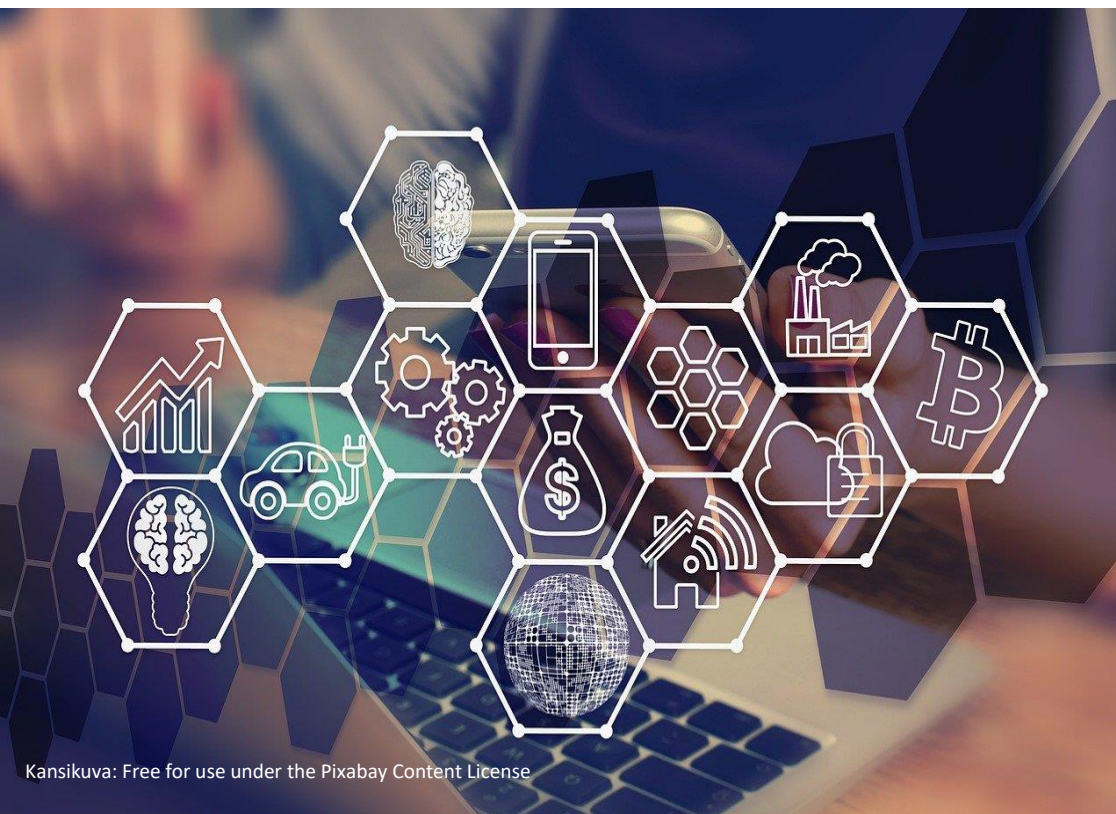


Krista Salminen

## Datalähtöinen talousveden

## laadun seurannan kehittäminen

## ja tietojohdaminen - Case Heinolan kaupunki



Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

Datasta tekoälyyn

Kevät 2024



**KAMK • University  
of Applied Sciences**

## **Tiivistelmä**

**Tekijä(t):** Salminen Krista

**Työn nimi:** Datalähtöinen talousveden laadun seurannan kehittäminen ja tietojohdaminen – Case Heinolan kaupunki

**Tutkintonimike:** Tieto- ja viestintätekniikan insinööri

**Asiasanat:** Talousveden laatu, Tietojohdaminen

Opinnäytetyö tehtiin Heinolan kaupungin Tekniikkatoimialalta saadun toimeksiannon pohjalta. Työn tavoitteeksi sovittiin laatia ehdotuksia datalähtöisen talousveden laadun seurannan ja siihen liittyvän tietojohdamisen kehittämiseksi. Opinnäytetyön avulla Heinolan kaupungin tekniikkatoimiala toivoi saavansa paremman kokonaiskuvan talousveden prosessista ja siitä, kuinka he voisivat johtaa tiedolla veden laatua. Digitaalisuuden hyödyntämistä pidetään yleisesti ratkaisuna sekä paremman kokonaiskuvan saamiseksi että pidemmällä tähtäimellä ennakoitavan, luotettavan ja tehokkaan toiminnan varmistamiseksi.

Menetelmäksi valikoitui toiminnallinen opinnäytetyö, jossa tietolähteinä hyödynnettiin saatavilla olevaa kirjallisuutta, Heinolan kaupungilta saatua kirjallista materiaalia sekä keskusteluja keskeisten Heinolan kaupungin asiantuntijoiden kanssa. Heinolan kaupungin johdon ja henkilöstön kanssa käytyjen keskusteluiden pohjalta tehtiin iteratiivisesti muutoksia opinnäytetyöhön, kuten esim. kehitystarpeisiin ja -ehdotuksiin.

Opinnäytetyössä muodostettiin kokonaiskuva Heinolan kaupungin veden laadun seurannasta. Tämän pohjalta tehtiin nykytilan analyysi, jonka aikana luotiin tarkempi tarveanalyysi. Tarpeiden pohjalta laadittiin kuusi kehitysehdotusta, joiden ideana oli herättää ajatuksia siitä, miten tietoa voidaan hyödyntää ja kuinka tiedon esittämisellä voi olla iso merkitys tietojohdamisen ja ongelmatilanteiden ennakoitavuuden kannalta. Työn tulokset toivat konkreettisia ehdotuksia tietojohdamisen näkökulmiin, joita ovat ilmiön ymmärtäminen, johtamisen käytännöt sekä johtamistyökalut. Ilmiön ymmärtämistä auttamaan ehdotettiin keinoja paremman kokonaiskuvan muodostamiseen. Johtamisen käytäntöihin ehdotettiin olemassa olevien tietokantojen yhdistämistä yhdeksi tietoaalaksi. Johtamistyökaluiksi ehdotettiin mm. raportointityökalujen ja tiedon visualisoinnin hyödyntämistä.

Muodostettu tietoperusta sekä nykytilan kuvaus ja analyysi kokosivat hyvän tietopakettien aiheesta. Nykytilan analyysi ja todetut kehitystarpeet auttavat kehitysehdotusten priorisoinnissa. Tietojen tuominen eri valtion hallinnon Hertta-, Vati-, ja Veeti-tietojärjestelmistä yhteen kuntien yhteiseen tietoaalaseen kannattaisi mahdollisesti tehdä valtion ja kuntien kesken. Seuraavassa vaiheessa kannattaisi käydä laajoja keskusteluja eri sidosryhmien välillä tiedon hyödyntämisen tarpeista ja tietoaalasta toteuttamisesta. Tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi sisäisten toimintojen kehittämisessä, ongelmatilanteiden ennakoinnissa sekä kokonaiskuvan ja ymmärryksen lisäämisessä.

## **Abstract**

**Author(s):** Salminen Krista

**Title of the Publication:** Data-driven development of domestic water quality monitoring and knowledge management – Case City of Heinola

**Degree Title:** Information and communication technology engineer

**Keywords:** Domestic water quality, Knowledge management

The thesis was based on a commission from the Technical Sector of the City of Heinola. The aim of the thesis was to produce development proposals for the data-driven water quality monitoring and related knowledge management. Through the thesis, the Technical Sector of the City of Heinola hoped to gain a better overview of the domestic water process and how they could manage water quality with data. The use of digitalisation is widely seen as a solution both to gain a better overall picture and, in the longer term, to ensure predictable, reliable and efficient operations.

The method chosen was a functional thesis work, that was based on available literature, written material from the City of Heinola and discussions with key experts from the City of Heinola. Based on the discussions with the management and staff of the City of Heinola, changes were made iteratively to the content like the development needs and suggestions.

The thesis provided an overview of water quality monitoring in the City of Heinola. Based on this, a current state analysis was made, during which a more detailed needs analysis was created. In total, six development proposals were made based on these needs, aiming to stimulate ideas on how information can be utilized and how presenting information can have a significant impact on knowledge management and predictability of problem situations. The results of this work provided concrete suggestions on aspects of knowledge management: understanding the phenomenon, management practices and management tools. In order to help understand the phenomenon, ways to get a better overall picture were suggested. For management practices, it was suggested to integrate existing databases into a single data lake. Management tools suggested included the use of reporting tools and data visualisation.

The established knowledge base, along with the description and analysis of the current state, compiled a comprehensive information package on the topic. The current state analysis and identified development needs help prioritize development proposals. It might be worthwhile to import data from the different state administration information systems Hertta, Vati and Veeti into a common data lake for municipalities. The next step would be to hold extensive discussions between the different stakeholders on the needs for data exploitation and the implementation of the data lake. Information can be utilized, for example, in developing internal operations, predicting problems, and enhancing overall understanding and awareness.

## **Alkusanat**

Tämä opinnäytetyö on tehty Heinolan kaupungin tekniikkatoimialan vesihuoltopalvelulle.

Haluan kiittää Heinolan kaupungin teknisen toimen johtajaa Keijo Houhalaa ja asiantuntijoita Jenna Peurakorpea ja Tomi Lahtea tästä tilaisuudesta tehdä opinnäytetyö Heinolan kaupungille. Tämän lisäksi kiitän heitä aktiivisesta läsnäolosta keskustelutilaisuuksissa, Heinolan kaupungin toimintaan liittyvien lähdemateriaalien antamisesta sekä tarpeiden ja kehitysehdotusten esittämisestä.

Lisäksi kiitän opinnäytetyön ohjaajaa Tommi Kauppista ja kielentarkastaja Teija Mursulaa työn ohjauksesta ja neuvojen antamisesta.

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Teoreettinen viitekehys.....	3
2.1	Laadun käsite.....	4
2.2	Veden laatu .....	4
2.2.1	Pohjaveden laatu .....	5
2.2.2	Talousveden laatu.....	8
2.2.3	Talousveden tuotanto ja jakelu .....	10
2.2.4	Vesihuoltopalvelun laatu .....	12
2.3	Tietojohdaminen.....	13
2.3.1	Tietojohdaminen julkisella sektorilla.....	19
2.3.2	Tietojohdaminen veden laatuun liittyen .....	20
2.4	Tietoperustainen arvonluonti .....	21
2.5	Palvelumuotoilu .....	22
3	Vesihuoltolaitoksen laadunvalvonta .....	25
3.1	Nykytilanteen kuvaus .....	25
3.1.1	Pohjaveden laadunseurantaprosessi.....	28
3.1.2	Talousveden laadun seurantaprosessi.....	30
3.2	Nykytilanneanalyysi.....	33
3.3	Tarpeet ja tavoitteet .....	36
4	Veden laadun tietojohdamisen kehittäminen.....	39
4.1	Tietoaltaan kehittäminen.....	39
4.2	Raportointityökalun hyödyntäminen .....	40
4.3	Riskienhallintatoimenpiteiden seuranta .....	42
4.4	Veden laatuindeksin kehittäminen .....	43
4.5	Jatkuvatoimiset reaaliaikaiset mittaukset.....	44
4.6	Palveluiden oston suunnittelu tietojohdamisen tarpeet huomioiden .....	45
5	Pohdinta .....	46
6	Jatkotutkimus ja -kehitys.....	49
7	Lähteet.....	51
8	Liitteet.....	61

## Käsitteet ja terminologia

Arvonluonti	Arvonluonnissa on kyse tietoisesta ja tavoitteellisesta pyrkimyksestä toteuttaa arvokkaaksi koettua toimintaa (Työterveyslaitos)
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. ELY-keskus ohjaa pohjavesien suojelua sekä vastaa pohjaveden ottamoiden valvonnasta ja pohjavesien luokittelusta (Suomen Ympäristökeskus, 2022c)
Indikaattori	Indikaattori on määrällinen tai laadullinen muuttuja, joka kuvaa tarkasteltavaa kohdetta. Se ei ole tarkka mitta ja se tarvitsee tulkintaa ja selitystä. Indikaattorin tulisi olla yksinkertainen, todennettavissa oleva ja luotettava keino mitata muutoksia ja suorituksia. (OECD, 2022, s. 17)
Juomaveden laatuindeksi (DWQI)	DWQI (Drinking water quality index) on WHO:n (World Health Organisation) kehittämä numeerinen asteikko, jota käytetään juomaveden kokonaislaadun arvioimiseen. Se pitää sisällään niin veden fysikaalisia, kemiallisia, kuin biologisia parametreja. (Rickwood & Carr, 2007, s. 11–18)
Palvelumuotoilu	Palvelumuotoilu on ihmislähtöinen tapa ymmärtää eri sidosryhmien tarpeita. Tavoitteena on luoda arvoa vaikuttavien ja tehokkaiden palveluiden kehittämisellä. (Alhonsuo, 2021, s. 29)
Pohjavedenottamo	Pohjaveden ottamiseen tarkoitettu rakennelma tai laitteisto, kuten esimerkiksi kaivo, josta johdetaan pinta-, pohja- tai tekopohjavettä käytettäväksi talousvetenä tai talousveden valmistukseen (A 7/2023).
Pohjavesi	Luonnontieteellisen määritelmän mukaan pohjavesi on vettä, joka on painovoiman vaikutuksesta virrannut maaperään tai kallioperän halkeamiin. (Britschigi ym., 2018, s. 14–19)
Pohjavesialue	Pohjavesialue on ympäristönsuojelulaissa määritelty geologisin perustein rajattavissa olevaksi maaperän muodostumaksi tai kallioperän vyöhykkeeksi, joka mahdollistaa merkittävän pohjaveden virtauksen tai vedenoton (Britschigi ym., 2018, s. 14–19).
Talousveden laatu	Talousveden laatuvaatimuksia on säädetty sosiaali- ja terveysministeriön asetuksissa, jossa määritellään mikrobiologiset, kemialliset ja radioaktiivisuuteen liittyvät laatuvaatimukset ja -tavoitteet vedelle (A 2015/1352). Yleisindikaattoreita ovat veden lämpötila, jonka pitää olla alle 20 astetta, sekä veden haju, maku, väri ja sameus, joiden tulee olla käyttäjien hyväksyttävissä ja joissa ei saa olla epätavallisia muutoksia (Suomen Ympäristökeskus, 2021b).
Talousvedenjakeluverkosto	Vedenjakeluverkosto koostuu päävesijohdoista, jakelujohtoista ja tonttijohdoista. Päävesijohdot ovat suuria runkolinjoja, joiden tehtävä on johtaa vettä vesihuoltolaitokselta jakelualueelle. Päävesijohtoon kiinnitetään jakelujohtoja, jotka tuovat veden lähemmäksi kiinteistöjä. Tonttijohdot jakelevat veden kiinteistöjen sisällä asukkaille. (Siik, 2015, s. 15)

Talousvesi	Talousvesi on vettä, jota käytetään juomavetenä, ruoan valmistukseen tai muihin kotitaloustarkoituksiin yksityisissä, julkisissa tai kaupallisissa tiloissa. (Valvira, 2023a)
Tiedolla johtaminen	Tiedolla johtaminen on tiedon hyödyntämistä päätöksenteossa. (Hupanen, 2021)
Tiedon johtaminen	Tiedon johtaminen on tiedon jakamista, uuden tiedon luontia ja erilaisten tietovarastojen ja -virtojen hallintaa. (Hupanen, 2021)
Tietojohtaminen	Tietojohtaminen on kattotermi, joka pitää sisällään tiedon johtamisen ja tiedolla johtamisen. Se on johtamisen osa-alue, jonka avulla pyritään lisäämään kykyä luoda tietoon ja osaamiseen perustuvaa arvoa. (Leskelä ym., 2019, s. 15–18)

## 1 Johdanto

Vesihuolto on yhteiskunnan kannalta yksi tärkeimmistä toiminnoista ja palveluista. Sitä myös sää-  
dellään erilaisilla lakiteksteillä ja asetuksilla. Vesihuollossa on useita haasteita, kuten rapautuvat  
verkostot, putkirikot ja muut käyttöhäiriöt. Vesihuoltojärjestelmät tulee pitää toimintakunnossa  
aina, mutta esim. ilmastonmuutos tuo lisää haasteita vesihuollolle. (Katko ym., 2022, s. 28–29)  
Vanhat putkistot ja suuret sadevesimäärät voivat heikentää juomaveden laatua.

Parhaillaan on käynnissä vesihuoltolain uudistus, jonka tavoitteena on huolehtia laadukkaan ve-  
den saannista tulevaisuudessa sekä tähän tarvittavien kustannusten kattamisesta. Suurin osa  
kuntien vesihuoltoon liittyvän palvelun kustannuksista syntyy laitteistojen, putkistojen ja kiinteis-  
töjen ylläpidosta ja saneerauksesta. Vain pieni osa kustannuksista aiheutuu itse veden kulutuk-  
sesta. (Taipale, 2023) Vaikka kulutus vähenisikin, niin vesihuollon kustannukset eivät alene ja ve-  
den hinta jatkaa kasvuaan (Mäntymaa, 2016).

Tällä hetkellä Heinolan kaupungissa on koettu ongelmiksi vedenlaatuun liittyvän kokonaiskuvan  
puute sekä laadunvalvonnasta saatavien tulosten hyödynnettävyys. Opinnäytetyön tavoitteena  
on kuvata ja analysoida veden laadunvalvonnan nykytila Heinolan talousveden tuotantoketjussa.  
Tämä edellyttää paitsi laadunvalvontaprosessin myös vedentuotantoprosessin kuvausta. Tarkoi-  
tuksena on tuottaa kehitysehdotuksia vedenlaadun kokonaiskuvan parantamiseksi ja riittävän tie-  
don tuottamiseksi Heinolan vesilaitoksen tiedolla johtamisen tueksi.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Heinolan kaupungin Tekniikkatoimiala. Opinnäytetyö pohjus-  
tettiin Heinolan kaupungille tehdyn työharjoittelujakson aikana, jolloin työharjoittelussa tehtiin  
selvitystyö Lupa- ja valvonta- sekä Tekniikkatoimialojen digitalisoinnin ja automatisoinnin osalta.  
Harjoittelun aikana tutustuttiin Heinolan kaupungin toimintaan, strategiaan sekä digikehityssuun-  
nitelmiin. Tämän jälkeen Heinolan kanssa sovittiin opinnäytetyön fokukseksi datalähtöinen ta-  
lousveden laadunseurannan ja siihen liittyvän tietojohtamisen kehittäminen. Opinnäytetyö on  
toiminnallinen opinnäytetyö, jossa tehdään toimeksiantajan tarpeen mukaista selvitystä. Seuraa-  
vaksi on lueteltu opinnäytetyölle yhteistyössä toimeksiantajan kanssa määritellyt tutkimuskysy-  
mykset:

### Päätutkimuskysymys:

Miten Heinolan kaupungin talousveden laadunvalvontaa ja siihen liittyvää datan hallintaa tulisi  
kehittää, jotta vedenlaatua voisi johtaa tietoon perustuen?



Alakysymykset:

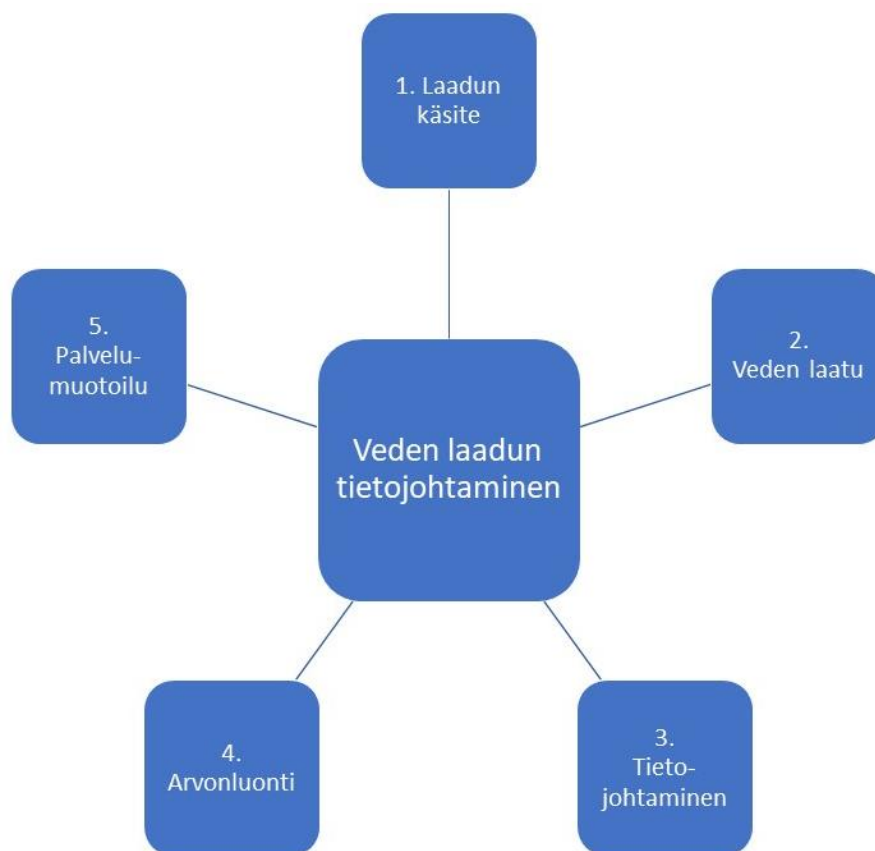
1. Mikä on raakavedestä talousvedeksi prosessin kokonaiskuva ja miten talousveden laatua prosessissa valvotaan (esim. indikaattoreilla ja toimintatavoilla)?
2. Minkälaisesta lisätiedosta voisi olla hyötyä kokonais kuvan parantamiseksi? Mistä tarvittavaa tietoa saadaan?
3. Minkälaisista raporteista voisi olla hyötyä tiedolla johtamisen tueksi? Voiko automatisointia hyödyntää tiedolla johtamisen apuna?

Opinnäytetyö on rajattu käsittelemään talousveden laadun tietojohdamista, joka pitää sisällään tiedolla johtamisen sekä tiedon johtamisen. Vesihuoltopalveluun liittyy talousvesipalvelun lisäksi myös jätevesipalvelu, jota ei käsitellä tässä työssä. Talousveden laatuun liittyy paitsi raakavesi, myös vedentuotantoketju, jakeluverkostot sekä koettu palvelun laatu. Opinnäytetyössä ei ole kehitetty valmiita ratkaisuja, vaan on tuotettu kehitysehdotuksia aiheeseen liittyvän kirjallisuuden ja Heinolan kaupungilta saadun materiaalin avulla muodostetun tietoperustan sekä Heinolan kaupungin edustajien kanssa käytyjen keskusteluiden pohjalta.

Työ on aloitettu syyskuussa 2023 ja se saatiin valmiiksi huhtikuussa 2024.

## 2 Teoreettinen viitekehys

Opinnäytetyön teoreettisessa viitekehyksessä tarkastellaan keskeisiä käsitteitä, jotka liittyvät ta-  
lousveden laatuun sekä tietojohdamiseen. Tällä teoreettisella tarkastelulla katetaan tutkimuskysymysten mukainen taustatieto. Laatukäsite pitää sisällään myös palvelun laadun, minkä vuoksi teoriaosuudessa käsitellään lyhyesti myös arvonluontia ja palveluiden muotoilua. Lisäksi palvelumuotoilun prosessia käytetään opinnäytetyön aikana Alhosen oppaan mukaisesti ohjaamaan työn kulkua (Alhonen ym., 2023). Kuvassa 1 on esitetty teoreettisen viitekehysten osa-alueet.



Kuva 1: Opinnäytetyössä tutkittavia veden laatuun ja laadun johtamiseen liittyviä näkökulmia.

Teorian tarkastelulla pyritään saamaan teoreettista taustaa tutkimuskysymyksiin liittyen, jotta voidaan verrata Heinolan kaupungin tietojohdamisen nykytilaa suhteessa teoriaan. Teorian tarkastelulla haetaan myös mahdollisia kehitysideoita Heinolan kaupungin pohdittavaksi.

## 2.1 Laadun käsite

Laadulle ei ole olemassa mitään yksiselitteistä määritystä. Laadun käsite muodostuu yksilöllisesti jokaiselle tuotteelle tai palvelulle. Tuotteiden ja palveluiden tulee täyttää tietyt asetetut vaatimukset (esim. laatutaso tai 0-virhetaso). Vaatimuksista luodaan laatua kuvaavat parametrit, joilla mitataan tuotteen tai palvelun toiminnallisuutta ja virheettömyyttä. (Anttila & Jussila, 2016)

Kaikissa tuotteissa tärkeinä laatutekijöinä esiintyy esim. kestävyys, soveltuvuus, turvallisuus, ulkonäkö ja ympäristöystävällisyys. Tuotteen tekemiseen liittyy myös usein palvelu, jossa laatu koostuu mm. toimitusajasta, palvelutasosta ja luotettavuudesta. (Logistiikan maailma, 2023)

Asiakkaiden kokema palvelun laatu voi esiintyä teknisenä sekä toiminnallisena laatulementtinä. Tekninen laatu muodostuu organisaation todellisesta työstä asiakasta kohtaan, kun taas toiminnallinen laatu muodostuu asiakkaan saamasta palvelusta. Näiden laatulementtien yhtenäinen käsitys muodostaa koetun palvelun laadun. (Grönroos, 1990, s. 94) Palvelun laatu määrittyy hyvin pitkälti asiakkaiden henkilökohtaisesta odotuksesta palvelua kohtaan sekä toteutuneesta kokemuksesta. Palvelun laadun mittaamista ja analysointia helpottaa, kun organisaatio on tunnistanut sisäisten ja ulkoisten asiakkaiden näkökulmista tärkeät ominaisuudet ja määritellyt niille tavoitteet tai -tasot. (Tirkkonen, 2014)

## 2.2 Veden laatu

Veden laadulla tarkoitetaan talousveden laatua ja palvelua, mikä liittyy talousveden toimittamiseen asiakkaille. Tässä yhteydessä veden terveellisyys, aistinvaraiset kokemukset sekä veden toimituksen keskeytymättömyys muodostavat niin sanotun teknisen laadun. Toiminnallinen laatu puolestaan muodostuu kaupungin ja vesilaitoksen asiakaspalvelun sekä viestinnän synnyttämästä kokemuksesta.

