



VEDEN LAATU

Valio Oy Tampereen meijerillä

Heini Muuronen

**Opinnäytetyö
Toukokuu 2014
Paperi- tekstiili- ja kemian-
tekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikka**

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi- tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikka

HEINI MUURONEN:

Veden laatu
Valio Oy Tampereen meijerillä

Opinnäytetyö 27 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Toukokuu 2014

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Tampereen meijerille tulevan veden laatua. Opinnäytetyö on tehty Valio Oy:lle. Opinnäytetyössä tutkittiin 24 vesipisteestä kloridi-, mangaani- ja rautapitoisuuksien lisäksi pH sekä heterotrofiset mikrobit. Opinnäytetyö sisältää osittain salaista aineistoa.

Opinnäytetyössä verrattiin meijerin veden tuloksia Tampereen Veden vedenlaatuun sekä Sosiaali- ja terveysministeriön talousvesiasetuksen (461/2000) laatusuosituksiin. Näytteiden analysoinnissa käytettiin talousvesiasetuksen ja Eviran talousvesiohjeen ohjeistusta. Myös Valio Oy:n omat ohjeet huomioitiin. Teoriaosaan on kerätty yleistä tietoa Tampereen vedestä, talousveden lainsäädännöstä sekä tutkittavista kemiallisista ja mikrobiologisista muuttujista.

Näytteet otettiin kerran kuukaudessa kolmena kevätkuukautena ja analysoitiin Tampereen ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Raudan ja mangaanin analysointiin käytettiin AAS-laitteistoa, kloridin analysointiin IC-laitteistoa, pH:n analysointiin pH-mittaria ja veden heterotrofisien mikrobien analysointiin maljavalutekniikkaa.

ABSTRACT

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

HEINI MUURONEN:
Water Quality.
Valio Ltd. Tampere Milk Processing Plant

Bachelor's thesis 27 pages, appendices 3 pages
May 2014

The purpose of this thesis was to identify the water quality in the milk processing plant of Tampere. This thesis is made for Valio Ltd. In this thesis water from 24 water taps were examined. Chloride, manganese and iron concentrations in addition to the pH, as well as heterotrophic microbes were analysed. This thesis includes partially classified information.

Thesis takes into account the water quality of Tampere Vesi and the Ministry of Social Affairs and Health's domestic water regulation (461/2000). Samples were examined with the help of domestic water regulation and domestic water policy. Also Valio's own instructions were taken into account. The theory part is combined from basic information about quality of water in Tampere, legislation and assays made from the water.

The samples were taken during three month period once a month and analysed in laboratory of Tampere University of Applied Sciences. AAS-apparatus was used in analysis of iron and manganese, IC-apparatus in analysis of chloride, pH-meter in analysis of pH and pour plate method to analyse heterotrophic microbes.

Key words: water, quality of water, valio ltd, pirkanmaa region in southern finland

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TAMPEREEN VESI	7
	2.1.1 Kaupinojan vedenpuhdistuslaitos.....	8
3	YLEISTÄ TALOUSVEDESTÄ	9
	3.1 Talusvesiasetus	9
	3.1.1 Talusveden omavalvonta hygienialain mukaisessa laitoksessa	10
	3.2 Meijerin vesi	11
4	VEDESTÄ TEHTÄVÄT MÄÄRITYKSET	12
	4.1 Kloridi.....	12
	4.2 Rauta	12
	4.3 Mangaani	13
	4.4 pH.....	13
	4.5 Heterotrofiset mikrobit	14
5	NÄYTTEENOTTO	15
6	VEDEN TUTKIMUSMENETELMÄT	16
	6.1 Kloridi.....	16
	6.2 Rauta ja mangaani.....	17
	6.3 pH.....	18
	6.4 Heterotrofiset mikrobit	19
7	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	21
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	22
	LÄHTEET.....	23
	LIITTEET	25
	Liite 1. Vain tilaajan kappaleessa.....	25
	Liite 2. Vain tilaajan kappaleessa.....	26
	Liite 3. Vain tilaajan kappaleessa.....	27

ERITYISSANASTO

Aktiivihiihikäsittely	Aktiivihiihi on adsorbenttimateriaali, jolla on rakenteensa ja ominaisuuksiensa vuoksi kyky adsorboida monia orgaanisia ja epäorgaanisia aineita. Aktiivihiihikäsittely poistaa epämiellyttävät hajut ja maut, mutta myös suuren osan veden sisältämistä torjunta-aineista.
Koaguloitkemikaali	Kemikaalin avulla kiintoainehiukkasten varaukset neutraloidaan. Näin kiintoainepartikkelit voivat muodostaa keskenään suurempia hiukkasia, jotka saadaan helpommin erotettua vedestä.
Flotaatio	Vedenpuhdistusprosessi, jossa epäpuhtaudet poistuvat kaasukupliin sitoutuneina veden pinnalle
Humus	Humus muodostuu eloperäisten aineiden maatumisesta ja kasvien muuttumisesta kangasturpeeksi.
m ³ /d	Kuutiometriä vuorokaudessa
mg/l	Milligrammaa litrassa
µg/l	Mikrogrammaa litrassa
µm	Mikrometri

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on Valio Oy:n Tampereen meijerin vedenlaadun kartoitus, jota voidaan käyttää apuna Tampereen meijerin veden tutkimisen kehityssuunnitelmassa sekä putkiston mahdollisten ongelmakohtien kartoittamisessa. Työ käsittelee näytteenottosuunnitelman, tutkimukset, tutkimusmenetelmät sekä tulosten analysoinnin. Tampereen meijerille on investoitu uusi tuotantolinja, joten veden laadun tutkiminen oli ajankohtaista.

