

# **VARAUTUMISSUUNNITELMAN LAATIMINEN VESIHUOLTOLAITOKSELLE**

Minna Kärki  
Varautumissuunnitelman laatiminen vesihuoltolaitokselle  
Pro Gradu -tutkielma  
Ympäristötiede  
Itä-Suomen yliopisto, ympäristötieteen laitos  
Toukokuu 2012



ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO, Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta  
Ympäristötiede  
KÄRKI MINNA M.: Varautumissuunnitelman laatiminen vesihuoltolaitokselle  
Pro Gradu –tutkielma 125 sivua, 9 liitettä (17 sivua)  
Tutkielman ohjaajat: Eila Torvinen ja Jari Pajarinen  
Toukokuu 2012

---

avainsanat: vesihuolto, vesihuollon erityistilanteet, riskien hallinta, varautuminen

## TIIVISTELMÄ

Toimiva vesihuolto on välttämätön asutuksen, palveluiden ja tuotannollisen toiminnan perusedellytys. Suomalaisista yli 90 % on vesihuoltolaitosten vesijohtoverkoston ja yli 80 % viemäriverkoston piirissä. Laitokset vastaavat toiminta-alueellaan kaiken aikaa veden jakelun, verkostojen rakentamisen ja kunnossapidon sekä jätevesien käsittelyn toimivuudesta ja laadusta. Vesihuoltolaitosten varautumisen taustalla on niiden toimintavarmuuden parantaminen ja varautumissuunnittelun lähtökohtana on laitosten riskien kartoitus ja niiden hallinta.

Vesihuoltolain uudistus on parhaillaan käynnissä. Lakiehdotuksen mukaan vesihuoltolaitosten tulisi laatia yhteistyössä kunnan valvonta- ja pelastusviranomaisten sekä muiden samaan verkostoon liitettyjen vesilaitosten kanssa suunnitelma erityistilanteisiin varautumisesta.

Tässä Pro Gradu -tutkielmassa esitellään vesihuoltolaitoksen päätoiminnot ja niihin kohdistuvia erityistilanteita. Lisäksi tarkastellaan erityistilanteisiin varautumista ja esitellään erilaisia vesihuollolle soveltuvia riskienhallintamenetelmiä. Työssä laadittiin etukäteen valitulle pienelle vesihuoltolaitokselle varautumissuunnitelma.

Suunnitelmassa kartoitettiin aluksi vesilaitoksen toimintoihin kohdistuvat riskitekijät. Tämä tehtiin ns. tarkistuslistamenetelmällä. Sen jälkeen suoritettiin riskianalyysi, jossa riskien todennäköisyys ja seuraukset arvioitiin. Riskianalyysiin sisällytettiin myös havaituille riskeille suunnatut ehkäisevät ja korjaavat toimenpiteet sekä toimenpide-ehdotukset.

Riskianalyysissä vesilaitoksen toiminnoista havaittiin yhteensä 48 erilaista riskitekijää. Niistä 33 oli vakavimpiin riskiluokkiin kuuluvia riskejä, jotka eivät olleet hyväksyttävällä tasolla ja joihin korjaavat toimenpiteet tuli ensisijaisesti kohdistaa. Vertailtaessa riskianalyysistä saatuja tuloksia muilta pieniltä pohjavesilaitoksilta löydetyihin riskeihin havaittiin, että laitoksen riskitekijät olivat samantyyppisiä kuin niillä, esimerkiksi verkostojen ikääntyminen ja heikko kunto, puutteelliset varavesiyhteydet ja kriisiviestintäsuunnitelmien ja muiden ohjeistusten puute.

Kohteena olleen vesilaitoksen kanssa suunniteltiin erilaisia riskienhallintatoimenpiteitä niitä vaativille toiminnoille. Suurimpana varautumistoimenpiteenä oli uuden valvontatutkimusohjelman laatiminen vesilaitokselle, jossa huomioitiin aiempaa paremmin raakavesilähteissä havaitut riskitoiminnot, vedenkäsittely ja jakeluverkosto. Varautumistoimenpiteenä suunnitelmaan sisällytettiin lisäksi kriisiviestintäsuunnitelma tiedottamismalleineen, varavedenjakelusuunnitelma ja erilaisia toimintaohjeita sekä lomakkeita erityistilanteita varten, jotka auttavat vesilaitosta suoriutumaan jatkossa paremmin näissä tilanteissa.

## ESIPUHE

Tämä Pro Gradu –tutkielma on tehty nykyisen työni ohessa toimiessani suunnittelijana Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:ssä. Toimenkuvaani suunnittelijana on kuulunut mm. vesihuoltolaitosten varautumis- ja erityistilannesuunnitelmien laatiminen. Vesihuoltolaitosvarautumisen aihealueen laajuuden ja kiinnostavuuden vuoksi ajattelin ehdottaa ohjaajalleni Itä-Suomen yliopistossa ja nykyiselle työnantajalleni, että minulla olisi erityistä mielenkiintoa ja innostusta tehdä tästä aihealueesta Pro Gradu –tutkielma. Heidän hyväksytyään ehdotukseni edessä oli enää työhön vaadittavan kohteen eli vesihuoltolaitoksen, jolle varautumissuunnitelma laadittaisiin, etsiminen. Sattumalta sopiva vesihuoltolaitos löytyikin jo saman tien, kun sieltä otettiin minuun yhteyttä ja tiedusteltiin varautumissuunnitelman laatimisesta, ja siitä yhteistyömme kyseisen laitoksen kanssa alkoi.

Kiitän ohjaajaani Eila Torvista Itä-Suomen yliopistosta Ympäristötieteiden laitokselta ennakkoluulottomasta suhtautumisesta konseptiltaan hieman erilaisen Pro Gradu –tutkielman ohjaamiseen. Kiitän häntä kannustuksesta ja positiivisesta kommentoinnista työni kaikissa vaiheissa. Kiitän ohjaajaani Jari Pajarista hyvästä yhteistyöstä ja kannustuksen sanoista. Kiitän Helvi Heinonen-Tanskia Itä-Suomen yliopistosta Ympäristötieteiden laitokselta Pro Gradu –tutkielmani tarkastamisesta.

Kiitokset myös työn kohteena olleelle vesihuoltolaitokselle ja työnantajalleni, jotka mahdollistivat tämän työn tekemisen ja edesauttoivat sen valmistumista. Kiitän lisäksi kaikkia niitä tahoja, jotka ovat olleet mukana työn eri vaiheissa. Haluan kiittää myös kaikkia työkavereitani kannustamisesta ja piristävistä juttutuokioista.

Suurin kiitos kuuluu perheelleni, lähimmäisilleni ja ystävilleni, joiden tuki on ollut ensiarvoisen tärkeää tehdessäni tätä tutkielmaa opiskelujen ja työn ohessa. Ilman perheeni joustamista tätä työtä ei olisi syntynyt. Omistan tämän työni rakkaalle tyttärelleni Millalle.

Pöljällä 14.5.2012

Minna Kärki

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1. JOHDANTO</b>	7
<b>2. KIRJALLISUUSKATSAUS</b>	9
<b>2.1 VESIHUOLTOLAITOKSEN TOIMINTA</b>	9
2.1.1 Vesihuolto	9
2.1.2 Vesihuoltolaitokset	11
2.1.3 Veden hankinta	13
2.1.3.1 Pohjavesilaitokset	13
2.1.3.2 Pintavesilaitokset	14
2.1.3.3 Tekopohjavesilaitokset	16
2.1.4 Veden käsittely	17
2.1.5 Veden siirto ja jakelu	21
2.1.6 Viemärointi	23
2.1.7 Jäteveden puhdistus	24
2.1.8 Lietteen käsittely	25
2.1.9 Lainsäädäntö	25
2.1.10 Toiminnan valvonta	28
<b>2.2 VESIHUOLLON ERITYISTILANTEET</b>	29
2.2.1 Yleistä	29
2.2.2 Lainsäädäntö	31
2.2.3 Normaali- ja poikkeusolot sekä erityis- ja häiriötilanteet	32
2.2.4 Vesihuollon uhkat ja riskit	34
2.2.4.1 Vesihuoltolaitoksen toimintaa uhkaavat tekijät	35
2.2.4.2 Vedenhankinnan uhkatekijät	39
2.2.4.3 Vedenkäsittelyn uhkatekijät	46
2.2.4.4 Vedenjakelun uhkatekijät	47
2.2.4.5 Viemäroinnin ja jäteveden käsittelyn uhkatekijät	50
<b>2.3 VARAUTUMINEN ERITYISTILANTEISIIN</b>	52
2.3.1 Riskienhallinta	53
2.3.2 Riskienhallinta vesihuollossa	54
2.3.3 Eri riskienhallintamenetelmiä	66
2.3.3.1 Riskien kartoitusmenetelmiä	67
2.3.3.2 Riskien arviointimenetelmiä	68
2.3.3.3 Kokonaisvaltaisia riskienhallintamenetelmiä	69
2.3.4 Kriisiviestintä	72
<b>3. TYÖN TAVOITTEET</b>	78
<b>4. AINEISTO JA MENETELMÄT</b>	79
4.1 VESIHUOLTOLAITOKSEN ESITTELY	79
4.2 VARAUTUMISSUUNNITELMAN SISÄLTÖ	79
4.2.1 Vesihuoltolaitoksen nykytilan kartoitus	82
4.2.1.1 Vedenhankinta, -käsittely ja -jakelu	83
4.2.1.2 Viemärointi ja jätevedenpuhdistamo	85
4.2.1.3 Organisaatio, henkilöstö ja vastualueet	85
4.2.1.4 Resurssit ja hankkeet	86
4.2.1.5 Sammutusvesihuolto	87

4.2.1.6 Vesiosuuskunnat	87
4.2.1.7 Luvat, tarkkailuohjelmat ja muut suunnitelmat	88
4.2.2 Riskitekijöiden kartoitus, arviointi ja riskianalyysi	89
4.2.3 Vesihuoltolaitoksen kriisiviestintä	91
<b>5. TULOKSET</b>	92
<b>5.1 RISKIANALYYSSIN TULOKSET</b>	92
5.1.1 Vesilaitos	95
5.1.2 Viemäriverkosto	98
5.1.3 Muut toiminnot	99
<b>5.2 RISKIENHALLINTA</b>	100
<b>6. TULOSTEN TARKASTELU</b>	104
6.1 VESILAITOS	104
6.2 VIEMÄRIVERKOSTO	109
6.3 MUUT TOIMINNOT	111
6.4 ARVIO LAADITUSTA VARAUTUMISSUUNNITELMASTA	113
<b>7. YHTEENVETO</b>	115
<b>8. LÄHDELUETTELO</b>	117
<b>9. LIITTEET</b>	126

## **LIITTEET**

- 1 Riskien kartoituslomake**
- 2 Riskianalyysitaulukko**
- 3 Tiedotemalli tiedotusvälineille**
- 4 Tiedotemalli saastumistapauksia varten**
- 5 Tiedotemalli jälkihoitotilanteisiin**
- 6 Tiedotemalli sisäiseen tiedottamiseen**
- 7 Varaveden tarpeen arviointilomake**
- 8 Dokumentointilomake**
- 9 Valituslomake**

## 1. JOHDANTO

Toimivalla vesihuollolla on tärkeä merkitys yhteiskunnassa. Jos vesihuollon toiminta keskeytyy tai lakkaa, yhdiskunnan vedenkäyttötarkoitukset, kuten talousveden saanti, lämmitys, teollisuusprosessit, palontorjunta ja jätteiden poisto, häiriintyvät vakavasti (Karttunen 2003). Vesilaitokset ovat vastuussa kaiken aikaa tuottamansa veden laadusta ja turvallisuudesta (WHO 2011). Lainsäädäntömme mukaan valvontaviranomainen valvoo niitä säännöllisesti (Valvira 2011). Viranomaisvalvonnan lisäksi vesilaitoksen tulee itse valvoa ja seurata toimittamansa veden ja raakaveden laatua (Isomäki ym. 2006).

Vesihuoltolaitoksen toiminta pitää sisällään useita eri toimintoja ennen kuin kuluttaja pääsee laskemaan hanasta käyttämänsä vettä. Tämä veden tuotantoketju veden hankinnan, käsittelyn, varastoinnin ja jakelun kautta lopputuotteeseen vaihtelee eri vesilaitoksilla riippuen siitä, miten laitos hankkii raakavesensä (Karttunen 2004). Maamme noin 1 500 vesilaitoksen toimittamasta vedestä on pohja- ja tekopohjaveden osuus noin 61 % ja pintaveden osuus noin 39 % (MMM 2011, SYKE 2011a). Suomen vesilaitoksista valtaosa, lähes 90 %, on pieniä laitoksia, jotka toimittavat vettä 50–5 000 henkilölle. Lisäksi erittäin pieniä, alle 50 henkilölle vettä toimittavia laitoksia on arviolta tuhansia (Hulsmann 2005).

Vesilaitoksilla pohjavettä käytetään eniten raakavesilähteenä, koska se on yleensä hyvälaatuista eikä tarvitse suurempia käsittelytoimenpiteitä. Sitä ei useinkaan myös desinfioida ennen sen jakamista kuluttajille (Pedley ym. 2011). Pintavedet ovat herkkiä olosuhdemuutoksille ja alttiimpia saastumiselle, ja niissä onkin yleensä täydellinen kemiallinen käsittely, minkä johdosta niiden veden laatuongelmat ovat harvinaisempia (Isomäki ym. 2007). Raakavedestä tuotetun veden laatu riippuu kuitenkin pitkälti siitä, onko veden käsittelyprosessi ollut riittävä raakaveden laatuun nähden (Davies ja Mazumder 2003).

Vesihuoltolaitoksilla on laaja toimintakenttä. Onkin haastavaa varmistaa vesihuollon toimivuus kaikissa tilanteissa. Useiden vesilaitosten tuottamassa vedessä on jatkuvasti seurantaa vaativia laatuongelmia (Isomäki 2006, Rizak ja Hrudey 2008, Zacheus 2010). Vesihuollossa kannattaa panostaa koko toimintaketjun kattavaan perusteelliseen riskinarviointiin, jotta varmistetaan kuluttajille turvallisen talousveden toimittaminen (Rosén ja Lindhe 2007). Vesihuoltolaitosten kohdalla niiden toimintojen riskinarvioinnin ja

varautumistoimenpiteiden kattavuuden tulee olla niiden yhteiskunnallisen erityisaseman takia laajempi kuin tavanomaisessa yritystoiminnassa (Vikman ja Arosilta 2006).

Suomessa vesihuoltolaitosten varautumistoimenpiteet ja riskienhallinta ovat tasoltaan vaihtelevia ja maassamme on useita vesilaitoksia, jotka hallitsevat riskinsä erinomaisesti; mutta niiden rinnalla on laitoksia, joiden riskienhallintaa ei voida pitää tyydyttävänä. Laitosten riskienhallintaa on ryhdytty kansainvälisesti kehittämään vasta 2000-luvulla. Eräs tällainen laitoksille suunniteltu riskienhallintamenetelmä on esimerkiksi Maailman Terveysjärjestön (WHO) lanseeraama Water Safety Plan (Nikula ym. 2009, Gilbert ym. 2011). Vesihuoltolaitoksia koskeva lainsäädäntö on ollut uudistettavana vesihuoltolain osalta. Sen uudistamisessa keskeinen osa muutoksista tulee todennäköisesti koskemaan vesihuoltolaitosten riskienhallintaa ja varautumissuunnitteluelvoitteen säätämistä kaikille laitoksille (MMM 2010).

Vesihuoltolaitosten varautuminen on toimintaa, jolla luodaan ja ylläpidetään riittävää valmiustasoa normaaliolojen erityis- ja häiriötilanteiden sekä poikkeusolojen varalta (Nikula ym. 2009). Vesilaitoksen varautumissuunnitelmassa tunnistetaan ja arvioidaan toimintoja uhkaavat riskit sekä niiden toteutumisen todennäköisyys. Riskien osalta arvioidaan seuraukset ja toteutettavat riskien hallintatoimenpiteet. On huomattava, että kaikkia laitoksella ilmenneitä riskejä ei pystytä eliminoimaan, jolloin varautumistoimenpiteet tulee priorisoinnin jälkeen kohdistaa niihin riskeihin, jotka aiheuttavat toiminnalle vakavimmat seuraukset (Lindhe 2010).

Tämän Pro Gradu –tutkielman tavoitteena on tarkastella vesihuoltolaitostoimintoja siihen liittyvine ongelmineen. Nämä vesihuollon ongelmat eli erityistilanteet ja niihin varautuminen ovat tutkielmassani keskeisimpiä tutkimusalueita vesihuoltolaitoksen varautumissuunnitelman laatimisen kannalta. Tutkielman päätarkoituksena oli pienen kunnallisen pohjavesilaitoksen varautumissuunnitelman tekeminen, jossa aluksi kartoitettiin laitoksen nykytoiminnot ja sen jälkeen toimintoihin liittyvät riskitekijät ja mietittiin niille lopuksi varautumistoimenpiteet. Tutkielman ja työn laajuutta rajattiin siten, että keskityttiin tarkastelemaan vesihuoltolaitostoimintojen osalta tarkemmin talousveden valmistusketjua ja jätevesi- ja viemäritoiminnot jätettiin vähemmälle tarkastelulle.



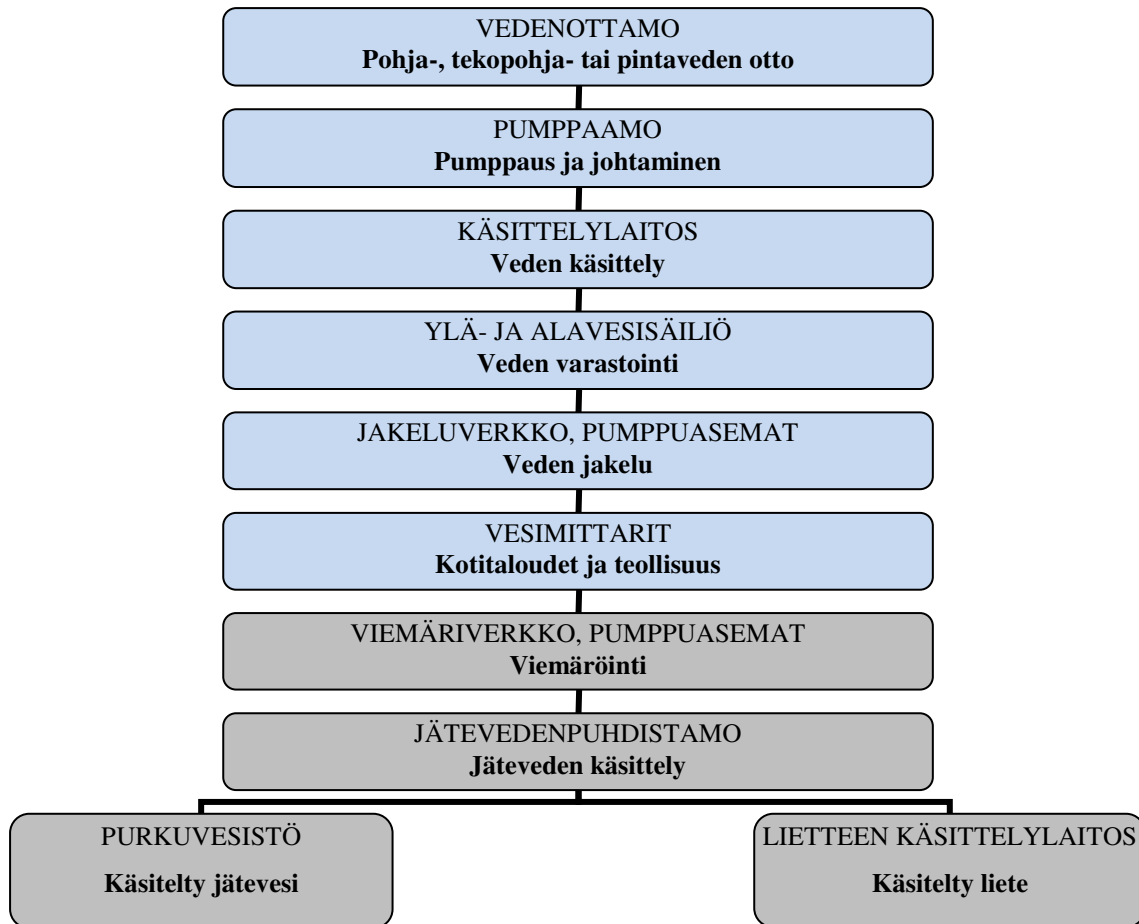
## **2. KIRJALLISUUSKATSAUS**

### **2.1 VESIHUOLTOLAITOKSEN TOIMINTA**

#### **2.1.1 Vesihuolto**

Vesihuollolla tarkoitetaan yhdyskuntien ja teollisuuden vedenhankintaa sekä jäteveden käsittelyä niihin kuuluvine laitteineen ja toimintoineen. Vesilaitoksen toiminta alkaa siitä, missä sen käyttöönottama raakavesi joutuu ensimmäisen kerran pois luonnonympäristöstä, kuten vesilaitoksen vedenottokaivosta tai vesistössä olevasta siiviläputkesta. Vesilaitoksen toiminta päättyy kohdassa, missä sen toimittama vesi jaetaan veden käyttäjälle, tavallisimmin kiinteistön tontin rajalla tai tonttijohdon ja runkoputken liittymiskohdassa. Viemärlaitoksen osalta sen toiminta alkaa veden käyttäjän viemäriputken liitoskohdasta laitoksen viemäriverkkoon ja päättyy vesistön purkuputkeen. Purkuvesistössä viemärlaitoksen vaikutusalueen katsotaan olevan se alue, missä vaikutuksia esiintyy. Lainsäädännön mukaan myös hulevesien eli sade- ja sulamisvesien kerääminen, käsittely ja poisjohtaminen kuuluvat vesihuoltoon (Karttunen 2003).

Vesihuoltolaitosten verkostot muodostuvat vesijohto-, jätevesiviemäri- ja hulevesiviemäriverkostoista sekä niihin liittyvistä pumppaamoista. Vesilaitokselta lähtevä puhdas talousvesi (käsitelty tai käsittelemätön raakavesi) johdetaan vesijohtoverkostoa pitkin kuluttajille. Käytön jälkeen vedestä tulee jätevettä ja se kootaan vesihuoltolaitoksen viemäriverkostoihin johdettaviksi edelleen käsiteltäväksi jätevedenpuhdistamolle. Taajamissa hulevedet kootaan hulevesiviemäriin ja johdetaan niiden kautta vesistöön. Myös kiinteistöjen kuivatusvedet voidaan johtaa hulevesiviemäriin (Karttunen 2003, VVY 2011a). Kuvassa 1 on kuvattu vesihuoltolaitoksen pääasiallinen toimintaketju. Toimintaan sisältyy lisäksi useita vesihuoltolaitoksen oheistoimintoja, kuten huolto- ja asennustyöt, rakennuttaminen, asiakaspalvelu ja muut organisaation hoitamiseen liittyvät toiminnot.

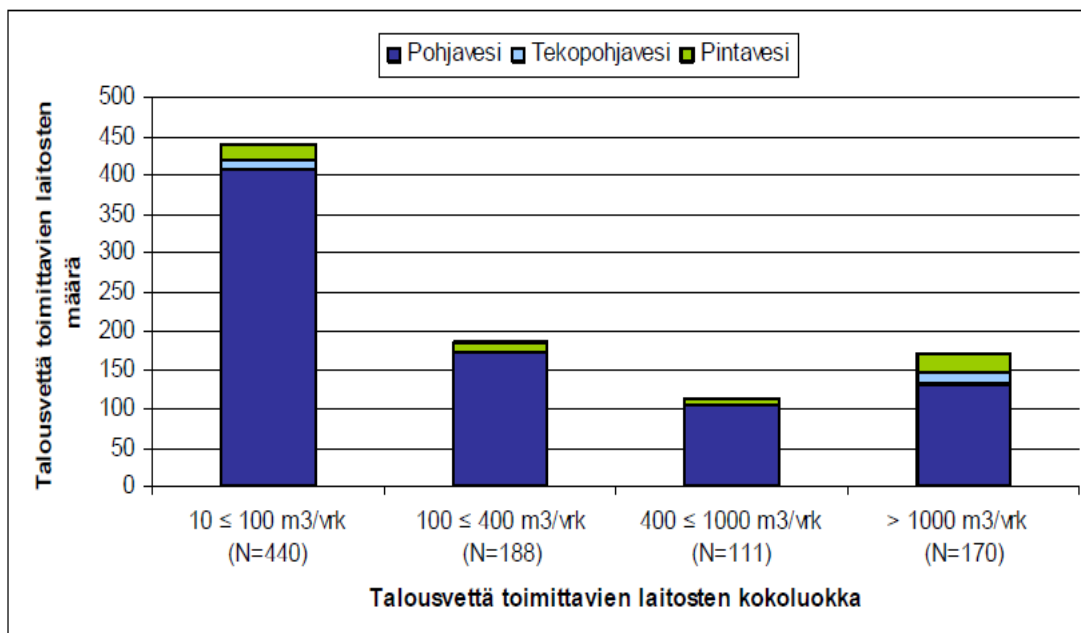


Kuva 1. Vesihuollon toimintaketju (Karttunen 2003, Tularam ja Properjohn 2011).

Päävastuu maamme vesihuollon järjestämisestä ja kehittämisestä on kunnilla. Vesihuoltolaitokset vastaavat toiminta-alueensa vesihuollon palvelujen järjestämisestä ja toimittamisesta. Kiinteistön omistajat ja haltijat ovat vastuussa kiinteistöjensä osalta vesihuollosta (Arosilta 2006, Hukka ja Katko 2007). Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) vastuulla vesihuollon hallinnossa on muun muassa lainsäädännön valmistelu, toiminnan strateginen suunnittelu sekä alueellisten Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten (ELY) ohjaus. Ympäristöministeriö (YM) vastaa vesien suojelusta ja vesivarojen tutkimisesta. Sosiaali- ja terveysministeriö (STM) valvoo juomaveden terveydellistä laatua. Ministeriöitä avustavat Suomen ympäristökeskus, Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus sekä Valtion ympäristöhallinto ja Huoltovarmuuskeskus. Alueelliset ELY-keskukset vastaavat vesihuollon valvonnasta, suunnittelun ohjauksesta ja rahoitustuen ohjaamisesta omilla alueillaan (Vikman ja Arosilta 2006).

## 2.1.2 Vesihuoltolaitokset

Nykyään Suomessa on noin 1 500 vesilaitosta. Niiden lukumäärä kasvoi vuosien 1970–1999 aikana 626 laitoksesta 1 319 laitokseen. Vuosina 1993–1998 tapahtui laitosten merkittävin lisäys, lähes 500 laitosta. Tämä johtui siitä, että vuonna 1994 tilastointiin otettiin mukaan kaikki vesilaitokset, joilla oli yli 50 käyttäjää. Siihen asti tilastoitavien vesilaitosten käyttäjämäärän alarajana oli ollut 200 käyttäjää (Isomäki ym. 2007). Vuonna 2008 Suomessa oli 170 suurta, EU:n juomavesidirektiivin raportointivelvollisuuden täyttävää vesilaitosta. Ne toimittivat talousvettä noin 4,1 miljoonalle käyttäjälle (Zacheus 2010). Kuvassa 2 on havainnollistettu talousvettä toimittavien laitosten määrät ja niiden kokoluokat Suomessa; luvuista puuttuvat pientä kokoluokkaa ( $<10 \text{ m}^3/\text{vrk}$ ) edustavat laitokset.



Kuva 2. Suurimpien pinta-, pohjavesi- ja tekopohjavesilaitosten määrät ja niiden kokoluokat Suomessa (Zacheus 2010).

Vesihuoltolaitoksen toimintamuotona voi olla:

- kuntalain 519/2007 mukainen liikelaitos
- muu kunnallinen laitos
- osakeyhtiö
- kuntalain 519/2007 mukainen liikelaitoskuntayhtymä

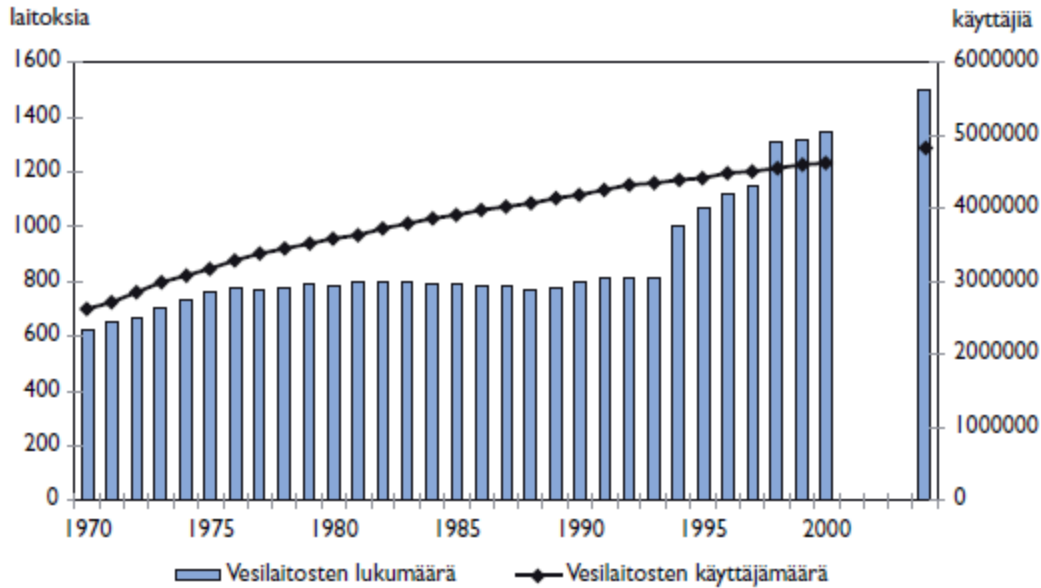
- kuntayhtymä
- osuuskunta
- jokin muu (esimerkiksi yhtymä).

Vesihuoltolaitoksen toimiala voi olla laaja-alainen tai kattaa vain osan alla olevista toiminnoista:

- kiinteistöjä palveleva vesi- ja viemärlaitos
- kiinteistöjä palveleva vesi- tai viemärlaitos
- vesilaitoksia palveleva tukkuvesilaitos
- viemärlaitoksia palveleva tukkuviemärlaitos tai jätevedenpuhdistamo (Suomen Kuntaliitto 2011).

Maamme vesilaitoksista noin 400 on kuntien omistamia ja noin 1 000 vesilaitosta on asiakkaidensa omistamia lähinnä maaseudulla ja haja-asutusalueilla toimivia pienehköjä osuuskuntia tai yhtiöitä (Silfverberg 2007, Suomen Kuntaliitto 2007). Vaikka maassamme on runsaasti vesilaitoksia, vastaavat 25 suurinta laitosta noin 60 % vedenmyynnistä. 1 300 pienimmän laitoksen osuus on puolestaan vain noin 20 % talousveden jakelusta ja moni niistäkin ostaa veden kunnalliselta laitokselta. Viemärlaitosten lukumäärä on noin 650 ja ne ovat lähes poikkeuksetta kuntien laitoksia, joskin viime vuosina myös osuuskunnat ovat panostaneet merkittävästi viemärintihankkeisiin (Silfverberg 2007, Suomen Kuntaliitto 2007).

Vesihuollon palveluista vesijohtoverkon osalta käyttäjäprosentti on noin 92 % ja viemäriverkon osalta noin 85 %. Suuret taajamat on liitetty käytännössä sataprosenttisesti vesihuoltoon (ROTI 2011). Vesilaitoksia on eniten Länsi-Suomessa, jossa käyttäjämäärä laitosta kohden on pieni. Pieniä laitoksia on paljon myös Pohjois-Savon ja Lapin alueilla. Kuvassa 3 on esitetty vesilaitosten lukumäärän ja niiden käyttäjämäärän kehitys vuosien 1970–2004 välisenä aikana. Veden ominaiskulutus, jolla tarkoitetaan vesilaitoksen vuorokaudessa talousvesiverkostoon pumpatun veden suhdetta verkoston palveluja käyttäviin asukkaisiin, on laskenut vuoden 1972 huippulukemasta 335 l/as/vrk nykyiseen noin 240 l/as/vrk. Vuonna 2030 veden käytön arvioidaan olevan noin 220 l/as/vrk (Isomäki ym. 2007).



Kuva 3. Vesilaitosten luku- ja käyttäjämäärän kehitys vuosina 1970–2004 (Isomäki ym. 2007).

### 2.1.3 Veden hankinta

Suomessa on noin 1 900 vedenottamoita, joiden tuottamasta vedestä pohja- ja tekopohjaveden osuus on nykyään noin 61 % ja pintaveden osuus noin 39 %. Vaikka maassamme vettä on tilastojen perusteella ihan tarpeeksi yhdyskuntien vedenhankintaa varten, hyvälaatuinen raakavesi ei aina sijaitse lähellä yhdyskuntia, jolloin talousvettä saatetaan joutua kuljettamaan pitkiä matkoja (esimerkiksi Päijänne-tunneli) tai valmistamaan huonolaatuisesta raakavedestä (MMM 2011, SYKE 2011b, VVY 2011b).