Veden laatu on hyvin tärkeä kansanterveydelle ja sen takia sitä valvotaan hyvin huolellisesti ja säännöllisesti. Yhteiskunnalle on oleellista saada puhdasta, terveydelle haitatonta talousvettä. Talousveteen vaikuttaa koko prosessi aina raakavedestä hanaan asti. Tässä kappaleessa 2.2 käsitellään teknisesti laadukkaan pohjaveden sekä talousveden tuotanto- ja jakeluprosessia sekä lyhyesti myös vesihuoltoon liittyvää palvelunäkökulmaa, jotta saadaan käsitys veden laatuun liittyvistä näkökulmista.

Raakavesi voidaan ottaa pohjavedestä, pintavedestä tai tekopohjavedestä. Koska työn aiheena on Heinolan kaupunki, joka saa talousvetensä pelkästään pohjavedestä, niin tässä teoriaosuudessa tarkastellaan erityisesti pohjaveden laatua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Kappaleessa myös käsitellään laatua talousveden sekä vesihuoltopalvelun näkökulmista.

### 2.2.1 Pohjaveden laatu

Luonnontieteellisen määritelmän mukaan pohjavesi on sade- tai pintavettä, joka on painovoiman vaikutuksesta virrannut maaperään tai kallioperän halkeamiin. Pintavesiin huuhtoutuu sadeveden mukana vesistön valuma-alueelta aineita, jotka voivat olla sekä hyödyllisiä tai haitallisia pohjaveden laadulle (Suomen Ympäristökeskus, 2021a). Pohjavettä on kaikkialla maaperässä, mutta maaperän ominaisuuksien ja maanpinnan muodon vaikutuksesta pohjavettä koostuu joissain paikoissa enemmän. (Britschigi ym., 2018, s. 23)

Tekopohjavesi on pohjavettä, jota tuotetaan pohjavesien luontaisen muodostumisen nopeuttamiseksi. Kuvassa 2 näytetään, kuinka pohjavesiesiintymiin imeytetään käsittelemätöntä tai esikäsiteltyä pintavettä imeytysaltaiden, -kaivojen tai sadetuksen avulla. Pintavesi suodattuu maakerrosten läpi ja muutamien kuukausien jälkeen pumpataan ylös maahan rakennetusta pohjavesikaivosta. Tekopohjavesi on laadultaan yhtä turvallista kuin luontainen pohjavesi. (Turun Seudun Vesi Oy, 2021) Tekopohjaveden käyttö on taloudellinen, ympäristöystävällinen ja toimintavarma keino varmistaa puhtaan talousveden saanti tulevaisuudessa ja kriisitilanteissa (Broman, 2023).

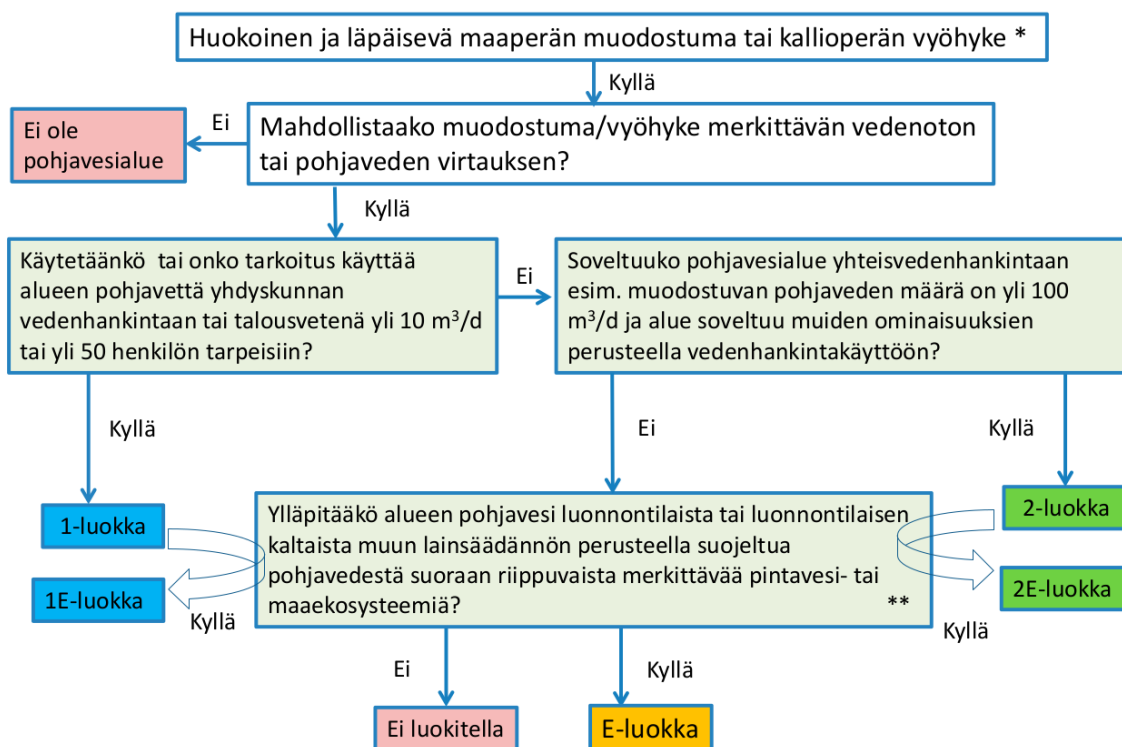


Kuva 2: Virttaankankaan tekopohjavesilaitoksen toimintakaavio. (Turun Seudun Vesi Oy, 2021)

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset) tekevät pohjavesialuemäärittelyä yhteistyössä mm. kuntien kanssa. Pohjavesitietoja tarvitaan esim. silloin, kun etsitään uusia alueita pohjaveden otolle ja tekopohjaveden valmistamiselle. Lisäksi tietoja käytetään maankäytön suunnittelussa ja pohjavesien suojelussa esim., kun suunnitellaan ja sijoitetaan erilaisia alueita, kuten hiekan- ja soranottoalueita, liikennealueita ja asutusta. Nämä alueet vaarantavat pohjavesiä, ja tämän vuoksi pohjavesien suojelussa pyritään ennaltaehkäisemään pohjavesien laadun heikkeneminen ja pitämään niiden määrä hyvänä. (Suomen Ympäristökeskus, 2022a)

Kunnan vastuulla on suojella ja tehdä tärkeille pohjavesialueille suojelusuunnitelma, jossa riskejä aiheuttaville asioille kunta laatii toimenpidesuosituksen. (Suomen Ympäristökeskus, 2023d). Suojelusuunnitelman voi myös tehdä ELY-keskus, kunnan vesihuoltolaitos, ympäristöjärjestö tai yksityinen kansalainen (Suomen Ympäristökeskus, 2022c). Näiden lisäksi suunnittelutyöhön voivat osallistua aluehallintovirasto (AVI) ja erilaiset toiminnanharjoittajat.

ELY-keskukset määrittävät pohjavesialueille luokkia sen perusteella, miten hyvin ne käyvät vedenottoon ja liittyykö niihin ympäristön suojellisia näkökulmia. Pohjavesialueet sijoittuvat kolmeen luokkaan, 1-luokkaan, 2-luokkaan ja E-luokkaan. Kuvassa 3 on kaavio, jonka perusteella määritellään, mihin luokkaan pohjavesialue kuuluu. Suomen pohjavesistä yli puolet kuuluvat 1-luokan talousveden käyttöön soveltuviin pohjavesialueisiin. (Britschigi ym., 2018, s. 45–59; Suomen Ympäristökeskus, 2022a)



Kuva 3: Pohjavesialueiden luokittelukaavio (Britschigi ym., 2018, s. 46)

Valtakunnalliset ELY-keskukset ovat vastuussa omien alueidensa pohjavesien valvonnasta, tutkimuksista ja pohjavesialueita koskevien tietojen tuottamisesta. Suomen Ympäristökeskuksen (SYKE) vastuulla on laatia valtakunnallisia yhteenvetoja eri toimijoiden tarpeisiin. SYKE vastaa valvonnan koordinoinnista, kun taas valtakunnalliset ELY-keskukset tekevät rutiinimittaukset. (Suomen Ympäristökeskus, 2023a)

Ympäristöhallinto on perustanut 90 pohjavesiasemaa luonnontilaisille pohjavesialueille eripuolilla maata. ELY-keskusten lisäksi vesihuoltolaitokset valvovat pohjavettä, jota ne käyttävät talousveden tuottamisessa. (Suomen Ympäristökeskus, 2023e; Suomen Ympäristökeskus, 2024a) Vesinäytteitä otetaan pohjavesiasemilla 2–4 kertaa vuodessa. Kaikilla asemilla on omat seurantaohjelmansa ja näytteenottoaikataulunsa, sillä pohjavesien pinnankorkeudet vaihtelevat riippuen alueesta. (Suomen Ympäristökeskus, 2022b) Taulukossa 1 on vesinäytteistä tutkittavia veden laatekijöitä.

Laatutekijä	Mikrobiologinen tutkimus	Suppea analyysi	Laaja analyysi
Koliformiset bakteerit 36°C	X	X	X
E. coli	X	X	X
Aistinvarainen arviointi (haju, maku, ulkonäkö)	X	X	X
pH		X	X
Sähkönjohtavuus		X	X
Permanganaattiluku (hapettuvuus) tai TOC		X	X
Nitriitti		X	X
Nitraatti		X	X
Ammonium		X	X
Rauta		X	X
Kloridi		X	X
Väriluku		X	X
Mangaani		X	X
Fluoridi			X
Kokonaiskovuus			X
Sameus			X
Arseeni			porakaivot
Radon (uraani)			porakaivot
Alkaliniteetti, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>			tarvittaessa

Taulukko 1: Vesinäytteistä tutkittavia laatekijöitä (Suomen Vesiyhdistys, 2005, s. 120)

Pohjavesien laatu Suomessa on hyvin tasalaatuinen. Laatuvaihtelut voivat kuitenkin johtua mm. pohjavesialueiden ominaisuuksista, vuodenajasta sekä pohjavesien pinnankorkeuden vaihtelusta. Esimerkiksi kesällä ja alkusyksyllä pohjavesien pinta on matalalla, jolloin vesien ainepitoisuudet lisääntyvät. Veden laatuun myös vaikuttaa sateen määrä, lumen sulaminen ja haihtuminen sekä maassa tapahtuvat kemialliset reaktiot ja biologiset ilmiöt, jotka johtuvat esim.

maaperän lämpötilasta. (Suomen Ympäristökeskus, 2022c) Alla olevassa taulukossa 2 on listattuna pohjaveden laatuun vaikuttavia tekijöitä:

<b>Vaikuttavia tekijöitä</b>
Pohjavesien pinnankorkeus
Sademäärä
Maaperä
Kallioperä
Hiekan- ja soranotto, asfalttiasemat, kaivostoiminta
Maankaivu, rakentaminen, soiden ojitukset
Ilmasto, esim. lämpötila, sateen määrä, kuivuus
Kasvillisuus
Tienkunnossapito, mm. teiden suolaus
Teollisuusalueet, esim. vaarallisia kemikaaleja käyttävä teollisuus, kemialliset pesulat, puunkylvästämöt, sahat
Huoltoasemat, korjaamot, romuttamot, polttonesteiden varastointi ja kiinteistöjen omat öljysäiliöt, maanalaiset öljysäiliöt
Vaarallisten ja pohjavedelle haitallisten aineiden sekä öljyjen kuljetukset
Kemikaalionnettomuudet
Kaatopaikat, pilaantuneet maa-alueet
Ratapihat, lentokentät
Maatalous, pelto- ja puutarhaviljely, kasvihuoneet ja taimitarhat
Kotieläintalous, turkistarhat, eläinsuojat, lantasäiliöt, tuorerehusäiliöt
Viemärivuodot ja jätevesien maahan imeytys
Maalämpöputkistot ja -kaivot
Ihmistoiminnan vaikutukset, tahattomat ja tahalliset
Pintavesien pääsy vedenottokaivoihin tai vedenjakeluverkostoon esim. rankkasateen tai tulvan seurauksena

Taulukko 2: Pohjaveden laatuun vaikuttavat tekijät (Suomen Ympäristökeskus, 2022a; Suomen Ympäristökeskus, 2022d)

### 2.2.2 Talousveden laatu

Talousvesi on pohjavesistä tai pintavesistä käyttökelpoiseen kuntoon muunnettua vettä. Talousvettä käytetään kotitalouksissa juomavetenä, ruoan valmistamisessa ja muissa

kotitaloustarkoituksissa. Talousvettä myös käytetään julkisella sektorilla ja teollisuudessa, kuten elintarvikkeiden valmistuksessa, säilytyksessä ja markkinoille tuomisessa. (Valvira, 2023a)

Suomessa on Sosiaali- ja terveysministeriön laatima asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta, jossa määritellään mikrobiologiset, kemialliset ja radioaktiivisuuteen liittyvät laatuvaatimukset ja -tavoitteet vedelle. (A 2015/1352) Nämä vaatimukset ovat listattuina liitteessä 1 olevissa taulukoissa (Liite 1). Asetuksen vaatima laatutarkastusten määrä riippuu siitä, kuinka suuri määrä ihmisiä käyttää kyseisen vesilaitoksen vettä sekä siitä, minkälaisia ongelmia on aiemmin veden laadun kanssa ollut. Tästä löytyy tarkemmat tiedot asetuksesta 2015/1352.

Pääsääntöisesti talousvesi on Suomessa hyvälaatuista. On kuitenkin mahdollista, että veden laatu ajan myötä heikkenee vedentuotantoketjun eri vaiheissa. Tämän vuoksi vesilaitokset ja kunnan terveydensuojeluviranomainen analysoivat mahdolliset riskit vedentuotantoketjuun liittyen ja pyrkivät minimoimaan niitä. (Suomen Ympäristökeskus, 2021b)

Terveydensuojeluviranomainen seuraa kunnan talousveden laatua sekä sitä, onko talousvettä toimittavan laitoksen omavalvonta riittävä. Jos talousvedelle asetetut laatuvaatimukset eivät täyty, on terveydensuojeluviranomaisen ja vesihuoltolaitoksen selvitettävä, mistä veden laadun heikkeneminen johtuu. Talousveden laatua myös tarkistetaan sitä tiheämmin, mitä enemmän laitos toimittaa vettä. (Valvira, 2023a)

Terveydensuojeluasetuksen perusteella talousvedessä ei saa olla pieneliöitä, kuten bakteereita, viruksia, loisia tai mitään aineita sellaisia määriä, joista voi aiheutua terveysriskejä. Asetus on määritellyt veden laadulle yleisindikaattoreita, joita ovat veden lämpötila, jonka tulee olla alle 20 astetta, veden maku, haju, sameus ja väri. Vedessä ei myöskään saa olla epätavallisia muutoksia. Näiden kaikkien yleisindikaattorien on oltava hyväksytyt vedenkäyttäjien puolesta. (A 2015/1352) Seuraavassa taulukossa 3 on syitä, mistä muista kuin raakavedestä aiheutuvista syistä talousveden laadun muutos voisi johtua:

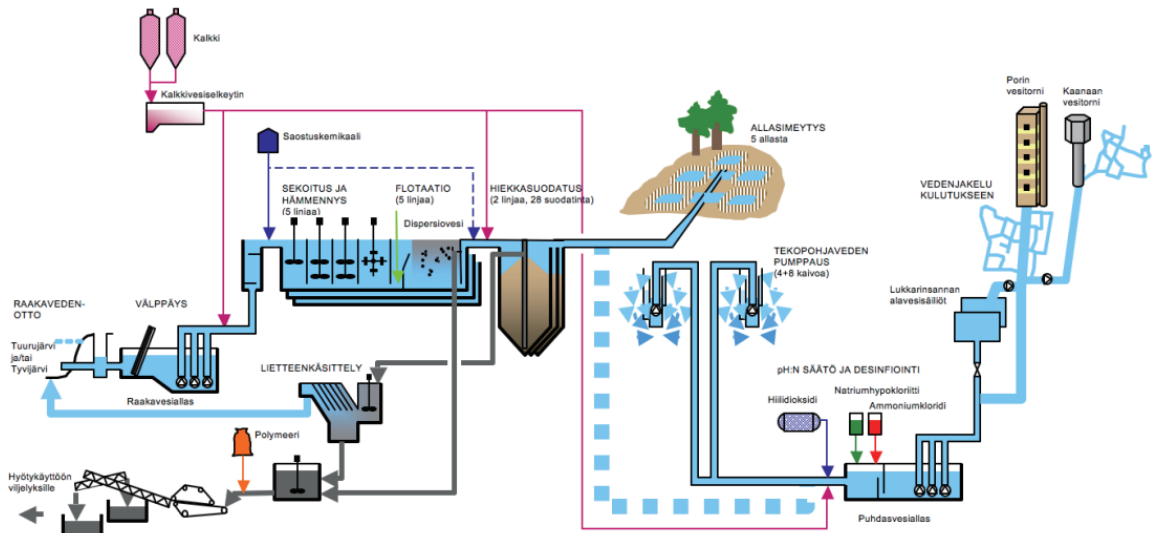


Veteen liittyvät tekijät	Vedenkäsittelyprosessien tehokkuus vesihuoltojärjestelmissä
	Desinfioidin sivutuotteet
	Veden biostabiilisuuden puute ja siitä johtuva mikrobikasvu
	Veden biostabiilisuuden puute ja siitä johtuva syövyttävyys ja sedimentin kerääntyminen
Hydraulisiin olosuhteisiin liittyvät tekijät verkossa	Veden virtausnopeus
	Vesi lakkaa virtaamasta ja pysähtyy verkossa
	Painevaihtelut
Toiminnalliset tekijät	Putken ikä
	Sedimenttien esiintyminen
	Ruostumat putkistossa
	Verkkovikaprosentti
	Toiminnan laiminlyönti
Putkimateriaaliin liittyvät tekijät ja putken tiiviys	Putkien materiaalityypit, tiivisteet ja suoja-pinnoitteet

Taulukko 3: Talousveden laadun muutoksen syitä. (Jachimowski, 2017, s. 112) Lisäksi inhimilliset virheet, jotka voivat aiheuttaa putkirikkoja sekä sabotaasit voivat olla veden likaantumisen aiheuttajia.

### 2.2.3 Talousveden tuotanto ja jakelu

Vettä voidaan käsitellä eri tavalla eri yhteisöissä riippuen vedenkäsittelylaitokseen tulevan raaka-veden laadusta. Laitokselle tuleva vesi on useimmiten joko pintavettä tai pohjavettä. (Centers for Disease Control and Prevention, 2022) Kuvassa 4 on kuvattu yleinen vedentuotantoketju raaka-veden otosta talousveden säilytykseen saakka.



Kuva 4: Yksi esimerkki raakavedestä talousvedeksi prosessista, jossa hyödynnetään tekopohjavettä (Pelto-Huikko & Vieno, 2009, s.12).

Jos raakavedessä on suuria kiinteitä epäpuhtauksia, niin ne voidaan poistaa esim. välppäämällä, kuten kuvasta 4 käy ilmi. Välppä on eräänlainen siivilä, joka mahdollistaa isoimpien partikkeleiden poistamisen raakavedestä. Välppäyksen avulla vältetään veden kulkureittien tukkeutuminen ja vaurioituminen. (Pelto-Huikko & Vieno, 2009, s. 12; Patrikainen, 2017, s. 13)

Koagulaatio on vedenkäsittelyprosessin seuraava vaihe. Vaiheessa vedestä poistetaan kiinteitä aineita käsittelemällä veteen jääneiden partikkeleiden sähköstaattisia varauksia (Bradley, 2022). Koaguloinnin aikana veteen lisätään saostuskemikaaleja, joilla on positiivinen varaus. Positiivinen varaus neutraloi veteen liuenneiden maa-aineksen ja muiden vedessä olevien partikkeleiden negatiivisen varauksen. Kemikaalit muodostavat hieman suurempia partikkeleita veden sisältämien epäpuhtauksien kanssa. (Centers for Disease Control and Prevention, 2022)

Koagulaatiovaiheen jälkeen tulee flokkulaatio, jossa vettä hellävaraisesti sekoitetaan muodostamaan vielä suurempia ja vettä raskaampia hiutaleita. Vedenkäsittelylaitokset usein lisäävät myös tämän vaiheen aikana muita kemikaaleja auttamaan hiutaleiden muodostumista. (Centers for Disease Control and Prevention, 2022) Sekoituksen jälkeen syntyneet hiutaleet erotetaan vedestä joko painovoimalla, jossa hiutaleet laskeutetaan altaan pohjalle tai nostamalla ne veden pinnalle pienten ilmakuplien avulla eli flotaatiolla. Kun hiutaleet on poistettu vedestä, puhdistettu vesi johdetaan seuraavaan vaiheeseen. (Pelto-Huikko & Vieno, 2009, s. 9)

Hiekkasuodatusvaiheessa vesi johdetaan hiekakerroksen läpi, jolloin vedestä poistetaan koagulaatio-, flokkulaatio- ja flotaatiovaiheiden jälkeen mahdollisesti veteen jääneitä pieniä hiutaleita. Tämän prosessiosan aikana vettä voidaan suodattaa myös aktiivihillisuodattimen läpi.

Aktiivihiihliisuodatuksella poistetaan esim. yhdisteitä, jotka voivat aiheuttaa veteen pahaa hajua ja makua. (Pelto-Huikko & Vieno, 2009, s. 9; Centers for Disease Control and Prevention, 2022)

Seuraavat vaiheet ovat alkalointi ja desinfiointi. Alkaloinnilla tarkoitetaan pH-arvon säätämistä ja siinä pyritään muuttamaan veden pH-arvoa yleensä välille 7,5–8,5. Alkaloinnissa veteen lisätään kalkkia tai lipeää. Puhdistettu vesi on usein liian hapanta vesijohtoverkostoon johdettavaksi. Liian hapan vesi voi syövyttää putkia, joten alkaloinnilla pyritään minimoimaan veden syövyttävyyttä. (Pelto-Huikko & Vieno, 2009, s. 9–10; Centers for Disease Control and Prevention, 2022)

Desinfiointi tehdään joko klooraamalla, otsonoinnilla tai UV-valolla. Kloorauksessa veteen lisätään kloorikemikaalia, joka ylläpitää veden hygieenisen laadun jakeluverkostossa. UV-valo-desinfointia käytetään yleisesti pohjavesilaitoksilla. (Pelto-Huikko & Vieno, 2009, s. 10) Desinfiointi ei tuhoa kokonaan mahdollisia vedessä kulkeutuvia eliöitä, mutta yhdessä tehokkaan suodatuksen kanssa voi poistaa suurimman osan tautia aiheuttavista aineista (Guyer, 2013, s. 9).

Puhdas vesi pumpataan maanalaisia vedenjakeluverkostoja pitkin vesitorneihin tai ylävesisäiliöihin, jotka toimivat puhtaan veden varastoina ja takaavat veden jakelussa tarvittavan verkostopaineen (Pelto-Huikko & Vieno, 2009, s. 13). Kuntien vesilaitokset ovat vastuussa veden jakelusta ja laadusta aina taloyhtiöiden ja kuluttajien omiin vesiputkiverkostoihin asti (Suomen Ympäristökeskus, 2020).

#### 2.2.4 Vesihuoltopalvelun laatu

Vesihuoltopalvelut ovat tärkeä osa jokapäiväisen elämän sujuvuutta, joten niiden tulee olla toimintavarmoja sekä keskeytymättömiä (Suomen Vesilaitosyhdistys, 2023). Kuten aikaisemmin työssä on käynyt ilmi, veden laatuun vaikuttaa hyvin moni tekijä ja niiden yhteisvaikutus, joten veden laatua mitataan monella muuttujalla ja muutaman kerran veden tuotantoprosessin aikana. Tätä mittaamista tekee usea toimija, kuten vesihuoltopalvelu.

