ferrisulfaatin kulutus 1.7.2004–30.9.2004; Ferrisulfaatin kulutus 1.7.2011–30.9.2011.

LIITTEET

Liite 1. Viinikanlahden puhdistamon prosessikaavio (Lindell 2011a, 3.)



Liite 2. Yhdistelmätaulukko ¾ 2004 (laboratoriotietokanta Veka)

PUHDISTAMOTARVEKALUN TULOSTEN YHDISTELMÄTAULUKKO
 Tampereen kaupunki Viitikkälän vedenpuhdistuslaitos Laskentajakso: ¾ 2004

Lapselvikot: BOD7 <15, kokP <0,6, MSAN <4, BOD7 red >92 %, kokP red >92 %, Nitriif > 90 %

Pvm	1.7.	4.7.	7.7.	12.7.	15.7.	18.7.	20.7.	26.7.	28.7.	3.8.	5.8.	8.8.	11.8.	16.8.	19.8.	24.8.	26.8.	29.8.	1.9.	6.9.	9.9.	12.9.	14.9.	20.9.	22.9.	28.9.	30.9.	29.9.2011			
Vesimäärä																															
Kok virtama	m ³ /d	144232	151039	91426	80552	101786	67467	80294	63643	97099	113274	80013	61642	71426	60357	57138	59393	59989	53843	65060	62065	61435	54391	63170	69801	67621	86820	75291	77788	73835	
Esiselkyytetty vesi	m ³ /d	144232	151039	91426	80552	101786	67467	80294	63643	97099	113274	80013	61642	71426	60357	57138	59393	59989	53843	65060	62065	61435	54391	63170	69801	67621	86820	75291	77788	73835	
Esiselkyytettyä ohut	m ³ /d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Käsitelty	m ³ /d	144232	151039	91426	80552	101786	67467	80294	63643	97099	113274	80013	61642	71426	60357	57138	59393	59989	53843	65060	62065	61435	54391	63170	69801	67621	86820	75291	77788	73835	
Ohutus																															
Tuleva vesi	m ³ /d	0	405	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20
BOD7(mg)																															
Tuleva vesi	mg/l	35	110	180	140	120	53	150	250	150	160	170	59	79	100	81	220	200	140	230	110	98	160	210	220	230	180	180	140	150	
Esiselkyytetty vesi	mg/l	26	35	73	63	56	93	68	72	66	70	62	47	66	68	78	85	86	52	59	58	62	71	77	82	72	67	58	63	66	
Lähtävä vesi	mg/l	3	3	5.6	3.1	4.0	3	3	3	3	3.5	3	3	3.4	3	3.8	3.2	3.5	3	3	3.6	3	4.1	3	4.0	5.5	3.3	3.4	3.4		
Venstään yhteensä	mg/l	3.0	3.7	5.6	3.1	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	3.0	3.4	3.0	3.8	3.2	3.5	3.0	3.0	3.6	3.0	4.1	3.0	3.0	4.0	5.5	3.3	3.5		
Tuleva vesi	kg/d	5050	16600	16500	11300	12200	3580	12000	15900	14600	18100	13600	3640	5640	6040	4630	13100	12000	7540	15000	6830	6020	8700	13300	15400	15600	13600	11200	11200		
Esiselkyytetty vesi	kg/d	3750	5290	6670	5070	5700	6270	5060	4580	6410	7930	4960	2900	4710	4100	4460	9050	5160	2800	3840	3600	3810	3860	4860	5720	4870	5820	4370	4880		
Lähtävä vesi	kg/d	433	514	512	250	407	202	241	191	291	396	240	185	243	181	217	190	210	162	195	223	184	223	190	209	270	478	248	270		
Venstään yhteensä	kg/d	433	558	512	250	407	202	241	191	291	396	240	185	243	181	217	190	210	162	195	223	184	223	190	209	270	478	248	269		
Poistama Esiselkyytetty %		25.7	68.2	59.4	55.0	53.3	75.5	58.0	71.2	56.0	56.3	63.5	20.3	16.5	32.0	3.7	61.4	97.0	62.9	74.3	36.7	55.6	63.3	68.7	68.7	62.8	67.8	56.4			
Poistama Lähtävä vesi %		91.4	96.9	96.9	97.8	96.7	94.3	98.0	98.8	98.0	97.8	98.2	94.9	95.7	97.0	95.3	98.5	98.3	97.9	98.7	98.7	96.9	97.4	98.6	98.6	98.3	96.9	98.2	97.6		
Kokonaissuhtana %		91.4	97.3	97.2	97.9	96.7	94.3	98.0	98.8	98.1	98.2	94.9	96.2	97.0	96.3	98.6	98.6	97.9	98.7	98.7	96.9	97.5	98.6	98.7	98.5	98.3	97.2	98.3	97.6		
Kokonaistyyppi																															
Tuleva vesi	mg/l	2.1	3.2	4.8	4.8	4.0	2.8	5.1	11	7.0	5.9	6.9	2.8	2.9	5.0	5.6	8.2	7.9	6.6	7.7	6.1	6.0	7.9	7.8	7.9	7.1	6.2	7.1	5.6	5.9	
Esiselkyytetty vesi	mg/l	1.3	2.2	3.5	3.1	2.5	2.1	3.0	3.8	3.0	3.5	2.9	2.2	2.8	3.8	3.6	4.1	3.9	3.2	3.7	3.7	3.7	4.2	4.2	4.6	3.8	4.3	3.2	3.2		
Lähtävä vesi	mg/l	0.14	0.27	0.16	0.22	0.22	0.12	0.13	0.18	0.18	0.24	0.19	0.13	0.19	0.22	0.27	0.26	0.21	0.24	0.30	0.34	0.40	0.34	0.40	0.34	0.38	0.35	0.43	0.31		
Venstään yhteensä	mg/l	0.14	0.28	0.16	0.22	0.22	0.12	0.13	0.18	0.18	0.24	0.19	0.13	0.19	0.22	0.27	0.26	0.21	0.24	0.30	0.34	0.40	0.34	0.40	0.34	0.38	0.35	0.43	0.31		
Tuleva vesi	kg/d	303	483	439	387	407	189	409	700	680	668	552	173	207	302	320	487	474	355	501	379	369	430	493	551	480	538	535	437		
Esiselkyytetty vesi	kg/d	188	332	320	250	254	142	241	242	291	396	232	136	200	229	206	244	234	172	241	230	227	228	265	321	277	373	341	248		
Lähtävä vesi	kg/d	20.2	40.8	14.6	17.7	22.4	8.1	10.4	11.5	17.5	27.2	15.2	8.0	13.6	13.3	15.4	16.0	15.6	11.3	15.6	18.6	20.9	21.8	21.5	26.5	23.7	37.3	23.3	18.8		
Venstään yhteensä	kg/d	20.2	42.1	14.6	17.7	22.4	8.1	10.4	11.5	17.5	27.2	15.2	8.0	13.6	13.3	15.4	16.0	15.6	11.3	15.6	18.6	20.9	21.8	21.5	26.5	23.7	37.3	23.3	19.3		
Poistama Esiselkyytetty %		38.1	31.3	27.1	35.4	37.5	25.0	41.2	65.5	57.1	40.7	58.0	21.4	3.4	24.0	35.7	50.0	50.6	51.5	51.9	39.3	38.3	46.8	46.2	41.8	46.5	30.6	54.9	43.3		
Poistama Lähtävä vesi %		93.3	91.6	96.7	95.4	94.5	95.7	97.5	98.4	97.4	95.9	97.2	93.4	93.4	95.6	95.2	96.7	96.7	96.8	96.9	95.1	94.3	94.9	95.6	95.2	95.1	93.1	95.6	95.8		
Kokonaissuhtana %		93.3	91.6	96.7	95.4	94.5	95.7	97.5	98.4	97.4	95.9	97.2	93.4	93.4	95.6	95.2	96.7	96.7	96.8	96.9	95.1	94.3	94.9	95.6	95.2	95.1	93.1	95.6	95.8		
Kokonaistyyppi																															
Tuleva vesi	mg/l	16																													
Esiselkyytetty vesi	mg/l	18	15	26	29	25	30	30	35	26	23	26	30	33	40	40	52	47	42	40	41	43	42	43	42	39	43	32	32	33	
Lähtävä vesi	mg/l	14																													
Venstään yhteensä	mg/l	14																													
Tuleva vesi	kg/d	2310																													
Esiselkyytetty vesi	kg/d	2600	2270	2380	2340	2540	2020	2410	2230	2520	2610	2080	1850	2360	2410	2290	3090	2790	2520	2150	2670	2670	2580	2340	2650	2720	2640	2780	2410	2550	
Lähtävä vesi	kg/d	2020																													
Venstään yhteensä	kg/d	2020																													
Poistama Esiselkyytetty %		-12.5																													
Poistama Lähtävä vesi %		12.5																													
Kokonaissuhtana %		12.5																													
Ammoniumityppi																															
Tuleva vesi	mg/l	12	8.5	17	20	17	20	22	26	17	14	19	21	22	27	32	38	37	33	35	36	37	33	32	33	31	29	27	24	25	
Esiselkyytetty vesi	mg/l	15	9.7	19	19	19	24	28	19	15	18	24	34	35	34	37	37	36	34	36	37	33	34	32	32	32	28	27	25	27	
Lähtävä vesi	mg/l	0.12	0.13	1.0	0.23	0.14	0.03	0.04	0.03	0.47	0.09	1.1	0.08	0.15	0.08	0.40	0.05	0.04	0.05	0.11	0.43	0.22	0.22	0.54	0.09	0.08	0.47	0.06	0.24		
Venstään yhteensä	mg/l	0.12	0.13	1.0	0.23	0.14	0.03	0.04	0.03	0.47	0.09	1.1	0.08	0.15	0.08	0.40	0.05	0.04	0.05	0.11	0.43	0.22	0.22	0.54	0.09	0.08	0.47	0.06	0.24		
Tuleva vesi	kg/d	1730	1280	1550	1610	1730	1350	1770	1650	1650	1590	1520	1290	1570	1630	1830	2260	2220	1780	2280	2230	2270	1790	2020	2300	2100	2520	2030	1840		
Esiselkyytetty vesi																															