#### 2.1.3.1 Pohjavesilaitokset

Pohjavesi on sade- ja lumen sulamisvesistä maa- ja kallioperään imeytynyttä ja varastoitunutta vettä. Maakerrosten läpi suodattuessaan vesi puhdistuu pintaveden metallien ja muiden haitallisten aineiden kiinnittyessä maan humuskerrokseen ja mineraalihiukkasiin. Akviferi eli pohjavesimuodostuma on pohjaveden kyllästämä ja vettä hyvin johtava maa- tai kallioperävyöhyke, josta vettä saadaan pumpattua käyttökelpoisia määriä (Britschgi ym. 2009, GTK 2010).

Vuoden 2008 lopussa pohjavesitietojärjestelmässä (POVET) ympäristöhallinnon kartoittamia ja luokittelemia pohjavesialueita oli yhteensä noin 6 300 kappaletta, joista

- I luokkaan kuuluvia eli vedenhankintaa varten tärkeitä alueita oli 2 264,
- II luokkaan kuuluvia eli vedenhankintaan soveltuvia alueita 1 539 ja
- III luokkaan kuuluvia eli muita pohjavesialueita oli yhteensä 2 477 kappaletta (Britschgi ym. 2009).

Maamme pohjavesialueilla on arvioitu muodostuvan pohjavettä noin 5,4 miljoonaa m<sup>3</sup>/vrk. Pohjavesialueita on eniten Lapin ELY-keskuksen alueella, jossa on noin kolmannes koko Suomen pohjavesialueista. Vähiten pohjavesialueita on Ahvenanmaan ja rannikkoalueiden ohella Pohjois- ja Etelä-Savon ELY-keskusten alueilla. Erityisesti rannikolla vedenhankinnassa on jouduttu käyttämään pintavettä ja savikerrosten alaisia rautapitoisia pohjavesiesiintymiä (SYKE 2011c).

Vesilaitosten jakamasta talousvedestä noin 49 % on pohjavettä ja sitä käyttää talousvetenään Suomessa noin 3,5 miljoonaa ihmistä. Pohjavettä käytetään maassamme yleisesti vesilaitosten raakavetenä, koska se on useimmiten pintavettä parempilaatuista ja paremmin suojassa likaantumiselta. Suomessa on noin 500 pientä pohjavedenottamoita, jotka toimittavat vettä 50–500 asukkaalle. Lisäksi on runsaasti tätä pienempiä vedenottamoita, jotka toimittavat vettä 10–50 asukkaalle. Pohjavedenottoon voidaan käyttää kuilu-, siiviläputki- tai kallioporakaivoja, joista siiviläputkikaivo on yleisin kaivotyyppi (Isomäki ym. 2007, VVY 2008, SYKE 2011d).

Pohjavesien laatu voi vaihdella luonnostaan ilmastosta, kasvillisuudesta, topografiasta tai maa- ja kallioperästä johtuen. Pääosin se on hyvälaatuista. Ihmisen toiminta kuten teollisuus, huolto-asetat, kaatopaikat, maan- ja vedenotto ja tiesuolaus voivat heikentää pohjaveden laatua ja saatavuutta (Foster ym. 2002, Isomäki ym. 2006). Pohjaveden määrää voivat vähentää esimerkiksi kuivuus, pohjaveden runsas käyttö ja maaperän voimakas muokkaus (Foster ym. 2002, SYKE 2011d).

### **2.1.3.2 Pintavesilaitokset**

Suomessa on huomattavasti vesipinta-alaa: 187 888 yli viiden aarin kokoista järveä ja lampea sekä jokia yhteensä 25 000 kilometriä. Maamme pinta-alasta on lähes kymmenesosa veden

peitossa. Vaikka vesialueita on paljon, vettä on melko vähän, koska Suomen järvissä on yhteensä vain noin 235 km<sup>3</sup> vettä (SYKE 2011e).

Vesilaitosten jakamasta talousvedestä noin 39 % on pintavettä. Pintavesilaitosten raakavesi otetaan joko järvestä tai joesta. Raakavedeksi soveltuvia pintavesiä ovat etenkin isot reittivesistöt, joiden veden laatu on viime vuosikymmeninä merkittävästi parantunut yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesien tehostuneen puhdistamisen johdosta. Suurten rannikkovesistöjen laatu on Suomessa pääosin tyydyttävä tai jopa hyvä, mutta pienemmissä vesistöissä veden laatu ja sen vaihtelut tekevät ne huonosti vedenhankintaan sopiviksi. Rannikkoalueiden pohjavesimäärät ovat kuitenkin pieniä, joten niiden yhdyskuntien talousveden hankkimisessa joudutaan käyttämään pinta- tai tekopohjavettä (Isomäki ym. 2007). Suurimmat pintavesilaitokset sijaitsevat pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Oulussa (Zacheus 2010).

Pintavedenotto suoritetaan vesistön pohjaan upotetun muoviputken avulla. Vedenottokohdan eli putken imusiivilän on oltava niin kaukana rannasta, ettei aallokosta johtuva rantaveden samentuminen pääse heikentämään otetun veden laatua. Vesistön rannalle rakennetaan rantakaivo, johon vesi johdetaan ottokohdasta. Jokea käytettäessä vedenottokohdaksi tulee valita sellainen suvantopaikka, etteivät karkeat epäpuhtaudet kulkeudu vedenottolaitteisiin. Joesta vedenotto tapahtuu usein välillä varustetun aukon kautta suoraan rantakaivoon (Karttunen 2004, Jansen ym. 2007).

Pintavesien määrään ja laatuun vaikuttaa useita tekijöitä, joista tärkeimpiä ovat vuotuiset sademäärät, valuma-alueen kasvillisuus sekä geologiset ja topografiset olosuhteet. Tästä johtuen pintavesien kemiallinen ja mikrobiologinen laatu voi vaihdella nopeasti. Toisaalta epäpuhtaudet voivat kuitenkin yhtä nopeasti hajaantua ja vähentyä laimenemalla. Pintaveden vaihtelevan laadun vuoksi se tulisi kuitenkin aina käsitellä riittävällä tavalla ennen sen jakamista kuluttajille (Pedley ym. 2011). Pintaveden käytölle raakavetenä voivat aiheuttaa ongelmia pintavesien humuspitoisuus, pehmeys eli pieni elektrolyyttipitoisuus ja heikko puskurikyky. Raakavesilähteen laadulle haitallisimpia ovat jätevedenpuhdistamot, rehevöityminen, syanobakteerit, torjunta-aineet sekä mahdolliset onnettomuudet. Pintavesien laatu voi vaihdella nopeasti myös kevättulvien aikana. Kuivempina aikoina veden riittävyys ja laatu voivat heikentyä, varsinkin matalissa järvissä tai järvisyydeltään pienissä jokivesistöissä. Pienissä ja matalissa järvissä ongelmana on lisäksi rehevöityminen ja runsas syanobakteerien

määrä. Kesäisin raakaveden lämpeneminen saattaa toisinaan aiheuttaa haittaa talousveden laadulle (Isomäki ym. 2007, SYKE 2011b).

Pintavesilaitokset ovat Suomessa kooltaan isoja ja niissä on useimmiten täydellinen kemiallinen käsittely, mistä johtuu, että niiden tuottaman vedenlaatu on korkeatasoista ja laatuongelmat hyvin harvinaisia (Isomäki ym. 2007, SYKE 2011b).

### **2.1.3.3 Tekopohjavesilaitokset**

Pohjavesiesiintymät ovat Suomessa melko pieniä ja usein sijainniltaan väärissä paikoissa ajatellen suurien yhdyskuntien vedenhankintaa. Tämän johdosta pohjaveden määrää on lisätty pintaveden avulla, ja näin ollen on valmistettu tekopohjavettä. Ensimmäiset tekopohjavesilaitokset rakennettiin Suomeen jo 1970-luvulla. Nykyisin niitä on 25 ja niillä tuotetun tekopohjaveden osuus vesilaitosten jakamasta talousvedestä on noin 12 % (Gustafsson ym. 2006, SYKE 2010a).

Suuria tekopohjavesilaitoksia on Porissa, Kymenlaaksossa, Lappeenrannassa, Jyväskylässä, Kuopiossa ja Porvoossa. Uusimmat suuret tekopohjavesihankkeet ovat Turussa ja Tampereella. Niiden valmistuttua tekopohjaveden osuus tulee olemaan noin 29 % vesilaitosten jakaman veden määrästä. Turun ja Tampereen seutujen vedenhankinnan järjestämiseksi suunnitellut laitokset tulisivat imeyttämään pohjavesimuodostumaan enimmillään jopa 70 000–110 000 m<sup>3</sup> pintavettä vuorokaudessa (SYKE 2010b).

Tekopohjaveden muodostamisen suoria menetelmiä ovat allas-, sadetus-, kanava-, oja- ja kaivoimeytys. Rantaimytys on epäsuora menetelmä muodostaa tekopohjavettä (De Vries ja Simmers 2002, Jansen ym. 2007). Suomen tekopohjavesilaitoksilla käytetään joko allas-, sadetus- tai rantaimetystä. Euroopassa rantaimytys on yleinen menetelmä. Tavoitteena tekopohjaveden tuottamisessa on lisätä pohjavesiesiintymän antoisuutta ja tuottaa lähes luonnontilaisen pohjaveden kaltaista tasalaatuista vettä. Allasimeytyksessä vesi imeytetään altaiden kautta maaperään. Sadetusimeytyksessä vesi johdetaan putkistojen kautta muokkaamattomaan maastoon pohjakasvillisuuden päälle. Imeytys- ja vedenottomäärät pyritään suunnittelemaan niin, että pintavesi ehtii suodattumaan riittävästi imeytyessään pohjavedeksi. Pohjavesiesiintymän rajoittuessa järveen tai jokeen esiintymän antoisuutta voidaan lisätä rantaimeyttämällä, mikäli rantavyöhykkeessä aines on hyvin vettä läpäisevää.



Pohjavedenpintaa alennetaan pumppaamalla vettä vedenottokaivoista, ja kun pohjavedenpinnan korkeus laskee alle järven pinnan korkeuden, pintavettä imeytyy pohjavesiesiintymään ja tällöin rantaimetytynyt vesi sekoittuu pohjaveteen (Jansen ym. 2007, SYKE 2010a, 2010c).

Vaikuttava tekijä tekopohjaveden laadulle on imeytettävän pintaveden laatu. Sen on oltava riittävän puhdasta, jotta se ehtii puhdistumaan maaperässä. Tekopohjaveden laatu vaihtelee vesilähteen, imeytymisalueen, viipymän ja pohjavedenlaadun mukaan. Imeytysmenetelmä ei yleensä vaikuta veden laatuun. Mikäli raakavesilähteen laatu on riittävän hyvä ja viipymän mitoitus oikea, sekä tekopohja- että rantaimetytetyistäkin vedestä saadaan hyvälaatuista talousvettä (Jansen ym. 2007). Yleensä Suomessa tekopohjavesilaitosten veden laatu on ollut hyvää (Isomäki ym. 2007).

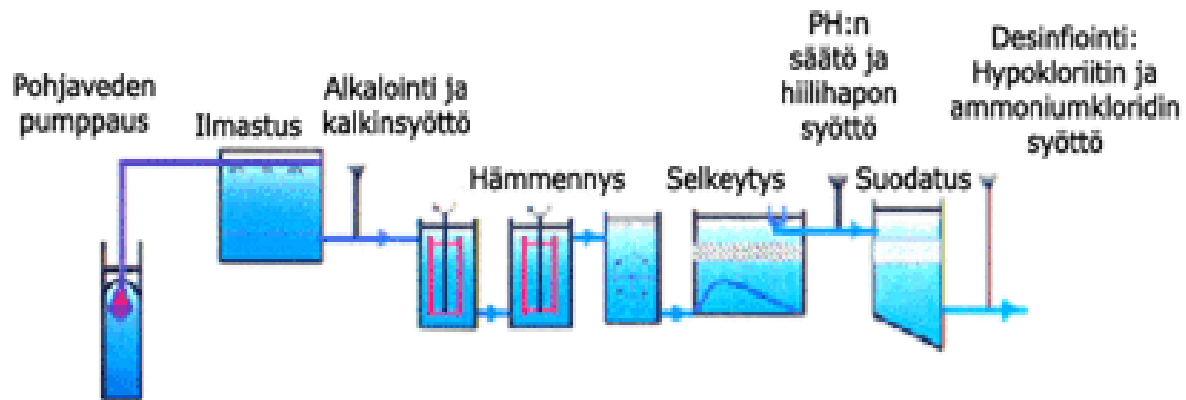
Tekopohjavesilaitokset ovat toimineet pääosin hyvin. Joillakin allasimeytyslaitoksilla on kuitenkin vuosikymmenien imeytyksen jälkeen huomattu vedenläpäisevyyden heikkenemistä, joka on aiheutunut imeytysaltaaseen muodostuneista rauta- ja mangaanisaostumista (SYKE 2010b). Rantaimetytyslaitokset ovat usein ongelmallisempia kuin varsinaiset tekopohjavesilaitokset. Niissä on voinut olla ongelmia muun muassa korkean raudan ja korkean orgaanisen hiilen pitoisuuden kanssa. Myös taudinaiheuttajamikrobeja ja levämyrkyjä on voinut esiintyä rantaimetytetyissä vesissä (Gustafsson ym. 2006, Isomäki ym. 2007).

#### **2.1.4 Veden käsittely**

Talousveden käsittelyssä käytettävät materiaalit ja kemikaalit on valittava huolellisesti. Niiden on sovelluttava talousvesikäyttöön eikä niistä saa joutua veteen haitallisia määriä epäpuhtauksia. Veden käsittelyssä käytettävien kemikaalien on täytettävä SFS-EN-standardien mukaiset vaatimukset (Isomäki ym. 2006).

Talousveden valmistuksessa käytetyn veden käsittelytarve riippuu olennaisesti raakavesilähteestä. Usein esimerkiksi pienillä pohjavesilaitoksilla hyvälaatuinen pohjavesi ei tarvitse minkäänlaista käsittelyä ennen sen johtamista kuluttajille. Pohjavedet ovat tavallisesti kuitenkin melko happamia ja vaativat käsittelyksi alkaloinnin ennen vesijohtoverkkoon johtamista vesijohtojen, laitteiden ja kalusteiden syöpmisen vähentämiseksi (Karttunen

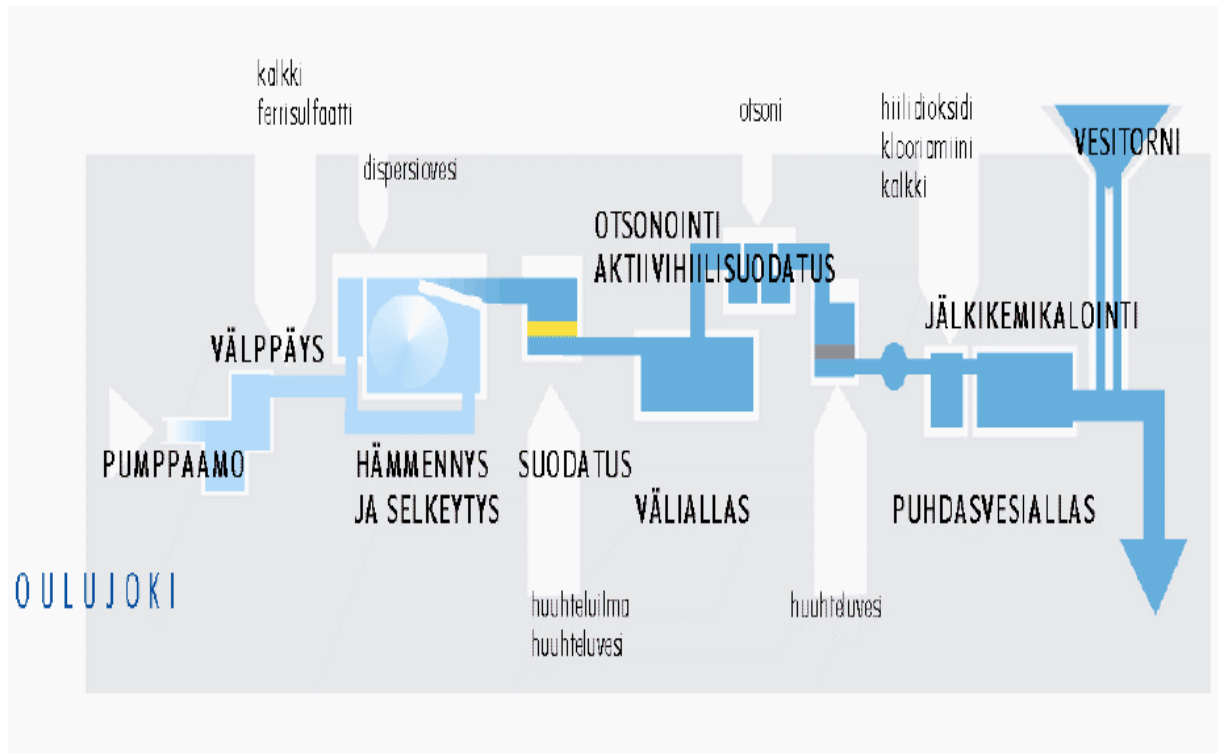
2004, Isomäki ym. 2007, VVY 2008). Joskus myös pohjaveden liialliset rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat syynä pohjaveden käsittelytarpeeseen. Paikallisesti voi esiintyä lisäksi haitallisia määriä arseenia, fluoria, nitraattia ja radonia. Jos pohjavettä johdetaan suurelle käyttäjämäärälle, tulisi veden desinfiointitarvetta varten varustautua, vaikkei muuta käsittelyä tarvittaisikaan (Isomäki ym. 2007, VVY 2008, Pedley ym. 2011). Kuvassa 4 on esimerkki pohjavesilaitoksen vedenkäsittelyprosessista, jossa on käytössä raudanpoisto, alkalointi ja desinfiointi.



Kuva 4. Pohjavesilaitoksen prosessikaavio (Kokkolan Vesi 2011).

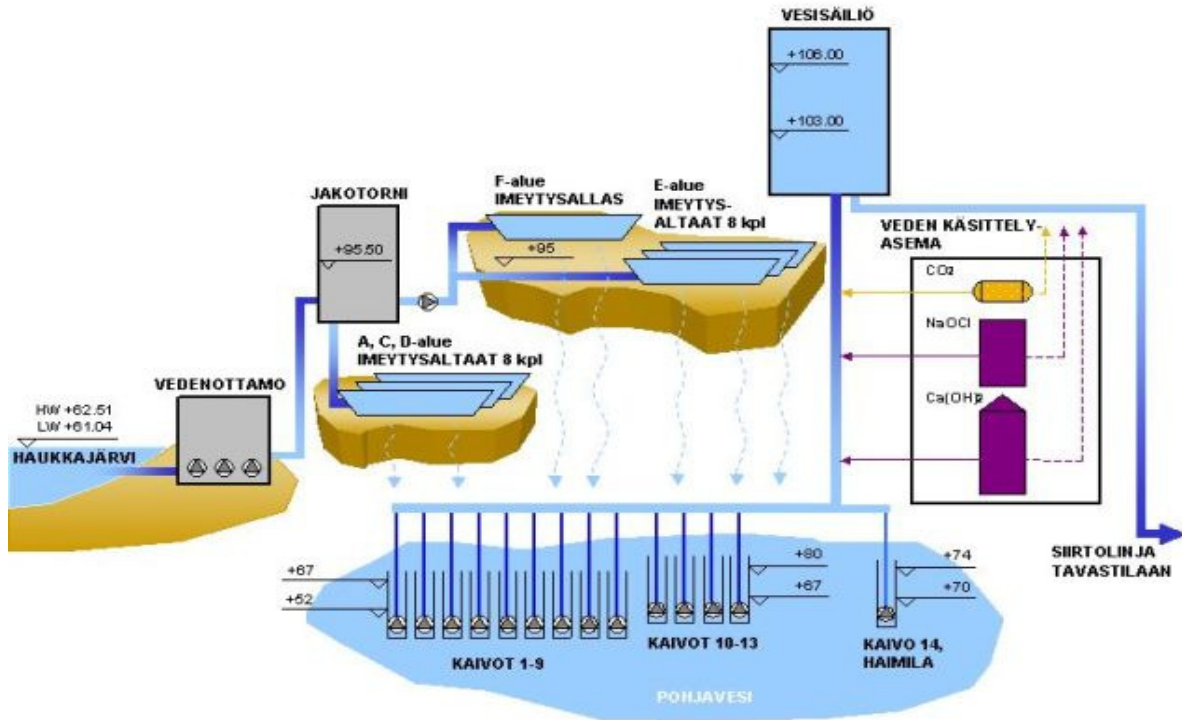
Pintaveden vedenkäsittelytarpeeseen vaikuttaa käytetyn vesilähteen laatu. Se riippuu valuma-alueen maaperästä, sekä vesistöön johdettavista yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesistä. Pintavesi joudutaan usein käsittelemään melko monivaiheisella prosessilla (Davies ja Mazumder 2003). Pintavedessä olevat humus ja hygieeniset epäpuhtaudet vaativat usein käsittelyä. Tyypilliseen pintavesilaitoksen vedenkäsittelyprosessiin kuuluvat siivilöinti, saostuskemikaalin syöttö, saostumien poisto flotaatiolla, laskeuttamalla tai hiekkasuodattamalla, suodatus, alkalointi ja desinfiointi. Suurimmilla pintavesilaitoksilla on lisäksi otsonointi tai klooridioksidikäsittely sekä aktiivihiilikäsittely. Kemiallisella saostuksella vedestä poistetaan orgaanista ainetta sitomalla epäpuhtaudet saostuskemikaaliin. Pintavesilaitoksesta lähtevä vesi tulee aina desinfioida. Desinfiointimenetelmänä voidaan käyttää kloorausta, otsonointia tai UV-säteilytystä ja niiden yhdistelmiä. Ennen desinfiointia pintavesi tulee käsitellä niin, että se sisältää mahdollisimman vähän orgaanista ainesta, koska muutoin voi syntyä desinfiointin mutageenisia sivutuotteita (Karttunen 2003, Isomäki ym.

2007, Jansen ym. 2007, VVY 2008). Kuvassa 5 on esimerkki pintavesilaitoksen vedenkäsittelyprosessikaaviosta.



Kuva 5. Pintavesilaitoksen prosessikaavio (Oulun Vesi 2010).

Tekopohjaveden käsittelytarpeeseen vaikuttavat eniten imeytettävän veden laatu ja määrä sekä imeytyksen viipymä. Raakaveden laatua voidaan parantaa esikäsittelyllä, jossa vähennetään kiintoaineen ja happea kuluttavien aineiden määrää. Esikäsittelymenetelminä voidaan käyttää pikasuodatusta, mikrosiivilöintiä, sepelisuodatusta tai kemiallista käsittelyä. Veden viipymän maakerroksissa tulee olla riittävän pitkä. Menetelmistä vaihdellen sen tulisi olla Suomen oloissa noin 2–3 kuukautta ja tämä saavutetaan imeytystehosta riippuen 300–600 metrin imeytysmatkalla (Karttunen 2004). Kuvassa 6 on esimerkki allasimeytykseen perustuvan tekopohjavesilaitoksen vedenkäsittelyprosessikaaviosta.



Kuva 6. Tekopohjavesilaitoksen prosessikaavio (Kymenlaakson Vesi Oy 2011).

Alkaloinnin tarkoituksena on nostaa veden pH-arvoa eli alentaa sen happamuutta. Alkaloinnissa yleisimmin käytettyjä menetelmiä ovat alkaloivan kemikaalin syöttö veteen tai veden johtaminen alkaloivan massan läpi. Alkalointikemikaaleina voidaan käyttää lipeää (NaOH), soodaa ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) tai sammutettua kalkkia ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Alkaloivina massoina käytetään kalkkikiveä ( $\text{CaCO}_3$ ) sekä dolomiittia ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ). Kalkkikivialkalointi on yleistynyt etenkin pienillä vesilaitoksilla, koska se on edullinen ja turvallinen menetelmä (Isomäki ym. 2006, VVY 2008).

Rautaa, mangaania, orgaanista kiintoainesta sekä kemiallisessa saostuksessa syntyneet ja selkeytyksestä läpimenneet saostumat poistetaan vedestä mm. ilmastuksella ja suodatuksella. Ilmastuksessa veteen syötetään ilmaa. Ilmastuksessa yhdisteet hapettuvat saostuvaan tai haitattomaan muotoon ja ne saadaan poistettua sen jälkeen esimerkiksi suodattamalla. Ilmastuksen tarkoituksena on poistaa vedestä myös liuenneita kaasuja, kuten hiilidioksidia, radonia ja rikkivetyä. Suodatuksessa vesi johdetaan suodatinmateriaalin läpi, jolloin kiinteät epäpuhtaudet jäävät joko suodattimen pinnalle tai pidättyvät suodatinmateriaaliin. Suodattamisessa käytettyjä menetelmiä ovat esimerkiksi hiekka-, hidas-, bio-, kalvo-, monikerros-, käänteis- tai katalyyttinen suodatus sekä yhdistetty hiekkakalkkikivisuodatus.

Radonin poistoon voidaan käyttää aktiivihiilisuodatusta tai ilmastusta ja fluoridin poistossa käytetään käänteisosmoosia (Karttunen 2004, Isomäki ym. 2006).

Desinfiointia käytetään tuhoamaan vedestä mahdolliset taudinaiheuttajat. Desinfiointi voidaan toteuttaa kemiallisilla aineilla kuten kloorilla, otsonilla, bromilla, jodilla sekä vetyperoksidilla tai UV-käsittelyllä. Vesilaitoksilla käytetään yleisesti klooria (tavallisimmin natriumhypokloriittia), koska sen vaikutukset ulottuvat koko verkostoon. Kloorauksessa natriumhypokloriitti lisätään veteen kalvo- tai mäntäpumpulla juuri ennen veden johtamista verkostoon. Klooridesinfiointia käytetään myös putkien ja vesisäiliöiden puhdistamisessa (Karttunen 2004, Isomäki ym. 2006, VVY 2008). UV-käsittely perustuu UV-säteilyn mikrobeja tuhoavaan säteilyvaikutukseen noin 260 nanometrin aallonpituudella. Käsittelyn tehokkuuteen vaikuttavat säteilylähteen teho ja aallonpituus, vesikerroksen paksuus, veden kiintoainemäärä, sekoitusolosuhteet ja viipymä sekä UV-lampun ikä. UV-desinfiointi on erittäin yksinkertainen ja vaivaton menetelmä verkostoon pumpattavan veden desinfiointiksi, mutta sen desinfiointivaikutus ei ulotu verkostoon saakka (Karttunen 2004, Isomäki ym. 2006).

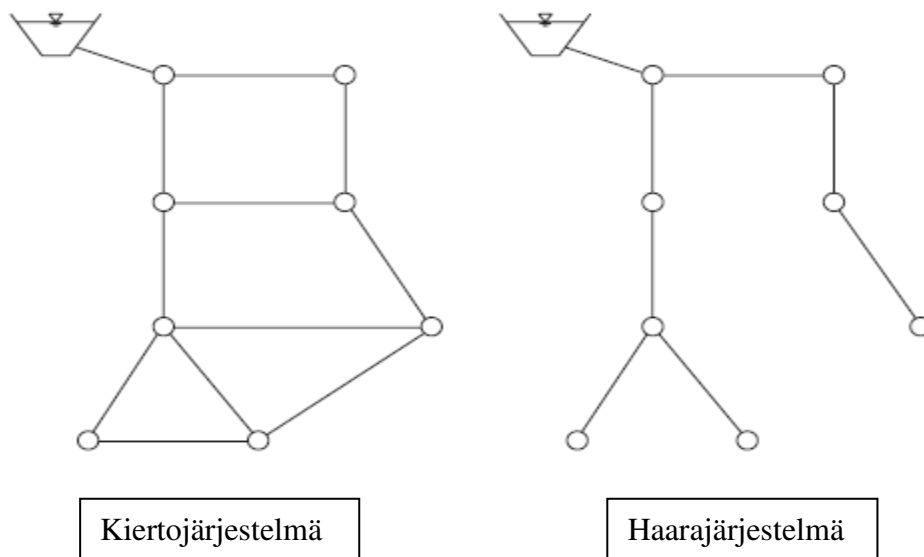
### **2.1.5 Veden siirto ja jakelu**

Talousveden kanssa kosketuksissa olevien putkien, liitososien ja muiden käytössä olevien materiaalien tulee olla talousvesikäyttöön hyväksytyjä. Vesijohtomateriaaleista ei saa irrota tai liueta terveydelle haitallisia aineita tai aiheutua veteen esteettisiä haittoja. Putkien on kestettävä myös verkoston painetta. Siirtojärjestelmän vedenjohtokyky siihen liittyvine pumppaamoineen vesilähteeltä kuluttajalle mitoitetaan niin, että laitteiden päivittäisellä käytöllä saadaan siirrettyä jakelualueelle sen tarvitsemat vesimäärät. Mitoituksessa huomioidaan lisäksi jakeluverkkoon liittyvä varastotila (säiliöt) (Karttunen 2004, VVY 2008).

Vedenjakelujärjestelmä muodostuu päävesi- ja jakelujohdoista ja niihin kuuluvista osista kuten venttiileistä ja vesi- ja paloposteista sekä tonttijohdoista, vesisäiliöistä ja paineenkorotusasemista. Vesilaitoksen verkostoon voi kuulua myös raakaveden siirtolinjoja sekä käsitellyn veden siirtojohtolinjoja laitokselta säiliöihin sekä verkostojen välisiä siirtoyhdysvesijohtoja (Karttunen 2004, Isomäki ym. 2006).

Vesijohtoverkoston putkimateriaalina on noin 89 % muovia (PEH = kova polyeteeni, PVC = polyvinyylidikloridi, PE = polyeteeni tai PP = polypropeeni), noin 8 % valurautaa sekä noin 3 % asbestisementtiä, terästä ja muita materiaaleja (MMM 2008). Käytetyimmät muovimateriaalit ovat PE ja PVC. Vuoden 2011 alussa vesijohtoverkoston yhteispituus oli noin 100 000 km. Lukuun eivät sisälly kiinteistöjen tonttijohdot (ROTI 2011). Alle 20 vuotta vanhoja vesijohtoja on noin 46 % ja yli 30 vuotta vanhoja johtoja noin 30 % kokonaisvesijohtomäärästä (MMM 2008).

Verkostojen rakenne voidaan toteuttaa joko kierto- (eli silmukka-) tai haara- (eli oksa-) järjestelmänä (kuva 7). Haarajärjestelmä on tyypillinen haja-asutusalueen verkostorakenteissa. Kiertojärjestelmässä jakeluverkon jokaiseen kohtaan vesi tulee vähintään kahdelta suunnalta (Karttunen 2004, Pedley ym. 2011). Verkostossa sijoitetaan mahdollisimman paljon sulkuventtiilejä runko- ja jakelulinjoihin, jotta putkirikkojen tai korjaus- ja liitostöiden aiheuttamat jakeluhäiriöt saadaan rajattua mahdollisimman pienelle alueelle. Kiinteistölle johtavaan talonjohtoon tulee aina sulkuventtiili. Vesilaitos vastaa veden laadusta kiinteistön liittymiskohtaan saakka (Karttunen 2004).



Kuva 7. Jakeluverkon yleisrakenne (Walski ym. 2003).

Jakeluverkostoon kuuluva vesisäiliö voi olla alavesi-, ylävesi- tai painesäiliö. Vesisäiliöitä tarvitaan kulutshuippujen tasaamiseen, jakeluhäiriöiden varalle, sammutusvesivarastoksi ja painetaso ylläpitämiseen. Vesisäiliöiden kolme perustyyppiä ovat jalallinen ylävesisäiliö, maanvarainen säiliö ja maanalainen säiliö. Ylävesisäiliöitä on erityisesti suurempien laitosten

yhteydessä. Alavesisäiliöiden yhteydessä on usein paineenkorotusasema. Vedenjakeluverkossa on paineenalennus- tai korotusasemia, jotta saadaan verkostoon haluttu paine (Karttunen 2004, Isomäki ym. 2006).

### **2.1.6 Viemärointi**

Yhdyskunnista poisjohdettavat jätevedet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: suhteellisen likaisiin kotitalouksista ja teollisuuslaitoksista kertyneisiin jätevesiin, suhteellisen puhtaisiin sateesta ja lumen sulamisesta muodostuneisiin hulevesiin sekä viemäriin tarkoituksella johdettuihin salaojavesiin ja tahattomasti kertyneisiin vuotovesiin. Viemärointijärjestelmät voidaan jaotella kahteen pääryhmään. Sekaviemäroinnissä kaikki edellä mainitut jätevedet johdetaan samassa viemäriverkossa puhdistamolle, kun taas erillisviemäroinnissä on kaksi viemäriverkkoa, toinen varsinaisille jätevesille ja toinen hule- ja salaojavesien johtamista varten (Karttunen 2003).