Yhteensä 24 eri vesipisteen vedet tutkittiin, joiden tulosten perusteella määriteltiin veden laatu meijerillä. Tulevan veden lisäksi analysoitavana oli myös ns. toisiovesiä, joita käytetään mm. tuotantolinjojen pesuun. Näytteet otettiin kolme kertaa noin kuukauden välein kevään 2014 aikana ja analysoitiin Tampereen ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Näytteet kerättiin kahteen erilaiseen steriloituun näyteastiaan, joista toinen oli tarkoitettu mikrobiologisille näytteille. Aikaa näytteenoton ja analysoinnin välillä sai olla 24 tuntia.

Vedestä analysoitiin kloridi, rauta, mangaani, pH sekä heterotrofiset mikrobit. Rauta, kloridi ja mangaani tutkittiin, jotta saataisiin käsitys sekä veden laadusta yleisesti, että meijerin putkiston yleiskunnosta. Veden heterotrofit sekä pH ovat vedenlaadun yleisindikaattoreita. Saatuja tuloksia verrattiin Tampereen Veden ilmoittamiin tuloksiin. Näytteiden analysointiin käytettiin ionikromatografia, atomiadsorptiofotometriä sekä pH-mittaria. Näiden lisäksi mikrobiologisena menetelmänä käytettiin maljavalutekniikkaa. Analyyseista saadut tulokset siirrettiin Excel-muotoon.

Opinnäytetyön onnistumiseen tarvittiin paljon taustatietoa sekä eri ihmisten ammattitaitoa. Tampereen ammattikorkeakoulun sekä etenkin Valio Oy:n henkilökunta on ollut suureksi avuksi ja heidän avullaan onnistuin saavuttamaan opinnäytetyöni tavoitteet.

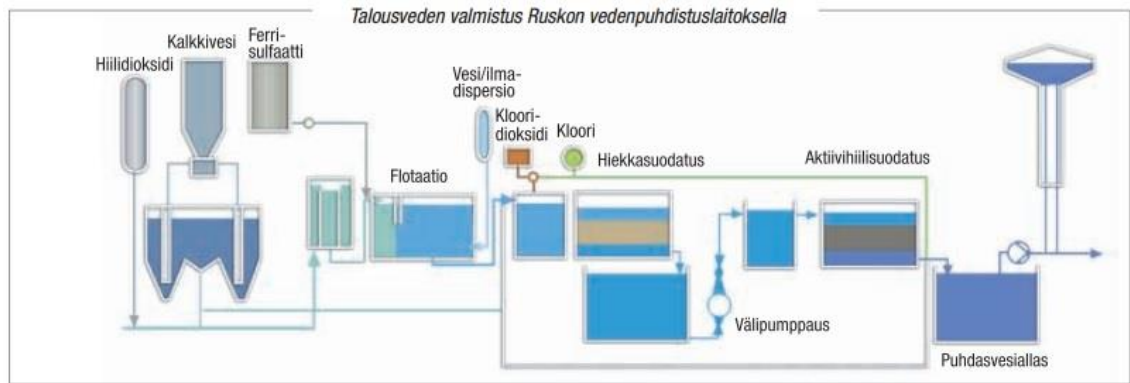
2 TAMPEREEN VESI

Kaksi kolmannelta Tampereella käytettävästä vedestä on valmistettu pintavedestä ja kolmasosa on pohjavettä. Tampereella vedenlaatu täyttää hyvin terveydelliset laatuvaatimukset ja annetut laatusuositukset. Pohjavesi on ympäri vuoden kylmää, 5 °C – 7 °C. Roineesta peräisin oleva pintavesi otetaan noin 4-5 metrin syvyydestä ja 200 metrin etäisyydeltä rannasta ja veden lämpötila voi vaihdella vuoden eri aikoina välillä 1 °C – 22 °C. (Tampereen Vesi Tampereen veden yleisesite.)

Roineen laatuluokitus on hyvä, asteikolla erinomainen-huono. Roineen pohjoisosan vedenottosyvänteen laatua tarkkaillaan Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen toimesta. Lisäksi Roineen vedenlaatua seurataan säännöllisesti myös Pirkanmaan ympäristökeskuksen toimesta. (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, 2011.)

Tampereen Vedellä on viisi pohjaveden ottamoa, jotka sijaitsevat eripuolilla Tamperetta. (Tampereen Vesi, Tampereen veden yleisesite.)

Ruskon vedenpuhdistuslaitoksella käsiteltävästä pintavedestä poistetaan humus rautasäostuksen, flotaation ja hiekkasäodatuksen avulla. Aktiivihiilikäsittelyllä viimeistellään vedenlaatu ja makuominaisuudet (kuva 1). Koaguloitkemikaalina käytetään rauta(III)sulfaattia, alkalointikemikaalina kalkkia ja desinfioitkemikaalina klooria. Käytettävät pohjavedet ovat jo sellaisenaan hyvää juomavettä. Messukylän ja Hyhkyn pohjavesilaitoksilla on raudan ja mangaanin poisto sekä aktiivihiilisuodatus. Sekä pintaettä pohjaveden käsittelyssä vedenlaatu verkoston kaikissa osissa varmistetaan ennen vesijohtoverkoston johtamista lievällä klooriannostuksella. Lisäksi putkistojen syöpyminen estetään nostamalla veden pH noin kahdeksaan. (Tampereen Vesi. 2010. Veden käsittely.)



