

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

AINI SOTTINEN

Omakotitalon talousveden puhdistaminen

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2023

TIIVISTELMÄ

Sottinen, Aini: Omakotitalon talousveden puhdistaminen
Opinnäytetyö, AMK
Energia- ja ympäristötekniikka
Tammikuu 2023
Sivumäärä: 34

Tällä opinnäytetyöllä selvitettiin Raumalla sijaitsevan omakotitalon talousveden puhdistustarve ja siihen soveltuvat puhdistusmenetelmät. Opinnäytetyössä tutkittiin yksittäisen porakaivoveden laatuongelmia, sekä ongelmanratkaisuksi soveltuvia puhdistusmenetelmiä. Opinnäytetyö rajattiin tutkimustyöksi, jolla selvitettiin teoreettisesti kohteen talousveden tehokas puhdistus.

Opinnäytetyössä kohteen vedenlaadun selvittämiseksi otettiin laajat talousvesinäytteet. Vesinäytteiden analyysien pohjalta saatiin käsitys talousveden puhdistustarpeesta. Kohteen vedenlaatu osoittautui muilta tutkituilta osin hyväksi talousvedeksi, paitsi hajultaan. Vedessä esiintyi voimakas rikkivedyn haju, joka tahdottiin poistaa vedestä. Toisena ongelmana koettiin veden korkea rautapitoisuus, joka muodosti esteettisiä ongelmia veden kanssa kosketuksissa oleville pinnoille.

Vedessä esiintyvien ongelmien ratkaisuksi opinnäytetyössä perehdyttiin erilaisiin puhdistusmenetelmiin. Sopivan puhdistuslaitteen valinnassa tehtiin yhteistyötä vedenpuhdistukseen perehtyneen laitetoimittajan kanssa. Rikkivedyn poistamiseksi vedestä päädyttiin valitsemaan puhdistusmenetelmäksi ilmastus ja tähän tarkoitukseen sopivaksi laitteeksi Aqua Hapetin. Raudan poistamiseksi vedestä suodattaminen osoittautui tehokkaimmaksi puhdistusmenetelmäksi. Puhdistuslaitteeksi valittiin Aqua Fe hiekkasuodatin, joka on yhteensopiva Aqua Hapettimen kanssa.

Avainsanat: ilmastus, kaivovesi, rauta, rikkivety, suodatus, talousvesi, vedenpuhdistus, vesianalyysi

Abstract

Sottinen, Aini: Detached house water purification

Bachelor's thesis

Energy and environmental engineering

January 2023

Number of pages: 34

This thesis examined the purification needs and suitable purification methods of drinking water of a single-family home located in Rauma. The quality problems of a single borewell's water, as well as the cleaning methods suitable for solving the problem were studied in the thesis. The thesis was limited to research work, which examined theoretically the efficient purification of the site's drinking water.

In the thesis, extensive drinking water samples were taken in order to find out the water quality of the site. Based on the analyzes of the water samples, an understanding of the purification needs of the drinking water was obtained. The water quality of the site turned out to be good drinking water in all other aspects examined, except for the smell. The water had a strong smell of hydrogen sulfide, which was wanted to remove from the water. Another perceived problem was the high iron content of the water, which created aesthetic problems for the surfaces in contact with the water.

As a solution to the problems occurring in water, the thesis explored different purification methods. In the selection of a suitable purification device, cooperation was carried out with an equipment supplier familiar with water purification. For the removal of hydrogen sulfide from the water, aeration was chosen as the purification method and Aqua Hapetin (Oxidizer) as the device suitable for this purpose. For the removal of iron from water, filtration proved to be the most effective purification method. Aqua Fe sand filter, which is compatible with Aqua Hapetin, was chosen as the purification device.

Keywords: aeration, well water, iron, hydrogen sulfide, filtration, drinking water, water purification, water analysis

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 KAIVOVESI JA TALOUSVESI	6
2.1 Yleistä kaivovedestä.....	6
2.2 Kaivoveden mikrobiologinen ja kemiallinen laatu	7
2.3 Hyvä kaivovesi	8
2.4 Yksittäisen kaivon talousvesi.....	9
3 VESINÄYTTEET	10
3.1 Vesinäytteiden ottaminen	11
3.2 Vesinäytetutkimusten tulokset.....	13
3.3 Erityistä huomioitavaa tuloksista	14
3.4 Mahdolliset virhelähteet ja mittausepävarmuudet.....	20
4 VEDENPUHDISTUS.....	21
4.1 Käsittelymenetelmän valinta.....	21
4.2 Laittevalinta	24
4.3 Laitteiden asennus	26
5 YHTEENVETO.....	27
LÄHTEET.....	30
LIITE 1: TESTAUSSELOSTE	32

1 JOHDANTO

Talousvesi saadaan usein omasta kaivosta haja-asutusalueilla. Kaivo voi olla joko pora- tai rengaskaivo, riippuen kaivon sijainnin maaperästä ja veden saatavuudesta. Kaivoista saatava talousvesi on käsittelemätöntä pohjavettä. Pohjavesi muodostuu maaperän läpi suodattuneista sade- ja sulamisvesistä. Puhdaan veden saanti on tärkeää ja sen edesauttamiseksi kaivon kunnosta on pidettävä huolta säännöllisellä huollolla ja ylläpidolla. Kaivon omistaja on vastuussa kaivon rakentamisesta, siitä saatavasta veden käytöstä ja vedenlaadusta. Säännöllinen kaivovedenlaadun tutkituttaminen ja seuranta takaavat puhtaan talousveden saannin, sillä laadun huonontuessa pystytään vedenlaatua parantamaan tarvittavilla puhdistusmenetelmillä, tai kaivon korjaustoimenpiteillä. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2022.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää millä tavalla pystytään puhdistamaan tehokkaimmin Raumalla sijaitsevan omakotitalon talousvesi ja takaamaan veden normaali käyttö talousvetenä. Opinnäytetyön avulla pyritään selvittämään mistä syystä kohteessa esiintyvät haju-, maku- ja värimuutokset johtuvat ja ilmeneekö talousvedessä haitallisia, terveydelle vaarallisia haitta-aineita, tai raja-arvoja ylittäviä pitoisuuksia. Tuloksia saadaan ottamalla vesinäytteitä kaivovedestä ja lähettämällä ne tutkituttavaksi KVVY:n Rauman laboratorioon. Tulosten avulla pystytään saamaan käsitys veden laadusta ja mahdollisesti tarvittavasta puhdistustarpeesta. Puhdistustarpeen perusteella tullaan valitsemaan sopiva vedenpuhdistusmenetelmä tai -laite, jolla voidaan teoreettisesti taata puhdas talousvesi. Opinnäytetyö rajataan tutkimustyöksi, koska oletuksena on, että perusteellisen selvitystyön avulla voidaan olettaa vedenpuhdistuksen tapahtuvan toivotusti valitun puhdistustavan avulla.

2 KAIVOVESI JA TALOUSVESI

2.1 Yleistä kaivovedestä

Kaivovedestä puhuttaessa tarkoitetaan pora- tai rengaskaivosta saatua vettä. Kaivovesi on pohjavettä, joka on muodostunut maaperän läpi suodattuneista sade- ja sulamisvesistä. Koska maaperä toimii suodattimena, ei kaivovettä yleensä tarvitse käsitellä ennen sen käyttöä. Kaivoveden puhtaana pysyminen edellyttää, että kaivo on rakennettu oikealle sijainnille, sen rakentaminen on toteutettu huolellisesti ja kaivoa huolletaan säännöllisesti. Haja-asutusalueilla talousvesi usein saadaan omasta kaivosta. Kaivon omistajan vastuulla ovat veden käyttö, laadun seuranta ja tutkituttaminen sekä kaivon huolto-, kunnostus- ja puhdistustoimet. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2022.)

Kaivon omistajan tehtävänä on tutkituttaa kaivoveden laatu säännöllisesti, vähintään kolmen vuoden välein. Erityisesti tarve kaivoveden tutkituttamiselle on, jos vedessä ilmenee muutoksia, veden epäillään aiheuttavan terveydellisiä haittoja, tai kaivo on ollut pitkään käyttämättömänä. Veden laatu on myös hyvä tutkituttaa, mikäli tarkoituksena on rakentaa uusi kaivo, tai kaivon ympäristössä on tapahtunut jotain, mikä voi vaikuttaa veden laatuun. Mikäli kotitalouteen on syntymässä vauva, on suositeltavaa tutkituttaa veden laatu. Kaivoveden laadun voi tutkituttaa ottamalla itse vesinäytteet kylmävesihanasta ja toimittamalla näytteet asiaan erikoistuneeseen laboratorioon. Laboratoriosta on mahdollista saada näytteenottovälineet sekä ohjeet tutkimusten valintaan, näytteiden ottamiseen ja niiden toimittamiseen. Luettelo hyväksytyistä talousvesilaboratorioista on saatavilla Ruokaviraston verkkosivuilla. Laboratoriotutkimuksilla selvitetään täyttääkö kaivon vesi sille asetetut vaatimukset ja voiko vettä käyttää turvallisesti talousvetenä. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2022.) Mikäli veden laadussa tai sen riittävydessä tapahtuu muutoksia, joihin ei kaivon kunnostus, veden käsittely tai uuden kaivon teko toiseen paikkaan auta, ratkaisuna on liittyminen yhteiseen vesijohtojärjestelmään (Ympäristöhallinto, 2021).

Kaivoveden laatuun vaikuttavat ihmisen toiminta, maaperän geologinen rakenne, sateisuus, vuodenajat ja pohjaveden virtausolosuhteet. Suomessa pohjavedet ovat yleensä kovuudeltaan pehmeitä, sekä lievästi happamia, jolloin veden pH on alle 7. Kaivo voi olla joko rengaskaivo tai porakaivo. Kaivot eroavat toisistaan sijainniltaan, rakenteeltaan ja syvyydeltään. Rengaskaivo rakennetaan betonirenkaista ja se on yleensä sijoitettu hiekka- tai soramaahan. Rengaskaivossa vesi virtaa kaivon pohjalla suodattavan hiekkakerroksen läpi, jonka tarkoituksena on suodattaa pienet maa-aineshiukkaset pois kaivosta. Rengaskaivon syvyys vaihtelee perinteisesti 5–20 metrin välillä. (Terveystieteiden tutkimuskeskus, 2022.)