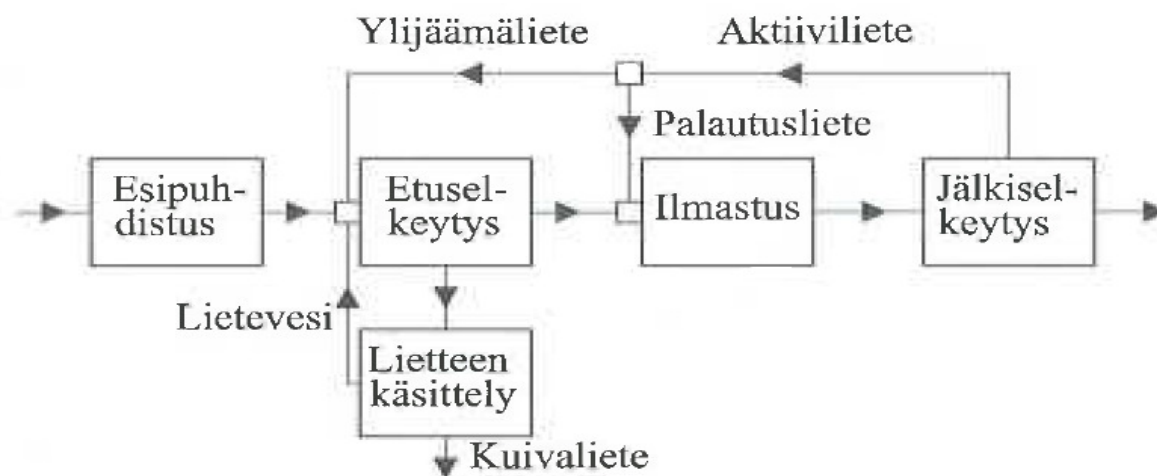
Viemäriverkosto on tehty joko vietto- tai paineviemärinä. Painovoimaisessa viemärissä eli viettoviemärissä jätevesi kulkee kaltevassa putkessa painovoiman kuljettamana. Pitkissä viemäriinjoissa joudutaan rakentamaan jätevedenpumppaamoita ja jätevesi johdetaan pumppaamolta viettoviemärinä seuraavalle pumppaamolle. Painejärjestelmässä jätevesi pumpataan esimerkiksi jokaisen kiinteistön yhteyteen rakennetun pumppaamon avulla viemäriin, joka toimii siten paineellisena. Viemäriverkosto muodostuu tontti-, kokooja- ja runkoviemäriinjoista sekä niihin liitetyistä pumppaamoista. Verkostossa on myös liittymiä ja ylläpitoa varten tarkastus- ja huoltokaivoja. Viemäriverkossa on lisäksi käytössä ilmanvaihtojärjestelmiä (Karttunen 2004).

Vuoden 2011 alussa jäte- ja hulevesiviemärien yhteispituus oli noin 50 000 km. Lukuun eivät sisälly kiinteistöjen tonttijohdot (ROTI 2011). Viemäriverkostoista on rakennettu noin 71 % muovista (PVC, PE), noin 24 % betonista ja noin 5 % muista materiaaleista. Viemäreiden osalta alle 20 vuotta vanhoja johtoja on noin 40 % ja yli 30 vuotta vanhoja johtoja noin 37 % niiden kokonaismäärästä (MMM 2008).

### 2.1.7 Jäteveden puhdistus

Viemäriverkostoa pitkin jätevedet johdetaan käsiteltäviksi jätevedenpuhdistamoille. Tavoitteena on poistaa jätevesistä mahdollisimman tehokkaasti kiinteitä aineita, orgaanista ainesta sekä ravinteita. Samalla saavutetaan usein varsin hyvä teho myös patogeenisten organismien poistossa. Suomessa puhdistamot ovat toimineet hyvin. Puhdistamoille tulevasta orgaanisesta aineksesta saadaan poistettua keskimäärin noin 97 %, fosforista 96 % ja typestä 56 %. Väestöstämme yli 80 % on keskitetyn viemäroinnin ja jätevedenkäsittelyn piirissä ja yli 50 asukkaan puhdistamoita on noin 540 (Santala ja Etelämäki 2009, VVY 2011a).

Jätevesi voidaan käsitellä esimerkiksi kunnallisessa puhdistamossa tai johtaa siirtoviemäriä pitkin käsiteltäväksi usean kunnan yhteiselle keskuspuhdistamolle. Jätevedenpuhdistamot ovat nykyään toimintatavaltaan biologisia ja/tai kemiallisia. Kunnallisissa puhdistamoissa käytetään lähes poikkeuksetta biologista käsittelymenetelmää. Jätevesien käsittelyprosessi voidaan jakaa seuraavasti: jätevesien esikäsittely-, pääkäsittely- ja täydentävät käsittelymenetelmät. Ne voivat olla mekaanisia, kemiallisia tai biologisia. Useimmiten puhdistamon käsittelymenetelmän keskeisimmät toiminnot muodostavat biologinen yksikköprosessi (esim. aktiivilieteprosessi) ja fysikaaliset yksikköoperaatiot (siivilöinti, välppäys, esi- ja jälkiselkeytys). Kemiallisilla yksikköoperaatioilla (kemiallinen saostus) voidaan tehostaa laitoksen toimintaa (Karttunen 2004). Alla olevassa kuvassa 8 on esimerkki aktiivilietelaitoksen prosessikaaviosta.



Kuva 8. Jätevedenpuhdistamon puhdistusprosessi (Karttunen 2004)



### **2.1.8 Lietteen käsittely**

Jätevedenpuhdistusprosessissa syntyy lietettä, joka käsitellään mahdollisimman haitattomaan muotoon. Käsittelyllä pyritään lietteen tilavuuden pienentämiseen ja stabiloimiseen siten, että orgaanisen aineksen hajoaminen ei enää jatku. Liette sakeutetaan ja kuivataan mekaanisesti lingoilla tai vanhemmilla laitoksilla suotonauhapuristimilla. Kuivattu liete käsitellään tämän jälkeen esimerkiksi kompostoimalla, mädättämällä tai polttamalla. Lietteen loppusijoitustavoista maatalouskäyttö on aiemmin ollut yleistä. Nykyisin valtaosa lietteestä hyödynnetään viherrakentamiseen ja kaatopaikkojen peitekerrokseen. Maatalouskäyttöön menevä osuus on enää vain 10 % luokkaa (Santala ja Etelämäki 2009).

### **2.1.9 Lainsäädäntö**

Maa- ja metsätalousministeriö valmistelee vesitalouteen liittyvää lainsäädäntöä yhteistyössä muiden ministeriöiden kanssa. Ministeriön vastuulla on esimerkiksi vesihuolto-, patoturvallisuus- ja peruskuivatuslainsäädäntöjen valmistelu ja toimeenpano. Myös vesilain sisällöstä huomattava osa liittyy vesivarojen käyttöön ja hoitoon. Päävastuu vesilain valmistelusta on oikeusministeriöllä (MMM 2011).

Vesilakia (587/2011) on uudistettu ja se tuli voimaan 1.1.2012. Muutoksilla on pyritty parantamaan vesiympäristön tilaa, selkeyttämään lainsäädäntöä ja tehostamaan vesilupien käsittelyä. Lakia sovelletaan vesitalousasioihin, jotka ovat vesitaloushankkeiden toteuttamista sekä muuta vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä ja hoitoa. Vesiympäristön muuttamiseen tarvitaan lupa ja sen antamisesta päättää aluehallintovirasto. Vesilaissa säädetään lisäksi muun muassa pinta- ja pohjaveden muuttamiskiellosta sekä vedenottamon suoja-alueista (OM 2011a, OM 2011b).

Vesihuoltolakia (119/2001) sovelletaan asutuksen ja, jollei toisin säädetä, asutukseen rinnastettavan vapaa-ajanasutuksen sekä elinkeinotoiminnan vesihuoltoon. Lakia ei siis sovelleta sellaiseen vesihuoltoon, jossa veden käyttö tai jätevesi poikkeaa huomattavasti normaalin asutuksen vesihuollosta, esimerkiksi prosessissaan vettä käyttävän teollisuuden vesihuoltoon. Vesihuoltolaitoksen tehtävänä on vastata ja huolehtia vesihuoltolain mukaisesta vesihuollosta ja jäteveden poisjohtamisesta ja käsittelystä sekä huleveden poisjohtamisesta vesihuoltolaitoksen toiminta-alueilla. Niiden tulee vastata siitä, että talousveden jakelu on

määrällisesti ja laadullisesti häiriötöntä ja jäteveden puhdistus on lupaehtojen mukaista (VHL 2001).

Vesihuoltolain mukaan kunnan tehtävänä on kehittää vesihuoltoa alueellaan yhdyskuntakehitystä vastaavasti. Jos suurehkon asukasjoukon tarve taikka terveydelliset tai ympäristönsuojelulliset syyt sitä vaativat, tulee kunnan huolehtia siitä, että ryhdytään toimenpiteisiin tarvetta vastaavan vesihuoltolaitoksen perustamiseksi, vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen laajentamiseksi tai muun tarpeellisen vesihuollon palvelun saatavuuden turvaamiseksi (VHL 2001). Kunnan tulee vesihuollon kehittämistarkoituksessa yhteistyössä kunnassa toimivien vesihuoltolaitosten kanssa laatia alueensa kattava vesihuollon kehittämissuunnitelma, jonka on katettava kunnan koko alue, mukaan lukien haja-asutusalueet. Kunnan on myös osallistuttava vesihuollon alueelliseen yleissuunnitteluun (Suomen Kuntaliitto 2007).

Vesihuoltolaitoksen toimittaman talousveden laadusta ja sen valvonnasta säädetään useissa eri säädöksissä. Vesilaitoksen tulee toimittaa STM:n asetusten (401/2001 ja 461/2000) laatutekijöiden (laatuvaatimukset ja -suositukset) täyttävää talousvettä, joka ei saa sisältää terveyshaittaa aiheuttavia tekijöitä, kuten esimerkiksi taudinaiheuttajabakteereita, viruksia tai loisia. Terveyshaitan torjumiseksi laissa on määritelty talousveden laatuvaatimukset. Lisäksi vesi ei saa aiheuttaa haitallisia saostumia vesijohtoverkoston, eikä se saa olla haitallisessa määrin syövyttävää. Tämän johdosta talousvedelle on asetettu laatusuositukset (Isomäki ym. 2006, VVY 2008). Talousvesiasetus 461/2000 perustuu EY:n juomavesidirektiiviin (98/83/EY), joka on saanut lähtökohtansa WHO:n suosituksista. WHO on antanut ohjeistukset talousveden laadun turvaamiseksi, joilla on ollut tarkoitus ohjata valtioiden päättäjiä kehittämään omia kansallisia ohjeistuksia (WHO 2011). Ns. pikkuasetuksessa 401/2001 säädetään pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (Arosilta 2006).

Valtioneuvoksen päätöksen (366/1994) juomaveden valmistamiseen tarkoitetun pintaveden laatuvaatimuksista ja tarkkailusta mukaan juomaveden valmistamiseen käytetyn tai tarkoitetun pintaveden on täytettävä tietyt laatuvaatimukset. Vedenkäsittelyn perusteella vesilaitos luokitellaan luokkaan A1, A2 tai A3 ja sen valmistamassa vedestä tulee analysoida säännöllisin väliajoin valtioneuvoston päätöksessä edellytetyt suuret. Alueellinen ELY-keskus päättää tutkimustiheyksistä (Valvira 2010).

Vesihuoltoon liittyy useita terveydensuojelulain (TSL 763/1994) nojalla tulevia vaatimuksia. Terveydensuojelulaissa on asetettu mm. talousvettä toimittavaa laitosta koskevista vaatimuksista ja veden laadun säännöllisestä valvonnasta. TSL:n mukaan vesilaitos on suunniteltava, rakennettava ja hoidettava siten, että talousvesi täyttää säädetyt vaatimukset. Ennen toimintansa aloittamista talousvettä toimittavan vesilaitoksen tulee hakea kunnan terveydensuojeluviranomaisen hyväksyntä viimeistään kolme kuukautta ennen aloittamista. Hyväksyminen on myös haettava, jos jo toiminnassa olevan laitoksen toiminta muuttuu, esimerkiksi vedenkäsittelyn osalta (Valvira 2011). TSL:ssa on lisäksi jäteveden käsittelyä koskevia vaatimuksia. Jätevedet tulee käsitellä siten, että ne eivät aiheuta talousveden, yleiseen käyttöön tarkoitetun uimarannan veden tai maaperän terveydellisen laadun huonontumista (STM 1994).

Terveydensuojelulain ja STM:n asetuksen 1351/2006 nojalla kaikilla talousvettä toimittavan laitoksen (veden toimitusmäärä yli 10 m<sup>3</sup> tai yli 50 henkilölle) työntekijöillä tulee olla suoritettuna Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskuksen (STTV) ylläpitämä osaamistesti, mikäli työntekijät tekevät työssään talousveden laatuun vaikuttavia toimenpiteitä. Osaamistodistus on voimassa viisi vuotta. Laitoksen tulee pitää kirjaa työntekijöidensä vesihygieenisestä ja laitosteknisestä osaamisesta ja antaa pyydettyä tietoa kunnan terveydensuojeluviranomaiselle. Lisäksi vesilaitoksella työskentelevillä talousveden laatuun vaikuttavilla ulkopuolisilla urakoitsijoilla tulisi olla osaamistesti suoritettuna tai muussa tapauksessa heidän tulee tehdä työnsä vesilaitostyöntekijän valvonnan alaisena (Isomäki ym. 2006, VVY 2008).

Ympäristönsuojelulaissa (86/2000) on säädetty pohjaveden pilaamisesta. Ympäristönsuojeluasetuksen (169/2000) mukaan ympäristölupa on haettava siinä säädettyyn sellaiseen toimintaan, joka sijoitetaan tärkeälle tai muulle vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueelle ja josta voi aiheutua pohjaveden pilaantumisen vaaraa. Täten esimerkiksi jätevedenpuhdistamo, joka on tarkoitettu asukasvastineluvultaan vähintään 100 henkilön jätevesien käsittelemiseen, tai joka johtaa vähintään 100 henkilön asumisjätevedet muualle kuin yleiseen viemäriin, tarvitsee ympäristöluvan. Ympäristöluvan ehdot määräytyvät lähinnä lainsäädännön normien ja paikallisen vastaanottovesistön kuormituksen sietokyvyn mukaan (Suomen Kuntaliitto 2007).

### 2.1.10 Toiminnan valvonta

Ympäristöterveydenhuollon yleisen suunnittelun ja valvonnan ylin johto kuuluu omilla toimialueillaan työ- ja elinkeino-, maa- ja metsätalous- sekä sosiaali- ja terveysministeriöille. Kunkin ministeriön alaisten virastojen tehtävänä on toimialueellaan ohjata lainsäädännön toimeenpanoa ja valvontaa valtakunnallisesti. Päävastuu ympäristöterveydenhuollon valvonnasta on kuitenkin kunnilla. Terveystensuojelun tärkeimpiin osa-alueisiin kuuluu muun muassa talousveden valvonta. Toimialueen aluehallintovirasto ohjaa ja valvoo terveydensuojelua sekä arvioi kuntien terveydensuojelun valvontasuunnitelmat ja niiden toteutumisen (Hukka ja Katko 2007).

Vesihuoltolain mukaisia valvontaviranomaisia ovat alueellinen ELY-keskus sekä kunnan terveydensuojeluviranomainen ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen (Hukka ja Katko 2007). Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto (Valvira) ohjaa kuntien terveydensuojeluviranomaisia talousveden laatua ja valvontaa koskevissa asioissa. Muita ohjaukseen osallistuvia viranomaisia ovat STM ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). THL:n velvollisuutena on avustaa paikallisia terveydensuojeluviranomaisia vesiepidemian selvitystyössä kunnan ollessa itse päävastuussa. Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira) hyväksyy ja pitää rekisteriä laboratorioista, jotka saavat tutkia veden laatua (Hukka ja Katko 2007, Valvira 2011).

Suomessa talousveden laadun säännöllinen seuranta aloitettiin terveydenhoitolain nojalla vuonna 1968 (Niemi 2009). Valvontaviranomaiset valvovat säännöllisesti veden laatua ja puhdistusprosessia vesihuoltolaitoksen moitteettoman toiminnan varmistamiseksi. Vesilaitokset on jaoteltu lainsäädännön mukaan suuriin ja pieniin laitoksiin. Laitos on kooltaan suuri, jos sen toimittama vesimäärä on vähintään 10 m<sup>3</sup>/vrk tai vähintään 50 henkilön tarpeisiin. Mitä suurempi on laitoksen toimittama vesimäärä, sitä useammin sen veden laatua on tutkittava. Laitosten, jotka toimittavat vettä vähintään 1 000 m<sup>3</sup>/vrk taikka vähintään 5 000 käyttäjälle, vedenlaatutiedot toimitetaan Euroopan komissiolle (Valvira 2011).

Jos laitoksen toimittama vesimäärä täyttää lainsäädännön mukaan suuren laitoksen asettamat kriteerit, on laitokselle laadittava valvontatutkimusohjelma. Siinä määritellään mm. laitoksen toimittaman talousveden säännöllinen valvonta eli laitokselta tutkittavien

viranomaisvalvontanäytteiden määrä. Lukumäärä riippuu vuorokaudessa toimitettavasta vesimäärästä. Valvontatutkimusohjelmaa laadittaessa otetaan huomioon laitoksen erityispiirteet ja ne vaikuttavat siihen, mitä määrytyksiä näytteistä tulee tehdä. Valvontanäytteistä määritetään kuitenkin vähintään STM:n 401/2001 ja 461/2000 laatuvaatimusten ja -suositusten mukaiset tekijät. Vesinäytteet tulee analysoida vaadituilla menetelmillä Eviran hyväksymissä laboratorioissa. Valvira on laatinut vuonna 2008 malliohjelman vesilaitoksen valvontatutkimusohjelmaksi, jonka tarkoituksena on yhtenäistää käytäntöjä talousvettä toimittavien laitosten valvontatutkimusohjelmien laatimisessa (Isomäki ym. 2006, VVY 2008).

Viranomaisvalvonnan lisäksi vesilaitoksen tulee itse valvoa ja seurata toimittamansa veden ja raakaveden laatua, koska laitos on niistä ensisijaisesti vastuussa. Tätä valvontaa ja seurantaa eli laitoksen omaa käyttötarkkailua tulee tehdä säännöllisesti ja suunnitelmallisesti. Käyttötarkkailu tulee ohjeistaa valvontatutkimusohjelmassa. Laitoksen vedenkäsittelymenetelmät vaikuttavat siihen, millaista laadunvalvontaa käyttötarkkailun tulisi sisältää. Laitoksen suorittama kattava käyttötarkkailu on olennainen osa veden laadun tarkkailua, jotta laitos kykenee havaitsemaan jakamansa talousveden laatupoikkeamat riittävän nopeasti (Isomäki ym. 2006, VVY 2008).

Kuntien ympäristönsuojeluviranomaiset valvovat vesistö- ja pohjavesialueilla tapahtuvia toimintoja. Toiminnan ollessa tietynlaista ja -laajuista haetaan sille tarpeen mukaan ympäristölupaa joko ELY-keskukselta tai kunnan ympäristölupaviranomaiselta. Pääsääntöisesti kaikkeen toimintaan, joka aiheuttaa ympäristön pilaantumisen vaaraa, vaaditaan ympäristölupa (Hukka ja Katko 2007). Pohjavesien suojelua on tehostettu viime vuosina laatimalla pohjavesialuekohtaisia suojelusuunnitelmia, joiden avulla on tehty toimenpidesuosituksia alueella oleville riskikohteille (Isomäki ym. 2006).

## **2.2 VESIHUOLLON ERITYISTILANTEET**

### **2.2.1 Yleistä**

Suomessa ja EU:n alueella vesihuoltoa pidetään ihmisen hyvinvoinnin ja yhteiskunnan toimintojen välttämättömyyspalveluna, jonka saatavuus tulee taata kaikissa tilanteissa. Näin

ollen yhteiskunnan on lainsäädännön avulla erityisesti huomioitava, että vesihuoltolaitokset varautuvat toimimaan myös erityistilanteissa (Vikman ja Arosilta 2006, WHO 2011). Suomessa laitosten on muun muassa kyettävä hoitamaan talousveden jakelu niin sanotun ylivoimaisen esteen rajoittaessa normaalia toimintaa ja niillä on velvollisuus järjestää vedenottomahdollisuus tilapäisistä vesipisteistä yli 24 tuntia kestävien vedenjakelukatkosten aikana (Vikman ja Arosilta 2006).

Vesilaitokset ovat vastuussa kaiken aikaa tuottamansa veden laadusta ja turvallisuudesta (WHO 2011). Suurten yhdyskuntien vesihuollon kehittämistarpeita ovat maassamme vedenhankinnan varmistaminen erityistilanteissa (yhdysvesijohtojen rakentaminen ja varavedenottomahdollisuuksien järjestäminen), talousveden laadun varmistaminen, kasvavien taajamien vedenhankinnan turvaaminen sekä vesilaitosten tarvittava saneeraus (laitosten uusiminen ja verkoston peruskorjaus). Maaseudulla ja haja-asutusalueilla toimii paljon pieniä laitoksia, joiden toimintavarmuus erityistilanteissa ei ole riittävä. Niiden osalta kehittämistarpeita ovat esimerkiksi liittyminen kunnalliseen vesihuoltolaitokseen tai riittävien siirtoyhteyksien rakentaminen toimintojen turvaamiseksi. Suunniteltaessa uusia vesihuoltoverkkoja tulee lisäksi huomioida niiden vedenkäyttötarve varsinkin sellaisilla alueilla, joissa väestömäärät vähenevät (Isomäki ym. 2007).

Vesihuoltolaitoksella voi olla useita erilaisia erityistilanteita liittyen veden hankintaan, sen käsittelyyn tai jakeluun ja on tärkeää, että niihin on varauduttu etukäteen. Erityistilanne saattaa aiheutua esimerkiksi vahingosta, onnettomuudesta, ilkeväkälästä, virheellisestä toiminnasta, teknisestä viasta, poikkeuksellisista sääoloista tai luonnonilmiöistä. Tilanteen vakavuus riippuu useista tekijöistä. Esimerkiksi pohjaveden pilaantumisen todennäköisyys ja voimakkuus vaihtelevat muun muassa maaperän ominaisuuksien, sääolojen, haitta-aineiden sekä pohjaveden muodostumisalueella sijaitsevien pilaavien toimintojen perusteella (Isomäki ym. 2006, Lindhe 2010).

Vesihuoltolaitosten on tunnistettava toiminnoistaan erityistilanteita aiheuttavat riskit, ehkäistävä ne ja varauduttava niihin. Laitoksen tehtävänä erityistilanteista selviämiseksi ovat varautumissuunnitelman tekeminen ja riskien hallintatoimenpiteet (Gleick 2006, Kelay ja Fife-Schaw 2009, Lindhe 2010). Varautumissuunnitelma on suunnitelma, jonka vesihuoltolaitokset laativat normaaliolojen häiriö- ja erityistilanteita sekä valmiuslaissa tarkoitettuja poikkeusoloja varten (Isomäki ym. 2006).

### 2.2.2 Lainsäädäntö

Valtioneuvosto on asettanut huoltovarmuuden tavoitteet, josta annetun päätöksen (539/2008) mukaan varautumistoimenpiteillä on turvattava yhteiskunnan toimivuuden kannalta välttämätön infrastruktuuri (esimerkiksi vesihuolto) ja kriittisen tuotannon jatkuminen kaikissa tilanteissa. Tämä tulee tehdä niin, että väestön elinmahdollisuudet ja toimintakyky sekä yhteiskunnan toimivuus voidaan pitää yllä normaaliolojen vakavissa häiriöissä ja poikkeusoloissa (Huoltovarmuuskeskus 2011).

Valtioneuvoston periaatepäätöksessä 16.12.2010 koskien yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategiaa todetaan, että yhteiskunnan perustoimintojen ylläpitämiseksi on tärkeää varmistaa yhteiskunnan teknisten perusrakenteiden toimivuus sekä turvata väestön toimeentulon kannalta riittävä kriittisten tavaroiden ja palvelujen saatavuus. Päätöksen mukaan suurten asutuskeskusten, yhteiskunnan kannalta tärkeiden toimintojen ja elintarviketuotannon vedensaanti on varmistettava (Valtioneuvosto 2010).

Terveydensuojelulain 8 § mukaan jokaisen talousvettä toimittavan vesilaitoksen tulee varautua talousveden laadun turvaamiseksi onnettomuuksien tai muiden vastaavien erityistilanteiden varalta laatimalla erityistilannesuunnitelma. Laitoksella tulisi olla kattava suunnitelma, jonka avulla pystytään toimimaan suunnitelmallisesti erityistilanteen sattuessa kohdalle. TSL:n mukaan kunnan terveydensuojeluviranomaisen tulee laitoksen ja muiden viranomaisten kanssa yhteistyössä varautua toimimaan erityistilanteissa (STM 1994).

Juomavesidirektiivi (98/83/EY) oli pitkään tarkistettavana ja WSP:n (Water Safety Plan) piti olla sen tärkeimpiä uudistuksia. Vuoden 2011 alussa Euroopan komissio ilmoitti, ettei direktiivin tarkistaminen ole tarpeen. Komissio kuitenkin totesi, että tarvitaan juomavesidirektiivin täytäntöönpanotoimien tehostamista, jotta voitaisiin varmistaa pienistä vedenjakelujärjestelmistä saatavan juomaveden turvallisuus (VVY 2011b).

Poikkeusoloihin varautumista johtaa, valvoo ja koordinoi valtioneuvosto sekä kukin ministeriö hallinnonalallansa (valmiuslaki 1080/1991). Valmiuslain 40 §:n mukaan viranomaisten tulee varautumisella varmistaa tehtäviensä mahdollisimman häiriötön hoitaminen myös poikkeusoloissa. Vesihuollon toimivuuden varmistamiseksi kunnan teknisen

toimialan osana toimivien vesihuoltolaitosten tulee laatia valmiussuunnitelma, jonka avulla turvataan kunnan vesi- ja viemärlaitoksen toiminta kriisitilanteiden aikana. Muille vesilaitoksille ei ole vielä toistaiseksi säädetty varautumis- tai valmiussuunnittelovelvoitetta (MMM 2005).

MMM asetti vuonna 2004 vesihuollon erityistilannetyöryhmän selvittämään vesihuoltolaitosten varautumistasoa erityistilanteiden varalta. Laitoksia koskeva lainsäädäntö on ollut uudistettavana vuodesta 2008 lähtien vesihuoltolain osalta. Keskeinen osa muutoksista tulee todennäköisesti koskemaan vesilaitosten riskienhallintaa. Erityistilannetyöryhmä on tehnyt ehdotuksen vesihuoltolain muuttamiseksi siten, että siinä säädettäisiin kaikille laitoksille velvollisuus laatia erillinen varautumissuunnitelma (MMM 2005). Vesihuollon erityistilannetyöryhmä asetti tavoitteeksi, että vesilaitoksilla, joiden vedentoimitusmäärä on vähintään 1 000 m<sup>3</sup>/vrk tai 5 000 henkilölle tai jotka käsittelevät yli 5 000 henkilön taikka yli 1 200 m<sup>3</sup>/vrk jätevesiä, tulisi olla varautumissuunnitelma vuoden 2008 loppuun mennessä ja kaikilla laitoksilla vuoden 2010 loppuun mennessä (Vikman ja Arosilta 2006).

MMM asetti vuonna 2008 vesihuoltolain tarkistamistyöryhmän selvittämään vesihuoltolain ja siihen liittyvän lainsäädännön tarkistamistarpeet sekä valmistelemaan tarvittavat ehdotukset säädösmuutoksiksi. Työryhmän loppuraportissa vuonna 2010 esiteltiin valmistellut ehdotukset vesihuoltolain tarkistamiseksi. Raportissa työryhmä kannattaa erityistilannetyöryhmän ehdottaman varautumissuunnittelovelvoitteen sisällyttämistä vesihuoltolakiin. Ehdotettu vesihuoltolaitoksia koskeva velvoite riskinarviointiin ja suunnitelmalliseen varautumiseen parantaisi vesihuollon toimintavarmuutta ja selkeyttäisi erityistilanteisiin varautumisen suunnittelua. Vesihuollon erityistilanteisiin varautumisen tulisi kattaa sekä talous- että jätevesihuolto ja myös tukkulaitosten tulisi olla sen piirissä (MMM 2010, Suomen Kuntaliitto 2011).

### **2.2.3 Normaali- ja poikkeusolot sekä häiriö- ja erityistilanteet**

Normaalioloja ovat tilanteet, joissa elintärkeiden toimintojen turvaaminen uhkatekijöiltä tapahtuu viranomaisten säännönmukaisin toimivaltuuksin ja voimavaroin. Normaalioloissa painotetaan erilaisten uhkien ennaltaehkäisyä, torjuntaa, hallintaa ja vaikutuksista toipumista.



Normaaliolojen varautumistoimenpiteet luovat perustan häiriötilojen ja poikkeusolojen toiminnalle (Hukka ja Katko 2007).

Poikkeusolot ovat valmiuslaissa ja puolustustilalaissa säädettyjä tilanteita, joiden hallitseminen ei ole mahdollista viranomaisten säännönmukaisin toimivaltuuksin tai voimavaroin (Valtioneuvosto 2010). Valmiuslain (1080/1991) mukaan poikkeusoloja ovat esimerkiksi:

- suuronnettomuus
- taloudellinen kriisi
- vieraiden valtioiden välinen sota tai sodanuhka
- Suomen alueellisen koskemattomuuden vakava loukkaus ja maahan kohdistuva sodanuhka
- Suomeen kohdistuva aseellinen hyökkäys ja sota sekä sodan jälkitila.

Poikkeusoloissa normaaliolojen uhkatekijät voivat esiintyä suuremmalla todennäköisyydellä ja useampi tekijä yhtäaikaisesti. Uhkatekijöiden vaikutukset ovat lisäksi suurempia. Häiriötilanteiden yleisyys lisääntyy ja käytössä olevassa resurssit ovat vähentyneet, esimerkiksi energian, palveluiden ja työvoiman saatavuuden suhteen, jolloin yhteiskunnan eri toiminnot voivat häiriintyä pahasti (STM 2008).

Häiriötilanne on tilanne, joka vaarantaa väestön turvallisuutta ja yhteiskunnan toimivuutta. Häiriötilanteessa viranomaisten ja tarvittaessa valtionjohdon on ryhdyttävä erityistoimiin ja tiivistettyyn yhteistyöhön uhkan ennalta ehkäisemiseksi ja siitä selviämiseksi. Häiriötilanteiden takia on mahdollisesti otettava käyttöön lisäresursseja ja erityisiä toimivaltuuksia, jotka sisältyvät normaaliolojen säädöksiin. Häiriötilanne saattaa edellyttää myös säädösten tarkistamista (MMM 2005, STM 2008). Keskeistä häiriötilanteissa toimimisessa on yhteistoiminnan tehostaminen ja johtamisedellytysten turvaaminen. Erityisesti tilannekuvan muodostaminen, ylläpitäminen, analysoiminen ja jakaminen tarvitsijoille korostuvat. Häiriötilanteissa on tiedotettava aktiivisesti tilanteesta, viranomaisten toiminnasta ja toimintaohjeista sekä valtiojohdon linjauksista (Hukka ja Katko 2007).

Eriyistilanteet ovat yleensä

- yllättäviä tilanteita, jolloin niihin on vähän valmistautumisaikaa

- vaaratilanteita, jotka aiheuttavat uhkaa terveydelle tai herättävät väestössä huomiota ja huolta sekä joista selviytyminen vaatii rutiinivalmiudet ylittäviä voimavaroja tai erityisasiantuntemusta (Valvira 2009, STM 2010).

Eriyistilanne voi syntyä normaalioloissa, häiriötilanteissa sekä poikkeusoloissa (STM 2010). Vesihuollon erityistilanteella tarkoitetaan kaikkia vesihuoltoa vaikeuttavia tai vaarantavia tilanteita paitsi normaaleja toimintahäiriöitä. Normaaliolojen erityistilanteissa viranomaiset toimivat normaalivaltuuksin, mutta voivat tarvittaessa ottaa käyttöön erityistoimia ja tehostaa yhteistoimintaa. Ympäristöterveyden erityistilanteella tarkoitetaan puolestaan säteilyn, mikrobien tai kemikaalien aiheuttamaa terveyden vaaraa, jonka hoitaminen edellyttää rutiininomaista toimintaa suurempia valmiuksia (MMM 2005, Vikman ja Arosilta 2006). Vesihuollolle erilaisia erityistilanteita voivat esimerkiksi aiheuttaa ympäristötekijät (luonnonilmiöt), ympäristöönnettomuudet, saatavuushäiriöt (esimerkiksi sähkökatko), vesihuoltolaitoksen toimintahäiriöt ja muut tekijät (esimerkiksi ilkivalta tai tulipalo) (Vikman ja Arosilta 2006, Rosén ja Lindhe 2007, Beuken ym. 2008).