AFRY Finland Oy on Vesihuoltoyhdistyksen julkaisemassa raportissa määritellyt vesihuoltopalvelun laadun osa-alueet ja kriteerit. Vesihuoltopalvelun laatu koostuu monista tekijöistä ja nämä ovat listattuina alla olevassa taulukossa 4. Taulukossa on sekä talousveden että jäteveden liittyviä asioita. (Renko ym., 2021, s. 3)

Opinnäytetyö painottuu erityisesti raakavedestä talousvedeen ydinprosessin tarkasteluun ja siihen, miten laatua siinä prosessissa johdetaan. Taulukosta nähdään, että tämän lisäksi

vesihuoltopalvelun laatu pitää sisällään mm. varautumis- ja valmiussuunnittelua, kunnossapitoa, riittävää resurssointia, kustannus- ja energiatehokkuutta ja tehokasta viestintää (Renko ym., 2021, s. 3). Tässä työssä keskitytään harmaalla väritettyihin palvelun osa-alueisiin, jotka liittyvät talousveden laatuun sekä siihen liittyvään tiedolla johtamiseen ja viestintään.

<b>Turvallinen ja toimintavarma</b>	<b>Kustannustehokas ja organisoitu</b>	<b>Kestävä ja kehittyvä</b>
Laadukas, raakaveden laadun huomioiva vedenkäsittelyprosessi	Laitoksella on riittävät henkilöstö-resurssit ja ammattitaitoinen henkilökunta ja varallaolo on suunniteltu	Jätevesien käsittelyn ja johtamisen ympäristökuormitus minimoidaan
Ajantasainen varautumis- ja valmiussuunnittelu ja yhteistyö muiden toimijoiden kanssa	Omaisuuuden hallinta, operointi ja kunnossapito on suunnitelmallista	Kestävä ja energiatehokas
Kriittiset asiakkaat, väliaikainen vedenjakelu ja poikkeustilanteiden viestintä	Johtaminen on suunniteltua ja toiminta on kannattavaa	Asiakaspalvelu ja viestintä on suunniteltua ja läpinäkyvää
Kemikaalit, varaosat ja kriittiset palvelut	Käyttötalouden hallinta ja hankinnat ovat suunniteltuja, tehostettuja ja läpinäkyviä	

Taulukko 4: Vesihuoltopalvelun osa-alueet ja kriteerit. (Renko ym., 2021, s. 3) Taulukossa on harmaalla väritetty osa-alueet, joita tarkastellaan tässä opinnäytetyössä.

### 2.3 Tietojohdaminen

Tässä kappaleessa on käsitelty tietojohdamisen teoriaa sekä pohdittu, mitä se tarkoittaa julkisella sektorilla. Lisäksi tarkastellaan, mitä kirjallisuudessa todetaan kuntien vesihuoltoon liittyvästä nykyseurannasta, mahdollisista puutteista sekä ajankohtaisista veden laadun seurannan keinoista.

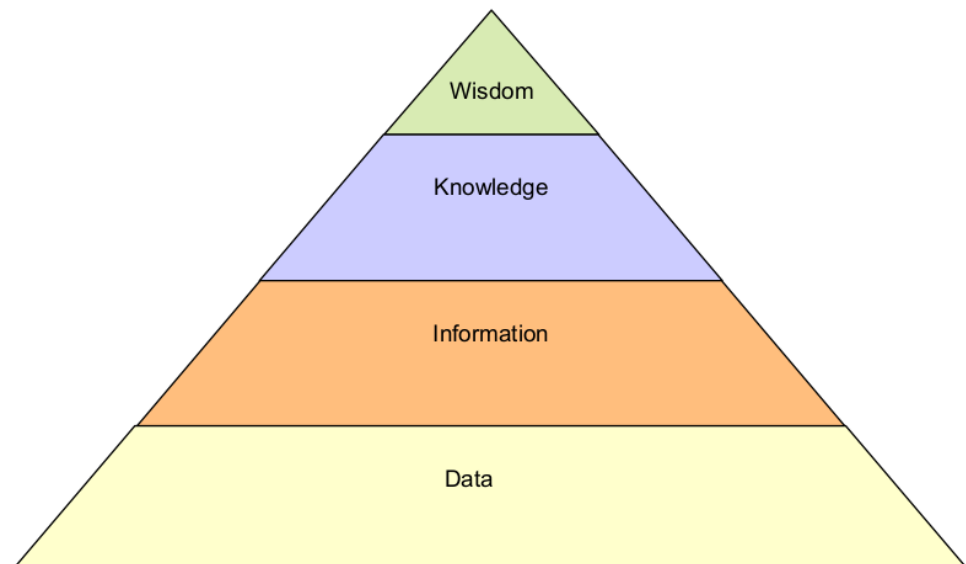
Tietojohdaminen on johtamisen osa-alue, jonka avulla pyritään lisäämään kykyä luoda tietoon ja osaamiseen perustuvaa arvoa (Laihonen ym., 2013, s. 6). Cong ja Pandya määrittelevät tietojohdamisen seuraavasti: *”Organisaation kyky saavuttaa tavoitteensa käyttämällä kollektiivista tietoaan tiedon luomisessa, jakamisessa ja hyödyntämisessä teknologiavälitteisesti.”* (Cong & Pandya, 2003, s. 27)

Organisaatioympäristössä tietojohdaminen tarjoaa hyötyjä kahdella tasolla: yksilö- ja organisaatiotasolla. Yksilötasolla tietojohdaminen tarjoaa mahdollisuuden kehittää taitoja sekä kokemusta tekemällä yhdessä, jakamalla tietoa ja oppimalla toisiltaan. Organisaatiotasolla tietojohdaminen tarjoaa paremman suorituskyvyn lisäämällä tehokkuutta, tuottavuutta, laatua ja innovointia. Paremmalla henkilöstön tiedon saatavuudella organisaatiot voivat tehdä parempia päätöksiä,

tehostaa prosesseja, vähentää tuplatyötä, parantaa tietojen laatua ja lisää yhteistyötä. Henkilöstön tieto voidaan nähdä myös voimavarana, joka lisää organisaation taloudellista arvoa. (Cong & Pandya, 2003, s. 27–28) Tätä voimavaraa kutsutaan myös inhimilliseksi pääomaksi, joka koostuu työntekijän tiedoista, taidoista ja kyvyistä (Darmawan ym., 2023, s. 161–167)

Tieto on tärkein voimavara organisaatiossa, ja organisaation arvo riippuu siitä, miten tietoa hyödynnetään. Tietojohtaminen auttaa organisaatioita toimimaan tehokkaammin omissa toimintaympäristöissä ja auttaa hankkimaan tietoa työntekijöiltä kokemuksen, näkemyksen, luovan ajattelun ja innovaation kautta. Näin voidaan parantaa organisaation oppimista ja toimintakykyä. (Darmawan ym., 2023, s. 161–167)

Tietoa käytetään ymmärtämään asioita ja ilmiöitä, päätöksenteossa ja uuden tiedon luomisessa (Choo, 2001, s. 1). Tietojohtamisen ymmärtämiseksi on ensin erotettava data, informaatio ja tieto toisistaan. Datat ovat raakafaktoja, mutta jotta niistä saisi arvokasta ja hyödynnettävää informaatiota, ne tulee prosessoida ja soveltaa tietyssä kontekstissa. Tieto johdetaan merkityksellisestä informaatiosta. Tietoa saa kokemuksen, päättelyn, intuition ja oppimisen kautta. Kun ihmiset yhdistävät saatua tietoa omassa hallussa olevaan tietoon, niin tämä mahdollistaa uuden tiedon ja arvon luomisen. Viisautta on hyödyntää kertynyttä tietoa. Tämän vuoksi tiedon avoin jakaminen on tärkeää. Alla olevassa kuvassa 5 näkyy jatkumo datasta viisauteen. (Cong & Pandya, 2003, s. 26)



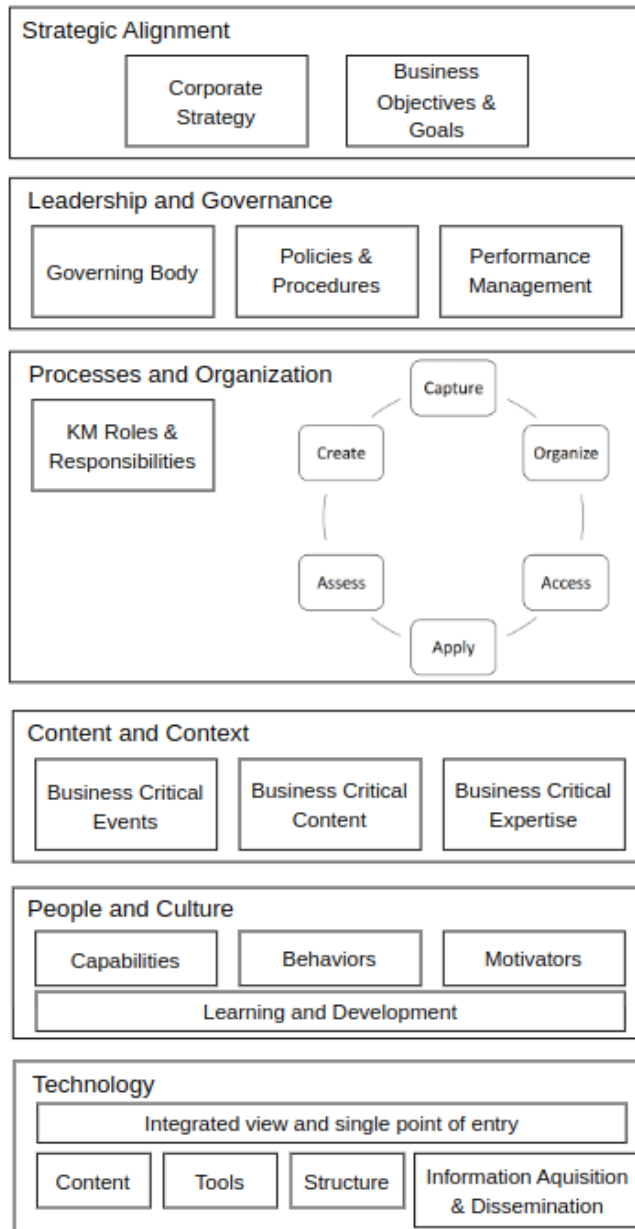
Kuva 5: Jatkumo datasta viisauteen (Cong & Pandya, 2003, s. 26).

Organisaatioissa tieto luokitellaan yleensä eksplisiittiseen tietoon ja hiljaiseen tietoon. Eksplisiittinen tieto on teknistä ja systemaattista, ja sitä voidaan helposti välittää eteenpäin. Tällainen tieto

voidaan edelleen luokitella jäsennellyksi ja jäsentämättömäksi informaatioksi. Hiljainen tieto on kokemusperäistä ja elämän aikana opittua tietoa, joka ihmisillä on mielessään. Sitä on usein vaikea muotoilla sanoiksi ja kommunikoida muille. Ihmiset eivät ehkä edes ole tietoisia hallussaan olevasta tiedosta tai sen arvosta. Tästä johtuen hiljaista tietoa pidetään yleensä arvokkaampana. (Schaefer & Makatsaria, 2021, s. 156–165)

Tietojohtamisessa pyritään muodostamaan kokonaiskuva organisaatiolla olevasta tiedosta ja käyttämään sitä työn sujuvuuden ja organisaation suorituskyvyn tukemiseksi sekä arvon luomiseksi. Tietojohtamisen ytimenä on päätös siitä, kenelle tietoa jaetaan, mitä tietoa jaetaan sekä miten sitä jaetaan, käytetään ja hyödynnetään. Tiedosta luodaan arvoa, kun se on laajasti hyödynnettävissä operatiivisessa työssä ja kun sitä käytetään uudelleen esim. organisaation toiminnan kehittämisessä. Johdonmukaista arvoa syntyy, kun ihmisillä on motivoitunut ja luottavainen ilmapiiri tiedon jakamiseen ja käyttämiseen. Arvoa ilmenee myös, kun on systemaattiset prosessit tiedon löytämiseksi ja hyödyntämiseksi. Myös teknologia tekee tiedon tallentamisen sekä uudelleen hyödyntämisen ja jakamisen yksinkertaisemmaksi. On hyvä huomioida, että organisaation luoma arvo voi myös näkyä esimerkiksi lisääntyneenä vapaa-aikana ja yleisenä hyvinvointina eli arvo ei aina liity taloudelliseen kehitykseen. (Laihonen ym., 2013, s. 10–16; Cong & Pandya, 2003, s. 27)

Tietojohtaminen on strategista eli se kohdistuu erityisesti organisaation valitsemiin keskeisimpiin toimintoihin, prosesseihin ja tavoitteiden saavuttamiseen. Tietojohtaminen edellyttää organisaatiolta rakenteita, yhdessä sovittuja toimintatapoja ja datan jakamiseen soveltuvia asenteita. Kirjallisuudessa puhutaan tiedonhallintakulttuurista ja ns. Knowledge Management Framework -termistä eli tietojohtamisen viitekehyksestä. Organisaation tiedonhallintakulttuuri muodostuu ihmisten halusta jakaa tietoa ja motivaatiosta hyödyntää tietoa. Tietojohtamisen viitekehyksen avulla organisaatiot kuvaavat, kuinka tietojohtamista heillä toteutetaan. Khannan tekemä tietojohtamisen viitekehys on esitetty alla olevassa kuvassa 6. (Khanna, 2014; Cong & Pandya, 2003, s. 27–28)



Kuva 6: Tietojohtamisen viitekehys (Khanna, 2014)

Artikkelissaan Cong & Pandya painottavat, että ihmiset, prosessit ja teknologia ovat tietojohtamisen viitekehysten kolme tärkeintä elementtiä. Ihmiset ovat tärkein osapuoli, koska tiedon hallinta riippuu ihmisten halusta jakaa ja hyödyntää tietoa. (Cong & Pandya, 2003, s. 30)

Choo & Alvarenga Neto (2010) tulivat tutkimuksessaan siihen tulokseen, että tietojohtamiseen liittyy neljä tärkeintä mahdollistavaa tekijää, joita tarvitaan tukemaan erilaisia tietoprosesseja (tiedon luominen, jakaminen/siirto, käyttö) vuorovaikutuksen eri tasoilla (ryhmä, organisaatiokohtainen, organisaatioiden välinen). (Choo & Alvarenga Neto, 2010, s. 592–610) Vastaavat

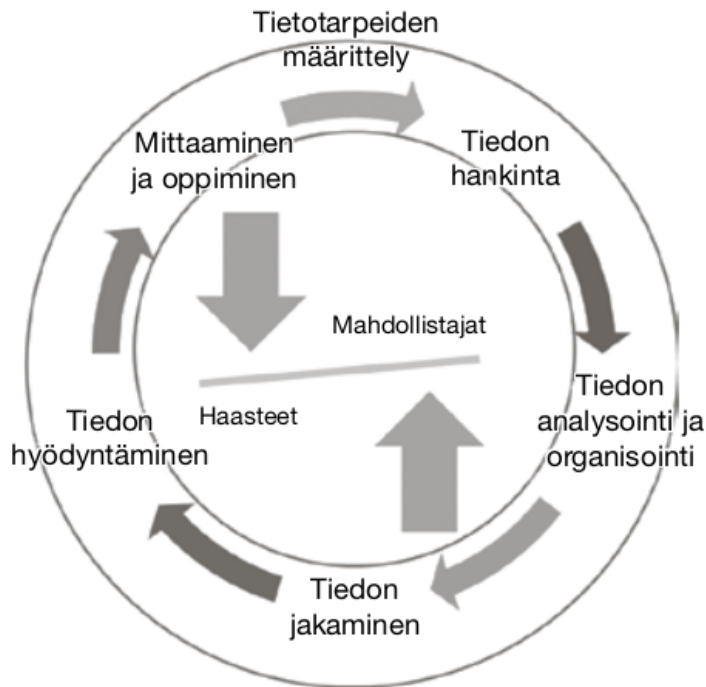
asiat on visualisoitu kerrosrakenteena Khannan esityksessä (Kuva 6, s. 16). Nämä mahdollistavat tekijät ovat seuraavat:

1. Sosiaalinen/käyttäytymisperusteinen: sosiaaliset suhteet ja vuorovaikutus, jotka perustuvat normeihin ja arvoihin, kuten luottamus, välittäminen, empatia, aktiivinen tiedustelu ja suvaitsevaisuus. (Vertaa kuva 6, kohta "People & Culture")
2. Kognitiivinen/tietopohjainen: tarve sekä tietopohjaiseen monimuotoisuuteen että yhteiseen tietoon tai yhteisiin tietoon perustuviin käytäntöihin ja sitoumuksiin. (Vertaa kuva 6, kohdat "Processes and Organisation" ja "Content and Context")
3. Tietojärjestelmät/hallinta: järjestelmien käyttäminen, tietojärjestelmät ja tiedonhallintaprosessit tietoon perustuvan toiminnan tukemiseksi. (Vertaa kuva 6, kohta "Technology")
4. Strategia/rakenne: organisaation ja sen johdon tarve tarjota suuntaa ja rakennetta. (Vertaa kuva 6, kohdat "Strategic alignment" ja "Leadership and Governance")

Nämä tekijät yhdessä muodostavat viitekehyksen, joka voi auttaa organisaatioita miettimään mahdollistavien tekijöiden, tietoprosessityyppien ja vuorovaikutustasojen välisiä yhteyksiä. (Choo & Alvarenga Neto, 2010, s. 592–610)

Tietojohtamiselle on kehitetty teoreettinen prosessi, jossa tietoa kerätään, järjestetään, tallennetaan, jaetaan sekä hyödynnetään. Tämän tavoitteena on tukea päätöksentekoa ja toiminnan kehittämistä. Tietojohtamisen prosessimalli on kuvattuna kuvassa 7. Prosessimalli tukee tiedolla johtamisen käytänteiden kehittämistä, mutta siihen olisi hyvä sisällyttää systemaattista dialogia prosessin toimijoiden kesken. (Helander ym., 2020, s. 26)





Kuva 7: Tietojohtamisen prosessimalli (Helander ym., 2020, s. 26). Mitä enemmän on mahdollistajia ja mitä vähemmän on haasteita, niin sitä paremmin prosessi toimii.

Tietojohtamiseen liittyy paljon niin strategisia kuin operatiivisia haasteita. Strategisella tasolla haasteena on se, että johtajat eivät riittävästi paneudu tietojohtamiseen liittyvän ilmiön ymmärtämiseen, jolloin ei pystytä myöskään määrittämään riittäviä käytäntöjä tietojohtamisen tueksi. Kuvassa 8 on esitelty näkökulmia, joita johdon tulisi ymmärtää ja ottaa huomioon ennen kuin alkavat käytännössä operatiivisella tasolla toimimaan. (Laihonen ym., 2013, s. 7)



Kuva 8: Tietojohtamisen näkökulmat ja tietojohtamisen haasteet tieto- ja palveluyhteiskunnassa (Laihonen ym., 2013, s. 7)

Huolimatta tietojärjestelmistä ja tiedon nopeasta liikkumisesta koetaan, että oikeanlaisesta tiedosta ja riittävästä kommunikaatiosta on jatkuvasti pulaa. Tiedon laatu myös vaihtelee, sillä ihmiset eivät tallenna tietoa yhdenmukaisella tavalla ja tiedon kirjaamiseen liittyviä toimintatapoja ei

ole sovittu systemaattisesti organisaatiossa. (Laihonen ym., 2013, s. 15–20) Myös inhimilliset ajattelun vinoumat ja haluttomuus jakaa tietoa saattavat vaikeuttaa tiedon tehokasta hyödyntämistä. Mutta vaikka tietoa olisi tarjolla, se ei kuitenkaan takaa, että tietoa hyödynnetään. Tiedon hyödyntäminen edellyttää yhteisiä käytäntöjä, riittäviä resursseja sekä tiedon tuottajien, jalostajien, jakajien ja käyttäjien välistä tiivistä kommunikaatiota. (Sinervo & Jäntti, 2020, s. 3; Helander ym., 2020, s. 24)

Ongelmia aiheuttaa myös nykyisten tietojärjestelmien toimimattomuus ja yhteensopimattomuus, jotka vaikeuttavat tiedon kulkua ja monimutkaistavat toimintaa. Tämä saattaa myös aiheuttaa ylimääräistä työtä mm. tuplakirjaamisen muodossa. (Laihonen ym., 2013, s. 15)

Organisaation tietojohdaminen perustuu henkilökunnan osaamiseen. Usein organisaatiot kiinnittävät liian vähän huomiota tietojohdamisen kulttuuriin. Tiedon ja tietämyksen hallinta perustuu oppimiseen, tiedon ja kokemusten luomiseen, yhteistyöhön ja jakamisen toimintatapakulttuuriin. (Dilmaghani ym., 2015, s. 18)

Laihosen mukaan ”*organisaatioon tulisi kyetä rakentamaan tiedolla johtamisen kulttuuri. Tällöin toiminta on läpinäkyvää ja avointa. Tiedosta luodaan arvoa, kun tarjolla olevaa tietoa hyödynnetään ja päätökset perustuvat totuudenmukaiseen tilannekuvaan.*” (Laihonen ym., 2013, s. 28)

### 2.3.1 Tietojohdaminen julkisella sektorilla

Tietojohdamisen teoria on alun perin muodostunut yksityisen sektorin näkökulmasta ja vasta viimeisen parin kymmenen vuoden aikana artikkeleita on tehty myös julkisen sektorin tietojohdamisen näkökulmasta. Julkisen sektorin tavoitteet ovat usein vaikeammin mitattavia ja ristiriitaisempia kuin yksityisellä sektorilla (Alvarenga, 2020, s. 2).

Merkittävimmän eron yksityisen ja julkisen sektorin välillä aiheuttaa se, että osakkeenomistajat tai yrittäjät omistavat yksityiset yritykset, kun taas julkisen sektorin omistavat kunnan tai kaupungin valtuustoon vaaleissa valitut poliittiset puolueet. Yritysten tehtävänä on tuottaa voittoa osakkeiden omistajille, kun taas julkisen sektorin toiminta rahoitetaan pääasiassa verovaroin ja siihen kohdistuu poliittinen ohjaus. (Boyne, 2002, s. 98)

Julkisella sektorilla tietoa tulisi hyödyntää systemaattisesti, jotta pystyttäisiin tekemään parempia ja perusteltuja päätöksiä sekä palvelemaan kunnan asukkaita hyvin ja tehokkaasti (Helander ym., 2020, s. 22). Julkisen talouden suuren velan määrän takia kuntajohtajien haasteena on alentaa

kustannuksia ilman, että palveluiden laatu heikkenee liian paljon (Jalasjoki & Kivistö, 2022). Lisäksi osaamisen poistuminen eläköityvien kunnan työntekijöiden myötä aiheuttaa haasteita. Kuntien välillä on myös kilpailua esim. asukkaiden ja yritysten houkuttelemisessa kuntiin, minkä takia kunnilla on tarve ymmärtää kunnan ja palveluiden tilanne laajasti. Tässä auttaa riittävän ja laadukkaan tiedon saanti taloudellisesta tilanteesta sekä asiakastyytyvyydestä esim. monitoroimalla ja mittaamalla. Julkisella sektorilla tietojohdaminen on keskeinen tehokkaamman toiminnan mahdollistaja. (Alvarenga, 2020, s. 2; Cong & Pandya, 2003, s. 28–29)

Hyvää tietojohdamista julkisella sektorilla usein vaikeuttaa tietojen puutteellinen jakaminen yksiköiden sisällä ja välillä sekä laajemmin esim. kuntien välillä. Tämä johtuu pääasiassa siilomaisesta johtamisesta, kuntarakenteiden erilaisuudesta, resurssien vähyydestä ja vuorovaikutuksen puutteesta. (Helander ym., 2020, s.38)

### 2.3.2 Tietojohdaminen veden laatuun liittyen

Kansallisen vesihuoltouudistuksen ohjelmajulkaisussa todetaan, että vesihuoltolaitosten digitalisaatiovalmiuksien ja tiedolla johtamisen kehittäminen on tärkeää vesihuoltoalan kannalta. Digitalisaation hyödyntäminen mahdollistaa tiedon hallinnan, prosessien valvonnan sekä muutosten ennakoinnin. Tämä lisää toimintavarmuutta, kustannustehokkuutta sekä tukee talouden- ja omaisuudenhallinnassa. Lisäksi digitalisaatiolla saadaan edistettyä asiakaspalveluita. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2021, s. 10)

Suomessa vesihuoltolaitoksilla on sirpaleinen lähestymistapa digitalisaatioon. Tietojärjestelmiä on paljon, mutta vesihuollolle ei ole määritelty järjestelmäarkkitehtuuria, prosessikuvauksia ja toimivia tietovirtoja. Tämä vaikeuttaa tietojen tehokasta jakamista ja järjestelmien välistä rajapintojen luomista. Tällä hetkellä erilaiset tiedot siirtyvät tietojärjestelmiin manuaalisesti syötettynä tai muistitikulta. Paljon irrallista tietoa on myös erilaisissa sähköisissä dokumenteissa ja sähköposteissa. (Suojanen ym., 2023, s. 10)

Suomen Vesilaitosyhdistys on julkaissut Verkostotietojen digitaalinen tiedonsiirto -oppaan, jonka laatimisessa on ollut mukana useita vesihuoltoon liittyviä yrityksiä. Julkista sektoria on edustanut Porvoon Vesi ja Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). Verkostotietojen digitaalinen tiedonsiirto -julkaisussa ehdotetun uuden toimintamallin mukaan nykyinen, manuaalinen ja osin turvaton toimintamalli voidaan korvata uudella turvallisella, tehokkaalla ja

läpinäkyvyyttä edistävällä avoimiin rajapintoihin perustuvalla digitaalisella ratkaisulla. (Suojanen ym., 2023, s. 8)

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta määrittelee talousveden jatkuvan valvonnan muuttujat ja jaksotaisen seurannan muuttujat, joita kuntien terveydensuojeluviranomaiset seuraavat. Lisäksi asetuksessa on määritelty tutkimusmenetelmät, joilla muuttujat analysoidaan. Jos mitataan muuttujia, joille ei ole standardoituja määrittymenetelmiä, niin käytetty menetelmä tulee ilmoittaa tulosten raportoinnin yhteydessä. (A 2015/1352)

Samanaikaisesti kunnilla tulee olla valvontatutkimusohjelma, jossa edellytetään riskiarviointia. Valvontatutkimusohjelman tulee määrittellä riittävät seurantamenettelyt veden käsittelyn asianmukaisuuden varmistamiseksi sekä talousveden saastumisen ja häiriötilanteista aiheutuvien terveyshaittojen ennaltaehkäisemiseksi. (A 2015/1352) Nykyinen veden laadun seuranta ja asiaan liittyvä tiedon hankinta perustuu edellä kuvatun asetuksen vaatimuksiin. Tällä hetkellä kunnissa kerätään tietoa systemaattisesti, ja mahdollisiin ongelmiin reagoidaan niiden esiintyessä. Kerättyä tietoa ei juurikaan hyödynnetä systemaattisesti kokonaiskuvan saamiseksi tai ongelmatilanteiden ennakoimiseksi.