Liite 3. Yhdistelmätaulukko 3/4 2005 (laboratoriotietokanta Veka)

PUEHDISTAMOTÄRKEKÄILUN TULOSTEN YHDISTELMÄTAULUKKO		Tamperren kaupunki Viikinkilaiden Järvivedenpuhdistamo Laskentaajanko: 3/4 2005																											
Lupaedot: BOD7 <15, kokP <0,6, NH4N <4, BOD7 red >92 %, kokP red >92 %, NitriE > 90 %																													
Pvm		3.7.	6.7.	11.7.	14.7.	17.7.	19.7.	25.7.	27.7.	2.8.	4.8.	7.8.	10.8.	15.8.	18.8.	23.8.	25.8.	28.8.	31.8.	5.9.	8.9.	11.9.	13.9.	19.9.	21.9.	27.9.	29.9.	29.7.2011	
Vesimäisi																													
Kok.virtausma	m³/d	52822	54980	53849	52218	52177	55361	69977	82933	71911	86855	87053	70409	76331	67807	66150	64257	85712	68639	61995	62543	51909	57929	56836	57563	56639	65876	65028	64242
Esielketyt vesi	m³/d	52822	54980	53849	52218	52177	55361	69977	82933	71911	86855	87053	70409	76331	67807	66150	64257	85712	68639	61995	62543	51909	57929	56836	57563	56639	65876	65028	64242
Käsitelty	m³/d	52822	54980	53849	52218	52177	55361	69977	82933	71911	86855	87053	70409	76331	67807	66150	64257	85712	68639	61995	62543	51909	57929	56836	57563	56639	65876	65028	64242
BOD7(mn)																													
Tulova vesi	mg/l	220	220	220	63	140	97	170	130	170	140	120	200	170	180	180	180	120	330	210	220	240	250	270	240	230	220	190	190
Esielketyt vesi	mg/l	47	60	70	63	53	44	68	50	64	54	45	34	41	75	55	39	58	67	87	65	69	100	67	81	57	59	60	
Lähteva vesi	mg/l	3	3.1	3	3	3	3	3	3	6.0	5.5	3.0	3.0	3.7	4.7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5
Tulova vesi	kg/d	11600	12100	11800	3290	7300	5370	11900	10800	12200	12200	10400	14100	13000	12200	11900	11600	10300	22700	13000	13800	12500	14500	15300	13800	13000	14500	12100	12100
Esielketyt vesi	kg/d	2480	3300	3770	3290	2770	2440	4760	4150	4600	4690	3920	2390	3130	5090	3640	3530	3340	3980	4150	5440	3370	4000	5680	3860	4590	3750	3850	3850
Lähteva vesi	kg/d	158	170	162	157	166	210	249	431	478	261	211	282	319	198	193	257	206	186	188	197	174	296	224	170	198	227	222	222
Poistuma Esielketyt vesi	Mei	78,6	72,7	68,2	0,0	62,1	54,6	60,0	61,5	62,4	61,4	62,5	83,0	75,9	58,3	69,4	69,4	67,5	82,4	68,1	60,5	72,9	72,4	63,0	72,1	64,8	74,1	68,2	68,2
Poistuma Lähteva vesi	%	98,6	98,6	98,6	95,2	97,9	96,9	98,2	97,7	96,5	96,1	97,5	98,0	97,8	97,4	98,3	97,5	99,1	98,6	98,6	98,4	98,8	98,1	98,4	98,7	98,6	98,1	98,2	98,2
Kokonaistiluri																													
Tulova vesi	mg/l	6.1	6.9	10	12	5.0	4.8	5.6	4.5	5.7	5.0	4.2	6.1	6.7	7.2	6.8	5.8	5.0	6.6	7.1	8.2	7.6	7.4	7.4	8.3	8.3	7.9	6.6	6.7
Esielketyt vesi	mg/l	2.1	2.6	3.5	2.4	2.3	2.0	4.0	2.8	3.4	2.3	2.7	2.7	3.3	2.5	2.6	1.9	2.8	3.2	3.2	2.8	2.9	4.9	2.8	3.7	2.9	2.9	2.9	
Lähteva vesi	mg/l	0.12	0.18	0.15	0.15	0.15	0.15	0.88	0.92	0.31	0.32	0.14	0.23	0.24	0.22	0.15	0.16	0.13	0.19	0.23	0.20	0.31	0.22	0.41	0.28	0.21	0.17	0.26	0.26
Tulova vesi	kg/d	306	379	538	627	261	266	392	373	410	434	366	429	511	488	450	373	429	453	440	513	395	429	421	478	470	520	429	429
Esielketyt vesi	kg/d	111	143	188	125	120	111	280	232	244	200	235	190	252	170	172	167	163	192	198	200	145	168	278	161	210	191	186	186
Lähteva vesi	kg/d	6.3	9.9	8.1	7.8	7.8	8.3	61.6	76.3	22.3	27.8	12.2	16.2	18.3	14.9	9.9	10.3	11.1	13.0	14.3	12.5	16.1	12.7	23.3	16.1	11.9	11.2	17.7	16.9
Poistuma Esielketyt vesi	Mei	65.6	62.3	65.0	80.0	54.0	58.3	25.6	77.8	40.4	54.0	35.7	55.7	50.7	65.3	61.8	55.2	62.0	57.6	54.9	61.0	63.2	60.8	33.8	66.3	55.4	63.3	56.6	56.6