#### **2.2.4 Vesihuollon uhkat ja riskit**

Varautumisessa kaksi keskeistä käsitettä ovat uhka ja riski. Uhkalla tarkoitetaan ei-toivottua tapahtumaa, olosuhdetta tai tilannetta, joka voi aiheuttaa menetyksiä, vahinkoja tai tappioita (STM 2008, Lindhe 2010). Riski tarkoittaa haitan mahdollisuutta, joka voi seurata uhkan toteutuessa. Riski muodostuu kahdesta tekijästä: 1) vaaran aiheuttaman tapahtuman esiintymisen todennäköisyydestä ja 2) seurausten vakavuudesta. Riski on sitä suurempi, mitä todennäköisempi on haitallisen tapahtuman toteutuminen ja mitä vakavampia seurauksia siitä aiheutuu (Lonka ym. 2002, Arosilta 2006, STM 2008). Riskiä voidaan kuvata myös matemaattisesti haitan aiheuttavan tapahtuman todennäköisyyden ja haitan aiheuttamien seurausten tulona. Vesihuoltolaitoksiin kohdistuvien uhkien aiheuttamat riskit voidaan luokitella turvallisuus-, taloudellisiin ja ympäristötekijöistä johtuviin riskeihin (Tularam ja Properjohn 2011). Seuraavassa kappaleessa on esitelty koko vesihuoltolaitosta uhkaavia tekijöitä ja sitä seuraavissa kappaleissa vesihuoltoa uhkaavia tekijöitä on käsitelty mukaillen vesihuollon toimintaketjua.

### 2.2.4.1 Vesihuoltolaitoksen toimintaa uhkaavat tekijät

Vesihuollon osalta seuraavat riskitekijät tulevat todennäköisesti olemaan tulevaisuudessa nykyistä merkittävämmässä roolissa:

- ilmastonmuutos
- patogeenit
- ilkivalta ja terrorismi
- konfliktit
- uudet yhdisteet (kuten lääkeaineet, desinfioidin sivutuotteet)
- ikääntyvät jakelujärjestelmät (Rosén ja Lindhe 2007, Danilenko ym. 2010).

Vesihuoltoa uhkaa ilmastonmuutoksen seurauksena oletettavasti tapahtuva sään ääri-ilmiöiden voimistuminen. Veteen kohdistuvat vaikutukset ovat sekä määrällisiä että laadullisia. Kuivat kaudet aiheuttavat tarvetta vesijohtoverkostojen laajentamiselle. Vedenhankinta voi vaikeutua varsinkin niukkojen pohjavesivarojen varassa toimivilla laitoksilla. Aiempaa rankemmat sateet aiheuttavat haasteen verkostojen mitoitukselle ja taajamien hulevesien hallinnalle. Rankkasateiden aiheuttamat tulvat ovat riski alavien alueiden viemäriverkoille kuten myös vedenkäsittelylaitoksille ja vedenottamoille, jolloin veden laatu voi heikentyä. Ilmastonmuutoksen vaikutukset aiheuttavat toimintahäiriöitä, palvelukatkoja ja lisääntyneitä kustannuksia niin vesi- kuin jätevesihuollolle (Suomen Kuntaliitto 2007, Danilenko ym. 2010). Tulevaisuuden huolen aiheena on ilmaston lämpenemisen myötä patogeenien nopeutunut kasvu ja kehittyminen, samalla kun niiden vastustuskyky kasvaa ja taudinkuva muuttuu (Rosén ja Lindhe 2007).

Vesivälitteiset epidemiat ovat usein olleet seurauksena vesilaitoksella tapahtuneista merkittävistä olosuhdemuutoksista, kuten rankkasateista ja niitä seuranneista tulvista, lumien sulamisesta aiheutuneista valumavesistä, myrskyistä tai vedenkäsittelyssä tehdyistä muutoksista. Esimerkiksi Yhdysvalloissa vuosina 1948–1994 yli puolet vesivälitteisistä epidemioista yhdistettiin rankkasateiden aiheuttamiksi. Vesivälitteisiä epidemioita on lisäksi aiheutunut verkostojen rakentamisen ja korjaustöiden aikana, sekä vesilaitoksella tehtyjen toimintamuutosten, kuten automaatio- tai veden käsittelytapojen muutosten, yhteydessä. Vesilaitoksen toiminnot ovat olleet eniten uhattuina, kun riskitekijä on ollut yhdistettynä samanaikaisesti johonkin toiseen riskitekijään, kuten runsaat sateet laitosten korjaustöiden

yhteydessä, jolloin riski veden saastumisesta kasvaa merkittävästi. Saastumisriskiä lisäävät entisestään vesilaitoksen puutteelliset tiedot veden muodostumisalueen riskitekijöistä (Rizak & Hrudehy 2008). Suomessa vesiepidemioita on esiintynyt kunnallisissa vesilaitoksissa ja vesiosuuskunnissa erityisesti lopputalvella ja keväällä sekä syksyisin, jolloin pintavesivalumiin todennäköisyys on suurin lumen sulamisen tai runsaiden sateiden vuoksi (Kuusi ja Miettinen 2008).

Vuosina 1998–2009 Suomessa raportoitiin 67 tautia aiheuttavista mikrobeista johtunutta vesiepidemiaa, joissa sairastuneita oli yli 27 100 ihmistä. Sairaustapauksista 95 % oli lähtöisin kunnallisten vesilaitosten toimittamasta talousvedestä (Miettinen 2010). Suurimman osan vesiepidemioista on aiheuttanut pinta- tai jätevesien saastuttama pohjavesi. Maamme hyvälaatuisia pohjavesiä ei yleensä desinfioida ennen niiden jakamista kuluttajille. Desinfiomattoman talousveden saastuminen lisää epidemiariskiä, sillä ilman desinfiointia taudinaiheuttajat voivat kulkeutua kuluttajille saakka (STM 2010, Pitkänen ym. 2011). Pintavesilaitoksissa esiintyneet vesiepidemiat ovat johtuneet puutteellisesta desinfiointikemikaalin annostelusta tai jakeluverkossa sattuneesta veden saastumisesta (STM 2010). Suomen tunnetuimpiin vesivälitteisiin epidemiatapauksiin kuuluu Nokian kaupungin vesikriisi, jossa vesijohtoverkoston pääsi lähes 450 000 litraa puhdistettua jätevettä ja sen myötä noin 6 000 ihmistä sairastui. Vesijohtovedestä löytyi muun muassa noro-, rota-, astro-, entero- ja adenovirusta (Maunula ym. 2009).

Useimmiten kemikaalisaastuminen tapahtuu raakavesilähteessä. Saastuminen saattaa johtua esimerkiksi orgaanisista yhdisteistä tai metalleista, jotka ovat peräisin teollisuudesta tai maataloudesta lähtöisin olevista torjunta-aineista (Alegre ym. 2010). Talousveden saastuminen kemikaaleilla on ollut Suomessa paljon harvinaisempaa kuin saastuminen tautia aiheuttavilla mikrobeilla. Maassamme raportoitiin vuosina 1998–2006 kolme vesiepidemiaa, joissa aiheuttajana olivat kaukolämpöveden kemikaalit tai lipeä. Vaaratapauksia on ollut paljon enemmän. Pienillä pohjavesilaitoksilla lipeän ylisyöttö on ollut toistuva ongelma. Suurilla pintavesilaitoksilla laitehäiriö voi tapahtua kemikaalinsyötön eri vaiheissa (Valvira 2009). Suomessa ihmisen toiminnasta aiheutuneesta vesilähteen kemiallisesta saastumisesta on hyvä esimerkki Kärkölästä, jossa raakavesi oli saastunut puukyllästämötoiminnan johdosta (Karttunen 2003).

Vesihuollossa on lukematon määrä haavoittuvia kohteita, joihin ilkivalta voi kohdistua; raakavesilähteestä tietoturvahyökkäyksiin saakka. Suurimat uhkat kohdistuvat kuitenkin raakaveteen tai jakeluverkostoon (Tularam ja Properjohn 2011). Suomessa esimerkiksi tahallisten tulipalojen osuus kaikista tulipaloista on 16 %, ja maassamme ainakin yksi vesitorni on ollut tuhopolton kohteena (Vikman ja Arosilta 2006). Myös vesihuoltolaitoksen rakenteiden ja laitteistojen rikkominen sekä tahallinen verkoston saastuttaminen esimerkiksi jollakin kemikaalilla voi olla mahdollista (Tularam ja Properjohn 2011).

Tietojärjestelmät voivat olla haavoittuvaisia ulkopuolisille hyökkäyksille. Uhkan voi aiheuttaa esimerkiksi oma henkilöstö, ulkopuoliset toimijat (mm. hakkerit, rikollisjoukkio, terroristijärjestöt) tai järjestelmän tekniset virheet ja vaurioituminen sekä onnettomuudet (Vikman ja Arosilta 2006, Tularam ja Properjohn 2011). Vuoden 2011 marraskuussa tehtiin Yhdysvaltojen Illinoisissa olevan Springfieldin kaupungin vesihuoltojärjestelmiin verkkomurto, joka jäljitettiin Venäjältä tehdyksi. Tietomurrot voivat tulevaisuudessa aiheuttaa vakavia ongelmia vesihuollolle, ellei niihin varauduta (Nakashima 2011).

Tulipalot vaikeuttavat vesihuoltolaitoksen toimintaa. Metsä- tai maastopalo voi vaarantaa vedenottoa pohjavedenottamalla ja pilata raakaveden laadun. Tulipalo vesilaitoksella voi hankaloittaa veden käsittelyä ja jakelua sekä heikentää jaettavan veden laatua. Jos vesilaitos tuhoutuu tulipalossa, sen koko toiminta saattaa pysähtyä. Veden laatua voivat huonontaa sekä palamistuotteet että sammutusaineet. Tulipalojen sammutusvedenotto voi aiheuttaa veden jakeluhäiriöitä ja laadun heikentymistä, kun putkissa olevat saostumat voivat lähteä liikkeelle. Jätevedenpuhdistamon vahingoittuminen tai tuhoutuminen tulipalossa aiheuttaa pahimmillaan sen, että jätevedet joudutaan johtamaan käsittelemättöminä vesistöön (Vikman ja Arosilta 2006). Ympäri maailmaa maastopalot ovat aiheuttaneet haittavaikutuksia vesihuollolle. Varsinkin Australiassa ja Pohjois-Amerikassa metsäpalot ovat hyvin yleisiä. Näitä paloja on seurannut pintavaluntoja, eroosiota ja muutoksia vesistöissä, sekä raakavesissä on lisäksi havaittu kohonneita pitoisuuksia mm. raskasmetalleja, ravinteita ja orgaanista hiiltä (Smith ym. 2011).

Erilaiset saatavuusongelmat voivat uhata vesihuollon toimintaa. Varaosien, korjaustarvikkeiden, huolto- ja korjauspalvelujen sekä kemikaalien saatavuus voi aiheuttaa riskin vesihuoltolaitoksen toiminnalle. Huomattava osa esimerkiksi laitosten prosessilaitteistosta on tuontitavaraa. Niiden saatavuus ei ole välttämättä turvattu

kansainvälisessä konfliktitilanteessa. Laaja-alainen ja pitkäkestoinen sähkökatko voi keskeyttää vedenjakelun pitkäksi aikaa (Vikman ja Arosilta 2006).

Suurin osa kuntien omistamista vesihuoltolaitoksista on kooltaan varsin pieniä. Tämän lisäksi kuntien ja valtion tuella perustetut vesiosuuskunnat ovat lisänneet vesihuoltolaitosten määrää ja pienten laitosten osuus on kasvanut entisestään. Pienten vesihuoltolaitosten taloudellinen tilanne on usein huono. Pienillä liittyjämäärillä pääomavaltaista toimintaa on hankala saada kustannuksia kattavaksi (Suomen Kuntaliitto 2007).

Suurilla vesihuoltolaitoksilla tuotettu vesi on usein parempilaatuista kuin pienemmillä laitoksilla (Kuronen 2008, Zacheus 2010). Pienillä vesilaitoksilla mikrobiologisen saastumisen riski on suurempi kuin suurilla laitoksilla. Muita vedenlaatuongelmia aiheuttavat rauta, mangaani, nitraatti, arseeni, torjunta-aineet, aistinvaraiset parametrit (väri, sameus, haju, maku) ja radon, koska laitoksilla ei useimmiten ole käytössään vedenkäsittelyä (Hulsmann 2005, Zacheus 2010). Pitkällä aikavälillä tapahtunut veden laadun pilaantuminen voi paljastua vesilaitoksen talousvedestä tehtyjen säännöllisten tutkimusten yhteydessä (Niemi 2009).

Pienillä vesihuoltolaitoksilla ei ole aina vakituista henkilökuntaa eikä sopimusta palvelujen ostosta, jolloin erityistilanteet voivat olla suuri riski toiminnan jatkumiselle (Silfverberg 2008). Useiden osuuskuntien kohdalla liittämistarve kunnan vesihuoltolaitokseen voi olla tarpeen, kun lähes talkoopohjalla hoidettujen osuuskuntien vetäjät jättävät tehtävänsä eikä jatkajaa ole löytynyt (Suomen Kuntaliitto 2007).

Työntekijäpuula voi vaikeuttaa laitosten toimimista lähivuosina suurten ikäluokkien jäädessä eläkkeelle. Vesihuollon osalla tätä korostaa 1990-luvun notkahdus alan koulutuksen järjestämisessä (Suomen Kuntaliitto 2007). Vesilaitosorganisaatiot ja henkilöstön määrä on usein ulkoistettu mahdollisimman pitkälle. Tämä saattaa hankaloittaa erityistilanteissa toimimista, ellei eri toimijoiden välillä ole riittävästi huomioitu etukäteen tilanteiden hoitamista (Vikman ja Arosilta 2006). Lisäksi laitosten johtamisjärjestelyt saattavat olla puutteellisia eikä henkilöstölle ole määritetty selkeitä vastuualueita. Myös päivystys- ja varallaolojärjestelmien puute vaikeuttaa erityistilanteiden hoitamista (Silfverberg 2008).

Sodan uhatessa tai maan ollessa sotatoimien kohteena vesihuoltoon kohdistuvat riskit kasvavat merkittävästi. Varsinkin sähkön saatavuuteen, tietoliikenteeseen sekä laitosten ja verkoston toimintakuntoon vaikuttavat uhkatekijät lisääntyvät samoin kuin veden laatuun liittyvät riskit. Sotatoimien valmisteluihin voi kuulua vesihuoltoon kohdistuvaa sabotaasitoimintaa tai terroritekoja (Vikman ja Arosilta 2006). Veteen liittyvät konfliktit eivät ole suuri uhka Euroopassa, vaan niiden riski ulottuu enemmän maihin, joissa on jo nyt puutetta puhtaasta vedestä. Varsinkin Afrikan osalta konfliktien riski on suuri (Rosén ja Lindhe 2007, Danilenko ym. 2010). Terrorismia on pidetty uutena uhkakuvana vesihuollolle, mutta jo yli 2 500 vuotta sitten sitä käytettiin poliittisena tai sotilaallisena kohteena tai välineenä. Gleickin (2006) artikkelissa osoitetaan, että nykyisin terrorismi on realistinen uhkakuva vesihuollolle ja siitä on olemassa lukuisia esimerkkejä sekä todellisista että suunnitelluista hyökkäyksistä. Vesihuoltoa voidaan vahingoittaa helposti siihen kuuluvien toimintojen kautta, joko raakavesilähteessä, käsittelyvaiheessa tai vedenjakelussa, jos vesi esimerkiksi saastutetaan myrkyllisellä kemikaalilla.

#### **2.2.4.2 Vedenhankinnan uhkatekijät**

Maapallolla on 1 368 miljoonaa km<sup>3</sup> vettä, josta makean veden osuus on vain 2,5 %. Siitä ihmisen käyttöön soveliaista vettä on lähes kolmasosa. Vedenkulutus on maailmalla kasvanut viimeisten 50 vuoden ajan ja ennuste on, että se vain jatkaa kasvuaan. Nykyisin yli puolet makean veden varoista on jo käytössä ja tarve vain alati kasvaa maatalouden, teollisuuden ja kotitalouksien lisääntyneen kysynnän myötä. Onkin ennustettu, että maailmalla vuoteen 2025 mennessä viisi ihmistä kahdeksasta kärsii veden puutteesta. Väestön keskittyminen kaupunkeihin vaikeuttaa vesihuollon kykyä vastata suurentuneeseen kysyntään (Jenerette ja Larsen 2006).

Sään ääri-ilmiöiden kuten myrskyjen lisääntyminen on havaittu tilastollisesti pohjoisella pallonpuoliskolla. Tyypillisin myrskyn aiheuttama ongelma vesihuollolle on laaja-alainen ja pitkäkestoinen sähkökatko, jonka seurauksena vedenhankinta voi keskeytyä kokonaan, ellei vesilaitoksella ole varavoimaa saatavilla. Myös muut tekijät, kuten ukkoset, runsaat lumisateet ja niiden jälkeinen sään voimakas lauhtuminen, jäätävät sateet, kovat pakkaset ja tulvat, ovat riskejä vesihuollolle (Vikman ja Arosilta 2006). Ilmastonmuutoksen myötä on ennustettu veden saatavuuden ja laadun heikkenemistä eri puolilla maailmaa, ja esimerkiksi

pohjoismaissa jo ennestään korkeiden humuspitoisuuksien ennustetaan myös nousevan (Rosén ja Lindhe 2007).

Viime vuosina raakavesilähteissä ja verkostossa havaitut yhdisteet kuten lääkejäämät, metyyli-tertiääri-butyylieetteri-yhdisteet (MTBE), nitrosamiinit ja torjunta-aineet ovat huolestuttaneet vesihuoltolaitoksia ja viranomaisia (EUREAU 2001, Kühn 2005, Rosén ja Lindhe 2007). Lääkejäämiä saattaa joutua ympäristöön eri reittejä, kuten käsitellyn jäteveden, kaatopaikkojen, viemäriputkien, eläinten ulosteiden tai lannoitteiden kautta (Fram ja Belitz 2011). MTBE-yhdisteitä voi joutua pohja- tai pintavesiin maanalaisista öljysäiliöistä, onnettomuuden yhteydessä tai polttoainemasemilta. Nitrosamiineja, kuten nitrosodimetyylidiamiineja (NDMA), voi muodostua kloorauksen sivutuotteina. Euroopassa nitrosamiineja on havaittu esimerkiksi pintavesistä (Kühn 2005). Torjunta-aineet ovat olleet vesihuoltolaitoksilla suuri ongelma Euroopassa. Keski-Euroopassa torjunta-aineiden pahiten saastuttamia pohjavesiä on todettu Belgiassa, Tanskassa, Ranskassa, Saksassa, Alankomaissa ja Iso-Britanniassa, joissa niiden pitoisuudet ovat ylittäneet talousvedelle asetetun raja-arvon 0,1 µg/l 5–10 % pohjavesivaroista. Pintavesistöjä on saastunut eniten Belgiassa, Ranskassa, Alankomaissa ja Iso-Britanniassa, joiden jokivesissä torjunta-ainepitoisuudet ovat olleet korkeita (EUREAU 2001).

Raakaveden laatumuutokset voivat aiheuttaa verkostoon jaettavan veden laatuhäiriöitä. Useat eri ympäristökijät voivat vaikuttaa monin tavoin raakaveden laatuun ja sen riittävyteen. Vakavimmat uhkatekijät muodostuvat raakavesilähteen mikrobiologisesta saastumisesta, jolloin pahimmassa tapauksessa voi aiheutua kriittisiä terveysvaikutuksia ja vedenjakelu voidaan joutua keskeyttämään (VVY 2008, WHO 2011).

### Pohjaveden uhkatekijät

Maailmanlaajuisesti pohjaveden saastumisuhkaa aiheuttavat väestön kasvu, teollistuminen sekä maatalouden ja kaivosteollisuuden toiminnot. Pohjavesialueiden saastuminen johtuu riittämättömästä pohjavesien suojelusta ihmistoimintojen aiheuttamia vaikutuksia vastaan (Foster ym. 2002, Teaf ym. 2006). Puutteellinen suunnittelu, tehoton lainsäädäntö ja huono hallinto ovat vaarantaneet useita pohjavesiesiintymiä maailmassa (Danilenko ym. 2010).



Ilmaston lämpeneminen ja vähentyneet sateet aiheuttavat pohjavesien määrän vähenemistä. Tämän odotetaan vähentävän monilla erityisesti puolikuivilla ja kuivilla alueilla lisäksi pintavesilaitosten määrää ja johtavan pohjavesivarojen nykyistä suurempaan käyttöön. Useilla alueilla pohjavedenoton lisääntyä on seurauksena ollut pohjavesien laadun heikentymistä luontaisten suolojen kuten kloridien, fluoridien ja liuenneiden aineiden pitoisuuksien noustua tavanomaisia tasoja huomattavasti korkeammiksi (Danilenko ym. 2010). Joillakin alueilla myös väestön kasvu ja sen myötä liiallinen vedenotto on aiheuttanut pohjaveden suolaantumista (Foster ym. 2002). Esimerkiksi Indonesian Jakartassa pohjaveden liiallinen käyttö on johtanut maan vajoamiseen, mistä on seurannut verkostoputkien rikkoutumista. Sen johdosta myös tulvariski on kasvanut. Pohjaveden suolaantumisen sekä verkostoon päässeiden kemiallisten ja mikrobiologisten haitta-aineiden myötä on 65 % kaupungin vedestä käyttökelvotonta (Danilenko ym. 2010).

Vaikka Suomen pohjavesialueet ovat tarkkaan kartoitettuja ja antoisuudeltaan arvioituja, antoisuuden vuosittaisista vaihteluista ja ääriarvoista on vähän tietoa. Onkin jouduttu havaitsemaan, että pohjavesivarojen riittäisyys on ollut joinakin vuosina koetuksella. Ilmaston ääriolosuhteiden lisääntyminen on ollut nähtävissä viime vuosina lisääntyneinä tulvina ja kuivuusongelmina (Vikman ja Arosilta 2006). Vuosina 2002–2003 kuivuus aiheutti ongelmia veden riittävyydelle Lounais-Suomessa joka viidennelle pohjavesilaitokselle ja yli puolelle pintavesilaitoksista. Kuivuuden aiheuttamien riittävyysongelmien lisäksi veden vähyys voi aiheuttaa myös raakaveden laatuongelmia (Vikman ja Arosilta 2006). Kuivina kausina veden ollessa matalalla, voi pohjaveteen sekoittua epäpuhtauksia, joista osa on laskeutunut vettä raskaampana pohjalle. Tällaisia aineita ovat esimerkiksi useat klooriyhdisteet kuten tri- ja tetrakloorieteeni (Kuronen 2008). Pitkien kuivuuskausien aikana vedenpinnat voivat laskea pohjavedenottamoilla jopa 1–5 metriä pitkäaikaiseen keskiarvoon verrattuna. Pohjavesipintojen alenemisen seurauksena rantaimetyminen lisääntyy, jolloin saattaa esiintyä hygieenisiiä laatuongelmia (Isomäki ym. 2006, Kuronen 2008).

Rankkasateen, jääpadon, lumien sulamisen tai ilmanpaineen aiheuttama vedenpinnan huomattava nousu saattaa aikaansaada tulvan vedenottamoon tai raakavesikaivoihin, jolloin raakavesi voi pilaantua. Tulviminen jätevedenpumppaamoon tai -puhdistamoon aiheuttaa niiden ylikuormittumisen tai jopa toiminnan pysähtymisen, jolloin alueen pohjavedet ovat vaarassa saastua. Haja-asutusalueiden vedenhankinnan osalta raakavesikaivot ovat olleet herkempiä pintavesivaikutuksille kuin taajama-alueilla (Vikman ja Arosilta 2006). Etenkin

Pohjanmaan tulva-alueilla olevat pohjavesilaitokset ovat kokeneet veden laatumuutoksia kevättulvien aikana (Isomäki ym. 2006).

Suomessa pohjavedet eivät yleensä pilaannu laajalta alueelta, koska pohjavesiesiintymät ovat alueellisesti melko pieniä. Likaantumisvaara on suurin hiekka- ja soramailla, jotka läpäisevät veden lisäksi hyvin myös haitta-aineita (Vikman ja Arosilta 2006, SYKE 2011d). Pohjavesiä voivat vaarantaa monet ihmistoiminnot, joiden yhteydessä käsitellään, varastoidaan, kuljetetaan tai muodostetaan pohjaveden laadulle haitallisia yhdisteitä. Ihmistoimintojen seuraukset voivat tulla näkyviin pohjavedessä vasta vuosikymmenten jälkeen (Foster ym. 2002, Teaf ym. 2006). Vuonna 2006 valtion ympäristöhallinnon ylläpitämässä tietokannassa oli yli 18 000 pilaantuneeksi epäiltyä tai todettua aluetta (Vikman ja Arosilta 2006, SYKE 2011d).

Pohjaveden laatua uhkaavia toimintoja ovat:

- maa- ja metsätalous
- sahat ja puunkyllästämöt
- teollisuuslaitokset ja pesulat
- taimi- ja kauppapuutarhat
- ampumaradat
- lentokentät
- golfkentät
- kaivokset
- kaatopaikat
- korjaamot, polttoaine-asemat, öljysäiliöt, asfaltti- ja öljysora-asemat, puistomuuntamot
- jätevesien käsittely ja viemärointi, jätevesipumppaamot, kiinteistökohtaiset jätevesijärjestelmät
- liikenneonnettomuudet, tienhoitokemikaalit
- navetat, sikalat, turkistarhaus, tuorerehusäiliöt
- maa-ainesten otto
- ilkivalta (Foster ym. 2002, Karttunen 2003, Isomäki ym. 2006, VVY 2008).

Pohjavesien laatua voi uhata myös luonnollinen happamoituminen, jota voi tapahtua niillä alueilla, joiden järvet ovat happamoituneet. Pohjavesien happamoituminen tapahtuu yleensä

pitkällä aikavälillä, koska kestää kauan, ennen kuin happamoittavat aineet pääsevät pohjavesisyvyysiksiin saakka. Happamaan pohjaveteen liukenee maaperästä haitallisia raskasmetalleja. Lisäksi pohjaveden huono laatu voi olla peräisin maa- ja kallioperän ominaisuuksista (Foster ym. 2002, Isomäki ym. 2006, SYKE 2011d). Joillakin alueilla pohjavedessä voi olla haitallisia määriä rautaa ja mangaania tai liian korkeita arseeni-, fluori-, nitraatti- ja radonpitoisuuksia (Foster ym. 2002, Pedley ym. 2011, WHO 2011).

Vaarallisin uhkatekijä pohjavesilaitoksella on pinta- tai jätevesien pääsy raakavesikaivoon. Tällöin veden saastuminen havaitaan usein vasta vedenkäyttäjien sairastuttua. Aistinvaraisesti (veden ulkonäkö, haju, maku) mikrobisaastumista ei yleensä havaita (Isomäki ym. 2006, VVY 2008, WHO 2011). Varsinkin puutteellisesti suunnitellut/rakennetut kaivorakenteet ovat aiheuttaneet merkittävän riskin patogeenien pääsemiseksi kaivoihin (Foster ym. 2002, Pitkänen ym. 2011). Suomessa pienillä pohjavesilaitoksilla on tapahtunut mikrobiologisia saastumisia, joista on aiheutunut vesivälitteisiä epidemioita, kun laitosten jakamaa saastunutta vettä on toimitettu kuluttajille desinfioimattomana (Pitkänen ym. 2011).

#### Pintaveden uhkatekijät

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset kuten lämpötilan nousu ja sään ääri-ilmiöiden lisääntyminen mahdollistavat vesistöissä syanobakteereille suotuisammat elinolosuhteet, jonka vuoksi niiden esiintymisen ennustetaan nousevan (Paerl ja Huisman 2009). Monilla erityisesti puolikuivilla ja kuivilla alueilla maailmassa oletetaan ilmastonmuutoksen aiheuttavan pintavesilaitosmäärien vähentymistä. Ilmastonmuutos on aiheuttanut muutoksia jokien kausittaisissa virtauksissa, varsinkin Andeilla ja Himalajalla. Kuivuus on lisääntynyt useissa maissa, kuten esimerkiksi Espanjassa, Australiassa, Turkissa, Namibiassa ja Intiassa. Ilmaston lämpeneminen ja vähentyneet sademäärät alentavat pintavesien saatavuutta (Danilenko ym. 2010). Vaikka Suomessa vesivarat ovat runsaat, ne ovat sijoittuneet epätasaisesti ja niiden ajallinen vaihtelu on melko suurta. Runsaimmat vuosittaiset vesivarat ovat olleet jopa kuusinkertaisia verrattuna vähäisimpiin, kuten Lounais-Suomen ja etelärannikon vesistöissä. Kuivat jaksot ovat aiheuttaneet pintavettä käyttäville laitoksille ongelmia veden riittävydessä ja sen ohella laatumuutoksia raakaveden suhteen. Pintavesissä laadun muutokset riippuvat vesistön koosta, valuma-alueesta, kuormituksesta ja virtaamista (Vikman ja Arosilta 2006).

Merenpinnan tason nousu ja sen myötä sisämaan tulvat aiheuttavat suuria ongelmia vesihuollolle vaikeuttaen pintavesilaitosten toimintaa (Danilenko ym. 2010). Rankkasateen aiheuttamat tulvat taajamissa voivat huuhtoa epäpuhtauksia mm. kaduilta, katoilta ja pysäköintialueilta viemäriverkostoihin ja niistä suoraan vesistöihin heikentäen pintavesien laatua. Sekaviemärintialueilta hulevedet päätyvät jätevedenpuhdistamolle, jonka kapasiteetti ei välttämättä riitä kunnolliseen puhdistustulokseen ja purkuvesistöön pääsee tavallista likaisempia vesiä (Vikman ja Arosilta 2006).

Pintavedet ovat erityisen alttiita saastumiselle ja sen laatua uhkaavia tekijöitä on lukuisia. Pintavesien laadun suojeleminen on tämän vuoksi haastavaa. Viime vuosina on raportoitu varsinkin lukuisista jokivesistöjen saastumisista (Hartmann ym. 2006). Pintavesien laatuun vaikuttavat yhdyskuntien, sekä asutuksen että teollisuuden, jätevesipäästöt, samoin kuin maatalouden päästöt (Karttunen 2003, WHO 2011). Varsinkin raakavesilähteen yläjuoksulla sijaitsevat jätevedenpuhdistamot ovat hygieniariski raakavedelle. Vesistöjen rehevöityminen, syanobakteerit, maa- ja metsätaloudessa käytetyt torjunta-aineet sekä onnettomuuksien mahdollisuus asettavat myös omat vaatimuksensa veden käsittelylle. Leväkukinnat voivat kehittyä melko nopeasti ja niiden poistaminen talousveden valmistusprosessissa on vaikeaa (Isomäki ym. 2006). Vaikka vedenkäsittelyprosessi poistaa levät suurimmaksi osin, voi niistä aiheutua haju- ja makuongelmia. Syanobakteereista voi veteen jäädä myös myrkyllisiä aineita (VVY 2008, WHO 2011). Juomaveden mutageenisuus voi myös olla ongelma humuspitoisissa raakavesissä (Isomäki ym. 2007).

Pintavesilähteen riskeinä voi vedenottoaikan pinnanläheisyyden aiheuttaman korkeahkon lämpötilan lisäksi olla esimerkiksi öljyonnettomuuden tai vesiliikenteen muodostama riski. Myös lentokentiltä vesistöihin päässeet kemikaalit voivat muodostaa riskin pintavesien laadulle. Pintavesiin joutuneet päästöt muodostavat erityistilanteen pintavesilaitoksella, kun jätevesi- tai teollisuuden kuormitus purkuvesistöön lisääntyy esimerkiksi toimintahäiriön tai onnettomuuden myötä huomattavasti. Teollisuuden ja energiantuotannon ilmapäästöt saattavat kulkea pitkiäkin matkoja ja saastuttaa sen jälkeen vesistöjä. Ilmaston lämpeneminen ja lisääntynyt matkailu on lisännyt riskiä meille eksoottisten mikrobien esiintymiselle pintavesissä (Isomäki ym. 2007).

Pintavesien saastumiseen ovat lisäksi johtaneet niiden pohjasedimenttikerroksista vapautuneet haitalliset aineet, kuten raskasmetallit. Myös valuma-alueen maaperästä ja sen pinnalta

liuenneet aineet ovat saastuttaneet vesistöjä. Näistä ensimmäinen tapahtuu useimmiten pitkällä aikavälillä ja siihen vaikuttavat muutokset vesistön olosuhteissa kuten virtaukset ja lämpötilamuutokset. Jälkimmäistä saastumista voi tapahtua jatkuvasti, äkillisesti, onnettomuuksien sekä luonnonilmiöiden myötä ja siihen vaikuttavat esimerkiksi tulvat ja maanjäristykset. Saastumisen havaitsemista vaikeuttaa, että vesistöissä vain murto-osaa niissä esiintyvistä kemiallisista aineista seurataan eikä useita aineita edes kyetä mittaamaan. Haastetta lisäävät koko ajan kehitteillä olevat uudet kemikaalit. Pintavesien saastuminen on ongelma, koska kaikkia liuenneita aineita ei saada puhdistettua vedenkäsittelyssä (Hartmann ym. 2006).

