

Iiro-Juhani Hannula

ASETUKSEN 401/2001 MUKAISTEN
VALVONTAKOHTEIDEN
KAIVOVEDEN LAATU
VANTAALLA &
NÄYTTEENOTTOSUUNNITELMA

Opinnäytetyö
Ympäristötekniologia


Maaliskuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 28.3.2013
Tekijä(t) Iiro-Juhani Hannula	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Ympäristötekniologia	
Nimeke Asetuksen 401/2001 mukaisten valvontakohteiden kaivoveden laatu Vantaalla & näytteenottosuunnitelma.		
Tiivistelmä Kaivoveden laadun valvontaan sovelletaan sosiaali- ja terveysministeriön asetusta 401/2001. Terveydensuojeluviranomaisen säännöllisiä valvontakohteita ovat ne, joissa vettä jaetaan tai käytetään elintarvikkeiden valmistukseen. Kaivoveden laatuun vaikuttavat monet tekijät. Siksi terveydensuojeluviranomaisen tulee olla laaja tietämys veden laatuun vaikuttavista tekijöistä, jotta hän pystyy toimimaan asiantuntijana ja antamaan ohjeita talousveteen liittyen. Asetuksessa 401/2001 talousveden laatu on jaettu laatuvaatimuksiin ja -suosituksiin. Laatuvaatimusten ylittyessä ei vesi ole enää tarkoitukseen sopivaa. Laatusuositukset perustuvat enemmän esteettisiin asioihin. Hyvälaatuisen talousveden tulee täyttää molemmat vaatimustasot. Vantaalla kaivovettä käyttäviä valvontakohteita on 18 kpl. Suurin osa on elintarvikehuoneistoja, joissa talousvesi saadaan porakaivoista. Eniten kaivovettä käyttäviä valvontakohteita on Länsi-Vantaalla, jossa on laaja-alue ilman vesijohtoverkostoa. Osa valvontakohteista sijaitsee syrjäisillä alueilla, jonne vesijohtoverkoston vetäminen ei ole mahdollista tai järkevää. Valvontakohteiden kaivoveden laatu oli Vantaalla pääosin hyvää. Muutamassa kohteessa kaivon huoltoon ei ollut kiinnitetty huomioita, joka myös näkyi kaivoveden laadussa. Suurimpia ongelmia kaivoveden laatuun aiheuttivat korkeat fluoridi-, rauta- ja radonpitoisuudet. Tässä opinnäytetyössä päivitettiin valvontakohteiden tiedot, haettiin uudet kaivovesinäytteet osasta kohteista, analysointiin tuloksia ja tehtiin näytteenottosuunnitelma. Näytteenottosuunnitelman tarkoitus on toimia apuna terveydensuojeluviranomaisen ja kaivoveden laadusta vastaavan välillä. Ajatus näytteenottosuunnitelman luomiseen tuli Vantaan ympäristökeskuksesta. Näytteenottosuunnitelmaa ei pienille talousvettä toimittaville laitoksille ole aikaisemmin tehty. Vantaalla halutaan varmistua, ettei talousvedestä aiheudu käyttäjilleen terveyshaittaa vaikka talousvesi saataisiin kaivosta.		
Asiasanat (avainsanat) Näytteenottosuunnitelma, kaivovesi, viranomaisvalvonta		
Sivumäärä 35 s., liitteet 6s.	Kieli Suomi	URN www.urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201304084129
Huomautus (huomautukset liitteistä) Liite 4. on neljä sivua.		
Ohjaavan opettajan nimi Martti Pouru	Opinnäytetyön toimeksiantaja Vantaan Kaupungin Ympäristökeskus	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 28.3.2013
Author(s) Iiro-Juhani Hannula	Degree programme and option Environmental Engineering	
Name of the bachelor's thesis Quality of the well waters in Vantaa from the act 401/2001 & sampling plan.		
Abstract Finnish health ministry has an act 401/2001 for controlling quality of the well water. Wells that are under the supervision of health inspectors are those that distribute or use the water for food preparation. There are a lot of different things that influence the water quality in wells. Health inspector needs to have a wide knowledge to be able to work as an expert and give instructions related to household water. Act 401/2001 is separated to quality requirements and recommendation. When quality requirements are exceeded, water is no longer drinkable. Quality recommendations are more related to aesthetic issues. Good quality water meets both requirements. There were 18 places that were controlled by the health authority and use well water in Vantaa. Most of them were food premises, where water was taken from bedrock wells. Most of the places were located in West-Vantaa, where there's a large area with out water supply network. Also part of the places was located in remote areas, where it's not possible or sense to build water supply network. Quality of the well water in Vantaa was mostly good. If the wells were not maintained, it showed in the quality of the water. The largest problems in water quality came from high content of fluoride, iron and radon. In this bachelor thesis, the information of the control targets were updated, new water samples were taken from places that didn't have samples taken in last two years and the results from these samples were analyzed. Part of the thesis was to make sampling plan to the places that are under control. Idea for the sampling plan came from the environmental agency of Vantaa. Vantaa wants to make sure that water quality does not have health risks, even if water is taken from wells.		
Subject headings, (keywords) Sampling plan, well water, regulatory controls		
Pages 35 p., appendices 6 p.	Language Finnish	URN www.urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201304084129
Remarks, notes on appendices Attachment 4 is four pages.		
Tutor Martti Pouru	Bachelor's thesis assigned by City Of Vantaa Centre For Environmental Affairs	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	<u>1</u>
2	KAIVOVESI.....	<u>2</u>
2.1	Maa- ja kallioperän pohjavesi	<u>2</u>
2.2	Kaivon sijainti	<u>2</u>
2.2.1	Kaivotyypit.....	<u>4</u>
2.2.2	Kaivoveden käsittely	<u>8</u>
3	VIRANOMAISVALVONTA.....	<u>10</u>
3.1	Asetus 401/2001	<u>11</u>
3.1.1	Laatuvaatimukset.....	<u>11</u>
3.1.2	Laatusuositukset	<u>12</u>
3.2	Talousveden valvontatutkimukset	<u>14</u>
3.2.1	Säännöllisesti tutkittavat muuttajat	<u>14</u>
3.2.2	Tarvittaessa tutkittavat muuttajat	<u>17</u>
3.3	Kaivoveden analyysitulkki.....	<u>19</u>
3.4	WSP	<u>19</u>
4	KAIVOVESITUTKIMUKSET	<u>19</u>
4.1	Valvontakohteet Vantaalla	<u>20</u>
4.2	Kaivovesinäytteet	<u>21</u>
5	TULOKSET JA ANALYSOINTI.....	<u>22</u>
6	NÄYTTEENOTTOSUUNNITELMA	<u>30</u>
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	<u>32</u>

LIITTEET

- 1 Näytteenottosuunnitelma
- 2 Vantaan geologinen kartta
- 3 Valvontakohteiden viimeisimmät tulokset
- 4 STMa 401/2001 Liite 1 & 2

1 JOHDANTO

Vantaa on 205 000 ihmisen kaupunki Uudellamaalla. Helsingin seudun ympäristöpalveluiden eli HSY:n vesihuolto vastaa pääkaupunkiseudun vesihuoltoverkostosta, johon alueen asukkaista on liittynyt n. 98 %. Vantaalla noin 5000 ihmistä saa talousvedensä kaivosta. Kaivovesien valvonnassa käytetään Sosiaali- ja terveysministeriön asetusta 401/2001. Asetusta sovelletaan kohteisiin, joista talousvettä toimitetaan vähemmän kuin 10 m³ päivässä tai alle 50 henkilön tarpeisiin. Asetusta sovelletaan myös elintarvikealan yrityksiin, joissa kunnan terveydensuojeluviranomaisen päätöksen nojalla ei sovelleta asetusta 461/2000. Myös yksityiset kaivot kuuluvat asetuksen soveltamisalaan. Yksityisten kaivojen veden laatua ei valvota säännöllisesti kunnan terveydensuojeluviranomaisen toimesta. Valvontakohteita valvovat alueiden terveydensuojelutarkastajat. He pitävät kirjaa ympäristökeskukseen toimitetuista näytetuloksista ja tarvittaessa ohjeistavat toimijoita talousveden käsittelyssä.

Talousveden laatukysymykset ovat terveyden kannalta yhtä tärkeitä, kuin veden riittävä saanti. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää Vantaan kaivovettä käyttävien valvontakohteiden tiedot. Valvontakohteiden tiedot koottiin yhteen kansioon ja osasta haettiin kaivovesinäytteitä. Kaivovesinäytteet haettiin kohteista, joista kaivovettä ei ollut tutkittu kahden vuoden sisällä. Kahdesta valvontakohteesta ei tämän opinnäytetyön aikana saatu tietoa kaivoveden laadusta. Tässä raportissa olevien tulosten analysoinnissa käytettiin kaikkia kaivovesinäytteitä, jotka olivat tehty samoilla menetelmillä ja samassa laboratoriossa. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös suunnitella näytteenottosuunnitelma, joka toimii valvontakohteiden veden laadusta vastaavan ja terveydensuojeluviranomaisten apuna.

Vantaan haja-asutusalueen vesihuoltoa on tutkittu Lotta Kivikosken opinnäytetyössä vuonna 2001. Työstä tehtiin vuonna 2004 jatkotutkimus, jossa selvitettiin vesihuoltoa Seutulän haja-asutusalueen lapsiperheiden talouksissa. Suurin osa valvontakohteista, joita tässä opinnäytetyössä käsitellään, sijaitsee myös Seutulassa tai sen lähialueilla Länsi-Vantaalla.

2 KAIVOVESI

Kaivoveden laatuun vaikuttavat olennaisesti maa- ja kallioperän ominaisuudet sekä kaivotyypit. Veden laatuun voidaan vaikuttaa erilaisilla vedenkäsittelymenetelmillä.

2.1 Maa- ja kallioperän pohjavesi

Maankamara koostuu peruskalliosta, jonka päällä on ohut maaperä. Myös maa- ja kallioperän pohjavesi voidaan lukea maankamaraan. Maaperän materiaali on pääosin kiviainesta, joka on lähtöisin murskautuneesta kallioperästä. Nämä kivennäismateriaalit ovat lajittumatonta moreenia tai lajittuneita maalajeja, kuten soraa, hiekkaa, silttiä tai savea. Lisäksi kivennäismateriaalien päällä on ohut orgaanista ainesta oleva maanoskerros. Maapeitteen keskimääräinen paksuus Suomessa on n. 8,6 metriä. Kallioperä on karkeasti ottaen ominaisuuksiltaan melko yhtenäinen, yleisimpiä kivilajeja ovat graniitit, gneissit ja liuskeet. Kallioperässä on monin paikoin 100–150 metrin syvyyteen saakka rakoja, joiden tiheys ja suunta vaihtelevat alueittain. (Hatva ym. 2008, 10.)

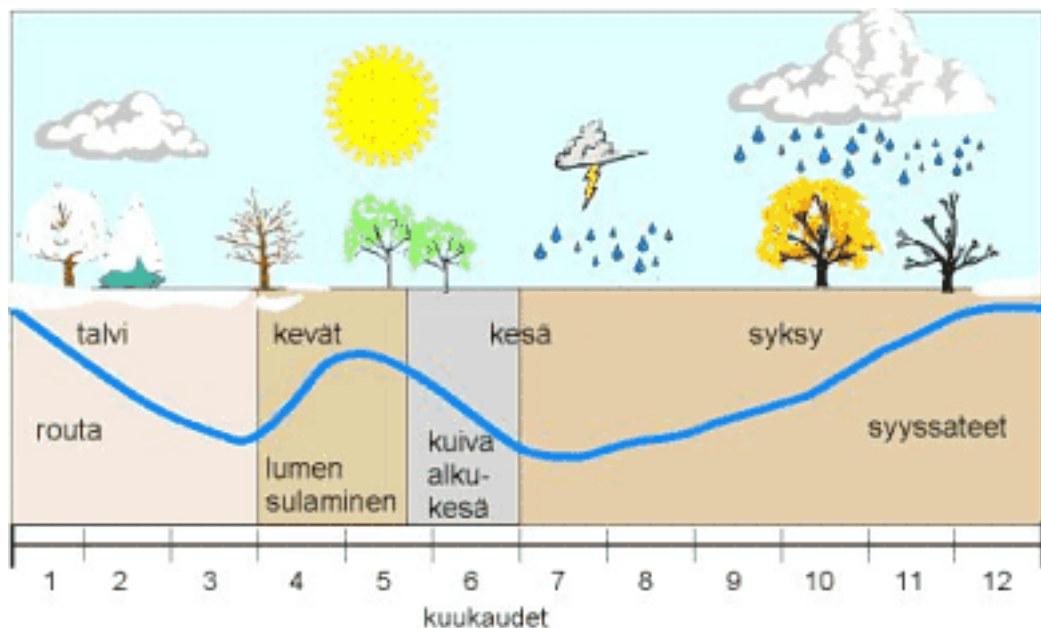
Pohjavedeksi kutsutaan maa- ja kallioperän läpi suodattunutta, sateesta tai lumesta peräisin olevaa vettä. Pohjavesimuodostumaksi, eli akvifereiksi kutsutaan maa- ja kallioperän vyöhykkeitä, joka on vettä hyvin johtavaa ja varastoivaa (Salminen 2006, 9). Pohjavedellä on Suomessa tiettyjä erityispiirteitä. Vesi on usein hapanta. Maaperässä esiintyvä vesi on usein happamampaa kuin kallioperässä esiintyvä. Kokonaiskoivuudeltaan (kalsium- ja magnesiumpitoisuuksien summa) maaperän vesi on usein pehmeää. Suomen pohjavesille on myös tyypillistä korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet, joihin etenkin rannikkoalueella liittyy usein korkea sameus ja väriluku. Peltojen ja jätevesien imetysalueiden lähetyvillä esiintyy usein korkeita nitraattipitoisuuksia. Alueellisesti ongelmia talousveden laadulle tuottavat myös liian korkeat fluoridipitoisuudet sekä kallioperän porakaivoissa esiintyvät korkeat arseeni- ja radonpitoisuudet. (Pönkä 2008, 210.)

2.2 Kaivon sijainti

Kaivolle paras rakennuspaikka on vettä hyvin läpäisevät hiekka- ja soramuodostumat. Näissä on usein pohjavettä runsaasti saatavilla ja vedenlaatu on hyvää ilman käsitte-

lyä. Myös moreenikerrostumista löytyy usein hyvälaatuista pohjavettä. Laatu riippuu moreenikerrosten paksuudesta ja rakenteesta. Tiiviit ja kiviset moreenit eivät ole parhaita rakennuspaikkoja kaivolle. Rannikkoalueilta löytyvät moreenikerrostumat, jotka ovat osittain lujittuneet, ovat tyypillisesti hyviä kohteita kaivon rakentamiselle. Kallioperästä otettavaan pohjaveden laatuun vaikuttaa oleellisesti kallion rakenne ja laatu. Parhaiten vettä saadaan kallioporakaivoista, jotka sijaitsevat runsaasti rakoja sisältävillä kalliovyöhykkeillä. Näitä vyöhykkeitä on Suomessa runsaasti. (Hatva ym.1994, 13.)

Pohjavedenpinnan vaihtelu on huomioitava kaivon sijoituksessa, sillä pinnan korkeuden vaihtelu vaikuttaa oleellisesti veden saantiin. Pohjaveden pinta saattaa vähäsateisina vuosina laskea huomattavan alas, joten paras vuodenaika kaivon rakentamiseen on loppukesä tai kevättalvi, jolloin pohjavedenpinta on alhaisimmalla tasolla (kuva 1). Porakaivojen osalta pohjaveden pinnan vaihtelut eivät ole yhtä suuria. (Hatva ym. 2008, 80.)



KUVA 1. Keskimääräinen pohjaveden pinnan korkeusvaihtelu (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2008).

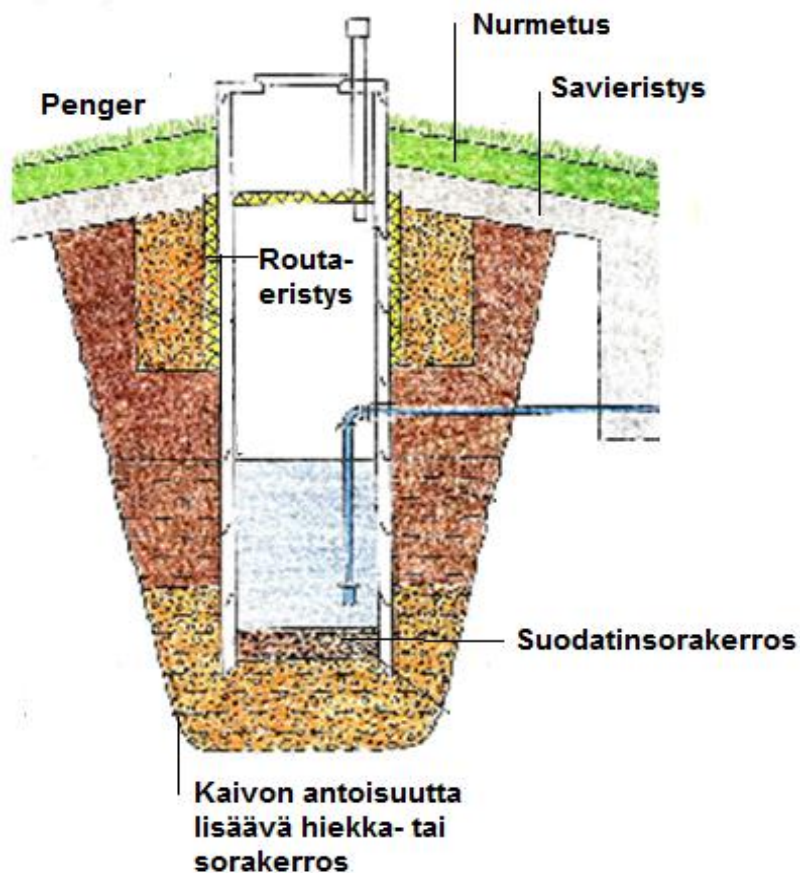
Kun kaivo sijoitetaan maakerrokseen, voidaan kaivinkoneella tehdä koekuoppa, jonka avulla voidaan arvioida veden saantia. Maaperän laatua pystytään tutkimaan myös kairauksilla. Lisäksi runsas kasvillisuus ja lähteet osoittavat, että alueella esiintyy runsaasti pohjavettä. Kallioporakaivon paikkaa voidaan arvioida tarkastelemalla maastoa

ja peruskarttaa. Geologisilla kartoilla ja kalliopaljastumien avulla voidaan arvioida kallioperän suuntausta ja rikkonaisuutta. (Hatva ym. 2008, 35.)