Poistuma Lähteva vesi	%	98,0	97,4	98,5	98,8	97,0	96,9	84,3	79,6	94,6	93,6	96,7	96,2	96,4	96,9	97,8	97,2	97,4	97,1	96,8	97,6	99,9	97,0	94,5	96,6	97,5	97,8	96,0	96,1
Kokonaistyyppi																													
Tulova vesi	mg/l	38				41							41			40				43				48			39	40	
Esielketyt vesi	mg/l	37				32						32				29				44				31			36	36	
Lähteva vesi	mg/l	31				29						24				24				31				29			29	29	
Tulova vesi	kg/d	2019				2270						2890				2650				2670				2780			2540	2540	
Esielketyt vesi	kg/d	1950				2250						2250				2300				2730				2780			2310	2310	
Lähteva vesi	kg/d	1640				1610						1690				1920				1920				1780			1760	1870	
Poistuma Esielketyt vesi	Mei	7,6				22,0						22,0				27,5				23,3				27,9			9,0	9,0	
Poistuma Lähteva vesi	%	18,4				29,3						41,5				27,5				29,9				35,4			25,3	26,2	
Ammoniumtyppi																													
Tulova vesi	mg/l	29	30	35	95	30	39	28	24	27	21	20	28	27	29	31	33	21	31	34	35	36	32	35	35	34	32	32	
Esielketyt vesi	mg/l	33	34	34	35	39	37	31	26	32	27	23	34	30	31	35	35	24	34	39	38	37	39	40	38	40	33	33	
Lähteva vesi	mg/l	0.03	0.03	0.03	0.07	0.04	0.03	0.39	0.46	0.71	3.8	0.61	0.63	1.1	0.80	0.99	1.1	0.91	0.47	0.10	0.03	0.04	0.05	0.12	0.06	0.06	0.06	0.49	0.49
Tulova vesi	kg/d	1530	1650	1880	4960	1570	2160	1990	1990	1940	1820	1740	1970	2060	1970	2050	2120	1800	2130	2110	2190	1820	2090	1820	2010	1980	2240	2060	2060
Esielketyt vesi	kg/d	1740	1870	1830	1830	2030	2050	2170	2160	2300	2350	2000	2390	2290	2100	2320	2250	2060	2330	2420	2380	1920	2260	2270	2190	2270	2170	2150	2150
Lähteva vesi	kg/d	1,6	1,6	1,6	3,7	2,1	1,7	27,3	38,1	51,1	330	53,1	44,4	84,0	54,2	65,5	70,7	78,0	32,3	6,2	1,9	2,1	2,9	6,8	3,5	3,4	4,0	37,4	31,4
Nitrikkatiosae	%	100				100						98,5				97,5				100				100			98,7	98,8	
COD(Cr)																													
Tulova vesi	mg/l	400				240							420			360				430				500			367	372	
Esielketyt vesi	mg/l	34				30							33			30				35				40			33,7	33,7	
Tulova vesi	kg/d	21100				13300							29600			23800				26700				28800			23900	23900	
Lähteva vesi	kg/d	1800				1660							2320			1980				2170				2300			2040	2160	
Poistuma Esielketyt vesi	Mei	91,5				87,5						92,1				91,7				91,9				92,0			90,8	90,9	
Kiintoaine GF/A																													
Tulova vesi	mg/l	250	240	300	160	260	60	300	230	210	300	220	290	290	300	280	200	220	440	280	370	290	290	340	310	300	270	270	
Esielketyt vesi	mg/l	59	65	92	68	53	54	81	62	85	74	77	83	83	75	88	67	65	65	87	96	72	67	130	71	76	96	77	78
Lähteva vesi	mg/l	2	4.3	2	2	2.0	2.1	2	2.0	8.0	7.9	3.9	6.0	9.0	7.2	3.8	2.5	2.7	3.4	3.2	2.7	10	2.0	12	5.6	3.4	2.2	4	4
Tulova vesi	kg/d	13200	13200	16200	8350	13600	3320	21000	19100	15100	26100	19200	23400	22100	20300	18500	12900	18900	30200	17400	23100	15100	16800	16500	17600	19800	17600	17600	
Esielketyt vesi	kg/d	3120	3570	4950	3550	2770	2990	5670	5140	6110	6430	6700	5840	6340	5090	5820	4310	5570	4460	5390	6000	3740	3880	7390	4090	4300	6320	4980	4980
Lähteva vesi	kg/d	106	236	108	104	104	116	140	166	575	686	340	422	687	488	251	161	231	233	198	169	519	116	682	322	193	145	288	281
Poistuma Esielketyt vesi	Mei	76,4	72,9	69,3	57,5	79,6	10,0	73,0	73,0	59,5	75,3	65,0	71,4	71,4	75,0	68,6	66,5	70,5	65,2	68,9	74,1	75,2	76,9	55,2	79,1	75,5	68,0	71,7	71,7
Poistuma Lähteva vesi	%	99,2	96,2	99,3	96,8	99,2	96,5	99,3	99,1	96,2	97,4	98,8	97,9	96,9	97,6	98,6	98,8	98,8	99,2	98,9	99,3	96,6	99,3	95,9	98,4	98,9	99,3	98,4	98,4