Säteilyonnettomuus vaikeuttaisi eniten pintavesilaitosten toimintaa. Pohjavedet ovat pintavesiä huomattavasti paremmin turvassa. Radioaktiiviset laskeumat kulkevat ilmavirtojen ja sateen mukana vesistöihin, jolloin niiden käyttö talousveden valmistuksessa estyy. Vakavimman säteilyvaaratilanteen Suomen lähialueilla aiheuttaisi ydinaseen käyttö (Vikman ja Arosilta 2006). Kriittisimpiä kohteita saastumiselle olisivat matalat vesistöt, joissa vesi vaihtuu hitaasti. Pitkäikäisistä radionuklideista cesium sitoutuu veden kiintoainekseen ja laskeutuu vesistöjen pohjalle (STM 2010).

Pintaveden laatua uhkaavia tekijöitä ovat esimerkiksi:

- maatalous (pelloilta huuhtoutuvat humus ja ravinteet, eläinten laiduntamisesta, eläinsuojista ja lannan levittämisestä aiheutuvat bakteerit sekä lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö)
- metsätalous (soiden ja metsien ojituksesta aiheutuva humus ja ravinteet sekä lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö)
- jätevesi (yhdyskunta-, teollisuus-, tai haja-asutuksen jätevesistä pintavesiin päässeet ravinteet, bakteerit ja virukset, viemäriverkon/jätevedenpuhdistamon häiriötilanteet)
- liikenne (onnettomuudet, kemikaalit, öljy, bensiini)
- veden ravinteet ja hapettomuus (leväkasvu) (Davies ja Mazumder 2003, Vikman ja Arosilta 2006, Isomäki ym. 2007).

### 2.2.4.3 Vedenkäsittelyn uhkatekijät

Sääilmiöt kuten myrskyt ja rankkasateet voivat haitata vedenkäsittelyä. Myrskyt katkovat usein sähköjä laajoilta alueilta, jolloin veden käsittelylaitteistot eivät toimi ja vesi joudutaan jakamaan käsittelemättömänä verkostoon aiheuttaen pahimmassa tapauksessa vesiepidemian mahdollisuuden. Myös tietojärjestelmän tai automaation häiriöt voivat aiheuttaa ongelmia vedenkäsittelylle (Vikman ja Arosilta 2006, Valvira 2009).

Käsittelyprosessin häiriöt aiheuttavat vedenlaatuhäiriöitä. Häiriöt aiheutuvat useimmiten joko laiteviasta tai inhimillisestä erehdyksestä. Kemikaalien virheellinen annostelu on yleisin häiriötilanne pohjavesilaitoksilla (VVY 2008). Liian suuri alkalointikemikaalin (varsinkin lipeän ja kalkin) annostus voi aiheuttaa terveysriskin vedenkäyttäjille (Kuronen 2008). On myös varmistuttava, etteivät kemikaalisäiliöt, annostusletkut ja -pumput pääse vuotamaan alavesisäiliöön tai pohjavesialueen maaperään. Pintavesilaitoksilla saostuskemikaalien syötössä voi esiintyä häiriöitä ja tällöin selkeytys ei toimi kunnolla. Selkeytystä voi myös heikentää virheellinen pH, puutteellinen pikasekoitus ja huono hämmennys. Huono selkeytys taas lisää hiekkasuodatuksen kuormitusta. Hiekkasuodatuksessa puutteelliset pesut ja huuhtelut sekä liian suuri kuormitus voivat aiheuttaa veden samentumista, jolloin myös myöhempien prosessivaiheiden ja klooridesinfiointin toiminta heikkenee (VVY 2008). Nykyisin on myös havaittu, että pintavesilaitosten vedenkäsittelyprosessit eivät ole välttämättä riittävän tehokkaita puhdistamaan vedessä olevia liuenneita aineita (Hartmann ym. 2006).

Desinfiointin osalta desinfiointikemikaalin liian suuri annostus ja pintavesilaitoksen puutteellinen desinfiointi voivat aiheuttaa terveysriskejä (VVY 2008). Rankkasateiden yhteydessä pintavesilaitosten vedenkäsittely vaikeutuu, koska veden virtaama kasvaa ja sen laatu muuttuu (kuten lisääntynyt sameus ja orgaanisen aineen määrä), minkä johdosta desinfiointin teho ei ole enää riittävä (Rizak ja Hrudey 2008).

Alkaloinnissa käytettäviin kalkkikivisuodattimiin liittyy hygieenisiä riskejä. Niiden saastuminen voi tapahtua kalkkikivirouheen valmistuksessa, varastoinnissa ja kuljetuksessa sekä suodattimien täytön ja käytön aikana. Myös muissa vedenkäsittelykemikaaleissa voi olla epäpuhtauksia, varsinkin jos ei käytetä talousveden valmistukseen tarkoitettuja kemikaaleja (VVY 2008).

Tekopohjaveden valmistuksessa voi auringonvalon vaikutuksesta tapahtua allasimeytysaltaissa leväkasvua, joka saattaa tukkia imeytysaltaan. Lisäksi levät voivat aiheuttaa veteen haju- ja makuhaittoja. Pintaveden puhdistamisessa liian vähäinen hapensaanti maaperässä estää puhdistumisprosessin riittävän tehokkaan toiminnan. Myös liian lyhyt veden viipymä huonontaa puhdistustulosta. Otettaessa runsaasti rantaimetytettyä vettä on hapettamisvaikeuksien vuoksi joskus havaittu rautapitoisuuden haitallista lisääntymistä. Kaivoimeytyksessä ongelmana voi olla toiminnan epävarmuus kaivoja ympäröivän maaperän tukkeutumisen vuoksi, lisäksi riittävää hapensaantia on hankala järjestää (Karttunen 2004).

Vesilaitoksella tulee aina huolehtia hyvästä hygieniastasosta. Mikäli laitoksella on avoaltaita tai vesi on ilman kanssa kosketuksissa, riski veden likaantumisesta on olemassa. Likaantumista voi aiheutua:

- työntekijöiden vaatetuksesta tai kengistä
- huonetilan pölystä
- ulkoilman epäpuhtauksista (saasteet, siitepöly)
- sadevesien pääsystä veteen
- huonosta hygieniasta (likaiset kädet, työkalut, näytteenottovälineet)
- eläinten pääsystä laitoksen tiloihin
- tulipalosta (VVY 2008).

Veden käsittelyssä käytettävien kemikaalien saatavuus voi aiheuttaa riskin vesilaitoksen toimittaman veden laadulle. Tavallisimpia vesilaitoskemikaaleja ovat saostus- (alumiini- tai ferrosulfaatti), alkalointi- (mm. kalkki, lipeä, sooda) sekä hapetus- ja desinfiointikemikaalit (mm. otsoni, kloorikemikaalit). Useimmat niistä saadaan kotimaisilta toimittajilta, mutta osan voi joutua tilaamaan ulkomailta saakka (Vikman ja Arosilta 2006).

#### **2.2.4.4 Vedenjakelun uhkatekijät**

Vesihuoltolaitosten jakeluvarmuus on maassamme keskimäärin hyvää tasoa; jakelukatkosten kesto on tavallisimmin ollut alle puoli tuntia asiakasta kohden vuodessa. Yleisimpiä toimintahäiriöitä ovat paineiskujen aiheuttamat vauriot vedenjakelujärjestelmissä ja huonosti perustettujen tai eristettyjen johtolinjojen vaurioituminen (Vikman ja Arosilta 2006).

Jakeluverkostojen tekniseksi käyttöiksi on arvioitu muovin osalta maksimissaan 50 vuotta ja valuraudan sekä betonin osalta noin 30 vuotta (MMM 2008). Suurin osa Suomen talousveden jakeluverkostosta on rakennettu 1960- ja -70-luvuilla. Näiden verkostojen käyttöaika alkaa olla päätepisteessä (Kekki ym. 2008). Useissa Euroopan maissa ei ole huomioitu ikääntyvän jakelujärjestelmän aiheuttamia riskejä ja saneerauksia on tehty liian hitaalla aikataululla (Rosén ja Lindhe 2007). Esimerkiksi Venäjällä ja Ukrainassa vesilaitokset ovat toimineet täysin vanhentuneella kalustolla vielä 20–50 vuotta sen jälkeen, kun ne olisi pitänyt jo saneerata (Danilenko ym. 2010). Suomessa vesijohtoverkostoista on huonossa tai erittäin huonossa kunnossa noin 6 %. Kulumisen, korroosion ja väsymisen aiheuttaman putkirikon riski on niissä erittäin suuri (MMM 2008). Verkostoja on saneerattu vähemmän kuin niiden laskennallinen iän mukainen vuotuinen tarve edellyttäisi. Verkostojen ikääntyessä vaurioiden määrä ja esiintymistodennäköisyys kasvavat (Vikman ja Arosilta 2006).

Talousvesiverkostoissa materiaalien vaurioitumiseen vaikuttavat pääasiassa seuraavat tekijät:

- sähkökemiallinen korroosio (metallit) ja aineiden liukeneminen (sementtipohjaiset materiaalit, muovit ja kumit)
- vanheneminen (muovit ja kumit)
- mikrobitoiminta biofilmeissä
- mekaaniset kuormitukset (esimerkiksi liikenne, routa)
- asennusvirheet.

Vesi-Instituutin julkaisun mukaan PEH- ja PVC-putkien osalta arvioitiin yleisimmiksi vaurioiden syiksi putken asennusvirhe ja ulkoinen mekaaninen vaurio. Polyeteenimateriaaleista varsinkin keskikovassa polyeteenissä (PEM) asennusvirheiden osuus oli suuri. Ulkoinen mekaaninen rasitus oli aiheuttanut valtaosan vaurioista pallografiittiraudassa ja asbestisementissä. Harmaassa valuraudassa eniten vaurioita aiheuttavia tekijöitä olivat ulkoinen mekaaninen rasitus, jälkikäteen virheelliseksi todettu työtapa sekä teknisen käyttöiän loppuminen. Materiaalivirheitä arvioitiin esiintyneen pehmeissä ja kovissa polyeteeni- (PEL ja PEH), asbestisementti-, harmaa valurauta- ja pallografiittirautaputkissa. Jäätymisen todettiin olleen usealla materiaalilla vauriosyynä. Teknisen käyttöiän loppuminen oli tyypillisesti merkittävä syy pitkään käytössä olleiden



materiaalien eli valurautojen ryhmässä. Myös PVC:ssa ja muoveissa se oli huomattavaa (Kekki ym. 2008).

Jakeluverkon kestoikä riippuu pitkälti verkostossa johdettavan veden laadusta, kuten sen aggressiivisuudesta, sekä verkostoon valituista materiaaleista. Ennen kuin jakeluverkon tai sen johto-osan kunto heikkenee uusimiskuntoon saakka, voi siinä esiintyä vuotoja, joiden toteaminen ja korjaaminen ovat tärkeimpiä verkoston ylläpitotehtäviä. Vuotoja voi aiheutua kolmesta syystä: putkien murtumisesta, syöpymisestä tai epäonnistuneesta liitoksesta. Murtumisia esiintyy tavallisimmin valurauta- ja asbestisementtiputkissa ja usein niitä tapahtuu maan routimisen yhteydessä. Syöpymisvuotoja esiintyy varsinkin teräsputkissa. Liitosvuotoja tapahtuu kaikentyypisissä putkissa. Suuret vuodot voidaan huomata verkostoon pumpattavan vesimäärän äkillisenä kasvuna ja vuodon takaisilla alueilla se nähdään paineen alenemisena (Karttunen 2004, Alegre ym. 2010).

Mikäli Suomen vesihuoltolaitoksilla ei lähivuosina saneerata riittävästi verkostoja, on hyvin todennäköistä, että verkostojen rappeutumisesta johtuvat palvelun keskeytykset, laatuvirheet ja jopa terveyshaitat tulevat lisääntymään selvästi 10–20 vuoden aikajännteellä. Keskeisenä syynä tähän on se, että laitosten verkostojen kunnosta ei aina ole riittävästi tietoa ja varsinkin pienillä laitoksilla on vaikea saada rahoitusta riittämään tarvittavia peruskorjausta varten (Suomen Kuntaliitto 2007).

Muoviputkien läpi voi kulkeutua ympäröivästä maastosta hajua ja makua aiheuttavia aineita, kuten öljyjä, liuottimia, erilaisia kemikaaleja tai mädäntymistuotteita. Riskialueita ovat varsinkin vanhat huoltoasema-, teollisuus-, kaatopaikka- ja suoalueet (VVY 2008, Alegre ym. 2010). Vesilaitokselta lähtevä vesi saattaa viipyä myös verkostossa pitkiäkin aikoja. Jos verkostossa on suotuisat olosuhteet mikrobikasvustolle, vesi voi muuttua verkostossa ja kiinteistöjen vesijärjestelmissä huonolaatuiseksi ja jopa terveydelle haitalliseksi (THL 2008, Alegre ym. 2010).

Laaja-alaisen ja pitkäkestoisen sähkökatkon seurauksena vedenjakelu voi keskeytyä pitkäksi aikaa erityisesti haja-asutusalueilla, missä sähkönjakelu on toteutettu ilmajohdoin. Vakava jakeluhäiriö voi syntyä katkoksen kestäessä yli puoli vuorokautta, missä ajassa esimerkiksi vesisäiliö ehtii tyhjentyä. Myös kovan pakkasen aiheuttama vesijohtojen jäätyminen on tavallinen vedenjakelua vaikeuttava ongelma haja-asutusalueilla ja taajamien

pientaloalueilla. Jäätymisen jälkeinen nopea lauhtuminen voi myös helposti rikkoa vesijohtoja (Vikman ja Arosilta 2006).

Jakeluverkoston saastuminen voi olla mahdollista putkirikon yhteydessä. Jäteveden päästyä verkostoon on seurauksena ollut vesiepidemioita. Myös vesijohtoverkoston kunnossapito- ja uudisasennustöissä on veden likaantumisen riski. Uudisasennuksissa käytettävien työvälineiden ja työskentelytapojen hygieenisyydessä voi olla puutteita. Vesijohtoputkiston korjaustilanteissa hygienian säilyttäminen on vaikeaa, koska maa-ainesta ja maaperän likaamaa vettä voi päästä putken sisälle. Jätevesiviemärin läheisyydessä molempien verkostojen rikkoutuminen voi aiheuttaa erityisen riskin talousveden saastumiseksi (VVY 2008, Alegre ym. 2010).

Myös vesisäiliöissä vesi on alttiina likaantumiselle. Likaantumista voivat aiheuttaa mm. ilman mukana kulkeutuvat epäpuhtaudet, säiliötilaan pääsevät sadevedet ja eläimet. Säiliön ilmatilan ilma vaihtuu vedenpinnan vaihdellessa ja ilmavirtojen aiheuttamana, jolloin säiliöön voi päätyä ilman mukana pölyä (bakteereita) tai siitepölyä. Sadevedet ja pieneläimet voivat päästä säiliöön rikkonaisten tai puutteellisten rakenteiden kautta, jolloin sinne voi kulkeutua niiden mukana lika-aineita kuten ulosteita tai kuolleita eläimiä aiheuttaen vakavan hygieniariskin (Isomäki ym. 2006, VVY 2008).

#### **2.2.4.5 Viemäroinnin ja jäteveden käsittelyn uhkatekijät**

Kuten jo edellä todettiin, Suomessa vesihuoltolaitosten viemäreistä 37 % on jo yli 30 vuotta vanhoja. Muoviverkostojen osalta käyttöikä on arvioitu pisimmillään 50 vuotta ja valuraudan sekä betonin osalta noin 30 vuotta. Vesilaitoksilla vuonna 2008 huonokuntoisten tai erittäin huonokuntoisten viemärien osuus verkostosta oli noin 12 %. Viemäriverkoston saneeraustarve on huomattavasti suurempi kuin toteutuneet saneerausmäärät ja arvion mukaan ne tulisi ainakin kaksinkertaistaa nykyisiin määriin verrattuna (MMM 2008).

Hyvistä materiaaleista ja huolellisesti rakennettu viemäri on periaatteessa suhteellisen pitkäikäinen. Viemärin käyttöikää lyhentävät kuitenkin tukkeumat (kuten hiekka, liete, puiden juuret) sekä murtumat ja syöpyminen (rikkivety, kemikaalit, maaperä, pohjavesi). Mekaanisten vaurioiden kuten ylikuormituksen tai perustuksen painumisen aiheuttamat

putkirikot ovat usein paikallisia. Korroosiosta johtuvat vauriot ulottuvat usein verkoston koko pituudelle (Karttunen 2004).

Sään ääri-ilmiöistä myrskyt ja rankkasateet sekä niistä johtuvat tulvat vaikeuttavat viemärlaitosten toimintaa. Jos viemäriverkon kapasiteetti, varsinkin sekaviemäreissä ei riitä, ja kiinteistöjen viemärit tulvivat esimerkiksi kaupunkitulvan aikana, kiinteistöissä voi aiheutua merkittäviä vahinkoja (Danilenko ym. 2010). Kaupunkitulvien riskiä lisää päällystettyjen, vettä läpäisemättömien alueiden lisääntyminen taajamissa. Tulvat voivat aiheuttaa jätevedenpumppaamojen ja puhdistamojen ylikuormittumista ja toimintakatkoksia. Myös myrskyn aiheuttamat sähkökatkot aiheuttavat toimintahäiriöitä tai -katkoksia. Jätevettä joudutaan mahdollisesti johtamaan purkuvesistöön käsittelemättömänä, ellei laitoksella ole varavoimaa käytettävissä. Sähkökatkot aiheuttavat jätevedenpumppaamoille ylivuotoriskin. Pumppauksen pysähtyessä tasausvaran jälkeen jätevedet täytyy ohjata ylivuotona maastoon tai pumppaamon ylivuotosäiliöön. Myös lämpötilan, joko kovan pakkasen tai kuumuuden, vaikutukset aiheuttavat jäteveden käsittelylle omat hankaluutensa, jolloin esimerkiksi puhdistuksessa käytettävät mikrobikannat eivät toimi toivotulla tavalla (Vikman ja Arosilta 2006).

Pitkäkestoisessa erityistilanteessa voi aiheutua käymälöiden huuhtelun vaikeutumisen ja viemäriverkon tukkeutumisen myötä merkittävää terveydellistä haittaa, jos jätevedet pääsevät tulvimaan tukosten takia taajama-alueille. Myös taloudellisesti vahingot voivat olla mittavia. Jos vesihuoltolaitos ei kykene toimittamaan kuluttajille vettä esimerkiksi myrskytuhojen aiheuttamana, merkitsee tämä myös sitä, ettei viemärihuoltokaan toimi kyseisillä alueilla (Vikman ja Arosilta 2006).

Jätevesien käsittelyn keskittäminen suuriin keskuspuhdistamoihin voi erityistilanteissa aiheuttaa suuria pistemäisiä ylivuotoja pitkien siirtoviemäriinjojen varrella, ja samalla mahdollistaa pohjavesien saastumisen ellei tilanteisiin ole ennalta varauduttu (Vikman ja Arosilta 2006).

Jäteveden käsittelylaitosten toiminta on maamme vesiensuojeluviranomaisten valvonnassa. Käytännössä valvonnan suorittaa laitos itse ja ainoastaan tulokset raportoidaan viranomaisille. Säännöllinen viranomaisvalvonta olisi kuitenkin tarpeen, koska laitoksen puutteellinen

toiminta voi aiheuttaa pitkäkestoisia ympäristövaikutuksia, jotka ovat vaikeasti korjattavissa. Erityisesti tämä koskee vesistöjen rehevöitymistä (Karttunen 2004).

### **2.3 VARAUTUMINEN ERITYISTILANTEISIIN**

Varautumisen tavoitteena on erityistilanteiden synnyn ehkäiseminen. Kaikkia vesihuoltoon liittyviä erityistilanteita ei voida estää, mutta niihin voidaan vesihuoltolaitoksilla jossain määrin varautua. Erityistilanteiden hallinnassa on ensiarvoisen tärkeää ehkäistä riskien toteutuminen ja minimoida mahdollisesti toteutuvien riskien haittavaikutukset. Keskeisiä välineitä siinä ovat riskienhallinta, varautumissuunnittelu ja -toimenpiteet, investoinnit sekä tilanteiden etukäteisharjoittelu (Vikman ja Arosilta 2006, Kelay ja Fife-Schaw 2009, Lindhe 2010).

Vesihuoltolaitoksen varautumissuunnitelmassa on huomioitava paikalliset olosuhteet (vedenhankinta, käsittelymenetelmät, henkilöstö, sijainti jne.) ja kaikki oleelliset yhteistyötahot. Suunnitelman tulisi sisältää ainakin seuraavat tiedot:

- laitoskuvaus: vedenhankinta, -käsittely ja -jakelu
- laitoksen uhkatekijät: niiden aiheuttamat haitat, todennäköisyys ja ennaltaehkäisy
- erityistilanteiden toimenpiteet: välittömät ja jatkotoimenpiteet
- kriisiviestintä
- henkilöstön vastualueet (Isomäki ym. 2006).

Vesihuollon erityistilanteissa ja niihin varautumisen yhteydessä tarvitaan myös muita suunnitelmia, joita voivat esimerkiksi olla:

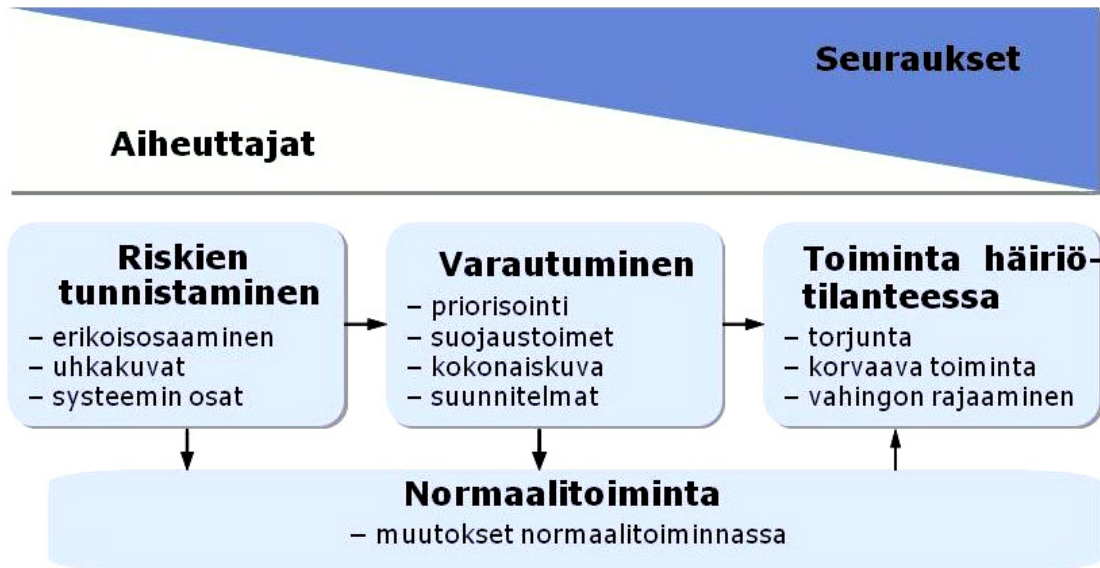
- sammutusvesisuunnitelma
- maankäyttöön liittyvät suunnitelmat
- valvontatutkimusohjelmat
- pelastustoimen suunnitelma
- riskienhallintasuunnitelma (vaaditaan esimerkiksi jätevedenpuhdistamoiden lupamääräyksissä)
- laatujärjestelmä (pohjautuen esim. ISO 9001 –standardiin)
- toimintajärjestelmä (kattaa laatu-, ympäristö- ja turvallisuusasiat)

- öljyvahinkojen torjuntasuunnitelma
- suunnitelma väliaikaisen vedenjakelun toteuttamisesta
- verkostojen kartoitukset ja saneeraussuunnitelmat
- kriisiviestintäsuunnitelma (Vikman ja Arosilta 2006).

Vesihuoltolaitoksen varautumistoimenpiteissä on ensiarvoisen tärkeää huomioida viranomaisyhteistyö (Vikman ja Arosilta 2006, Kelay ja Fife-Schaw 2009). Monet ennalta ehkäisevät toimet voivat vaatia sellaisia toimintavaltuuksia, joita laitoksella ei ole, kuten esimerkiksi pohjavesien suojelutarpeiden huomioiminen maankäytön suunnittelussa ja rakennuslupien tarkastelussa sekä maa-ainesten oton yhteydessä. Keskeisiä toimijoita pohjavesialueilla olevien nykytoimintojen aiheuttamien pilaantumishuhtien torjunnassa ovat mm. pelastuslaitos, liikennevirasto, ympäristön- ja terveydensuojeluviranomainen sekä alueellinen ELY-keskus. Nämä toimijat ovat keskeisiä yhteistyötahoja myös useissa muissa erityistilanteissa. Myös yhteistyön lisääminen lähialueilla toimivien muiden vesilaitosten välillä, esimerkiksi yhdysvesijohtojen tai yhteisen kaluston avulla, on hyvä keino lisätä laitoksen toimintavarmuutta. Lisäksi vesilaitosten yhteistyö kiinteistöjen omistajien kanssa on tärkeää, ja tiedonkulun tulisi olla vaivatonta molemmin puolin (Vikman ja Arosilta 2006). Vesilaitoksen varautumissuunnitelma tulisi saattaa viranomaistahojen tietoon, jotta varmistetaan mahdollisimman saumattomasta yhteistyöstä erityistilanteiden hoitamisessa (Kelay ja Fife-Schaw 2009).

### **2.3.1 Riskienhallinta**

Erityistilanteiden ehkäiseminen ja niihin varautuminen on riskienhallintaa, jonka avulla pyritään pitämään riskien taso niin alhaisena kuin mahdollista. Riskienhallinta alkaa toiminnan uhkatekijöiden tunnistamisesta ja niiden todennäköisyyden arvioimisesta. Sen jälkeen analysoidaan erityistilanteesta aiheutuvat seuraukset ja niiden vakavuus (Arosilta 2006, Hokstad ym. 2009, Tularam ja Properjohn 2011). Seurausten vakavuuteen vaikuttaa esimerkiksi tapahtuneen korjattavuus. Peruuttamattoman vahingon seuraukset ovat vakavampia kuin korjattavissa olevan (Vikman ja Arosilta 2006). Riskienhallintaan kuuluu lisäksi riskien hallintakeinojen toteuttaminen (kuva 9) (Hokstad ym. 2009, Nikula ym. 2009, Tularam ja Properjohn 2011).



Kuva 9. Riskienhallinnan vaiheet (Nikula ym. 2009).

Riskien poistamiseksi tai vähentämiseksi kohdennetut keinot aloitetaan tavallisesti suurimmiksi arvioitujen riskien osalta. Tunnistettuja riskejä voi hallita lähinnä estämällä ongelmatilanteen syntyminen tai vähentämällä sen seurauksia ennakkotoimenpitein. Olemassa olevat varautumiskeinot tulee huomioida uusia toimenpiteitä suunniteltaessa. Tärkeää on myös jo koetuista tilanteista oppiminen (Arosilta 2006, Hokstad ym. 2009). Riskienhallinnan toimet riskien pienentämiseksi voidaan jakaa seuraaviin osa-alueisiin:

- Estäminen: toimet, joilla pienennetään haitan aiheuttavan tapahtuman todennäköisyyttä tai estetään haitan toteutuminen.
- Vähentäminen: toimet, joilla vähennetään haitan suuruutta tapahtuman tapahduttua.
- Korjaaminen: toimet, joilla palautetaan tilanne mahdollisuuksien mukaan tapahtumaa edeltäneeseen tilaan.
- Kompensointi: toimet, joilla pienennetään haitan suuruutta korvaamalla esimerkiksi vakuutuksin (Lonka ym. 2002).

### 2.3.2 Riskienhallinta vesihuollossa

Vuonna 2009 Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen julkaisemassa VIRIKE-hankkeen loppuraportissa esiteltiin maamme vesihuollon riskienhallinnan tasoa painottuen talousveden riskienhallintaan. Vesihuoltolaitosten riskienhallintaa selvittävä kysely kattoi noin 20 % maamme vesihuoltolaitoksista. Hankkeen tulokset osoittivat, että vesihuollon riskienhallinta on varsin vaihtelevan tasoista. Kyselyn mukaan pohjavettä käyttävistä laitoksista 23 % ja

vastaavasti pintavettä käyttävistä laitoksista 35 % ei ollut tehnyt lainkaan raakavesilähteen ja muodostumisalueen riskiarviointia. Kaikista pohjavesilaitoksista noin 60 % koki kuitenkin arvioineensa niihin liittyviä riskejä hyvin tai erittäin hyvin; pintavettä käyttävien laitosten osalta määrä oli noin 35 %. Veden käsittelyn ja jakelun osalta vesilaitoksista noin neljännes vastanneista ei ollut tehnyt lainkaan riskienarviointia ja niistä 12 % oli suuria laitoksia (veden myynti yli 350 000 m<sup>3</sup>/v) sekä 65 % vesiosuuskuntia ja pieniä vesilaitoksia (Nikula ym. 2009).

VIRIKE-hankkeessa ilmeni, että vesihuoltolaitoksilla riskienhallintakohteista haastavimpana pidettiin raakavesilähdettä, varsinkin pintavesilähteiden osalta. Vesihuoltolaitokset olivat usein tunnistaneeet riskikohteensa, mutta riskien todennäköisyyksien ja vaikutusten arviointi oli ollut puutteellista. Riskienhallintatoimien tunnistaminen ja valinta oli usein jäänyt toteuttamatta. Kehittämistä löydettiin myös varautumisessa ja kriisiviestinnässä (Nikula ym. 2009).

Varautumissuunnitelmassa suuret laitokset voivat sisällyttää siihen kokonaisvaltaisen riskianalyysin käsitellen myös uusia uhkakuvia, pienemmille voi riittää laitoskohtaisen riskianalyysin sijaan esimerkiksi tarkistuslistatyypinen haavoittuvuusanalyysi. Riskianalyysin tavoitteena on kartoittaa mahdollisimman kattavasti kaikki vesihuoltoa uhkaavat vaarat ja uhkatekijät sekä arvioida niiden todennäköisyys ja seurausten vakavuus. Vesihuoltolaitoksen toiminnot käydään lävitse vedenhankinnan, talous- ja jätevedenkäsittelyn sekä verkostojen ja niihin kuuluvien laitteistojen eli koko vesihuollon toimintaketjun osalta. Analyysissa tulee huomioida laitoksen erityispiirteet. Uhkakuvia pohdittaessa on syytä aloittaa aiemmin tapahtuneiden tilanteiden kartoittamisella (Vikman ja Arosilta 2006, Hokstad ym. 2009).

Jos vesihuollon toimintaketjun toimivuudessa huomataan puutteita tai siitä löytyy kriittisiä kohtia, tulee niiden osalta miettiä vaihtoehtoja korjaaviksi tai ehkäiseviksi toimenpiteiksi. Toimenpidevaihtoehtojen valinnassa arvioidaan, mikä on paras soveltuva menettely, jolla vahingon todennäköisyyttä voidaan pienentää ja sen vaikutuksia heikentää jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa (Hokstad ym. 2009, Valvira 2010). Vesihuoltolaitoksella on toiminta-alueellaan päävastuu riskeihin varautumisessa. Seuraavissa kappaleissa on esitetty esimerkkejä varautumistoimenpiteistä (riskienhallinnasta) vesihuollossa.

## Veden hankinta

Vesihuoltolaitoksen ja terveydensuojeluviranomaisen tulee tietää, millaisia toimintoja esiintyy laitoksen vedenmuodostumis- tai valuma-alueella. Kaikki sellaiset toiminnot, jotka voivat saada aikaan veden pilaantumisvaaran, tulee kirjata laitoksen varautumissuunnitelmaan (Danilenko ym. 2010, Lindhe 2010). Vesihuoltolaitosten tärkein vedenottoa koskeva riskienhallintakeino on sen suorittama käyttötarkkailu, jossa tutkitaan säännöllisesti raakavedestä sellaisia aineita, joita vedenmuodostumis- tai valuma-alueen toiminnoissa esiintyy tai voi päästä veteen (Valvira 2009). Varsinkin veden hygieenisen laadun tarkkailuun tulisi pohjavesialueilla erityisesti panostaa (Isomäki ym. 2006). Raakavesilähteen pilaantumiseen tulisi varautua varmistamalla varaveden saanti esimerkiksi varavedenottamalla tai yhdysvesijohdoin toisen laitoksen verkostosta (Nikula ym. 2009).