2.2.1 Kaivotyypit

Vanhan vesi- ja ympäristöhallituksen, nykyisen Suomen ympäristökeskuksen, tekemän valtakunnallisen kaivovesitutkimuksen mukaan kaivoista 72 % on rengaskaivoja, 20 % porakaivoja ja loput ovat pääosin kivikehäkaivoja tai lähteitä. (Hatva ym. 2008, 66.)

Rengaskaivo (kuva 2.) on perinteinen ja vuosisatoja käytetty kaivotyyppi. Ennen kaivoissa käytettiin rakennusmateriaalina puuta ja kiveä. Nykyisin kaivojen rakentamiseen käytetään betonirenkaita tai paikalla valua. Kaivon syvyydet vaihtelevat pohjaveden pinnasta riippuen. Yläosa kaivosta rakennetaan mahdollisimman tiiviiksi, näin pyritään estämään pintaveden pääsy kaivoon. Pohjalle sijoitetaan usein suodatinsoraa, jotta maaperän hienoaines ei pääse kulkeutumaan pohjan kautta kaivoveteen. (Nummelin 2001, 5.)

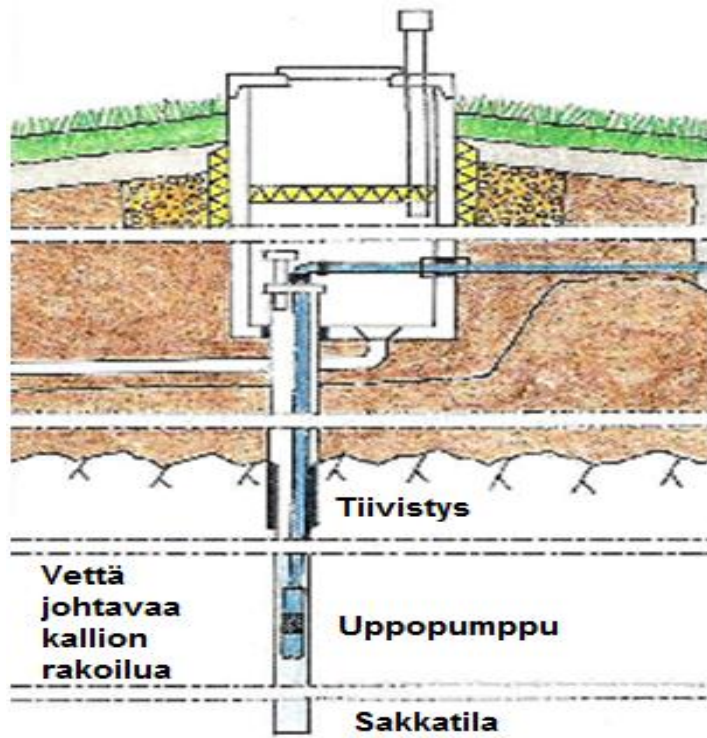


KUVA 2. Rengaskaivo (Hatva 1994).

Savi- ja moreenimaahan sijoitetuissa rengaskaivoissa on varauduttava muutaman metrin vedenpinnan vaihteluun. Varautuminen tapahtuu vesitilalla, joka saadaan suuremmalla rengashalkaisijalla tai vesipesällä. Paremman vesijohtavuuden ansiosta hiekka- ja sora-alueille rakennettujen rengaskaivojen vesitila voidaan jättää pieneksi, sillä vedenpinnan vaihtelu on näillä alueilla pientä verrattuna savi- ja moreenimaahan. (Hatva ym. 2008, 73.)

Rengaskaivossa tulee olla tiivis kansi, jotta kaivovedenlaatu ei vaarannu hyönteisten, pieneläinten tai roskien takia. Kansilaatta tulee varustaa tuuletusputkella sekä tiiviillä tarkastus- ja huoltoluukulla. (Nummelin 2001, 7.) Vähäisessä käytössä olevista kaivoista vesi nostetaan usein sangolla tai käsikäyttöisellä pumpulla. Pysyvissä asunnoissa sähkökäyttöinen pumppu on käytännöllisempi. Rengaskaivoissa käytetään yleensä imupumppua tai uppopumppua. Imupumput soveltuvat käytettäväksi, kun vedenpinta on alimmillaan 7 metriä pumpusta. Uppopumppu sijoitetaan kokonaan kaivoon siten, että se on veden pinnan alapuolella. Uppopumpussa käytettävien materiaalien on oltava talousvesikäyttöön soveltuvia. (Hatva ym. 2008, 106.)

Porakaivon (kuva 3.) syvyys vaihtelee 50–100 metriin. Mikäli kallio ei yllä maanpintaan asti porataan maakerroksen läpi aloitusreikä, joka suojataan putkella, jotta irtonmaa ei pääse kaivoon. Putkena käytetään useimmiten muovista putkea, ruostuvan teräsputken sijasta. (Hatva ym. 2008, 73.)



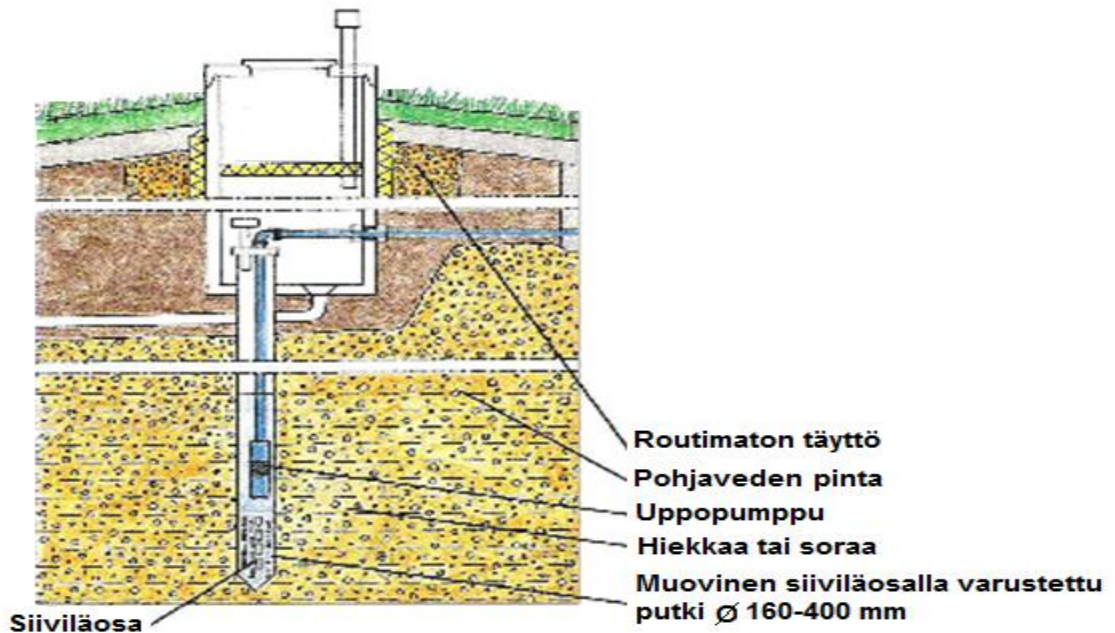
KUVA 3. Porakaivo (Hatva 1994).

Porakaivot tehdään niin syviksi, että ne yltyvät vettä johtaviin kallioruhjeisiin. Poraus- ta jatketaan kallioruhjeisiin pääsyn jälkeen, jotta saadaan riittävä vesitilavuus ja sakka- tila. Mikäli porakaivosta ei saada riittävää vesimäärää, tehdään ns. painehalkaisu kal- liohalkeamien aikaansaamiseksi. Urakoitsija suorittaa vähintään vuorokauden mittai- sen koe- ja huuhtelupumppauksen, jolla varmistetaan vedensaannin riittävyys. Pora- kaivon porauksen jälkeen kallion raoista irtoaa pölyä vielä kuukausien ajan, joten ve- den laatu voidaan luotettavasti tutkia vasta veden kirkastuttua. (Hatva ym. 2008, 126.)

Kallioporakaivoihin soveltuvat parhaiten ejektori- tai uppopumppu. Ejektoripumpuis- sa pumppuosa sijoitetaan yleensä rakennukseen ja ejektori kaivoon. Ejektoripumput soveltuvat käyttöön, kun veden pinta kaivossa on alimmillaan 7–80 metriä. Uppo- pumpulla päästään helposti syvemmälle, aina 150 metriin saakka (Hatva ym. 2008, 106). Porakaivon ylärakenteissa voidaan käyttää kahta eri periaatetta; huoltokaivon kanssa tai ilman sitä. (Santala & Lapinlampi 2008, 35–36.)

Siiviläputkikaivoa (kuva 4.) käytetään, kun vedenpinta on syvällä hiekka- tai sora- alueilla, tavallisesti harjuilla. Siiviläputkikaivon syvyys on tyypillisesti 10–30 metrissä ja kaivo tehdään 150–400 mm paksuisesta putkesta. Siivilämäinen alaosa tulee viedä vettä johtavaan kerrokseen. Siiviläputkikaivon rakentaminen on haastavaa, erityisesti

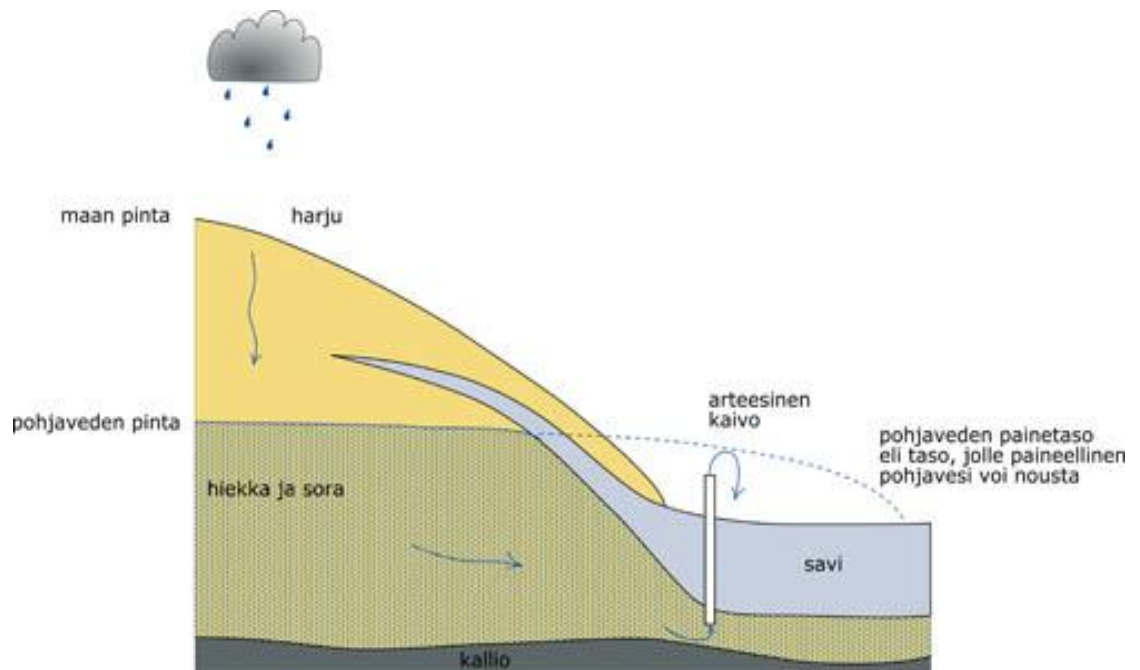
maaperän laatu ja kerrostuneisuus on tunnettava. Rakentamisessa on syytä käyttää asiantuntevaa ammattilaista. (Hatva ym. 2008, 76.)



KUVA 4. Siiviläputkikaivo (Hatva 1994).

Luonnonlähteiden hyödyntäminen on ollut yleistä erityisesti maaseudulla. Nykypäivänä lähdekaivojen käyttöönottoa on rajoitettu määräyksillä. Lisäksi avopintainen lähde on altis saastumiselle ja ilkivallalle. Turvallisempi ratkaisu on rakentaa alueelle erillinen kaivo hyödyntämään samaa pohjavesiesiintymää. (Hatva ym. 2008, 90.)

Harjualueiden läheisyydessä voi käytössä olla myös artesinen kaivo, eli ns. lirikaivo, jossa käytetään hyödyksi paineellista pohjavettä. (kuva 5). Maakerroksen läpi työnnetään putki, jossa paineen vaikutuksesta vesi nousee suoraan maanpinnalle. Paineellisen pohjaveden käytössä rakentamiskustannukset ovat suhteellisen alhaiset. Lirikaivot ovat kuitenkin herkkiä pohjavedenpinnan vaihteluille. Pohjavedenpinnan laskiessa paine vähenee, joka vaikuttaa suoraan purkautuvan veden määrään. (Nummelin 2001, 10.)

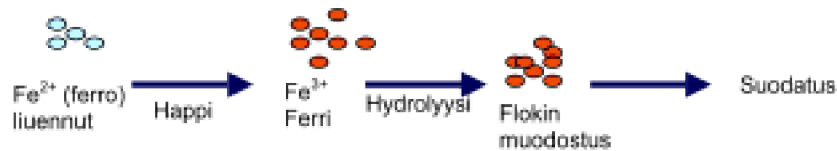


KUVA 5. Paineellisen pohjaveden synty (Harju 2013).

2.2.2 Kaivoveden käsittely

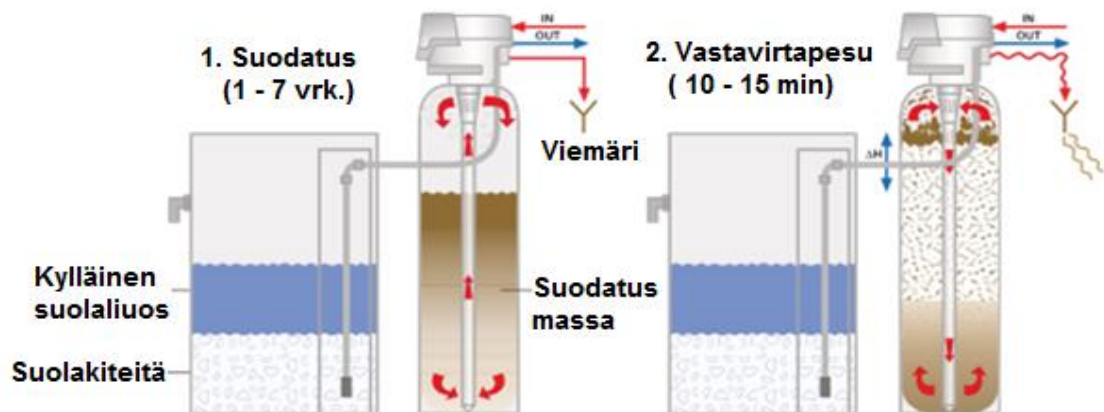
Ennen puhdistuslaitteen hankintaa kannattaa kaivo kunnostaa huolellisesti, sillä monet laatuongelmat ratkeavat kunnostuksella. Mikäli kunnostus ei kuitenkaan riitä, voidaan veden laatua parantaa erilaisilla puhdistusmenetelmillä. Ennen laitteiden hankintaa on tehtävä riittävän laaja vesianalyysi, jonka perusteella sopiva laite pystytään hankkimaan. Laitteen hankinnassa on tärkeää tutustua laitteen käyttökustannuksiin, jotka voivat halvassa laitteessa nousta yllättävän korkeiksi esim. suodatinpatruunojen vaihtamisen seurauksena.

Ilmastuksen avulla voidaan hapettaa vedessä olevia yhdisteitä, kuten rautaa ja mangaania. Raudan hapettuminen ja saostuminen vedessä ilmastuksen ja hydrolyysin vaikutuksesta (kuvassa 6). Hapettunut ja saostunut rauta tai mangaani poistetaan vedestä massasuodattimella ennen veden käyttöä. Massasuodattimia ovat erilaiset suodattimet, joissa vesi kulkee puhdistavan massan läpi, kuten hiekka ja aktiivihiilisuodattimet. Ilmastuksella voidaan myös poistaa kaasumaisia yhdisteitä, kuten radonia ja rikkivetyä. Radonin poistoon vedestä tarvitaan kuitenkin huomattavasti tehokkaampi ilmastin, kuin pelkän raudan poistoon. (Nummelin 2001, 20.)



KUVA 6. Raudan hapettuminen ja saostuminen vedessä (Pääkkönen 2006, 72).

Ionivaihdolla voidaan tietty ionimuotoiset yhdisteet sitoa ionivaihtohartsiin. Ionivaihtosuodattimia voidaan käyttää pelkistyneen raudan ja mangaanin, nitraatin ja uraanin poistoon sekä humuksen poistoon (Nummelin 2001, 20). Esimerkki ionivaihtosuodattimesta (kuva 7). Suodattimen sisältämässä massassa kalsium- ja magnesium-ionit vaihdetaan natriumiksi. Ionivaihtimen kapasiteetin loppuessa, se elvytetään vahvalla ruokasuolaliuoksella, jolloin poistettavat ionit huuhdotaan pois. (WATMAN 2013.)



KUVA 7. Esimerkki ionivaihtosuodattimesta (WATMAN 2013).