Liite 4. Yhdistelmätaulukko ¾ 2006 (laboratoriotietokanta Veka)

PUHDISTAMOTARVEKÄILÜN TULOSTEN YHDISTELMÄTAULUKKO
 Tampereen kaupunki Vihkimäntien jätevedenpuhdistama Laskentajakso: ¾ 2006

Läpäsodot: BOD7 <15, kokP <0,6, NH4N <4, BOD7 red.>92%, kokP red.>92%, Nitriif. > 90 %

Pvm		4.7.	6.7.	9.7.	12.7.	17.7.	20.7.	25.7.	27.7.	30.7.	2.8.	7.8.	10.8.	13.8.	15.8.	21.8.	29.8.	31.8.	3.9.	6.9.	11.9.	14.9.	19.9.	21.9.	24.9.	27.9.	29.7.2004	
Vesimäärä																												
Kok.virtaus	m ³ /d	56439	55818	51670	58360	52347	51147	55541	54401	46727	47256	52032	53156	49937	54158	53749	65495	54621	49512	54215	52567	52945	55339	53468	48315	52596	53288	53577
Eiisikkyetty vesi	m ³ /d	56439	55818	51670	58360	52347	51147	55541	54401	46727	47256	52032	53156	49937	54158	53749	65495	54621	49512	54215	52567	52945	55339	53468	48315	52596	53288	53577
Käsitely	m ³ /d																											
BOD7(mg)																												
Tuleva vesi	mg/l	170	140	160	200	150	260	150	160	310	150	260	150	230	250	140	140	220	120	300	330	260	280	270	240	210	210	
Eiisikkyetty vesi	mg/l	44	53	37	40	50	51	50	56	53	57	60	46	47	46	53	49	52	42	55	53	90	79	72	61	55	54	
Lähtävä vesi	mg/l	3	3,8	3,2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,1	
Tuleva vesi	kg/d	9590	7810	11700	13900	8300	8700	8700	14500	7090	13500	7970	11500	13500	7520	9170	12000	5940	16300	17300	13800	15500	14000	13000	12700	11300	11300	
Eiisikkyetty vesi	kg/d	2480	2960	1910	2330	2620	2610	2780	3050	2480	2690	3120	2450	2350	2490	3210	2840	2080	2980	2980	2790	4770	4370	3850	3480	3230	2910	2910
Lähtävä vesi	kg/d	169	212	165	175	157	153	167	163	140	142	156	159	150	162	161	196	164	149	163	158	159	166	160	164	159	163	164
Poistama Eiisikkyetty %		74,1	62,1	76,9	80,0	66,7	80,4	66,7	65,0	82,9	62,0	76,9	69,3	79,6	81,6	62,1	65,0	76,4	65,0	81,7	83,9	65,4	71,8	73,3	73,3	74,6	74,1	
Poistama Lähtävä vesi %		98,2	97,3	98,0	98,5	98,0	98,8	98,0	98,1	99,0	98,0	98,8	98,0	98,7	97,9	98,6	97,9	98,6	97,5	99,0	99,1	98,8	98,9	98,9	98,7	98,8	98,6	
Kokonaismäärä																												
Tuleva vesi	mg/l	6,6	5,6	5,4	6,2	7,1	9,0	8,7	9,5	8,6	6,0	13	8,7	5,9	13	4,9	6,6	8,4	8,0	9,6	9,3	9,3	10	10	10	10	8,4	
Eiisikkyetty vesi	mg/l	3,0	2,7	2,2	2,4	3,4	2,6	3,2	2,8	3,0	3,3	2,6	2,2	2,1	2,7	2,7	3,0	2,9	2,7	3,2	6,9	4,1	3,5	3,2	3,3	3,5	3,1	
Lähtävä vesi	mg/l	0,19	0,27	0,27	0,29	0,37	0,36	0,33	0,23	0,27	0,24	0,23	0,21	0,21	0,24	0,40	0,45	0,34	0,29	0,19	0,22	0,13	0,14	0,14	0,15	0,14	0,26	
Tuleva vesi	kg/d	372	313	279	362	372	460	483	517	402	284	676	462	295	704	263	432	450	396	520	489	492	553	535	483	530	445	
Eiisikkyetty vesi	kg/d	169	151	114	140	178	133	178	132	140	156	187	117	105	146	145	196	158	134	173	363	217	194	171	159	185	167	
Lähtävä vesi	kg/d	10,7	15,1	14,0	16,9	29,8	18,4	18,3	12,5	12,6	11,3	12,0	11,2	10,5	13,0	21,5	29,5	18,6	14,4	10,3	11,6	6,9	7,7	7,5	7,2	7,4	14,0	
Poistama Eiisikkyetty %		54,5	51,8	59,3	61,3	52,1	71,1	63,2	70,5	65,1	45,0	72,3	74,7	64,4	79,2	44,9	54,5	65,5	66,3	66,7	25,8	55,9	65,0	68,0	67,0	65,0	62,6	
Poistama Lähtävä vesi %		97,1	95,2	95,0	95,3	92,0	96,0	96,2	97,6	96,9	96,0	98,2	97,6	96,4	98,2	91,8	93,2	96,0	96,4	98,0	97,6	98,6	98,6	98,6	98,5	98,6	96,9	
Kokonaistyyppi																												
Tuleva vesi	mg/l			32				50						59		44					54			60		51	51	
Eiisikkyetty vesi	mg/l			32										40							45			39		39	39	
Lähtävä vesi	mg/l			32				31						37		28					41			38		35	35	
Tuleva vesi	kg/d			1650				2780						3200		2880					2860			2900		2710	2710	
Eiisikkyetty vesi	kg/d			1650										2170							2380			2070		2070	2070	
Lähtävä vesi	kg/d			1650				1720						2000		1830					2170			1840		1870	1850	
Poistama Eiisikkyetty %				0,0				38,0						32,2		36,4					16,7			36,7		23,7	23,7	
Poistama Lähtävä vesi %				0,0										37,3							24,1			32,2		31,8	31,8	
Ammosuhdetyyppi																												
Tuleva vesi	mg/l	33	30	29	25	33	37	34	36	39	31	35	37	29	32	23	34	38	36	46	41	41	45	47	41	44	36	
Eiisikkyetty vesi	mg/l	34	36	34	30	35	35	31	34	34	34	33	34	32	35	38	30	33	34	36	36	38	37	37	34	36	34	
Lähtävä vesi	mg/l	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,08	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,05	0,17	0,07	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,06	0,08	0,08	
Tuleva vesi	kg/d	1860	1670	1500	1460	1730	1890	1890	1960	1820	1460	1820	1970	1450	1730	1240	2230	2080	1780	2490	2160	2170	2490	2510	1980	2330	1910	
Eiisikkyetty vesi	kg/d	1920	2010	1760	1750	1830	1790	1720	1830	1590	1610	1720	1810	1600	1900	2040	1960	1800	1680	1950	1890	2010	2050	1980	1640	1910	1830	
Lähtävä vesi	kg/d	1,7	1,7	2,1	1,8	2,1	2,0	4,4	2,2	1,9	4,1	3,1	2,7	2,0	2,7	9,1	4,6	2,2	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,4	3,2	4,0		
Nitriifikaatioaste	%			100				100						100		100						100		100		100	100	
COD(Cr)																												
Tuleva vesi	mg/l			290				410						570		380					510			460		446	444	
Lähtävä vesi	mg/l			30				31						31		30					33			30		30,8	30,8	
Tuleva vesi	kg/d			15000				22800						30900		24900					27000			22200		23800	23800	
Lähtävä vesi	kg/d			1550				1720						1680		1960					1750			1450		1690	1650	
Poistama Eiisikkyetty %				89,7				92,4						94,6		92,1					93,5			93,5		93,1	93,1	
Klimatesta C/A																												
Tuleva vesi	mg/l	190	170	200	390	220	360	330	290	860	250	570	320	280	530	150	210	320	230	410	370	320	330	300	280	290	320	
Eiisikkyetty vesi	mg/l	83	85	68	64	74	56	67	73	81	62	77	55	65	87	76	81	61	64	71	150	110	66	67	67	75		
Lähtävä vesi	mg/l	3,4	7,9	6,0	5,8	3,0	4,3	7,8	3,4	5,6	2	3,2	2,2	2,0	2,1	2	4,7	2	2	6,2	2,2	2	2	2,5	2	4		
Tuleva vesi	kg/d	10700	9490	10200	22800	11500	18400	18300	15800	40200	11800	29700	17000	14900	28700	8060	13800	17500	11400	22200	19400	16900	18300	16000	13500	15400		
Eiisikkyetty vesi	kg/d	4680	4740	3510	3740	3870	2860	3720	3970	3780	2930	4010	3220	3250	4710	4080	5310	3330	3170	3850	7890	3820	3650	3580	2750	3550		
Lähtävä vesi	kg/d	192	441	310	338	157	220	433	185	262	94,5	167	117	100	114	107	308	109	99,0	108	326							

Liite 5. Yhdistelmätaulukko 3/4 2007 (laboratoriotietokanta Veka)

PUHDISTAMOTARKEKAILUN TULOSTEN YHDISTELMÄTAULUKKO

Tampereen kaupunki Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo Laskentajakso: 3/4 2007

Lopähdöt: BOD7 <15, kokP <0,6, NH4N <4, BOD7 red.>92%, kokP red.>92%, Niirif. > 90 %

Table with columns: Pvm (1.7 to 30.9.2007) and rows categorized by measurement type (Vesimäärä, BOD7(mo), Koksijoukot, Kokonaistulokset, Ammoniumtyyppi, COD(Cr), Kiintoainetta). Each row contains multiple data points corresponding to the dates.

Liite 6. Yhdistelmätaulukko ¾ 2008 (laboratoriotietokanta Veka)

PURHDISTAMOTARKKAILUN TULOSTEN YHDISTELMÄTAULUKKO

Jämsperen kaupunki Viinikamihden jätevedenpuhdistama Laskentajakso: 3/4 2008

Lapsiokot: BOD7 <15, kokiP <0,6, NH4N <4, BOD7 red >92%, kokiF red >92%, NitriF > 90%