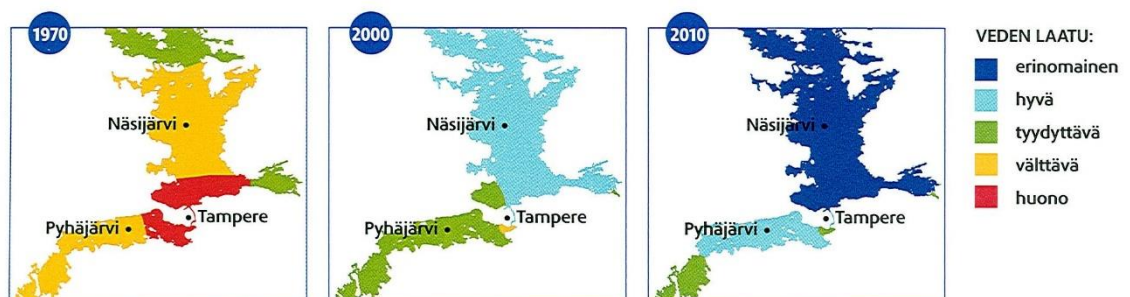
KUVA 1. Talousveden valmistus Ruskon vedenpuhdistuslaitoksella. (Tampereen veden yleisesite)

2.1.1 Kaupinojan vedenpuhdistuslaitos

Tampereen Veden toiseksi päälaitokseksi uusitaan Kaupinojan vedenpuhdistuslaitos Ruskon laitoksen rinnalle. Uuden laitoksen kapasiteetiksi tulee 50 000 m³/d, jatkossa jopa 72 000 m³/d. Kaupinojan vedenpuhdistuslaitoksen käyttö lopetettiin 1970-luvulla Näsijärven huonon vedenlaadun takia (kuvio 1). (Tampereen Vesi. 2014. Kaupinojan vedenpuhdistuslaitos.)

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen Reijo Oravaisen (2013) mukaan 1970-luvun alkupuolella Näsijärven koko alusvesi oli kuin huonosti laimentunutta jätevettä. Vesi oli hapetonta, jäteliemi haisi ja kaikki sellaiset perusviat löytyivät, mitä sel-luteollisuuden likaamista vesistä voi löytyä. (Oravainen, 2013.)

Kuviosta 1 nähdään, Näsijärven vedenlaatu on kehittynyt huonosta erinomaiseksi.



KUVIO 1. Näsijärven vedenlaadun kehitys 1970-luvulta 2010-luvulle. (tampere.fi)

3 YLEISTÄ TALOUSVEDESTÄ

Talousvedeksi käsitetään vesi, jota käytetään juomavetenä ja ruoan valmistuksessa kotitalouksissa sekä elintarvikealan yrityksissä tuotteiden valmistamiseen. Talousveden valvonnan tarkoituksena on seurata vedenlaatua, jotta se ei aiheuta terveydelle vaaraa. (Valvira talousvesi, 2014).

3.1 Talousvesiasetus

Sosiaali- ja terveysministeriö on säätänyt 19.5.2000 asetuksen talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Talousvesiasetuksen (461/2000) neljännessä pykälässä määritellään talousveden laatuvaatimukset seuraavasti:

Talousvedessä ei saa olla pieneliöitä tai loisia tai mitään aineita sellaisina määrinä tai pitoisuuksina, joista voi olla vaaraa ihmisten terveydelle. Talousveden on oltava myös muuten käyttötarkoitukseensa soveltuvaa, eikä se saa aiheuttaa haitallista syöpymistä tai haitallisten saostumien syntymistä vesijohdoissa ja vedenkäyttölaitteissa. (Talousvesiasetus (461/2000) 4§)

Asetusta sovelletaan mm. talousveteen, jota käytetään elintarvikealan yrityksessä ihmisten käyttöön tarkoitettujen tuotteiden tai aineiden valmistukseen, jalostukseen, säilytykseen ja markkinoille saattamiseen. (Finlex talousvesiasetus, 2000.)

Sosiaali- ja terveysministeriön asettamat laatuvaatimukset näkyvät alla olevasta kuvios-
ta (kuvio 2). Kappaleessa neljä tarkastellaan vedestä analysoidut muuttujat tarkemmin.

Talousveden puhdistustulokset ja laatuvaatimukset

	Rusko**)	Pinsiö ***)	Sallittu enimm.pit*)	Yksikkö
Fluoridi F	0,11	0,07	1,5	mg/l
Arseeni As	<0,005	<0,005	0,01	mg/l
Nitriittityppi NO ₂ -N	<0,001	<0,001	0,15	mg/l
Escherichia coli	0,0	0,0	0	pmy/100 ml
Enterokokit	0,0	0,0	0	pmy/100 ml
Kloridi Cl	4,7	9,5	250	mg/l
Mangaani Mn	<10	<10	50	ug/l
Rauta Fe	<20	<20	200	ug/l
Sulfaatti SO ₄	30	15	250	mg/l
Natrium Na	3,1	15	200	mg/l
pH	8,4	8	6,5-9,5	
Orgaaninen kokonaishiili	2	0,72	ei epätavallisia muutoksia	mg/l
Kokonaiskovuus	3,6	2,2		°dH

*) Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 461/2000 mukaan, **) Rusko on pintavesilaitos
 ***) Pinsiö on pohjavesilaitos, pmy=pesäkkeitä muodostavaa yksikköä

KUVIO 2. Talousveden mikrobiologiset sekä kemialliset laatuvaatimukset (Tampereen veden yleisesite)

3.1.1 Talousveden omavalvonta hygienialain mukaisessa laitoksessa

Elintarvikevirasto Evin talousvesiohjeen 3565/4/02 tarkoituksena on opastaa hygienialain mukaisia laitoksia, kuten mejereitä käytettävän puhtaan meri-, järvi- tai jokiveden omavalvonnassa. Laitoksen omavalvontaan on maa- ja metsätalousministeriön antamien säädösten mukaan kuuluttava talousveden säännöllinen tutkiminen laitoksen vesipisteistä.