Kalvosuodattimet ovat orgaanisesta tai epäorgaanisesta aineesta muodostuvia kalvoja, joiden avulla voidaan vedestä poistaa hyvinkin pieniä hiukkasia. Mikro- ja ultrasuodatusta käytetään pieneliöiden ja eloperäisten yhdisteiden poistoon. Nanosuodatusta ja käänteisosmoosia voidaan käyttää ionien ja fluoridin poistossa. Erityisesti käänteisosmoosin avulla saadaan vedestä suodatettua suurin osa erilaisista ioneista, kuten suola, fluoridi, nitraatti ja nitriitti, sekä arseenia mikäli paine saadaan korotettua tarpeeksi korkeaksi. Nanosuodattimet ja käänteisosmoosilaitteet ovat suhteellisen arvokkaita, joten niitä kannattaa käyttää vain, jos vettä käytetään talousvetenä. Ne vaativat usein myös esikäsittelyn, jotta ne eivät tukkeudu. Kalvovyksiköiden käyttöikä on yleensä n. 2-3 vuotta. (SYKE 2011, a.)

Desinfiointina voidaan käyttää UV-käsittelyä, otsonointia tai kloorausta ja vetyperoksidia. UV- käsittely tuhoaa kaikkia alkueläimiä, bakteereja ja viruksia. Valolähde on vaihdettava muutaman vuoden välein. Otsoni on erittäin voimakas hapetin, sen avulla voidaan tuhota suurin osa haitallisista pieneliöistä. Otsonoinnin avulla voidaan myös hapettaa pelkistyneitä yhdisteitä, kuten mangaania, kahdenarvoista rautaa ja rikkiveityä. Kotitalouskäytössä olevissa laitteissa otsoni muodostetaan usein UV- valolla. Toinen kotikäyttöön myytävä vaihtoehto on ns. koronapurkaukseen perustuva otsoninkehitin. Koska otsoni on nopeasti hajoava yhdiste, se ei anna pitkäaikaista desinfiointisuojaa. Otsoni on myös voimakas hapetin, joka tulee ottaa huomioon vedenjakeluverkoston materiaalivalinnoissa. (SYKE 2011, a.)

Klooraukseen käytetään joko nestemäistä natriumhypokloriittia tai kiinteää kalsiumhypokloriittia. Kotitalouksiin nämä aineet eivät sovellu, mutta esimerkiksi karjatiloilta, joissa veden käyttö on runsasta, ne voivat tulla kysymykseen. Veden ollessa humuspitoista, ei kloorausta tulisi käyttää haitallisten klooriyhdisteiden muodostumisen vuoksi. Kotitalouksissa voidaan kloorin sijaista käyttää vetoperoksidia. Vetyperoksidi hajoaa vedeksi ja hapeksi vaikutusajan jälkeen, eli on huomattavasti turvallisempi ja ympäristöystävällisempi vaihtoehto. (SYKE 2011, a.)

3 VIRANOMAISVALVONTA

Suomen lainsäädännössä talousveden laadun vaatimukset on määritetty terveysuojelulaissa ja sen pohjalta annetuissa muissa asetuksissa, kuten STM asetuksessa 401/2001. Taustalla kaikelle on Euroopan yhteisön 1998 antama Vesidirektiivi (NEUVOSTON DIREKTIIVI 98/83/EY), jota kaikki jäsenmaat ovat sitoutuneet noudattamaan.

Kunnan terveysuojeluviranomainen valvoo talousvettä toimittavia laitoksia. Valvonnan päämääränä on, ettei vedestä aiheudu haittaa terveydelle. Tapauksissa, joissa talousvesi ei täytä laatuvaatimuksia on kunnan terveysuojeluviranomaisen yhdessä vettä toimittavan laitoksen kanssa selvitettävä mistä ongelma johtuu. Viranomaisen on myös tarvittaessa määrättävä toimija korjaamaan tilanne veden laadun parantamiseksi. Kunnan terveysuojeluviranomaisen tehtäviin kuuluu myös antaa tietoa talousveden laadusta ja siihen mahdollisesti liittyvistä terveyshaitoista, sekä terveyshaittojen pois-

tamismahdollisuuksista alueensa talouksille ja elintarvikealan yrityksille. Tällä voidaan tarkoittaa neuvontaa tyypillisissä talousvedenlaatuongelmissa, kuten fluoridi-, radon- ja arseeniongelmissa, sekä näiden poistamismenetelmissä. (Pönkä 2006, 195.)

3.1 Asetus 401/2001

Lainsäädännössä laitokset on jaoteltu suuriin ja pieniin laitoksiin. Suuriin laitoksiin sovelletaan sosiaali- ja terveydenministeriön asetusta talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 461/2000 ja pieniin sosiaali- ja terveysministeriön asetusta pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001. Asetusta 401/2001 sovelletaan valvontakohteisiin, joista talousvettä toimitetaan vähemmän kuin 10 m³ päivässä tai alle 50 henkilön tarpeisiin. Asetusta sovelletaan myös elintarvikealan yrityksiin, joissa kunnan terveydensuojeluviranomaisen päätöksen nojalla ei sovelleta asetusta 461/2000. Yksityiset kaivot kuuluvat myös asetuksen piiriin, mutta eivät kuulu terveydensuojeluviranomaisen säännölliseen valvontaan. (Pönkä 2006, 194.) Asetuksessa on talousveden laatu jaettu laatuvaatimukseen ja -suositukseen.

3.1.1 Laatuvaatimukset

Laatuvaatimukset perustuvat aina terveydellisiin perusteisiin, joten pienten ja suurten laitosten laatuvaatimukset ovat lähes samat. Mikrobiologisille ja kemiallisille laatuvaatimuksille on asetettu runsaasti huomauksia (liitte 4), jotka viranomaisen tulee huomioida päätöksiä tehdessään. Esimerkiksi fluoridille ja arseenille on annettu suuremmat pitoisuusvaatimukset niissä tapauksissa, että talousvettä ei juoda tai käytetä elintarvikkeiden valmistukseen. Laatuvaatimukset koskevat talousvettä siinä pisteessä, jossa käyttäjä ottaa sen hanasta. Elintarvikealan toimijat, jotka omistavat kiinteistön ja käyttävät sen kaivoa talousveden hankintaa vastaavat itse laatuvaatimusten täyttymisestä. (Pönkä 2006, 196.)

Laatuvaatimukset sisältävät kaksi osaa: kemialliset ja mikrobiologiset muuttajat (liite 4). Laatuvaatimuksissa olevat muuttajat ovat sellaisia, että enimmäispitoisuuksista poikkeaminen aiheuttaa riskin terveydelle. Tämän vuoksi annetut raja-arvot ovat sitovia eikä laatuvaatimusten ylittyessä talousvesi ole enää tarkoitukseen sopivaa. Laatu-

vaatimusten mikrobiologiset muuttujat sisältävät indikaattori bakteerit; *E. Coli* ja enterokokit, jotka esiintyessään indikoivat ulosteperäistä kontaminaatiota. (Vuori 2012, 6.)

Kemiallisten muuttujien joukossa on paljon karsinogeenisia yhdisteitä, kuten akryyliamidi, bentseeni ja arseeni, joiden saanti tulisi olla mahdollisimman vähäistä. Laatuvaatimuksiin sisältyvät myös useat tunnetut myrkylliset kemikaalit, kuten syanidi, torjunta-aineita, kloorifenolit sekä kloorauksen yhteydessä muodostuvat trihalometaanit. Laatuvaatimuksissa on myös listattu toksisia metalleja, jotka kumuloituvat elimistössä aiheuttaen elinvaurioita. Laatuvaatimusten joukossa on myös ihmiselle välttämättömiä hivenaineita, kuten fluori, kupari ja seleeni, jotka kuitenkin suurina pitoisuuksina ovat toksisia. Hyvä esimerkki tällaisesta aineesta on fluori, jolla tiedetään olevan suotuisa vaikutus hampaisiin, mutta liiallinen saanti voi johtaa fluoroosiin, kun veden fluoripitoisuus ylittää 1,5–2,0 mg/l. Lievässä tapauksessa fluoroosi aiheuttaa hampaiden laikkukiilteisyyttä, mutta pahimmillaan vakavia luuston ja pehmytkudoksen luutumishäiriöitä. (Vuori 2012, 6.) Näiden tietojen perusteella on talousvedenlaatuvaatimukseksi fluoridin osalta päädytty 1,5 mg/l. (Liitteestä 4) löytyy asetuksen 401/2001 laatuvaatimukset.

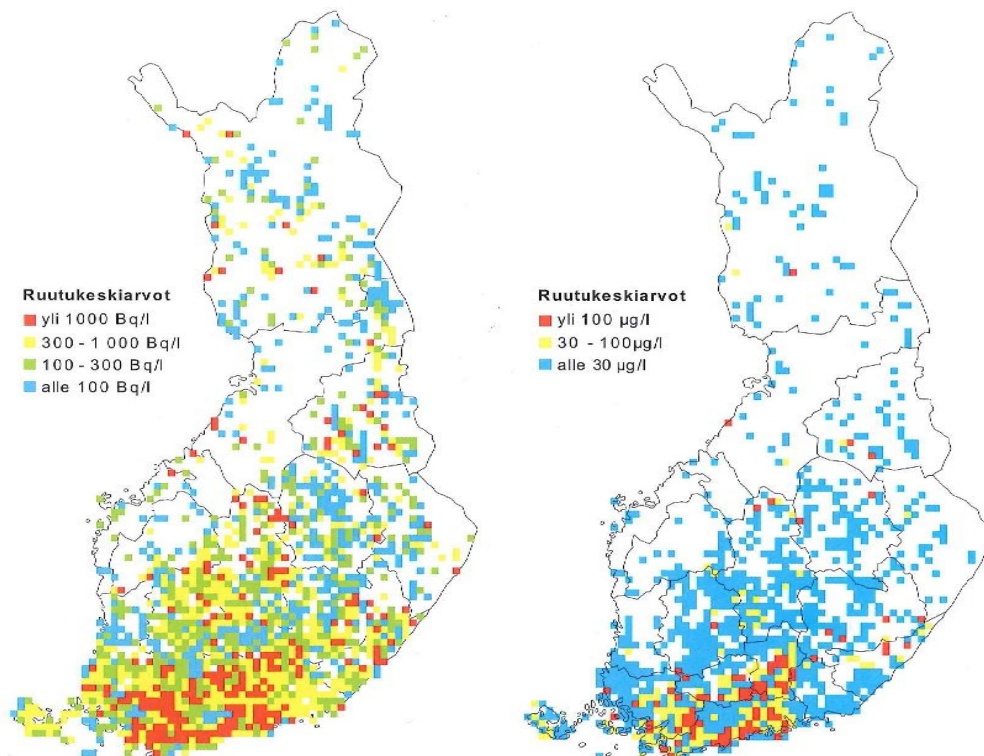
Laatuvaatimusten ylittyessä on kunnan terveydensuojeluviranomaisen ryhdyttävä terveydensuojelulain mukaisiin toimenpiteisiin mahdollisen terveysthaitan poistamiseksi. Toimenpiteet voivat olla talousveden käyttökielto tai erilaiset käsittelymääräykset, jotta terveysthaitta saadaan ehkäistyä. (Pönkä 2006, 183.)

3.1.2 Laatusuosituks

Hyvälaatuinen talousvesi täyttää myös laatusuosituks (liite 4). Laatusuosituks perustuvat kuitenkin enemmän teknisiin seikkoihin terveysvaikutusten sijasta, kuten vesijohtomateriaalien syöpymiseen (kloridi, sulfaatti, pH, sähkönjohtavuus), esteettiin seikkoihin (sameus, väriluku, haju, maku) tai vedenkäsittelytekniikkaan (alumiini). (Vuori 2012, 7.) Laatusuosituks pienten yksiköiden talousvedelle eivät pääosin ole yhtä tiukkoja, kuin suurille laitoksille. Koska lähialueen maankäyttö, kuten maatalous, vaikuttavat helpommin pienten vesilaitosten talousveden laatuun. Osaltaan laatusuosituks voivat olla myös tiukempia, kuten kemiallisista laatusuosituksista kloridin. Kloridin enimmäispitoisuus isoille laitoksille 250 mg/l ja pienille 100 mg/l. Suo-

situs molemmille on 25 mg/l. Tämä perustuu kloridin vesijohtoja syövyttävään vaikutukseen. (Pönkä 2006, 198.)

Talousvedessä voi olla myös radioaktiivisia aineita, jotka ovat peräisin maa- ja kallioperästä pohjaveteen liuenneista radioaktiivisista mineraaleista. Talousveden kannalta merkittävimmät luonnossa esiintyvät aineet kuuluvat uraanisarjaan. Alfasäteilyä lähettävä radon (^{222}Rn) on suomessa merkittävin säteilylle altistaja. Muita säteilyä aiheuttavia ovat uraani ja radium (^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra ja ^{210}Po) joiden pitoisuudet ovat paikoitellen korkeita. Suurimmat ongelmat esiintyvät porakaivoissa, koska kalliopohjavesi on pitkään kosketuksissa kallioperän kanssa, josta radioaktiiviset mineraalit liukenevat. Suurimmat radon- ja uraanipitoisuudet porakaivovesissä löytyvät graniittialueilla Etelä-Suomessa. Kartassa (kuva 8) on keskiarvot radon- ja uraanipitoisuuksista. (Korkeala toim. 2007, 396.) (Liitteestä 4) löytyy asetuksessa 401/2001 annetut laatuvaatimukset ja -suositukset.



KUVA 8. Porakaivojen radon- (vasemmalla) ja uraanipitoisuuksien (oikealla) keskiarvot 10 x 10 km ruuduissa (Vesterbacka 2012).

Mikäli talousvesi ei täytä asetuksen 401/2001 mukaisia laatusuosituksia on terveys- suojeluviranomaisen selvittävä liittyykö poikkeamiin riskiä terveyshaitasta. Mikäli terveyshaitta on mahdollinen, annetaan määräys korjaustoimenpiteisiin ryhtymisestä.

Vedenkäyttäjille on kuitenkin tiedotettava talousveden laatusuosituksista poikkeamisista, riippumatta sitä liittyykö poikkeamiin riskiä terveyshaitasta. (Pönkä 2006, 184.)

3.2 Talousveden valvontatutkimukset

Talousveden säännöllisissä tutkimuksissa on tutkittava vähintään asetuksessa 401/2001 (liite 4) mainitut muuttujat. Talousvedestä ei tarvitse tutkia kaikkia niitä aineita, joille asetuksessa on määritetty laatuvaatimuksia tai laatusuosituksia. Terveydensuojeluviranomainen voi kuitenkin tarvittaessa määrätä muita säännöllisesti tai kertaluontoisesti tehtäviä määrytyksiä. (Pönkä 2006, 195.)

Pienten talousvettä toimittavien laitosten tutkimustiheys on kerran vuodessa tai kerran kolmessa vuodessa, veden laadusta, käyttäjämäärästä, tuotettavan veden määrästä tai elintarvikealan toiminnasta riippuen. Kloridi, ammonium, nitriitti ja nitraatti on määritettävä vähintään neljänä tutkimuskertana eri vuodenaikoina. Mikäli laatuvaatimukset tai laatusuositukset eivät ylity, voidaan tutkimukset näiden aineiden osalta tehdä vain joka neljännellä tutkimuskerralla. Talousveden saastumistilanteessa voi kunnan terveydensuojeluviranomainen määrätä tutkimuksien tekemisen myös asetusta tiheämmäksi. (Pönkä 2006, 196.)

3.2.1 Säännöllisesti tutkittavat muuttujat

Sameus kertoo paljon vedenkäsittelyn tehokkuudesta. Sameushäiriöt johtuvat usein nopeiden virtausten aiheuttamista saostumien irtoamisesta. Sameutta mitataan yksiköillä; NTU (nephelometric Turbidity Unit) tai FTU (Formazan Turbidity Unit). Vedessä on paljon sameutta aiheuttavia tekijöitä, kuten savipartikkeleita, humusta ja muita partikkeleita. Myös mm. sinkki, rauta ja mangaani voivat aiheuttaa veden sameutumista. Hyvä suodatus poistaa tehokkaasti sameutta aiheuttavia partikkeleita ja niihin sitoutuneita mikrobeja. (Nummelin 2001, 17.)

Maku ja haju ovat talousveden laadun kannalta olennaisia tekijöitä. Puhdas vesi on hajutonta ja lähes mautonta. Haju- ja makukynnykset vaihtelevat eri ihmisillä. Hajusta voidaan selkeästi erottaa vain rikkivety, joka muistuttaa mätää kananmunaa. Hajua ilmaistaan usein ilmauksilla, kuten tunkkainen, suomalainen tai pistävä. Nämä ilmaukset ovat epämääräisiä ja käytännössä niitä aiheuttavia yhdisteitä ei voida normaalein

mittalaittein osoittaa. Suomalaisessa kaivovedessä makua aiheuttavat aineita ovat esimerkiksi rauta, mangaani, kalkki ja kupari. Rauta ja kupari saavat veden maistumaan metalliselta ja jättävät suuhun, karvaan tai pistelevän jälkimaun. Mangaani maistuu myös kirpeältä ja metalliselta. Mikäli pH-arvo on korkealla (pH 9,5 - 10) vesi voi maistua tunkkaiselta ja suun limakalvot saattavat vaurioitua hetkeksi. Suolan maku saattaa olla peräisin natriumista, sekä sen vastaioneista, kuten sulfaatista ja kloridista. Pintavesien pääsy kaivoveteen saattaa aiheuttaa mutaisen hajun tai maun veteen. Lisäksi kaivoon päästessään lahoavat kasvien osat aiheuttavat kaivoon makua ja hajua. (WatMan 2010, 3-4.)

Väriä kaivoveteen voi tulla humuksesta, raudasta, mangaanista tai kuparista. Laadultaan hyvä kaivovesi on väritöntä ja kirkasta. Väriluvulla ei ole suoraa terveydellistä vaikutusta. Puhdistusmenetelmä riippuu väriongelmiä aiheuttajasta, yleisimmin käytetään alkalointia, suodatusta tai molempia. (Nummelin 2001, 17.)

pH kuvaa veden happamuutta tai emäksisyyttä. Vesijohtomateriaalien kannalta veden pH on tärkeä. Suositeltava pH talousvedelle on 7,0–8,8. Kun vesi on lievästi hapanta, vesijohtojakelulaitteissa käytetyt materiaalit, kuten valurauta, kupari, sinkitetty teräs syöpyvät ajan kuluessa. Veden pH:n nostamiseksi pienissä vesilaitoksissa käytetään usein kalkkikivirouhetta. Kalkkikivi on alkalointimateriaalina edullinen ja turvallinen. (Nummelin 2001, 17.)