Porakaivo nimensä mukaisesti porataan syvälle kallioon, jolloin sen syvyys on noin 20–150 metriä. Porakaivon rakentaminen on vaihtoehto alueelle, jossa pohjaveden saanti on hankalaa. Porakaivon vedessä saattaa ilmetä epätavallisen paljon erilaisia maaperästä liuenneita aineita, kuten fluoridia, natriumia, kloridia, radonia, arseenia ja uraania. Ennen kaivon porausta ei voida selvittää tai tarkistaa veden saatavuutta ja laatua, siksi on hyvä tutkituttaa kaivosta saatu vesi ennen sen käyttöä. (Terveystieteiden tutkimuskeskus, 2022.)

2.2 Kaivoveden mikrobiologinen ja kemiallinen laatu

Kaivoveden laatu voidaan lajitella mikrobiologisten ja kemiallisten tekijöiden avulla. Kaivoveden sisältäessä epäpuhtauksia terveysriskit kasvavat. Mikrobiologisen laadun ollessa puutteellista, voi vesi aiheuttaa käyttäjälleen terveydellisiä haittoja. Terveydellisiä haittoja aiheuttavat suolistoperäiset taudinaiheuttajamikrobit, esimerkiksi norovirus tai kampylobakteeri. Mikrobeilla saastunut kaivovesi voi aiheuttaa käyttäjälleen esimerkiksi oksentelua, ripulia ja vatsakipuja. Kaivoveden mikrobiologista saastumista voivat aiheuttaa vuotavat jätevesijärjestelmät, kaivoon päätyneet pieneläimet sekä sade-, tulva-, ja sulamisveden mukana kaivoon kulkeutuneet epäpuhtaudet. Lisäksi lähellä tapahtuva kompostointi sekä mahdollinen lietteen ja karjan lannan varastointi ja käsittely voivat aiheuttaa mikrobiologista saastumista. Mahdollisuus

kaivoveden likaantumiselle on, mikäli kaivo sijaitsee mäenrinteessä tai jos kaivon rakenne ei ole tiivis. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2022.)

Kemialliseen laatuun vaikuttavat luonnostaan esiintyvät kemialliset aineet, jotka voivat olla ongelma erityisesti porakaivovesissä. Kemiallisten aineiden määrät vaihtelevat runsaasti alueellisesti ja ongelmat ovat yleensä kaivokoh-
taisia. Epäpuhtaudet voivat olla kallio- tai maaperästä liukenevia aineita, kuten arseenia, uraania, radonia, fluoridia, rautaa tai mangaania. Epäpuhtaudet voi-
vat olla myös pohjaveteen liuenneita haitta-aineita, jotka ovat syntyneet ihmisen toiminnan seurauksena. Tällaisia ovat muun muassa valumavesien mu-
kana kaivoveteen päässeet nitraatti ja torjunta-aineet. (Terveyden ja hyvin-
voinnin laitos, 2022.)

Vaara terveydelle kasvaa, jos saastunutta vettä käytetään säännöllisesti ja pit-
käaikaisesti. Satunnainen käyttö ei lisää terveysriskiä. Kaivoveden kemialliset
epäpuhtaudet ovat suurin riski juotuna, kun taas peseytymisvedessä esiintyvät
kemialliset aineet luovat vain vähäisen terveysriskin. Mahdollisen terveyshai-
tan suuruus ja elimistöön kulkeutuvien kemiallisten aineiden määrää riippuu
siitä, paljonko vettä juodaan. Terveysriski voidaan arvioida epäpuhtauksille an-
nettujen enimmäispitoisuuksien mukaan. Enimmäispitoisuudet voivat olla joko
laatutavoitteita tai laatuvaatimuksia. Haitat terveydelle kasvavat, mikäli laatu-
vaatimuksena oleva enimmäispitoisuuden raja-arvo ylittyy. Raja-arvoissa on
kuitenkin aina turvamarginaali, jolloin pieni raja-arvon ylitys ei vielä merkitse
syntyneitä terveyshaittaa. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2022.)

2.3 Hyvä kaivovesi

Kaivoveden tulee olla terveydelle vaaratonta. Vedessä ei saa esiintyä haitta-
aineita tai mikrobeja, jotka voivat heikentää veden laatua tai aiheuttaa käyttä-
jälleen terveyshaittoja. Vaikka vesi näyttäisi kirkkaalta ja maistuisi hyvältä, voi
se silti sisältää haitallisia aineita. Kaivovedelle on asetettu laatuvaatimukset ja
laatusuosituksia, jotka ovat samat kuin talousvedellä. Laatuvaatimuksilla ja -
suosituksilla varmistetaan, ettei talousveden aine- ja mikrobipitoisuudet ylitä

enimmäisrajoja. (Suomen ympäristökeskus, 2021.) Hyvä kaivovesi on siis käyttäjälleen vaaratonta, eikä se sisällä merkittäviä haju-, maku-, tai värimuutoksia. Hyvää kaivovettä ei tarvitse käsitellä ennen käyttöä, eikä se aiheuta vahinkoa putkistoihin tai vedenkäyttölaitteisiin. Hyvää kaivovettä voi käyttää talousvetenä huolettomasti arkisiin asioihin jokapäiväisessä elämässä.

2.4 Yksittäisen kaivon talousvesi

Talousvesi on vettä, jota käytetään kotitalouksissa juomavetenä, ruoan valmistamiseen sekä muihin kotitaloustarkoituksiin, kuten yleisen hygienian ylläpitämiseen (Valvira, 2020). Talousveden laatuvaatimuksina on, että talousvedessä ei saa ilmetä pieneliöitä tai loisia. Talousvedessä ei saa olla mitään aineita, jotka tietyn määrän ylittäessään voisivat luoda ihmisille terveyshaittaa. Talousveden tulee olla käyttötarkoituksiinsa sopivaa, se ei saa aiheuttaa haitallisia syöpymisiä tai saostumisia vesijohtoihin ja kiinteistön laitteisiin. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001, 3 §.) Yksittäisten kotitalouksien ja elintarvikealan yritysten tulee itse vastata hankkimansa talousveden laadusta ja veden hankintaan käytettävästä vesijärjestelmästä. Yksittäisten kotitalouksien on huolehdittava, että laatuvaatimus täyttyy, kun vesi otetaan hanasta, tai talousvesikaivosta vesihanauksen puuttuessa. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001, 4 §.)

Jos on syytä epäillä talousveden aiheuttavan terveyshaittaa, kunnan terveydensuojeluviranomainen voi määrätä yksittäisen talousvesikaivon veden tutkittavaksi. Jos varmistettuna uusintatutkimuksillakaan talousvesi ei täytä terveydellisiä laatuvaatimuksia ja laatusuosituksia, kunnan terveydensuojeluviranomaisen tehtävänä on ilmoittaa ylityksistä ja mahdollisista talousveden aiheuttamista terveyshaitoista. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi antaa määräyksiä liittyen talousvesikaivon veden valvontaan, puhdistukseen ja käyttöön talousvedestä aiheutuvien terveyshaittojen ehkäisemiseksi. (Sosiaali- ja

terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001, 7 §.)

3 VESINÄYTTEET

Talousvesi saadaan vuonna 1995 rakennetusta yksityisestä porakaivosta, joka on 107 m syvä. Porakaivo sijaitsee kallioisessa maaperässä. Talousvettä käytettäessä ilmenee haju-, maku- ja värimuutoksia, jotka estävät veden normaalin käytön. Kaivosta saatavan veden haju- ja makumuutokset ovat ajoittaisia ja voimakkuudeltaan vaihtelevia. Vettä käytettäessä, esimerkiksi pesutiloissa, ilmenee epämiellyttävää mädän kananmunan hajua. Kiinteistön asukkaat eivät halua käyttää vettä haju- ja makumuutosten takia ruuanvalmistukseen tai juomavetenä. Väriltään vesi on kirkasta, mutta hieman kellertävää, jonka takia veden kanssa useasti kosketuksissa olevat pinnat, kuten esimerkiksi vesikalusteet värjäntyvät ruskeankeltaisiksi.

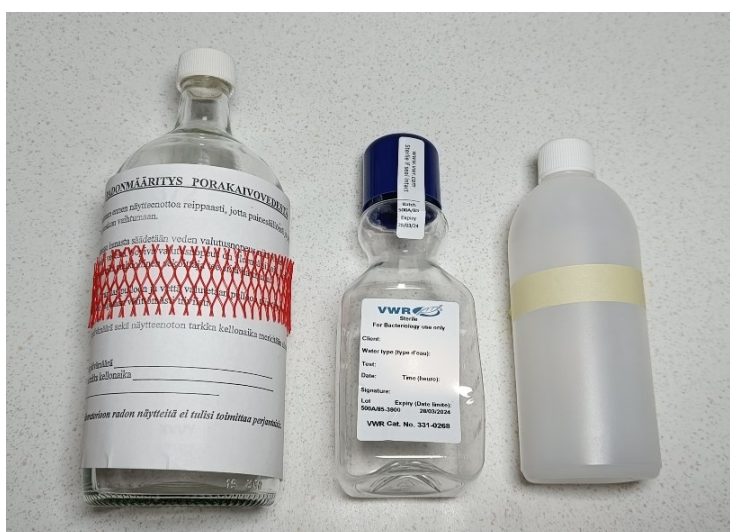
Edellytys vesinäytteiden luotettavalle tutkimustulokselle on oikein otettu näyte ja näytteenottoon tarkoitetut oikeanlaiset, puhtaat tarvikkeet. Vesinäytteen voi ottaa itse tai virallinen näytteenottaja. Vesinäyte tulee ottaa siten, että se edustaa käytettävää vettä, eli kaivossa olevaa vettä. Yleisimmin vesinäyte otetaan kylmävesihanasta, mutta se voidaan ottaa myös suoraan kaivosta. Vain erityistapauksissa vesinäyte otetaan kuumavesihanasta. (KVVY, n.d.)