Omavalvontasuunnitelmasta on ilmevä, onko laitokselle talousvettä toimittavan vesilaitoksen talousveden valmistukseen käyttämä raakavesi pinta- tai pohjavettä. Jos talousvettä varastoidaan laitoksen alueella säiliöihin, vettä kloorataan tai käsitellään muuten, käsittelystä sekä käsittelyn seurannasta sekä varastosäiliöiden puhdistuksesta on oltava selvitys. Myös veden varastointi tulee ottaa huomioon laitoksen omavalvontasuunnitelmassa. (Evin talousvesiohje.2002)

Vesipisteen täytyy olla numeroituna ja merkittyinä LVI-piirroksessa, josta on käytävä ilmi vähintään laitokseen tulevan veden ja putkistojen sijoittuminen. Laitoksella on oltava ohjelma, jossa näkyy näytteenottosuunnitelma eli kuinka usein ja mistä vesipisteistä vettä kulloinkin tutkitaan ja mitä tutkimuksia näytteistä tehdään. Näytteenotosta, tut-

kimustuloksista ja korjaavista toimenpiteistä ja niiden ajankohdista on pidettävä kirjaa. Tuloksia säilytetään vähintään kahden vuoden ajan. (Evi. 2002. Talusvesiohje.)

3.2 Meijerin vesi

Meijerissä käytetään Tampereen kaupungin vesijohtoverkon vettä, joka johdetaan kahdesta runkovesilinjasta suodatuslaitteiston läpi. Tampereen meijerin vedenottosuunnitelma perustuu yllä mainittuun talusvesiasetukseen sekä Evin talusvesiohjeeseen.

Vesinäytteitä otetaan meijerillä vedenottosuunnitelman (MEO TRE ET 45.5 Käyttöveden seuranta) mukaan yhdeksän kertaa/vuosi tuotanto- ja sosiaalityöjen eri vesipisteistä niin, että kaikista vesipisteistä tulee otetuksi yksi näyte viidessä vuodessa. Tuotantotiloista otetaan näytteet useammin, kerran kuukaudessa. Lisäksi kerran viikossa tutkitaan pesukeskusten vedet (säiliövedet). Näytteistä tutkitaan koliformiset bakteerit ja pesäkkeiden lukumäärä 22 °C:ssa (heterotrofiset mikrobit) ja vähintään kerran vuodessa yhdestä näytteestä enterokokit, sekä *Clostridium perfringens*-bakteerit. Tampereen meijerin vedet tutkitaan Valio Oy:n akkreditoidussa Lapinlahden aluelaboratoriossa. Tampereen veden näytteenottopiste sijaitsee meijerillä ja siitä vedenlaatu tutkitaan Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n akkreditoidussa laboratoriossa neljä kertaa vuodessa.

Tampereen meijerin putkistoa on rakennettu 1960-luvulta lähtien. Putkiston materiaaleina on käytetty rautaa, sinkittyä terästä sekä ruostumatonta terästä (Aisi316). Venttiilien materiaaleina on käytetty messinkiä sekä ruostumatonta terästä (Aisi316). Kuntoarvioksi on annettu vuonna 2007 välttävä/tydyttävä. Vesiputkiston tonttijohdot ovat 60-luvulta, joista toinen haara on uusittu 90-luvulla. Vesiverkostossa on paljon haaroja sekä tulpattuja umpieriä. Vesilinjat yhtyvät ja riippuen virtauksista sekä paineista vesi voi joillakin alueilla liikkua kahteen suuntaan. Huuhteluihin ja pesuihin käytettävää vettä eli toisiovettä varastoidaan 50 m³ sekä 100 m³ säiliöihin ja alkuhuuhde-säiliöitä on kolme 10 m³ säiliötä. Kierrätysvesien varastoinnin viipymäaika vaihtelee päivittäin ja niiden varastointilämpötila on +20 °C.

4 VEDESTÄ TEHTÄVÄT MÄÄRITYKSET

4.1 Kloridi

Kloridipitoista vettä esiintyy vanhoilla merenpohja-alueilla sekä jätevesien ja tiesuolauksen seurauksena. Kloridi pitoisuus voi lisääntyä huomattavasti veden klooridesinfiinnissa. Kloridilla ei ole tunnettuja haitallisia terveysvaikutuksia, mutta se aiheuttaa veteen havaittavaa makuvirhettä jo 200–300 mg/l pitoisuudessa. Kohonnut veden kloridipitoisuus aiheuttaa putkistojen syöpymistä. Putkistosta syöpyy niiden materiaalista riippuen lähinnä rautaa, kuparia ja sinkkiä. Veden kloridipitoisuuden ylittäessä 10 mg/l korroosiovaikutukset alkavat voimistua. Mitä pehmeämpää vesi on, sitä helpommin kloridipitoinen vesi syövyttää putkistoja. Kloridin poisto vedestä on vaikeaa ja se poistuu hitaasti pohjavedestä. Kloridi sisältyy laatusuositukseen ja sen raja-arvoksi on asetettu 250 mg/l perustuen arvioituun makukynnykseen. Kloridipitoisuuden tulisi olla mielellään alle 25 mg/l, elleivät veden muut ominaisuudet vähennä kloridin haitallista vaikutusta. (Hämeenlinna 2014.; WHO 2003. 1-2.; BWT, Best Water Technology; Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000. 17–18.)