Jatkuvatoiminen mittaaminen mahdollistaa systemaattisemman veden laadun seuraamisen verrattuna näytteisiin perustuvaan mittaamiseen. Vihersalon (2016) opinnäytetyössä on pyritty kehittämään jatkuvatoiminen varhainen varoitusjärjestelmä sekä mittauksia, joiden pohjalta voidaan ennustaa raakaveden ja lähtevän talousveden laatua. Vihersalo käsittelee työssään sekä pohja- että pintavesien käsittelylaitoksia. Työssä hän ehdottaa raakavesipumppaamoille mittauspatteria, joka sisältäisi veden pH-arvon, värin, sameuden, johtokyvyn ja UV-absorbanssin jatkuvatoimisen mittauksen. Vesiverkoston lähtevälle talousveden mittaukselle hän ehdottaa partikkelilaskentaa. Lisäksi pintaveden käsittelylaitoksille hän ehdottaa myös fosforipitoisuuden mittaamista. (Vihersalo, 2016, s. 52) Jatkuvatoiminen mittaaminen antaa signaalin sille, onko tarvetta tehdä ylimääräinen tarkempi veden laadun tutkimus.

#### 2.4 Tietoperustainen arvonluonti

Keskeisenä vaatimuksena tietojohdamisessa sekä sen kehittämisen edellytyksenä on tietoon perustuvan arvonluontilogiikan hahmottaminen. Arvonluonti on organisaatioiden ydintarkoitus, jolloin organisaation tulee ensisijaisesti ymmärtää, minkälaista arvoa he tuottavat asiakkailleen,

organisaatiolle itselleen sekä yhteiskunnalle. (Laihonen ym., 2013, s. 11–12) Arvonluontilogiikka kuvaa sitä, kuinka organisaatiot luovat arvoa tarjoamalla tavaroita tai palveluita (Pan ym., 2015, s. 2).

Tietoon perustuvan arvonluontilogiikan pohjalta on mahdollista kehittää toimintatapoja, joilla voidaan hallita tietoresursseja, kehittää arvonluontiprosessia sekä näihin liittyviä johtamistoimintoja ja -välineitä. Näiden toimintojen ohjaamisessa on huomioitava, että yleiset toimintamallit, johtamistoiminnot ja tietotekniset ratkaisut tekevät kompaktin kokonaisuuden, joka tukee jokaisen yksilön työtä. (Laihonen ym., 2013, s. 12)

Pan ym. tutkimus osoittaa, että organisaatioilla on erilaisia arvonluontilogiikoita. Ongelmia esiintyy erityisesti silloin, kun organisaation rakenne ei tue näiden erilaisten arvonluontilogiikoiden tarpeita. (Pan ym., 2015, s. 2)

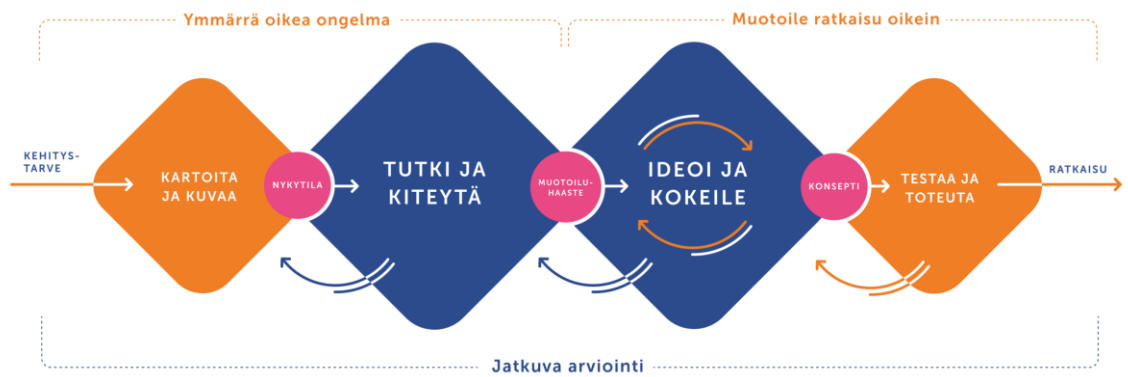
Julkisella sektorilla arvojen ja niiden johtaminen on monimutkaista. Siellä arvoihin vaikuttavat ymmärrys julkisesta edusta, yhteisöllisyydestä, lainkuuliaisuudesta ja mahdollisista markkinahäiriöistä. Keskeisiä arvoja julkisella sektorilla toimiville ovat mm. laillisuus, objektiivisuus, tasapuolisuus ja rehellisyys. Julkisen organisaation johtajan on otettava huomioon tiettyjä arvojohtamisen elementtejä, kuten poliittinen vastuu, rajoitettu asiakaslähtöisyys, lakisidonnaisuus, oikeudenmukaisuus ja toiminnan läpinäkyvyys. (Viinämäki, 2008, s. III)

## 2.5 Palvelumuotoilu

Palvelumuotoilun tarkoituksena on ihmislähtöisesti kehittää organisaation palveluita ja liiketoimintaa. Palvelumuotoilun ansiosta monialaiset työryhmät saavat reunaehdot palvelumuotoiluun, yhteisesti ymmärretyn kielen, työkalut ja luovat suunnittelumenetelmät. Palvelumuotoilun yhteydessä tapahtuvat kohtaamiset mahdollistavat työryhmien osaamisen ja näkökulmien laajenemisen. Ihmislähtöisessä palveluiden ja liiketoiminnan kehittämisessä on otettava käyttäjät ja asiakkaat aktiivisesti mukaan, sillä heidän näkökulmansa kehittämisessä on todella tärkeää. (Palvelumuotoilu Palo) Onnistuneet kohtaamiset synnyttävät uutta tietoa, löytävät vastauksia ongelmiin, lisäävät luottamusta ja antavat näin hyviä mahdollisuuksia yhteiselle kehittämiselle ja uusille innovaatioille (Houhala, 2018, s. 56).

Palvelumuotoilun prosessia voi kuvata hyvin tyypillisellä tuplatimantti-prosessilla, jota voi soveltaa mihin tahansa kehittämiseen. Palvelumuotoilun prosessi jaetaan seuraavan kuvan 9

mukaisesti neljään päävaiheeseen. Nämä vaiheet ovat 1. Kartoita ja kuvaa, 2. Tutki ja kiteytä, 3. Ideoi ja kokeile ja 4. Testaa ja toteuta. (Innanen, 2018) Tässä vaiheessa on hyvä muistaa, että palvelumuotoilun prosessi suunnitellaan tarpeiden, tavoitteiden ja määriteltyjen reunaehtojen mukaan yhteistyössä tiimin ja sidosryhmien kesken (Vanni & Ahola, 2022).



Kuva 9: Palvelumuotoilun prosessi. (Innanen, 2018)

### 1. Kartoita ja kuvaa

Tämän vaiheen tarkoituksena on selkeyttää ja rakentaa kokonaisvaltainen kuva palvelun nykytilanteesta, jolloin tunnistetaan palvelun haasteet ja mahdollisuudet. Lisäksi kuvataan organisaation sisäiset ja liiketoiminnalliset tavoitteet. (Innanen, 2018)

### 2. Tutki ja kiteytä

Tässä vaiheessa syvennetään ymmärrystä ja kerätään tietoa palvelun haasteista, kohderyhmästä, asiakkaasta ja piilevistä asiakastarpeista tai muista ratkaisuun vaikuttavista seikoista (Innanen, 2018). Näiden tietojen ja asiakasymmärryksen keräämisen tavoitteena on rakentaa kattava vaatimusperusta sekä suunnitteluohjurit (design drivers), jotka tuovat asiakkaiden tarpeet, motivaation ja tavoitteet palvelumuotoiluprosessin keskiöön (Hietala, 2020, s. 16).

### 3. Ideoi ja kokeile

Ideoi ja kokeile -vaiheen tavoitteena on kehittää mahdollisimman paljon erilaisia ratkaisuideoita asiakastarpeiden mukaan, joista jatkojalostamalla syntyy toteutuskelpoisia palvelukonsepteja. Vaiheen aikana palvelukonsepteista tehdään nopeita kustannustehokkaita kokeiluja käyttäjäkokeemustiedon ja asiakasymmärryksen lisäämiseksi. Tietojen kautta saadaan tietää, mitä ratkaisuja kannattaa jatkokehittää. On myös mahdollista, että ratkaisujen avulla löydetään asiakkaiden hiljaisia tarpeita, joita voi ottaa huomioon jatkokehittämisessä. (Innanen, 2018)

#### 4. Testaa ja toteuta

Tämän vaiheen aikana viimeistellään valitut ratkaisut ja tuotteistetaan. Viimeistelyssä palvelukokonaisuus kuvataan erilaisten yksityiskohtaisten dokumenttien avulla. Vaiheessa arvioidaan määritellyt palvelukehityksen mittarit ja varmistetaan jatkuva palvelun arviointi ja kehityksen mittaaminen. Tällä arvioinnilla varmistetaan, että palvelu on kilpailukykyinen ja tavoiteltu hyöty on löydetty. (Innanen, 2018)

Kun palvelumuotoilussa onnistutaan, saavutetaan organisaatioissa yksittäisten palveluiden kehittymistä sekä laajamittaisempaa liiketoiminnallista arvoa (Vanni & Ahola, 2022). Yhteisesti sovitut palveluntuottamisen toimintatavat tukevat ja edistävät ihmisten sitoutumista prosessiin. Lisäksi yhteinen ymmärrys ja sanasto myös tehostavat ja edistävät tiimien vuorovaikutusta prosessin aikana.

Palveluprosessien kehittämisessä voidaan hyödyntää prosessikuvauksia. Julkisen sektorin ohjeet määrittelevät, miten prosessikuvauksia tulisi laatia, ja nämä kuvaukset ovat välineitä prosessien hallintaan, johtamiseen ja kehittämiseen. Niitä hyödynnetään myös tehtävien suorittamiseen, koulutukseen ja tietojärjestelmien kehittämiseen. Julkisella sektorilla prosessit jaetaan suosituksen mukaan neljään eri kuvaustasoon. Nämä ovat prosessikartta, toimintamalli, prosessin kulku ja työnkulku. (Valtiovarainministeriö, 2014)

Paitsi, että prosessi koostuu suoritettavista tehtävistä, niin usein siihen liittyy myös monenlaisia resursseja (esim. materiaalia, laitteistoja, tietojärjestelmiä, jne.). Lisäksi sen aikana syntyy, siirtyy ja hyödynnetään tietoa. (Management Consulting Services Oy, 2020)

### 3 Vesihuoltolaitoksen laadunvalvonta

Opinnäytetyön ideana oli selvittää, kuinka veden laadun valvonta ja veden tuotantoprosessi linkittyvät toisiinsa, jotta voidaan kehittää ratkaisuja laadun valvonnan parantamiseksi ja ennustamisen mahdollistamiseksi. Tämän vuoksi seuraavassa kappaleissa on kuvattu Heinolan kaupungin kannalta veden tuotantoprosessin nykyistä tilaa ja minkälaisia veden laatutekijöitä mitataan eri prosessin vaiheissa. Lisäksi luvussa on analyysiä nykytilanteesta ja kehitystarpeista.

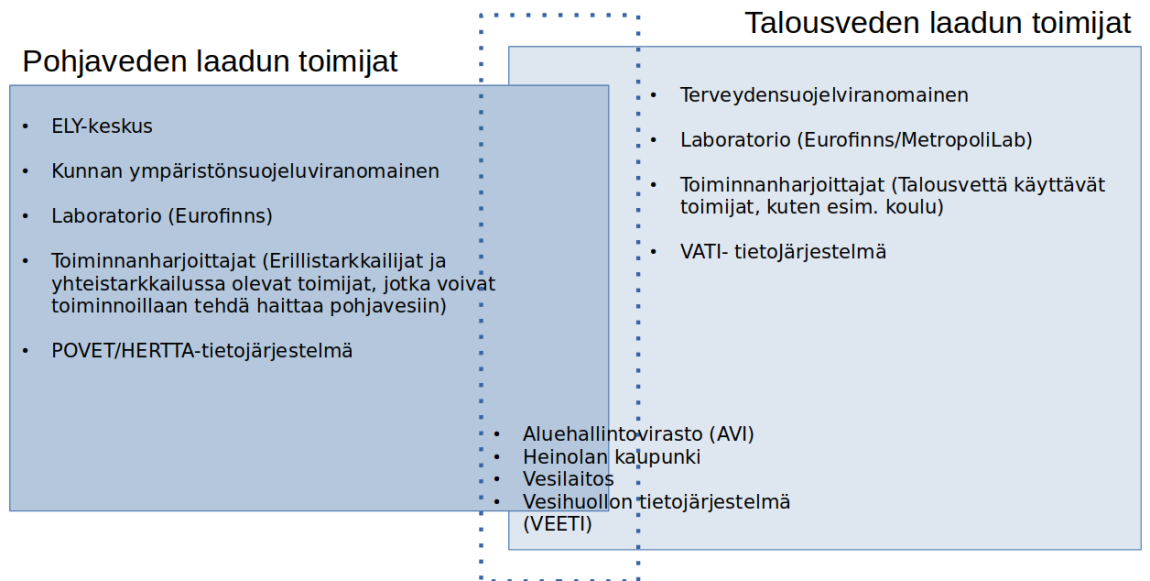
#### 3.1 Nykytilanteen kuvaus

Tässä kappaleessa tutustutaan Heinolan kaupungin nykyiseen raakavedestä talousvedeksi tuotanto- ja valvontaprosessiin sekä siihen, miten laatutietoa hyödynnetään. Nykytilannekuvauksia käytetään kehittämään organisaatioiden prosesseja ja tietojohdantamista. Kun nykytilannetta analysoidaan, niin se auttaa havaitsemaan ja ymmärtämään prosessissa esiintyviä ongelmia. Samalla analysointi voi auttaa löytämään uusia tapoja tehdä asioita paremmin.

Heinolan kaupungin vesihuoltolaitoksen tavoitteena on toimittaa kuluttajien käyttöön Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 1352/2015 laatukriteerien-mukaista talousvettä. Veden laadun omavalvonnassa, viranomaisvalvonnassa ja vedenkäsittelyssä kiinnitetään erityistä huomiota veden laadun vaihtelun ennaltaehkäisyyn. (Heinolan kaupungin vesihuoltolaitos, 2019, s. 5–6)

Kuten aiemmin kappaleessa 2.2 mainittiin, kaikki Heinolan käyttämä talousvesi tulee kaupungin pohjavesistä. Kuvassa 10 on kuvattu keskeiset toimijat ja niiden tukena olevat tietojärjestelmät, jotka liittyvät raakavedestä talousvedeksi prosessiin erityisesti veden laadun seurannan näkökulmasta.





Kuva 10: Veden laadun seurannan toimijat.

Pohjaveden laadunvalvontaan osallistuvien toimijoiden kuvaus:

- ELY-keskus ohjaa pohjavesien suojelua sekä vastaa pohjaveden ottamoiden valvonnasta ja pohjavesien luokittelusta (Suomen Ympäristökeskus, 2022c). ELY-keskukset seuraavat pohjavesien tilannetta tarkastamalla vuosittain Heinolan alueen pohjavesistä tehtyjä tutkimusraportteja. Esimerkiksi tarkastettuaan Heinolan pohjavesiä koskevan tutkimusraportin Päijät-Hämeen ELY-keskus edellytti Myllyojan kaatopaikan osalta tekemään tarkempaa seurantaa kaksi kertaa vuodessa kolmen vuoden ajan. (Onnila, 2022)
- Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen on lakisäätöinen virka, jonka tehtävät on määritelty laissa. Lain mukaan kunta tulee valvoa ja edistää ympäristönsuojelua siten, että kunta-alue on asukkaille terveellinen, viihtyisä ja virikkeitä antava sekä luontaloudellisesti kestävä elinympäristö. (L 1986/64).
- Toiminnanharjoittaja on toimija, jonka toiminnasta voi koitua haittaa ympäristölle (AVI). Tarkempi määrittely löytyy ympäristönsuojelulaista (L 2014/527). Toiminnanharjoittajat varmistavat, ettei heidän toimintansa vaaranna pohjavettä sekä hakevat tarvittaessa toiminnalle luvan aluehallintovirastosta tai kunnalta (Suomen Ympäristökeskus, 2022c).
- Laboratorio (esim. Eurofins) analysoi niille lähetetyt näytteet ja toimittaa tulokset näytteen toimittajalle. Erillisestä sopimuksesta laboratorio voi myös käydä ottamassa näytteitä sekä syöttää analyysitulokset haluttuun tietojärjestelmään. Laboratorioilla

on myös usein omat tietojärjestelmänsä, joihin asiakkaiden on mahdollista päästä katsomaan omia tuloksiaan. Esimerkiksi Eurofins-laboratorion järjestelmästä on mahdollista saada Excel-taulukko kunnan tuloksista.

- Suomen Ympäristökeskuksen (Syke) ylläpitämä ympäristötietojärjestelmä Hertta on selainkäyttöliittymällä varustettu tietojärjestelmäkokonaisuus, johon kootaan ympäristöhallinnon keräämää ja tuottamaa tietoa ympäristöstä (Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille, 2016). Palvelu tarjoaa ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin tallennettua tietoa vesivaroista, pintavesien tilasta, pohjavesistä, eliölajeista, ympäristön kuormituksesta ja alueiden käytöstä sekä ympäristöön liittyviä paikkatietoja (Suomen Ympäristökeskus, 2023b). Hertta-tietojärjestelmäpalveluun liittyy myös Povet- pohjavesitietojärjestelmä, joka sisältää tietoa pohjavesistä ja niiden laadusta. Osa Herttaan kerätystä datasta on myös nähtävissä avoimien ympäristötietojärjestelmien-palvelussa Avoindata.fi (Suomen Ympäristökeskus 2023b).

Talousveden laadunvalvontaan osallistuvien toimijoiden kuvaus:

- Kunnan terveydensuojeluviranomainen laatii valvontatutkimusohjelman kunnalle (A 2/2023). Lisäksi viranomaisen valvoo säännöllisesti vedenjakelualueella käytettävän talousveden laatua ja että talousvettä toimittavan laitoksen omavalvonta on riittävä. Viranomaisvalvonnan tarkoituksena on todentaa, että talousveden laatu on säädösten mukaista eikä se aiheuta terveyshaittaa. (Valvira, 2023a)
- Toiminnanharjoittajilla tässä yhteydessä tarkoitetaan toimijoita, joille talousveden laadulla on erityisen suuri merkitys, esim. päiväkodit (A 2/2023). Toiminnanharjoittajan vastuulla on veden laadun ja lämpötilan havainnointi sekä mahdollisista poikkeamista ilmoittaminen (Helsingin kaupunki, 2021, s. 7–8).
- Laboratoriolla (Eurofins/MetropoliLab) on talousveden laadunseurannassa samanlainen rooli kuin yllä pohjaveden osalta. Heinolan kaupungin tapauksessa laboratorio syöttää talousvedeen liittyvät analyysitulokset suoraan Vati-tietojärjestelmään.
- Ympäristöterveydenhuollon valtakunnallinen tietojärjestelmä (Vati) on Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston (Valvira) sekä Ruokaviraston ylläpitämä palvelu. Vati on terveydensuojeluviranomaisten sekä laboratorioiden käyttämä palvelu, jonne kerätään muun muassa tietoja kuntien vesilaitosten vedenlaadun tutkimustuloksista.

Lisäksi Vatissa hallinnoidaan valvontakohteita, -toimenpiteitä ja -suunnitelmia sekä niihin liittyviä päätöksiä ja tarkastusraportteja (Valvira, 2023b; HE 196/2022).

Lisäksi vedenlaadun prosesseihin osallistuvat seuraavat toimijat:

- Aluehallintoviranomainen (AVI) ratkaisee ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaisia lupa-asioita. AVI voi hakemuksesta määrätä vedenottamolle suoja-alueen. (Suomen Ympäristökeskus, 2022c) Esimerkiksi AVI myöntää ympäristölupia toiminnanharjoittajille, joiden toiminta voi aiheuttaa ympäristön pilaantumista. Luvassa määritellään, missä rajoissa ja millä ehdoilla alueella saa toimia. (Suomen Ympäristökeskus & Ympäristöministeriö, 2022)
- Vesilaitoksen tehtävänä on huolehtia turvallisesta, toimintavarmasta ja kustannustehokkaasta raakavedestä talousvedeksi tuotantoprosessista sekä talousveden jakelusta kiinteistöille. Vesilaitoksen vastuisiin kuuluu myös vedenlaadun omavalvonta suunnitelluissa näytteenottopaikoissa sekä ylläpitää ajantasaista riskienhallintasuunnitelmaa (A 2/2023).
- Veeti-tietojärjestelmä on vesihuollon tietojärjestelmä, johon vesihuoltolaitoksen henkilökunta tallentaa tietoa mm. verkostoon liittyneiden ja liittymättömien asukkaiden määrästä, taloudellisista tunnusluvuista mm. hinnoista, talousveden ostosta ja myynnistä, vedenhankintaan otetuista ja toimitetuista vedenottamokohtaisista vesimääristä, vesihuoltolaitosten toimintamuodoista ja vesi- ja viemäriverkostojen materiaaleista ja määrästä. (Suomen Ympäristökeskus, 2023c)

### 3.1.1 Pohjaveden laadunseurantaprosessi

Heinolan kaupungilla on kahdeksan vedenottamoita, jotka toimivat eripuolilla Heinolaa olevilla pohjavesialueilla. Heinolan kaupungilla on kuusi pohjavesialuetta, joiden suojelua varten on tehty pohjavesialueiden suojelusuunnitelma vuonna 2014 ja tämän pohjalta on laadittu toimenpideohjelma, jota on viimeksi päivitetty vuonna 2021.

Pohjavesien tilaa on tarkkailtu säännöllisesti vuodesta 2013 lähtien pohjavesien yhteistarkkailuohjelmassa. Siinä on mukana toiminnanharjoittajia ja organisaatioita, joiden toiminta saattaa aiheuttaa haittaa Heinolan pohjavesille. Tarkkailuohjelmassa jokaiselle pohjavesialueelle tehdään

oma seurantasuunnitelma, jonka päivitystarvetta tarkastellaan pohjavesien tilaa kuvaavissa vuosiraporteissa. Tarkkailussa seurataan pohjavesien laatua, pinnan korkeutta ja vedenottomääriä.