Opinnäytetyöhön liittyvä vesinäytteiden otto toteutettiin itse ottamalla näytteet tutkittavan kohteen kylmävesihanasta. Tarvittavat näytepullot saatiin KVVY:n Rauman laboratoriosta, jonne myös näytteet lähetettiin analysoitavaksi. Alla tekstissä kerrotaan opinnäytetyönä toteutettua vesinäytteenottoa ja tarkastellaan kohteen kaivoveden laadusta saatua tietoa.

3.1 Vesinäytteiden ottaminen

Vesinäytteet otettiin 02.11.2022 omakotitalon keittiön kylmävesihanasta. Tarvittavat näytepullot noudettiin Ruokaviraston hyväksymästä laboratorion, eli KVVY:n Rauman laboratorion, Raumalabista. Osa näytteistä, jotka eivät vaadi steriiliä astiaa, olisi voitu ottaa uuteen käyttämättömään 0,5 litran muovipulloon. Oman lasisen näytepullon ja sen korkin olisi pystynyt steriloimaan keittämällä tai pitämällä 170 °C asteisessa uunissa 15 minuutin ajan. Kuitenkin luotettavan tutkimustuloksen saamiseksi käytettiin ainoastaan laboratorion noudettuja näytepulloja. Näytepulloja oli mahdollista hakea laboratorion aukioloaikoina, tai ne olisi voinut myös tilata KVVY:n verkkokaupasta. Laboratorion läheisen sijainnin takia oli järkevämpää itse noutaa näytepullot.

Näytepulloja tarvittiin kolme kappaletta, yksi mikrobiologisiin tutkimuksiin, yksi kemiallisiin tutkimuksiin ja yksi radonarvon määrittämiseen. Näytepullot erosiivat ulkonäöllisesti toisistaan tunnistamisen helpottamiseksi, kuten kuvassa 1 nähdään. Radontutkimusta varten tarvittiin näytepulloksi yhden litran lasipullo. Mikrobiologisiin näytteisiin tarvittiin steriili 0,5 litran muovipullo, joka laboratorion saatuna oli sinikorkkinen muovipullo. Kemiallisiin tutkimuksiin tarvittiin puhdas 0,5 litran lasi- tai muovipullo. Laboratorion saatu kemiallisten tutkimusten näytepullo oli vaaleakorkkinen muovipullo.



Kuva 1. Vesinäytepullot vasemmalta oikealle näytteenotto järjestyksessä

Ennen näytteenottoa oli tärkeää tutustua näytteenotto-ohjeisiin, sillä näytteenotto vaati pieniä alkujärjestelyitä. Näytteiden otolle oli oma järjestyksensä ja vesihanana suuttimet oli hyvä poistaa. Erityisesti radon tutkimusta varten tuli vesihanasta poistaa poresuutin. Hyvä käsihygienia tuli huomioida perusteellisesti. Näytepulloista tuli pitää kiinni pullon alaosasta huomioiden, etteivät kädet tai vesihana koskettaneet näytepullon suuosaa tai korkin sisäpintaa. Vettä tuli juoksuttaa vähintään viiden minuutin ajan, tai niin kauan, että tuoretta vettä saatiin ja putkistoissa sekä pumpussa levännyt vesi oli poistunut. Näin voitiin taata, että tutkittava vesi oli tuoretta kaivovettä.

Kaasumaiset näytteet, eli tässä tapauksessa radon, tulee ottaa aina ensimmäisenä. Kuten aiemmin mainittiin, tuli poresuutin poistaa vesihanasta ennen näytteenottoa. Poresuuttimen kautta radon vapautuu ja veteen sekoittuu ilmaa, mikä vääristää kaasuista tutkittavia tuloksia (KVVY, n.d.). Radonnäytettä varten vettä otettiin pienellä virtauksella näytepulloon, jotta ilman sekoittuminen näytteeseen voitiin välttää. Näytettä ottaessa vesi ei saa pärskyä, eikä kuplia veden valuessa pulloon. Näytepullo täytettiin kokonaan, niin ettei ilmatilaa jäänyt näyteastiaan yhtään. Näytepullonkorkki suljettiin välittömästi ja näytteenottoaika merkattiin minuutin tarkkuudella ylös lähetteeseen. Radon-tutkimusta varten otettu näyte tuli toimittaa mahdollisimman nopeasti laboratorioon, ja kuljetuksen ajan näytettä tuli pitää viileässä, kuitenkin antamatta sen jäätyä.

Radontutkimusta varten otetun näytteen jälkeen tuli ottaa mikrobiologisia tutkimuksia varten otettava näyte. Vettä valutettiin kohtuullisella virtauksella ja mikrobiologisiin tutkimuksiin tarkoitettuun näytepulloon jätettiin pieni ilmatila. Samalla virtausnopeudella täytettiin viimeiseksi kemiallisiin tutkimuksiin tarkoitettu näytepullo, joka tuli täyttää aivan täyteen jättämättä yhtään ilmatilaa. Molempien näytepullojen korkit tuli sulkea välittömästi täyttämisen jälkeen ja näytteenottoajat tuli merkata tarkasti lähetteeseen. Näytteet ja lähete toimitettiin tunnin sisällä näytteiden otosta laboratorioon.

Näytteiden toimituksen yhteydessä tuli näytelähete luovuttaa täytettynä. Näytelähetteeseen merkittiin tutkimuksen tilaaja ja hänen yhteystietonsa,

laskutusosoite, näytteenottopaikka- ja aika sekä näytteenottaja. Yksityisen kaivon näytelähete sisälsi eri tutkimusvaihtoehtoja, joista tuli valita halutut analyysit. Lähetteeseen kirjattiin perustiedot kaivosta sekä mahdollisista vedessä havaituista ongelmista. Näytteistä tehtäville tutkimuksille oli valittavissa eri laajuisia ja hintaisia tutkimuspaketteja, tai yksittäisiä analyyskejä. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kohteena olevan omakotitalon kaivoveden laatu laajalti ja perinpohjaisesti, joten tästä syystä näytteistä tehtäväksi tutkimukseksi valittiin laaja talousvesitutkimus sekä lisäpaketti porakaivolle. Laaja talousvesitutkimus sisälsi koliformisten bakteerien, E.coli-bakteerin, suolistoperäisten enterokokkien, aistinvaraisen arvioinnin, pH:n, sähkönjohtavuuden, hapettavuuden, kalsiumin, magnesiumin, fluoridin, nitraatin, nitriitin, kloridin, ammoniumin, kokonaiskovuuden, raudan ja mangaanin analyysit. Lisäpaketti porakaivolle sisälsi radonin, arseenin ja uraanin analyysit. Tutkimuspaketin hinta oli 358,77 € ja se sisälsi lausunnon veden laadusta, toimistokulut ja arvonlisäveron 24 %.

3.2 Vesinäytetutkimusten tulokset

Tutkimustulokset saapuivat noin viikon kuluttua näytteiden toimittamisesta laboratorioon. Analyysien tulokset ovat koottuna testausselesteeseen, joka on liitettyä tämän raportin liitteeksi 1. Liitteenä olevasta testausselesteestä on poistettu yksityisyydensuojan vuoksi näytteenottopaikan ja näytteenottajan osoitetiedot. Muut tiedot ovat sellaisenaan kuin KVVY on ne kirjannut selesteeseen. Testausselesteessä on koottuna jokainen tutkittava määrite ja sen yksikkö, tulos sekä raja-arvo. Raja-arvot ovat joko suosituksia tai vaatimuksia, jotka ovat määritetty Sosiaali- ja terveysministeriön (STM:n) asetuksen 401/2001 mukaisesti yksityiselle kaivolle. Testausselesteeseen on kirjattu lausunto veden laadusta, lisätietoa, menetelmäviitteet ja mittausepävarmuudet. Osa näytteistä on lähetetty tutkituttavaksi KVVY:n Tampereen laboratorioon, jolloin osa näytteistä on tutkittu eripäivinä. Testausselesteessä Rauman ja Tampereen laboratoriot ovat eroteltuna toisistaan kirjaimin A ja B.

Tutkimustulosten yhteenvetona testausselesteessa mainitun lausunnon mukaan vesinäyte oli muilta tutkitulta osin paitsi hajultaan hyvää talousvettä. Lisätietoihin on kirjattu, että laboratoriossa vesinäytteessä on havaittu voimakasta rikkivedyn hajua. (Prihti, 2022.) Rikkivety ei aiheuta terveystriskiä juomavedessä, mutta sen haju on epämiellyttävä. Rikkivety esiintyy vedessä kaasuina ja vapautuu ilmaan vettä käytettäessä, aiheuttaen mädän kananmunan hajua. (Jalovesi Oy, n.d.-a.) Kallioisella alueella rikkivetyä tulee maa- ja kallioperästä porakaivoveteen. Epämiellyttävä haju saattaa olla ajoittaista ja voimakkuudeltaan vaihteleva, kuten opinnäytetyön kohteena olevassa talousvedessä. Hajuun vaikuttavat pohjaveden määrä ja virtaukset. (LUVYLab, n.d..)

3.3 Erityistä huomioitavaa tuloksista

Vaikka tutkittu talousvesi osoittautuikin hyväksi talousvedeksi, eikä raja-arvon ylityksiä ilmennyt, on kuitenkin hyvä huomioida joitakin tutkittuja ominaisuuksia tarkemmin. Kaivoveden analyysitulkki auttaa kaivoveden laadun arvioimisessa. Se on suunniteltu avustavaksi työkaluksi niin kaivonomistajille kuin kaivoveden laatuasioiden parissa työskenteleville. Kaivoveden analyysitulkkiin syötetään kaivovesitutkimuksen tulokset, jotka löytyvät testausselesteesta. Analyysitulkki kertoo selkeästi kunkin tutkitun ominaisuuden laadun, huonon laadun haitat, haittojen syntyperät ja mitä korjaustoimenpiteitä tulisi tehdä laadun parantamiseksi. Kaivoveden analyysitulkki on luotu Suomen ympäristökeskuksen kokoon kutsuman asiantuntijaryhmän arvion sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetukseen 401/2001 talousveden laatuvaatimusten ja -suositusten pohjalta. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-a.)