4.2 Rauta

Suomen pohja- sekä pintavesissä (humukseen sitoutuneena) esiintyy yleisesti rautaa. Pohjaveden rautapitoisuuteen vaikuttavat esimerkiksi kallioperän mineraalikoostumus, pohjavedessä vallitsevat happiolosuhteet ja mikrobiologinen toiminta. Vesijohtoveteen rautaa voi liueta jakeluverkostosta ja – laitteista, jotka sisältävät valurautaa tai galvanoituja terästä. Joissakin tapauksissa vesijohtoverkoston voi syntyä mikrobikasvusto, joka sitoo itseensä vedessä olevaa rautaa. Tällöin hyvin pienistäkin rautamääristä voi syntyä saostumia, jotka painevaihteluiden vaikutuksesta liikkeelle lähtiessään aiheuttavat veden laaturvirhettä. (Ympäristö.fi. 2013; Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000. 20.)

Raatikaisen (2010) mukaan rauta aiheuttaa talousveteen sekä teknisiä että esteettisiä haittoja. Rauta aiheuttaa ruostekerrostumia mm. saniteetti- ja talousrakenteisiin sekä aiheuttaa veteen ja ruokaan ruosteen maun. Keskimäärin jo 50 µg/l rautapitoisuus voi

synnyttää saostumia. Raudan laatusuosituksen enimmäispitoisuudeksi on annettu 200 µg/l ja hyvässä vedessä rautaa on alle 100 µg/l.

4.3 Mangaani

Mangaania esiintyy yleisesti raudan ohella Suomen pohjavesissä ja se aiheuttaa jo pieninä pitoisuuksina hajuhaittaa veteen. Haju muistuttaa pilaantuneen kananmunan hajua. Jo hyvin pienetkin veden mangaanipitoisuudet (20 µg/l) voivat synnyttää kerrostumia vedenjakelulaitteisiin, ja ns. mangaanibakteerit edesauttavat näiden saostumin syntymistä. Saostumat voivat esiintyä nokimaisina hiutaleina tai rasvamaisina muodostumina, jotka tahraavat voimakkaasti. Ajoittain liikkeelle lähtevät saostumat värjäävät helposti esimerkiksi pesutilojen pintoja. Löysiä saostumia tuleekin poistaa määrävällein verkostosta esimerkiksi verkostohuuhteluin. Mangaanin poisto vedenkäsittelyssä on vaikeampaa kuin raudan poisto, jonka vuoksi raudan- ja mangaaninpoistoa käsittelevien vesilaitosten jakamassa vedessä on usein mangaanin aiheuttamia laatuvirheitä. (Kaivotietoa 2001. 14–15; Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000. 18.)

Juomaveden mangaani on yhteydessä lasten oppimis- ja käyttäytymishäiriöihin, hienomotoriseen kömpelyyteen ja alentuneeseen älykkyysosamäärään. Aikuisilla juomaveden mangaanin on todettu aiheuttavan ensisijassa motoristen toimintojen hidastumista. Kuitenkaan juomaveden mangaanille ei ole terveysperusteista raja-arvoa Suomessa eikä EU-tasolla. On mahdollista, että mangaanin haitallisuus juomavedessä arvioidaan uudelleen uuden tutkimustiedon valossa. Vesilaitosten jakamalle vedelle on tällä hetkellä voimassa laatusuositus, ≤ 50 µg mangaania litrassa. (Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. 2013.)

4.4 pH

pH-arvo Suomen luonnonvesissä on yleensä lievästi hapan, noin 6. Kaivotiedon mukaan lievästi hapan vesi syövyttää mm. kuparisia, valurautaisia, betonisia ja sinkitettyä terästä olevia vedenjakelulaitteita. Veden emäksisyys voi aiheuttaa veden vaahtoamista ja ”liukkautta”. Sopiva pH on alueella 7,0–8,8 (riippuu veden kalsiumpitoisuudesta ja alkaliteetista). Veden pH-arvon olisi hyvä pysyä tasaisena ja pH-luvun yli 7, jotta korroo-

sio olisi mahdollisimman vähäistä. Näin ehkäistään putkistomateriaalien syöpyminen ja siitä aiheutuva vedenlaadun huonontuminen. Vesijohtoveden pH-arvon tulee laatusuosituksen mukaisesti olla alueella 6,5–9,5. Vesi ei kuitenkaan saa olla haitallisessa määrin syövyttävää eikä haitallisessa määrin kalkkisaostumia lisäävää, joten käytännössä tulee pyrkiä arvoon 7,0–8,8. (BWT, Best Waters Technology; Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000. 19–20.)