Pvm		29.9	Kesk.	Jämsö	29.7.2011
Vesimäärä					
Kok virtaus	m ³ /d	46922	61025	63081	
Esiselketyt vesi	m ³ /d	46922	61616	63081	
Esiselketyksen ohitus	m ³ /d	0	0	0	
Käsitelty	m ³ /d	46922	61467	63081	
Ohitus					
Tuleva vesi	m ³ /d	0	0	0	
BOD7(m³)					
Tuleva vesi	mg/l	240	180	180	
Esiselketyt vesi	mg/l	84	80	78	
Lähtävä vesi	mg/l	3	3,3	3,3	
Venistön yhteensä	mg/l	3,0	3,3	3,3	
Tuleva vesi	kg/d	11300	11300	11300	
Esiselketyt vesi	kg/d	3940	4920	4920	
Lähtävä vesi	kg/d	141	208	207	
Venistön yhteensä	kg/d	141	201	207	
Poistama Esiselketyt vesi	%	65,0	56,7	56,3	
Poistama Lähtävä vesi	%	98,8	98,2	98,2	
Kokonaispoistama	%	98,8	98,2	98,2	
Kokonaistofofori					
Tuleva vesi	mg/l	9,8	6,5	6,3	
Esiselketyt vesi	mg/l	4,7	3,1	3,	
Lähtävä vesi	mg/l	0,20	0,16	0,16	
Venistön yhteensä	mg/l	0,20	0,16	0,16	
Tuleva vesi	kg/d	468	397	397	
Esiselketyt vesi	kg/d	221	189	189	
Lähtävä vesi	kg/d	9,4	10,1	10,2	
Venistön yhteensä	kg/d	9,4	9,9	10,2	
Poistama Esiselketyt vesi	%	52,0	52,7	52,2	
Poistama Lähtävä vesi	%	98,0	97,5	97,4	
Kokonaispoistama	%	97,5	97,4	97,4	
Kokonaistyyppi					
Tuleva vesi	mg/l	42	41	41	
Esiselketyt vesi	mg/l	38	37	37	
Lähtävä vesi	mg/l	30	30	30	
Venistön yhteensä	mg/l	30	30	30	
Tuleva vesi	kg/d	2560	2560	2560	
Esiselketyt vesi	kg/d	2350	2350	2350	
Lähtävä vesi	kg/d	2010	1890	1890	
Venistön yhteensä	kg/d	1840	1890	1890	
Poistama Esiselketyt vesi	%	9,1	8,2	8,2	
Poistama Lähtävä vesi	%	28,4	26,0	26,0	
Kokonaispoistama	%	28,4	26,0	26,0	
Ammoniumstyyppi					
Tuleva vesi	mg/l	41	27	26	
Esiselketyt vesi	mg/l	40	32	31	
Lähtävä vesi	mg/l	0,26	0,60	0,60	
Venistön yhteensä	mg/l	0,26	0,60	0,60	
Tuleva vesi	kg/d	1920	1660	1660	
Esiselketyt vesi	kg/d	1880	1970	1970	
Lähtävä vesi	kg/d	12,2	42,9	37,9	
Venistön yhteensä	kg/d	12,2	36,9	37,9	
Nitriifikaatioaste	%	98,6	98,5	98,5	
COD(Cr)					
Tuleva vesi	mg/l	395	382	382	
Esiselketyt vesi	mg/l	207	202	202	
Lähtävä vesi	mg/l	31,0	31,0	31,0	
Venistön yhteensä	mg/l	213	31,0	31,0	
Tuleva vesi	kg/d	24100	24100	24100	
Esiselketyt vesi	kg/d	12700	12700	12700	
Lähtävä vesi	kg/d	1980	1960	1960	
Venistön yhteensä	kg/d	1910	1960	1960	
Poistama Esiselketyt vesi	%	47,6	47,1	47,1	
Poistama Lähtävä vesi	%	92,1	91,9	91,9	
Kokonaispoistama	%	92,1	91,9	91,9	
Kloroaine GF/A					
Tuleva vesi	mg/l	270	270	260	
Esiselketyt vesi	mg/l	83	72	71,	
Lähtävä vesi	mg/l	4,8	4,	4,	
Venistön yhteensä	mg/l	5,	4,	4,	
Tuleva vesi	kg/d	12700	16500	16500	
Esiselketyt vesi	kg/d	3890	4460	4460	
Lähtävä vesi	kg/d	225	236	238	
Venistön yhteensä	kg/d	225	232	238	
Poistama Esiselketyt vesi	%	69,3	73,2	73,0	
Poistama Lähtävä vesi	%	98,2	98,6	98,6	
Kokonaispoistama	%	98,2	98,6	98,6	

Liite 7. Yhdistelmätaulukko ¾ 2009 (laboratoriotietokanta Veka)

YHDISTÄMÄTARIKKAILUN TULOSTEN YHDISTELMÄTAULUKKO																															
Tampereen kaupunki Vihitienkanaliden liiteredunpöytäkirja Laskentajaksot: 3/4 2009																															
Lupabodit: BOD7 <15, kokP <0,6, NH4N <4, BOD7 red >92%, kokP red >92%, Nitriif > 90%																															
Pvm	1.7.	6.7.	9.7.	12.7.	14.7.	20.7.	22.7.	28.7.	30.7.	2.8.	5.8.	10.8.	13.8.	18.8.	20.8.	23.8.	26.8.	1.9.	3.9.	6.9.	8.9.	14.9.	16.9.	22.9.	24.9.	27.9.	30.9.	29.7.2011			
Vesinäät																															
Kok-rtama	mg/l	42467	40483	54875	46153	46161	62793	56748	56545	53751	65051	53895	53257	52031	48873	46404	41632	45689	46582	43583	42401	44791	43697	45506	45542	45128	41170	45405	48615	48935	
Esiselketyt vesi	mg/l	42467	40483	54875	46153	46161	62793	56748	56545	53751	65051	53895	53257	52031	48873	46404	41632	45689	46582	43583	42401	44791	43697	45506	45542	45128	41170	45405	48615	48935	
Käsitely	mg/l	42467	40483	54875	46153	46161	62793	56748	56545	53751	65051	53895	53257	52031	48873	46404	41632	45689	46582	43583	42401	44791	43697	45506	45542	45128	41170	45405	48615	48935	
BOD7(mn)																															
Tuleva vesi	mg/l	220	250	190	210	120	97	180	210	220	160	210	270	250	240	250	220	250	220	240	160	240	230	210	230	210	190	220	210	210	
Esiselketyt vesi	mg/l	52	70	61	44	51	57	52	45	40	55	65	67	46	62	57	73	77	68	59	66	78	62	72	77	63	75	60	59		
Lähteva vesi	mg/l	3.8	5.6	5.0	3.4	4.3	4.2	3.5	3.3	3	3	3	3.1	3.4	3.2	3	3.4	5.4	3.0	3.8	3.8	4.1	6.0	5.3	4.0	3	3.8	3.8	3.8		
Tuleva vesi	kg/d	9340	10100	10460	9690	5540	6090	10290	11900	11800	10400	11700	14400	13000	11700	11600	9160	11400	10200	10500	6780	10700	10100	9560	10500	9480	7820	10000	10200		
Esiselketyt vesi	kg/d	2210	2830	3190	2030	2390	1980	2990	2540	2150	2600	3070	3460	3490	2880	2370	3340	3590	2960	2500	2960	3410	170	170	170	273	241	181	124		