Pohjaveden pilaantumista voidaan ehkäistä riskitoimintojen vähentämisellä ja ennaltaehkäisevillä suojelutoimenpiteillä sekä pohjaveden laadun säännöllisellä seurannalla. Pohjavesien suojeleminen on ensiarvoisen tärkeää, koska likaantuneen pohjaveden puhdistaminen on erittäin kallista ja hankalaa. Pohjavesialueiden osalta tärkeitä varautumiskeinoja ovat esimerkiksi kunnan ympäristönsuojelumääräykset, pohjavedenottamoiden suoja-alueet ja pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat. Vesilaitoksen tulee pohjavesialueeseen kohdistuvien riskien yhteydessä huolehtia, että riskin toteutuessa toimitaan oikein, esimerkiksi keskeyttämällä vedenotto kaivosta tai tehostamalla veden laadun tarkkailua (Isomäki ym. 2006, VVY 2008, SYKE 2011c). Pohjavesialueilla olevia riskitoimintoja ja niiden vaikutuksia voidaan ehkäistä esimerkiksi tiesuolauksen vähentämisellä, jätevesien oikeanlaisella imeytyksellä sekä teollisuuden ja maatalouden päästöjen rajoittamisella (Foster ym. 2002, Valvira 2010).

Pintavesien suojeleminen pilaantumisriskeiltä perustuu pitkälti maankäytön suunnitteluun sekä toiminnanharjoittajien ympäristölupiin. Pintavedenottoalueelle tulee hakea aluehallintovirastolta suoja-aluepäätöstä. Pintavesien laadun heikentymistä voidaan estää esimerkiksi maanviljelyssä käytettävillä suojakaistoilla sekä jätevesi- ja teollisuuden päästöjen vähentämisellä. Lisäksi järvien kerrostuneisuutta voidaan purkaa esimerkiksi ilmastamalla. Pintavesiä voidaan suojella myös virkistyskäytön tai muun käytön rajoituksilla (Valvira 2010). Pintavesiä koskevat häiriötilanteet kuten jätevesipäästöt tai onnettomuudet on



käsiteltävä tapauskohtaisesti. Toimenpiteenä tällöin voisi olla esimerkiksi vedenottoaikan tai -syvyyden muuttaminen, varavesilähteeseen siirtyminen tai varautuminen öljyn torjuntaan (VVY 2008).

Pohjavesiesiintymän laadun seuranta on tarpeen varsinkin, jos epäillään onnettomuustapauksessa öljyn tai muiden haitta-aineiden pääsyä pohjaveteen. Pintavesistöjen laatua on seurattava jatkuvasti myös vedenottoalueen ulkopuolella, jotta saadaan selville riittävän varhaisessa vaiheessa mahdolliset saastumistilanteet. Myös jakeluun lähtevän veden laadun seuranta on ensiarvoisen tärkeää, jotta varmistutaan veden käsittelyn toimivuudesta. Näytteitä on otettava vähintään valvontatutkimusohjelmassa esitetyllä tavalla ja useamminkin, jos sille ilmenee aiheita (Karttunen 2004).

Vaikka maassamme säteilyvaaratilanne on melko epätodennäköinen, siihenkin tulisi varautua. Terveystieteiden tutkimusviranomaisen on yhdessä vesilaitoksen kanssa arvioitava tehtävät toimenpiteet, voiko säteilyvaaratilanteessa lopettaa pintaveden käytön tai vähentää sen osuutta laimentamalla sitä pohjaveden kanssa sekä voiko laitos tehostaa vedenkäsittelyä saostuksen, selkeytyksen ja suodatuksen osalta. Yhtenä vaihtoehtona on ottaa myös varavesilähde käyttöön (Valvira 2009).

Vesiepidemiariskiä voidaan pienentää kartoittamalla vesihuollossa vaaraa aiheuttavat tekijät ja tekemällä niiden suhteen tarvittavat ehkäisevät tai korjaavat toimenpiteet (Rizak ja Hrudey 2008). Erityisesti tulisi huomioida viemäreiden sijainti ja kunto, liettelannan ja jätevesilietteen sijoittaminen sekä kallionhalkeamat, jotka mahdollistavat pintavesien pääsyn vedenottamoon (STM 2010). Myös vedenottamon kaivojen rakenteisiin ja niiden sijainteihin tulisi kiinnittää huomiota (Pitkänen ym. 2011). Lisäksi vesilaitosten tulisi luoda käyttökelpoinen toimintatapa epidemiatilanteen varalta esimerkiksi puhtaan veden hankinnan osalta (Valvira 2010).

Vesihuoltolaitokset voivat tulevaisuudessa joutua miettimään vaihtoehtoisia keinoja vedenhankinnassaan. Varsinkin yhden vedenottamon varassa olevien vesilaitosten tulisi varautua vedenhankintansa turvaamisen osalta. Vaihtoehtoja voivat esimerkiksi olla: uuden vedenottamon rakentaminen, veden ostaminen toiselta vesilaitokselta, veden siirtäminen kauempaa, huonompilaatuisen raakaveden käyttäminen, patojen tai altaiden rakentaminen sekä säiliö- tai varastotilan rakentaminen. Maailmalla on myös esimerkiksi joissakin maissa

otettu uudeksi ratkaisuksi kierrätetyn veden käyttö. Lisäksi meriveden suolanpoistomenetelmät ovat alkaneet herättää kiinnostusta (Danilenko ym. 2010).

### Veden käsittely

Veden käsittelyä tehostamalla voidaan poistaa raakavedestä sen sisältämiä laatuongelmia. Esimerkiksi korkean humuspitoisuuden yhteydessä voidaan käyttää kemiallista koagulaatio-flokkausta ja sitä voidaan täydentää selkeytyksellä ja suodatuksella. Haju- ja makuvirheitä voidaan parantaa esimerkiksi ilmastuksella, kemiallisella laskeutuksella ja hidassuodatuksella tai käyttämällä aktiivihiihtä. Ilmastuksella saadaan myös muita haju- ja makuhäiriöitä, kuten metaania ja rikkivetyä, osittain poistettua. Lisäksi otsonilla on saatu hyviä tuloksia levistä aiheutuvien haju- ja makuhaittojen poistamiseen (Karttunen 2004).

Pintavesi vaatii aina tehokkaan käsittelyn ennen sen jakamista kuluttajille (Pedley ym. 2011). Useissa Suomen suurimmissa laitoksissa käytetään aktiivihiihtä suodatusta tehostamaan veden käsittelyä. Lisäksi tehokkaalla desinfioinnilla varmistetaan mikrobiologisten uhkatekijöiden tuhoutuminen (Vikman ja Arosilta 2006). Mikäli pintavesissä havaitaan syanobakteereita, tulee varmistaa käsittelyprosessin toimivuus (Jansen ym. 2007, VVY 2008).

Vesiepidemioiden ehkäisyssä keskeisintä ovat riittävän tehokkaat veden käsittelyprosessit, joiden avulla tuotetaan hyvää vettä kuluttajille. Vesilaitosten toimittaman veden laatua on tarkkailtava säännöllisesti. Jos vettä klooridesinfioidaan, on jäännöskloorin pitoisuutta seurattava verkostossa (Rizak ja Hrudehy 2008). Kaikilla vesilaitoksilla tulisi olla desinfiointivalmius, jotta mahdollisessa epidemiatilanteessa desinfiointi kyetään aloittamaan riittävän nopeasti (6 tunnin sisällä). Tämä edellyttää tarpeellisten laitteiden, välineiden ja kemikaalien lisäksi laitoksen henkilökunnan perehdyttämistä asiaan (Vikman ja Arosilta 2006, STM 2010). Pienemmät laitokset voisivat harkita yhteisten desinfiointilaitteistojen hankkimista, jolloin kustannus ei muodostuisi niille turhan suureksi (Isomäki ym. 2006).

Kemikaalikäsittelyssä tapahtuvien häiriötilanteiden esiintymistä vähennetään riskikohteiden kartoituksella ja teknisillä parannuksilla. Riskikohteet käydään lävitse ja vaarojen pienentämiseksi tehdään tarvittaessa muutoksia esimerkiksi annostelujärjestelmiin sekä laaditaan toimintaohjeet kemikaalikäsittelyn osalta (laitteistojen huollot, seurannat, mittareiden kalibroinnit jne.). Erittäin tärkeää on myös laitoksen käyttötarkkailun ja

valvonnan kohdentaminen riskikohteisiin sekä henkilökunnan riittävä perehdytys käytössä oleviin kemikaaleihin ja laitteistoihin (VVY 2008).

Rinnakkaisessa jäte- ja talousvesilaitostyöskentelyssä tulee kiinnittää erityistä huomiota hygieeniseen työskentelytapaan. Kaikilla laitoksilla on oltava toimintaohjeet hyvän hygieniatason ylläpitämiseksi. Niissä on mainittava erityisen riskialttiit kohteet sekä toimenpiteet hygieenisyyden varmistamiseksi. Työntekijöiden kanssa tulee varmistaa, että heillä on käytettävissä asianmukaiset työvaatteet ja suojavaarukset molemmissa laitoksissa työskentelyä varten. Henkilöstön terveydentilaa tulee seurata työterveydenhuollossa säännöllisesti, ja esimerkiksi salmonellaa sairastava henkilö ei saa olla kosketuksissa jakeluun menevän tai verkostoveden kanssa. Mikäli hygieniatasossa huomataan puutteita, on vesi tällöin desinfioitava (VVY 2008).

Veden laatuhäiriön ilmenemiseen kuluva aika voi olla vesilaitoksella liian pitkä ajatellen kuluttajia. Usein ihmiset ovat jo ehtineet oireilla tai sairastua ennen kuin tilanne paljastuu. Vesilaitoksilla tulisi panostaa veden laadun jatkuvatoimiseen eli online-seurantaan, jolloin tieto veden laatumuutoksista saavuttaisi mahdollisimman nopeasti laitoksen työntekijät. Vesilaitoksille on olemassa reaaliaikaisia mittareita esimerkiksi pH:n, johtokyvyn, sameuden ja kloorin seurantaan, jotta pystytään havainnoimaan vedestä sen laatumuutoksia kuten saastumisen aiheuttavia tekijöitä. Online-seurantaa kannattaisi käyttää varsinkin suuremmilla laitoksilla, joiden jakeluverkostoissa on suuret käyttäjä- ja kulutusmäärät (Hall ym. 2007, Skadsen ym. 2008). Miehittämättömissä laitoksissa on huomioitava päivystyksen tai hälytysjärjestelmien puutteet (Valvira 2010).

Vesilaitoksella vaaditaan nopeita toimenpiteitä, mikäli havaitaan häiriöitä vedenlaadussa. Häiriötilanteen havaitsemisen jälkeen tulee ensin selvittää häiriökohta ja sen alueellinen laajuus. Seuraavaksi arvioidaan tilanteen vakavuus (esimerkiksi sairastumisriski, muut haitat), jonka perusteella suunnitellaan tiedottamisen tarpeellisuus. Tämän jälkeen tehdään tarvittavat tekniset toimenpiteet häiriötä aiheuttavan toiminnan estämiseksi, esimerkiksi pysäyttämällä kemikaaliannostelu tai muuttamalla vedenottoa paikkaa. Tarvittaessa lopetetaan vedenjakelu tai siirrytään varaveden jakeluun. Häiriön vaikutusalueita seurataan vesinäytteiden avulla. Lisäksi tehdään muita tarpeellisia toimenpiteitä kuten huuhteluita, säiliön tyhjennyksiä tai aloitetaan klooraus (VVY 2008).

## Veden jakelu

Vesilaitoksen on ylläpidettävä verkostoaan ja siihen kuuluvia laitteistoja. Verkostojen ja laitteistojen kunnan säännöllisellä kartoittamisella varmistetaan vedenjakelun toimivuus ja osaltaan verkoston hygieenisuus. Vesisäiliöiden on oltava tiiviitä ja tuloilma on suodatettava sekä niiden rakenteet on pidettävä kunnossa. Säiliöt tulee puhdistaa veden laadusta riippuen 5–10 vuoden välein. Verkostoihin kertyy saostumia korroosiotuotteista ja vedestä saostumalla ja/tai biologisen toiminnan kautta. Muoviputkia voidaan puhdistaa pehmoelementeillä (possutus) tai huuhteluilla (vesi- tai ilma-vesihuuhtelu). Vanhoja valu- ja teräsrautaputkia voidaan pinnoittaa vedenlaadun parantamiseksi. Yli 50 vuotta vanhat verkostot ovat harvoin hyväkuntoisia (VVY 2008, Alegre ym. 2010). Vesihuoltolaitosten tulisikin varautua saneerausinvestointien kasvuun. Ainakin keskisuurten ja suurten laitosten pitäisi kehittää itselleen selkeät perusteet ja rahoitussuunnitelmat verkostosaneerauksille (MMM 2008). Saneerauksen ja rakentamisen ohella laitoksen on huolehdittava ajantasaisten karttojen laatimisesta, vuotovesiselvityksistä ja verkostojen paineolojen seurannasta (Isomäki ym. 2006, Silfverberg 2008).

Aiempaa rankemmat sateet vaativat verkostojen uudenlaista mitoitusta ja saneerausta sekä uusia maankäytön toimintatapoja taajamien hulevesien hallinnassa (Danilenko ym. 2010). Verkostojen kunnossapito- ja asennustöissä on huolehdittava, että töitä tekevät henkilöt ovat saaneet niihin riittävän koulutuksen ja perehdytyksen. Tätä edellytetään myös ulkopuolisilta urakoitsijoilta. Työmenetelmät ja -välineet eivät saa vaarantaa vedenlaatua. Saneerauksessa korostuu etenkin asennushygienian merkitys ja uudistöissä uusien putkien puhtauden varmistus riittävällä huuhtelulla. Molemmissa tapauksissa ennen putken käyttöönottoa tulee veden laatu varmistaa vesinäytteellä (VVY 2008). Varalaitteita, -vedenottamoita ja yhdysvesiputkia on koekäytettävä riittävän usein. Huolellisella ylläpidolla ja riittäväillä kunnossapitotöillä voidaan huomattavasti ehkäistä erityistilanteiden syntymistä (Vikman ja Arosilta 2006).

## Viemärointi

Viemäriverkon tukkeutumista voidaan estää pitämällä hulevesikaivot tyhjinä hiekasta sekä huuhtelemalla lietettä ja hiekkaa paineellisen veden ja letkun avulla. Ennaltaehkäisevä toimenpide on myös pitää kasvillisuus loitolla viemäriinjasta ja varmistaa liitosten tiiviyydet.

Juuritukkeumat voidaan poistaa erilaisin leikkurein. Kuluttajia voidaan myös tiedottaa, mitä viemäriin saa laittaa ja mitä ei, tukkeutumisten välttämiseksi. Syöpymistä voidaan estää viemäriin johdettavien vesien pH:n nostamisella ja teollisuusjätevesien lämpötilan alentamisella. Rikkivedyn vaikutusta voidaan alentaa tehostamalla ilmanvaihtoa. Putkistojen ulkopuolista syöpymistä voidaan estää tekemällä putkikaivannot oikein ja liitokset tiiviiksi (Karttunen 2004). Sähkökatkojen tai rankkasateiden aiheuttamat jätevedenpumppaamojen ylivuotoriskit voidaan torjua rakentamalla pumppaamoille ylivuotosäiliö. Niitä tulisi rakentaa varsinkin pohjavesialueilla sijaitsevien pumppaamoiden yhteyteen (Vikman ja Arosilta 2006).

#### Muu varautuminen

Kalustoa ja laitteistoja voidaan varata esimerkiksi laitoksen omaan varastoon, laitosten välisin sopimuksin tai sopimalla ulkopuolisten toimijoiden kanssa varmuusvarastoista. Vedenkäsittelyssä tarvittavia kriittisiä kemikaaleja ja materiaaleja tulisi olla varattuna laitoksen omissa varmuusvarastoissa riittävän pitkiksi ajoiksi. Kemikaalien saatavuuden turvaaminen voi vaatia nopeita investointeja sekä tarkkaavaista maailman tilanteiden seuranta. Etukäteen tulisi selvittää varsinkin desinfiointikemikaalin nopea saatavuus, koska sen kulutus erityistilanteissa voi olla huomattavasti suurempaa (Vikman ja Arosilta 2006, Valvira 2009).

Vesihuoltolaitosten sähkönjakelun varmistaminen voidaan tehdä hankkimalla laitokselle tarvittavat liittännät ja joko siirrettävä tai kiinteä varavoimakone. Sähkösaannin kannalta kriittiset kohteet kuten vedenottamot, vedenkäsittelylaitokset ja paineenkorotuspumppaamot sekä tulvariskialueilla olevat jätevedenpumppaamot tulisi laittaa etusijalle (Vikman ja Arosilta 2006). Ennalta varautuminen on tärkein keino torjua erilaiset saatavuushäiriöt. Häiriötilanteessa kiireellisin toimenpide on veden käyttäjille tiedottaminen, esimerkiksi pyyntö rajoittaa veden käyttöä (Valvira 2009).

Vesihuoltolaitoksen riskien hallintatoimiin kuuluu myös sen kriittisten kohteiden suojaaminen asiattomilta. Kulunvalvonta, turvakamerat, liiketunnistimet, valaistus, tarvittaessa vartiointi ja hälytysjärjestelmät auttavat pitämään esimerkiksi il kivallan tekijät poissa kriittisistä kohteista (Tularam ja Properjohn 2011). Lisäksi voidaan rakenteellisin keinoin turvata laitoksen kohteita, kuten kasvillisuuden poistamisella, aitaamalla, lukitsemalla, metallirakenteisin tai -

vahvisteisin ovin sekä ikkunoiden ja ilmanvaihtolaitteiden sijoittamisella (Gleick 2006, Vikman ja Arosilta 2006).

Vesihuoltolaitosten tietojärjestelmät pitäisi suojata asianmukaisesti työntekijöiden salasanoin ja niiden tulisi olla mielellään irrallaan tietoliikenneverkoista. Mikäli järjestelmä on verkossa, se tulisi suojata palomuurien, virustorjunnan ja haittaohjelmien esto-ohjelmien avulla. Myös laitoksen kriittiset tiedot tulisi taata ottamalla riittävän usein varmuuskopioita. Sähkökatkojen varalta ne tulisi varustaa UPS-laitteilla. Erityistilanteita varten tulee hankkia riittävän suorituskykyiset tiedonsiirtoyhteydet (Vikman ja Arosilta 2006, Tularam ja Properjohn 2011). Lisäksi verkostokartat tulisi säilyttää turvallisesti ja rajoittaa niiden jakelua ulkopuolisille (Valvira 2009).

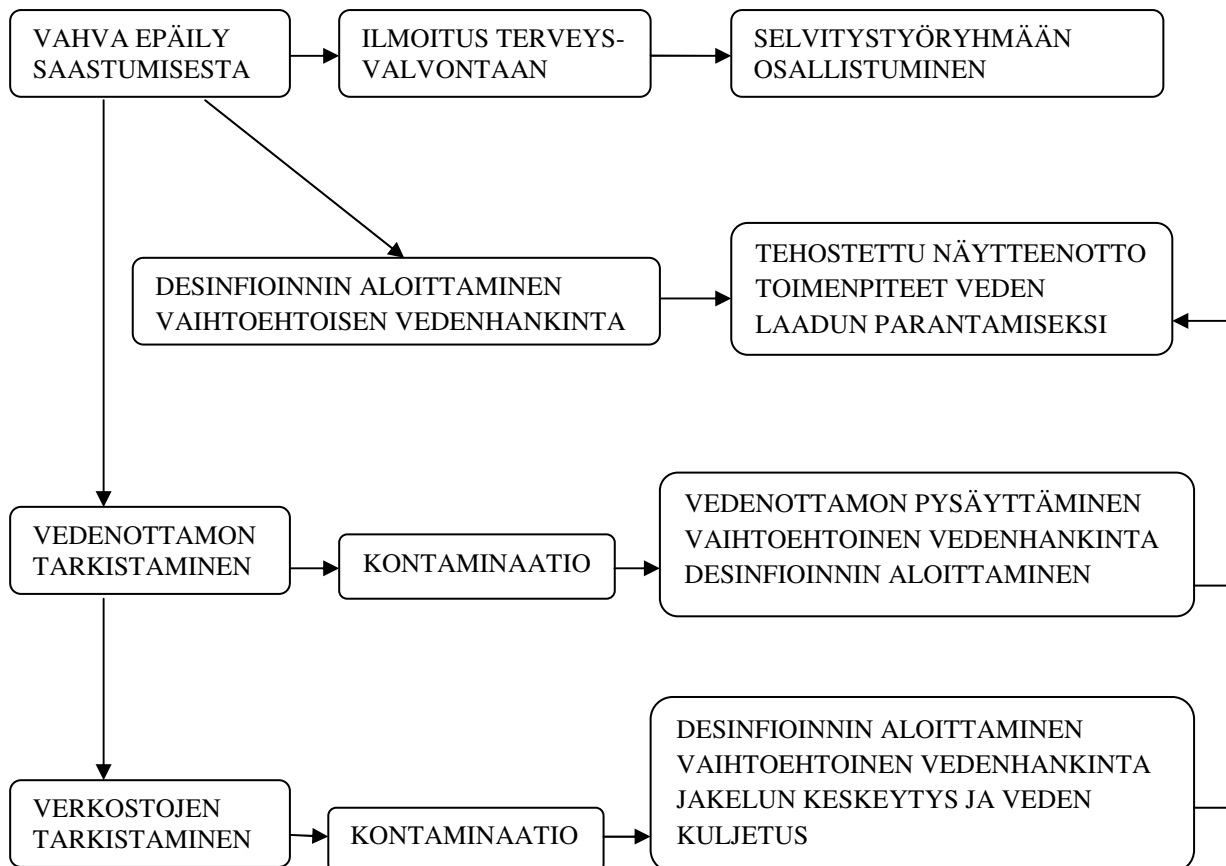
Vesihuoltolaitoksen toimintaa on syytä seurata käyttöpäiväkirjan avulla. Tiedoista on hyötyä jälkikäteen, koska niiden avulla voidaan esimerkiksi tarkistaa, onko toiminta ollut asianmukaista ja onko tarvittavat huoltotoimenpiteet tehty ajallaan. Myös laitoksen tulevia saneeraus- ja huoltotöitä suunniteltaessa käyttöpäiväkirjan tiedot ovat arvokkaita. Lisäksi laitoksen käyttämistä koneista ja laitteista tulisi ylläpitää tiedostoja, joihin on merkittynä laitetiedot, varaosien saantitiedot, tehdyt määräaikaishuollot ja ylläpitotehtävät sekä muut korjaukset (Karttunen 2004).

Laitoksella tulee olla riittävä ja ammattitaitoinen henkilöstö varallaolojärjestelyineen (Gleick 2006, Silfverberg 2008). Erityistilanteissa toimimista varten vesihuoltolaitoksen työntekijöiden vastualueet tulisi määrittää etukäteen selkeästi. Lisäksi johtamisjärjestelyiden tulee olla selkeitä. Erityistilanteessa toimiminen on paljon varmemmalla pohjalla, kun työntekijät tietävät oman tehtäväalueensa, eikä aikaa kulu turhaan organisointitehtäviin. Erityistilanteissa tilannejohtamisen vastuu on pääsääntöisesti

- vesilaitoksella, kun on kyse veden käsittely- tai jakeluhäiriöistä
- terveydensuojeluviranomaisella, kun on kyse talousveden mikrobiologisesta tai kemiallisesta saastumisesta
- pelastusviranomaisella, kun on kyse öljy-, kemikaali- tai säteilyonnettomuudesta
- poliisilla, kun on kyse rikoksesta.

Vastuussa oleva toimija suorittaa tilanteen edellyttämät toimenpiteet (vaarojen selvittäminen, riskien arvioiminen ja torjuminen), välittää tiedon tapahtuneesta tarvittaville viranomaisille ja muille toimijoille sekä vastaa tiedottamisesta (Vikman ja Arosilta 2006, Valvira 2009).

Vakavimmat ja äkillisimmät seuraukset syntyvät tilanteessa, jossa talousvesi saastuu mikrobiologisesti tai kemiallisesti. Ensimmäinen varoitettava merkki saastumisesta on, jos asiakkailta alkaa tulla enenevässä määrin havaintoja muuttuneesta veden laadusta, kuten esimerkiksi Milwaukeeen, Walkertonin tai Nokian vesikriiseissä, joissa kuluttajat olivat valittaneet veden mausta, hajusta ja ulkonäöstä. Valitukseen tulee suhtautua heti vakavasti ja selvittää tilanne (Kelay ja Fife-Schaw 2009). Kuvassa 10 on esitetty vesihuoltolaitoksen toimintakaavio veden saastumistapauksessa.



Kuva 10. Vesihuoltolaitoksen toimintakaavio talousveden saastumistilanteessa (Vikman ja Arosilta 2006).

Vaikeassakin kriisitilanteessa vedentarpeen oletetaan pysyvän lähes normaaliolojen kaltaisena. Normaalioloissa kotitalouksien veden käyttö on noin 100–150 litraa henkeä

kohden vuorokaudessa (Vikman ja Arosilta 2006). Määrällisesti vedestä saatetaan kuitenkin joutua tinkimään, mutta laadun suhteen tavoitteet pysyvät normaaliolojen kaltaisina. Vesimäärän perustarpeen asutuksen osalta oletetaan olevan 50 l/as/vrk, ja mikäli kriisin takia joudutaan suojautumaan sisätiloihin, määrää voidaan laskea hetkellisesti 20 l/as/vrk. Ehdoton minimi hetkelliselle vedentarpeelle on 5 l/as/vrk. Suuronnettomuuden aikana vesilaitoksen toiminta saattaa keskeytyä hetkellisesti kokonaan, jolloin vedenjakelu tulee turvata väliaikaisin toimenpitein (Karttunen 2003). Vesihuoltolaitoksen tulee selvittää ennalta säännöstelytilanteen veden tarve vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella (Vesihuoltopooli 2011). Vedenkuljetuksella tai vesiposteista vettä jaettaessa tavoitemääränä voidaan pitää asutukselle 20 l/as/vrk ja vastaavasti minimimääränä 5 l/as/vrk (Arosilta 2006).

Vesihuoltolaitoksella tulisi olla käytössään vaihtoehtoisia vesilähteitä, kuten laitoksen oma varavedenottamo tai varayhteydet toisiin laitoksiin. Näin ei kuitenkaan aina ole ja tämän vuoksi vesilaitoksen tulisikin sisällyttää varautumissuunnitelmaansa erityistilanteita varten suunnitelma väliaikaisesta vedenjakelusta (Vikman ja Arosilta 2006). Vaihtoehtoisen vedenjakelun tarve voi syntyä esimerkiksi putkirikon, vedenottamon tai verkoston saastumisen tai pitkäkestoisen sähkökatkon myötä. Vesihuoltolaitoksen yleisten toimitusehtojen mukaan vesilaitoksen täytyy järjestää yli 24 tuntia kestävien vedentoimituskatkojen aikana mahdollisuus veden ottamiseen tilapäisistä vesipisteistä. Usein vesilaitokset pyrkivät järjestämään vaihtoehtoisen vedenjakelun jo lyhyemmänkin toimituskatkon aikana. Väli aikaista vedenjakelua voidaan hoitaa esimerkiksi

- avaamalla vedennoutopisteitä, joihin vesi johdetaan jakelujärjestelmästä
- jakamalla vettä säiliöistä
- johtamalla vettä letkuilla paloposteista kiinteistöihin
- toteuttamalla tilapäisiä johtoyhteyksiä
- käyttämällä säännöstelysti (alueittain, ajoittain) verkostoa
- jakamalla pakattua vettä.

Vesilaitoksen tulee etukäteen selvittää asutuksen, erityiskuluttajien ja veden saannin kannalta kriittisten asiakkaiden välttämätön vedentarve. Varautumissuunnitelmassa on esitettävä, kuinka vedenjakelu varmistetaan sairaaloille, vanhain- ja hoitokodeille ja muille tahoille, joiden ei voida edellyttää noutavan vettä. Vedenjakelupisteiden mahdolliset sijainnit tulee suunnitella etukäteen siten, että ne ovat helposti saavutettavissa ja hyvien liikenneyhteyksien



varrella, jolloin esimerkiksi koulut ja urheiluhallit soveltuvat hyvin tähän tarkoitukseen, koska niissä on yleensä paljon sisätilaa, tilava kenttä ja riittävästi pysäköintitilaa. Vedenjakelussa käytettävä kalusto tulee myös suunnitella etukäteen, tai sen saanti täytyy selvittää. Jaettavan veden laatu tulee varmistaa vaihtoehtoisen vedenjakelun kaikissa vaiheissa (Vesihuoltopooli 2008, 2011).

Vesihuoltolaitoksen varautumissuunnitelman toimivuus edellyttää sitä, että henkilöstö on riittävän koulutettua tehtäviinsä ja tehnyt tarvittavia riskien hallintatoimia erityistilanteiden varalta. Lisäksi tarvitaan etukäteisharjoittelua ja eri sidosryhmien kanssa yhteistyökuvioiden selvittämistä, jotta erityistilanteessa toimiminen olisi mahdollisimman sujuvaa (Gleick 2006). Vesihuoltolaitoksen valmiuskoulutus tulee suunnitella ja toteuttaa yhdessä kunnan ja pelastuslaitoksen kanssa. Täydentävänä lisäkoulutuksena erityistilanteiden varalta olisi hyvä järjestää ensiapukurssitusta ja suojelukoulutusta. Kunnan epidemiaselvitystyöryhmän tulee kokoontua säännöllisesti, jotta erityistilanteessa ryhmän jäsenet pystyvät toimimaan mahdollisimman nopeasti ennalta sovittujen tehtäväalueidensa mukaisesti (Vikman ja Arosilta 2006). Näillä yhteisillä toimilla ja säännöllisillä koulutuksilla voidaan varmistaa eri toimijoiden välillä jouheva yhteistyö erityistilanteissa varsinkin nykyisin, kun kuntaliitosten myötä toimitaan entistä suuremmilla toiminta-alueilla.

Erytistilanteessa hälyttäminen perustuu vesihuoltolaitoksen normaaliin päivystykseen ja varalla oloon, ja se suoritetaan varautumissuunnitelmassa esitetyllä tavalla. Hälytykset on tehtävä mahdollisimman nopeasti sekä työaikana että sen ulkopuolella. Laitoksen työntekijöillä tulee olla ennalta tiedossa, kenelle he kussakin tilanteessa tekevät hälytyksen ja miten he sen tekevät. Hälytyksen tekijänä voi olla erityistilanteesta riippuen vesihuoltolaitos, terveydensuojeluviranomainen, pelastuslaitos tai alueellinen ELY-keskus. Vesihuoltolaitokselle ja terveydensuojeluviranomaiselle tulee aina ilmoittaa tapahtuneesta, jos se uhkaa vesihuollon toimintoja ja sen seuraukset voivat aiheuttaa terveystvaikutuksia (Vikman ja Arosilta 2006).

#### Poikkeusolot

Poikkeusoloissa toiminta tapahtuu kunnan keskusjohdon alaisuudessa ja käytännön työskentelyä johtaa kunnanjohtaja. Sotatilan aikana on käytettävissä ainoastaan se henkilöstö, jota ei ole määrätty aseelliseen palvelukseen, joten poikkeusolojen varalle tulee olla tehtynä

lista niistä henkilöistä, jotka tarvitaan vesihuoltolaitoksen toiminnan ylläpitämiseen (= VAP-lista). Kaluston osalta poikkeusolot antavat viranomaisille mahdollisuuden hankkia tarvittavaa lisäkalustoa pakko-otoin. Vakainainen ja varahenkilöstö tulee kouluttaa siten, että heillä on valmius toimia poikkeusoloissa (Puolustusneuvosto 1999).

Poikkeusoloissa kuten suuronnettomuustilanteissa tavoitteena on välttämättömän käyttöveden toimittaminen väestölle ja elinkeinoelämälle. Vedenjakelua voidaan hoitaa väliaikaisin toimenpitein, mutta veden laatuvaatimukset pysyvät ennallaan. Viemäröinnissä tulee säilyttää yleisen hygienian asettama vaatimustaso. Taloudellisen kriisin tai kiristyneen kansainvälisen tilanteen aikana vedenjakelun tulee toimia jokseenkin normaalisti, mutta veden laatutason aleneminen sallitaan muuten paitsi terveydellisten laatuvaatimusten osalta. Jäteveden puhdistustasoa voidaan alentaa energian tai kemikaalin niukkuuden niin vaatiessa. Sodan uhkan vallitessa voidaan veden määrällisiä ja laadullisia tavoitteita alentaa. Laadullisissa tavoitteissa ovat etusijalla hygieeniset laatuvaatimukset. Jäteveden käsittelytavoitteita voidaan tarpeen mukaan alentaa. Sotatilan ja sodan jälkitilan vallitessa vedenjakelu pyritään turvaamaan ennalta määrätyille kohteille kuten sairaaloihin, kouluihin, hoito- ja vanhainkoteihin. Väestön vedensaanti voidaan järjestää erillisratkaisuilla, mutta veden laadun on oltava terveydelle vaaratonta. Suuronnettomuuksia voivat olla mm. säteily- ja kemikaalionnettomuudet, suuret tulipalot tai erityisen vakavat ympäristöön kohdistuvat vahingot. Vesilaitosten kannalta oleellisinta normaalista poikkeavassa säteilytilanteessa on seurata tiedotusvälineiden kautta viranomaisten antamia säteilytilannetietoja ja ohjeita. Veden radioaktiivisuuden mittaaminen vesilaitoksilla ei yleensä ole tarpeen. Säteilyvaaratilanteissa raakavedenotto voidaan joutua hetkellisesti keskeyttämään. Tällöin tulee pyrkiä veden kulutuksen vähentämiseen tehokkaalla tiedottamisella tai katkaisemalla veden toimittaminen joillekin kuluttajille, joiden toiminnan jatkuminen kriisitilanteessa ei ole välttämätöntä (Valvira 2009, STM 2010).