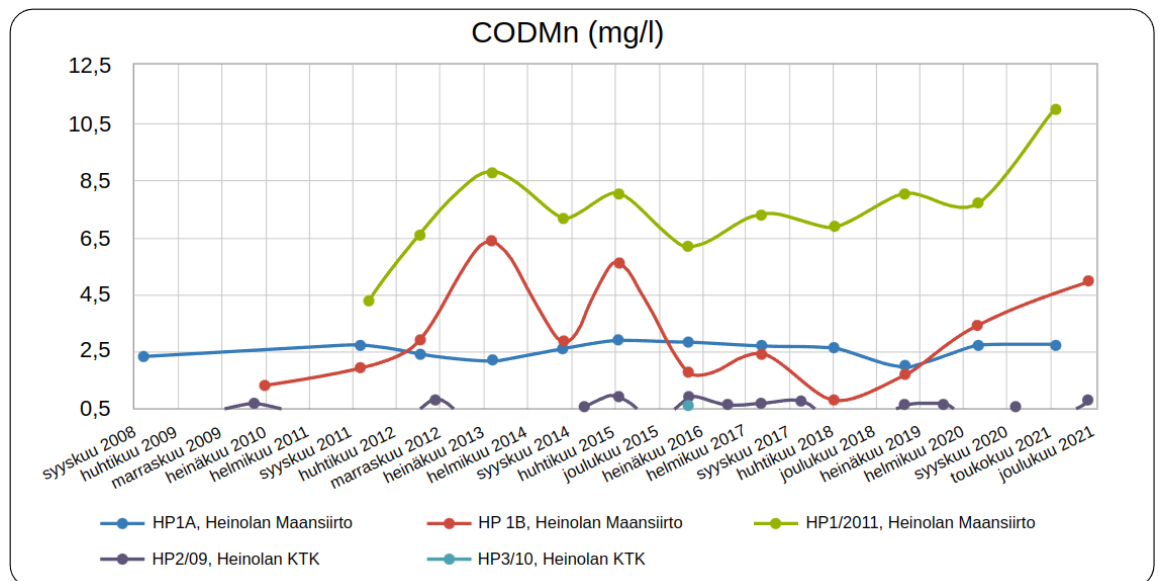
Pohjavesien yhteistarkkailun aikana pohjavesistä otetaan näytteitä suunnitelman mukaan kerran tai kaksi vuodessa keväällä ja/tai syksyllä määritellyistä havaintopisteistä ja vedenottomoilta. Yhteistarkkailussa olevat toimijat maksavat yhdessä palvelusta, joka toteuttaa tarkkailuohjelmassa suunnitellun veden laadunseurannan. Lisäksi on olemassa toiminnanharjoittajia, joilla on ympäristölupavelvoite tarkkailla ympäristöä, mutta ne eivät ole mukana yhteistarkkailussa, vaan suorittavat tarkkailun itsenäisesti. Tätä kutsutaan erillistarkkailuksi. Yllä mainitun yhteistarkkailuraportin lisäksi erillistarkkailuraportit lähetetään vuosittain ELY-keskukseen tarkastettavaksi. Lisäksi ELY-keskukset tekevät määräaikaistarkastuksia. (Heinolan kaupungin vesihuoltolaitos, 2019; Houhala ym., 22.11.2023) Pohjaveden tarkkailun analyysitulokset viedään Hertta-ympäristötiedon hallintajärjestelmään (Suomen Ympäristökeskus, 2023b). Lisäksi ympäristönsuojelu seuraa pohjavesien tarkkailun tuloksia ja tarvittaessa puuttuu asiaan (Houhala, 22.1.2024).

Koska pohjavesialueet voivat olla hyvinkin erilaisia, niin seurattavat laatuparametrit määritellään pohjavesialuekohtaisesti. Seurantasuunnitelmassa esimerkiksi Myllyojan pohjaveden laadun osalta tutkitaan seuraavia muuttujia:

- Vuosittain: Ulkonäkö, haju, lämpötila, fek (fekaaliset) koliformit (44 °C 24 h), sameus, pH, sähkönjohtavuus, alkaliteetti, happipitoisuus (O<sub>2</sub>), COD<sub>Mn</sub>, kloridi (Cl), sulfaatti (SO<sub>4</sub>), mangaani (Mn), rauta (Fe), alumiini, öljyhiilivetyjakeet (C<sub>10</sub>–C<sub>40</sub>), haihtuvat hiilivedyt.
- Kolmen vuoden välein: Ulkonäkö, haju, lämpötila, fek (fekaaliset) koliformit (44 °C 24 h), sameus, pH, sähkönjohtavuus, happipitoisuus, COD<sub>Mn</sub>, kloridi, sulfaatti, nitraatti (NO<sub>3</sub>), kovuus (Ca +Mg), mangaani, rauta, alumiini, öljyhiilivetyjakeet (C<sub>10</sub>–C<sub>40</sub>).
- Kaatopaikan osalta tarkastetaan vielä kaksi kertaa vuodessa vuosina 2021–2023: Raskasmetallit ja PAH-yhdisteet.

Kunta on vastuussa pohjavesien kunnosta ja laadusta kunnan alueella, joten Heinolan kaupunki on ostanut yhteistarkkailuohjelmaan liittyen edellä kuvatun laadunseurantapalvelun Ramboll Oy:ltä. Vuoden 2021 raportissa Ramboll on analysoinut Heinolan pohjavesien keskeisiä laatu-  
muuttujia. Esimerkiksi Myllyojan tapauksessa yhdeksi pohjavesialueen merkittäväksi laatu-  
muuttujaksi on listattu kemiallisen hapenkulutuksen määrä (COD<sub>Mn</sub>). Alla olevassa kuvassa 11 on esi-  
merkki kemiallisen hapenkulutuksen kehityksestä Myllyojan pohjavesialueella. Lisääntyneen ha-  
penkulutuksen syynä ovat suuri vedenotto ja pohjavesialueella tapahtuva soistuminen. Muita

laatumuuttujia, jotka ovat Myllyojan alueella erityisessä huomiossa ovat pohjaveden kloridipitoisuus ja sulfaattipitoisuus. (Onnila, 2022)



Kuva 11: Myllyojan pohjavesialueen kemiallisen hapenkulutuksen kehitys eri näytteenottopisteissä vuosien 2008–2021 aikana (x-akseli). ”Kemiallinen hapenkulutus (CODMn) kuvaa veden sisältämien kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrää, eli vedessä olevaa eloperäistä ainetta, joka voi olla humusta, jätevettä, karjatalouden päästöjä tai luonnonhuuhtoumaa.” (Suomen Ympäristökeskus, LIITE 4)

ELY-keskukset ovat vastuussa pohjavesialueiden valvonnasta, tutkimisesta ja pohjavesiin liittyvän tiedon tuottamisesta. Pohjavesialueiden lähiympäristössä toimivat organisaatiot ovat veloitettuja tuottamaan tietoa, ja ne voivat hakea käyttöoikeutta tallentaa omat tietonsa suoraan Herttatietojärjestelmään. Jos organisaatiot eivät syötä omia tietojaan Herttaan, on ELY-keskuksella velvollisuus viedä havaintotiedot tietojärjestelmään. (Suomen Ympäristökeskus, 2023a; Suomen Ympäristökeskus, 2024a) Herttassa olevasta tiedosta tehdään aikaisemmin kappaleessa mainittuja vuosittaisia pohjaveden laadun yhteenvetoraportteja teknisen toimen johdolle, vesihuoltolaitokselle sekä ELY-keskukselle.

### 3.1.2 Talousveden laadun seurantaprosessi

Heinolan kaupungilla on useita eri-ikäisiä vedenkäsittelylaitoksia sekä kolme merkittävämpää vedenjakelualuetta. Suurin vedenjakeluala on keskustan alueella. Vedenkäsittelylaitokset eroavat

toisistaan pH:n säätämiseen käytettävien kemikaalien sekä desinfiointimenetelmän osalta. Käytössä olevia desinfiointimenetelmiä Heinolassa ovat klooraus ja UV-säteilytys.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus edellyttää, että vesihuoltolaitoksilla on valvontatutkimusohjelma, joka pitää sisällään vedenjakelualuekohtaisen näytteenottosuunnitelman (A 2/2023). Heinolan kaupungin osalta viimeisin valvontatutkimusohjelma on tuotettu vuosille 2019–2023 ja näytteenottosuunnitelma on uusittu vuonna 2021. Tämän opinnäytetyön laatimisen aikana oli käynnissä valvontatutkimusohjelman päivitys.

Valvontatutkimusohjelmassa kuvataan vedenottamoiden ja vedenkäsittelylaitosten ominaispiirteet. Lisäksi siinä kerrotaan, kuinka vesihuoltolaitoksen veden laadun seurantaan liittyvää oma-valvontaa toteutetaan. Vesihuoltolaitoksen omavalvonta koostuu seuraavista tehtävistä:

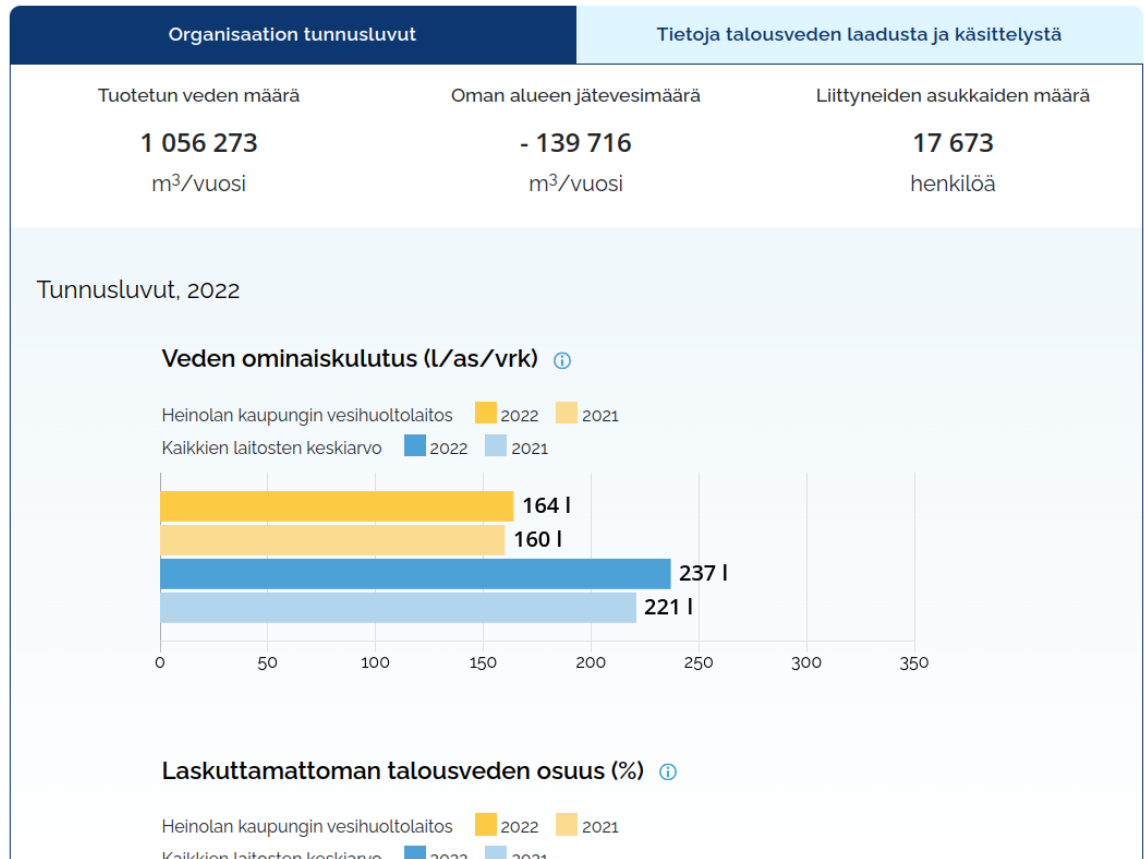
- Omavalvonnan automaattinen jatkuvatoiminen seuranta, jossa seurataan pH-arvoa, UV-laitteiden toimintaa, verkostopainetta, veden kulutusta ja ylavesisäiliön pinnankorkeutta. Nämä tiedot tallentuvat automaattisesti vesihuoltolaitoksen omaan valvonta- ja ohjausjärjestelmään.
- Omavalvontatutkimukset, johon kuuluvat näytteenottosuunnitelman mukainen raakavesinäytteiden ottaminen vedenottamoilta sekä näytteiden ottaminen vedenkäsittelylaitoksilta lähtevästä vedestä ja verkostovedestä eri näytteenottopisteissä.
- Vedenottamoiden viikoittaiset tarkkailukierrokset, joissa tarkastetaan vedenottamoiden rakenteiden kunto ja lähiympäristöt. Havainnot kierroksista merkitään manuaalisiin käyttöpäiväkirjoihin.

Heinolan talousveden laatua valvovat sekä kunnan terveydensuojeluviranomainen että vesihuoltolaitos. Heinolan kaupungin talousveden näytteenottosuunnitelmaan on kirjattu viranomaisnäytteiden ja omavalvontanäytteiden tiheys, mitattavat laatumuuttujat sekä näytteenottopaikat. Näytteenottopaikat sijoittuvat neljälle eri vedenjakelualueelle.

Heinolan omavalvontanäytteet sekä viranomaisnäytteet analysoidaan Lahdessa sijaitsevassa Eurofins-laboratoriossa. Laboratorio lähettää analysoidut tutkimustulokset sähköpostilla viranomaiselle ja vesilaitokselle. Se myös kirjaa tutkimustulokset terveydensuojeluviranomaisen valtakunnalliseen Vati-tietojärjestelmän analyysipalveluun, josta viranomainen tarkastaa tiedot.

Vati-tietojärjestelmästä siirtyy keskeisiä vedenlaatutietoja kaikkien saataville vesi.fi-palveluun. Kuvassa 12 on ote Heinolan kaupungin vesihuoltolaitoksen tunnusluvuista vesi.fi-sivustolta, josta

löytyy yhteenveto veden kulutuksesta sekä viimeisimmät vedenlaadun näytetulokset. (Suomen Ympäristökeskus, 2022e). Vedenjakelualuekohtaiset tunnusluvut ovat kerätty vesi.fi-sivustolle kansalaisia varten, jotta he voivat tarkastella alueiden tietoja vedenkäsittelystä ja laadusta muutujakohtaisesti (Valvira, 2023b).



Kuva 12: Vesi.fi sivustolta otettu leikekuva, jossa ensimmäisellä sivulla näkyvät valitun vesihuoltolaitoksen tunnusluvut. Toiselta sivulta pystyy näkemään tarkempia vedenlaadun tuloksia viimeisimmästä näytteenotokerrasta. (Suomen Ympäristökeskus, 2024b)

Sivustolta näkee vesihuoltolaitoskohtaisesti seuraavat organisaation tunnusluvut verrattuna kaikkien vesihuoltolaitosten keskiarvoon:

- Tuotetun veden määrä
- verkostoon liittyneiden asukkaiden määrä
- veden ominaiskulutus l/as/vrk
- Laskuttamattoman talousveden osuus
- Putkirikkojen määrä kpl/100 km/vuosi

- Käyttömaksu €/m<sup>3</sup>
- tuotantokustannukset €/m<sup>3</sup>
- vedenlaatuvalitusten määrä kpl/vuosi
- lisäksi viimeisimmät tulokset veden laadun mittauksista

Valvontatutkimusohjelman lisäksi terveydensuojelulaki edellyttää, että vesihuoltolaitoksilla on riskienhallintasuunnitelma. Heinolan kaupungin vesihuoltolaitos tekee riskiarviointeja ulkopuolisen asiantuntijan kanssa, joka käyttää digitaalista järjestelmää riskiarvioinnin toteuttamiseen. Vesihuoltolaitoksen henkilöstö ei itse käytä järjestelmää ja konsultin apua tarvitaan silloin, kun riskiarviointia on päivitettävä. (Houhala ym., 9.2.2024) Tämän pohjalta Heinolan kaupunki tekee riskienhallintasuunnitelman, jota terveydensuojeluviranomainen hyödyntää työssään.

Terveydensuojeluviranomainen tarkastaa, ”että talousvettä toimittavan laitoksen riskienhallintasuunnitelma on ajantasainen, laitos toteuttaa riskienhallintasuunnitelmaa ja että laitoksen oma-valvonta on riittävää” (A 2/2023). Tarkastuksia tehdään kaksi kertaa vuodessa, joista toinen voi olla pelkkä asiakirjojen tarkastus ja toinen asiakirjojen ja laitosten tarkastus (Heinolan kaupungin vesihuoltolaitos, 2019, s. 24). Viimeisin terveydensuojeluviranomaisen tarkastuskertomus pdf-muodossa on lokakuulta 2023. Siinä riskien vakavuutta kuvataan asteikolla A, B tai C, joista A on ”Vaatimustenmukainen (ei toimenpiteitä)”, B on ”Vähäisiä puutteita (ohjaus ja neuvonta)” ja C on ”Vaatimustenvastainen (kehotus)” (Takku, 2023). Tarkastusten pohjalta riskienhallintasuunnitelma-asiakirjaa päivitetään.

Heinolan kaupunki myös osallistuu vuosittain kuntien yhteiseen yhdyskuntateknisten palveluiden kyselytutkimukseen, jossa tutkitaan kuntien asukkaiden tyytyväisyyttä kunnan palveluihin. Kyselytutkimuksessa arvioidaan seuraavia palveluita: kadut, puistot, jätehuolto, vesi- ja viemärihuolto sekä palo- ja pelastustoimi. Näiden tutkimuskyselyiden avulla kunta saa kokonaiskuvaa siitä, kuinka heidän palvelunsa toimivat asukkaiden näkökulmasta. (FCG, 2022)

### 3.2 Nykytilanneanalyysi

Pohjaveden ja talousveden laadunseurannan nykytilaa arvioidessa voidaan todeta, että vedenlaatu on tällä hetkellä hyvä ja sitä tarkastellaan lainsäädännön vaatimalla tavalla. Sen sijaan Heinolan kaupungin kehityskohdiksi nousevat tiedon tuottamisen prosessien yhtenäistäminen sekä



tiedon ja järjestelmien jatkohyödyntäminen arvon tuottamiseksi. Siilomainen toiminta eri tietojärjestelmien ja yksiköiden välillä, kuten vesihuoltolaitos (Veeti-tietojärjestelmä), ympäristönsuojelu (Hertta-tietojärjestelmä) ja ympäristöterveys (Vati-tietojärjestelmä), vaikeuttaa tiedon kulkua. Vaikuttaa siltä, että Hertassa ja Vatissa olevaa dataa hyödynnetään heikosti. Tarvittavaa tietoa on olemassa eri tietokannoissa, asiakirjoissa ja raporteissa, mutta päätöksentekijöiden on haasteellista hahmottaa, mitkä asiat vaativat erityistä huomiota. Tietoa tulisi hyödyntää, jotta päästään ennakoivampaan tietojohdantamiseen. Lisäksi koetaan, että vedenlaadun tiedottamista kulluttajille voisi parantaa.

Pohjavesien laadunseurannassa yksi tärkeä osa on Ramboll Oy:n tekemä vuosittainen yhteistarkkailuraportti, mutta tämä ei sisällä erillistarkkailussa olevien toiminnanharjoittajien veden laadunvalvontatietoja. Raportti on koettu hyväksi, mutta trendikuvista ei käy helposti ja visuaalisesti ilmi, onko vedenlaatuparametreissa jotain huolenaihetta.

Yhteistarkkailuohjelma ja erillistarkkailu vaikuttaa monimutkaiselta ja prosessit tietojen tallentamisen ja raportoinnin osalta tuntuvat vaikeilta. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan analysoida prosesseja, vaan tiedon hyödyntämistä, joten prosessien laajempi kritiikki ja parannusehdotukset eivät kuulu tämän opinnäytetyön nykyiseen laajuuteen.

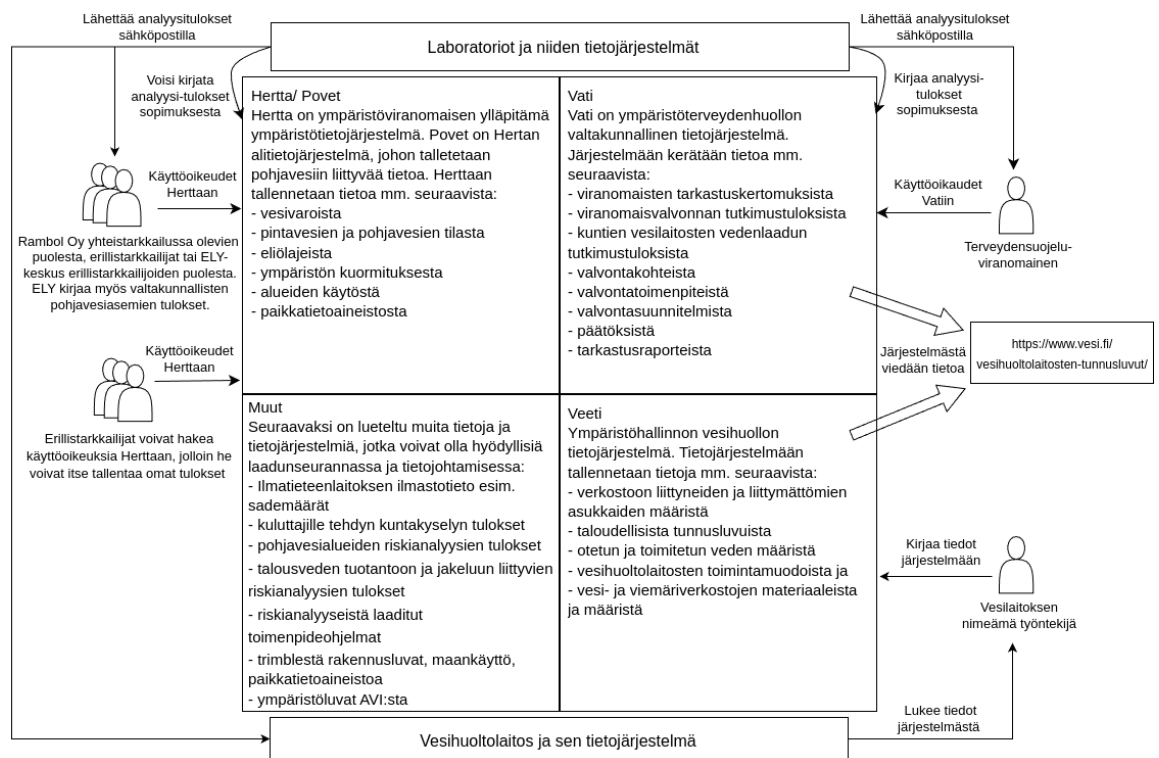
Talousveden tuotantoprosessia seurataan Veeti-järjestelmällä ja laatua Vati -järjestelmällä. Eurofins-laboratoriolla on myös oma sivusto, josta Heinolan kaupungin on mahdollista saada omat näytteenottotiedot Excel-tiedostona. Lisäksi vesilaitos kirjaa manuaalisesti viikoittaiset havainnot tarkastuspäiväkirjaan. Tietoa on siis paljon, mutta se on eri järjestelmissä, joten se ei ole helposti hyödynnettävissä kokonaiskuvan laatimiseksi.

Vesi.fi-verkkosivuilla on vesihuoltolaitoskohtaiset tunnusluvut ja talousveden laatuun liittyvää tietoa kerättyä kunnan asukkaita varten. Nämä tiedot on Valvira tuonut Veeti- ja Vati-tietojärjestelmistä, mutta tieto on hyvin vähäistä ja siitä ei saa ymmärrettävää kokonaiskuvaa. Lisäksi kovinkaan moni ei varmaan tiedä sivuston olemassaolosta, sillä tieto on syvällä vesi.fi-verkkosivuilla ja tietoa hakevan täytyy tietää, mistä tunnusluvut-palvelu löytyy. Pääsivulla ei ole tiedon markkinointia, eikä suoraa linkkiä tunnusluvut-palveluun. Mittaustulokset ovat myös hyvin vaikeasti tulkittavia, sillä on epäselvää, mistä näytteenottopisteestä mittaustulokset on otettu. Tulokset ovat myös ainoastaan viimeisimmästä näytteenottokerrasta ja sitä ei voi verrata esim. aikaisempiin tuloksiin. Tulosten pohjalta on vaikea tunnistaa vedenlaadun kehityksen suuntaa.

Talousveden laadun kehityksestä ja näytteenotosta ei ole tehty vastaavaa yhteenvetoraporttia kuin Ramboll Oy on tehnyt pohjaveden laadun kehityksestä. Tämän syynä on se, että osan

näytteenotosta tekee vesilaitoksen omavalvonta ja osan tekee viranomainen. Lisäksi talousvesipuolelle ei ole palkattu konsulttiyritystä laatimaan raporttia ja kunnan henkilöstö ei ole ehtinyt tähän mennessä sellaista tekemään.

Seuraavassa kuvassa 13 on hahmotettu yhteenvedona kokonaiskuva nykytilakuvauksessa esitetyistä veden laadunvalvonnan toimijoista, käytettävistä järjestelmistä sekä tiedon kulusta liittyen kyseisiin järjestelmiin.



Kuva 13: Valtakunnalliset ja Heinolan kaupungin tietojärjestelmät sekä tiedon kulku veden laadunseurantaan liittyen. Muut osiossa on kirjoitettu mahdollisia lisätietoja ja tietojärjestelmiä, jotka voisivat olla hyödyksi veden laadun tietojohdamisessa.