Lähteva vesi	kg/d	161	227	274	157	198	264	199	187	161	195	168	160	161	166	148	125	155	252	131	161	170	179	273	241	181	124	136	183		
Postitama Esiselketyt vesi	%	76,4	72,0	67,9	79,0	57,5	41,2	71,1	78,6	81,8	75,0	73,8	75,9	73,2	80,8	75,2	74,1	70,8	65,0	71,7	63,1	72,5	66,1	70,5	68,7	63,3	66,8	65,9	71,4		
Postitama Lähteva vesi	%	98,3	97,8	97,4	98,4	96,4	95,7	98,1	98,4	98,6	98,1	98,6	98,9	98,8	98,6	98,7	98,6	98,6	97,5	98,8	97,6	98,4	98,2	97,1	98,4	98,4	98,2	98,2	98,2		
Kokonaistulot																															
Tuleva vesi	mg/l	7.6	7.7	6.4	7.6	7.4	3.8	7.1	7.4	7.9	5.7	7.0	8.8	8.5	8.6	8.6	8.6	6.3	5.8	6.7	7.0	6.3	6.1	5.1	5.7	4.7	6.0	6.6	6.8		
Esiselketyt vesi	mg/l	3.8	4.3	3.4	2.9	3.1	3.4	2.7	2.5	2.1	2.6	3.1	3.7	3.5	2.3	3.5	3.6	4.2	4.7	4.6	3.9	3.5	5.4	4.0	4.4	3.7	3.7	4.6	3.5		
Lähteva vesi	mg/l	0.32	0.41	0.38	0.32	0.35	0.46	0.30	0.25	0.15	0.18	0.14	0.18	0.22	0.24	0.24	0.27	0.35	0.46	0.45	0.56	0.46	0.81	0.94	0.43	0.36	0.27	0.32	0.36		
Tuleva vesi	kg/d	323	312	351	351	342	239	403	418	425	371	391	469	442	420	399	358	288	270	292	297	282	267	232	260	212	247	300	332		
Esiselketyt vesi	kg/d	161	174	187	134	143	213	153	141	113	169	173	197	182	112	162	150	192	219	200	165	157	236	182	200	167	152	209	172		
Lähteva vesi	kg/d	13.6	16.6	20.9	14.8	16.2	28.9	17.0	14.1	9.1	11.7	7.8	9.6	11.4	11.7	11.1	11.2	16.0	21.4	19.6	23.7	20.6	35.4	42.8	19.6	16.2	11.1	14.5	17.3		
Postitama Esiselketyt vesi	%	50,0	44,2	46,9	61,8	58,1	10,5	62,0	66,2	73,4	54,4	55,7	58,0	58,8	73,3	59,3	58,1	33,3	19,0	31,3	44,3	44,4	11,5	21,6	22,8	21,3	38,3	30,3	48,1		
Postitama Lähteva vesi	%	95,8	94,7	94,1	95,8	95,3	87,9	95,8	96,6	98,1	96,8	98,0	98,0	97,4	97,2	97,2	96,9	94,4	92,1	93,3	92,0	92,7	86,7	81,6	92,5	92,3	95,5	95,2	94,7		
Kokonaistyyppi																															
Tuleva vesi	mg/l	48						50		37											45					36		44			
Esiselketyt vesi	mg/l	45						29		26											38					34		35			
Lähteva vesi	mg/l	35						22		22											34					36		31			
Tuleva vesi	kg/d	1940						2830		2410											1910					1620		2140			
Esiselketyt vesi	kg/d	1820						1690		1590											1610					1620		1710			
Lähteva vesi	kg/d	1420						1640		1430											1440					1620		1510			
Postitama Esiselketyt vesi	%	6,3						29,7		29,7											15,6					0,0		20,3			
Postitama Lähteva vesi	%	27,1						42,0		40,5											24,4					0,0		29,2			
Ammunantyyppi																															
Tuleva vesi	mg/l	33	36	28	33	33	26	40	35	37	29	34	40	38	41	42	44	30	29	32	38	32	31	27	28	28	28	30	33		
Esiselketyt vesi	mg/l	36	37	32	30	30	29	27	28	25	22	27	30	30	34	33	35	37	41	37	36	39	40	39	40	39	37	42	33		
Lähteva vesi	mg/l	0.43	1.2	2.8	0.24	0.60	1.7	0.09	0.10	0.03	0.04	0.52	0.25	0.69	1.9	0.31	0.04	0.16	0.49	0.27	0.10	1.1	3.2	4.1	1.2	0.79	0.09	0.11			
Tuleva vesi	kg/d	1400	1460	1540	1520	1520	1630	2270	1980	1990	1890	1900	2130	1980	2000	1950	1830	1370	1350	1390	1610	1430	1350	1230	1280	1260	1190	1360			
Esiselketyt vesi	kg/d	1530	1500	1760	1390	1380	1820	1530	1580	1340	1430	1510	1600	1560	1660	1530	1460	1690	1910	1610	1530	1750	1770	1820	1760	1520	1910	1610			
Lähteva vesi	kg/d	18,3	48,6	134	11,1	27,7	107	5,1	5,7	1,6	2,6	29,1	13,3	35,9	92,9	14,4	1,7	7,3	22,8	11,8	4,2	49,3	140	187	54,7	35,7	3,7	5,0			
Nitriifitasoste	%	97,3						100		100																97,8		98,1			
COD(Cr)																															
Tuleva vesi	mg/l	530						430		300											340					470		415			
Lähteva vesi	mg/l	39						31		30											36					40		35,2			
Tuleva vesi	kg/d	21500						24300		19500											14400					21200		20200			
Lähteva vesi	kg/d	1580						1750		1950											1530					1810		1720			
Postitama Esiselketyt vesi	%	92,6						92,8		90,0											89,4					91,5		91,5			
Kiltoine GF/A																															
Tuleva vesi	mg/l	300	290	300	270	370	320	290	260	230	170	210	310	260	330	280	220	370	400	290	230	360	300	330	380	270	280	370	290		
Esiselketyt vesi	mg/l	74	85	76	61	69	85	69	48	26	45	66	73	88	51	65	57	66	72	58	62	68	82	66	62	68	50	85	64		
Lähteva vesi	mg/l	8.2	9.3	11	6.6	8.2	13	7.9	6.2	2	4.2	2.4	2.7	3.4	4.5	4.0	4.7	6.0	6.0	12	4.2	9.8	6.0	6.4	11	6.3	4.8	2.8	4.4		
Tuleva vesi	kg/d	12700	11700	16500	12500	17100	20100	16500	14700	12400	11100	11700	16500	13900	16100	13000	9160	16900	18600	12600	9750	16100	13100	15000	17300	12200	11500	16800			
Esiselketyt vesi	kg/d	3140	3440	4170	2820	3190	3340	3400	2710	1400	2990	3690	3540	2490	3020	2370	3020	3350	2570	2630	3950	3980	3000	2820	3070	2060	3860	3130			
Lähteva vesi	kg/d	348	376	604	305	379	916	448	351	108																					