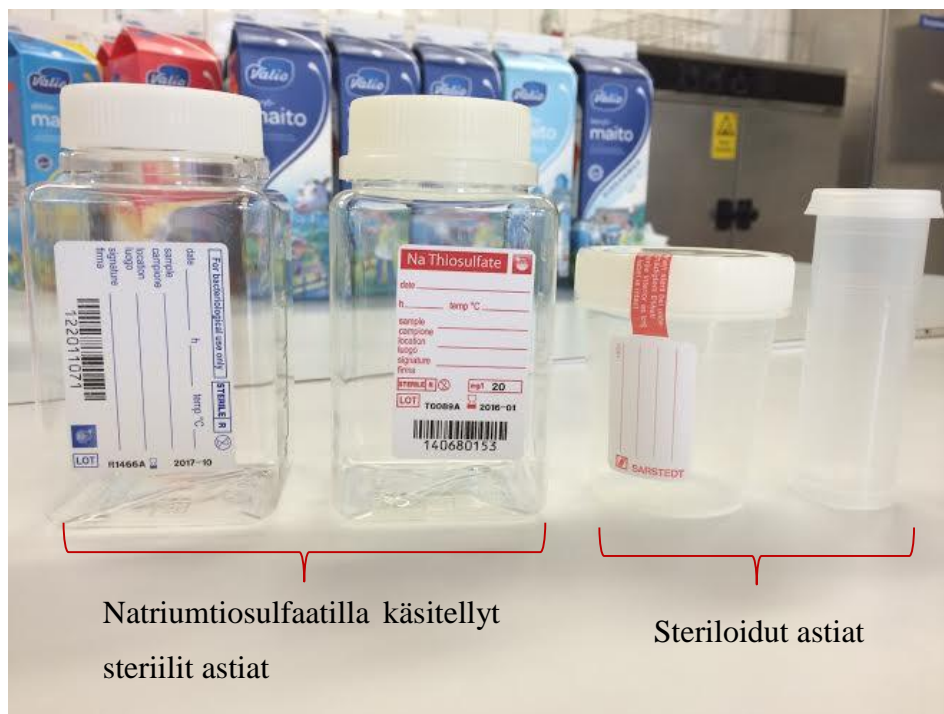
4.5 Heterotrofiset mikrobit

Heterotrofinen pesäkeluku kuvaa vedessä olevien elävien aerobisten, heterotrofisten bakteerien sekä myös hiivojen ja homeiden lukumäärää. Tällä tutkimuksella voidaan tarkkailla desinfioinnin tehokkuutta sekä veden laadun muuttumista verkostossa. Menetelmällä ei kuitenkaan saada kaikkia vedessä olevia mikrobeja esille, vaan ainoastaan tietyllä yleisalustalla tietyissä viljelyolosuhteissa (22 ± 2 °C tai 36 ± 2 °C) pesäkkeitä muodostavien mikrobien määrä. Pesäkeluvun suuruuteen vaikuttavat mm. raakaveden laatu, mikrobeille käyttökelpoisen orgaanisen aineen määrä, vedenkäsittely, verkoston rakenne ja kunto sekä veden lämpötila ja viipymä. Pesäkkeiden lukumäärä verkostovedessä on standardin EN-SFS ISO 6222 mukaisesti määritettynä yleensä alle 100 pmy/ml (22 °C). (Raatikainen, J. 2010; Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000. 3.)

Standardin SFS-EN ISO 6222/1999 mukaan pesäkelaskumenetelmää voidaan käyttää myös arvioimaan vesilähteen sopivuutta ruoan ja juoman valmistukseen, jolloin vesilähde saa sisältää vain vähän mikro-organismeja, jotta vältetään tuotteen joutuminen kosketuksiin pilaajaorganismien kanssa.

5 NÄYTTEENOTTO

Näytteet otettiin 7.2.2014, 4.3.2014 sekä 8.4.2014. Kaikki näytteet otettiin aamulla kello 6.30–8.30 välisenä aikana meijerin eri puolella sijaitsevista 24 eri vedenottopisteestä. Osaa vesistä käytetään vain huuhteluihin/pesuihin (kierrätysvesi, toisiovesi) ja vesipisteistä 44, 45 sekä 151 vettä menee suoraan tuotteeseen. Myös vedenottopisteiden käyttömäärillä oli suuria vaihteluita. Näytteet kerättiin kahteen erilaiseen astiaan, steriloi- tuun muoviasiaan sekä natriumtiosulfaatilla käsitelyyn steriiliin astiaan (Kuva 2). Natriumtiosulfaatilla käsiteltyjä steriilejä astioita käytettiin mikrobiologisiin viljelyihin, jotta vedessä oleva desinfiointikemikaali, vapaa kloori saatiin inaktivoitua ja siten estet- tiin mikrobien määrän väheneminen kloorin vaikutuksesta näytepulloissa vesinäytteen säilytyksen aikana.



Natriumtiosulfaatilla käsitellyt
steriilit astiat

Steriloidut astiat

KUVA 2. Näytteenotto astiat. (Kuva: Heini Muuronen, 2014)

Ennen näytteen keräämistä juoksutettiin vettä niin kauan, että vedenottopisteestä tuli kylmää vettä (noin 4-7 °C). Tällä varmistettiin, etteivät meijerin vesipisteissä kiinni olevat letkut tai hanat vaikuttaneet tuloksiin. Poikkeuksena meijerin kellarissa, materiaalivarastossa, pesukeskuksessa sekä vastaanoton pesukeskuksessa sijaitsevat säiliövedet, joita juoksutettiin noin 30 sekunnin ajan. Lisäksi meijerille tulevasta vedestä otettiin näytteet ennen suodattamista ja suodatuksen jälkeen.

6 VEDEN TUTKIMUSMENETELMÄT

Kaikki näytteet analysoitiin 24 tunnin kuluessa näytteenotosta, ja jotta analysoitava vesi säilyisi mahdollisimman muuttumattomana ennen analysointia ja jotta tuloksia voitiin verrata toisiinsa mahdollisimman hyvin.

6.1 Kloridi

Kloridin pitoisuus näytteistä määritettiin Dionexin ICS-1000 ionikromatografilla (kuva 4). Ionikromatografia (IC), on nestekromatografinen tekniikka, missä eri ionit kulkevat eri nopeudella ioninvaihtokolonnin läpi ja erottuvat siten toisistaan. Ioninvaihto tarkoittaa liuoksessa olevien kationien vaihtoa kiinteän faasin sisältämiin kationeihin tai anionien vaihtoa kiinteän faasin sisältämiin anioneihin. (Helsingin yliopisto, oppilaan ohje. Mitä piilee talousvedessä?)

Vesinäytteet suodatettiin 0,45 µm suodattimen läpi ja asetettiin ionikromatografian kuljettimeen. Standardisuora sekä tarvittava eluentti oli valmistettu jo aikaisemmin. Standardisuoran korrelaatiokerroin on 0,998. Laite analysoi näytteitä noin kuusi tuntia ja näytteiden retentioaikaa verrataan standardiliuosten (pitoisuudet tunnettuja) retentioaikoihin. Kloridi analysoitiin vain kahteen kertaan, 11.2.2014 sekä 8.4.2014. Maaliskuun alussa kloridin analysointi ei ollut mahdollista, sillä Tampereen ammattikorkeakoulun laboratorion ionikromatografi oli opetuskäytössä.