Kokonaislaatuun liittyvää käsitystä kunnan asukkaiden näkökulmasta saadaan myös yhdyskuntateknisten palveluiden kyselytutkimuksesta. Se tehdään kuntien asukkaille vuosittain. Tähän osallistuu otoksen mukaan 500 asukasta ja vastausprosentti vuonna 2022 oli 26 %. Siinä kysytään asukkaiden tyytyväisyyttä asteikolla 1–5 mm seuraaviin palveluihin:

- Vesilaitoksen toimittaman juomaveden laatu (4,61)
- Vesihuollon asiakaspalvelu (3,86)

- Vesihuollon tiedotus yleensä (3,56)
- Vesihuollon tiedotus häiriötilanteissa (3,48)

Kuvassa 14 sinivihreä palkki kuvaa keskimääräistä Heinolan kaupungin asukkaiden antamaa arvosanaa. Punainen viiva kuvaa tutkimukseen osallistuneiden kuntien heikointa arvosanaa ja musta parasta arvosanaa. Oikealla olevissa kolumneissa ensimmäinen kolumni kertoo muutosta Heinolan kaupungin arvosanoissa vuosien 2021 ja 2022 välillä. Viereinen kolumni kertoo Heinolan kaupungin eroa suhteessa kaikkiin tutkimukseen osallistuneiden kuntien keskiarvoon. (FCG, 2022, s. 6)

Vesilaitoksen toimittaman juomaveden laatu	4,61	3,73	5,00	0,02	0,13
Jätevedenpuhdistamojen toiminta	4,32	3,78	4,45	0,11	0,09
Sadevesien viemärointi	3,75	3,00	3,92	-0,02	0,11
Vesihuollon asiakaspalvelu	3,86	3,82	4,08	0,03	0,08
Vesihuollon tiedotus yleensä	3,56	3,00	3,78	0,05	0,11
Vesihuollon tiedotus häiriötilanteissa	3,48	3,88	3,82	0,04	0,03

Kuva 14: Yhdyskuntateknisten palveluiden kysely kuntien asukkaille kuva on otos Heinolan kaupungin tuloksista (FCG, 2022, s. 6).

Tutkimuksen perusteella vaikuttaa siltä, että tällä hetkellä asukkaat ovat hyvinkin tyytyväisiä juomaveden laatuun ja melko tyytyväisiä asiakaspalveluun ja tiedotukseen. Tyytyväisyyttä pystyisi lisäämään tiedotusta parantamalla.

Yhteenvetona voi todeta, että tietoa on paljon, mutta se on hajallaan eri tietokannoissa ja asiakirjoissa. Tämän takia tiedon jatkoohyödyntäminen on vaikeaa.

### 3.3 Tarpeet ja tavoitteet

Opinnäytetyön johdanto-osuudessa (Kappale 1, s. 2) määritettiin työhön liittyvät tutkimuskysymykset. Seuraavaksi tutkimuskysymyksiä vertaillaan opinnäytetyöprosessin aikana havaittuihin kehitystarpeisiin. Heinolan kaupungin edustajien kanssa on käyty useita keskusteluita, ja niistä on noussut seuraavia kehitystarpeita:

- A) Tekniikkatoimialan johto toivoo saavansa helposti ymmärrettävän kokonaiskuvan vedenlaadun tilanteesta. Esimerkkinä voisi olla johtajien toive saada tietoa siitä, miten seurattavat parametrit ovat kehittyneet vuosien aikana esim. trenditietoina. Lisäksi ongelmaksi on koettu se, että laboratorioden lähettämässä tuloksissa ei kerrota tuloksiin liittyviä raja-arvoja, jolloin on vaikea tietää, onko tuloksissa ongelmia. Kehitystarve liittyy

alatutkimuskysymykseen 1. kokonaiskuvan luomisen osalta ja alatutkimuskysymykseen 2. siihen liittyvän lisätiedon osalta.

- B) Vesilaitoksen toiveissa olisi pystyä ennakoimaan mahdollisia ongelmia ja reagoimaan niihin ajoissa. Ilmastonmuutoksen myötä mm. sademäärät ovat kasvaneet ja tästä saattaa koitua yllättäviä ongelmia. Kehitystarve liittyy alatutkimuskysymykseen 2. ennakointiin liittyvän tiedon tarpeen vuoksi ja alatutkimuskysymykseen 3. tiedolla johtamisen mahdollistamiseksi.
- C) Tiedolla johtamista tukisi tieto siitä, missä mennään havaittujen ongelmien ratkaisemisen kanssa. Kehitystarve liittyy alatutkimuskysymyksiin 2. ja 3. tilannekuvan parantamisessa.
- D) Suurin osa vesihuoltopalvelun kustannuksista muodostuu kiinteistä kustannuksista ja vain pieni osa muuttuvista kustannuksista eli veden kulutuksesta. Heinolan kaupungin kanssa käydyistä keskusteluista on käynyt ilmi, että yksi vesihuollon haasteista on, kuinka nostaa vesimaksun hintaa niin, että se kattaisi kaikki kulut. Monet asukkaat saattavat pyrkiä säästämään vettä, mutta tällä ei ole paljon vaikutusta vesilaskun suuruuteen. Tämä johtuu vedenkäsittelyjärjestelmän ylläpitoon liittyvistä suurista kustannuksista, joista asukkailla ei ole välttämättä kovinkaan hyvää käsitystä. Toinen haaste on tunnistaa, mitä asukkailla voi kertoa vesihuoltoon liittyvistä asioista ja kustannuksista, sillä tiedon julkaisemiseen liittyy se, että tieto on osittain arkaluonteista. Kehitystarve liittyy alatutkimuskysymykseen 2. asiakkaalle välitettävän tiedon osalta.
- E) Pohjaveden laadusta ja jätevedenpuhdistamolta saadaan konsulteilta tilatut vuosittaiset yhteenvetoraportit, mutta talousveden osalta sellaista ei ole vielä tehty. Nämä raportit ovat digitaalisessa asiakirjamuodossa. Tämän kaltaista raporttia toivottaisiin myös talousveden osalta. Kehitystarve liittyy alatutkimuskysymykseen 1. kokonaiskuvan luomiseksi ja alatutkimuskysymykseen 3. tietojohdamisen mahdollistamisen kautta.
- F) Mahdolliseksi tarpeeksi on havaittu, että jos saisi erilaisia tietoja joustavasti ja helposti yhdisteltyä, niin niistä voisi nousta uusia ideoita ja havaintoja, joita ei ole ennen huomattu. Jos esimerkiksi riskienhallinnassa voisi yhdistää sekä talousvedestä saatua tietoa ja pohjavesistä saatua tietoa, niin näistä voi huomata uusia riskitekijöitä, mitä ei ehkä olla huomattu käyttämällä vain talousvesistä saatua tietoa. Kehitystarve liittyy alatutkimuskysymykseen 3. automaation myötä, ja alatutkimuskysymykseen 2. lisätiedon tarpeen osalta.

- G) Keskusteluiden pohjalta on noussut myös idea käyttää veden laatuindeksiä veden laadun seurantaan, jolloin yhdellä arvolla pystyy kuvaamaan veden laatua. Kehitystarve liittyy alatutkimuskysymyksiin 1, 2 ja 3 asiakkaille välitetyn vedenlaadun tiedottamisessa.
- H) Keskusteluiden yhteydessä on noussut myös tarve lisätä jatkuvatoimista pinnankorkeuden mittaamista pohjavesien havaintoputkiin. Tämä mahdollistaisi vedenoton eri vedenottamoilta optimaalisella tavalla ja minimoisi häiriötilanteiden mahdollisuutta esimerkiksi hyvin kuivina kausina. Kehitystarve liittyy alatutkimuskysymykseen 2 lisätiedon hyödyntämisessä jatkuvatoimisessa tilannearviossa.

## 4 Veden laadun tietojohdamisen kehittäminen

Tässä luvussa esitetään kehitysehdotuksia edellisessä luvussa kuvattuihin Heinolan kaupungin tietojohdamisen tarpeisiin. Kehitysehdotukset ovat laadittu niin, että ne on jo yleisessä käytössä olevilla teknologioilla toteutettavissa. Niitä kannattaisi toteuttaa pienin askelin, jotta henkilökuntaa ehditään kouluttaa ja uusi toimintatapa saadaan asteittain käyttöön.

### 4.1 Tietoaltaan kehittäminen

Ensimmäinen kehityskohde olisi Heinolan kaupungin kannalta rakentaa tietoaallas. Tietoaallas on tietohallintaratkaisu, joka toisin kuin perinteiset tieto-varastoratkaisut sallivat erityyppisten tietojen tallentamisen ja käsittelyn. Tietoaallas mahdollistaa isojen tietomassojen nopean tallentamisen (Granqvist, 2022, s. 2–7). Tietoa tuottaessa ja yhdessä hyödynnettäessä voidaan johtaa tietonkäyttäjien osaamisjärjestelmää (Huttula, 2022). Sen avulla olisi helppo tuottaa erilaisia tietopohjaisia analyyskejä, raportteja sekä muita tietoon perustuvia palveluita, kuten ennakointipalveluita. Tietoaallas sisältäisi vähintään samat tiedot kuin on Veetissä, Vatissa ja Hertassa, mutta mahdollisesti muita, kuten esim. ilmastotietoa ja paikkatietoa. Tämän kaltainen laaja tietoaallas mahdollistaa tiedolla johtamisen tarpeen mukaisien raporttien muodostamisen ja kokonaiskuvan hahmottamisen.

Samanlaisia tietoaltaita on tehty monille organisaatioille ja niiden tietoturvan varmistamiselle on olemassa hyviä käytäntöjä (Tuohinen, 2024). Lisäksi, jos rakennetaan rajapintoja tietojärjestelmien ja tietoaltaan välille, niin tiedot voisivat päivittyä automaattisesti.

Tietoaallas mahdollistaa historiatiedon yhdistelemisen ja hyödyntämisen tehokkaasti. Sen avulla voidaan laatia erilaisiin tarpeisiin raportteja ja analyyskejä. Sitä voidaan hyödyntää myös ennakoinnissa, jotta mahdollisiin ongelmatilanteisiin voidaan reagoida ajoissa. Tietoaltaassa oleva tieto voisi myös auttaa perehdyttämään uusia työntekijöitä tai muita tietoa tarvitsevia kaupungin vesihuoltoon liittyvistä asioista. Lisäksi tämä voisi ehkä tuoda ratkaisun hiljaisen tiedon katoamiseen eläköityvien työntekijöiden lähtiessä.

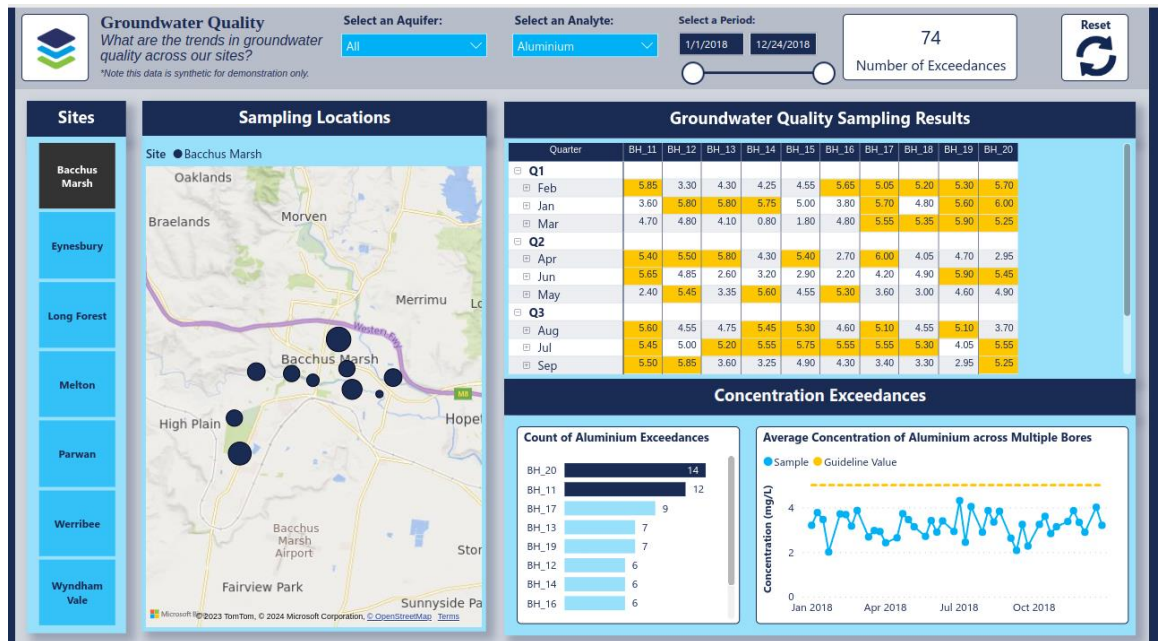
Tietoaallasratkaisu kannattaa todennäköisesti tehdä yhteistyössä useiden kuntien ja kaupunkien kesken. Louhi-blogissa on kuvattu hyvä esimerkki tietoaallasprojekteista ja mitä kaikkea tulisi ottaa huomioon (Laukkanen & Niemijärvi, 2014). Tietoaallasratkaisut kokonaisuudessaan koostuvat:

- Eri vaihtoehtojen selvityksestä ja suunnittelusta
- Lisensseistä (esim. palvelin, tietokanta, raportointi- ja analytiikkasofta, esim. QlikView tai Power BI)
- Rakennustyöstä (konsultointityö ja organisaation oma työ)
- Ylläpidosta ja käyttökustannuksista (esim. softan ylläpito, konsultointityö, organisaation oma työ ja koulutuskustannukset)

Projekti voi herkästi venyä ja tulla kalliiksi, jos sitä ei suunnitella hyvin. On hyvä myös huomioida rakentamisen lisäksi ylläpito- ja koulutuskustannukset. Suunnitelmiin myös tulee ottaa mukaan tarvittavat tietoturvaratkaisut. Tämä liittyy kehitystarpeisiin A, B, D, E ja F kappaleessa 3.3.

#### 4.2 Raportointityökalun hyödyntäminen

Kun tietoallas on olemassa niin, sen pohjalta voidaan tuottaa erilaisia näkymiä raportointityökalun avulla. Alla kuvassa 15 on esimerkki, jossa on hyödynnetty Power BI -raportointisovellusta. Raportilla voidaan nähdä kartalla näytteenottopisteet sekä seurata tietyn parametrin tilannetta eri näytteenottopisteissä. Raportissa on myös trendikuva, josta käy myös ilmi parametrin kehitys ja parametrin raja-arvo valitulla alueella. Tämä liittyy A, B ja C kehitystarpeisiin luvussa 3.3.



Kuva 15: C. Borovac on kehittänyt Microsoftin Power BI:llä työkalun, jolla voi tutkia pohjavesialueiden laatua. Kuvassa on esimerkki Australian pohjavesialueesta. Lähteessä on linkki toimivaan työkaluun. (Borovac, 2020)

Power BI -seurantanäkymän voisi myös laatia tärkeimmistä riskienhallinnan kohteista. Esimerkkejä isoista riskikohdista ovat mm. Myllyojan alueen haaste kasvavasta hapenkulutuksesta sekä kaatopaikkojen, runsaasti liikennöityjen teiden tai soranottoalueiden lähellä olevat vedenottamot. Tämä liittyy kehitystarpeeseen C luvussa 3.3. Tällaisen raportin voisi tehdä sekä pohjaveden laadusta että talousveden laadusta.

Teoriaosuudessa on listattu useita tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa pohjaveden laatuun. Ne liittyvät pääsääntöisesti erilaiseen maankäyttöön sekä ilmasto-olosuhteisiin tai näihin molempiin liittyviin muutoksiin. Riskienhallinnassa näiden vaikutus pohjaveteen tai talousveteen tulisi analysoida. Jos löytyy tarkemmin seurattavia parametrejä tai mahdollisia riskin aiheuttajia, niin niistä voi tehdä Power BI -seurannan. Power BI mahdollistaa myös tarvittaessa hälytysviestien lähettämisen esim. sähköpostiin silloin, kun seurattava parametri ylittää asetetut ylä- tai alarajat. Tämä liittyy kehitystarpeisiin A ja B luvussa 3.3.

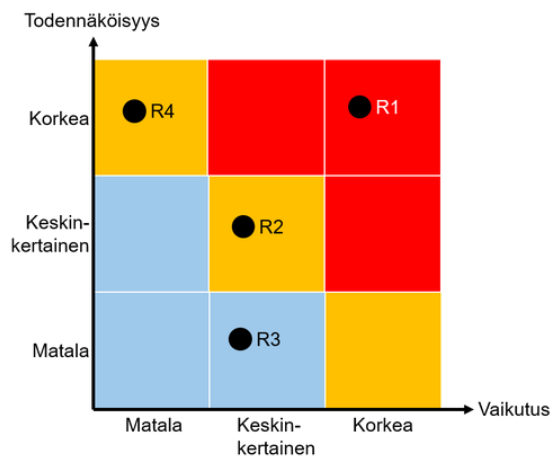
Yksi Heinolan kaupungin toiveista on pystyä seuraamaan vedenlaatua prosessin eri vaiheissa. Tällä hetkellä vedenlaatuun liittyviä näytteitä otetaan vedenottamoissa raakavedestä, vedenkäsittelylaitokselta lähtevästä talousvedestä sekä eri näytteenottopisteistä vedenjakeluverkossa. Jos on jokin tietty parametri, jota mitataan kaikissa näissä prosessin näytteenottovaiheissa, niin yksi seurantanäkymä voisi esitellä tätä asiaa. Esimerkkinä voisi mainita, mikä on pH Myllyojan



vedenottamalla, vedenkäsittelylaitoksen lähtevässä vedessä ja jakeluverkostossa. Tämä liittyy kehitystarpeisiin A, C, E ja F luvussa 3.3.

#### 4.3 Riskienhallintatoimenpiteiden seuranta

Yksi Heinolan kaupungin tarve on pystyä seuraamaan, miten havaittujen riskien suunnitelman mukainen pienennys toteutuu. Kuvassa 16 on yksi perinteinen tapa luokitella riskejä. Erityisesti, jos riskit ovat keltaisella tai punaisella niitä tulisi pyrkiä pienentämään.



Kuva 16: Esimerkki Helsingin kaupungin kehittämismenetelmät-sivustolta riskienhallinnassa käytetystä matriisista (Helsingin kaupunki, 2024).

Riskipaikkojen pienennystoimenpiteiden osalta tulisi laatia oma digitaalinen seurantaraportti. Kuvassa 17 on esimerkki Microsoftin Digiturvamallin hyödyntämisestä tietoturvariskien hallinnassa. Tätä vastaavaa on myös mahdollista soveltaa vesihuoltolaitoksen toiminnassa havaittujen riskienhallintatoimenpiteiden seurannassa. Tämä liittyy kehitystarpeeseen C luvussa 3.3.

Vast.	Tietoturvariskit	Riskitaso	Tila	Edistys	Seuraukset	Todennäköisyys	Käsittelyvaihtoehto
	Kumppanin puutteellinen turvallisuustiedon jakaminen	6 - Korkea	Aktiivinen	1/4	2p - Haitallinen	3p - Todennäköi...	Vähennä riskiä
	Tietoturvahäiriön juurisyytä ei saada selville	6 - Korkea	Arvioitu	3/4	3p - Vakava	2p - Mahdollinen	Vähennä riskiä
	Fyysisen tunnisteen väärinkäyttö	6 - Korkea	Käsitelty	2/4	3p - Vakava	2p - Mahdollinen	Vähennä riskiä
	Luottamuksellisten tietojen varastaminen teknisen haavoittuvuuden avulla	6 - Korkea	Aktiivinen	0/4	3p - Vakava	2p - Mahdollinen	Vähennä riskiä
	Loogiset tai tekniset haavoittuvuudet itse kehitetyissä järjestelmissä	6 - Korkea	Aktiivinen	0/4	3p - Vakava	2p - Mahdollinen	Vähennä riskiä
	Puutteellinen resursointi tietoturvahäiriöiden käsittelyyn	4 - Keskitaso	Aktiivinen	0/4	2p - Haitallinen	2p - Mahdollinen	-
	Haittaohjelmatarunta etäyhteyden kautta	4 - Keskitaso	Aktiivinen	0/4	2p - Haitallinen	2p - Mahdollinen	-

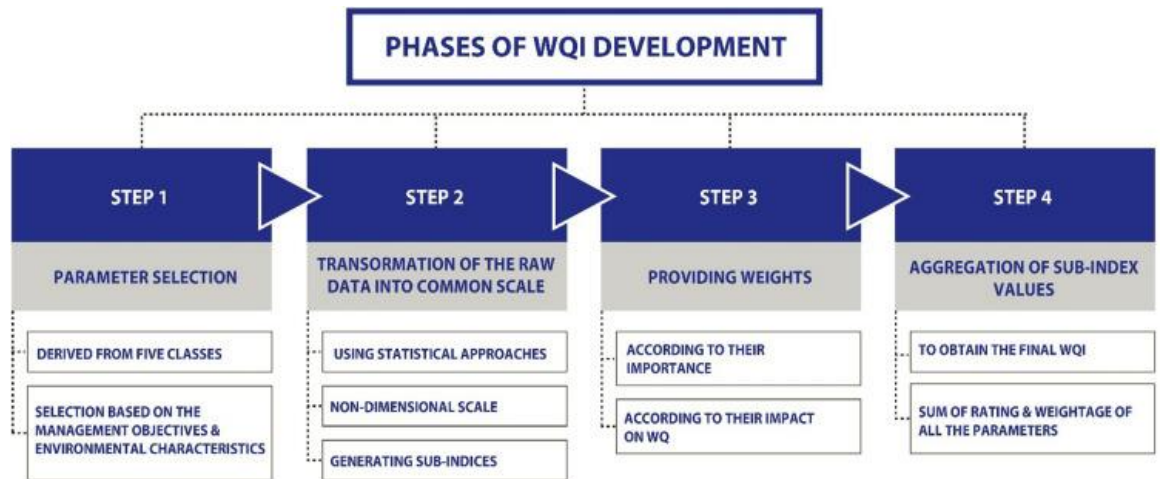
Kuva 17: Esimerkki Digiturvamallilla toteutetusta riskienhallintatyökalusta (Pulkkanen, 2021).

Yksi esimerkki, jossa voisi toteuttaa riskienhallinnan statuksen seuranta on Heinolan terveys- ja suojeluviranomaisen säännölliset tarkastukset. Kunnan terveys- ja suojeluviranomainen tarkastaa säännöllisesti vesihuoltolaitoksen kunnon ja laatii yksityiskohtaisen tarkastusraportin. Raportissa luokitellaan havainnot kriittisyyden perusteella. Se on asiakirjamuodossa, joten vaadittujen kriittisten toimenpiteiden toteutumista on vaikea seurata. Jos toimenpiteitä edellyttävät havainnot olisivat digitaalisessa luokitellussa muodossa, niin niihin olisi helpompi lisätä vastuuhenkilö, korjaustoimenpiteiden toteutussuunnitelma ja aikataulu. Näin korjaustöiden toteutumista olisi helpompi seurata. Jos aikataulu ei toteudu, niin niistä voi saada automaattisen muistutuksen. Tämä liittyy kehitystarpeeseen C luvussa 3.3.

#### 4.4 Veden laatuindeksin kehittäminen

Kirjallisuudessa puhutaan paljon ns. veden laatuindeksistä (WQI) ja mm. YK on julkaissut vuonna 2007 laajan raportin, jossa arvioidaan erilaisia veden laatuindeksejä (Rickwood & Carr, 2007). Veden laatuindeksi on yksi kansainvälisesti käytetyimmistä työkaluista kuvaamaan veden laatua. Esimerkiksi Kanadassa tämä on yleisesti käytetty talousveden indikaattori (Government of Newfoundland and Labrador). Veden laatuindeksi perustuu fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin tekijöihin, jotka yhdistetään yhdeksi arvoksi. Tämä arvo voi vaihdella 0–100 välillä. Veden laatuindeksin muodostaminen koostuu seuraavista neljästä prosessivaiheesta: parametrien valinta, raakatietojen muuntaminen yhteiseen mittakaavaan, painojen antaminen sekä ali-indeksiarvojen yhdistäminen. Kuvassa 18 on kuvattu laatuindeksin prosessivaiheet. (Chidiac ym., 2023) Tällainen yksi lukuarvo ja sen kehitys ajan myötä voisi olla helppo tapa kommunikoida veden laadusta esim. Heinolan kunnan asukkaille. Suomessa veden laatu on määritelty laissa, joten sen pohjalta voisi

olla mahdollista kehittää toimiva indikaattori hyödynnettäväksi Suomessa. Opinnäytetyön liitteessä 2 on yksi esimerkki Kanadassa käytetystä matemaattisesta kaavasta, jonka avulla veden laatuindeksi lasketaan (Liite 2).



Kuva 18: Veden laatuindeksin prosessivaiheet (Chidiac ym., 2023).

Koska vedenjakelualueita on useita, niin indeksit voisivat olla jakelualuekohtaisia. Ne tuotettaisiin automaattisesti tietoaltaassa olevien veden laatuparametrien ja niiden raja-arvojen mukaan. Indeksien kehitystä voidaan seurata trendikuvalla. Jos jakelualuekohtainen tieto on liian arkaluonteinen, niin voitaisiin määritellä yksi keskimääräinen veden laatuindeksi kaikista Heinolan kaupungin vedenjakelualueista.

Pelkkä indeksien tuottaminen ei riitä, vaan ne tulisi saada myös asukkaiden tietoon. Yksi tapa voisi olla julkaista päivittyneitä lukuja esim. paikallislehdessä, josta olisi linkki lisätietoihin Heinolan kaupungin sivustolla ja mahdollisessa Heinolan palveluista kertovassa mobiilisovelluksessa. Samalla voidaan lisätä asukkaiden ymmärrystä esim. vedentuotantoon liittyvistä kustannuksista ja vedenkulutuksesta. Tämä auttaisi asukkaita ymmärtämään, että puhdas vesi ei tule tyhjästä. Tämä liittyy kehitystarpeeseen A, D, E ja G luvussa 3.3.