Kaivoveden analyysitulkkiin syötettäessä opinnäytetyön kaivoveden laadun tutkimustulokset, ilmenee, että suurimmaksi osaksi kaivoveden laatu on hyvää talousvettä. Kloridi oli arvoltaan huonoa, mutta analyysitulkin raja-arvo perustuu makukynnykseen. Kohtalaiset arvot olivat fluoridilla, kemiallisella hapenkulutuksella, kokonaiskovuudella, nitriitillä, radonilla, raudalla ja sähkönjohtavuudella. Analyysitulkki suosittelee säännöllistä seuranta kohtalaisille

arvoille. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.) Kuvassa 2 ilmenevät kaivoveden analyysitulkin tulokset.

Analyysin tulokset

Huonot arvot - suositellaan välittömiä toimenpiteitä

OMINAISUUS	TULOS/NÄYTE
Kloridi, Cl	61 mg/l
Lisätietoa	

Kohtalaiset arvot - suositellaan säännöllistä tarkkailua

OMINAISUUS	TULOS/NÄYTE
COD-Mn, O ₂ , O ₄	2.7 mg/l
Lisätietoa	
Fluoridi, F	1.1 mg/l
Lisätietoa	
Kokonaiskovuus	0.34 mmol/l
Lisätietoa	
Nitriitti, NO ₂	0.01 mg/l
Lisätietoa	
Radon, Rn	150 Bq/l
Lisätietoa	
Rauta, Fe	340 µg/l
Lisätietoa	
Sähkönjohtavuus	556 µS/cm
Lisätietoa	

Hyvät arvot - eivät edellytä toimenpiteitä

OMINAISUUS	TULOS/NÄYTE
Ammonium, NH ₄	0.04 mg/l
Lisätietoa	
Arseni, As	0.38 µg/l
Lisätietoa	
Enterokokit	0 kpl/100ml
Lisätietoa	
Koliformiset bakteerit	0 kpl/100ml
Lisätietoa	
Mangaani, Mn	38 µg/l
Lisätietoa	
Nitraatti, NO ₃	0.06 mg/l
Lisätietoa	
pH	7.6 (pH-luku)
Lisätietoa	
Uraani, U	0.44 µg/l
Lisätietoa	

Kuva 2. Kaivoveden analyysitulkin tulokset

Ainoastaan kloridin pitoisuus kaivovedessä oli tutkituissa vesinäytteissä laadultaan huonoa, tuloksella 61 mg/l. Kaivoveden analyysitulkin raja-arvo kuitenkin perustuu arvioituun makukynnykseen, joka tässä tapauksessa on 25 mg/l. Sosiaali- ja terveysalan (STM:n) asettaman asetuksen 401/2001 laatusuosituksen raja-arvona kloridille kaivovedessä on 100 mg/l. Suosituksena on kuitenkin pyrkiä alle 25 mg/l pitoisuuteen, sillä sen ylittäessä riski vesijohtojen korroosiolle kasvaa. Kloridi kaivovedessä ei aiheuta terveyshaittaa. Korkean kloridipitoisuuden synnyn syitä ovat meren läheisyys, vanha merenpohja, tiesuolaus ja jätevesien vaikutus. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.) Kohteena oleva kiinteistö sijaitsee Raumalla, lähes valtatie 12 varrella. Korkeaan kloridipitoisuuteen voivat siis vaikuttaa meri ja valtatie suolaus. Vaikka kloridin pitoisuus on korkea ja analyysitulkin suosittelee välittömiä toimenpiteitä,

voidaan olettaa, että arvon säännöllinen tarkkailu riittää vielä. Jos arvo nousee entisestään, kloridia voidaan poistaa käänteisosmoosilla. Tällöin aiheeseen liittyviä neuvoja tulee kysyä luotettavilta laitetoimittajilta (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b).

Kemiallinen hapenkulutus kertoo pääsääntöisesti paljonko orgaanista-ainesta vesi sisältää. Orgaanisen aineksen, eli humuksen pääsyyn kaivoon vaikuttavat kaivon kunto ja maaperä. STM:n asetuksessa 401/2001 kemialliselle hapenkulutukselle, eli COD_{Mn}, on asetettu laatusuosituksiksi alle 5 mg/l. Korkea humuspitoisuus ei ole terveydelle vaarallista, mutta aiheuttaa veteen ruskeaa väriä ja pahaa makua. Humusta voidaan poistaa vedestä ioninvaihdolla. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.) Tutkitussa kaivovesinäytteessä kemiallisen hapenkulutuksen tutkimustulos oli 2,7 mg/l. Tämä pitoisuus mahdollisesti edesauttaa raudan kanssa esimerkiksi veden pahan maun syntyä ja pyykin värjäytymistä. Muuten humuspitoinen vesi ei ole terveydelle, vesikalusteille tai putkistolle haitallista.

Fluoridin arvo 1,1 mg/l ei ylittänyt sille asetettua laatuvaatimuksen rajaa, joka on 1,5 mg/l. Korkea veden fluoridipitoisuus on haitaksi terveydelle. Liika fluoridin, eli fluorin, saanti voi aiheuttaa hampaiden pinnalle laikkuja ja luiden haurastumista. Fluoria kuitenkin tarvitaan hammaskiilteen vahvistamiseksi kariesta vastaan. Arvon pysyessä juomavedessä 0,7–1,2 mg/l välillä fluorin terveysvaikutukset ovat positiivisia. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.) Fluoridia saadaan juomaveden lisäksi myös ravinnosta ja hampaidenhoitotuotteista. Terveysvaikutuksia arvioidessa on siis huomioitava kaikki fluorin saanti yhteensä. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2022.) Koska opinnäytetyön kohteena olevassa kiinteistössä asuu taaperoikäinen lapsi ja veden fluoridipitoisuus on kohonnut, on syytä huomioida tarkemmin lapsella käytettävissä olevat hampaidenhoitotuotteet. Talousvedestä saatavan fluoridin määrä on suuri, joten alle 6-vuotiaan hammastahnaksi on valittava tuote, joka sisältää fluoria enintään 500 ppm (Suojanen, 2023). Kyseistä hammastahnaa tulee kuitenkin käyttää vasta, kun kohteen talousvettä käytetään vedenpuhdistuksen jälkeen normaalisti ruuantekoon ja juomavedeksi, ettei lapsen fluorinsaanti jää liian vähäiseksi.

Tarvittaessa fluoridia voidaan poistaa erilaisilla käsittelymenetelmillä, kuten suodattamalla aktiivisella alumiinioksidilla tai käänteisosmoosilla. Hanojen päihin asennettavia suodattimia ei suositella, koska aina niiden kapasiteetti ei ole tarpeeksi riittävä. Yleisimmät veden käsittelyyn tarkoitetut laitteet eivät vie runsaasti tilaa, joten ne voidaan sijoittaa esimerkiksi allaskaappiin, kun tahdotaan poistaa fluoridia juomavedestä. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.)

Kokonaiskovuudelle ei ole annettu raja-arvoja STM:n asetuksessa 401/2001. Kuitenkin on hyvä huomioida, että riski korroosiolle muodostuu, jos kokonaiskovuus on kovin alhainen. Suuri kovuus taas mahdollistaa kattilakiven muodostumista lämminvesivaraajassa ja tukkeumien syntyä putkissa sekä vesikalusteissa. Veden kovuus johtuu maa- ja kallioperästä veteen imeytyvistä kalsiumista ja magnesiumista, sekä raudasta ja mangaanista. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.) Analyysituloksena oli hieman alhainen, jonka mahdollisena haittana on korroosioriski. Tulos ei kuitenkaan ole vielä huolestuttava tai korjaustoimenpiteitä vaativa, mutta kovuutta olisi hyvä seurata säännöllisin ajoin. Opinnäytetyön kohteena olevan omakotitalon vesiputket ovat muoviputkia, joten muoviputket eivät haurastu rautaputkien tavoin korroosiossa. On kuitenkin huomioitava, että korroosio voi vaikuttaa muoviputkissa käytettyjen kumiliitosten kestävyys.

Nitriitin osalta tutkittu kaivovesi oli analyysitulkin mukaan kohtalaista tuloksella 0,007 mg/l. Nitriitillä on hyvin alhainen laatuvaatimus, alle 0,5 mg/l, sillä korkea pitoisuus toimii bakteeriperäisen toiminnan osoittajana joko vedenottamalla tai vesijohdoissa. Liiallinen nitriitin saanti aiheuttaa terveyshaittoja, kuten esimerkiksi imeväisikäiselle hengitysvaikeuksia ja suolisto-oireita. Kaivoveden korkea nitriittipitoisuus voi olla peräisin lannoituksesta, hapenpuutteesta tai jäteiden ja jätevesien vaikutuksista. Mikäli korkean nitriittipitoisuuden lähteenä on maatalous, voidaan olettaa, että koko pohjavesialue sisältää nitriittiä. Jäteveden saastuttama kaivovesi on korjattavissa, kun sen perimmäinen syy on saatu selville. Nitriitti voidaan poistaa kaivovedestä joko käänteisosmoosilla tai ioninvaihtosuodattimella. Suositeltavaa on, että vain juotavaksi ja ruoanlaittoon tarkoitettu vesi käsitellään, sillä nitriitti ei aiheuta haittaa pesuvedessä tai

vesikalusteisiin. Saatu tulos nitriitille, 1,1 mg/l, on keskiarvolta saman pitoista kuin muissakin porakaivoissa. Nitriitin poistolle ei siis ole vielä syytä, mutta säännöllinen tarkkailu on suotavaa. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.)

STM on asettanut radonille alle 300 Bq/l laatusuosituksen ja enimmäispitoisuudeksi 1000 Bq/l (Ympäristöhallinto, 2021). Tehdyn radontutkimuksen tulos oli 150 Bq/l, joka on siis hieman korkea, mutta kuitenkin lähellä hyvää laatua. Radonin ilmenevyyden vaikutukset ovat terveydellisiä, sillä radon on radioaktiivinen kaasu. Liiallinen altistus radonille saattaa aiheuttaa keuhkosyöpää. Vedessä esiintyvä radon on haitallisinta suihkun yhteydessä tai hengitettäessä kaivoveden päälle kerääntynyttä ilmaa. (Ympäristöhallinto, 2021.) Radontutkimuksen tulos ei ylittänyt suositeltuja arvoja, mutta terveystarvikien välttämiseksi on hyvä seurata säännöllisin tutkimuksin radonin määrää talousvedessä. Tarvittaessa radonia voidaan poistaa vedestä ilmastamalla tai aktiivihiihluodatuksella (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.).