Rauta ja mangaani ovat Suomessa yleisimmät pohjaveden käyttökelpoisuutta heikentäviä tekijöitä. Rautaa saattaa myös liueta putkistoista, jos vesi on ominaisuuksiltaan syövyttävää (matala pH ja pieni alkaliteetti). Raudan ja mangaanin raja-arvot on asetettu teknis-eettisin perustein. Rauta ja mangaani aiheuttavat makuvirheitä veteen ja aiheuttavat likaa koneisiin ja pyykkeihin. Raudan poistoon on useita eri menetelmiä, kuten ionivaihto, hapetus ja suodatus. Mangaanin poistossa voidaan käyttää samoja menetelmiä kuin raudan poistossa. Käsittelylaitetta hankittaessa on syytä tukeutua asiantuntevaan laitetoimittajaan, joka osaa huomioida raudan ja mangaanin olo muodot, veden muut ominaisuudet ja virtausmäärät. Kaikki talouteen tuleva vesi joudutaan käsittelemään, sillä rauta ja mangaani vaikuttavat lähes kaikkeen veden käyttöön. (Nummelin 2001, 14-15.)

KMnO₄- luku eli permanganaattiluku kuvaa vedessä olevan orgaanisen, lahoavan aineen määrää. Orgaaninen aines on Suomessa tyypillisesti humusta. Humus saattaa aiheuttaa väri-, makuhaittoja sekä edesauttaa saostumien muodostumisessa ja vaikeuttaa raudan poistoa. Humus ei suoraan ole terveydelle vaarallista, mutta se kertoo kaivon kunnosta. Korkea luku osoittaa, että kaivoon pääsee pintavettä. (WatMan 2010, 4.)

Kloridin enimmäispitoisuus on 100 mg/l. Kloridia esiintyy erityisesti rannikkoalueilla, mutta myös sisämaasta löytyy suolataskuja vanhojen merenpohjien alueilta. Myös maantien suolaus saattaa nostaa kloridipitoisuuksia maanteiden lähetyvillä. Kloridilla on vedenjakelulaitteita syövyttävä vaikutus. Kloridin poisto vedestä on vaikeaa ja mikäli kloridia esiintyy erittäin runsaasti, on kaivo syytä rakentaa toisaalle. (Nummelin 2001, 15-16.)

Ammonium aiheuttaa harvoin ongelmia, mutta suurina pitoisuuksina yli 0,5 mg/l se voi aiheuttaa veteen pistävää hajua tai makua. Ammonium aiheuttaa usein myös kupariputkistojen syöpymistä. Ammonium saattaa aiheuttaa välillisen haitan, sillä se saattaa hapettua nitriitiksi vesijohtoverkostossa. Ammoniumin esiintyminen vedessä voi johtua mm. hapenpuutteesta tai likavesistä johtuvaan veden saastumiseen. (WatMan 2010, 4.)

Nitraatin ja nitriitin esiintyminen kaivovedessä osoittaa likaantumista, jonka syynä voi olla lannoitus, eläinten ulosteet tai väärin sijoitettut käymälät. Nitraattipitoisuus on korkeampi mitä lähempänä saastuttava lähde sijaitsee kaivoa. Nitriittiä syntyy myös tyyppiyhdisteiden hapettuessa epätäydellisesti. Nitraatin enimmäispitoisuus on 50 mg/l ja nitriitin 0,5 mg/l. Nitraatti muuttuu elimistössä nitriitiksi ja syöpävaaralliseksi nitrosoamiineiksi. Nitriitti häiritsee punasolujen happiaineenvaihduntaa veressä, joka saattaa olla hengenvaarallista. Erityisesti pienten lasten tai imettävien naisten ei tulisi käyttää juomavettä, joka sisältää runsaasti nitraattia tai nitriittiä, sillä pienten lasten elimistössä ei ole entsyymiä, joka estää nitraatin vaikutusta. Nitriitin epäillään myös aiheuttavan mahalaukun ja virtsarakon syöpää. Nitriittipitoisuudet ovat vedessä usein pieniä, koska nitriitti hapettuu helposti nitraatiksi. Nitriitin esiintyminen talousvedessä on merkki bakteeritoiminnasta. Nitraattia ja nitriittiä voidaan poistaa juomavedestä käänteisosmoosisuodatuksella tai ionivaihtimella. (SYKE 2011, b.)

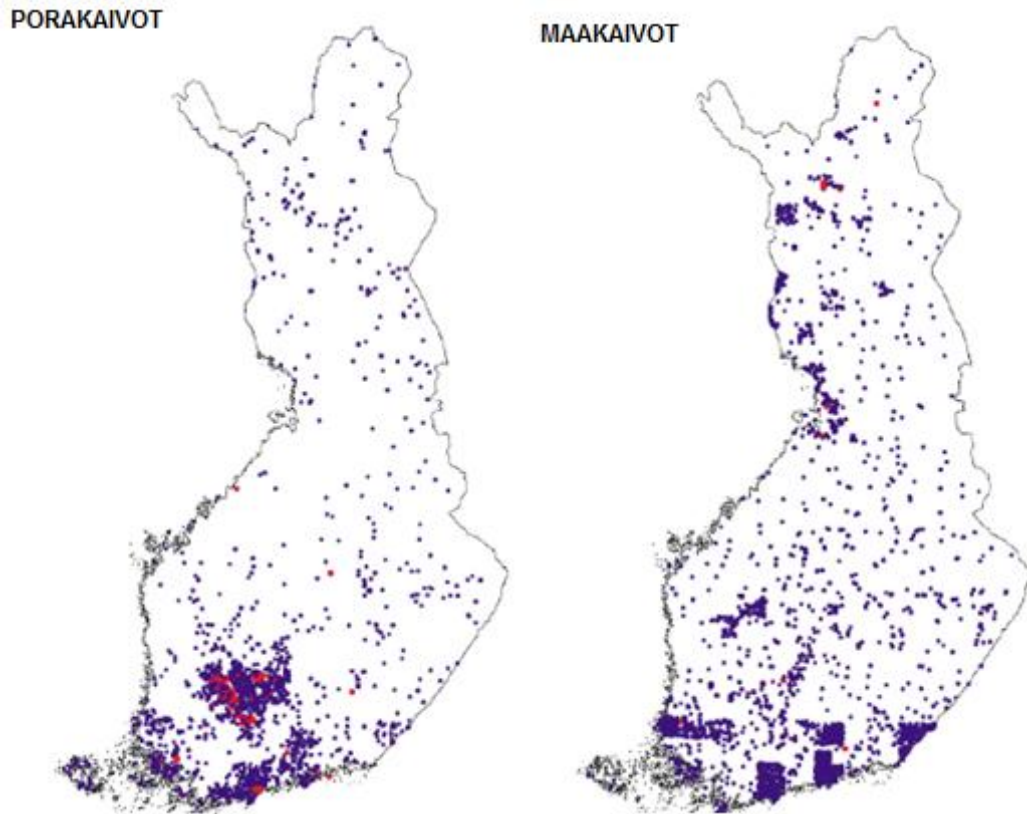
Fluoridi on fluorin ionimuoto. Fluoridipitoisuudet pohjavedessä on Suomessa alueellinen ongelma. Fluoridin esiintyy rapakivialueilla erityisesti Kaakkois- ja Lounais-Suomessa. Fluoridin vaikutus terveyteen riippuu sen pitoisuudesta vedessä, pienissä määrin fluoridi on ihmiselle välttämätön hivenaine. Fluoridin on todistettu estävän hampaiden reikiintymistä, sekä kariuksen syntymistä. Hammaskariesta estävän vaikutuksen saamiseksi juomaveden fluoridipitoisuus tulisi olla 0,7–1,2 mg/l. Liiallinen fluoridin saanti 1,5-2,0 mg/l saattaa johtaa fluoroosiin, Fluoroosi aiheuttaa tummentumia hampaissa erityisesti silloin, kun hammas on kehittymässä, eli n. 2-4 vuotiailla lapsilla. Tämän takia fluoridin enimmäispitoisuudeksi on asetettu 1,5 mg/l. Tarvittaessa fluoria voidaan poistaa vedestä käänteisosmoosilla tai alumiinioksidisuodatuksella. (Liponkoski 1999, 52.)

E.coli on ihmisten ja tasalämpöisten eläinten suolistossa esiintyvä bakteeri. Sitä pidetään parhaana indikaattorina kaivoveden ulosteperäiseen saastumiseen. Saastunut vesi voi aiheuttaa käyttäjilleen vatsavaivoja, sekä saada veteen maku- ja hajuhaittoja. Raja-arvoksi *E. coli*:lle on annettu 0 pmy/100 ml. (WatMan 2010.)

Suolistoperäiset enterokokit ilmentävät *E.colin* tapaan ulosteperäistä saastumista. Enterokokkeja esiintyy ulosteen lisäksi myös ympäristössä, jossa ne säilyvät hyvin ja voivat siten ilmaista kaivoveden saastumista kauan ennen näytteenotto aikaa. Aiemmin suolistoperäisistä enterokokeista käytettiin nimitystä fekaaliset streptokokit, mutta tästä ryhmästä on enterokokit erotettu omaksi ryhmäkseen. Raja-arvo on sama kuin *E. coli*:lla, eli 0 pmy/100 ml. (THL 2005.)

3.2.2 Tarvittaessa tutkittavat muuttujat

Arseeni on karsinogeeninen hajuton ja mauton aine. Arseeni on radonin ja uraanin lisäksi pahimpia kaivoveden laadun pilaajia. Arseenia ei pystytä ilmaisemaan ilman vesianalyysiä. Pitkäaikainen altistus arseenille 2–5 mg/l päivässä aiheuttaa myrkytysoireita, jotka voivat olla heikotuksen tunnetta raajoissa, ruokahaluttomuutta ja pahoinvointia. Arseeni lisää erityisesti ihosyöpäriskiä, mutta yhteyttä muihin syöpiin on epäilty. Raja-arvo arseenille on 10 µg/l. Arseenia esiintyy erityisesti Pirkanmaalla maaperässä ja pohjavesissä. Kartassa (kuva 9) näkyy arseenipitoisuus pohjavedessä. Kuvassa siniset täplät osoittavat pitoisuutta alle raja-arvon (10 µg/l) ja punaiset vastaavasti ylityksiä. (Korkeala toim. 2007, 394- 395.)



KUVA 9. Arseenin esiintyminen pohjavesissä (Ojala 2004).

Uraanipitoisuudet ovat porakaivoissa huomattavasti suurempia, kuin maaperän pohjavedessä. Porakaivojen suuria uraanipitoisuuksia esiintyy erityisesti alueilla, joilla kallioperä koostuu graniittisista kivilajeista. Uraanin vaikutukset kohdistuvat pääasias-
sa munuaisiin. Uraani voidaan poistaa kaivovedestä mm. ionivaihtomenetelmällä tai kalvosuodatuksella. (Nummelin 2001, 18) Uraanipitoisuudesta ei ole kansallista raja-
arvoa, mutta WHO on asettanut talousveden uraanipitoisuudelle suositusarvon 30 ug/l. (Vesterbacka & Vaaramaa 2012, 12–14.)

Radon esiintyy usein uraanin kanssa, radon aiheuttaa Suomessa vuosittain n. 200 keuhkosityöpätapausta. Radonin raja-arvo vesilaitosten ja elintarvikehuoneistojen käyt-
tämälle talousvedelle on 300 Bq/l. Ruotsissa raja-arvo on pienempi eli 100 Bq/l. Sätei-
lyturvakeskus suosittelee yksittäisiä talouksia ryhtymään radonin poistoon, viimeis-
tään silloin, kun kaivoveden radonpitoisuus ylittää 1000 Bq/l. Kaasumaisena aineena
radon voidaan poistaa helpoiten ilmastuksella, toinen vaihtoehto on aktiivihiihliisuoda-
tus. (Nummelin 2001, 19.)

3.3 Kaivoveden analyysitulkki

Suomen ympäristökeskus on tehnyt kaivoveden laatuasioiden parissa työskenteleville valvontaviranomaisille ja kaivonomistajille tarkoitetun työkalun kaivovedenlaadun arvioimista varten. Analyysitulkki on nettiselainpohjainen ja ilmainen. Kaivovesitulkkiin syötetään laboratoriotutkimuksessa saadut tulokset ja tulkki kertoo veden laadusta, riskeistä ja vaihtoehtoista kaivovedenlaadun parantamiseksi. Analyysitulkki perustuu asiantuntijaryhmän arvioon ja STM asetukseen 401/2001. (Kaivoryhmä 2009.)

3.4 WSP

WSP eli (Water Safety Plan) on Maailman terveysjärjestön (WHO) esittämä veden turvallisuussuunnitelma, jonka tavoitteena on tunnistaa järjestelmällisesti kaikki veden laatua uhkaavat vaaratekijät valuma-alueelta kuluttajan hanaan asti. Turvallisuussuunnitelmassa tehdään riskinarviointi, jonka tavoitteena on hallita riskejä suunnitelmallisesti. Euroopan unioni on ottanut tavoitteeksi sisällyttää WSP- periaatteet uuteen direktiiviin. Suunnitelma tulee viemään useita vuosia ja pienille talousvettä toimittaville laitoksille se on todennäköisesti liian raskas ja vaativa. (Rapala 2012.)

Tiina Munck on tekemässä opinnäytetyötä (YAMK) pienten talousvettä toimittavien laitosten WSP toteuttamiseksi. Työn tarkoituksena on laatia talousvesiasetuksen 461/2000 mukaisille pienille talousvettä toimittaville laitoksille kevyempi Excel- tarkastuslistatyypinen riskienhallintatyökalu. Työ on alkanut 2012 ja sen tarkoituksena on valmistua vuoden 2013 aikana. (Munck 2012.)

4 KAIVOVESITUTKIMUKSET

Vantaan geologiset piirteet ovat tyypilliset eteläsuomalaiselle rannikkoalueelle. Alueella on runsaasti kallioisia mäkiä, jotka ovat osittain ohuen moreenin peittämiä. Näiden välissä sijaitsee laaksoja, jotka ovat pintamaalajiltaan savea tai silttiä. Vantaan maastoa ovat muokanneet kaksi jokea, Vantaanjoki ja Keravanjoki. (Vantaan kaupunki 2013.). (Liitteessä 2) löytyy geologian tutkimuskeskuksen karttapalvelusta otettu maaperäkartta. Karttaan on merkattu valvontakohteiden sijainti sekä kaivotyyppi.

4.1 Valvontakohteet Vantaalla

Asetusta 401/2001 sovelletaan valvontakohteisiin, joista talousvettä toimitetaan vähemmän kuin 10 m³ päivässä tai alle 50 henkilön tarpeisiin. Asetusta 401/2001 sovelletaan myös elintarvikealan yrityksiin, joissa kunnan terveydensuojeluviranomaisen päätöksen nojalla ei sovelleta asetusta 461/2000.

(Taulukossa 1) on eriteltynä Vantaalla sijaitsevat valvontakohteet toiminnan, maaperän, sijainnin, kaivotyypin ja vedenkäsittelyn mukaan. Erilaisia elintarvikehuoneistoja on kuusi kappaletta. Muiden kohteiden osalta toiminta jakaantuu taloyhtiöiden, työpaikkojen, perhepäivähoitajien ja leirintäalueen kesken. Yhteensä valvontakohteita Vantaalla on lopullisen selvityksen jälkeen 18 kpl. Suurin osa kohteista sijaitsi Länsi-Vantaalla. Kaivotyypit jakaantuvat siten, että suurin osa on porakaivoja (12 kpl), loput ovat rengaskaivoja (5 kpl). Yksi valvontakohte käyttää vesijohtoverkostovettä säiliöstä. Elintarvikehuoneistoja on hyvin erilaista toimintaa, monissa jaetaan vettä myös asukkaille tai työntekijöille. Valvontatiheyttä suunniteltaessa tämä tulee huomioida.