#### 4.5 Jatkuvat toimiset reaaliaikaiset mittaukset

Jatkuvatoimisen reaaliaikaisen mittauksen hyöty on siinä, että se mahdollistaa nopean reagoinnin muutokseen tai ongelmiin. Vihersalon (2016) opinnäytetyössä ehdotetaan jatkuvatoimisten mittausten lisäämistä raakaveteen ja vesilaitosten lähtevään veteen. Raakaveden mittauksiin Vihersalo ehdottaa seuraavia: pH, väri, sameus, johtokyky ja uv-absorbanssi. Lähtevään talousveteen hän ehdottaa partikkelilaskentaa. (Vihersalo, 2016) Tämä liittyy kehitystarpeeseen B luvussa 3.3.

Heinolan kaupungin vesihuoltolaitoksen asiantuntijan ehdotuksen pohjalta voisi myös lisätä vedenpinnankorkeuden jatkuvatoimista mittauksista vedenottamoiden havaintoputkiin. Tämä auttaisi ennaltaehkäisemään mahdollisia veden laadun ongelmia sekä optimoimaan vedenoton määrää eri ottamoilla. Keskustelussa kävi ilmi, että akkukäyttöisyys ja etäohjattavuus ovat tärkeitä ominaisuuksia tällaisille sensoreille. Tämä liittyy kehitystarpeeseen H luvussa 3.3.

#### 4.6 Palveluiden oston suunnittelu tietojohdamisen tarpeet huomioiden

Koska Heinolan kaupunki ostaa erilaisia palveluita, niin heidän olisi hyvä suunnitella hankinnat niin, että ostettavat palvelut olisivat yhteensopivia Heinolan kaupungin tietojohdamisen tarpeiden kanssa. Yksi esimerkki, joka nousi esiin keskusteluissa, oli laboratorioden lähettämien tulosraporttien tulkittavuus sekä se, että laboratoriot voisivat suoraan syöttää tulostiedot Herttaan ja Vatiin.

Vedestä otetuista mittauksista voisi saada lisää informaatiota, jos laboratorioden tulosraporteissa olisi vielä enemmän tietoa analyysituloksista. Heinolan kaupunki voisi edellyttää laboratorioilta tarkempia tulosraportteja, joissa olisi parametrien tulosten ja mittausmenetelmien lisäksi parametrien raja-arvot mukana. Tämän tyyppisiä raportteja kaupungeille tuottaa mm. KVVY Tutkimus Oy (KVVY Tutkimus Oy, 2024). Raja-arvot auttaisivat tulosraporttien ymmärrettävyyttä sekä kertoisivat, jos parametrille tulisi tehdä lisätoimenpiteitä. Trendin lisääminen olisi myös hyödyllinen ongelmatilanteen ennakoinnissa. Tämä liittyy kehitystarpeeseen A luvussa 3.3.

## 5 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli vastata toimeksiantajan kanssa määriteltyihin tutkimuskysymyksiin liittyen siihen, miten Heinolan kaupungin talousveden laadunvalvontaa sekä tietojohdamista tulisi kehittää. Lisäksi tavoitteena oli tehdä ehdotuksia tietojohdamisen, tietoperustaisen ennakoinnin ja veden laadun kokonaiskuvan parantamiseksi perustuen Heinolan kaupungin nykytilaan. Näihin tutkimuskysymyksiin liittyen opinnäytetyössä esitettiin nykytila-analyysin pohjalta kehitysehdotuksia. Tutkimuskysymykset sisälsivät myös kysymyksen siitä, miten automatisointia voisi käyttää hyödyksi, mutta tämä ei suoranaisesti esiinny kehitysehdotuksissa omana kokonaisuutena. Automaatio esiintyi ehdotuksissa osana erilaisia ratkaisuja. Automatisointia voidaan hyödyntää automaattisella tiedonsiirrolla, kun tietoa siirtyy toisiin järjestelmiin, tietoaltaaseen ja raportteihin. Esimerkiksi vesihuoltolaitoksen oma tietojärjestelmä kannattaisi liittää rajapinnan yli Veeti-järjestelmään, jolloin tämä vähentäisi nykyistä manuaalisen kirjaamisen tarvetta. Lisäksi automatisointia voidaan hyödyntää automaattisilla muistutuksilla ja ilmoituksilla.

Veden laadun tietojohdamiseen liittyy useita erilaisia näkökulmia, joten teoriaosuudesta tuli pitkä. Tämän työn teoriaosuus toi ensisijaisesti lukijalle perustiedot työssä käsiteltävistä aiheista sekä ymmärrystä työn tärkeydestä. Teoria nivoi yhteen laadun käsitteen, veden laadun tärkeyden ja siihen vaikuttavat osa-alueet sekä tietojohdamisen merkityksen. Laadun käsite on ollut keskeinen osa opinnäytetyötä ja tätä käsitellään kaikissa luvuissa, tarpeissa sekä kehitysehdotuksissa. Näiden lisäksi palvelumuotoilun teoria lisäsi ymmärrystä opinnäytetyössä käytetystä iteratiivisesta prosessimallista. Heinolan kaupunki voi myös hyödyntää palvelumuotoilun prosessia kehittämään palvelua, jossa veden laadusta välitetään tietoa asukkaille.

Veden laatua säädellään asetuksissa, lakiteksteissä ja erilaisissa viranomaisten ohjeistuksissa, joita käytettiin lähteinä työssä. Analyysin perusteella Heinolan kaupungilla on prosessit ja toimintatavat, jotka mahdollistavat lakisääteisen toiminnan ja laadukkaan veden toimittamisen kunnan asukkaille. Tietojohdamisen näkökulmasta tieto on lähinnä erilaisissa dokumenteissa tai raporteissa, mikä vaikeuttaa kokonaiskuvan näkemistä päätöksentekohetkellä. Nämä havainnot ovat osa opinnäytetyön tulosta ja ovat vaikuttaneet esitettyihin kehitysehdotuksiin.

Opinnäytetyön aikana tietojohdamisen viitekehyksen (Kuva 6, s. 16) ja prosessimallin (Kuva 7, s. 18) teorian eri osa-alueita käsiteltiin Heinolan kaupungin näkökulmasta, mutta nämä eivät olleet systemaattisesti mukana opinnäytetyön kokonaisuudessa. Esimerkiksi opinnäytetyössä olisi voitu edetä tietojohdamisen viitekehyksen mukaisesti. Sen sijaan työn tulokset perustuivat

tietojohtamisen näkökulmiin, kuten ilmiön ymmärtämiseen talousveden laadun kokonaiskuvan muodostamisen kautta. Tuloksissa johtamisen käytäntöihin ehdotettiin olemassa olevien tietokantojen yhdistämistä yhdeksi tietoaalaksi, jotta tietojohtaminen sujuisi tehokkaammin. Johtamistyökaluiksi ehdotettiin mm. raportointityökalujen ja tiedon visualisoinnin hyödyntämistä.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin kokonaiskuva Heinolan kaupungin veden laadunseurannasta. Tämän pohjalta tehtiin nykytilan analyysi, jonka aikana syntyi tarkempi tarveanalyysi. Tarpeiden pohjalta tehtiin kehitysehdotuksia. Kehitysehdotusten ideana oli herättää ajatuksia, miten tietoa voidaan hyödyntää ja kuinka tiedon esittämisellä voi olla iso merkitys tietojohtamisen ja ongelmatilanteiden ennakoitavuuden kannalta.

Opinnäytetyöprosessin aikana saatu palaute on ollut myönteistä. Raakavedestä talousvedeksi prosessin veden laadunvalvonnan tietojohtaminen oli kohtalaisen tarkasti määritelty opinnäytetyön aihe. Tähän aiheeseen liittyy kuitenkin hyvin monta osapuolta ja näkökulmaa, minkä vuoksi työ olisi voinut kasvaa vaikka kuinka laajaksi. Vesihuolto aiheena oli tuntematon, joten tähän tuli perehtyä työn alussa ennen kuin pystyttiin rajaamaan opinnäytetyön suuntaa tarkemmin. Perehtymisen aikana tuli myös uutta tietoa, joka piti ottaa huomioon asian tärkeyden vuoksi (esim. laadun käsite, vesihuollon kustannuksiin ja asiakasmaksuihin liittyvät kysymykset). Näiden takia opinnäytetyön rajaaminen tuntui välillä haasteelliselta, mutta tässä onnistuttiin pitämällä tutkimuskysymykset ja työn tavoitteet aina mielessä. Uusien aiheiden opettelu on tyypillistä tieto- ja viestintäteknikan opiskelijoille, sillä heidän on tutustuttava aiheeseen ennen kuin he voivat soveltaa tietämystään tietojen käsittelyyn sekä teknologioihin liittyen.

Opinnäytetyö tehtiin suurimmalta osalta itsenäisesti etätöinä. Työn aikana otettiin yhteyttä Heinolan kaupunkiin ja työn ohjaajaan aina, kun yksi osuus oli valmis. Tämä vaikutti riittävältä yhteydenpidolta ja palautetta saatiin jokaisesta vaiheesta. Opinnäytetyön kannalta olisi ollut hyödyllistä ottaa yhteyttä muihin toimijoihin, jotka ovat mukana veden laadunvalvonnassa esim. ELY-keskus, Syke ja Valvira. Tämä olisi laajentanut opinnäytetyötä ehkä liikaa jopa maisterityötasolle, joten se voisi olla seuraava vaihe työn valmistuttua.

Opinnäytetyö oli toiminnallinen opinnäytetyö, jossa tehtiin toimeksiantajan tarpeen mukaista selvitystä. Menetelminä opinnäytetyössä käytettiin kirjallisuuteen ja keskusteluihin pohjautuvaa tietoperustan muodostamista sekä iteratiivista palvelumuotoiluprosessia. Palvelumuotoilua toteutettiin käyttäen ihmisläheisiä keskusteluita. Keskustelut toteutettiin Teams-kokousten yhteydessä, jotka tallennettiin videolle jatkokäsittelyä varten. Tallennetuista videoista tulostettiin automaattiset tekstillenteet ja niiden pohjalta tehtiin muistiinpanoja. Keskusteluiden sisältöjä

hyödynnettiin tietoperustan täydentämiseen ja validointiin sekä kehitystarpeiden identifiointiin. Iteratiivista toimintatapaa hyödynnettiin silloin, kun tehtiin keskusteluiden pohjalta opinnäytetyöhön muokkauksia ja kehitysehdotuksia. Opinnäytetyön aikana haastateltavina oli kolme Heinolan kaupungin asiantuntijaa ja sähköpostitse otettiin yhteyttä Heinolan ympäristönsuojeluviranomaiseen sekä terveydensuojeluviranomaiseen. Näiden asiantuntijoiden avulla saatiin hyvää tietoa ja dokumentteja kokonaiskuvan muodostamista varten.

Opinnäytetyön tietoperustan uskottavuuteen saattoi vaikuttaa se, että lähteinä käytettiin internet-sivustoja. Kaikkien lähteiden käyttöä harkittiin tarkasti ja suurin osa lähteiden tiedoista tulivat viranomaisilta ja valtion tutkimuslaitoksilta esim. Suomen Ympäristökeskukselta. Tietojohtamisen aiheesta löytyi myös merkittävän tutkijan Choo Chun Wein julkaisuja vasta opinnäytetyön loppuvaiheessa, joten niistä vain paria hyödynnettiin lähteenä opinnäytetyössä. Näiden laajempi käyttäminen tietolähteenä olisi voinut vaikuttaa tietoperustan uskottavuuteen, mutta se ei olisi vaikuttanut työstä saatuun lopputulokseen. Kuten aiemmin mainittiin, teoriaosuus toi perustiedot aihealueesta.

Opinnäytetyö toimii kokonaiskuvaa antavana tietopakettina, joten työn tulos on koko raportti. Työn tulosta voidaan tästä syystä hyödyntää monella tavalla. Koottua tietoperustaa voidaan hyödyntää aiheeseen perehtymisessä. Nykytilan kuvaus taas antaa kokonaiskuvan Heinolan kaupungin raakavedestä talousvedeksi prosessista. Siinä käsiteltiin myös näihin liittyviä tietojärjestelmiä. Tämä auttaa ymmärtämään julkisen vesihuoltopalvelun ja laadunseurantaprosessissa toimivien henkilöiden toimintaa. Nykytila-analyysi auttaa perustelemaan kehitysehdotuksia ja niitä voi hyödyntää jatkokehitystarpeiden pohdinnassa sekä uusien kehitysideoiden synnyttämisessä.

## 6 Jatkotutkimus ja -kehitys

Opinnäytetyössä on kuvattu, mitä tietoa, tietojärjestelmiä ja toimijoita on olemassa talousveden laadun seurantaan liittyen Heinolan kaupungissa. Seuraavaksi olisi hyvä selvittää tilanne laajemmin kunnissa ja kaupungeissa. Onko esimerkiksi viranomaisilla jo suunnitelmia veden laatuun liittyvän datan hyödyntämiseen? Lisäksi kannattaisi miettiä, mitä voisi tehdä yhteistyössä laajemmin. Yksi esimerkki tällaisesta voisi olla kehitysehdotuksissa mainitun tietoaaltaan perustaminen valtakunnallisessa yhteistyössä. Tällaiseen liittyen voisi järjestää systemaattisia keskustelutilaisuuksia. Keskustelutilaisuuksia voisi suunnitella Heinolan kaupungissa sisäisesti sekä keskeisten sidosryhmien kanssa (esim. ELY, Syke, VVY ja Valvira). Keskusteluissa priorisoinnilla on iso merkitys esimerkiksi, kun pohditaan, minkälaisesta tiedosta olisi hyödyllistä luoda arvoa. Priorisointiin vaikuttavia tekijöitä voivat olla kehityskohteen koettu tärkeys sekä kuinka helposti se on toteutettavissa. Lisäksi tähän vaikuttaa, onko kehityskohde toteutettavissa lyhyellä tähtämellä vai tarvitseeko toteutus paljon resursseja ja aikaa.

Tietoa voidaan hyödyntää sisäisten toimintojen kehittämisessä, ongelmatilanteiden ennakoinnissa sekä kokonaiskuvan ja ymmärryksen lisäämisessä. Kokonaiskuvan parantaminen ja ymmärryksen lisääminen tukee julkisen sektorin sisäistä toimintaa sekä kunnan asukkaita. Edellä mainitut auttavat tiedolla johtamista sekä päätöksentekoa, mutta tähän pääseminen edellyttää lähes koko henkilökunnalta valmiutta omaksua uusia tietotaitoja. Tietojohdamisen viitekehys, prosessimalli sekä kulttuuri on hyväksyttävä ja sisäistettävä osaksi organisaation toimintamallia. Tämän pohjalta pystytään aidosti luomaan tiedosta arvoa. Tietojohdamisen viitekehysten systemaattista kehittämistä tarvitaan ja tämä voi alkuun edellyttää erillisen asiantuntijaselvityksen toteuttamista. Viitekehysten mukaisten uusien toimintatapojen käyttöönottoaminen kannattaa tehdä vähitellen pienin, mutta näkyvin askelin. Yksi konkreettinen toimintatapojen muutos liittyy palveluiden, kuten laboratoriopalveluiden, suunnitelmalliseen ostamiseen tietojohdamisen tarpeet huomioiden.

Teknisen kehittämisen näkökulmasta kappaleessa 4 on esitetty useita kehitysehdotuksia. Yksi keskeinen kehityskohde on yllä mainittu tietoaaltaan kehittäminen, jossa on kuvattu, mistä tällainen tietoallas koostuu. Tällaisia tietoaaltaita on jo rakennettu lukuisia Suomessa. Sen toteutus edellyttää pääasiassa päätöstä toteutuksen laajuudesta, asiantuntijatyötä suunnittelemaan tietoaaltaan rakenne ja selvittämään kustannuksia sekä suunnittelun pohjalta tehtävää hankintaa ja ylläpitoa. Tämän lisäksi on hyvä huomioida tarvittava raportointityökalun valinta, hankinta sekä raporttien kehittäminen ja ylläpito. Tämä saattaa vaatia kunnan henkilöstöltä uusien taitojen opettelua.



Kehitysehdotuksissa tuotiin esille ajatus Microsoftin Digiturvamallin hyödyntäminen liittyen riskienhallintaan ja päätöstoimenpiteiden seurantaan. Tämä järjestelmä on jo Heinolan käytössä joissakin muissa sovelluskohteissa, joten sen hyödyntäminen myös riskien hallinnassa voisi olla järkevää. Näin ei tarvitsisi hankkia aina uutta järjestelmää jokaista eri tarvetta varten. Merkittävin askel tässä on henkilöstön motivointi uusien toimintatapojen hyödyntämiseen.

Lisäksi kehityskohteeksi ehdotettiin veden laatuindeksin muodostamista. Se yhdistäisi kymmeniä eri veden laatua kuvaavia tekijöitä yhdeksi veden laatua kuvaavaksi luvuksi. Tällaista hyödynnetään jo muissa maissa, kuten Kanadassa. Niistä voisi ottaa oppia, mutta voi olla, että niitä tarvitsee soveltaa Suomen olosuhteisiin sopivaksi. Tämän tutkimiseksi voisi olla hyvä tehdä yhteistyötä esim. suomalaisten yliopistojen tai muiden tutkimuslaitosten kanssa.

Ennakoinnin parantamiseksi kehitysehdotuksissa esitettiin jatkuvatoimisten mittaamisten lisäämistä. Yksi esimerkki tällaisesta on pohjaveden pinnankorkeuden jatkuvatoiminen mittaaminen. Tämän toteuttaminen edellyttää asiantuntijaselvitystä, jossa kuvataan markkinoilla olevat ratkaisut sekä mitä niiden käyttöönotto ja ylläpito edellyttävät. Tämän jälkeen voidaan tehdä hankinta ja asennus osaksi muuta olemassa olevaa järjestelmää.

Viimeisenä huomiona voisi todeta sen, että vesihuoltolaitoksen oman tietojärjestelmän liittämisen rajapinnan yli Veeti-järjestelmään voisi vähentää nykyistä manuaalisen kirjaamisen tarvetta. Tätä ajatusta tukee myös Huttusen opinnäytetyössään tekemä havainto siitä, että vesihuoltoalalla on runsaasti erilaisia tietojärjestelmiä, joiden välillä tieto ei kulje (Huttunen, 2021). VVY:n julkaisemassa tuoreessa selvityksessä viitataan Huttusen opinnäytetyöhön ja tällä perustellaan selvityksessä laadittua suositusta järjestelmärajapintojen standardisoimiseksi (Suojanen ym., 2023).

## 7 Lähteet

A 2015/1352. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta. 2015. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20151352>

A 2/2023. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annetun sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen muuttamisesta. 2023. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230002>

A 7/2023. Valtioneuvoston asetus talousveden tuotantoketjun riskienhallinnasta ja omavalvonnasta. 2023. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230007>

Alhonen M, Drake M, Immonen M, Koskimäki T, Pöyhönen M. Näin teet palvelumuotoilusta arkea. [Artikkeli]. Haaga-Helia julkaisut. Haaga-Helia ammattikorkeakoulu; 2023. Saatavilla: <https://julkaisut.haaga-helia.fi/nain-teet-palvelumuotoilusta-arkea/> ISBN 978-952-7474-46-4

Alhonsuo M. Early Phase of Healthcare-Related Service Design. [Väitöskirja]. Acta electronica Universitatis Lapponiensis 328. Lapin yliopisto; 2021. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-337-296-2>

Aluehallintovirasto – AVI. Ympäristölupa. [Internet]. [viitattu 26.1.2024]. Saatavilla: <https://avi.fi/asioi/yritys-tai-yhteiso/luvat-ilmoitukset-ja-hakemukset/vesi-ja-ymparisto/ymparistolupa>

Alvarenga A. Digital Transformation and Knowledge Management in the Public Sector. [Artikkeli]. Sustainability 2020; 12(14): 5824. Saatavilla: <https://doi.org/10.3390/su12145824>

Anttila J & Jussila K. Mitä laatu on? [Internet]. 2016. [päivitetty 15.2.2016; viitattu 28.11.2023]. Saatavilla: <https://sfs.fi/mita-laatu-on/>

Borovac C. Managing our Water Quality for a Better Environment. [Internet]. 2020. [viitattu 19.1.2024]. Saatavilla: <https://community.fabric.microsoft.com/t5/Data-Stories-Gallery/Managing-our-Water-Quality-for-a-Better-Environment/m-p/1356676>

Boyne G. Public and Private Management: What's the Difference? [Artikkeli]. Journal of Management Studies 2002; 39(1):97–122. Saatavilla: <https://doi.org/10.1111/1467-6486.00284>

Bradley E. Wastewater coagulation. [Internet]. 2022. [viitattu 21.12.2023]. Saatavilla: <https://www.dober.com/water-treatment/resources/wastewater-coagulation>

Britschigi R, Rintala J, Puuharinen S. Pohjavesialueet – opas määrittämiseen, luokitukseen ja suo-  
jelu suunnitelmien laadintaan. [E-kirja]. Ympäristöhallinnon ohjeita 3. Ympäristöministeriö; 2018.  
Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4818-7>

Broman N. Puhdasta ja raikasta suoraan harjusta! [Internet]. [viitattu 19.10.2023]. Saatavilla:  
<https://2030-lehti.fi/puhdasta-ja-raikasta-suoraan-harjusta/>

Centers for Disease Control and Prevention – CDC. Water treatment. [Internet]. 2022. [viitattu  
21.12.2023]. Saatavilla: [https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/public/water\\_treatment.html](https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/public/water_treatment.html)

Chidiac S, El Najjar P, Ouaini N, El Rayess Y and El Azzi D. A comprehensive review of water quality  
indices (WQIs): history, models, attempts and perspectives. [Artikkeli]. Reviews in Environmental  
Science and Bio/Technology 2023; 22(2):349–395. Saatavilla: <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09650-7>

Choo C. The knowing organization as learning organization. [Artikkeli]. Education + Training 2001;  
43(4):197–205. Saatavilla: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7948470/mod\\_resource/content/2/CHOO%2C%20Chun%20Wei.%20The%20knowing%20organiza-tion%20as%20learning%20organization.%20Education%2B%20Training%2C%202001..pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7948470/mod_resource/content/2/CHOO%2C%20Chun%20Wei.%20The%20knowing%20organiza-tion%20as%20learning%20organization.%20Education%2B%20Training%2C%202001..pdf)

Choo C & Alvarenga Neto R. Beyond the ba: managing enabling contexts in knowledge organiza-  
tions. [Artikkeli]. Journal of knowledge management 2010; 14(4):592–610. Saatavilla:  
<https://doi.org/10.1108/13673271011059545>

Cong X & Pandya K. Issues of Knowledge Management in the Public Sector. [Artikkeli]. Electronic  
Journal of Knowledge Management 2003; 1(2):25–33. Saatavilla: <https://academic-publishing.org/index.php/ejkm/article/view/701>

Darmawan S, Agusvina N, Lusa S, Sensuse D. Knowledge management factors and its impact on  
organizational performance: A systematic literature review. [Artikkeli]. JOIV: Int. J. Inform. Visu-  
alization 2023; 7(1):161–167. Saatavilla: <http://dx.doi.org/10.30630/joiv.7.1.1644>

Dilmaghani M, Fahimnia F, Mohammad A, Naghshineh N. Function of knowledge culture in the  
effectiveness of knowledge management procedures: A case study of a knowledge-based

organization. [Artikkeli]. Webology 2015; 12(1)1–21. Saatavilla: <https://www.webology.org/2015/v12n1/a134.pdf>

FCG. Heinolan kaupungin yhdyskuntatekniset palvelut – Kyselytutkimuksen tulokset 2022. [Sisäinen dokumentti]

Government of Newfoundland and Labrador. Drinking Water Quality Index. [Internet]. [viitattu 21.2.2024]. Saatavilla: <https://www.gov.nl.ca/ecc/waterres/drinkingwater/dwqi/>

Government of Newfoundland and Labrador, Department of Environment and Conservation. Calculation of the Drinking Water Quality Index. [Internet]. [viitattu 21.2.2024]. Saatavilla: <https://www.gov.nl.ca/ecc/files/waterres-reports-hydrogeology-westernnl-appendix-v.pdf>

Granqvist N. Tietoallas ja tietovarasto massadatan hallinnassa. [Opinnäytetyö]. Jyväskylän yliopisto; 2022. [viitattu 11.3.2024]. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:juu-202205272938>

Grönroos C. Nyt kilpaillaan palveluilla. *Ekonomia-sarja Weilin+Göös*; 1990

Guyer P. An Introduction to Domestic Water Treatment. [E-kirja]. Continuing Education and Development, Inc.; 2013. Saatavilla: <https://www.cedengineering.com/userfiles/An%20Introduction%20to%20Domestic%20Water%20Treatment%20R1.pdf>

HE 196/2022. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi terveydensuojelulain muuttamisesta sekä siihen liittyviksi laeiksi. 2022. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2022/20220196>

Heinolan kaupungin vesihuoltolaitos. Valvontatutkimusohjelma 2019–2023. [Sisäinen dokumentti]

Helander N, Ahonen O, Houhala K, Jääskeläinen A. Tiedolla johtaminen julkisella sektorilla: käytännön tapauksia eri hallinnon aloilta. [Artikkeli]. *Focus Localis – Tiedejulkaisu* 3. Tampereen Yliopisto 2020; 48(3):22–38. Saatavilla: <https://www.focuslocalis.fi/tiedejulkaisu/> ISSN 2489-6357

Helsingin kaupunki. Omavalvonta terveydensuojelussa. [E-kirja]. Helsingin ympäristöpalvelujen ohje; 2021. Saatavilla: <https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Kymp/asuminen-ja-ymparisto/ymparistoterveys/Omavalvonta.pdf>

Helsingin kaupunki. Riskien hallinta. [Internet]. 2024. [viitattu 2.2.2024]. Saatavilla: <https://kehmet.hel.fi/menetelmalaari/hankkeen-riskien-hallinta/>

Hietala F. Palvelumuotoilun hyödyntäminen tuotteistamisessa: Case rekrytointivalmennus. [Opinnäytetyö]. Tampereen yliopisto; 2020. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202004063090>

Houhala K. Arvonmuodostus yksityisen ja julkisen sektorin yhdyspinnoilla ja miten sitä tiedolla johdetaan. [Väitöskirja]. Acta Wasaensia 413. Vaasan Yliopisto; 2018. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-476-838-2>

Houhala K. Heinolan kaupungin tekniikkatoimialan johtaja. [Sähköposti]. 22.1.2024.