KUVA 4. Tampereen ammattikorkeakoulun ionikromatografi. (Kuva: Heini Muuronen, 2014)

6.2 Rauta ja mangaani

Rauta ja mangaani analysoitiin Perkin-Elmerin AAnalyst 400 liekki-AAS:lla eli atomiadsorptiospektrofotometrillä (kuva 5). Se on analyysimenetelmä, jossa liekissä höyrystettyyn tutkittavaan näytteeseen suunnataan aallonpituudeltaan tutkittavalle alkuaineelle ominaista, saman aineen atomien lähettämää valoa. Kaasutilaan saatetun näytteen atomit adsorboivat tätä valoa voimakkaasti. Valon eli kyseessä olevan resonanssispekt-riviivan voimakkuuden pieneneminen mitataan. (Opetushallitus. Laboratorioanalyysit, atomiabsorptiospektrometria.)

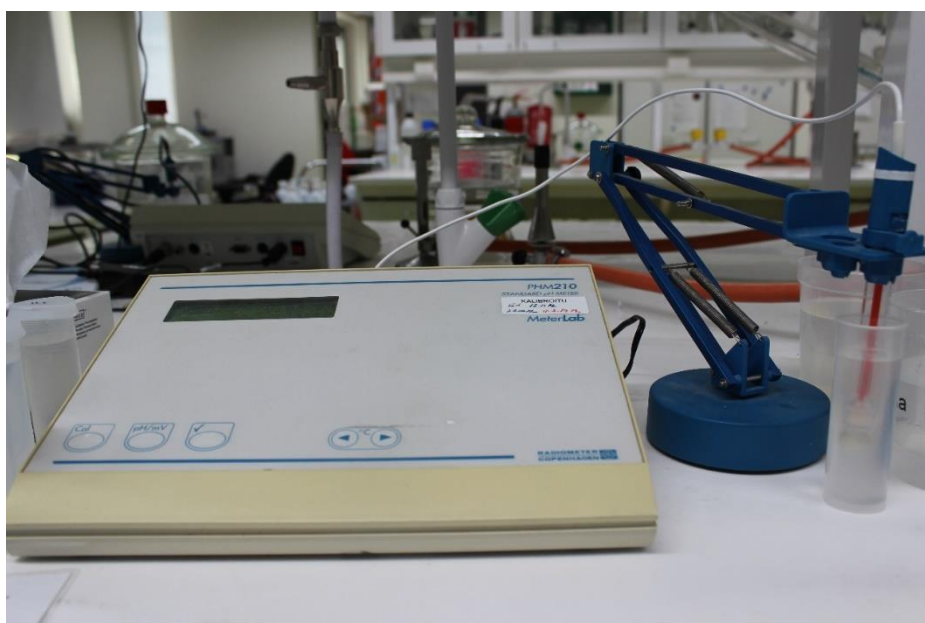
Näytteitä ei tarvinnut käsitellä mitenkään ennen analysointia liekki-AAS:lla. Standardisuoran ja standardien mahdollisimman suurella tarkkuudella mahdollistetaan näytteiden analyysitulosten mahdollisimman suuri tarkkuus. Raudan korrelaatiokerroin on 0,999086 ja mangaanin 0,996661.



KUVA 5. Tampereen ammattikorkeakoulun AAS-laitteisto. (Kuva: Heini Muuronen, 2014)

6.3 pH

pH mitattiin näytteistä niiden ollessa huoneenlämpöisiä, jotta tuloksia pystyttiin vertaamaan toisiinsa. Mittaus tehtiin pH-mittarilla (MeterLAB PHM210) (kuva 6), joka kalibroidtiin aina ennen tehtyjä mittauksia ja tulokset kirjattiin ylös Excel-taulukkoon.



KUVA 6. Tampereen ammattikorkeakoulun pH-mittari. (Kuva: Heini Muuronen, 2014)

6.4 Heterotrofiset mikrobit

Veden heterotrofiset mikrobit analysoitiin SFS-EN ISO 6222: 1999-standardin mukaan. Tarkoituksena oli laskea agar-kasvualustalle muodostuneet pesäkkeet sen jälkeen, kun niitä oli inkuboitu 36 °C:ssa 44 tuntia ja toisen sarjan 22 °C:ssa 68 tuntia. Opinnäytteen näytteet ovat inkuboitu 36 °C:ssa 44 tuntia 18.2. ja 4.3. 8.4. otetut näytteet on inkuboitu 22 °C:ssa 68 tuntia. Tarkoituksena oli inkuboida kaikki näytteet samassa lämpötilassa (36 °C), kuitenkin 8.4. Tampereen ammattikorkeakoulun lämpökaapit olivat opetuskäytössä. Kaikki näytteet on viljelty maljoille 12 tunnin kuluessa näytteen otosta.

Kasvualustana käytettiin hiivauuteagaria (kuva 7):

Tryptoni (trypsiinillä hajotettu kaseini) 6,0 g

Kuivattua hiivauutetta 3,0 g

Agar, jauheena 15,0 g

Vettä 1000 ml

Aineosat lisättiin veteen ja liuotettiin kuumentamalla. Agar kaadettiin steriloinnin kestäviin laboratoriapulloihin, jonka jälkeen elatusaine steriloitiin autoklaavissa (121 ± 3) °C:ssa (15 ± 1) minuutin ajan. Maljavalua varten kasvualusta sulatettiin, annettiin jäähtyä ja ylläpidettiin (45 ± 1) °C:ssa käyttäen vesihaudetta.