TAULUKKO 1. Valvontakohteet Vantaalla

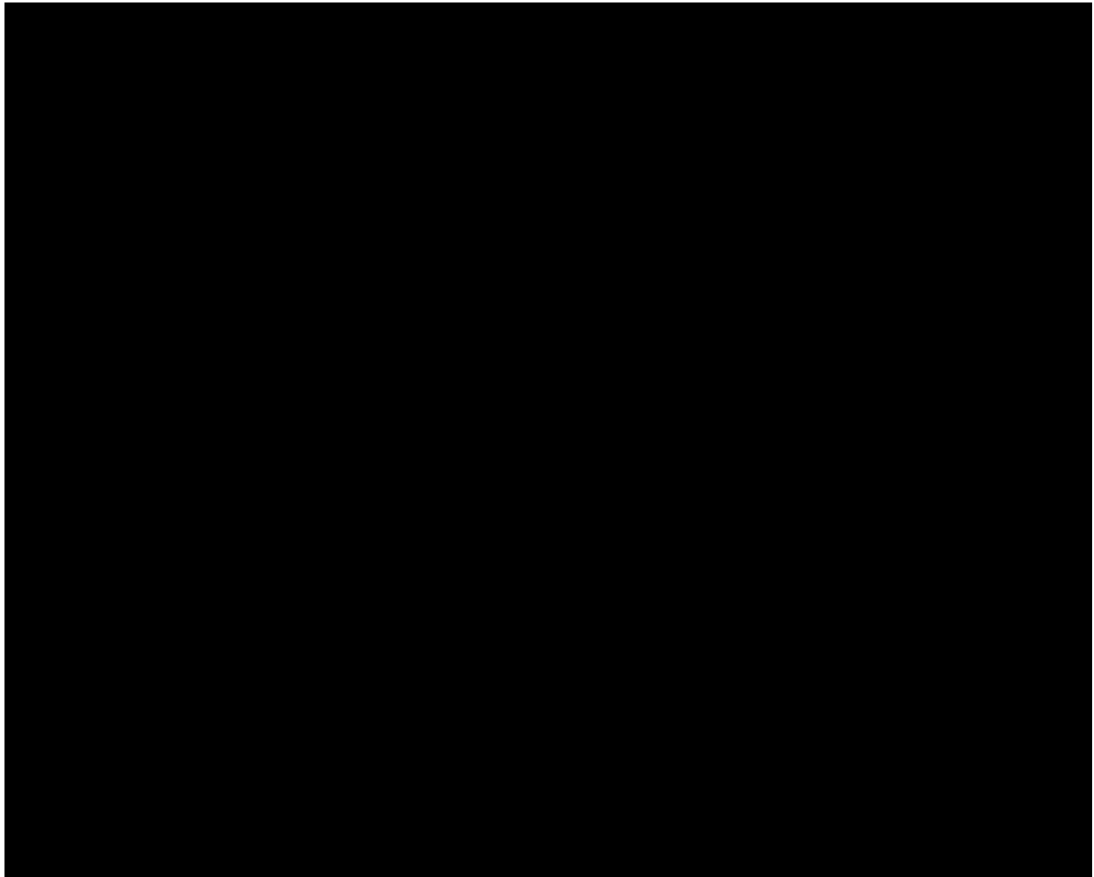
Kohde	Määperä ⁽¹⁾	Sijainti	Kaivotyyppi	Vedenkäsittely
Elintarvikehuoneisto 1.	Kalliomaa	Länsi-Vantaa	Porakaivo	Fluoridinpoisto
Elintarvikehuoneisto 2.	Kalliomaa	Itä-Vantaa	Porakaivo	Ei käsittelyä
Elintarvikehuoneisto 3.	Kalliomaa	Länsi-Vantaa	Porakaivo	Ei käsittelyä
Elintarvikehuoneisto 4.	Savi	Länsi-Vantaa	Porakaivo	Ei käsittelyä
Elintarvikehuoneisto 5.	Hiesu	Länsi-Vantaa	Rengaskaivo	Ei käsittelyä
Taloyhtiö 6.	Savi	Länsi-Vantaa	Rengaskaivo	AF-suodatin
Työpaikka 7.	Kalliomaa	Länsi-Vantaa	Porakaivo	Käänteisosmoosi
Työpaikka 8.	Hiesu	Länsi-Vantaa	Rengaskaivo	Ilmastus
Leirintäalue 9.	Hiekkamoreeni	Länsi-Vantaa	Rengaskaivo	Ei käsittelyä
Työpaikka 10.	Hiekkamoreeni	Länsi-Vantaa	Porakaivo	Ei käsittelyä
Kokoontumishuoneisto 11.	Hiekkamoreeni	Länsi-Vantaa	Porakaivo	Ei käsittelyä
Elintarvikehuoneisto 12.	Savi	Itä-Vantaa	Rengaskaivo	Ei käsittelyä
Kokoontumishuoneisto 13.	Karkea Hiekka	Itä-Vantaa	Porakaivo	Ei käsittelyä
Kokoontumishuoneisto 14.	Kalliomaa	Länsi-Vantaa	Porakaivo	Ei käsittelyä
Perhepäivähoitaja 15.	Savi	Länsi-Vantaa	Säiliö ⁽¹⁾	-
Perhepäivähoitaja 16.	Savi	Länsi-Vantaa	Porakaivo	Ei käsittelyä
Perhepäivähoitaja 17.	Kalliomaa	Länsi-Vantaa	Porakaivo	Ei käsittelyä
Taloyhtiö 18.	Hiekkamoreeni	Länsi-Vantaa	Porakaivo	

⁽¹⁾ GTK Kartta (Liite 2)

⁽²⁾ Verkostovesi säiliöstä

4.2 Kaivovesinäytteet

Ennen näytteiden hakua selvitettiin löytyykö kohteiden kaivovedestä tuoreita tutkimustuloksia. Mikäli tietoa veden laadusta ei ollut tai analyysitulokset olivat yli kaksi vuotta vanhoja, haettiin kohteista uudet kaivovesinäytteet. Kartta valvontakohteista, joista haettiin uudet kaivovesinäytteet (kuva 10). Kaikki näytetulokset koottiin yhteen valvontakansioon. (Liitteeseen 3) on koottu kaikista valvontakohteista viimeisimmät näytetulokset.



KUVA 10. Kohteet, joista haettiin kaivovesinäytteet syksyllä 2012.

Vantaalla otetut kaivovesinäytteet tutkittiin MetroboliLab Oy:ssä Helsingin Viikissä. MetrokoliLab Oy on Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten omistama laboratorio. Kaivoista tutkittiin pääosin laboratorion tarjoamia tutkimuspaketteja. Paketeissa oli sisällytettynä tärkeimmät talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja laatusuositukset. Suurimmat eroavaisuudet rengaskaivon ja porakaivon tutkimuspaketeille olivat radonin, uraanin ja arseenin sisältyminen porakaivoveden tutkimuksiin.

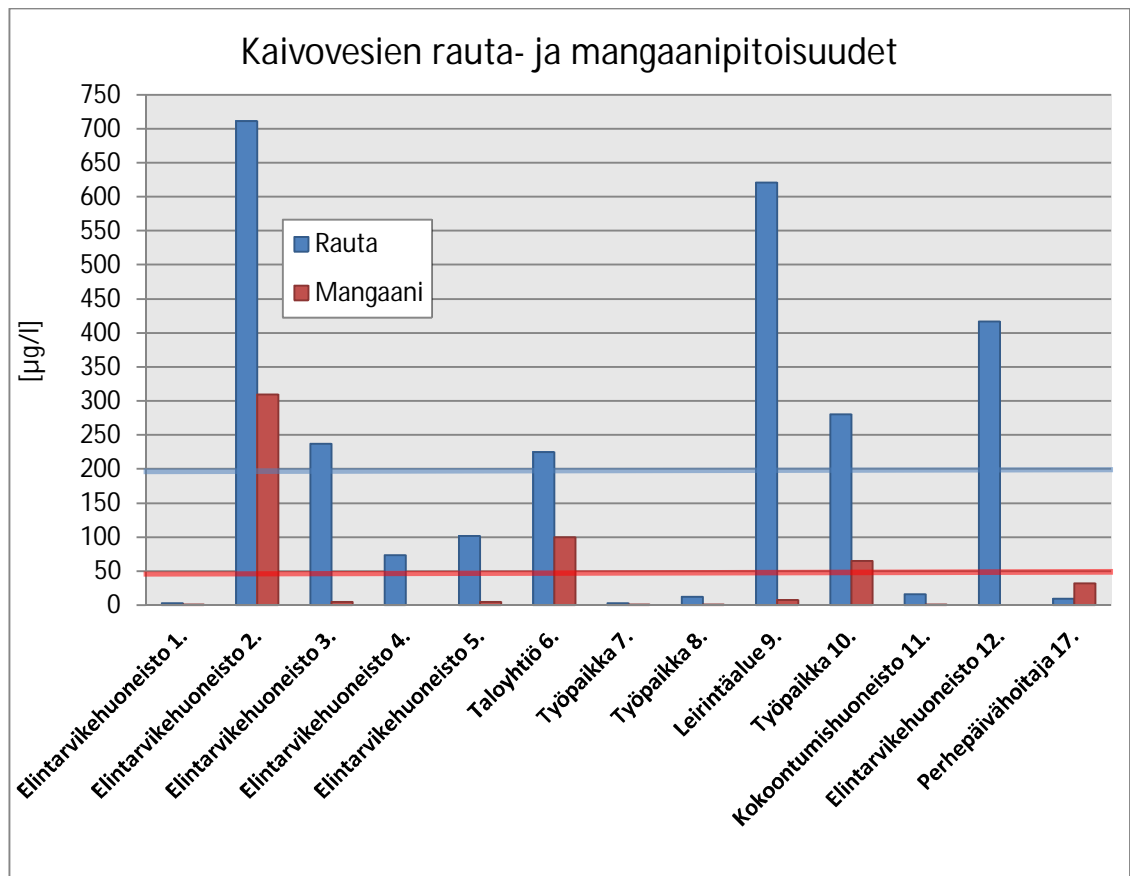
Valvontakohteista oli kaivovesinäytteitä otettu eri aikoina ja eri määriä. Kaikki näytteet joita käytettiin tulosten analysoinnissa, oli tehty samoilla menetelmillä. (Liitteessä 3) näkyy vain uusimmat tulokset. (Taulukossa 2) on koottu tiedot näytteenoton määrästä ja ajankohdasta. Yhteensä erilaisia tutkimustuloksia oli 406 kpl.

TAULUKKO 2. Näytteenotto määrät ja vuodeajat

Kohde	Näytteenottopäivä			
Elintarvikehuoneisto 1.	17.8.2012	31.5.2012	9.8.2011	19.5.2011
Elintarvikehuoneisto 2.	23.10.2012	11.10.2012	19.1.2010	
Elintarvikehuoneisto 3.	23.10.2012			
Elintarvikehuoneisto 4.	15.3.2012			
Elintarvikehuoneisto 5.	30.1.2012	5.5.2010		
Taloyhtiö 6.	21.1.2013	26.8.2008		
Työpaikka 7.	4.10.2012			
Työpaikka 8.	23.10.2012	14.12.2012		
Leirintäalue 9.	23.10.2012			
Työpaikka 10.	21.9.2011			
Kokoontumishuoneisto 11.	23.10.2012			
Elintarvikehuoneisto 12.	23.1.2012			
Kokoontumishuoneisto 13.				
Kokoontumishuoneisto 14.	27.1.2011			
Perhepäivähoitaja 15.	29.3.2012	24.3.2011	2.12.2009	
Perhepäivähoitaja 16.	29.3.2012	24.3.2011	2.12.2009	
Perhepäivähoitaja 17.	29.3.2012	24.3.2011		
Taloyhtiö 18.				

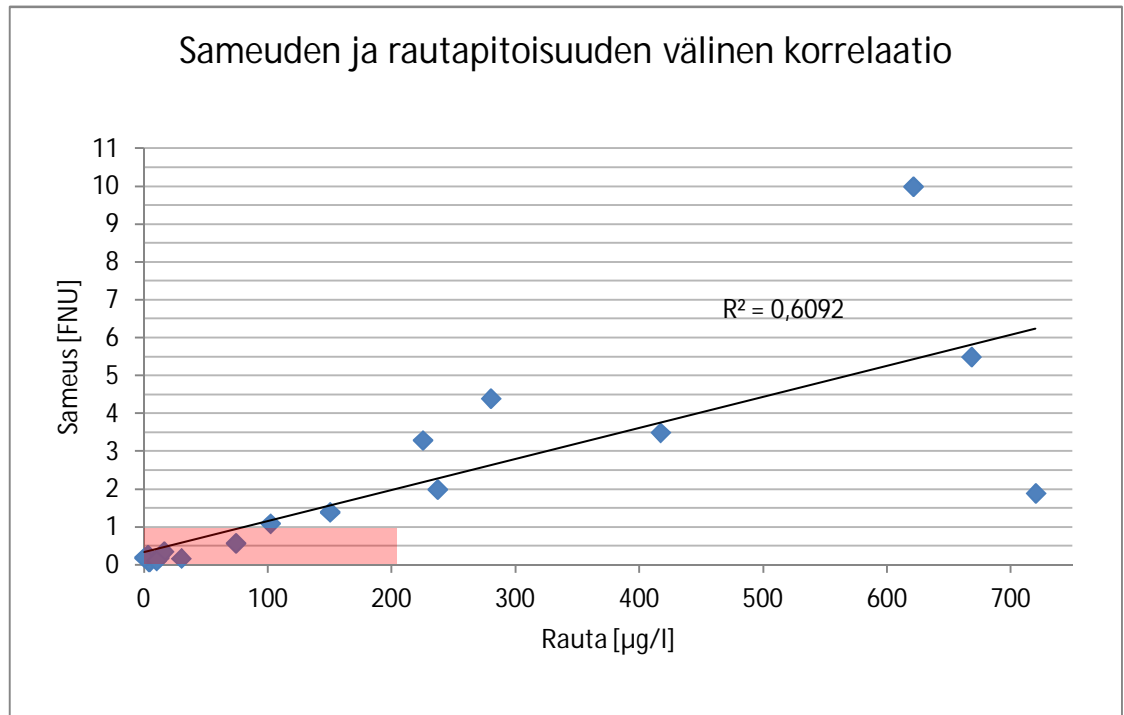
5 TULOKSET JA ANALYSOINTI

Rautapitoisuudet, olivat korkeita monissa valvontakohteissa. Verrattaessa mangaani- ja rautapitoisuutta keskenään, ei niiden välillä ollut korrelaatiota. (Kuvassa 11) on merkattuna sinisellä viivalla raudan (200 µg/l) ja punaisella mangaanin (50 µg/l) raja-arvot. Erittäin korkeita rautapitoisuuksia esiintyi elintarvikehuoneistossa 12, leirintäalue 9, sekä elintarvikehuoneistossa 2, jossa oli myös korkea mangaani pitoisuus. Laboratoriossa ei ollut tutkittu näiden kohteiden talousveden makua, tästä olisi voinut verrata korkean rautapitoisuuden vaikutusta makuun.



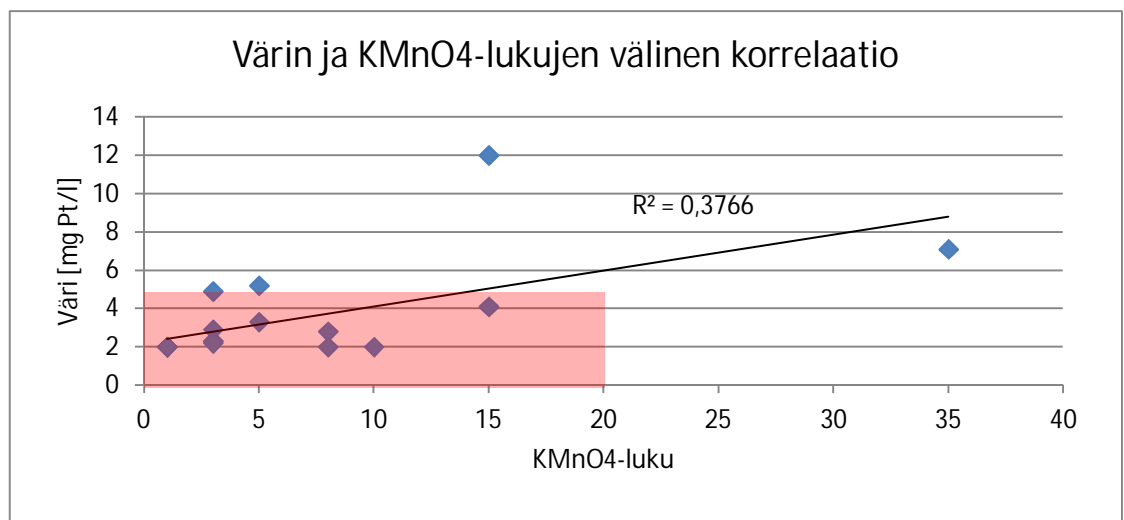
KUVA 11. Valvontakohteiden rauta- ja mangaanipitoisuudet.

Rautapitoisuudella ja sameudella (kuva 12.) on huomattava korrelaatio, hieman yli 0,6. Kuvassa punaisella alueella on raja-arvojen alueet; rauta (200 µg/l ja sameus 1 FTU). Sameuden noustessa yli 1,5 FTU – yksikön, ei veden laatua enää voida pitää erinomaisena. Rauta esiintyy vedessä usein pelkistyneenä. Sameutta voi aiheutua myös pintavedestä, joka pääsee kaivon. Lisäksi sinkki, alumiini tai mangaani voi aiheuttaa vedessä sameutta. Tutkimustuloksista mangaanilla ja sameudella ei ollut korrelaatiota. Alumiinia ja sinkkiä ei valvontakohteiden kaivovesinäytteistä ollut tutkittu.



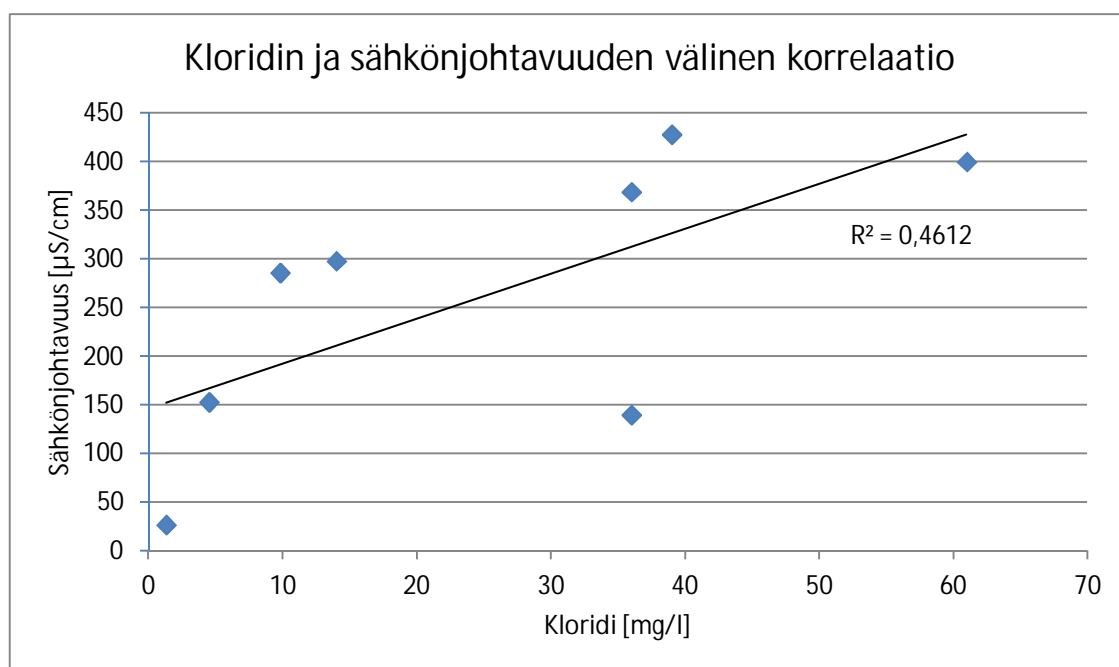
KUVA 12. Sameuden ja rautapitoisuuden korrelaatio.