Houhala K, Lahti T, Peurakorpi J. Heinolan kaupungin vesihuoltolaitos. [Videohaastatteluaineisto]. 22.11.2023.

Houhala K, Lahti T, Peurakorpi J. Heinolan kaupungin vesihuoltolaitos. [Videohaastatteluaineisto]. 9.2.2024.

Hupanen M. Tietojohdaminen ja tiedolla johtaminen – lyhyt oppimäärä. [Internet]. 2021. [viitattu 18.12.2023]. Saatavilla: <https://blogit.xamk.fi/datalab/2021/03/10/tietojohdaminen-ja-tiedolla-johtaminen/>

Huttula T. Reaaliaikainen tieto osaamistarpeista ja osaamistarjonnasta auttaa kohtaanto-ongelman ratkaisemisessa. [Internet]. 2022. Saatavilla: <https://www.sitra.fi/artikkelit/reaaliaikainen-tieto-osaamistarpeista-ja-osaamistarjonnasta-auttaa-kohtaanto-ongelman-ratkaisemisessa/>

Huttunen M. Tietotarpeet ja tiedonhallintajärjestelmät vesihuoltoverkostojen omaisuudenhallinnassa. [Opinnäytetyö]. Aalto-yliopisto; 2021. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202108298481>

Innanen P. Palvelumuotoiluprosessin vaiheet. [Internet]. 2018. [viitattu 23.10.2023]. Saatavilla: <https://www.palvelumuotoilupalo.fi/blogi/palvelumuotoilun-prosessin-vaiheet/>

Isomäki E, Valve M, Kivimäki A, Lahti K. Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta. [E-kirja]. Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus; 2006. Saatavilla: <https://svosk.fi/Materiaalipankki/PientenPohjavesilaitosten.pdf> ISBN 952-11-2531-4

Jachimowski A. Factors affecting water quality in a water supply network. [Artikkeli]. Journal of Ecological Engineering 2017; 18(4):110–117. Saatavilla: <https://doi.org/10.12911/22998993/74288>

Jalasjoki P & Kivistö J. Suomen julkisen velan kestävyys ja julkisen talouden sopeutustarpeet. [Internet]. 2022. [viitattu 15.10.2023]. Saatavilla: <https://www.eurojatalous.fi/fi/2022/4/suomen-julkisen-velan-kestavyys-ja-julkisen-talouden-sopeutustarpeet/>

Katko T, Juuti P, Juuti R. Vesihuollon myytit. Vastapaino; 2022

Khanna S. Knowledge Management Data Analytics. [Internet]. 2014. [viitattu 14.12.2023]. Saatavilla: <https://www.slideserve.com/connor-mcconnell/knowledge-management-data-analytics>

KVVY Tutkimus Oy. Testausseloste. [Internet]. 2024. [viitattu 7.3.2024]. Saatavilla: [https://www.vaasanvesi.fi/documents/67954/1251216/Vedenlaatu\\_analyysit\\_KVVY\\_nettiin.pdf/f0762980-cece-4522-9180-3fa6974a0fa6](https://www.vaasanvesi.fi/documents/67954/1251216/Vedenlaatu_analyysit_KVVY_nettiin.pdf/f0762980-cece-4522-9180-3fa6974a0fa6)

L 1986/64. Laki kuntien ympäristönsuojelun hallinnosta. 1986. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1986/19860064>

L 2014/527. Ympäristönsuojelulaki. 2014. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

Laihonen H, Hannula M, Helander N, Ilvonen I, Jussila J, Kukko M, Kärkkäinen H, Lönnqvist A, Myläriniemi J, Peikkola S, Virtanen P, Vuori V, Yliniemi T. Tietojohdaminen. [E-kirja]. Tampereen teknillinen yliopisto, Tietojohdamisen tutkimuskeskus Novi; 2013. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-3058-6>

Laukkanen M & Niemijärvi V. Paljonko tietovarasto maksaa? [Internet]. 2014. [viitattu 7.3.2024]. Saatavilla: <https://louhiablog.wordpress.com/2014/11/13/paljonko-tietovarasto-maksaa/>

Leskelä R, Haavisto I, Jääskeläinen A, Helander N, Sillanpää V, Laasonen V, Ranta T, Torkki P. Tietojohdaminen ja sen kehittäminen: tietojohdamisen arviointimalli ja suosituksia maakuntavalmistelu pohjalta. [E-kirja]. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 42. Valtioneuvoston kanslia; 2019. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-754-3>

Logistiikan maailma. Laatu Yrityksissä. [Internet]. 2023. [viitattu 29.11.2023]. Saatavilla: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/laatu/laatu-yrityksissa/>

Maa- ja metsätalousministeriö, Kansallisen vesihuoltouudistuksen visioryhmä. Kansallisen vesihuoltouudistuksen ohjelma. [E-kirja]. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 7. Maa- ja metsätalousministeriö; 2021. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-191-2>

Management Consulting Services Oy – MCS. Prosessi – miksi ja miten kehittää? [Internet]. 2020. [viitattu 28.10.2023]. Saatavilla: <https://mcs.fi/prosessi-miksi-ja-miten-kehittaa/>

Mäntymaa J. Vesimaksu kallistuu, vaikka kuluttaisit vähemmän – kolme syytä siihen, miksi laskusi kasvaa. YLE. [Internet]. 3.8.2016. [viitattu 22.1.2024]. Saatavilla: <https://yle.fi/a/3-9067785>

OECD. Glossary of Key Terms in Evaluation and Results-Based Management. 2nd ed. [E-kirja]. Development co-operation directorate & Development assistance committee; 2022. [viitattu 11.3.2024]. Saatavilla: [https://one.oecd.org/document/DCD/DAC/EV\(2022\)2/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DCD/DAC/EV(2022)2/en/pdf)

Onnila P, Ramboll Oy. Heinolan kaupungin pohjavesialueiden yhteistarkkailu, vuoden 2021 tulosten tarkastelu. [Videotallenne]. 18.5.2022.

Palvelumuotoilu Palo. Palvelumuotoilu. [Internet]. [viitattu 23.10.2023]. Saatavilla: <https://www.palvelumuotoilupalo.fi/palvelumuotoilu/>

Pan Y. Jackson P. Limburg D. Value creation logics: a UK case study. [E-kirja]. UK Academy for Information Systems Conference Proceedings 19. Oxford Brookes University, Business School; 2015. Saatavilla: <https://aisel.aisnet.org/ukais2015/19>

Patrikainen O. Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan yhdyskuntajätevesien-puhdistamoilla käytössä olevat puhdistusmenetelmät -tilannekatsaus. [Opinnäytetyö]. 2017. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-201705171856>

Pelto-Huikko A & Vieno N. Vesikoulu – Tietopaketti juomavedestä ja sen valmistuksesta Suomessa. [E-kirja]. Vesi-Instituutti WANDER, Prizztech Oy; 2009. Saatavilla: [https://www.vesikoulu.fi/assets/docs/vesikoulu\\_tietopaketti\\_juomavedesta.pdf](https://www.vesikoulu.fi/assets/docs/vesikoulu_tietopaketti_juomavedesta.pdf)

Pulkkanen A. Digiturvamalli - Tietoturvariskien hallinta Digiturvamallissa: Riskien tunnistaminen, arviointi, käsittely ja sulkeminen. [Internet]. 2021.[viitattu 2.2.2024]. Saatavilla: <https://www.digiturvamalli.fi/blogi/tietoturvariskien-hallinta-digiturvamallissa>

Renko T, Sahlstedt J, Aurola A, Vilpanen M ja Härkki H. AFRY Finland Oy. Hyvän vesihuollon kriteerit. [E-kirja]. Vesilaitosyhdistyksen julkaisuja 65. Vesilaitosyhdistys; 2021. Saatavilla: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/5496/hyvan\\_vesihuollon\\_kriteerit.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/5496/hyvan_vesihuollon_kriteerit.pdf)

Rickwood C & Carr G. Global Drinking Water Quality Index Development and Sensitivity Analysis Report. [E-kirja]. United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme; 2007. Saatavilla: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/12214>

Schaefer C & Makatsaria A. Framework of data analytics and integrating knowledge management. [Artikkeli]. International Journal of Intelligent Networks 2021; 2:156–165. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2021.09.004>

Siik T. Väliaikaisen vedenjakeluverkoston rakentaminen katusaneeraushankkeen yhteydessä. [Opinnäytetyö]. Oulun ammattikorkeakoulu; 2015. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2015120118655>

Sinervo L & Jännti A. Tiedonkäyttö johtamisessa ja päätöksenteossa – kohti tiedollista kumppanuutta. [Artikkeli]. Focus Localis – Tiedejulkaisu 3. Tampereen Yliopisto 2020; 48(3):3–4. Saatavilla: <https://www.focuslocalis.fi/tiedejulkaisu/> ISSN 2489-6357

Suojanen I, Aksela K, Pihamaa S, Lampola T. Verkostotietojen digitaalinen tiedonsiirto. [E-kirja]. Vesilaitosyhdistyksen julkaisuja 88. Vesihuoltoyhdistys; 2023. Saatavilla: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/7936/verkototietojen\\_digitaalinen\\_tiedonsiirto.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/7936/verkototietojen_digitaalinen_tiedonsiirto.pdf). ISBN 978-952-7545-06-5

Suomen Vesilaitosyhdistys. Mitä vesihuolto on? [Internet]. 2023. [viitattu 29.11.2023]. Saatavilla: <https://www.vvy.fi/vesihuolto/mita-vesihuolto-on/>

Suomen Vesiyhdistys. Pohjavesitutkimusopas. [E-kirja]. Suomen Vesiyhdistys r.y; 2005. Saatavilla: <https://www.vesiyhdistys.fi/pdf/Pohjavesiopus.pdf>. ISBN 952-9606-73-7

Suomen Ympäristökeskus. Kuka vastaa, jos vesihuolto ei toimi? [Internet]. 2020. [viitattu 22.12.2023]. Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesitieto/kuka-vastaa-jos-vesihuolto-ei-toimi/>

Suomen Ympäristökeskus. Valuma-alueen kunnostus. [Internet]. 2021a. [viitattu 25.1.2024]. Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesitieto/valuma-alueen-kunnostus/>

Suomen Ympäristökeskus. Talousveden laatu. [Internet]. 2021b. [viitattu 28.9.2023]. Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesitieto/talousveden-laatu/>

Suomen Ympäristökeskus. Pohjavesialueet. [Internet]. 2022a. [viitattu 25.9.2023]. Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjavesialueet/>

Suomen Ympäristökeskus. Pohjavesien tilan seuranta. [Internet]. 2022b. [viitattu 2.11.2023]. Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjavesien-tilan-seuranta/>



Suomen Ympäristökeskus. Pohjaveden käyttö ja pohjavesialueiden suojele. [Internet]. 2022c. [viitattu 28.9.2023]. Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjaveden-kaytto-ja-pohjavesialueiden-suojelu/>

Suomen Ympäristökeskus. Pohjavesien tila ja riskit. [Internet]. 2022d. [viitattu 1.11.2023]. Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjavesien-tila-ja-riskit/>

Suomen Ympäristökeskus. Vesihuoltolaitosten tunnusluvut – Heinola. [Internet]. 2022e. [viitattu 17.11.2023] Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesihuoltolaitosten-tunnusluvut/raportti.php?organisaatio=2377>

Suomen Ympäristökeskus. Pohjavesitietojärjestelmä - ohjeita tiedontuottajille. [Internet]. 2023a. [viitattu 2.11.2023]. Saatavilla: [https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Ymparistotietojarjestelmat/Ohjeita\\_tiedontuottajille/Pohjavesitietojarjestelma\\_ohjeita\\_tiedo\(8279\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat/Ohjeita_tiedontuottajille/Pohjavesitietojarjestelma_ohjeita_tiedo(8279))

Suomen Ympäristökeskus. Avoimet ympäristötietojärjestelmät. [Internet]. 2023b. [viitattu 15.11.2023]. Saatavilla: [https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Ymparistotietojarjestelmat](https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat)

Suomen Ympäristökeskus. Vesihuollon tietojärjestelmä (VEETI) - ohjeita tiedontuottajille. [Internet]. 2023c. [viitattu 20.11.2023]. Saatavilla: [https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Ymparistotietojarjestelmat/Ohjeita\\_tiedontuottajille/Vesihuollon\\_tietojarjestelma\\_VEETI\\_ohje\(35455\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat/Ohjeita_tiedontuottajille/Vesihuollon_tietojarjestelma_VEETI_ohje(35455))

Suomen Ympäristökeskus. Turvataan arvokkaat pohjavedet ennakoimalla. [Internet]. 2023d. [viitattu 22.1.2024]. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/vedet-ja-vesistot/pohjavesien-turvaaminen>

Suomen Ympäristökeskus. Pohjavesien tila on Suomessa yleisesti hyvä. [Internet]. 2023e. [viitattu 22.1.2024]. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/fi/ympariston-tila/vesi/pohjavesien-tila>

Suomen Ympäristökeskus. Pohjavesitietojärjestelmä - ohjeita tiedontuottajille. [Internet]. 2024a. [viitattu 22.1.2024]. Saatavilla: [https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Ymparistotietojarjestelmat/Ohjeita\\_tiedontuottajille/Pohjavesitietojarjestelma\\_ohjeita\\_tiedo\(8279\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat/Ohjeita_tiedontuottajille/Pohjavesitietojarjestelma_ohjeita_tiedo(8279))

Suomen Ympäristökeskus. Vesihuoltolaitosten tunnusluvut. [Internet]. 2024b. [viitattu 27.1.2024]. Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesihuoltolaitosten-tunnusluvut/>

Suomen Ympäristökeskus, LIITE 4. Vedenlaatuluokituksen raja-arvot ja lähteet. [Internet]. [viitattu 4.2.2024]. Saatavilla: [https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Liite\\_5\\_Vedenlaatu\\_selitys\\_rajaarvot.pdf](https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Liite_5_Vedenlaatu_selitys_rajaarvot.pdf)

Suomen Ympäristökeskus & Ympäristöministeriö. Ympäristölupa. [Internet]. 2022. [viitattu 4.1.2024]. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-veloitteet/ymparistolupa>

Taipale P. Vesihuoltolain uudistus vauhtiin. [Internet]. 2023. [viitattu 14.11.2023]. Saatavilla: <https://www.kuntaliitto.fi/ajankohtaista/2023/vesihuoltolain-uudistus-vauhtiin>

Takku P. Päijät-Hämeen ympäristöterveyden tarkastuskertomus. [Asiakirja]. 30.10.2023.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Talousvesi. [Internet]. 2023. [viitattu: 25.9.2023]. Saatavilla: <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/talousvesi>

Tirkkonen T. Palvelun laatu – määritelmä, mittaaminen ja kehittäminen. [Internet]. 2014. [viitattu 28.11.2023]. Saatavilla: <https://terhotirkkonen.com/2014/04/29/palvelun-laatu-maaritelma-mittaaminen-ja-kehittaminen/>

Tuohinen P. Infratietojen keskittäminen ”valtava turvallisuusriski”. Helsingin Sanomat. [Artikkeli]. 9.3.2024. [viitattu 10.3.2024].

Turun Seudun Vesi Oy. Tekopohjaveden muodostuminen Virttaankankaan tekopohjavesilaitoksella. [Video]. Youtube. 3.2.2021. [viitattu 19.10.2023]. Saatavilla: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=wwwjiUF1HYc>

Turun Seudun Vesi Oy. Tekopohjavesi – veden tuotantoa tuhansiksi vuosiksi eteenpäin. [Internet]. 2021. [viitattu 2.10.2023]. Saatavilla: <https://www.turunseudunvesi.fi/tiedote/tekopohjavesi-veden-tuotantoa-tuhansiksi-vuosiksi-eteenpain/>

Työterveyslaitos. Mistä arvonluonnissa on kyse? [Internet]. [viitattu 11.3.2024]. Saatavilla: <https://www.ttl.fi/oppimateriaalit/askelia-uuteen-arvonluontiin/mista-arvonluonnissa-kyse>

Valtiovarainministeriö. JHS 152 Prosessien kuvaaminen. [Internet]. 2014. [viitattu 15.2.2024]. Saatavilla: <https://www.avoindata.fi/data/fi/dataset/jhs-152-prosessien-kuvaaminen>

Valvira - Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvonta virasto. Talousvesi ja lämmin käyttövesi. [Internet]. 2023a. [viitattu 25.9.2023]. Saatavilla: <https://valvira.fi/terveydensuojelu/talousvesi>

Valvira - Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto. Vati-järjestelmä tuottaa vedenlaatutietoja kaikkien saataville. [Internet]. 2023b. [viitattu 16.11.2023]. Saatavilla: <https://valvira.fi/-/vati-jarjestelma-tuottaa-vedenlaatutietoja-kaikkien-saataville>

Vanni L, Ahola M. Onnistunut palvelumuotoilu lähtee hyvästä toimeksiannosta. [Internet]. 2022. [viitattu 25.10.2023]. Saatavilla: <https://blogit.lab.fi/labfocus/onnistunut-palvelumuotoilu-lah-tee-hyvasta-toimeksiannosta/>

Vihersalo V. Jatkuvatoiniset mittaukset talousveden valmistuksessa. [Opinnäytetyö]. Hämeen ammattikorkeakoulu; 2016. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201603283582>

Viinamäki O. Julkisen sektorin arvoympäristön kompleksisuus: tutkimus julkisten organisaatioiden arvojen, johtamisteorioiden ja arvojohtajuuden erityisyydestä. [E-kirja]. Vaasan yliopisto. Hallintotieteiden tiedekunta; 2008. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-476-218-2>

Ympäristöministeriö. Ympäristöhallinto. [Internet]. [viitattu 11.3.2024]. Saatavilla: <https://ym.fi/ymparistohallinto>

Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille – OIVA. Käyttöönnotto-ohje - Hertta 5.0. [Internet]. 2016. [viitattu 19.11.2023]. Saatavilla: [https://www2.ymparisto.fi/hearts/Quick\\_Reference\\_Guide/pikaopas.html](https://www2.ymparisto.fi/hearts/Quick_Reference_Guide/pikaopas.html)

## 8 Liitteet

Liite 1: Talousveden mikrobiologiset, kemialliset ja radioaktiivisuuteen liittyvät laatuvaatimukset ja -tavoitteet. (A 2015/1352)

Taulukko 1. Talousveden mikrobiologiset laatuvaatimukset

Muuttuja	Enimmäisarvo ja yksikkö	Huomautukset
<i>Escherichia coli</i>	0 pmy / 100 ml	(1)
Suolistoperäiset enterokokit	0 pmy / 100 ml	(1)

Taulukko 2. Talousveden kemialliset laatuvaatimukset

Muuttuja	Enimmäisarvo ja yksikkö	Huomautukset
<i>2.1 Pääosin raakavedestä peräisin olevat muuttujat</i>	(A)	
Arseeni	10 µg/l	
Bentseeni	1,0 µg/l	
Boori	1,5 mg/l	
1,2-dikloorietaani	3,0 µg/l	
Elohopea	1,0 µg/l	
Fluoridi	1,5 mg/l	
Nitraatti (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	50 mg/l	(1)
Seleeni	20 µg/l	
Syanidit	50 µg/l	
Tetrakloorieteeni ja trikloorieteeni yhteensä	10 µg/l	
Torjunta-aineet	0,10 µg/l	(2 ja 3)
Torjunta-aineet yhteensä	0,50 µg/l	(2 ja 4)
Uraani	30 µg/l	
Mikrokystiini-LR	1,0 µg/l	(5)
PFAS-aineiden summa	0,10 µg/l	(6)
<i>2.2 Desinfioinnin sivutuotteet</i>		(B)
Bromaatti	10 µg/l	(7)
Haloetikkahapot	60 µg/l	(8)

Kloraatti	0,25 mg/l	(9)
Kloriitti	0,25 mg/l	(9)
Trihalometaanit yhteensä	100 µg/l	(7 ja 10)

### 2.3 Pääosin vedenkäsittelykemikaaleista ja verkostomateriaaleista peräisin olevat muuttujat

pH	9,5	(B ja 11)
Akryyliamidi	0,10 µg/l	(C tai D)
Epikloorihydrini	0,10 µg/l	(C tai D)
Vinyylikloridi	0,50 µg/l	(C tai D)
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt yhteensä	0,10 µg/l	(D ja 12)
Bentso(a)pyreeni	0,010 µg/l	(D)

### 2.4 Muuttujat, joihin rakennuksen vesilaitteisto voi vaikuttaa merkittävästi

Antimoni	10 µg/l	
Bisfenoli-A	2,5 µg/l	
Kadmium	5,0 µg/l	
Kromi	25 µg/l	
Kupari	2,0 mg/l	
Lyijy	5 µg/l	
Nikkeli	20 µg/l	
Nitriitti (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0,50 mg/l	(1)

### Taulukko 3. Talousveden radioaktiivisuuden laatuvaatimukset

Muuttuja	Enimmäisarvo ja yksikkö	Huomautukset
Radon	1000 Bq/l	(1 ja 2)
Tritium	100 Bq/l	(3)
Viitteellinen annos	0,10 mSv/vuosi	(4)

Liite 2: Kanadassa käytössä oleva veden laatuindeksin laskentamenetelmä. (Government of Newfoundland and Labrador, Department of Environment and Conservation)

The measure for scope is  $F_1$ . This represents the extent of water quality guideline non-compliance over the time period of interest.

$$F_1 = \left( \frac{\text{Number of failed variables}}{\text{Total number of variables}} \right) \times 100 \quad (1)$$

The measure for frequency is  $F_2$ . This represents the percentage of individual tests that do not meet objectives ("failed tests").

$$F_2 = \left( \frac{\text{Number of failed tests}}{\text{Total number of tests}} \right) \times 100 \quad (2)$$

The measure for amplitude is  $F_3$ . This represents the amount by which failed test values do not meet their objectives. This is calculated in three steps:

#### **Step 1- Calculation of Excursion**

Excursion is the number of times by which an individual concentration is greater than (or less than, when the objective is a minimum) the objective.

When the test value must not exceed the objective:

$$\text{excursion}_i = \left( \frac{\text{Failed Test Value}_i}{\text{Objective}_j} \right) - 1 \quad (3)$$

When the test value must not fall below the objective:

$$\text{excursion}_i = \left( \frac{\text{Objective}_j}{\text{Failed Test Value}_i} \right) - 1 \quad (4)$$

### Step 2- Calculation of Normalized Sum of Excursions

The normalized sum of excursions,  $nse$ , is the collective amount by which individual tests are out of compliance. This is calculated by summing the excursions of individual tests from their objectives and dividing by the total number of tests (both those meeting objectives and those not meeting objectives).

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excursion}_i}{\text{Number of tests}} \quad (5)$$

### Step 3- Calculation of $F_3$

$F_3$  is calculated by an asymptotic function that scales the normalized sum of the excursions from objectives to yield a range from 0 to 100.

$$F_3 = \left( \frac{nse}{0.01nse + 0.01} \right) \quad (6)$$

The WQI is then calculated as:

$$WQI = 100 - \left( \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right) \quad (7)$$

This score is then ranked into one of the following five categories:

**Excellent:** (WQI Value 95-100) - Water quality is protected with a virtual absence of impairment; conditions are very close to pristine levels; these index values can only be obtained if all measurements meet recommended guidelines virtually all of the time.

**Very Good:** (WQI Value 89-94) - Water quality is protected with a slight presence of impairment; conditions are close to pristine levels.

**Good:** (CWQI Value 80-88) - Water quality is protected with only a minor degree of impairment; conditions rarely depart from desirable levels.

**Fair:** (WQI Value 65-79) - Water quality is usually protected but occasionally impaired; conditions sometimes depart from desirable levels.

**Marginal:** (WQI Value 45-64) - Water quality is frequently impaired; conditions often depart from desirable levels.

**Poor:** (WQI Value 0-44) - Water quality is almost always impaired; conditions usually depart from desirable levels.