### **2.3.3 Eri riskienhallintamenetelmiä**

Vesihuoltolaitokselle soveltuvia riskienhallintamenetelmiä voivat olla laitoksen koosta ja resursseista riippuen riskikartoitus, riskiarviointi tai kokonaisvaltainen riskienhallintamenetelmä. Riskikartoituksessa lähdetään liikkeelle toimintaa uhkaavien riskien tunnistamisesta. Riskiarvioinnissa selvitetään sen lisäksi riskin todennäköisyys ja sen aiheuttamat seuraukset. Kokonaisvaltainen riskienhallinta sisältää edellä mainittujen lisäksi

koko toimintaa koskevien riskien järjestelmällisen hallinnan, eli vesihuoltolaitoksen tapauksessa koko sen toimintaketjua koskevien riskien arvioinnin ja hallinnan tarvittavine toimenpiteineen (Nikula ym. 2009, Tularam ja Properjohn 2011).

### **2.3.3.1 Riskien kartoitusmenetelmiä**

Systemaattista riskien tunnistamista voidaan tehdä erilaisten tarkastelulistojen pohjalta. Riskikartoituksessa riskit kartoitetaan, mutta niiden suuruutta tai todennäköisyyttä ei arvioida. Kartoitus on riskienhallinnan ensimmäinen vaihe ja sen riittävä kattavuus on toimivan riskienhallinnan edellytys (Nikula ym. 2009).

Riskikartoituksen avulla tunnistetaan toimintaa uhkaavat tekijät. Tietojen keräämisessä huomioidaan laitoksen toiminnan sisäiset häiriötekijät (kuten tekniset ja organisaatiouhkat) ja ulkoiset häiriötekijät (kuten luonnonilmiöt, vesilähteen saastuminen, sähkökatko, ilkivalta). Riskien tunnistamisessa tiedot aiheuttajista, uhkakuvista ja systeemin teknisestä toiminnasta ovat tärkeitä (Hokstad ym. 2009, Nikula ym. 2009).

#### Arviointimittaristo

MMM on laatinut yhteistyössä VVY:n ja Kuntaliiton kanssa arviointimittariston, jonka avulla vesihuoltolaitokset voisivat arvioida palveluidensa tasoa ja löytää kehittämistarpeita omaavat kohteet (Silfverberg 2008). Itsearviointimittaristo ei sisällä suoranaista riskien arviointia, vaan sen avulla voidaan kartoittaa toiminnassa esiintyviä riskitekijöitä. HAVERI-hankkeessa testattiin itsearviointimittaristoa kolmella eri vesilaitoksella vuosien 2009–10 aikana. Hankkeessa huomattiin mittariston ongelmaksi, että riskitekijöiden kartoitus oli melko yleistasonen ja rajallinen, eikä sen avulla saatu selvitettyä kaikkia mahdollisia vesihuoltolaitoksen riskilajeja tai -kohteita (Innala ja Menonen 2010).

#### Tarkistuslista

MMM:n, Huoltovarmuuskeskuksen ja SYKE:n julkaisemassa oppaassa Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen on liitteessä 2 Pienen vesihuoltolaitoksen tarkistuslista haavoittuvuuden arvioimiseksi. Tarkistuslista sisältää laitoksen vedentuotannon eri osa-alueita mukaan lukien viemäroinnin, mutta siitä puuttuu jäteveden käsittely, joka tulisi tarvittaessa

lisätä mukaan tarkasteluun. HAVERI-hankkeen mukaan tarkistuslista oli hyvä apuväline vesilaitostoimintojen riskikohteiden kartoittamiseen ja soveltui käytettäväksi kaikenkokoisissa laitoksissa (Innala ja Menonen 2010). Tarkistuslistamenetelmän käyttäminen ei vaadi suuria resursseja, joten se voi olla hyvä työkalu varsinkin pienempien vesilaitosten riskien tunnistamisessa (Kožíšek ym. 2008, Nikula ym. 2009).

Euroopan komission rahoittamassa TECHNEAU-projektissa kehitettiin vesihuoltolaitoksille riskien tunnistamista varten tarkistuslistatyypinen vaaratekijöiden tietokanta THDB (The TECHNEAU Hazard Database), joka perustuu HAZID (Hazard Identification) -menetelmään. Tietokannan avulla tunnistetaan vesihuollon toiminnoista sekä ulkoisia että sisäisiä riskitekijöitä. Tietokannassa vesihuoltojärjestelmä on jaettu 12 osajärjestelmään, joista 10 koskee laitoksen toimintaa, yksi organisaatiotekijöitä ja yksi edustaa tulevaisuuden vaaratekijöitä. THDB:ssä arvioidaan vaaran aiheuttajan lisäksi sen vakavuus ja sen aiheuttamia seurauksia. Tietokanta sisältää sekä veden kvantitatiivisen että kvalitatiivisen arvioinnin (Beuken ym. 2008, Rosén ym. 2008).

### **2.3.3.2 Riskien arviointimenetelmiä**

Riskien arvioinnissa riskin suuruutta arvioitaessa voidaan hyödyntää erilaisia menetelmiä, joiden avulla todennäköisyyksien ja seurausten arviointia tehdään systemaattisesti. Yleisesti käytettyjä ja vesihuoltolaitoksille soveltuvia riskienarviointimenetelmiä ovat poikkeamatarkastelu ja syy-seuraus –tarkastelu (Hokstad ym. 2009, Nikula ym. 2009).

Poikkeamatarkastelussa etsitään prosessista sitä vaarantavia tekijöitä eli riskin aiheuttajia. Sen tavoitteena on tunnistaa prosessista sellaiset muutokset, jotka aiheuttavat sille häiriöitä. Poikkeamatarkastelu sopii sekä veden laadun että sen riittävyyshäiriöiden tunnistamiseen. Häiriön aiheuttavan tapahtuman avulla päätellään sen vaikutukset koko prosessin toimintaan. Eräs poikkeamatarkastelumenetelmä on esimerkiksi HAZOP (Hazard and Operability Study) (Hokstad ym. 2009, Nikula ym. 2009).

Syy-seuraus –tarkastelussa etsitään häiriön tunnistamisen kautta sille eri aiheuttajia. Tällaisia menetelmiä ovat esimerkiksi tapahtumapuut ja skenaariomenetelmät. Vikapuuanalyysissä lähdetään liikkeelle häiriöstä: mitä voi tapahtua, ja mikä sen voisi aiheuttaa. Skenaariomenetelmässä etsitään toiminnan merkittävimmät ongelmakohdat sekä

keskeisimpiin vaaroihin liittyvät ongelmatekijät. Skenaarioita voivat edustaa esimerkiksi erilaiset häiriömallit, joiden avulla tunnistetaan, miten häiriöt voivat tapahtua. Skenaariomenetelmä soveltuu laajojen kokonaisuuksien tarkasteluun, kuten koko vesilaitos ja sen toiminnot (Hokstad ym. 2009, Nikula ym. 2009, Tularam ja Properjohn 2011).

### **2.3.3.3 Kokonaisvaltaisia riskienhallintamenetelmiä**

Kokonaisvaltainen riskienhallinta muodostuu riskikartoituksen ja -arvioinnin lisäksi riskien priorisoinnista sekä riskien vähennyskeinojen tunnistamisesta ja toimeenpanosta. Se tähtää koko toiminnan järjestelmälliseen riskienhallintaan. Vesihuoltolaitoksille soveltuvia systemaattisia riskienhallintamenetelmiä on useita (Nikula ym. 2009).

#### **HACCP**

HACCP eli Hazard Analysis and Critical Control Point on kehitetty elintarviketeollisuudelle ja sitä on käytetty jo vuosien ajan elintarvikkeiden laadun varmistamiseen. Menetelmän avulla kuvataan tarkasteltava järjestelmä ja sen toiminnot, tunnistetaan riskit ja arvioidaan ne, sekä toteutetaan riittävät riskienhallintatoimenpiteet, jotta saadaan riskit vähennettyä hyväksyttävälle tasolle. Menetelmässä keskeisimpänä riskienhallintakeinona on kriittisten valvontapisteiden tarkkailu ja havaittaessa poikkeamia tarvittavien toimenpiteiden etukäteissuunnittelu. HACCP soveltuu myös veden laadun varmistamiseen. On kuitenkin huomioitava, että sen avulla voidaan löytää vain lopputuotteen (veden) laatuun ja turvallisuuteen kohdistuvia riskitekijöitä eikä muiden vesilaitostointojen kuten esimerkiksi kemikaalien käsittelystä, laite- tai sähköhäiriöistä aiheutuvia riskejä löydetä (Molarius 2004, Nikula ym. 2009, Tularam ja Properjohn 2011).

#### **Erilaiset standardit ja laatujärjestelmät**

ISO 22000 –standardia on sovellettu Suomessa vesihuoltolaitoksille neljän laitoksen (Kyrönjokilaakson Vesi Oy, Lappavesi Oy, Seinäjoen Vesi sekä Nurmon kunnan vesihuoltolaitos) yhteishankkeessa, jossa niille muodostettiin raakavesilähteeltä vedenkäyttäjälle ulottuvat hallintajärjestelmät. Niiden avulla laitokset voivat varmistaa toimittamansa veden elintarvikehygieenisen ja fysikaaliskemiallisen laadun. Pääasiallisesti ISO 22000 on elintarviketeollisuudessa käytössä oleva riskienhallinnan standardi, jossa

esitetään vaatimukset riskienhallinnan järjestelmälle. Keskeisiä riskienhallintakeinoja ovat kriittisten tarkastuspisteiden valvonta seurantajärjestelmien avulla ja poikkeamia havaittaessa tarvittavat toimenpidesuunnitelmat. Standardissa painotetaan myös kommunikaatiota muiden toimijoiden kanssa merkittävimpien riskien tunnistamiseksi ja hallitsemiseksi (Nikula ym. 2009).

Vuoden 2009 lopussa valmistui kansainvälinen ISO 31000 –standardi, jonka tarkoituksena on soveltaa riskienhallinnan ohjeeksi kaikenkokoisille organisaatioille erilaisilla aloilla. Standardi sisältää ohjeet sekä riskienhallinnan toteuttamiseen eri vaiheineen että riskienhallinnan järjestelmän luomiseen osaksi organisaation toimintaa (Nikula ym. 2009).

Euroopan standardisointijärjestön puitteissa on ollut tekeillä kaksiosainen standardi EN 15975 talousveden tuotannon riskien ja häiriötilanteiden hallinnasta. Standardin osassa 1 ohjeistetaan valmistautumista kriisitilanteiden toimintaan ja siinä esitetään yleiseksi tavoitteeksi talousveden toimituksen kriisitilanteiden hallinta. Kyseisen standardin avulla voidaan kehittää laitoskohtainen turvallisuussuunnitelma. Siinä tulee huomioida sekä laitoksen sisäinen toiminta että kommunikointi ja tilanteen hallinta alueellisella ja kansallisella tasolla. Standardin osa 2 tulee käsittelemään riskinhallintaprosessia kattaen koko talousveden toimitusketjun aina raakaveden lähteiltä sen jakeluun (Nikula ym. 2009). Standardin osa 1 on julkaistu toukokuussa 2011.

Useat suuremmat vesilaitokset ovat kehittäneet ja ottaneet käyttöönsä laatu järjestelmän, joista osalla se pohjautuu ISO 9001 –standardiin. Standardin soveltaminen vesihuoltoon on kuitenkin koettu hankalaksi (Vikman ja Arosilta 2006).

#### Pk-yrityksen riskienhallinta

HAVERI-hankkeessa perehdyttiin Web-pohjaiseen Pk-yrityksen riskienhallinta –sivustoon ja se todettiin käyttökelpoiseksi apuvälineeksi riskienarviointityössä. Sivustosta kuitenkin huomautettiin, että sen käyttö ilman siihen perehtyneen henkilön ohjausta katsottiin olevan melkoisen hankalaa. Toimintamalli, joka sivustolla oli esitetty, on hyvä, varsinkin kun siihen lisätään tarkistuslistat, jotka sisältävät vesihuollolle tyypilliset riskikohteet. Pk-yrityksen riskienhallintamallin hyvä puoli oli, että se sisälsi kaikki riskilajit, strategiariskeistä palo- ja tietoturvariskeihin (Innala ja Menonen 2010).

## WSP

WHO on esittänyt, että kaikkien talousvettä tuottavien ja sitä toimittavien tahojen tulisi laatia suunnitelma talousveden kuluttajaturvallisuuden varmistamiseksi. Tämän ns. veden turvallisuussuunnitelman (Water Safety Plan, WSP) tavoitteena on turvata kuluttajille hyvälaatuinen ja terveellinen talousvesi siten, että veden saastuminen estetään jo vedenottovaiheessa, jolloin valvonnan painopiste on raakavedessä ja vesilaitosprosesseissa (WHO 2011). WSP:ssä jokaiselle tunnistetulle ja kuvatulle vaaratekijälle etsitään valvontamenetelmä, jolla sen esiintymistä voidaan tarkkailla, siitä aiheutuva riski poistaa tai ainakin vähentää sen todennäköisyyttä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Valitun valvontamenetelmän tulisi mieluiten olla jatkuvatoiminen ja mitatuille muuttujille pitäisi asettaa hyväksyttävät käyttö- ja hälytysrajat, joiden ylittyessä tulisi ryhtyä lisätoimiin (Molarius 2004, Valvira 2010).

WSP:ssä sovelletaan vesilaitostoimintaan elintarviketeollisuudessa käytettyä riskien analysointia eli HACCP:a. WSP ei ole varsinaisesti kohdennettu erityistilanteiden varalle, vaan se paneutuu lähes täysin veden laatukysymyksiin, ei riittävyteen. WSP sisältää kuitenkin riskien arvioinnin ja riskeille suunnatut riskien hallintatoimenpiteet. Tutkimuksissa ja pilottihankkeissa on havaittu, että WSP ei sellaisenaan sovellu pienille laitoksille (Molarius 2004, Gunnarsdóttir ja Gissurarson 2008).

WSP-malli on sisällytetty lakisääteiseksi Englannissa, Skotlannissa, Walesissa ja Pohjois-Irlannissa. Sveitsissä, Sloveniassa ja Ruotsissa WSP:n periaate toteutetaan HACCP:n kautta, koska näissä maissa talousveteen sovelletaan elintarvikelainsäädäntöä. Useissa muissakin EU-maissa on kehitetty erilaisia talousveden riskienhallintakeinoja. EU:n komissio on suositellut WSP:a etenkin keskisuurille talousvettä 50–5 000 henkilölle toimittaville laitoksille (Rapala 2011).

Suomessa nykyisen hallituksen ohjelmaan on kirjattu, että STM:n johdolla muodostetaan kansallinen talousveden turvallisuussuunnitelma. Tämä tarkoittaa maassamme WSP-mallin toimeenpanoa. Turvallisuussuunnitelman laatiminen edellyttää lainsäädännöllistä tarkastelua ja kolmen ministeriön hallinnonalan yhteensovittamista: talousveden laadun ja valvonnan osalta (STM), vesihuollon osalta (MMM) sekä vesivarojen suojelun, alueiden käytön

suunnittelujärjestelmän ja kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistojen osalta (YM). Suomessa on pyrkimyksenä lisäksi soveltaa WSP:n toimintamallia viemärointiin sekä yhteensovittaa viemärointi ja talousveden tuotanto selkeäksi kokonaisuudeksi. WSP:n valmistelussa aiottaneen valmistella kahta erityyppistä toimintamallia, joista kattavampi tulisi olemaan käytössä suurilla vesihuoltolaitoksilla ja suppeampi vesiosuuskunnilla sekä muilla pienillä vesilaitoksilla (Rapala 2011).

### Valvontatutkimusohjelma

Vesilaitoksen riskejä kartoittavana ja ennalta ehkäisevänä toimintasuunnitelmana voi toimia myös STM:n asetuksen mukainen valvontatutkimusohjelma, jos siihen sisällytetään laitosta koskevat paikalliset olosuhteet tai muut erityisvalvonnan tarpeet. Valvontatutkimusohjelmamallissa kuvataan turvallisuussuunnitelman tekemistä veden turvallisuussuunnitelman eli WSP:n mukaisesti. Valvontatutkimusohjelmassa olisi hyvä esittää toimenpiteet, joiden avulla vesilaitoksen ominaispiirteisiä ja tunnistettuja riskitekijöitä seurataan ja hallitaan (Vikman ja Arosilta 2006, Valvira 2010).

### 2.3.4 Kriisiviestintä

Vesihuoltolaitoksen on tiedotettava avoimesti ja aktiivisesti jo normaalioloissa. Laitoksen tulisi tiedottaa kuluttajia säännöllisesti toimittamansa veden laadusta. Laitos voi tehdä sen laitoksen/kunnan Internet-sivuilla, laskutuksen yhteydessä tai erillisenä tiedotteena esimerkiksi lehdessä. Myös muille tärkeille tahoille, kuten vettä ostaville laitoksille tulee tiedottaa heille toimitetun veden laadusta (Isomäki ym. 2006, Kelay ja Fife-Schaw 2009, Valvira 2010).

Vedenjakelukatkoksisista ja lievistä ongelmatilanteista on ilmoitettava kuluttajille. Veden laadun heikentyessä laitoksella tulee olla selkeät, etukäteen suunnitellut tiedotuskanavat, joiden kautta kuluttajille saadaan tiedotettua asiasta (Isomäki ym. 2006, Kelay ja Fife-Schaw 2009). Veden laatuun vaikuttavista toimenpiteistä kuten huuhteluista, putkistokorjauksista ja vesikatkoksisista on hyvä ilmoittaa vedenkäyttäjille ennakolta, jotta välttytään turhalta epätietoisuudelta. Niistä on hyvä ilmoittaa esimerkiksi alueella ilmestyvissä lehdissä, jotta tieto tavoittaisi mahdollisimman monet kuluttajat. Pienempiä alueita koskevissa tilanteissa tiedotus vedenkäyttäjille voidaan hoitaa talouksiin jaettavien tiedotteiden avulla (Valvira



2010). Vakavista veden laatuun vaikuttavista muutoksista on tiedotettava terveydensuojeluviranomaista välittömästi (Isomäki ym. 2006, Valvira 2010).

Kriisitilanteessa tiedon tarve kasvaa nopeasti. Kriisiviestintä on tehostettua viestintää poikkeuksellisessa tilanteessa, joka uhkaa ihmisiä, toimintaa tai mainetta. Kriisiviestinnän tavoitteet ovat:

- ihmisten turvallisuuden varmistaminen
- organisaatioiden toiminnan turvaaminen
- ohjeiden antaminen
- palvelujen järjestelyistä tiedottaminen
- totuudenmukaisen mielikuvan antaminen tilanteesta
- haitallisen toiminnan ehkäiseminen
- vesihuoltolaitoksen maineen suojaaminen
- sekä mahdollisten kriisien ennakoiminen ja niihin valmistautuminen (Vesihuoltopooli 2008, Suomen kuntaliitto 2009).

Vastuu tiedottamisesta on aina tilannetta johtavalla toimijalla tai viranomaisella. Normaalioloissa ja lievissä erityistilanteissa tiedottamisesta vastaa yleensä vesihuoltolaitoksen johto. Vakavammissa veden laatuhäiriö- ja epidemiatilanteissa yleensä terveydensuojeluviranomainen vastaa tiedottamisesta (Vikman ja Arosilta 2006, Valvira 2009). Erityistilanteessa kriisiviestinnän ehdoton edellytys on, että vesihuoltolaitoksella on siihen nimetty vastuhenkilö ja hänen poissa ollessaan varahenkilö, jotta tiedottaminen voidaan tehdä mahdollisimman nopeasti. Lisäksi vastuhenkilöllä on oltava tarpeelliset yhteystiedot käytettävänä ja tiedottamiskanavat valmiiksi suunniteltuna. Tiedon kulku tulisi varmistaa etukäteen kuluttajien ja viranomaisten välillä. Kaikkien kriisiviestintään ja -johtamiseen joutuvien henkilöiden on hyvä kirjata tapahtumien kulku muistiin, koska jälkepäin tapahtuneita on vaikea muistaa riittävän tarkasti (Vesihuoltopooli 2008, Kelay ja Fife-Schaw 2009).

Kriisiviestinnässä tulee ottaa huomioon eri kohderyhmät: vesihuoltolaitoksen henkilöstö (= sisäinen viestintä), viranomaiset sekä vedenkäyttäjät ja tiedotusvälineet (= ulkoinen viestintä). Kriisitilanteen havaitsevan henkilön vastuulla on nopea tiedon välittäminen esimiehelle, jonka tehtävänä on arvioida tilanne ja ottaa yhteys tarvittaviin tahoihin. Esimies tiedottaa asiasta

myös muille työntekijöille ja hän huolehtii siitä, että joku ottaa asiasta viestintävastuun. Tilanteen selvittämisen kannalta on erittäin tärkeää, että laitoksen työntekijöille kerrotaan tilanteesta, jotta pystytään tekemään oikeat korjaustoimenpiteet ja ehkäisemään lisävahinkojen synty (Vesihuoltopooli 2008).

Viestintävastuussa oleva henkilö toteuttaa ulkoisen viestinnän. Viranomaisille kohdennetun tiedottamisen päämääränä on varmistaa tilanteen hoitamiseksi tarvittava saumaton yhteistyö. Heidän kanssaan lisäksi sovitaan viestinnän työnjaosta. Vedenkäyttäjien kohdistuvassa tiedottamisessa on kaksi kohderyhmää: tavalliset kuluttajat ja erityisasiakkaat, kuten sairaalat, terveyskeskukset, vanhain- ja palvelukodit, koulut, päiväkodit, suuret eläintilat ja muut sellaiset kuluttajat, joille vedensaanti on ratkaisevaa toimintojen jatkumisen kannalta. Tiedotusvälineille tulee viestiä erikseen, koska niiden käyttö on useimmiten tehokkain tapa saada viestittyä asiakkaille häiriötilanteesta (Vesihuoltopooli 2008).

Kriisitilanteessa on olennaista huomioida ulkoisessa viestinnässä kohderyhmä, jolle tiedotetaan, minkä vuoksi olisi hyvä perehtyä etukäteen vesilaitoksen toiminta-alueella oleviin riskiryhmiin (kuten vanhuksiin, vieraskielisiin, sairaisiin tai muulla tavoin haavoittuvaisiin ihmisryhmiin) ja suunnitella sen myötä ennakolta sopivia tiedottamismenetelmiä. Hyvin kohdennettu viestintä poistaa epätietoisuutta ja auttaa tilanteen selvittämisessä (Nsiah-Kumi 2008, Kelay ja Fife-Schaw 2009). Vesihuoltolaitoksella tulee olla sen toiminta-alueella olevien kriittisten toimijoiden ajantasaiset yhteystiedot aina saatavilla. Nämä kohteet tulee kartoittaa varautumissuunnitelmaa tehdessä ja ne tulee pitää myös jatkossa säännöllisesti ajan tasalla (Vikman ja Arosilta 2006).

Välitöntä tiedottamista edellytetään, kun vedessä on tai perustellusti epäillään olevan taudinaiheuttajia tai muuta terveydelle vaarallista ainetta ja se huomataan esimerkiksi vesilaitoksen omassa käyttötarkkailussa, vedenkäyttäjien lisääntyneistä yhteydenotoista (esim. paha maku, sairastumiset) tai laitoksen omien havaintojen perusteella. Vesilaitoksen tulee informoida tällöin välittömästi terveydensuojeluviranomaisia veden saastumisepäilystä (Valvira 2009). Kriittisintä ja kiireellisintä tiedottaminen on veden saastumistapauksessa. Saastumistilanteen tiedottamistoimenpiteet on tärkeää suunnitella jo etukäteen. Kriisitilanteessa on keskeistä ajoittaa ja suunnata tiedottaminen oikein (Nsiah-Kumi 2008, Kelay ja Fife-Schaw 2009).

Epidemioiden selvittämistä, rajoittamista ja tiedottamista varten kunnissa on nimetty terveydensuojeluviranomaisen ennalta nimittämä selvitystyöryhmä. Tiedottaminen talousveden saastumisesta, keittokehotuksesta, veden käyttörajoituksista tai vaihtoehdoisen veden jakelusta aloitetaan välittömästi saastumishavainnon jälkeen. Tiedottamisen tulee tavoittaa kaikki vedenkäyttäjät (STM 2010). Vakavasta ongelmatilanteesta on tiedotettava kunnan johdolle ja ELY-keskukselle. Jos terveysvaara on ilmeinen eikä terveydensuojeluviranomainen ole tavoitettavissa, vesihuoltolaitoksen tulee itse tiedottaa asiasta vedenkäyttäjiä mahdollisimman nopeasti (Valvira 2009).

Välittömän tiedottamisen yhteydessä vedenkäyttäjille kerrotaan, minkälainen terveysvaara on kyseessä, mitä käyttörajoituksia on asetettu ja mihin vettä saa käyttää. Samalla kerrotaan korvaavan talousveden saannista (esim. vedenjakeleupisteet) sekä siitä mihin toimenpiteisiin asian tutkimiseksi on ryhdytty. Tiedotteesta on ilmentävä:

1. Kuka tiedottaa ja päivämäärä
2. Mitä, missä ja milloin on tapahtunut
3. Mitä seurauksia tapahtumasta on vedenkäyttäjille
4. Mihin toimenpiteisiin vedenkäyttäjien on ryhdyttävä
5. Mitä vesilaitos ja viranomaiset tekevät asian hoitamiseksi
6. Kuinka kauan tilanteen arvioidaan kestävän
7. Mistä saa tarvittaessa lisätietoja
8. Milloin ja missä asiasta tiedotetaan seuraavan kerran (Valvira 2009, STM 2010).

Seuraaville tahoille tulisi tiedottaa:

- kunnan puhelinneuvonta/keskus
- vedenkäyttäjät
- ihmisistä huolehtivat/hoitavat tahot
- suurkeittiöt
- toiminnasta vastaavat viranomaiset
- joukkoviestimet
- naapurikunnat
- vesiosuuskunnat
- yritykset (erityisesti elintarvikkeiden tuottajat)
- alkutuotanto, esimerkiksi eläintilat (STM 2010).

Tiedottamiskanavana voidaan käyttää:

- media (radio, tv, lehdistö, teksti-tv, verkkolehdet)
- Internet
- sähköposti
- puhelinneuvonta
- joukkotekstiviesti
- puhelin
- painetut tiedotteet
- viranomaistiedotteet (häätiedote/muu viranomaistiedote)
- muut kanavat, esimerkiksi kaiutinautot (Kelay ja Fife-Schaw 2009, Valvira 2009, STM 2010).

Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategiassa on lueteltu uhkamallit, joihin liittyy lukuisia kriisitilanteita, kuten sotilaallinen voimankäyttö (poikkeusolot). Tällöin ministeriöt määrittävät viestinnälliseen varautumiseen liittyvät vastuut hallinnonalansa virastoille ja laitoksille. Yleisperiaatteena on, että toimintaa johtava viranomainen vastaa viestinnän sisällöstä. Jos tilanne edellyttää useiden viranomaisten toimenpiteitä eikä ole selvää, kenelle yleinen johtovastuu kuuluu, valtioneuvosto päättää asiasta erikseen. Aluehallinnon toimijoiden tehtävänä on turvata alueensa väestölle ja elinkeinoille valtakunnallista viestintää yksityiskohtaisempaa ja myös paikalliset tarpeet huomioon ottavaa informaatiota. Jos esimerkiksi ihmisten turvallisuutta tai ympäristöä vaarantava tilanne on alueellisesti laaja, johtovastuu tai eri viranomaisten toiminnan koordinoituvastuu voi olla myös aluehallintoviranomaisella (aluehallintovirasto tai ELY-keskus). Tällöin aluehallintoviranomainen vastaa omasta viestinnästään ja paikallisen viestinnän koordinoinnista toimialueellaan ja -alallaan. Kriisitilanteissa kunnan vastuulla on viestiä kunnan palveluista kriisin aikana. Tällöin vesihuoltolaitoksen tulee antaa kunnan keskusjohdolle tiedottamisessa tarvittavat asiatiedot ja keskusjohto hoitaa tiedottamisen edelleen. Tiedottaminen voidaan tällöin hoitaa tapauksesta riippuen esimerkiksi seuraavasti:

- median välityksellä
- Internet-sivuilla
- tiedotustilaisuuksissa
- kirjallisia tiedotteita jakamalla

- kaiutinautoilla
- paikkakunnalla toimivien yritysten, yhdistysten tai vapaaehtoisten kautta (Suomen Kuntaliitto 2009).

### 3. TYÖN TAVOITTEET

Pro Gradu –tutkielmani tavoitteena oli laatia etukäteen valitulle vesihuoltolaitokselle varautumissuunnitelma, jonka avulla laitos pystyisi ennaltaehkäisemään erityistilanteiden syntymisen tai ainakin vähentämään niistä aiheutuvia haittavaikutuksia. Keskeinen osa varautumissuunnitelman laatimista oli vesihuoltolaitoksen nykytoimintojen kuvaaminen ja sen myötä uhkien/riskien kartoitus sekä toimenpide-ehdotusten laatiminen löydettyjen riskien pohjalta. Varautumissuunnitelmassa oli lisäksi olennaista laitoksen kriisiviestinnän suunnitteleminen erityistilanteita ja poikkeusoloja varten. Suunnitelman yhteyteen oli tarkoituksena laatia laitokselle erilaisia toimintaohjeita ja valmiita malleja tai lomakkeita. Suunnitelman tarkoituksena oli auttaa laitosta valmistautumaan erilaisten erityistilanteiden varalta, jotta laitoksen työntekijät kykenisivät toimimaan niissä mahdollisimman tehokkaasti.

Nykyisessä työtehtävissäni saatujen kokemusten perusteella olen huomannut, että vesihuollossa varsinkin pienet laitokset tarvitsisivat nykyistä parempaa varautumista erityistilanteita varten toimintavarmuutensa parantamiseksi. Tutkielmani tavoitteena oli selvittää, riittääkö pienelle vesilaitokselle tarkistuslistatyypinen riskien kartoitus, koska aiemmin tehtyjen tutkimusten mukaan (Molarius 2004, Gunnarsdóttir ja Gissurarson 2008) WSP -ohjeistuksen mukainen HACCP-arviointi ei palvele kovin hyvin pienten laitosten tarkoituspäriä.

## 4. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 4.1 VESIHUOLTOLAITOKSEN ESITTELY

Työn kohteena oleva vesihuoltolaitos oli kunnallinen pohjavesilaitos. Laitokselle laaditun suunnitelman piiriin kuuluivat myös siltä vettä ostavat vesiosuuskunnat, joita oli neljä kappaletta (osuuskunnat A, B, C ja D). Vesihuoltolaitoksella oli kaksi vedenottamoa, joista pienempää käytettiin varavedenottamona ja kulutushuippujen tasaamiseen. Laitos toimitti vettä noin 450 m<sup>3</sup>/vrk. Vesihuoltolaitokseen kuului lisäksi jätevedenpuhdistamo, jonka lähtevä jätevesimäärä oli noin 430 m<sup>3</sup>/vrk. Laitoksella työskenteli johtotehtävissä kaksi henkilöä ja laitospäällikönä kolme henkilöä. Henkilöstöön kuului lisäksi kaksi toimistotyöntekijää. Osuuskunnissa tehtäviä oli jaettu isännöitsijöiden ja hallituksen jäsenten kesken. Vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella oli vesijohtoverkoston liitetty noin 99 % ja viemäriverkoston noin 99 % alueella olevista kiinteistöistä. Osuuskunnat toimivat haja-asutusalueilla. Kyseinen vesihuoltolaitos valikoitui työn kohteeksi, koska suunnitelman laajuus saatiin laitoksen koko huomioiden rajattua sopivaksi työn kokonaisuuteen nähden.