Raudan laatusuositus vesilaitosten jakamalle vedelle on enintään 200 µg/l ja yksityiskaivoille enintään 400 µg/l (Terveystarvikien ja hyvinvoinnin laitos, 2022). Tutkitussa vesinäytteessä rautaa ilmeni 340 µg/l, joka alittaa vielä yksittäisen kaivon laatusuosituksen, mutta pitoisuus on kuitenkin korkea. Rautaa esiintyy kaikkialla Suomen pohjavesissä, eikä se aiheuta terveydellistä haittaa. Korkea raudan määrä talousvedessä on kuitenkin haitaltaan esteettistä ja teknistä. Rauta aiheuttaa vedessä pyykin, vesikalusteiden ja pintojen värjäytymistä ruskeaksi. Esimerkiksi kuvassa 3 nähdään raudan värjäämä alue pesuhuoneen lattian kaakeleissa. Rauta aiheuttaa lisäksi pahaa makua ruuassa ja juomavedessä. Korkea rautapitoisuus edistää korroosiota ja voi luoda ruostekerroksia saniteettikalusteisiin. Raudan poistamiseen vedestä on useita erilaisia menetelmiä, mutta oikea menetelmä tulee valita tapauskohtaisesti. Rautaa voidaan poistaa vedestä esimerkiksi ioninvaihdolla, hapettamalla, suodattamalla tai ilmastamalla. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.)



Kuva 3. Raudan värjäämä alue pesuhuoneen lattiakaakeleissa

Vaikka rauta ei aiheuta käyttäjilleen terveyshaittaa, opinnäytetyön tavoitteena on löytää sopiva menetelmä, jolla voidaan poistaa rautaa vedestä. Rautaa ilmenee kohteen talousvedessä runsaasti, värjäten veden kanssa kosketuksissa olevat pinnat ruskeankeltaisiksi. Lisäksi juomavedessä maistuu ja haisee rauta, joka ei ole toivottua.

Veden sähkönjohtavuus vaikuttaa veden laatuun. Korkean sähkönjohtavuuden omaava vesi voi maistua suolaiselta, syövyttää vesijohtoja ja aiheuttaa korroosiota. Kloridi, sulfaatti, natrium, kovuussuolat sekä bikarbonaatti aiheuttavat kohonnutta sähkönjohtokykyä. Analysoitu tulos osoitti veden laadun olevan kohtalaista sähkönjohtavuuden osalta. Sähkönjohtavuuden tulos oli 556 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kun STM:n laatiman laatusuosituksen raja on 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sähkönjohtavuus luokitellaan hyvälaatuiseksi, kun veden arvo on tasolla 100–250 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.) Saatu tulos ei edellytä korjaustoimenpiteitä, mutta veden laadun varmistamiseksi tulee sähkönjohtavuus tarkistuttaa säännöllisesti.

Laadullisesti tutkittu vesi on hyvää talousvettä, eikä välittömille toimenpiteille ole tarvetta. Kuitenkin veden aiheuttamat esteettiset haitat, kuten värjäymät, epämiellyttävä haju sekä maku ovat päivittäisessä käytössä häiritseviä ja epätoivottuja. Suurimpina haittoina vedessä ovat siis voimakas rikkivedyn haju ja korkea rautapitoisuus. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää millä

menetelmällä ja puhdistuslaitteella nämä haittatekijät saataisiin pois vedestä, jolloin kaivovettä voitaisiin käyttää normaalisti päivittäisenä talousvetenä.

3.4 Mahdolliset virhelähteet ja mittausepävarmuudet

Vaikka vesinäytteet olisi otettu ohjeiden mukaisesti ja niitä olisi käsitelty oikeaoppisesti, on aina mahdollista, että tulosten luotettavuuteen vaikuttavia epävarmuuksia ja virhelähteitä on syntynyt. Luotettavia tuloksia pystyttäisiin saamaan, mikäli olisi useampia tuloksia, joita vertailla. Koska kutakin vesinäytettä otettiin vain yksi pullollinen yhdestä vesipisteestä, ei vertailukelpoisia näytteitä tai tuloksia ole. Vertailukelpoisilla näytteillä pystyttäisiin saamaan laajempi käsitys ja keskiarvo tuloksista, jotka olisivat luotettavampia kuin yksittäisen vesipisteen ja näytteen tulos.

Virhelähteitä voi syntyä, jos näytteitä otetaan väärässä järjestyksessä, liian nopeasti tai puhtaudesta ei huolehdita. Virheellinen kirjaaminen ja dokumentointi, kuten esimerkiksi väärän kellonajan tai päivämäärän lisääminen näytelähteeseen, voivat aiheuttaa virheitä tuloksiin. Mahdollisia inhimillisiä virheitä voi syntyä huomaamatta näytteenotossa tai näytteiden käsittelyssä. Esimerkiksi radontutkimusta varten otetussa näytteessä on ilmaa saattanut päästä pienten vesikuplien mukana näytteeseen, jos veden virtausnopeus näytteenottohetkellä on ollut liian voimakas. Vaikka näytteet kuljetettiin nopeasti ja ohjeiden mukaisesti näytteenoton jälkeen laboratorioon, on mahdollista, että näytteiden lämpötila on muuttunut kuljetuksen aikana. Muutokset näytteiden lämpötilassa tai valonsaannissa voivat vaikuttaa tuloksiin.

Mittausepävarmuuteen vaikuttavat monet tekijät, kuten näytteenotto, vääränlainen näytteenottomenetelmä, näyteastia ja sen aiheuttamat vaikutukset. Mittausepävarmuustietoja tarvitaan, kun halutaan arvioida, onko tuloksen tarkkuus riittävä esimerkiksi päätöksenteon kannalta. Epävarmuuden huomioiminen on tärkeää myös tarkastellessa raja-arvoja. Vesinäytteitä analysoitaessa on otettu huomioon mittausepävarmuudet, jotka ovat kirjattuna testausselesteeseen.

4 VEDENPUHDISTUS

Opinnäytetyön aiheen kohteena olevassa omakotitalossa asuu kolmihenkinen perhe. Vedenkulutus kotitaloudessa on hieman keskimääräistä pienempää, sillä talousvettä ei käytetä ollenkaan ruuanvalmistukseen tai juomavedeksi. Keskimäärin omakotitalossa asuva henkilö kuluttaa vettä noin 110 litraa vuorokaudessa (Motiva, 2022), kun kyseisen kohteen vedenkulutus on noin 95 l/vrk asukasta kohden. Vedenkulutus tulee kuitenkin nousemaan, kun vettä voidaan käyttää normaalisti kaikkeen puhtaan talousveden tapaan. Vedenkulutus on huomioitava, kun pohditaan sopivaa menetelmää vedenpuhdistukselle. Kiinteistön kylmänveden teknisessä tilassa on kalvopainesäiliö, joka on myös huomioitava valitessa mahdollista puhdistuslaitetta. Kalvopainesäiliön yhteydessä on painekeytkin, joka on asennettu automaattisesti pitämään käyttöpaine 2–4 baarin välillä.

Vedenkäsittelylaitteita on useanlaisia. Niiden huoltotarpeet ja kapasiteetit vaihtelevat suuresti, joten on hyvä vertailla vaihtoehtoja ja tutusta niihin. Laitetta valitessa on syytä huomioida mahdollinen suodatinmassan vaihto, syntyvät jätevedet sekä suodatinkalvoista tai -massoista syntyvien jätteiden käsittely. Laittevalintaa tehdessä on myös hyvä huomioida, ettei yhdellä laitteella välttämättä pystytä puhdistamaan kaikkia tahdottuja aineita. (Ympäristöhallinto, 2020.)

4.1 Käsittelymenetelmän valinta

Vedestä toivotaan puhdistettavaksi voimakas rikkivedyn haju, sekä pintoja ja vesikalusteita värjäävä rauta. Veden haju-, maku-, ja värimuutosten voimakkuus ovat vaihtelevia ja ajoittaisia. Vedessä esiintyvän rikkivedyn hajun poistaminen on kuitenkin päätavoitteena vedenpuhdistuksessa, sillä ajoittain vesi haisee hyvin voimakkaasti mädäntyneelle kananmunalle. Veden sisältäessä useampia eri poistettavia aineita, on todennäköistä, että eri käsittelymenetelmiä joudutaan yhdistämään. Tällöin on syytä pohtia laitevalintoja ja

puhdistusmenetelmää laitetoimittajan kanssa sopivan menetelmän löytämiseksi. (Ympäristöhallinto, 2020.)

Rikkivetyä voidaan poistaa vedestä ilmastamalla tai aktiivihiihisiuodattimilla. Tehokkain tapa on ilmastus, sillä kaasumainen rikkivety poistuu tuloksellisesti vedestä ilmastettaessa. (Jalovesi Oy, n.d.-a.) Mikäli rikkivetyä esiintyisi vedessä vain vähän ja harvoin, pystyttäisiin aktiivihiihisiuodattimella neutralisoimaan rikkivedyn haju. Koska opinnäytetyön kohteen vedessä esiintyy runsaasti rikkivedyn hajua, ei suodattaminen ole tehokkain vaihtoehto vedenpuhdistukselle rikkivedyn suhteen. (Niemi, 2023.) Suodattimen patruunoita tulisi tarpeen mukaan vaihtaa. Vaihtovälin tiheyteen vaikuttavat suodatettavan veden laatu, rikkivedyn ja muiden epäpuhtauksien määrä, sekä veden virtausnopeus suodattimen läpi. Onnistuneeseen suodattamiseen tarvitaan suodatinpatruunan lisäksi suodatinkotelo ja asennusteline. Rikkivedyn suodatuspaketin hinta riippuu sen koosta ja tehokkuudesta. Suodatinpaketin hinta verkkokaupoissa vaihtelee noin muutamilla kymmenillä euroilla, mutta esimerkiksi Aqva Finland verkkokaupassa suodatinpaketin hinta on 159 € ja vaihtopatruunan 89 €. (Aqva Finland Oy, n.d..)