KMnO₄- luku, eli permanganaattiluku kuvaa tyypillisesti humuksen määrää vedessä. Humus aiheuttaa veteen usein väriä, KMnO₄- luvun ja värin välinen korrelaatio (kuva 13) on näiden tutkimustulosten mukaan heikko. Ainostaan yhdessä kohteessa KMnO₄- luku ylittää laatusuosituksen raja-arvon (20 mg/l). Samassa kohteessa on myös korkea väriluku, mutta vielä korkeampi väriluku on elintarvikehuoneistossa 3, jossa väriluku on (12 mg Pt/l), samassa kohteessa on myös korkea rautapitoisuus (237 µg/l). Tästä voidaan päätellä, että väriä kaivoveteen aiheuttaa humuksen lisäksi myös korkea rautapitoisuus.



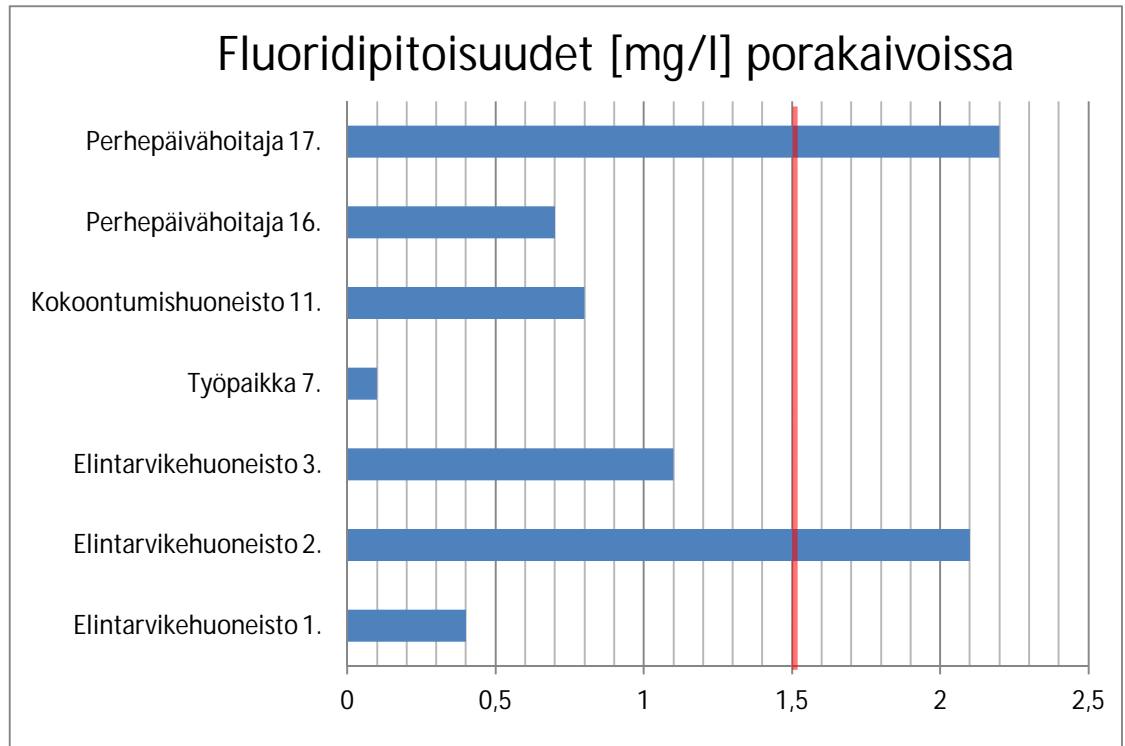
KUVA 13. Värin ja KMnO₄-luvun korrelaatio valvontakohteissa.

Veteen liuenneiden suolojen määrää voidaan tutkia sähkönjohtavuudella. Sähkönjohtavuutta pohjavedessä lisää sinne päässeet suolat, kuten natriumkloridi (NaCl), jotka voivat olla peräisin merivedestä, suolakerrostumista tai maantien suolauksesta. Sähkönjohtavuudella ja kloridipitoisuudella on tutkimustulosten mukaan (kuva 14) heikko, mutta kuitenkin nähtävissä oleva korrelaatio. Tutkituissa kaivovesianalyyseissä kloridipitoisuudet olivat alhaisia, alle laatusuosituksen raja-arvon (100 mg/l). Pääosa kaivoista sijaitsee taajama-alueilla, jossa tiesuolausta käytetään, määrät eivät kuitenkaan ole olleet niin suuria, että ne näkyisivät. Myös sähkönjohtavuus on tutkituissa kaivoissa alhainen, reilusti alle laatusuosituksissa asetetun raja-arvon (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

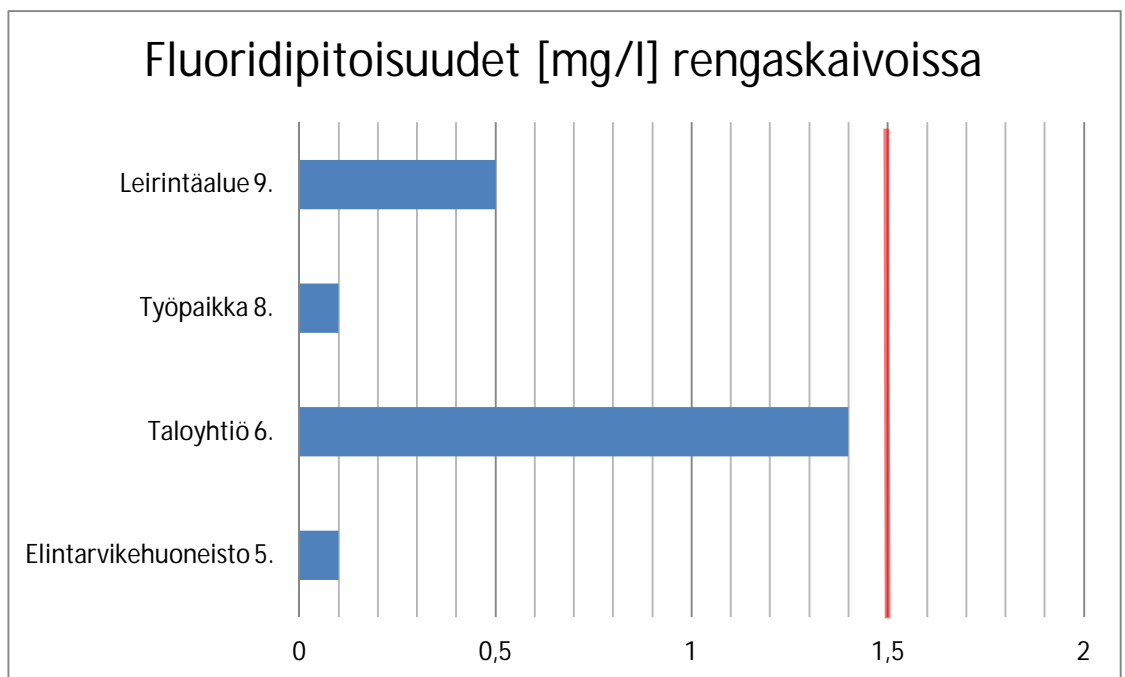


KUVA 14. Kloridipitoisuuden ja sähkönjohtavuuden välinen korrelaatio.

Fluoridipitoisuudet olivat porakaivovesissä (kuva 15) keskimäärin korkeammat, kuin rengaskaivoissa (kuva 16). Rengaskaivoissa ei ylityksiä laatuvaatimuksen raja-arvosta (1,5 mg/l) ollut lainkaan. Ainoastaan kahdessa valvontakohteessa fluoridipitoisuus ylitti raja-arvon. Molemmat olivat porakaivoja. Toinen on kahvila moottoritien varressa, jossa asiakkaat eivät nauti fluoridipitoista vettä suurina määrinä päivittäin. Ongelmallisempi on perhepäivähoitajan kaivovedessä oleva korkea pitoisuus, sillä erityisesti lapset ovat riskiryhmässä liiallisen fluoridin haitallisille terveysvaikutuksille. Terveystieteiden tutkimuskeskus on kehottanut kohdetta käyttämään talousvetenä pullovetä. Perhepäivähoitajan kaivoveden korkea fluoridipitoisuus tulisi saada laatuvaatimusten määräämälle tasolle.



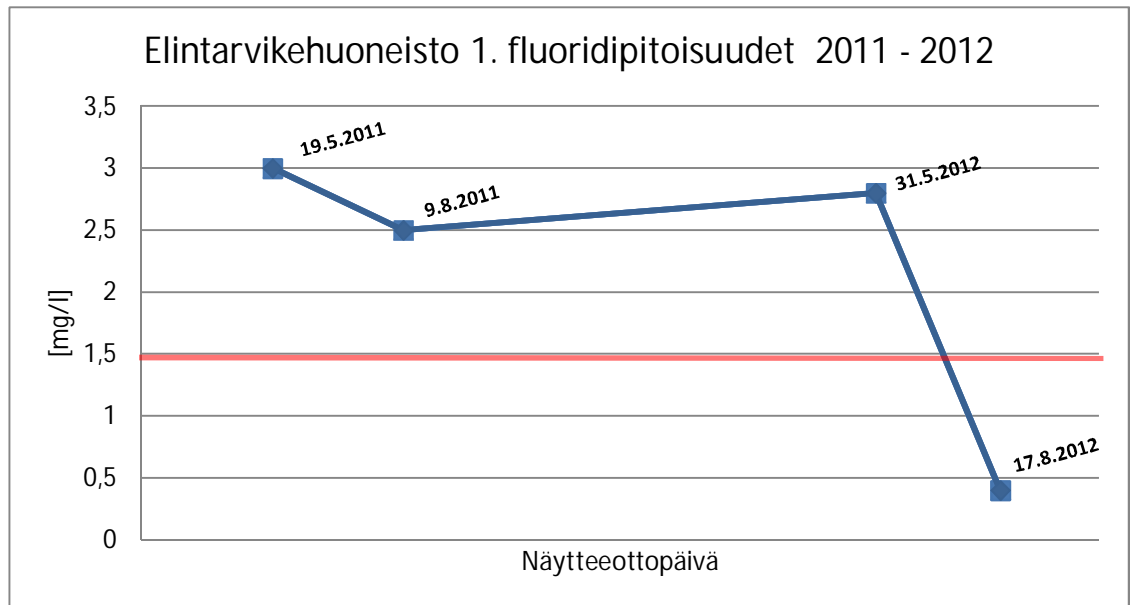
KUVA 15. Porakaivojen fluoridipitoisuudet



KUVA 16. Rengaskaivojen fluoridipitoisuudet

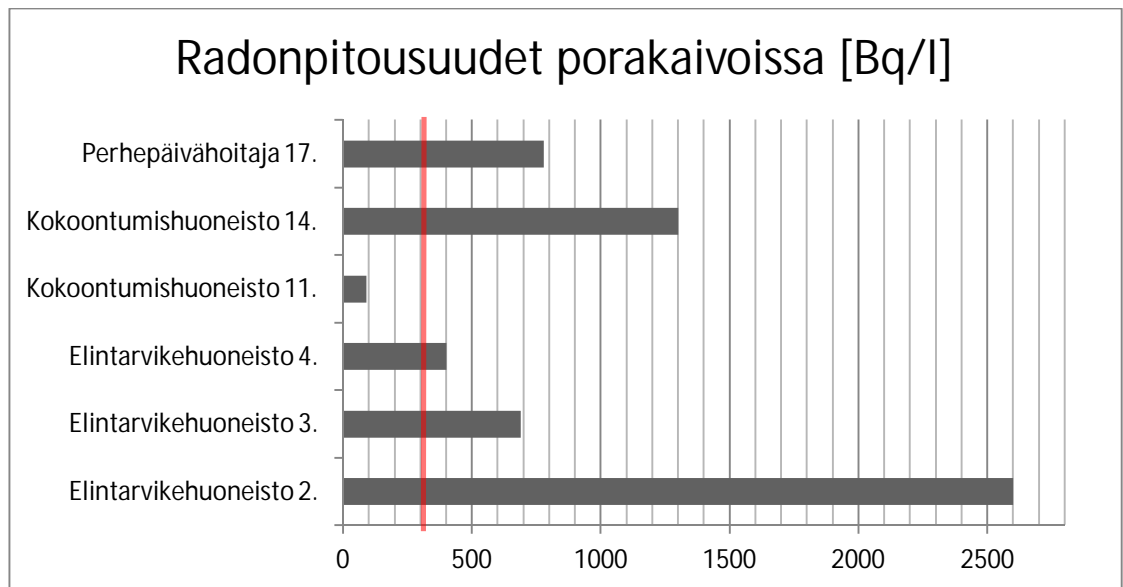
Myös elintarvikehuoneisto 1. käyttämässä porakaivossa olivat fluoridipitoisuudet erittäin korkeita. Pitoisuudet saatiin laskemaan, kun vuonna 2012 kohteeseen asennettiin fluoridinpoistolaite. Tulokset ovat olleet erittäin myönteiset (kuva 17) ja tästä voidaan päätellä, että kohteeseen hankittu fluoridinpoistojärjestelmä toimii odotetusti. Koh-

teessa on kaksi vesipistettä, toinen on ravintolankeittiössä ja toinen henkilökunnan taukotilalla. Tuloksissa on tulkittu keittiön vesihanasta otetut vesinäytteet. Mittaustuloksia fluoridipitoisuudesta oli neljä kappaletta.



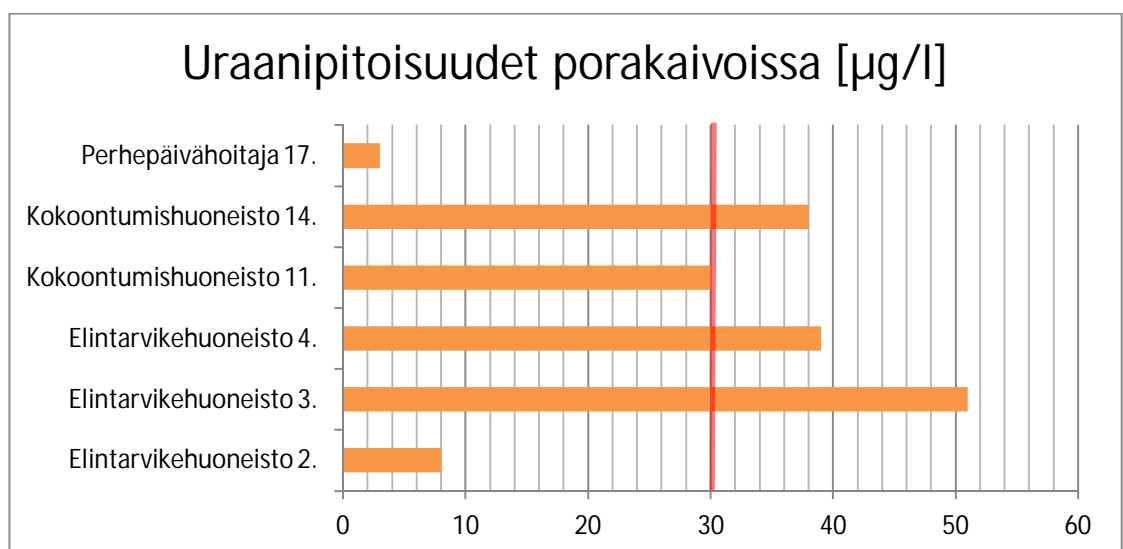
KUVA 17. Fluoridipitoisuuden lasku elintarvikehuoneistossa 1.

Kaivoveden radonpitoisuuksia tutkittiin vain kohteista, joissa käytetään porakaivoa hyödyntämään kallioperän pohjavettä. Tämä on perusteltua, sillä maaperän pohjavedessä ei tyypillisesti esiinny suuria radonpitoisuuksia. Radonpitoisuudet (kuva 18) olivat tutkituissa porakaivoissa varsin korkeita. Laatusuosituksissa annettu raja-arvo (300 Bq/l) ylittyi viidessä kohteessa. Elintarvikehuoneistossa 2. ja kokoontumishuoneistossa 14. porakaivoissa radonpitoisuus ylitti (1000 Bq/l). Näissä kohteissa ei kaivovettä käytetä säännöllisesti, joten pieni ylitys ei aiheuta välitöntä terveysriskiä, kuitenkin puhdistuslaitteiden hankintaa tulisi harkita, erityisesti elintarvikehuoneistossa 2. Perhepäivähoitajan porakaivossa oli radonpitoisuus myös korkealla, lähes (1000 Bq/l). Perhepäivähoitajan kaivovettä käytetään myös säännöllisesti, joten terveysriskit ovat suuremmat.



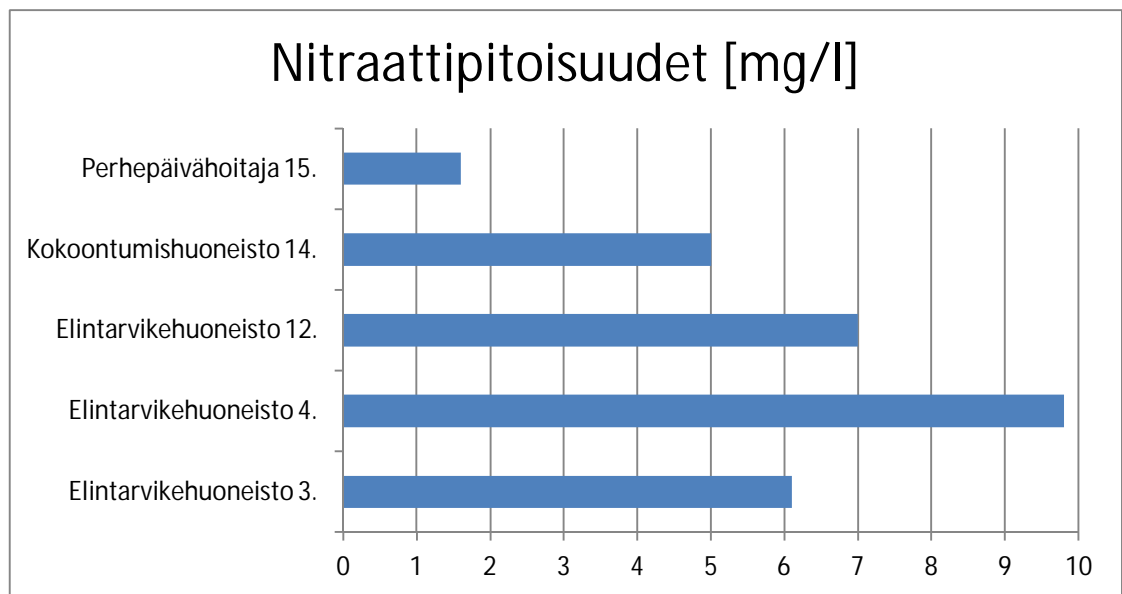
KUVA 18. Porakaivojen radonpitoisuudet.