Käytettiin maljavalutekniikkaa eli näytettä pipetoitiin 1 ml petriمالjalle ja kaadettiin 15–20 ml sulatettua kasvualustaa päälle ja sekoitettiin näyte agarin joukkoon huolellisesti pyöritellen. Aikaa ei saanut kulua kuin 15 minuuttia testinäytteen lisäämisen ja sulatetun kasvualustan lisäämisen välillä.

Maljat käännettiin ylösalaisin ja inkuboitiin (36 ± 2) °C:ssa (44 ± 4) tuntia tai (22 ± 2) °C:ssa (68 ± 4) tuntia. Maljojen pesäkemäärät laskettiin heti kun ne poistettiin inkubaattorista ja tulokset ilmoitettiin pesäkkeitä muodostavien yksiköiden määränä millilitraa kohti (pmy/ml).



KUVA 7. Hiivauuteagarin valmistaminen. (KUVA: Heini Muuronen, 2014)

7 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Vain tilaajan kappaleessa.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vain tilaajan kappaleessa.

LÄHTEET

BWT, Best Water Technology. Kotitalousveden kemialliset ongelmat. Luettu 29.3.2014
<http://www.hoh.fi/index.php?pageid=7&aid=37&lang=fi>

Evi. 2002. Talousveden ohjeet. Luettu 16.3.2014
http://www.evira.fi/attachments/elintarvikkeet/valvonta_ja_yrittajat/talousveden_ohjeet.pdf

Finlex. 2000. Talousvesiasetus. Luettu 16.3.2014.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000461>

Hämeenlinna. 2014. Asuminen ja ympäristö. Kloridi (Cl⁻). Luettu 29.3.2014.
<http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Asuminen-ja-ymparisto/Vesihuolto/Juomavesi/Kaivot/Kloridi/>

Kemian opetuksen keskus, Helsingin yliopisto. Mitä piilee talousvedessä? Oppilaan ohje. Tulostettu 15.3.2014.

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, 2011. Luettu 3.5.2014.
http://www.kvvy.fi/vedenlaatu/luo_lausunto.php?id=1048

Nummelin, A. 2001. Kaivotietoa, Haja-asutuksen vesihuolto-työryhmä. Turku AMK. Tulostettu 1.4.2014.

Opetushallitus. Laboratorioanalyysit, atomiabsorptiospektrometria. Luettu 16.3.2014.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/analyysimenetelmat_5-3_atomiabsorptiospektrometria.html

Piirainen, S. 2010. Metla. Kevättulva siirtää hiiltä ja ravinteita metsästä vesistöihin. Luettu 4.5.2014.
<http://www.metla.fi/uutiskirje/fen/2010-1/uutinen-1.html>

Raatikainen, J. 2010. Pitkien vesilinjojen vaikutus juomaveden laatuun. Ympäristötutkimuksen koulutusohjelma. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

SFS-EN-ISO 6222. Veden laatu. Viljeltävien mikro-organismien lukumäärän laskeminen. Pesäkelasku siirrostamalla agar-ravintoalustaan. 23.8.1999. Suomen Standardisointiliitto SFS ry.

Tampereen Vesi. 2014. Kaupinojan vedenpuhdistuslaitos. Luettu 5.4.2014.
<http://www.tampere.fi/vesi/kaupinojanvedenpuhdistuslaitos.html>

Tampereen vesi. Tampereen veden yleisesite. Luettu 15.3.2014
http://www.tampere.fi/material/attachments/t/5vg0ErvO1/Tampereen_Veden_yleisesite.pdf (tampereen veden yleisesite)

Tampereen vesi. 2010. Veden käsittely. Luettu 16.3.2014
<http://www.tampere.fi/vesi/toiminta/talousvesi/kasittely.html>

Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. 2013. Tiedote. Mangaani on terveysriski juomavedessä. Luettu 1.4.2014.

http://www.thl.fi/fi_FI/web/fi/tiedote?id=34166

Valion Tampereen meijerin menettelytapaohje MEO TRE ET 45.5 Käyttöveden seuranta.

Valvira, sosiaali- ja terveystieteiden lupa- ja valvontavirasto. 2014. Talousvesi. Luettu 15.3.2014. http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/talousvesi

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 2002. Kalkkikivialkalointi-opas veden syövyttävyyden vähentämiseksi. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, Helsinki 2002. ISBN 952-5000-35-4.

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 2000. Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, Helsinki 2000. ISBN 952-5000-26-5.

Watman, Miten tulkita yleisimpien vesitutkimusten tuloksia? Luettu 29.3.2014.

<http://www.watman.fi/pdf/vedenlaatu.pdf>

WHO. 2003. Chloride in Drinking-water. Background document for development WHO *Guidelines for Drinking-water Quality*. Luettu 2.4.2014

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chloride.pdf

Yle uutiset, 2013. Tamperelaiset juovat pian taas Näsijärven vettä. Luettu 3.5.2014.

http://yle.fi/uutiset/tamperelaiset_juovat_pian_taan_nasijarven_vetta/6503171

Ympäristö.fi. 2013. Raudan ja mangaanin poisto kaivovedestä. Luettu 1.4.2014

[fi-](http://www.ymparisto.fi)

[le:///C:/Users/Kot1/Downloads/Raudan%20ja%20mangaanin%20poisto%20kaivovedest%C3%A4%20\(2\).pdf](http://www.ymparisto.fi/le:///C:/Users/Kot1/Downloads/Raudan%20ja%20mangaanin%20poisto%20kaivovedest%C3%A4%20(2).pdf)

LIITTEET

Liite 1. Vain tilaajan kappaleessa.

Liite 2. Vain tilaajan kappaleessa.

Liite 3. Vain tilaajan kappaleessa.