Tehokkaampi, käytännöllisempi ja pitkällä aikavälillä tarkasteltuna myös edullisempi vaihtoehto rikkivedyn poistamiselle on ilmastus. Ilmastuksella rikkivety pystytään poistamaan tehokkaasti vedestä, mutta samalla myös radonia saadaan poistettua, sillä ilmastuksessa ilmaa syötetään veteen, jolloin kaasut poistuvat. Ilmastus puhdistusmenetelmänä on huoltovapaata, jolloin suodattimia tai suodatinmassoja ei tarvitse vaihtaa. (Pool4You Oy, n.d.-a.) Ilmastuksessa laitteen toimivuuden tarkkailu ja seuranta riittää. Verkkokaupoissa myytävien ilmastuslaitteiden, eli hapetinputkien, hinta vaihtelee 700–950 € välillä riippuen laitteen tehokkuudesta ja kapasiteetista.

Markkinoilla on useita erilaisia vedenpuhdistuslaitteita raudan poistamiseksi vedestä. Vedensuodattimina voi olla yhden vesipisteen suodatin tai suodatin koko talon vedenpuhdistamiseksi. Yhden vesipisteen suodattimella ruoka- ja juomavedestä poistetaan rauta. Koko talon vedensuodattimella rauta suodatetaan pois vedestä, niin että kaikista talon vesipisteistä saadaan puhdasta

vettä. Koko talon vedenpuhdistuslaitteet asennetaan yleensä painesäiliön jälkeen. Yksi ja sama vedensuodatin poistaa yleensä raudan lisäksi myös mangaania vedestä. (Jalovesi Oy, n.d.-b.)

Pelkistynyttä rautaa voidaan poistaa vedestä ioninvaihdolla, mutta rauta ei kuitenkaan saa hapettua. Hapettunut rauta saostuu ioninvaihtomassaan tukkien sen. Raudan ollessa sitoutunut humukseen tulee käyttää anionista massaa, mutta ionimuotoisen raudan poistoon käytetään kationista massaa. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.) Koska vesi sisältää rikkivetyä, ja sen poistamiseen tullaan käyttämän ilmastusta, tulee tämä huomioida raudan poistossa. Rautaa voidaan poistaa hapetuksen ja suodatuksen yhdistelmällä, jolloin rauta (Fe(II)) hapetetaan ilmastamalla. Ilmastuksen jälkeen rauta (Fe(III)) saostuu rautahydroksidiksi, jonka jälkeen se voidaan suodattaa. Hapettumisreaktio riippuu voimakkaasti veden happamuudesta, sillä korkea pH-arvo nopeuttaa reaktiota. (Suomen ympäristökeskus, n.d.-b.) Kohteesta tutkittu pH on arvoltaan 7,6, joten pH:n säädölle ei ole tarvetta. Yleisimmät vedensuodattimet, jotka poistavat rautaa ja mangaania, puhdistavat vedestä myös humusta. Rautaa poistavien suodattimien hinta vaihtelee verkkokaupoissa 1200–2000 €:n välillä. Hintaan vaikuttavat laitteiden kapasiteetti, mahdollinen pH:n korotus ja suodatinmassa.

Käänteisosmoosilaitteet ovat tehokkaita ja toimivia valintoja, kun tahdotaan liikkeisestä vedestä puhdasta. Käänteisosmoosilaitteella voidaan jopa merivedestä tehdä juomavettä. Esimerkiksi vedenpuhdistuslaite NERO-Kotiin puhdistaa lähes kaikki veteen liuenneista ja liukenemattomista epäpuhtauksista. Laitteen aktiivihillisuodatin myös vähentää veden rikki ja radon pitoisuuksia. Vaikka laite on tehokas ja takaa puhtaanveden saannin, ei sillä kyetä poistamaan vedestä rikkivetyä. Käänteisosmoosilaitteen yhteydessä ilmastaminen ei ole mahdollista, sillä vesi ei saa päästä hapettumaan ennen laitetta. Sama ongelma koskee monia muitakin monitoimisuodattimia, jotka eivät poista rikkivetyä. (Niemi, 2023.) Vedenpuhdistuslaitteita valitessa on siis tärkeää huomioida laitteiden yhteensopivuus.

4.2 Laitevalinta

Ympäristöhallinnon yhteiselle verkkopalvelulle on koottuna muistilista laitteen valintaa varten. Listalla luetellaan kattavasti mitä tulisi huomioida ennen kuin valitsee vedenpuhdistuslaitteen. Muistilistalla mainitaan muun muassa, että laitteelle tulisi vaatia vähintään vuoden takuu laite- ja valmistusvikojen varalle sekä toimivuus- ja kapasiteettitakuu. Laitevalinnassa on syytä huomioida hankintahinnan lisäksi myös käyttökustannukset, sillä esimerkiksi useasti vaihdettavat suodatinpatruunat voivat nostaa käyttökustannukset korkeaksi. Suodatinmassoja ei tulisi vaihtaa alle puolen vuoden välein. Omaa taustatyötä on hyvä tehdä ja vertailla eri laitteita, laitetoimittajia ja verkkosivuja. Muistilistalla kehoitetaan myös unohtamaan puhdistuslaitteet, joilla yksistään väitetään poistettavan kaikki veden laatuongelmat. (Ympäristöhallinto, 2020.)

Opinnäytetyötä tehdessä oikeanlaisen ja sopivan laitevalinnan takaamiseksi, laitevalinnoista keskusteltiin Asennus M. Niemi yrityksen laitetoimittaja Miska Niemen kanssa. Euralainen yritys on perehtynyt vedenpuhdistus- ja aurinkoenergiajärjestelmiin. Kyseinen yritys tekee yhteistyötä vedenpuhdistuksen osalta AQVA Finland Oy:n kanssa, mutta yritys on myös yhteyksissä muihin laitevalmistajiin. (Asennus M. Niemi, n.d..)

Rikkivedyn poistamiseksi vedestä on suositeltavaa valikoida Aqua Hapetin. Hapetin neutraloi ilmastuksella rikkivedyn hajun hapettamalla kaivoveden. Laite on yksinkertainen, pienikokoinen ja helppo. Kuvassa 4 Aqua Hapetin. Laitteeseen ei vaadita vaihdettavia massoja tai suodattimia. Laite vaatii ainoastaan toimivuuden tarkkailua ja noin 85 cm korkean tilan ollakseen pystyasennossa. Laite tulee asentaa putkilinjaan pumpun ja kalvopainesäiliön väliin. Sijainti on tarkka, sillä laite ilmastaa painesäiliöön virtaavan veden joka kerta, kun pumpu täyttää painesäiliön. Laitteen tilavuus on 9 litraa. Aqua Hapetin on Suomessa valmistettu ja sen hinta Water4You verkkokaupassa on 775 €. (Pool4You Oy, n.d.-a.)



Kuva 4. Aqua Hapetin (Pool4You Oy, n.d.-a)

Aqua Hapetinta käytetään yhdessä Aqua Fe suodatinlaitteen kanssa raudan ja mangaanin poistamiseen. Laitteiden yhteensopivuuden ja tehokkuuden takia valitaan raudan poistamiseksi kyseinen suodatinlaite. Aqua Fe vedensuodatuslaite on suunniteltu toimimaan, kun vedessä ilmenee rikkivetyä ja ilmastamiselle on tarvetta. Ilman hapetinta asennettu Aqua Fe ei poista rautaa vedestä kunnolla. Suodatin on hiekkasuodatin, jonka suodattavana materiaalina on Birm-massa. Birm-massalla pystytään vedestä suodattamaan kemikaalivapaasti rauta ja mangaani. (Pool4You Oy, n.d.-b.) Birm on katalyyttinen poistomassa (Aquakem Oy, n.d.). Käytettävän Birm-massan määrä riippuu suodattimen koosta, joka määrittää veden rauta- ja mangaanipitoisuuden, sekä puhdistettavan veden kulutuksen mukaan. Massan teoreettinen käyttöikä on 2–5 vuotta, kun massa huuhdellaan säännöllisesti. Birm-massan lisäksi Aqua Fe vedensuodatuslaite sisältää 10 kg pohjahiekkaa, jonka raekoko on 3–5 mm. (Pool4You Oy, n.d.-b.) Aqua Fe suodatin on hinnaltaan 1370 € (Niemi, 2023). Vaihdeettavaa Birm-massaa myydään 28 litran säkeissä ja hinta eri verkkokaupoissa vaihtelee muutamilla kymmenillä euroilla, kuitenkin säkin keskihinnan ollessa noin 200 €.

Jotta suodatin toimii oikealla tavalla, suodatettavan veden pH tulee olla yli 7,4. Kohteen pH on 7,6, joten laitteen tulisi toimia odotetusti. Suodatuslaite mitoitetaan tutkittujen vesianalyysien ja käyttökohteen vaatimuksen mukaan. Suodattimessa on helppokäyttöinen Autotrol 263 Digi -venttiili, joka takaa säännöllisen massan huuhtelun automaattisesti. Kuvassa 5 näkyy Aqua Fe suodatin

sekä automaattiventtiili. Suodatin tulee sijoittaa jäätymättömään tilaan, jossa on viemärointi. Viemärointiä tarvitaan huuhteluveden poistoa varten. Samasta tilasta on löydettävä myös maadoitettu sähköpistoke automaattiventtiilille. (Pool4You Oy, n.d.-b.)



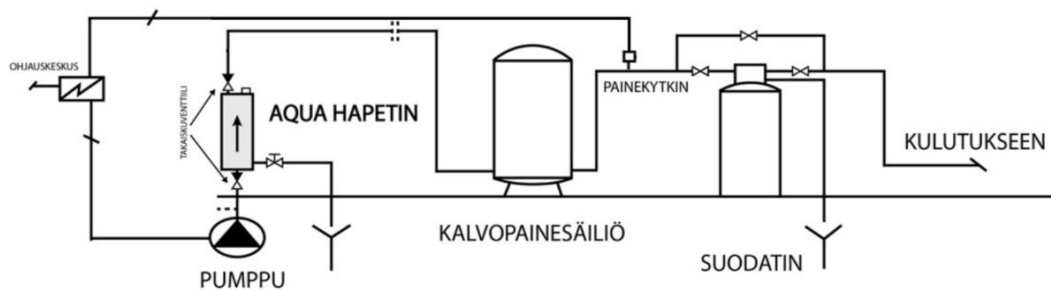
Kuva 5. Aqua Fe suodatin sekä Autotrol 263 Digi -venttiili (Pool4You Oy, n.d.-b.)