Kuten radonpitoisuutta, myös uraania tutkittiin vain kohteista, joissa on porakaivo (kuva 19). Uraanipitoisuudet eivät olleet korkeita, kuitenkin kolmessa kohteessa pitoisuus ylitti WHO asettaman laatusuositus raja-arvon (30 µg/l). Elintarvikehuoneistossa 3. uraanipitoisuus oli erittäin korkealla (51 µg/l), tässä tapauksessa talousveden käsittelyä uraanipitoisuuden pienentämiseksi tulisi alkaa tutkimaan. Uraania ja radonia esiintyy usein samoissa kohteissa. Niin oli myös Vantaalla, kuitenkin korrelaatiota uraani- ja radonpitoisuuden välillä ei ole nähtävissä. Korkeimmat radonpitoisuudet olivat perhepäivähoitolassa 17. ja elintarvikehuoneistossa 2, kuitenkin näissä kohteissa oli pienimmät uraanipitoisuudet (alle 10 µg/l).



KUVA 19. Porakaivojen uraanipitoisuudet.

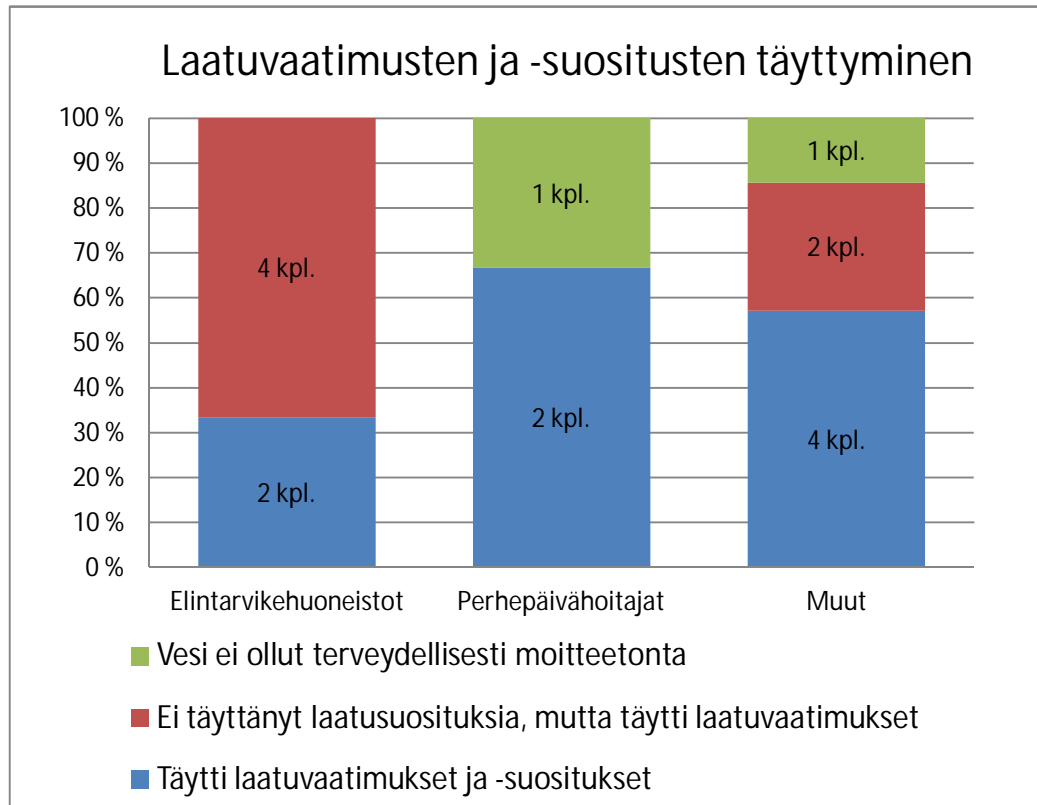
Ammonium- ja nitriittipitoisuudet olivat olemattomia kaikissa tutkimustuloksissa, ainoastaan nitraattipitoisuus (kuva 20) oli koholla muutamassa kohteessa. Nitraattipitoisuudetkaan eivät kohonneet yli laatuvaatimuksissa asetetun raja-arvon (50 mg/l). Nitraattipitoisuudet pohjavesissä ovat usein koholla lähialueen maankäytön takia, erityisesti lannoitus ja ulosteet ovat usein syyllisiä. Ainostaan elintarvikehuoneisto 12. kohonnut nitraattipitoisuus on pääteltävissä johtuvan eläinten ulosteesta. Elintarvikehuoneistojen 3. ja 4. lähialueiden maankäytöstä ei tämän työn aikana hankittu tarkkaa tietoa. Nitraattipitoisuudet ovat kuitenkin niin alhaisia, että niistä ei tarvitse huolestua. Mikäli nitraatin todettaisiin olevan koholla lannoitteiden takia, olisi syytä tutkia myös torjunta-aineet.



KUVA 20. Valvontakohteiden talousveden nitraattipitoisuudet.

Kaivovesien mikrobiologiset tutkimukset osoittavat koliformisten bakteerien olevan koholla ainoastaan kahdessa kohteessa, elintarvikehuoneisto 12. ja leirintäalue 9. Elintarvikehuoneisto 12. koliformisia bakteereita oli 3 mpn/ 100ml, joka on todella pieni. Pieni määrä saattaa johtua myös mittausten epävarmuusprosentista tai näytteenotossa sattuneesta kontaminaatiosta. Leirintäalueella 9. luku oli sen sijaan huomattavan suuri (44 mpn/ 100 ml). Kohteessa oli rengaskaivo, jossa käytettiin käsikäyttöistä pumppua. Kaivon kansi oli puuta, johon pumpatessa vesi osui ja valui takaisin kaivoon. Terveysturvallisuusviranomaisen on antanut määräyksen kohteelle, että kaivovettä ei tule käyttää ruuanvalmistukseen eikä juomavetenä, ennen kuin kaivo saadaan desinfioitua ja kansi korjattua.

Yhteenveto laatuvaatimusten ja -suositusten täyttymisestä on (kuvassa 21), johon tulokset on otettu uusimmista näytetuloksista (liite 3). Ainoastaan kahdessa valvontakohteessa talousvesi ei ollut terveydellisesti moitteetonta. Molempien kohteiden talousveden käytöstä on annettu ohjeet terveysthaittojen välttämiseksi. Eniten laatusuosituksen ylityksiä aiheutui korkeasta rautapitoisuudesta (5 kpl.). Kolmessa porakaivossa oli myös korkeat radonpitoisuudet, jotka aiheuttivat laatusuosituksen ylityksiä.



KUVA 21. Talouskaivovesien laatuvaatimusten ja –suositusten täytyminen.

6 NÄYTTEENOTTOSUUNNITELMA

Ajatus näytteenottosuunnitelman tekemisestä asetuksen 401/2001 mukaisille valvontakohteille tuli Vantaan ympäristökeskukselta. Vantaalla halutaan varmistua, että talousvesi on laadullisesti hyvää kaikissa valvontakohteissa. Tämän vuoksi luotiin näytteenottosuunnitelman (Liite 1). Näytteenottosuunnitelman tarkoituksena on toimia terveydensuojeluviranomaisen ja valvontakohteen apuna. Kohteet eivät useinkaan ole selvillä oman kaivovetensä laadusta, eivätkä asetuksen 401/2001 määräämistä kaivo-veden tutkimuksista.

Ylätunnisteesta löytyvät Vantaan kaupungin virallisen asiakirjamallin mukaiset merkinnät, kuten kuva Vantaan vaakunasta. Vantaan ollessa kaksikielinen kunta, on tiedot kirjoitettu myös ruotsiksi. Ylätunnisteesta löytyy myös päivämäärä, jolloin näytteenottosuunnitelma on tehty. Näytteenottosuunnitelman alkuun merkitään tiedot talousveden laadusta vastaavasta tahosta. Usein tämä tarkoittaa kiinteistön ja kaivon omistajaa, joka on lähtökohtaisesti vastuussa talousveden laadun tarkkailusta ja tutkimuksista. Useimmiten kiinteistön omistaja sekä kaivovettä käyttävä valvontakohteelle ovat sama.

Näytteenottosuunnitelmassa käydään läpi kohteen tiedot ja veden käyttökohteet, alla olevassa järjestyksessä. Tiedot merkitään taloukkoon, josta ne ovat helposti luettavissa.

- Veden käyttökohteet (esim. elintarvikehuoneisto)
- Kaivotyyppi (esim. porakaivo)
- Veden käsittely (esim. suodatus)
- Näytteenottopiste (esim. keittiö)
- Sovellettava lainsäädäntö

Tämän jälkeen on lista määritettävistä analyyseistä ja näytteenottotiheydestä, joka on jaettu kahteen osaan. Aluksi on asetuksessa 401/2001 annetut muuttujat, jotka määritetään säännöllisissä tutkimuksissa. Tämän jälkeen tulevat muuttujat, jotka terveys- ja ympäristöviranomaisen määrää tutkittavaksi säännöllisten tutkimusten lisäksi, kuten arseeni, radon ja uraani, joita ei rengaskaivoista lähtökohtaisesti tarvitse tutkituttaa. Sarakkeisiin on lisätty kohta, johon voidaan lisätä huomioitavia asioita. Huomioitavia asioita voivat esimerkiksi ammonium, joka asutuksessa on määrätty tutkittavaksi neljänä perättäisenä tutkimuskertana eri vuodenaikoina. Mikäli määrät eivät ylitä asetuksen raja-arvoja näinä neljänä kertana, voidaan ne jatkossa määrittää vain joka neljännellä tutkimuskerralla.

Näytteenottosuunnitelman lopussa kerrotaan valvontakohteelle, että kiinteistönomistaja on velvollinen kaivovedennäytteenoton suorittamisesta ja siitä koituvista kustannuksista. Tämän lisäksi tuodaan ilmi, että näytetulokset tulee toimittaa terveys- ja ympäristöviranomaiselle. Näytetulokset voidaan toimittaa joko sähköisessä muodossa tai kirjeenä Vantaan ympäristökeskukseen.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vantaan ympäristökeskuksessa asetuksen 401/2001 mukaiset valvontakohteet olivat jakaantuneet monen terveydensuojelutarkastajan kesken. Työn aikana valvontakohteet ja niiden tiedot saatiin kasattua yhteen kansioon, jolloin niiden seuranta on helpompaa. Kansiota päivitetään aina uusien näytetuloksien tullessa. Tavoitteena on, että näytteenottosuunnitelman ohjeiden mukaisesti valvontakohteet lähettävät kaivovesien näytetulokset talousvesivalvontaa suorittavalle tarkastajalle. Pääasiassa valvontakohteista vastaavat kuitenkin alueella toimivat tarkastajat, joille talousvesivalvontaa suorittava tarkastaja antaa tarvittaessa apua talousveteen liittyvissä asioissa. Näytetulosten koonti sekä näytteiden haku eri kohteista onnistui aikataulun mukaisesti. Vain kahdesta kohteesta ei opinnäytetyön aikana päästy hakemaan vesinäytteitä.

Näytteenottosuunnitelma on hyvä apuväline valvojalle, sillä sen avulla pystytään helposti kertomaan mitkä analyysit tulee vedestä ottaa ja kuinka tiheästi. Tärkeää on myös, että tutkimustulokset tulevat valvontaviranomaiselle, jotta pystytään reagoimaan, mikäli vedessä esiintyy laatuvaatimusten tai -suositusten ylityksiä. Näytteenottosuunnitelma on myös toimijalle hyvä tapa osoittaa, että kaivoveden laatua tarkkailaan. Elintarvikehuoneistoissa tämä on tärkeää ja OIVA-järjestelmän tullessa käyttöön toimijat pääsevät parhaaseen A-luokitukseen vain mikäli heillä on tiedossa kaivoveden laatu sekä he pystyvät osoittamaan, että kaivoveden laatua tarkkaillaan säännöllisesti.

Valvontakohteiden talousveden laatu Vantaalla oli keskimäärin hyvää. Näytteenottotiheyttä suunniteltaessa on veden käyttökohteilla ja käyttäjillä suurin merkitys. Esimerkiksi perhepäivähoitajien ja työpaikkojen kaivoveden laatua tulee tarkkailla tiheästi, sillä näissä kohteissa vettä käytetään ja juodaan säännöllisesti. Elintarvikehuoneistoissa voidaan olettaa, ettei vettä juoda yhtä säännöllisesti, joten altistuminen esimerkiksi radonille on lyhytaikaisempaa. Osassa kohteista kaivon huoltoon ja kunnostukseen ei ollut kiinnitetty huomiota ja tämä näkyi myös kaivoveden laadussa. Huonokuntoisissa kaivoissa, kuten elintarvikehuoneiston 2. ja leirintäalueen 9. kaivoissa olivat monien muuttujien pitoisuudet korkealla. Ennen puhdistuslaitteiden hankintaa, tulisi kaivot sekä verkostot desinfioida ja kunnostaa huolellisesti. Pohjaveteen pääsee epäpuhtauksia myös lähialueelta, joten maankäyttö kaivon ja pohjavesimuodostuman läheisyy-

dessä tulisi ottaa huomioon. Työssä ei tutkittu kaivojen lähialueiden maankäyttöä. Myöskään maa- ja kallioperän ominaisuuksia ja niiden vaikutusta kaivoveden laatuun ei päästy tämän oppinäytetyön aikana tutkimaan. Geologian tutkimuskeskuksen kartasta sai hyvän käsityksen Vantaan maaperästä, mutta vaikutusta yksittäisten valvontakohteiden kaivovesien laatuun on mahdotonta tehdä tarkkoja johtopäätöksiä. Tämä olisi vaatinut tarkempaa maaperäanalyysiä valvontakohteissa, joka voisi olla mielenkiintoinen jatkoprojekti tälle opinnäytetyölle.

LÄHTEET

Hatva Tuomo ym. 1994. Ympäristöopas Kaivo-opas, Suomen ympäristökeskus Oy Edita Ab Helsinki.

Hatva, Tuomo ym. 2008 Kaivon paikka, Selvitykset ja tutkimukset kiinteistön kaivon paikan määrittämiseksi. Edita Oy Helsinki.

Harju 2013. Lirikaivo Paineellisen pohjaveden synty. WWW-dokumentti http://www.harjureitti.fi/suomi/default2.asp?active_page_id=239 Päivitystietoja ei saatavilla. Luettu: 20.1.2013

Kaivoryhmä sekä SYKE 2009. Kaivoveden analyysitulkki Apuväline kaivoveden laadun arviointiin. Esite. Julkaisija Suomen ympäristökeskus 2009.

Korkeala Hannu (Toim.) 2007, Elintarvikehygieniä, Talousvedenkemiallinen laatu. Helsinki: WSOY.

Lounais-Suomen Ympäristökeskus 2008. Pohjaveden määrä ja laatu. WWW – dokumentti <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6688&lan=fi>. Päivitetty 29.12.2008. Luettu 20.1.2013.

Liponkoski Markku, 1999. Fluori ja sen poistaminen talousvedestä. Suomen ympäristö 320, luonto ja luonnonvarat. Kustantaja Suomen ympäristökeskus.

Martikainen, Mika 2008; Arseeni ja sen poistaminen vesistä, WWW- dokumentti <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=81029>. Päivitetty 07.02.2008. Luettu 11.9.2012.

Munck Tiina 2012. Pienten talousvettä toimittavien laitosten WSP. Mikkelin ammattikorkeakoulu. PowerPoint-esitys: Forum Mikkelin XVII. 13-14.9.2012.

Neuvoston direktiivi 98/83/EY. WWW- dokumentti. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31998L0083:FI:NOT>. Luettu 13.3.2013.

Nummelin Ari 2001. Kaivotietoa. Haja-asutuksen vesihuolto –työryhmä. Julkaisija: Turku AMK.

Ojala Juhani 2004. Arseeni maa- ja kallioperässä sekä pohjavedessä. Geologian tutkimuskeskus. Pohjois-Suomen yksikkö.

Pääkkönen Jorma 2006. Raudan ja mangaaninpoistossa pohjavedestä on vaihtoehtoja, mikä on paras? Ympäristötutkimus. Kunnossapito 6.

Pönkä Antti 2006, Terveysturvallisuus, 4 painos. Suomen ympäristöterveys Oy. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä 2006.

Rapala Jarkko 2012. Miten Water Safety Plan toimeenpannaan? PowerPoint- esitys ForumMikkeliXVII. 13-14.9.2012.

Santala Erkki & Lapinlampi Toivo 2008, Haja-asutuksen vedenhallinta, kalliopora-kaivot, Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. Offst Oy.

Sosiaali- ja terveysministeriön astus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001. WWW- dokumentti. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010401>. Luettu 14.2.2013.

SYKE 2011, a. Kotitalouden vedenkäsittelymenetelmät. www –dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9720&lan=FI>. Päivitetty 16.5.2011. Luettu 19.2.2013.

SYKE 2011, b. Nitraatin ja nitriitin poisto kaivovedestä. WWW- dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=22088&lan=fi> Päivitetty 25.3.2011. Luettu 24.9.2012.

Terveydensuojelulaki 763/1994. WWW- dokumentti. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940763?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=Terveydensuojelulaki>. Luettu 12.2.2013.

THL 2005. Suolistoperäiset enterokokit. WWW- dokumentti <http://www.ktl.fi/portal/9107> Päivitetty 13.7.2005. Luettu 11.9.2012.

THL 2008. Fluoridi, Alkuperä ja pitoisuudet juomavedessä. WWW- dokumentti <http://www.ktl.fi/portal/11305>. Päivitetty 7.4.2008. Luettu 11.9.2012.