Liite 8. Yhdistelmätaulukko ¾ 2010 (laboratoriotietokanta Veka)

PUHDISTAMOTARKEKAILUN TULOSTEN YHDISTELMÄTAULUKKO
Temperen kaupunki Vltkkalanlahden jätevedepuhdistamo Laskentajakso: 3/4 2010

Läpäsäät: BOD7 <15, kokP <0,6, NH4N <4, BOD7 red >92 %, kokP red >92 %, NitriF > 90 %

Paasi	1.7.	4.7.	7.7.	12.7.	15.7.	20.7.	22.7.	25.7.	28.7.	2.8.	5.8.	8.8.	10.8.	16.8.	18.8.	24.8.	26.8.	29.8.	1.9.	6.9.	9.9.	14.9.	16.9.	19.9.	22.9.	27.9.	30.9.	29.7.2011			
Vesimäärä																															
Kok virtaus	m ³ /d	40648	39986	43238	47214	61538	56687	51849	50370	49395	46229	48497	59028	63717	48449	45113	45146	45237	41386	45719	42741	44672	75658	53914	54660	63354	47825	46171	50313	49751	
Ensiselkötetty vesi	m ³ /d	40648	39986	43238	47214	61538	56687	51849	50370	49395	46229	48497	59028	63717	48449	45113	45146	45237	41386	45719	42741	44672	75658	53914	54660	63354	47825	46171	50313	49751	
Käytetty	m ³ /d	40648	39986	43238	47214	61538	56687	51849	50370	49395	46229	48497	59028	63717	48449	45113	45146	45237	41386	45719	42741	44672	75658	53914	54660	63354	47825	46171	50313	49751	
BOD7(mn)																															
Tuleva vesi	mg/l	210	210	180	200	94	110	100	97	110	220	160	73	130	230	200	130	170	160	210	240	220	180	180	170	200	210	170	170	170	
Ensiselkötetty vesi	mg/l	58	50	44	57	43	33	43	42	46	55	81	41	62	63	56	62	63	62	62	62	67	50	52	56	53	63	57	54	55	
Lähtävä vesi	mg/l	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Tuleva vesi	kg/d	8540	8400	7780	9440	5780	6240	5180	4890	5430	10200	7760	4310	8280	11100	9020	5870	7690	6620	9600	10300	9830	13600	9700	9290	10800	9560	9700	8390	8330	
Ensiselkötetty vesi	kg/d	2360	2000	1900	2690	2650	1870	2230	2120	2270	2540	3930	2420	3950	3050	2530	2800	2850	2570	2890	2650	2990	3780	2800	3060	3360	3010	2630	2740	2740	
Lähtävä vesi	kg/d	122	124	130	175	246	238	244	166	148	139	145	177	325	145	135	135	136	124	137	138	134	227	162	164	190	143	139	166	162	
Poistama Ensiselkötetty/vesi	%	72,4	76,2	75,6	71,5	54,3	70,0	57,0	56,7	58,2	75,0	49,4	43,8	52,3	72,6	72,0	52,3	62,9	61,3	70,5	74,2	69,5	72,2	71,1	67,1	68,8	68,5	72,9	67,2	67,2	
Poistama Lähtävä vesi	%	98,6	98,5	98,3	98,2	95,7	96,2	95,3	96,6	97,3	98,6	98,1	95,9	96,1	98,7	98,5	98,1	98,6	98,8	98,6	98,3	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2	98,5	98,6	98,0	98,1	
Kokonaistilasto																															
Tuleva vesi	mg/l	7,4	5,5	5,2	4,9	3,0	3,4	3,0	3,2	3,5	5,7	4,2	2,0	3,9	6,5	5,3	4,7	5,2	5,0	5,6	7,0	6,3	5,8	5,3	5,0	5,4	6,3	6,5	4,9	5,	
Ensiselkötetty vesi	mg/l	2,6	2,6	2,1	3,3	2,7	1,9	2,2	2,4	2,6	3,3	3,4	2,0	2,4	3,2	2,6	3,3	2,7	3,0	3,1	3,8	3,7	3,3	2,8	3,0	2,8	3,9	3,7	2,9	2,9	
Lähtävä vesi	mg/l	0,20	0,29	0,27	0,34	0,34	0,29	0,40	0,27	0,24	0,21	0,15	0,14	0,15	0,16	0,14	0,23	0,15	0,16	0,20	0,32	0,34	0,29	0,31	0,31	0,24	0,30	0,34	0,25	0,25	
Tuleva vesi	kg/d	301	220	225	231	185	197	156	161	173	264	204	118	248	315	239	212	235	207	236	299	281	439	286	273	342	301	300	247	247	
Ensiselkötetty vesi	kg/d	106	104	90,8	156	166	108	114	121	128	153	165	118	153	155	117	149	122	124	142	162	165	250	151	164	177	187	171	145	145	
Lähtävä vesi	kg/d	8,1	11,6	11,7	16,1	20,9	16,4	20,7	13,6	11,9	9,7	7,3	8,3	9,6	7,8	6,3	10,4	6,8	6,6	9,1	13,7	15,2	21,9	16,7	16,9	15,2	14,3	15,7	12,7	12,5	
Poistama Ensiselkötetty/vesi	%	64,9	52,7	59,6	32,7	10,0	44,1	26,7	25,0	25,7	42,1	19,0	0,0	38,5	50,8	30,9	29,8	48,1	40,0	44,6	45,7	41,3	43,1	47,2	40,0	48,1	38,1	43,1	41,2	41,2	
Poistama Lähtävä vesi	%	97,3	94,7	94,8	93,1	88,7	91,5	86,7	91,6	93,1	96,3	96,4	93,0	96,2	97,5	97,4	95,1	97,1	96,8	96,4	95,4	94,6	95,0	94,2	93,8	95,6	95,2	94,8	94,9	94,9	
Kokonaistyyppi																															
Tuleva vesi	mg/l						33						16															31	31		
Ensiselkötetty vesi	mg/l						35						25															33	33		
Lähtävä vesi	mg/l						29						23															30	30		
Tuleva vesi	kg/d						1560						944															1550	1550		
Ensiselkötetty vesi	kg/d						1650						1480															1640	1640		
Lähtävä vesi	kg/d						1370						1360															1550	1510		
Poistama Ensiselkötetty/vesi	%						-6,1						-56,3															-5,6	-5,6		
Poistama Lähtävä vesi	%						12,1						-43,8															1,8	2,9		
Ammoniumstyyppi																															
Tuleva vesi	mg/l	28	26	27	25	15	17	15	16	18	26	22	12	16	30	29	28	30	28	31	33	34	27	29	25	28	31	32	25	25	
Ensiselkötetty vesi	mg/l	31	30	30	29	24	26	24	23	26	30	29	21	25	26	32	35	32	33	34	37	35	24	29	28	25	31	33	28	29	
Lähtävä vesi	mg/l	0,03	0,03	0,20	0,59	1,2	1,4	2,0	0,23	1,6	0,44	0,07	0,04	0,41	0,06	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05	0,06	0,12	0,44	0,29	0,05	0,08	1,3	0,07	0,41	0,41	
Tuleva vesi	kg/d	1140	1040	1170	1180	923	964	778	806	889	1200	1070	708	1020	1450	1310	1260	1360	1160	1420	1410	1520	2040	1560	1370	1770	1480	1480	1240	1240	
Ensiselkötetty vesi	kg/d	1260	1200	1300	1370	1490	1470	1240	1160	1280	1390	1410	1240	1590	1260	1440	1580	1450	1370	1550	1580	1560	1820	1560	1530	1580	1480	1520	1430	1430	
Lähtävä vesi	kg/d	1,2	1,2	8,6	27,9	73,8	79,4	104	11,6	79,0	20,3	3,4	2,4	26,1	2,9	1,8	1,8	2,7	2,1	2,3	2,6	3,4	33,3	15,6	2,7	5,1	62,2	3,2	21,6	20,2	
Nitrifikaatioaste	%						98,2						100															98,7	98,7		
COD(Cr)																															
Tuleva vesi	mg/l						390						170															430	341	345	
Lähtävä vesi	mg/l						37						30															30	33,5	33,5	
Tuleva vesi	kg/d						18400						10000															27200	17200	17200	
Lähtävä vesi	kg/d						1750						1770															1900	1710	1670	
Poistama Lähtävä vesi	%						90,5						82,4															93,0		90,2	90,3
Klorosäme GP/A																															
Tuleva vesi	mg/l	600	410	370	340	150	160	150	140	150	290	210	140	200	390	330	190	170	170	450	340	380	340	250	260	280	320	320	270	270	
Ensiselkötetty vesi	mg/l	73	82	57	85	81	55	59	65	69	86	110	86	77	93	76	77	95	76	79	76	76	100	38	56	71	71	54	76	77	
Lähtävä vesi	mg/l	4,2	6,6	3,9	10	9,3	9,8	9,4	6,8	7,5	4,5	3,4	4,1	5,1	3,9	2,9	7,4	5,5	2	2,8	3,8	3,1	3,8	2,5	5,7	2	3,2	4,9	5,	5,	
Tuleva vesi	kg/d	24400	16400	16000	16100	9230	9070	7780	7050	7410	13400	10200	8260	12700	18900	14900	8580	7690	7040	20600	14300	17000	25700	13500	14200	17700	15300	14000	13600	13600	
Ensiselkötetty vesi	kg/d	2970	3280	2460	4010	4980	3120	3060	3270	3410	3980	5330	5080	4910	4510																

Liite 9. Yhdistelmätaulukko ¾ 2011 (laboratoriotietokanta Veka)

PUHDISTAMOTARKEKALUN TULOSTEN YHDISTELMÄTAULUKKO

Tampereen kaupunki Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo Laskentajakso: ¾ 2011

Läpäsodot: BOD7 <15, kokP <0,6, NH4N <4, BOD7 red.>92 %, kokP red.>92%, Nitriit > 90 %