4.3 Laitteiden asennus

Aqua Hapettimen ja Aqua Fe suodatinlaitteen toimitusaika on noin viikko, mikäli tuotteita on varastossa saatavilla. Vaikka laitteiden asentaminen kylmävesilinjaan olisi helppoa tai yksinkertaista, tulee asennuksen suorittaa alan ammattilainen. Itse asennettujen laitteiden mennessä rikki tai niiden luodessa vahinkoa, vakuutusyhtiö ei ole korvausvelvollinen, eikä laitteen takuu ole voimassa. Suositeltavaa on tilata asennus laitetoimittajalta, sillä laitetoimittajilla on kaikenkattavasti tietoa ja käsitystä laitteista ja niiden asennuksesta.

Tilassa, jonne vedenkäsittelylaitteet asennetaan, tulee olla maadoitettu pistorasialla ja viemärointi. Viemärointi on välttämättömyys, sillä sinne johdetaan suodattimen huuhteluvettä ja hapettimen tyhjentämä vesi. Suodatin tulee asentaa kylmävesilinjaan kalvopainesäiliön jälkeen ennen lämminvesivaraajaa. Venttiilin päällä tulisi olla tarpeeksi tilaa massanvaihtoa ja täyttöä varten. (Niemi, 2023.)

Hapetinta asentaessa on tärkeää muistaa sijoittaa se pumpun ja kalvopainesäiliön väliin pystyasentoon seinälle. Paineenkorotuspumpulta tuleva paineputki liitetään laitteen alaosaan takaiskuventtiiliin. Laitteen yläosaan takaiskuventtiiliin liitetään kalvopainesäiliöltä tuleva putki. Viemärilinjalla toinen pää viemäriin, jotta viemärilinjassa saa olla vastapainetta. Hapettimen viemäri-venttiiliin tulee olla aina auki, jotta paineenkorotuspumpun pysähtyessä hapettimen sisällä oleva vesi pääsee tyhjentymään viemäriin. Tyhjentyessään vedestä laitteeseen virtaa ilmaa sen päällä olevan ilmausventtiilin kautta. Puhdistusprosessiin tarvitaan ilmaa. (Pool4You Oy, n.d.-a.) Kuvassa 6 esitettynä laitteiden sijoittelua.



Kuva 6. Puhdistuslaitteiden sijainti (Pool4You Oy, n.d.-a)

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön avulla pystyttiin selvittämään kohteen talousveden laatu, veden vaikuttavat ongelmat, sekä löytämään sopivat puhdistusmenetelmät. Veden laadun selvittämiseksi ja oikean puhdistusmenetelmän sekä -laitteiden valinnassa tarvittiin kattavaa tietoa kaivovedestä ja sen sisältämistä aineista. Tiedon saamiseksi porakaivon kaivovedestä teetettiin laaja talousvesitutkimus, jonka tuloksena ilmeni veden olevan hyvää talousvettä muulta osin kuin hajultaan. Hajun syyksi ilmeni rikkivety, joka tahdottiin poistettavaksi vedestä.

Vesinäytteiden tulokset osoittivat myös rautapitoisuuden olevan korkealla, ylittämättä kuitenkaan Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman asetuksen 401/2001 yksittäisen kaivon laatusuositusta. Raudan aiheuttamien esteettisten haittojen takia ja mahdollisten syntyvien ruostetukoksien takia, myös rauta tahdottiin poistaa vedestä. Luotettavien tutkimustulosten saamiseksi käytettiin laboratoriosta saatuja näyteastioita ja huomioitiin näytteenotossa tarkat ohjeet, sekä tulosten tulkitsemisessa mahdolliset mittausepävarmuudet.

Yhdellä puhdistusmenetelmällä tai vedenkäsittelylaitteella ei kyetä poistamaan kohteen kaivovedestä runsasta rikkivedyn hajua ja rautaa. Käyttökelpoisen talousveden takaamiseksi vedenpuhdistusmenetelmiksi valittiin ilmastus ja suodatus. Menetelmien toteuttamiseksi tarvitaan yhteensopivat vedenpuhdistuslaitteet. Vedenpuhdistuslaitteiksi valikoituivat Aqua Hapetin rikkivedyn poistamiseksi, sekä Aqua Fe suodatinlaite raudan poistamiseksi. Suodatinlaite puhdistaa raudan lisäksi myös mangaanin tehokkaasti. Laitteiden hankintakustannukset ovat yhteensä 2145 €. Suodatinlaite vaatii massanvaihdon noin 2–5 vuoden välein, jonka sisältämän Birm-massan hinta 28 litran säkissä maksaa verkkokaupassa noin 200 €. Hankintahintojen ja käyttökustannusten lisäksi kokonaishintaan sisältyy asennuksen hinta, joka riippuu laiteasentajan asettamista kustannuksista. Kaivovesi voidaan puhdistaa siis tehokkaasti käyttökelpoiseksi, koko talon talousvedeksi alle 3000 €:n hintaan.

Opinnäytetyö rajattiin tutkimustyöksi, sillä oletuksena on, että kattavan taustatyön ja selvityksen avulla vedenpuhdistus tapahtuu odotetusti ja toimivasti. Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin, sillä saatujen tietojen perusteella valikoidujen puhdistusmenetelmien- ja laitteiden avulla voidaan olettaa, että laitteiden asennuksen jälkeen kohteen vedestä onnistutaan poistamaan epätoivotut haittatekijät ja takaamaan talousveden normaali käyttö jokapäiväisessä veden käytössä.

Opinnäytetyötä on mahdollista hyödyntää esimerkkinä haja-asutusalueella sijaitsevan yksittäisen kaivon vedenlaadun tutkimisessa. Opinnäytetyö voi toimia tiivistettynä oppaana, joka sisältää tietoa mitä tulee huomioida kaivovesinäytteen otossa, tulosten tarkastelussa ja pohdittaessa

vedenpuhdistusmenetelmiä ja -laitteita. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää jatkossa, kun samasta kohteesta otetaan uudet vesinäytteet, jolloin aikaisempia tutkimustuloksia voidaan käyttää vertailukohteina. Opinnäytetyönä tehty vedenlaadun tutkiminen toimii siis vertailukelpoisena tuloksena myöhemmin, kun seuranta vaativien vesinäytteiden tuloksia tarkastellaan. Opinnäytetyö toimii myös kohteen omistajille raporttina, joka kertoo kohteen nykyisen vedenlaadun tilanteen, huomioon otavat ja seurattavat analyysit sekä ohjeena mitä tulee huomioida oikeanlaisten vedenpuhdistuslaitteiden hankinnassa ja asennuksessa.

Opinnäytetyön tavoitteiden saavuttamisen lisäksi opinnäytetyöllä saatiin kattava käsitys ja lisää tietoa kaivovedestä, vedenlaadusta ja sen raja-arvoista, sekä vedenpuhdistusmenetelmistä. Opinnäytetyön avulla saatiin hyödyllistä käytännön kokemusta vesinäytteiden otosta ja näytteiden käsittelystä, sekä raportoinnista. Opinnäytetyö kehitti laajaa tiedonhakua, lähdekriittisyyttä, sekä moniammatillista yhteistyötä, jotka tukevat ammatillista kehittymistä.

LÄHTEET

Aquakem Oy. (n.d.). Birm - raudan ja mangaanin katalyyttinen poistomassa. Haettu 15.01.2021 osoitteesta <https://www.aquakem.fi/tuotteet/birm-raudan-ja-mangaanin-katalyyttinen-poistomassa/>

Aqva Finland Oy. (n.d.). Suodatinpaketti rikkivety, haju. Haettu 14.01.2023 osoitteesta <https://www.aqva.fi/xl-suodatinpaketti-rikkivety-haju/AQ1XL-CAT>

Asennus M. Niemi. (n.d.). Vedenpuhdistus. Haettu 14.01.2023 osoitteesta <https://asennusmniemi.fi/vedenpuhdistus/>

Jalovesi Oy. (n.d.-a). Rikkivety vedessä. Haettu 11.01.2023 osoitteesta <https://jalovesi.fi/vedensuodatuslaitteet/rikkivety/>

Jalovesi Oy. (n.d.-b). Rauta (ruoste) vedessä. Haettu 14.01.2023 osoitteesta https://jalovesi.fi/vedensuodatuslaitteet/rauta/?gclid=EAlaIQob-ChMI0sPcwb7H_AIVEaSyCh1QbA47EAAAYASAAEgI9IPD_BwE

KVVY. (n.d.). Ohjeita näytteenottoon. Haettu 10.01.2023 osoitteesta <https://kvvy.fi/kvvy/ohje-kaivovedet/>

LUVVYLab. (n.d.). Kysymyksiä kaivoveden tutkimisesta. Haettu 11.01.2023 osoitteesta <https://www.luvvylab.fi/yleisimpia-kysymyksiä-kaivoveden-tutkimisesta/>

Motiva. (26.10.2023). Koti ja asuminen: Vedenkulutus. Haettu 14.01.2023 osoitteesta https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/hyva_ arki_ kotona/veden- kulutus

Niemi, M. (12.01.2023). Henkilökohtainen puhelinkeskustelu yrityksen Asennus M. Niemi, Miska Niemen kanssa.

Pool4You Oy. (n.d.-a). Veden puhdistus, Vedensuodattimet: Aqua Hapetin kaivoveden ilmastamiseen. Haettu 14.01.2023 osoitteesta <https://water4you.fi/tuote/aqua-hapetin-kaivoveden-ilmastamiseen/>

Pool4You Oy. (n.d.-b). Veden puhdistus, Vedensuodattimet: Raudan ja mangaanin poisto. Haettu 15.01.2023 osoitteesta <https://water4you.fi/tuote/raudan-ja-mangaanin-poisto-aqua-fe/>

Prihti, J. (08.11.2022). Kemisti Prihti Jaanan lausunto yksityisessä testausselostuksessa.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001. (17.05.2001). Haettu 10.01.2023 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010401#Pidm45053757752064>

Suojanen, N. (09.01.2023). Henkilökohtainen puhelinkeskustelu Rauman kaupungin suuhygienistin Niina Suojasen kanssa.