Valvira 2013. Talousvesi. WWW- dokumentti. http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/talousvesi. Päivitystietoja ei saatavilla. Luettu 9.1.2013.

Vesterbacka Pia & Vaaramaa Kaisa 2012. Säteilyn aiheuttamat riskit vedenlaadulle. Julkaisija: Ympäristöviestintä YTV Oy 6/2012.

Vinkman Hannu & Arosilta Anna 2006. Ympäristöopas. Vesihuollon erityistilanteet ja niihin Varautuminen. Vammalan kirjapaino Oy. Vammala 2006.

Vuori Erkki 2012. Talousveden laatuvaatimukset ja laatusuosituksukset. Julkaisija: Ympäristöviestintä YTV Oy 6/2012.

WatMan 2010 vedenkäsittely; Miten tulkitä yleisempien vesitutkimuksien tuloksia? PDF-dokumentti: <http://www.watman.fi/pdf/vedenlaatu.pdf>. Päivitystietoja ei saatavilla. Luettu 11.9.2012.

WatMan 2013. Vedensuodattimet talousvedelle. www- dokumentti: <http://www.watman.fi/yksityistaloudet/vedesta.asp> päivitystietoja ei saatavilla. Luettu 20.2.2013.



VANTAAN KAUPUNKI
VANDA STAD

YMPÄRISTÖKESKUS
MILJÖCENTRALEN

Kaivoveden
näytteenottosuunnitelma
brunnsvatten provtagningsplan

23.1.2013

Näytteenottosuunnitelma
Sivu 1 (1)

Talousveden laadusta vastaava

Esko Esimerkki Oy Ab
Esimerkintie 12, 00000 Vantaa
p. xxx xxx xxxx
sähkö@posti.fi

Veden käyttökohteet	Ravintola Esmes Esimerkkitie 12 b, 00000 Vantaa p. xxx xxx xxxx Esim. Elintarvikkeiden valmistus, asiakaspaikkoja n. 80 kpl (50 sisällä ja 30 ulkona) Ravintolan pinta-ala 250 m ² .
Kaivotyyppi	Esim. Porakaivo
Vedenkäsittely	Esim. Ei käsittelyä
Näytteenottopiste	Esim. Ravintolan keittiö
Sovellettava lainsäädäntö	Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 401/2001 § 1 kohta x.

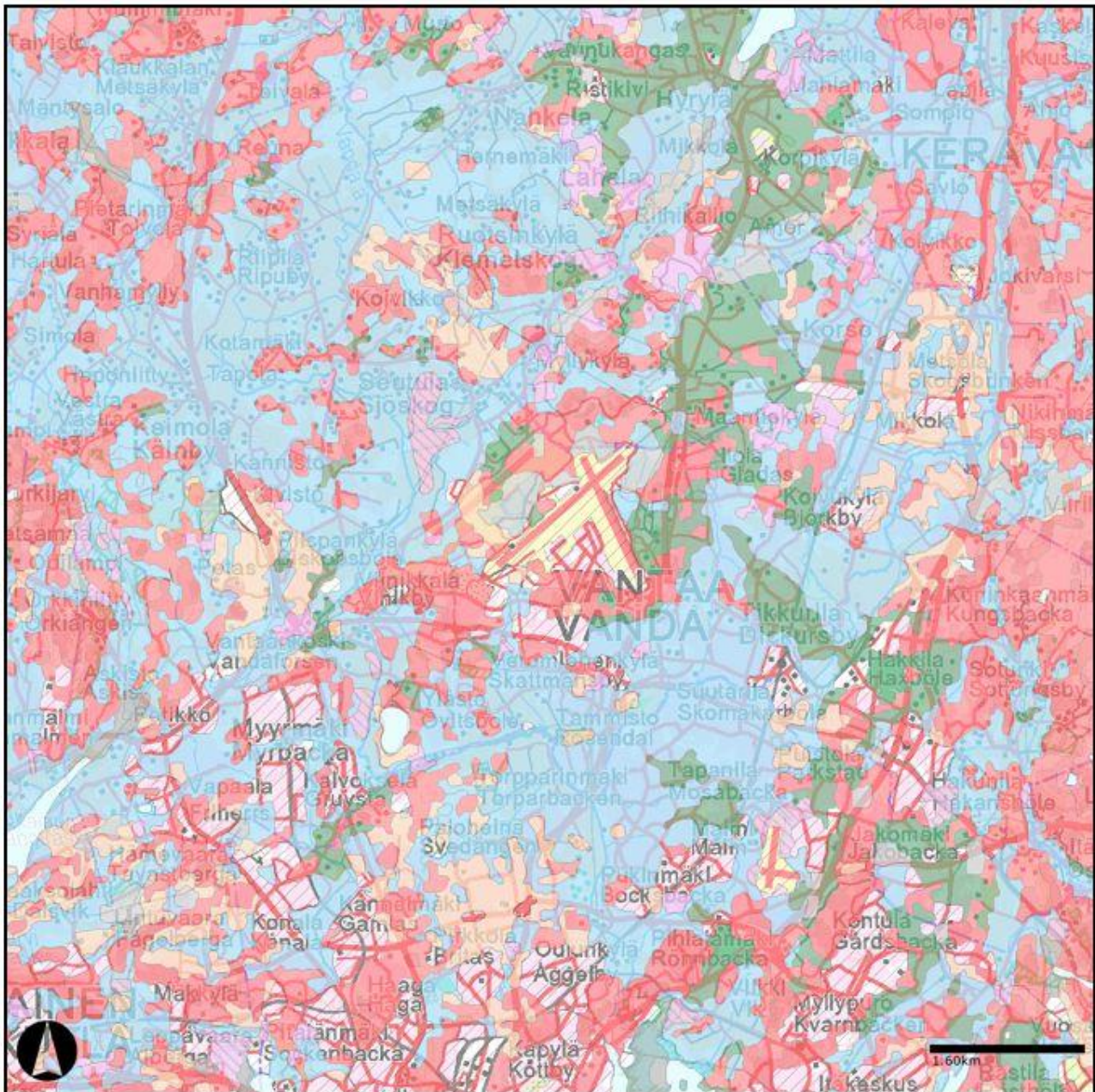
Talousveden valvontatutkimukset

Analyysit	Tiheys	Huom.
Sameus	joka 3. vuosi	
Väri	joka 3. vuosi	
Haju	joka 3. vuosi	
Maku	joka 3. vuosi	
pH	joka 3. vuosi	
Rauta	joka 3. vuosi	
Mangaani	joka 3. vuosi	
KMnO ₄ -luku	joka 3. vuosi	
Kloridi	joka 3. vuosi	
Ammonium	joka 3. vuosi	
Nitraatti	joka 3. vuosi	
Nitriitti	joka 3. vuosi	
Fluoridi	joka 3. vuosi	
<i>Escherichia coli</i>	joka 3. vuosi	
Koliformiset bakteerit	joka 3. vuosi	
Arseeni	joka 3. vuosi	
Radon	joka 3. vuosi	
Uraani	joka 3. vuosi	

Kiinteistön omistaja on velvollinen huolehtimaan näytteenotosta sekä näytteenoton kustannuksista. Tutkimustulokset tulee toimittaa välittömästi veden käyttäjille sekä terveys- ja ympäristöviranomaiselle alla olevaan osoitteeseen. Tutkimustodistuksen voi toimittaa myös sähköpostilla.

Sähköpostilla
saara.horn@vantaa.fi

Kirjeenä
Vantaan ympäristökeskus
terveys- ja ympäristöviranomaiselle Saara Horn
Pakkalankuja 5 01510 Vantaa



Quaternary 1:200 k

- Bedrock outcrops
- Bedrock, thin
- Quaternary surficial deposits on bedrock
- Block fields, mainly above the timber line
- Cobbles and boulders

Quaternary 1:200 k (continued)

- Diamicton, usually till
- Coarse-grained sorted sediments (fine sand to gravel)
- Fine-grained sorted sediments, mainly silt
- Fine-grained sediment with low-gyttja content (2-6%), mainly silt

Quaternary 1:200 k (continued)

- Clay
- Gyttja (nutrient-rich organic mud)
- Thick peat deposits, usually over 0,6 m

Quaternary 1:200 k (continued)

- Artificial (man-made) ground, land fill
- Unexplored area
- Water areas (lakes, large river or Baltic Sea)

Copyright

Map layers

Ore deposits: © Geologian tutkimuskeskus 2013

Industrial mineral deposits: © Geologian tutkimuskeskus 2013

LIITE 3 Valvontakohteiden viimeisimmät tulokset

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Toiminta ⁽¹⁾	Elint.	Elint.	Elint.	Elint.	Elint.	TTK	TKK	TTK	Leir.	TTK	TTK	Elint.	TTK	TTK	PPH	PPH	PPH	TTK
Näytteenottopäivä	17.8.2012	23.10.2012	23.10.2012	15.3.2012	30.1.2012	21.1.2013	4.10.2012	23.10.2012	23.10.2012	21.9.2011	23.10.2012	23.1.2012		27.1.2011	29.3.2012	29.3.2012	29.3.2012	
Kaivotyyppi	P	P	P	P	R	R	P	R	R	P	P	R	P	P		P	P	P
Sameus [FNU]	0,18		2	0,58	1,1	3,3	0,27	0,2	10	4,4	0,36	3,5		1,4	0,82	0,16	0,11	
Väri [mg Pt/l]	< 5		15	< 5	8	8	8	< 5	35	10	< 5	5		< 5	< 5	< 5	< 5	
Haju	ok		ok	imelä	tunk.	ok	ok	ok	tunk.	ok	ok	ok		ok	tunk.	ok	ok	
Maku	karvas					karvas		karvas		ok								
Ulkonäkö ⁽²⁾	K,V		O,K	K,V	O,V	O,V	K,V	K,V	S,K	O,V	K,V	O,V		O,V	K,V	K,V	K,V	
pH	7,6		7,3	6,2	7,1	7	6,7	7,3	7,3	8	8,1	6,6		6,2	8,1	6,9	8,2	
Rauta [µg/l]	< 3	711	237	74	102	225	< 3	12	621	280	16	417						
Mangaani [µg/l]	< 1	310	5			100	< 1	< 1	8	65	1							
CODMn-arvo [mg/l]	0,5																	
KMnO4-luku [mg/l]			12	2,9	< 2	2,8	< 2	2	7,1	< 2	< 2	< 2		4,9	3,3	2,3	2,2	
Kloridi [mg/l]	1,3	180	39				36	36	4,5	2,9	14							
Ammonium [mg/l]	< 0,01		0,22	0,023	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		< 0,01				
Nitraatti [mg/l]	< 0,5		6,1	9,8	0,8	< 0,5	< 0,5	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	7		5	1,6	< 0,5	< 0,5	
Nitriitti [mg/l]	< 0,01		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		< 0,01	0,06	< 0,01	< 0,01	
Fluoridi [mg/l]	0,4		1,1			1,4	< 0,1	0,1	0,5		0,8				< 0,1	0,7	2,2	
Kokonaiskovuus [mmol/l]	0,028		1,6	1,8	0,8	1,5	0,007	0,007	0,63		0,92			0,67				
E. coli [mpn/100ml]	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		< 1	< 1	< 1	< 1	
Koliformiset [mpn/100ml]	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	44	< 1	< 1	3		< 1	< 1	< 1	< 1	
Enterokokit [pmy/100ml]	0							0		0				0	0	0	0	
Radon [Bq/l]			690	400							90			1300				
Uraani [µg/l]			51	39							30			38				
Arseeni [µg/l]			< 1	< 1							< 1			< 1				
Sähkönjohtavuus [µS/cm]	27		428	496	219	342	140	369	153		298	153		202				
Alkaliteetti [mmol/l]	0,21				2													

(1) **Elint.** Elintarvikehuoneisto **PPH** Perhepäivähoitaja (2) **K** Kirkas **S** Samea
TTK Työpaikka/Taloyhtiö/Kokoontumishuoneisto **Leir.** Leirintäalue **V** Väritön **K** Keltainen
O Opalisoiva

LIITE I

TALOUSVEDEN LAATUVAATIMUKSET JA –SUOSITUKSET

Taulukko 1. Mikrobiologiset laatuvaatimukset (enimmäistiheys)

		Huomautus
<i>Escherichia coli</i>	0 pmy/100 ml	(1)
Suolistoperäiset Enterokokit	0 pmy/100 ml	

Taulukko 2. Kemialliset laatuvaatimukset (enimmäispitoisuus)

			Huomautus
Akryyliamidi	0,10	µg/l	(2)
Antimoni	5,0	”	
Arseeni	10	”	(4)
Bentseeni	1,0	”	
Bentso(a)pyreeni	0,010	”	
Boori	1,0	mg/l	
Bromaatti	10	µg/l	
Kadmium	5,0	”	
Kromi	50	”	
Kupari	2,0	mg/l	
Syanidit	50	µg/l	
1,2-dikloorietaani	3,0	”	
Epikloorihydriini	0,10	”	(2)
Fluoridi	1,5	mg/l	(4)
Lyijy	10	µg/l	
Elohopea	1,0	”	
Nikkeli	20	”	
Nitraatti (NO ₃ ⁻)	50	mg/l	(5)
Nitraattityppi (NO ₃ -N)	11,0	”	
Nitriitti (NO ₂ ⁻)	0,5	”	(5)
Nitraattityppi (NO ₂ -N)	0,15	”	
Torjunta-aineet	0,10	µg/l	(6 ja 7)
- ” - yhteensä	0,50	”	(6)
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt	0,10	”	(8)
Seleeni	10	”	
Tetrakloorieetteri ja trikloorieteeni yhteensä	10	”	
Trihaloonimetaanit yhteensä	100	”	(3 ja 9)
Vinyylidikloridi	0,50	”	(2)
Kloorifenolit yhteensä	10	”	(10)

Huomautukset:

- 1) *Escherichia colin* tunnistus standardimenetelmässä kuvatussa laajuudessa
- 2) Pitoisuus lasketaan käytetystä polymeeristä tuoteselosteen mukaan enimmillään irtoavasta tai liukenevasta määrästä; vedessä todetun aineen raja-arvona sovelletaan havaitsemisrajaa
- 3) desinfiointitehoa vaarantamatta on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan tätä alempaan pitoisuuteen
- 4) talousvedelle, jota ei juoda tai joka ei päädy suoraan elintarvikkeeseen tai jota ei suoraan joudu kosketuksiin elintarvikkeiden kanssa elintarvikkeiden valmistuksen, jalostuksen, säilytyksen ja markkinoille saattamisen yhteydessä arseenin laatuvaatimus on **alle 20 µg/l** ja fluoridin **alle 5,0 mg/l**
- 5) nitriitin enimmäispitoisuus vesilaitokselta lähtevässä vedessä on 0,10 mg/l; nitraattipitoisuus/50 + nitriittipitoisuus/3 ei saa ylittää arvoa 1
- 6) tarkoitetut yhdisteet orgaanisia hyönteis-, rikkaruoho-, sieni-, ankerois-, punkki-, levä- ja jyrksijämyrkkijä, orgaanisia limatorjunta-aineita sekä muita vastaavia tuotteita sekä yhdisteiden metabolia-, hajoamis- ja reaktiotuotteita
- 7) aldriinin, dieldriinin, heptakloorin ja heptaklooriepoksidin raja-arvo on 0,030 µg/l
- 8) tarkoitetut yhdisteet bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)perylenei, indaani-(1,2,3-cd)-pyreeni
- 9) tarkoitetut yhdisteet kloroformi, bromoformi, dibromikloorimetaani, bromidikloorimetaani
- 10) tarkoitetut yhdisteet tri-, tetra- ja pentakloorifenoli

Taulukko 3. Laatusuosituksen

	<i>Enimmäispitoisuus</i>		<i>Huomautus</i>
Alumiini	200	µg/l	
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,50	mg/l	
Ammoniumtyppi (NH ₄ -N)	0,40	”	
Kloridi	100	”	(1,2)
Mangaani	50	µg/l	(3)
Rauta	200	”	(3)
Sulfaatti	250	mg/l	(1,4)
KmnO ₄ -luku	20	mg/l	
COD _{Mn} , O ₂	5	mg/l	
Koliformiset bakteerit	0	pmy/100 ml	(5)
Radon	300	besquere/l	(6)
	<i>Tavoitetaso</i>		
pH	6,5 – 9,5		(1)
Sähkönjohtavuus	alle 2 500 µS/cm		(1)
Sameus	1,0 NTU		
Väriluku	5		
Haju ja maku	ei selvää vierasta hajua tai makua		

Huomautukset:

- 1) vesi ei saa olla syövyttävää
- 2) vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi kloridipitoisuuden tulisi olla **alle 25 mg/l**
- 3) 1 §:n 3 kohdan talousvedelle raudan enimmäispitoisuus on **alle 400 µg/l** ja mangaanin enimmäispitoisuus **alle 100 µg/l**
- 4) Vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi sulfaattipitoisuuden tulisi olla **alle 150 mg/l**
- 5) 1 §:n 3 kohdan talousvedelle koliformisten bakteerien enimmäispitoisuus on **alle 100 pmy/100 ml**
- 6) 1 §:n 3 kohdan talousvedelle radonin enimmäispitoisuus on **alle 1000 besquere/l**

LIITE II

TALOUSVEDEN VALVONTATUTKIMUKSET

Taulukko 1. Säännöllisissä tutkimuksissa määritettävät muuttujat vähintään:

Sameus
Väri
Haju
Maku
pH
Rauta
Mangaani
KMnO₄-luku
Kloridi *
Ammonium *
Nitraatti *
Nitriitti *
Fluoridi **
Escherichia coli
Koliformiset bakteerit
Suolistoperäiset enterokokit ***

* Määritettävä vähintään neljänä peräkkäisen tutkimuskertana eri vuodenaikoina. Jos parametrin laatuvaatimukset tai –suositukset eivät ylity, määrittäminen voidaan tämän jälkeen tehdä vain joka neljännellä tutkimuskerralla.

** Määritettävä vähintään kerran.

*** Täydentävänä tutkimuksena silloin, kun koliformisten bakteerien määrä ylittää liitteen I taulukon 3 enimmäispitoisuuden, mutta *Escherichia coli* ei esiinny vedessä