Pvm	4.7.	7.7.	10.7.	12.7.	18.7.	20.7.	26.7.	28.7.	31.7.	3.8.	8.8.	11.8.	16.8.	18.8.	21.8.	24.8.	29.8.	1.9.	4.9.	6.9.	12.9.	14.9.	20.9.	22.9.	25.9.	27.9.	18.10.2011		
Vesimäärä																													
Kok.virtausma	m ³ /d	46579	60391	47954	65736	54637	52232	60568	63986	51359	53673	67147	57077	54439	51740	52156	49332	50892	50824	44696	50032	55319	69504	70673	75083	54424	62255	56604	55988
Ensiselkeytetty vesi	m ³ /d	46579	60391	47954	65736	54637	52232	60568	63986	51359	53673	67147	57077	54439	51740	52156	49332	50892	50824	44696	50032	55319	69504	70673	75083	54424	62255	56604	55988
Käsitelty	m ³ /d	46579	60391	47954	65736	54637	52232	60568	63986	51359	53673	67147	57077	54439	51740	52156	49332	50892	50824	44697	50032	55319	68504	70673	75083	54424	62255	56604	55988
BOD7(otu)																													
Tuleva vesi	mg/l	230	190	200	200	220	260	210	270	200	240	280	230	220	240	220	260	230	320	280	180	540	220	400	200	320	300	260	260
Ensiselkeytetty vesi	mg/l	64	90	38	46	30	196	140	73	51	76	60	55	45	56	51	65	79	61	54	53	71	44	59	47	40	43	59	60
Lähtävä vesi	mg/l	4.5	3	4.3	4.0	3.3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.1	3.8	3	7.0	5.1	3.5	3.6	3.0	3	3	3.4	3.5	3.5
Tuleva vesi	kg/d	10700	11500	9590	13100	12000	13600	12700	17300	10300	12900	18800	13100	12000	12400	11500	12800	11700	16300	12500	9010	29900	15100	28300	15000	17400	18700	14500	14500
Ensiselkeytetty vesi	kg/d	2980	3440	1820	3020	2730	392	8480	4670	2620	4080	4030	3140	2450	2900	2660	3210	4020	3100	2410	2650	3930	3010	4170	3330	2180	2680	3340	3340
Lähtävä vesi	kg/d	210	181	206	263	180	157	182	192	154	161	201	171	163	155	153	193	152	313	255	194	247	212	225	163	212	194	195	
Poistama Ensiselkeytetty %	%	72.2	52.6	81.0	77.0	77.3	92.7	33.3	73.0	74.5	68.3	78.6	76.1	79.5	76.7	76.8	75.0	65.7	80.9	80.7	70.6	86.9	80.0	83.3	76.5	87.5	85.7	77.0	77.0
Poistama Lähtävä vesi %	%	98.0	98.4	97.9	98.0	98.5	98.8	98.6	98.9	98.5	98.8	98.9	98.7	98.6	98.8	98.8	98.8	98.3	99.1	97.5	97.2	99.4	98.4	99.3	98.5	99.1	98.9	98.6	98.7
Kakemiasofori																													
Tuleva vesi	mg/l	6.4	5.3	5.8	5.6	6.2	6.6	7.6	7.8	6.4	8.0	8.4	6.4	5.9	6.7	6.4	8.7	7.2	8.7	6.1	5.5	10	5.9	8.7	5.4	7.1	7.8	7.0	7.0
Ensiselkeytetty vesi	mg/l	2.6	2.6	1.7	2.7	2.7	1.4	11	6.9	3.3	3.7	2.7	2.8	2.4	3.0	3.0	3.9	4.1	3.5	3.5	3.9	4.3	3.1	3.3	3.0	3.1	3.3	3.6	3.6
Lähtävä vesi	mg/l	0.28	0.25	0.39	0.32	0.31	0.22	0.18	0.20	0.18	0.21	0.22	0.28	0.22	0.19	0.20	0.23	0.25	0.24	0.36	0.36	0.28	0.25	0.21	0.22	0.26	0.28	0.25	0.25
Tuleva vesi	kg/d	298	320	278	368	339	345	460	499	329	429	564	365	321	347	334	429	366	442	273	275	553	404	615	405	386	496	394	394
Ensiselkeytetty vesi	kg/d	121	137	81.5	177	148	73.1	666	442	169	199	181	180	131	155	156	192	209	178	156	195	238	212	233	225	169	205	201	201
Lähtävä vesi	kg/d	13.0	15.1	18.7	21.0	16.9	11.5	10.9	12.8	9.2	11.3	14.8	16.0	12.0	9.8	10.4	11.3	12.7	12.2	16.1	18.0	15.5	17.1	14.8	16.5	14.2	17.4	14.2	14.2
Poistama Ensiselkeytetty %	%	39.4	50.9	70.7	51.8	56.5	78.8	44.7	11.5	48.4	53.8	67.9	56.3	59.3	53.2	53.1	55.2	43.1	59.8	42.6	29.1	37.0	47.5	62.1	44.4	56.3	57.7	48.9	48.9
Poistama Lähtävä vesi %	%	95.6	95.3	93.3	94.3	95.0	96.7	97.6	97.4	97.2	97.4	97.4	95.6	96.3	97.2	96.9	97.4	96.5	97.2	94.1	93.5	97.2	95.8	97.6	95.9	96.3	96.4	96.4	96.4
Kakemiasotyyppi																													
Tuleva vesi	mg/l	44	39		41		43		43		54		42		55		43		58		43		58		43		45	45	45
Ensiselkeytetty vesi	mg/l	37	26		28		38		34		27		29		29		45		24		34		36		43		45	45	45
Lähtävä vesi	mg/l	22	15		19		14		16		15		19		21		22		24		21		17		17		19	19	19
Tuleva vesi	kg/d	2050	1870		2240		2750		2310		3630		2230		2190		2800		1920		3210		3040		2800		2540	2540	2540
Ensiselkeytetty vesi	kg/d	1720	1250		1530		2430		1820		1810		1580		1510		2290		1520		1990		2050		1990		1810	1810	1810
Lähtävä vesi	kg/d	1020	719		1040		896		809		1010		1030		1100		1120		1070		1160		1200		1180		1030	1050	1050
Poistama Ensiselkeytetty %	%	15.9	33.3		31.7		11.6		20.9		50.0		29.3		31.0		18.2		20.9		37.9		32.6		28.9		28.9	28.9	28.9
Poistama Lähtävä vesi %	%	50.0	61.5		53.7		67.4		62.8		72.2		53.7		50.0		60.0		44.2		63.8		60.5		57.8		58.2	58.6	58.6
Ammoniumstyyppi																													
Tuleva vesi	mg/l	32	28	29	28	28	32	37	28	28	32	37	31	29	32	31	38	37	38	31	33	31	25	27	24	28	29	31	31
Ensiselkeytetty vesi	mg/l	28	23	22	18	20	14	13	29	16	25	23	22	23	22	21	28	26	24	24	28	26	20	22	20	21	23	22	23
Lähtävä vesi	mg/l	1.1	2.2	0.26	0.94	0.05	0.03	0.59	0.86	0.30	0.13	0.30	0.06	1.0	0.27	0.04	0.30	2.4	0.65	9.5	13	3.1	4.1	3.7	3.0	1.2	1.5	1.9	1.9
Tuleva vesi	kg/d	1490	1690	1390	1840	1530	1670	2240	1790	1440	1720	2480	1770	1580	1660	1620	1870	1880	1930	1390	1650	1710	1910	1800	1520	1810	1730	1730	
Ensiselkeytetty vesi	kg/d	1300	1390	1050	1180	1090	731	787	1860	822	1340	1540	1260	1250	1140	1100	1380	1320	1320	1070	1400	1440	1370	1550	1500	1140	1430	1260	1260
Lähtävä vesi	kg/d	51.2	133	12.5	61.8	2.7	1.6	35.7	55.0	15.4	7.0	20.1	3.4	34.4	14.0	2.1	14.8	122	33.0	425	650	171	281	261	225	65.3	93.4	108	109
Nitriifiointaste	%	97.5	99.3		100		98.0		100		99		97.6		100		95.6		77.9		94.7		91.4		96.7		95.7	95.7	95.7
COD(Cr)																													
Tuleva vesi	mg/l	450					470		510								510									700	547	553	
Lähtävä vesi	mg/l	33					30		30								33									32	31.6	31.6	
Tuleva vesi	kg/d	21000					30100		34200								26000									49600	31000	31000	
Lähtävä vesi	kg/d	1540					1920		2010								1680									1990	1830	1770	
Poistama Lähtävä vesi %	%	92.7					93.6		94.1								93.5									95.4	94.2	94.3	
Kiltoina GF/A																													
Tuleva vesi	mg/l	280	210	290	230	300	210	220	320	300	280	310	350	350	390	410	340	300	620	380	220	1400	550	960	380	570	630	420	430
Ensiselkeytetty vesi	mg/l	96	57	54	96	90	29	530	240	120	120	93	50	50	84	76	120	110	110	110	74	140	100	94	73	72	69	110	110
Lähtävä vesi	mg/l	8.6	5.0	12	10	9.6	6.6	3.9	5.1	4.5	4.6	6.7	2.2	5.6	5.0	7.2	5.1	5.8	5.0	11	7.5	7.3	6.7	4.9	4.0	7.7	7.6	7	7
Tuleva vesi	kg/d	13000	12700	13900	13100	16400	11000	13300	20500	15400	15000	20800	20000	19100	20200	21400	16800	15300	31500	17000	11000	77400	37700	67800	28500	31000	39200		