Suomen ympäristökeskus. (n.d.-a). Kaivoveden analyysitulkki. Haettu 12.01.2023 osoitteesta <https://www.vesi.fi/tyokalut/kaivoveden-analyysitulkki/>

Suomen ympäristökeskus. (n.d.-b). Kaivoveden analyysitulkki: Analyysin tulokset. Haettu 12.01.2023 osoitteesta <https://www.vesi.fi/kaivoveden-analyysitulkki/#/results>

Suomen ympäristökeskus. (16.08.2021). Kaivoveden laatu. Haettu 11.12.2022 osoitteesta <https://www.vesi.fi/vesitieto/kaivoveden-laatu-syventava-sisalto/>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (10.03.2022). Kaivoveden kemiallinen laatu. Haettu 11.12.2022. osoitteesta <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/kaivovesi/kaivoveden-kemiallinen-laatu>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (10.03.2022). Kaivoveden mikrobiologinen laatu. Haettu 11.12.2022 osoitteesta <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/kaivovesi/kaivoveden-mikrobiologinen-laatu>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (11.04.2022). Kaivovesi. Haettu 11.12.2022 osoitteesta <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/kaivovesi>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (23.09.2022). Vesi: Fluoridi. Haettu 12.01.2023 osoitteesta <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/kaivovesi/kaivoveden-kemiallinen-laatu/kaivovedessa-luonnostaan-esiintyvät-kemialliset-aineet/fluoridi>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (14.10.2022). Ympäristöterveys: Rauta. Haettu 12.01.2023 osoitteesta <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/kaivovesi/kaivoveden-kemiallinen-laatu/kaivovedessa-luonnostaan-esiintyvät-kemialliset-aineet/rauta>

Valvira. (30.06.2020). Talousvesi. Haettu 15.01.2023 osoitteesta <https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/talousvesi>

Ympäristöhallinto. (16.11.2020). Rakentaminen: Kaivoveden käsittely. Haettu 14.01.2023 osoitteesta https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Vedenhankinta_kaivosta/Kaivoveden_kasittely

Ympäristöhallinto. (29.03.2021). Kaivoveden laatu ja riittävyys. Haettu 11.12.2022 osoitteesta https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Vedenhankinta_kaivosta/Kaivoveden_laatu_ja_riittavyys

Ympäristöhallinto. (30.03.2021). Radon pohja- ja kaivovedessä. Haettu 12.01.2023 osoitteesta https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennushanke/talotekniset_jarjestelmat_lvi/vedenhankinta_kaivosta/Kaivoveden_laatu_ja_riittavyys/Radon

LIITE 1: TESTAUSSELOSTE



Sottinen Aini

TESTAUSSELOSTE

xs/1985

8.11.2022

1(3)



Projekti xs/1985
 Projektin nimi Kaivovesitutkimus
 Näyttenumero 22TV21741
 Näytteen nimi Porakaivo
 Näyte otettu 2.11.2022 13:00
 Näytteenottaja Aini Sottinen
 Näyte saapunut 2.11.2022

Määrittäminen	Menetelmän tunnus	Yksikkö	Tulos	Rajat
Radon	LA422H*	Bq/l	150	<1000 (s)
Escherichia coli (Colilert)	LA604*	MPN/100 ml	0	0 (v)
Suolistoperäiset enterokokit	LA603TH*	pmy/100 ml	0	0 (v)
Kolimuotoiset bakteerit (Colilert)	LA604*	MPN/100 ml	0	100 (s)
Aistinvarainen arviointi, ulkonäkö	LA163		Kirkas, kellertävä	
Arseni	LA116*	µg/l	0,38	≤10 (v)
Uraani	LA116*	µg/l	0,44	≤30 (v)
Kalsium	LA076*	mg/l	8,4	
Magnesium	LA076*	mg/l	3,2	
Mangaani	LA076*	µg/l	38	≤100 (s)
Rauta	LA076*	µg/l	340	≤400 (s)
Kovuus (laskennallinen Ca ja Mg)	LA136*	mmol/l	0,34	
Kemiallinen hapenkulutus, COD(Mn)	LA144*	mg/l O2	2,7	≤5 (s)
pH	LA147*		7,6	6,5-9,5 (s)
Sähkönjohtavuus	LA146*	µS/cm	556	<2500 (s)
Kloridi	LA162*	mg/l	61	≤100 (s)
Fluoridi	LA162*	mg/l	1,1	≤1,5 (v)
Ammonium NH4	LA131*	mg/l NH4	0,039	≤0,50 (s)
Nitriitti NO2	LA129*	mg/l NO2	<0,007	≤0,50 (v)
Nitraatti, NO3	LA005*	mg/l NO3	0,06	≤50 (v)

STM:n asetus 401/2001 (yksityiset kaivot) v=vaatimus, s=suositus

LISÄTIETOJA

Laboratorio: Vesinäytteessä havaittu voimakas rikkivedyn haju.

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä.

Tässä testausselostuksessa esitetyt testaus tulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyä.

Tampere Puh. 03 246 1208 laboratorio@kvyy.fi	Pori Puh. 03 246 1277 porilab@kvyy.fi	Rauma Puh. 03 246 1276 raumalab@kvyy.fi	Hämeenlinna Puh. 03 246 1275 tavastlab@kvyy.fi	Sastamala Puh. 03 246 1275 sastalab@kvyy.fi	Vaasa Puh. 06 312 0020 bothialab@kvyy.fi	Jyväskylä Puh. 03 246 1267 jyvaskyla@kvyy.fi
---	--	--	---	--	---	---



TESTAUSSELOSTE

xs/1985

8.11.2022

2(3)

LAUSUNTO

Vesinäyte oli muilta tutkitulta osin paitsi hajultaan hyvää talousvettä (STM:n asetus 401/2001).

Lisätietoa kaivoista ja kaivoveden ominaisuuksia löytyy sivustolta www.ymparisto.fi/kaivot.
Kaivoveden analyysitulkki vesinäytteiden analyysitulosten tarkasteluun www.ymparisto.fi/kaivot/analyysitulkki.

KVYVY Tutkimus Oy

Jaana Prihti
Kemisti

Digitally signed by allekirjoitus.kvvy.innolims.fi
Date: 2022.11.08 12:00:22 +02:00
Reason: InnoLIMS pdf sign

MENETELMÄVIITTEET

LA005	SFS-EN ISO 13395:1997, CFA-analysaattori
LA076	SFS-EN ISO 11885:2009
LA116	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2016
LA129	SFS-EN ISO 13395:1997, CFA-analysaattori
LA131	Sisäinen menetelmä KVYVY LA131
LA136	Sis. menetelmä, perustuu SFS-EN ISO 11885:2009
LA144	SFS 3036:1981, muunneltu CFA-analysaattori
LA146	SFS-EN 27888:1994
LA147	SFS 3021:1979
LA162	SFS-EN ISO 10304-1:2009
LA163	Sisäinen menetelmä
LA422H	
LA603TH	SFS-EN ISO 7899-2:2000
LA604	SFS-EN ISO 9308-2:2014

* - Akkreditoitu tutkimusmenetelmä.

Tässä testausselosteeissa esitetyt testausulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteeen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyessä.

Tampere Puh. 03 246 1208 laboratorio@kvvy.fi	Pori Puh. 03 246 1277 porilab@kvvy.fi	Rauma Puh. 03 246 1276 raumalab@kvvy.fi	Hämeenlinna Puh. 03 246 1275 tavastlab@kvvy.fi	Sastamala Puh. 03 246 1275 sastalab@kvvy.fi	Vaasa Puh. 06 312 0020 botnialab@kvvy.fi	Jyväskylä Puh. 03 246 1267 jyvaskyla@kvvy.fi
---	--	--	---	--	---	---


TESTAUSSELOSTE
xs/1985

8.11.2022

3(3)

MITTAUSEPÄVARMUUDET

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Radon*	22TV21741	30 %	3.11.2022	A
Escherichia coli (Colilert)*	22TV21741	Toimitetaan pyydettyessä	2.11.2022	A
Suolistoperäiset enterokokit*	22TV21741	Toimitetaan pyydettyessä	2.11.2022	A
Kolimuotoiset bakteerit (Colilert)*	22TV21741	Toimitetaan pyydettyessä	2.11.2022	A
Aistinvarainen arviointi, ulkonäkö	22TV21741		2.11.2022	A
Arseeni*	22TV21741	29 %	4.11.2022	B
Uraani*	22TV21741	15 %	4.11.2022	B
Kalsium*	22TV21741	10 %	3.11.2022	B
Magnesium*	22TV21741	10 %	3.11.2022	B
Mangaani*	22TV21741	15 %	3.11.2022	B
Rauta*	22TV21741	15 %	3.11.2022	B
Kovuus (laskennallinen Ca ja Mg)*	22TV21741	21 %	4.11.2022	B
Kemiallinen hapenkulutus, COD(Mn)*	22TV21741	12 %	3.11.2022	B
pH*	22TV21741	0,2	3.11.2022	B
Sähköjohtavuus*	22TV21741	5 %	3.11.2022	B
Kloridi*	22TV21741	10 %	7.11.2022	B
Fluoridi*	22TV21741	15 %	7.11.2022	B
Ammonium NH4*	22TV21741	15 %	4.11.2022	B
Nitriitti NO2*	22TV21741		4.11.2022	B
Nitraatti, NO3*	22TV21741	0,009	4.11.2022	B
A	KVYY Tutkimus Oy / Rauma			
B	KVYY Tutkimus Oy / Tampere			

* - Akkreditoitu tutkimusmenetelmä.

Tässä testausselostessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyessä.

Tampere Puh. 03 246 1208 laboratorio@kvyy.fi	Pori Puh. 03 246 1277 porilab@kvyy.fi	Rauma Puh. 03 246 1276 raumalab@kvyy.fi	Hämeenlinna Puh. 03 246 1275 tavastlab@kvyy.fi	Sastamala Puh. 03 246 1275 sastalab@kvyy.fi	Vaasa Puh. 06 312 0020 botnialab@kvyy.fi	Jyväskylä Puh. 03 246 1267 jyvaskyla@kvyy.fi
---	--	--	---	--	---	---