### 4.2 VARAUTUMISSUUNNITELMAN SISÄLTÖ

Vesihuoltolaitokselle laadittiin varautumissuunnitelma normaaliolojen häiriö- ja erityistilanteita sekä valmiuslaissa tarkoitettuja poikkeusoloja varten. Erityislainsäädännössä säädettyjen suunnitteluvaihtoehtojen lisäksi varautumissuunnitelma sisälsi riskien tunnistamisen, haittojen ennaltaehkäisyä ja niiden vaikutusten minimoimisen sekä toimintaohjeet erityistilanteisiin. Varautumissuunnittelun lähtökohtana oli vesihuoltolaitokseen kohdistuvien uhkien tunnistaminen ja niistä aiheutuvien riskien arviointi. Riskien arvioinnin pohjalta kehitettiin toimenpide-ehdotuksia erilaisten uhkatekijöiden aiheuttamien riskien vähentämiseksi ja estämiseksi. Varautumissuunnitelmaan koottiin Isomäen ym. (2006) mukaisesti seuraavat asiat:

- laitospäällikön kuvaus: vedenhankinta, -käsittely ja -jakelu
- laitoksen uhkatekijät: niiden aiheuttamat haitat, todennäköisyys ja ennaltaehkäisy
- henkilöstön vastuualueet
- erityistilanteiden toimenpiteet: välittömät ja jatkotoimenpiteet

- kriisiviestintä

Varautumissuunnitelman tekoprosessi eteni taulukon 1 mukaisesti prosessin kestäessä noin vuoden verran. Aikataulua pidensi hieman kesätauco, jolloin vesilaitoksen henkilökunta oli lomalla.

Taulukko 1. Varautumissuunnitelman tekoprosessin aikatrendi.

<b>Aika</b>	<b>Työvaihe</b>	<b>Varautumissuunnitelman kohta</b>
5.10.2010	Taustatietojen saanti terveydensuojeluviranomaiselta (Vesihuolto-laitoksen valvontatutkimusohjelma, tarkastuspöytäkirjat laitoksille tehdyistä tarkastuksista)	Laitoskuvaus Riskien kartoitus
24.11.2010	Taustatietojen saanti vesihuolto-laitokselta (vanha valmiussuunnitelma, Vesihuollon kehittämissuunnitelma, prosessikaaviot, lupa-asiakirjat ym.)	Laitoskuvaus Riskien kartoitus
25.11.2010	Tarkistuslistojen tekeminen ja toimitus sähköpostitse vesilaitokselle ja vesiosuuskunnille	Riskien kartoitus
8.12.2010	Käynnit vedenottamoilla Haastattelut vesilaitoksella: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laitosjohtaja</li> <li>• Vastaava esimies</li> <li>• Laitosmies</li> </ul> Haastattelut osuuskunnissa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vastuuhenkilöt</li> </ul>	Laitoskuvaus Henkilöstön vastualueet Riskien kartoitus
17.12.2010	Terveydensuojeluviranomaisten haastattelu (saatu Terveystuhoon valmiussuunnitelma)	Riskien kartoitus Toimintaohjeet
8.12.2010–1.2.2011	Tarkistuslistalomakkeiden vastausten palautukset	Riskien kartoitus
23.2.2011	Taustatietojen saanti vesilaitokselta (VAP-lista)	Varautuminen poikkeus-oloihin
10.3.2011	Suunnitelman ensimmäisen luonnos-version toimittaminen vesilaitokselle luettavaksi	
20.4.2011	Varaveden tarpeen arviointia varten lomakkeen laatiminen ja toimitus sähköpostitse laitokselle ja osuuskunnille	Toimintaohjeet



<b>Aika</b>	<b>Työvaihe</b>	<b>Varautumissuunnitelman kohta</b>
12.5.2011	Vesiosuuskuntien riskien kartoitus valmis	Riskien kartoitus
12.5.2011	Pelastusviranomaisen haastattelu (Öljyntorjuntasuunnitelma)	Riskien kartoitus Toimintaohjeet
18.–19.5.2011	Erialaisten tiedotemallien laatiminen laitokselle ja osuuskunnille	Kriisiviestintä
23.5.2011	Varaveden tarpeen arviointilomakkeet valmiita	Varautumistoimenpiteet ja -ohjeistukset
23.6.2011	Suunnitelman toisen luonnosversion toimittaminen vesilaitokselle luettavaksi	
8.8.2011	Saatu pohjavesialueiden suoje- lusuunnitelmaluonnokset	Riskien kartoitus
10.8.2011	Taustatietojen etsiminen (Alueellinen vesihuollon kehittä- missuunnitelma ja vesienhoidon toimenpide- ohjelma)	Riskien arviointi Varautumistoimenpiteet
3.5.–16.8.2011	Vesilaitoksen riskien arviointi ja riskianalyysi	Riskien arviointi
17.8.2011	Vesilaitoskäynti Suunnitelman läpikäynti vastaavan esimiehen kanssa	Riskien toimenpide- ehdotukset
29.8.2011	Valituslomakkeen laatiminen	Toimintaohjeet
29.8.2011	Varautumissuunnitelmaluonnos tarkistettavaksi terveydensuojelu- viranomaiselle	
7.9.2011	Terveydensuojeluviranomaisen haastattelu	Toimintaohjeet
7.9.2011	Terveydensuojeluviranomaisen muutosehdotukset tehty	
8.9.2011	Vesilaitoksen dokumentointilomakkeen laatiminen	Toimintaohjeet
8.9.2011	Vesilaitoksen toimintaohjeet valmiita	Toimintaohjeet
8.9.2011	Tärkeät yhteystiedot –liite valmis	Kriisiviestintä
8.9.2011	Varautumissuunnitelma tarkistettavaksi vesilaitokselle	
8.9.–18.10.2011	Korjausten, lisäysten ja muutosten tekeminen varautumissuunnitelmaan	
24.10.2011	Varautumissuunnitelma valmistunut	

#### 4.2.1 Vesihuoltolaitoksen nykytilan kartoitus

Vesihuoltolaitoksen nykytoimintojen kartoittamiseksi kerättiin tietoja seuraavista asiakirjoista: laitoksen asiakirjat, kuten prosessikaaviot, lupa-asiakirjat, toimintakertomukset, tarkkailuohjelmat ja -tulokset sekä olemassa olevat muut selvitykset, kuten vesihuollon kehittämissuunnitelma, pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat ja laitoksen vanha valmiussuunnitelma. Näiden lisäksi kunnan ympäristöterveydenhuollosta saatiin käyttöön heidän laatimansa valmiussuunnitelma ympäristöterveyden erityistilanteita ja poikkeusoloja varten sekä pelastusviranomaiselta saatiin alueellisen pelastuslaitoksen laatima öljyvahinkojen torjuntasuunnitelma. Taustatietoja hankittiin lisäksi haastattelemalla vesilaitoksen vastaavaa esimiestä sekä terveydensuojelu- ja pelastusviranomaisia. Vesihuoltolaitoksen toimintoihin tutustuttiin myös paikan päällä vedenottamoilla suoritettujen käyntien yhteydessä. Laitoskäynneillä kiinnitettiin huomiota laitosprosesseihin, suojaustoimiin, sijaintiympäristöön, tekniikan ulkoiseen kuntoon ja toimintakäytäntöihin. Vesiosuuskuntien nykytoiminnot selvitettiin haastattelemalla niiden vastuuhenkilöitä, kuten hallituksen puheenjohtajia ja osuuskuntien isännöitsijöitä.

Nykytoiminnot selvitettiin seuraavilta vesihuollon osa-alueilta:

- vedenhankinta-alueiden kuvaus ja niiden toiminnot
- laitoksen toimintojen yleiskuvaus ja toiminta-alue
- laitoksen mitoituksen perustiedot
- raakaveden hankinta ja laitteisto
- raakaveden käsittely
- veden jakelu, kalusto ja väliaikainen vedenhankinta/jakelu
- viemäriverkosto, pumppaamoiden ja puhdistamon toiminta
- organisaatio ja henkilöstö sekä vastualueet
- resurssit ja hankkeet
- sammutusvesihuolto
- laitoksen luvat ja tarkkailuohjelmat sekä muut suunnitelmat
- yhteistyösopimukset (vesiosuuskunnat).

#### 4.2.1.1 Vedenhankinta, -käsittely ja -jakelu

Kunnan vedenhankinta perustui pohjaveden käyttöön. Vedenhankinnan kannalta tärkeisiin pohjavesialueisiin eli luokkaan I kuuluvia pohjavesialueita oli kunnan alueella neljä kappaletta, joista kahdella sijaitsivat kunnan omistamat vedenottamot.

Raakavetenä käytettävää pohjavettä pumpattiin vesihuoltolaitoksen päävedenottamon siiviläputkikaivoista. Pumppaamo/vedenkäsittelyrakennus sijaitsi kaivojen lähialueella. Kaivojen käyttöä vuoroteltiin, jotta saatiin veden rauta- ja mangaanipitoisuudet pysymään alhaisina. Pumppujen toimintaa ohjasi kulutuksen mukaan taajuusmuuttaja. Raakavesi pumpattiin kulloinkin käytössä olevasta kaivosta pumppaamo/vedenkäsittelyrakennukseen, jossa sijaitsivat raakaveden alkalointilaitteet. Raakaveden pH-arvo oli kaikissa kaivoissa alhainen, tämän vuoksi vettä alkaloitiin vesisoodaliuksella. Soodaliuos syötettiin soodapumpulla verkostoon lähtevään veteen. Laitoksella oli käytössään lähtevän veden jatkuvatoiminen pH:n seuranta, jossa pH:lle oli asetettu hälytysrajat (6,5 ja 9,5) ja niiden ylittyessä tapahtuvat hälytykset automaattisesti vesilaitokselle valvontaohjelman kautta. Yliannostustapauksessa alkalin syöttöpumppu kytkeytyy automaattisesti pois päältä. Pumppaamolta lähtevä vesi desinfioidiin jatkuvatoimisesti UV-säteilytyksellä. UV-lamppujen toimintaa seurattiin automaattisesti vedenkäsittelyrakennuksessa tehdyillä käynneillä, ja toimintatehon laskiessa lamput vaihdetaan välittömästi uusiin.

Vesilaitoksella oli päävedenottamon vedenkäsittelyrakennuksessa kloorausvalmius ja erillinen klooripumppu sekä ohjeet seinällä shokkikloorauksen suorittamista varten, mikäli vedenlaadussa havaittaisiin pikaisia toimenpiteitä vaativia ongelmia. Laitoksella valmius desinfiointiin aloittamiseen oli alle 6 tuntia.

Ottamon kaivoista osalla oli verkkoaidat ympärillä asiattomien pitämiseksi poissa alueelta. Yhdellä kaivolla aita ei ollut, mutta kaivo sijaitsi korkean kumpareen päällä. Kaivojen luukut olivat lukittavia ja kaivot olivat kaukovalvonnan piirissä kulunvalvonnan, veden pinnan ja paineiden seuraamisen sekä pumpun toiminnan osalta. Vedenkäsittelyrakennus ei ollut aidattu, mutta rakennuksessa oli kulunvalvonta.

Varavedenottamo sijaitsi eri pohjavesialueella kuin päävedenottamo. Ottamo toimi veden kulutushuippuja tasaavana varavedenottamona, jonka käyttö rajoittui niihin huoltojaksoihin,

jolloin päävedenottamon pumppaus jouduttiin katkaisemaan. Varavedenottamolla oli siiviläputkikaivo. Ottamolla ei ollut vedenkäsittelyä. Ottamo oli ylläpidetty toimintakuntoisena pumppaamalla vettä päivittäin pari kuutiota 15 minuutin ajan, jotta se olisi käyttövalmiustilassa, mikäli ylävesisäiliön vesipinta laskee tietyn tason alapuolelle. Raakavesi oli hieman hapanta ja tarvitsisi käsittelytoimenpiteeksi alkaloinnin. Vedenottamolla ei ollut mahdollisuutta veden desinfiointiin eikä siellä ollut UV-käsittelyä. Ottamotila ja kaivon luukku olivat lukittuja ja niissä oli kulunvalvonta. Molemmat olivat kaukovalvonnan piirissä.

Vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkosto oli pituudeltaan alle 50 km (lukuun eivät sisältyneet tonttijohdot) ja sen materiaalina oli PEH-muovi. Verkoston kuntoa ei ollut kartoitettu. Joitakin putkirikkoja oli esiintynyt esimerkiksi putkiston vanhimmissa osissa. Päävedenottamolta käsitelty vesi pumpattiin varavedenottamolle, josta se jaettiin toiminta-alueelle. Vesilaitoksen jakeluverkosto oli toteutettu yhdistettynä rengas-/haarajohtojärjestelmänä. Laitoksella oli kaksi paineenkorotusasemaa ja ne kuuluivat kaukovalvonnan piiriin. Verkostopaineita seurattiin paineenkorotusasemilla ja vedenottamolla valvomon kautta. Laitoksella oli lisäksi ylävesisäiliö, joka oli lukittu ja kaukovalvonnan piirissä. Ylävesisäiliön avulla voitiin varautua lyhyempien vedenjakelukatkosten varalta.

Jos vettä ei saataisi pumpattua päävedenottamolta, vaihtoehtoisina varavesilähteinä olivat ylävesisäiliö, varavedenottamo ja vesiyhteys kunnan eteläosassa toimivan eri pohjavesialueella olevan vesiosuuskunnan verkostoon. Jos vettä ei pystyittäisi toimittamaan edellä mainittujen varavesilähteiden ja vesijohtoverkoston kautta, vesilaitos voi joutua järjestämään väliaikaisen vedenjakelun esimerkiksi säiliökaluston avulla.

Vesihuoltolaitoksen valvontakohteissa tarkkailtiin jatkuvatoimisesti seuraavia muuttujia: verkostopaineet, kaivojen ja ylävesisäiliön vedenpinnat, pumppujen toimintahäiriöt, veden virtaamat, kulunvalvonta, pH, laitteiden automaatiohäiriöt ja pumppausmäärät. Mikäli mittaukselle annettu raja-arvo tai muu asetus ei ollut hyväksyttävissä rajoissa, kohteesta tuli hälytys valvomotietokoneelle. Valvomotietokone siirsi sen kauko-ohjelmalle tekstiviestikeskukseen, josta se edelleen välittyi päivystäjän matkapuhelimeen selväkielisenä. Valvontajärjestelmä oli suojattu väärinkäytöltä käyttäjätunnuksien ja salasanojen avulla. Salasanat ja käyttäjätunnukset pidettiin vain vesilaitoksen työntekijöiden tiedossa.

Vedenlaatua valvottiin (raakavesi, verkostovesi, jätevesi ja purkuvesistö) omana käyttötarkkailuna ja viranomaisvalvontana tarkkailuohjelmien mukaisesti.

#### **4.2.1.2 Viemärointi ja jätevedenpuhdistamo**

Kunnan taajaman ja haja-asutusalueiden jätevedet puhdistettiin kirkonkylän jätevedenpuhdistamossa, jota oli laajennuttu 1990-luvulla. Tyypiltään jätevedenpuhdistamo oli aktiivilietemenetelmään perustuva, jälkisaostuksella täydennetty rinnakkaissaostuslaitos. Rinnakkaissaostuksessa käytettiin saostuskemikaalina ferrosulfaattia. Jälkisaostuksessa käytettiin alumiinipohjaisia saostuskemikaaleja. Liete kuivattiin suotonauhapuristimella polymeeria apuna käyttäen ja kuivattu liete kuljetettiin naapurikunnan jätteenkäsittelylaitokselle. Puhdistamolta puhdistettu jätevesi johdettiin läheiseen avoviemäriin, joka laskee vesistöön johtavaan jokeen.

Vesihuoltolaitoksella oli erillisviemärointi. Hulevedet menivät osaksi erillisessä viemärissä ja osaksi avo-ojia pitkin vesistöön. Laitoksen viemäriverkoston pituus oli taajama-alueella noin 16 km ja se oli materiaaliltaan PVC-muovia. Verkostojen kuntoa ei ollut kartoitettu. Pohjavesialueella, jossa varavedenottamo sijaitsee, oli viettoviemäriä noin 1,6 km ja paineviemäriä samoin noin 1,6 km. Verkostossa oli tehty vuotovesiselvitystä ja vuotovesiä tuli laitokselle jatkuvasti arviolta 30 % virtaamasta.

Jätevedenpumppaamoja oli vesilaitoksen toiminta-alueella 11 kappaletta ja ne oli kytketty kaukovalvonnan piiriin. Niistä kaksi sijaitsi varavedenottamon kanssa samalla pohjavesialueella. Pumppaamoissa ei ollut ylivuotosäiliöitä. Pumppaamoiden vedenpinnan korkeudelle oli asetettu hälytysraja, jonka ylittyessä hälytys menee päivystäjän matkapuhelimeen.

#### **4.2.1.3 Organisaatio, henkilöstö ja vastualueet**

Vesihuoltolaitoksen omisti kunta ja sen toiminta kuului teknisen lautakunnan vastuualueeseen. Vesihuoltolaitoksen henkilöstö eli laitoksen vastaava esimies, laitospäälliköt ja muu henkilöstö toimivat teknisen toimen päällikön alaisuudessa ja he työskentelivät kunnan teknisissä palveluissa. Teknisen toimen päällikkö vastasi johtamisesta kaikissa tilanteissa poikkeusoloja lukuun ottamatta. Hänen poissa ollessaan johtovastuu oli

vesilaitoksen vastaavalla esimiehellä. Valmiuslain tarkoittamassa poikkeustilanteessa johtovastuu oli kunnan johtokeskuksella.

Vastaava esimies vastasi vesihuoltolaitoksen yleisestä toiminnasta normaali- ja poikkeusoloissa. Laitoksella oli kolme laitosiestä, joiden vastuualueina olivat kaukolämpö-, vesi- ja viemärlaitos. Laitoksen palveluksessa oli lisäksi kaksi toimistotyöntekijää, jotka vastasivat mm. laskutuksesta ja taloushallinnosta.

Laitosmiehillä oli kullakin vuorollaan yhden viikon päivystysvuoro. Kaikki laitosmiehet olivat suorittaneet vesihuollon hygieniosaamiskoulutuksen. Poikkeusoloja varten vastaava esimies oli suorittanut yksipäiväisen valmiuskoulutuksen. Osa henkilökunnasta oli vapautettu poikkeusoloja varten armeijan palveluksesta.

#### **4.2.1.4 Resurssit ja hankkeet**

Vuonna 2010 liittymien määrä oli kunnallisessa vesijohtoverkostossa noin 400 ja viemäriverkostossa noin 320 kiinteistöä. Vuonna 2010 vesijohtoverkoston pumpattu vesimäärä oli vajaat 140 000 m<sup>3</sup>, josta vesiosuuskunnille myyty määrä oli noin 60 000 m<sup>3</sup>. Jätevedenpuhdistamon lähtevä jätevesimäärä oli vuonna 2010 vajaat 160 000 m<sup>3</sup> sisältäen myös laitokselle tuodut sakokaivolietteet ja hulevedet. Lietettä kuivattiin noin 400 m<sup>3</sup>. Laskutettu jätevesimäärä oli noin 80 000 m<sup>3</sup> vuonna 2010.

Runsaasti vettä kuluttavaa teollisuutta ei vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella ollut. Suurimmat kuluttajat olivat vesiosuuskuntien ohella toimintakeskus, koulut, päiväkotit, terveyskeskus sekä hoitokodit. Lisäksi kunnan alueella toimi useita ravintoloita, parturi-kampaamoita sekä pienimuotoista teollisuutta, joiden toiminta oli riippuvaista veden saatavuudesta.

Vesi- ja jätevesimäärien arvioitiin pysyvän jatkossa nykyisellä tasolla; vedenkulutuksen kasvu oli ollut vuosittain alle viiden prosentin luokkaa. Pääpohjavedenottamolta verkostoon pumpattu vesi oli täyttänyt STM:n 461/2000 asetuksen mukaiset laatuvaatimukset ja -suositukset. Vesihuoltolaitoksen kapasiteetti oli ollut riittävä ja se pystyi ja pystyy jatkossakin vastaamaan vedenkulutukseen nykyisillä vedenottamoilla, mikäli ongelmia vedenlaadussa tai

-jakelussa ei ilmene. Jätevedenpuhdistamolla oli kapasiteettia puhdistaa nykyinen jätevesimäärä.

Vesihuoltolaitoksella oli parhaillaan menossa siirtoviemäriin rakentaminen, jonka valmistuttua kunnan jätevedet tultaisiin johtamaan muualle puhdistettaviksi. Puhdistamotoiminta lopetetaan hankkeen valmistumisen jälkeen. Vesihuoltolaitoksella ei ollut suunnitteilla siirtoviemärihankkeen jälkeen suurempia hankkeita. Parin tulevan vuoden aikana verkostoja tullaan laajentamaan kirkonkylän lähialueille.

#### **4.2.1.5 Sammutusvesihuolto**

Vesihuoltolaitokselle ei ollut laadittu erillistä sammutusvesisuunnitelmaa. Sammutusvettä voitiin ottaa verkoston paloposteista, luonnonvedenottoaikoista tai suoraan vedenottamoilta. Taajaman alueella sammutusvettä saatiin lisäksi palokaivosta. Palopostit ja niiden kunnan kartoitus oli suunnitelmaa tehtäessä selvityksen alla. Kunnan palolaitoksella oli käytössään vanha päivittämistarpeessa oleva palopostikartta.

Kahdessa kohteessa oli sprinklerijärjestelmä, jotka oli liitetty suoraan verkostoon. Palolaitoksella oli sammutuskalustona yksi sammutussäiliöauto ja varalla vanha sammutusauto. Lähin säiliöyksikkö oli naapurikunnan paloasemalla.

#### **4.2.1.6 Vesiosuuskunnat**

Kunnan vesihuoltolaitos myi ja toimitti vettä neljälle vesiosuuskunnalle. Niillä ei ollut omia vedenottamoita, vaan ne ostivat kaiken tarvitsemansa veden kunnan vesihuoltolaitokselta. Vesiosuuskunnassa A oli vuoden 2010 lopussa 46 liittymää. Verkoston pituus oli noin 11 km, materiaalina muovi. Suurimmat kuluttajat olivat alkutuotantotiloja ja koulu. Osuuskunnalla ei ollut varavesiyhteyksiä. Osuuskunnan B liittymämäärä oli vuoden 2010 lopussa 43 kiinteistöä. Verkoston pituus oli noin 19 km, materiaalina muovi. Suurimmat kuluttajat olivat alkutuotantotiloja. Osuuskunnalla ei ollut varavesiyhteyksiä. Osuuskunnassa C oli vuoden 2010 lopussa 130 liittymää. Verkoston pituus oli noin 60 km. Suurimmat kuluttajat olivat alkutuotantotiloja. Osuuskunnalla oli varavesiyhteys kunnan pohjoisosassa eri pohjavesialueella toimivan vesiosuuskunnan verkostoon, jolla oli oma vedenottamo. Yhteys ei ollut kuitenkaan toimiva, vaan se vaati toimiakseen paineenalennuksen rakentamisen.

Osuuskunnassa D liittymämäärä oli vuoden 2010 lopussa 219 kiinteistöä. Verkostotietoja ei ollut saatavilla. Suurimmat kuluttajat olivat alkutuotantotiloja, koulu ja hoitokoti. Osuuskunnalla D oli varavesiyhteys samaan kunnan pohjoisosissa toimivan vesiosuuskunnan verkostoon kuin osuuskunnalla C. Tämä yhteys vaati kuitenkin toimiakseen paineenalennuksen. Verkostolinja oli myös ollut pitkään suljettuna putkivuodon vuoksi, joten varavesiyhteyden toimintaan ottaminen vaatisi lisäksi vuodon korjaamisen ja putkiston huuhtelutoimenpiteitä.

#### **4.2.1.7 Luvat, tarkkailuohjelmat ja muut suunnitelmat**

Ympäristölupavirasto oli myöntänyt kunnalle luvan ottaa pohjavettä 750 m<sup>3</sup>/vrk päävedenottamalla. Ottamolle oli lisäksi vahvistettu lähi- ja kaukosuoja-alueet, joita oli laajennettu vuonna 1996. Vesioikeus oli myöntänyt kunnalle luvan ottaa pohjavettä varavedenottamalla 500 m<sup>3</sup>/vrk.

Vesilaitokselle oli laadittu valvontatutkimusohjelma vuonna 2006, jonka mukaiset säännölliseen valvontaan ja käyttötarkkailuun kuuluvat talousvesinäytteet oli tutkittu näytteenottosuunnitelman mukaisesti. Raakavesikaivojen laatua oli seurattu kolme kertaa vuodessa otettavilla näytteillä ja jakeluverkostosta oli otettu näytteet kuusi kertaa vuodessa viidestä pisteestä jakeluverkoston eri osista. Jätevedenpuhdistamolle oli laadittu kuormitustarkkailuohjelma vuonna 1999, jonka mukaiset kuormitustarkkailunäytteet oli tutkittu näytteenottosuunnitelman mukaisesti. Purkuvesistölle oli laadittu kuormitustarkkailuohjelma vuonna 2010 ja sitä oli täydennetty vuonna 2011. Näytteet oli otettu ohjelman mukaisesti neljä kertaa vuodessa.

Kunnalle oli laadittu Vesihuollon kehittämissuunnitelma vuonna 2004. Suunnitelmasta ilmeni, mitkä kunnan alueet oli tarkoitus saattaa vesihuoltolaitosten verkostojen piiriin ja millä aikataululla toimenpiteet oli tarkoitus toteuttaa. Lisäksi suunnitelmassa kartoitettiin muita vesihuollon kehittämistarpeita koko kunnan alueella. Kunnan pohjavesialueille oli laadittu vuoden 2011 aikana pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat.



#### 4.2.2 Riskitekijöiden kartoitus, arviointi ja riskianalyysi

Riskien kartoittamisen lähtötiedoiksi selvitettiin vesihuoltolaitoksen ja -osuuskuntien nykytoiminnot ja niissä tapahtuneet mahdolliset häiriötilanteet sekä laitoksen ja osuuskuntien sen hetkiset varautumistoimenpiteet. Jätevedenkäsittelyn osalta tehtiin riskitekijöiden kartoitus vain niiden toimintojen (viemärointi) osalta, jotka tulevat säilymään jatkossakin vesihuoltolaitoksella siirtoviemäriin käyttöönoton jälkeen.

Riskien kartoitus tehtiin haastattelemalla työntekijöitä ja ns. tarkistuslistamenetelmällä sekä paikan päällä suorituilla käynneillä. Haastateltavina vesilaitokselta olivat kaksi johtotehtävissä ollutta henkilöä ja yksi laitospäälliköistä. Vesiosuuskunnista haastateltiin joko hallituksen puheenjohtajaa tai isännöitsijää. Ympäristöterveydenhuollosta haastateltiin kahta terveydensuojeluviranomaista. Heidän lisäksi haastateltiin pelastusviranomaista (kunnan paloaseman vs. palomestari). Riskienkartoituslomakkeen jakelu tehtiin marraskuussa 2010 sekä haastattelut ja laitospäälliköt suoritettiin saman vuoden joulukuussa. Riskien kartoituslomakkeen pohjana käytettiin ympäristöoppaassa Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen liitteenä 2 ollutta vesihuoltolaitoksen tarkistuslistaa. Sitä muokattiin vesihuoltolaitokselle ja -osuuskunnille sopivaan muotoon. Lisäksi siihen lisättiin jätevedenpuhdistamoa koskevia kysymyksiä. Kartoituksessa käytetty riskien kartoituslomake on tutkielman liitteenä 1. Osa vesilaitoksen työntekijöistä (kolme henkilöä) sekä kaikkien vesiosuuskuntien vastuhenkilöt (neljä henkilöä) vastasivat riskien kartoituslomakkeen kysymyksiin. Osuuskunnat vastasivat ainoastaan niiden osioiden kysymyksiin, jotka koskivat heidän toimintojaan. Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmia käytettiin lähtötietoina vedenhankinta-alueiden riskitekijöiden kartoituksessa. Tietojen keräämisessä käytettiin apuna samoja asiakirjoja kuin nykytoimintojen selvittämisessä (kappale 4.2.1).

Kun riskit oli kartoitettu ja tunnistettu, niille tehtiin riskien arviointi, jossa arvioitiin riskien todennäköisyys ja niiden aiheuttamat seuraukset. Arvioinnissa käytettiin Valviran valvontatutkimusohjelmamallin riskien arviointitaulukkoa (taulukko 2) (Valvira 2010). Riskien arviointi tehtiin vesilaitoksen päätoimintojen eli vedenhankinnan, -käsittelyn ja -jakelun sekä viemäroinnin osalta. Kunkin riskitekijän osalta taulukossa arvioitiin sen esiintymistajuuus ja seurausten vakavuus. Riskitaulukossa seurausten vakavuudelle ja tapahtuman todennäköisyydelle oli viisi eri tasoa. Seurausten vakavuus oli merkityksetön, kun riskin toteutuessa siitä aiheutuvat vaikutukset eivät olleet havaittavia eikä niillä ollut

merkitystä toimintaan. Seurausten vakavuus oli vähäinen, mikäli siitä aiheutui esteettistä haittaa. Seurausten vakavuuden ollessa huomattava siitä seurasi terveydellistä haittaa. Epidemian mahdollisuus muodostui, mikäli riskin toteutuessa seuraukset olivat vakavia. Jos seuraukset olivat erittäin vakavia, oli kuoleman mahdollisuus. Tapahtuman todennäköisyys oli harvinainen, mikäli sen tapahtumataajuus oli kerran 10 vuodessa, tai satunnainen, jos se tapahtui kerran viidessä vuodessa. Tapahtuma oli tavanomainen sen esiintyessä kerran vuodessa ja todennäköinen, jos se tapahtui kaksi kertaa vuodessa. Riskin toteutuessa siitä aiheutuva tapahtuma oli erittäin todennäköinen, jos sen esiintymistäajuus oli kerran kuukaudessa tai useammin. Tehtyjen selvitysten perusteella valittiin ensiksi seurausten vakavuus taulukon ylimmältä riviltä ja sen jälkeen tapahtuman todennäköisyys ensimmäisestä sarakkeesta. Riski oli valittujen kohtien leikkauspisteessä olevan arvon suuruinen. Riskin suuruus sai pienimmillään arvon 1 (erittäin vähäinen riski) tai suurimmillaan 5 (erittäin korkea riski) ja ne on eroteltu taulukossa eri väreillä.

Taulukko 2. Riskien arviointitaulukko (Valvira 2010).

Esiintymistäajuus	Seuraus				
	Merkityksetön 1	Vähäinen 2	Huomattava 3	Vakava 4	Erittäin vakava 5
Erittäin todennäköinen (kerran kuukaudessa tai useammin) 5					
Todennäköinen (kaksi kertaa vuodessa) 4					
Tavanomainen (kerran vuodessa) 3					
Satunnainen (kerran viidessä vuodessa) 2					
Harvinainen (kerran 10 vuodessa) 1					
Erittäin korkea riski					
Korkea riski					
Keskitasoinen riski					
Vähäinen riski					
Erittäin vähäinen riski					

Lisäksi työssä käytettiin riskien todennäköisyyksien ja seurausten arvioinnissa riskianalyysitaulukkoa (Raudasoja 2009), jossa riskit jaoteltiin eri kategorioihin: järjestelmän toimintahäiriöt, saatavuushäiriöt, ympäristötekijät sekä toimintaohjeet ja suunnitelmat (riskianalyysitaulukko, liite 2). Riskiluokat olivat riskitaulukon (taulukko 2) mukaisesti: erittäin vähäinen riski = 1, vähäinen riski = 2, keskitasoinen riski = 3, korkea riski = 4, erittäin korkea riski = 5. Riskianalyysitaulukkoon sisällytettiin myös jo tehdyt tai suunnitellut ehkäisevät toimenpiteet uhkatekijöille.

#### **4.2.3 Vesihuoltolaitoksen kriisiviestintä**

Tässä työssä laadittu varautumissuunnitelma sisälsi tiedottamisen normaalioloissa sekä kriisiviestinnän erityistilanteissa ja poikkeusoloissa. Suunnitelmaan tehtiin tiedottamisohjeistukset veden laatusuosituksen ja -vaatimusten ylitysten, saastumistapausten, muiden erityistilanteiden sekä poikkeusolojen varalle. Vesihuoltolaitokselle ja -osuuskunnille tehtiin valmiita erilaisia tiedottamismalleja (liitteet 3, 4 ja 5; tiedotemalli tiedotusvälineille, tiedotemalli saastumistapauksia varten ja tiedotemalli jälkihoitotilanteisiin) esimerkiksi saastumistilanteen tiedottamista varten ja suunnitelmaan kirjattiin, mitä tiedotuskanavia kyseisessä tilanteessa käytettäisiin ja mille tahoille tiedotettaisiin. Suunnitelman liitteeksi kerättiin liitteeksi vesihuoltolaitoksen ja -osuuskuntien tärkeät yhteystiedot, jotka sisälsivät tiedottamis- ja viranomaistahot, erityiskäyttäjät sekä muut tärkeät toimijat ja yhteistyökumppanit. Vesihuoltolaitokselle ja -osuuskunnille nimettiin tiedottamisesta vastaavat henkilöt ja heille varahenkilöt. Vesihuoltolaitoksen osalta ohjeistettiin ulkoisen viestinnän lisäksi sisäisen viestinnän toimenpiteet (liite 6 tiedotemalli sisäiseen tiedottamiseen). Tiedotemallien pohjana käytettiin Vesihuoltopoolin (2008) julkaisemassa Vesihuoltolaitoksen kriisiviestintäohjeessa olleita tiedottamismalleja.

## 5. TULOKSET

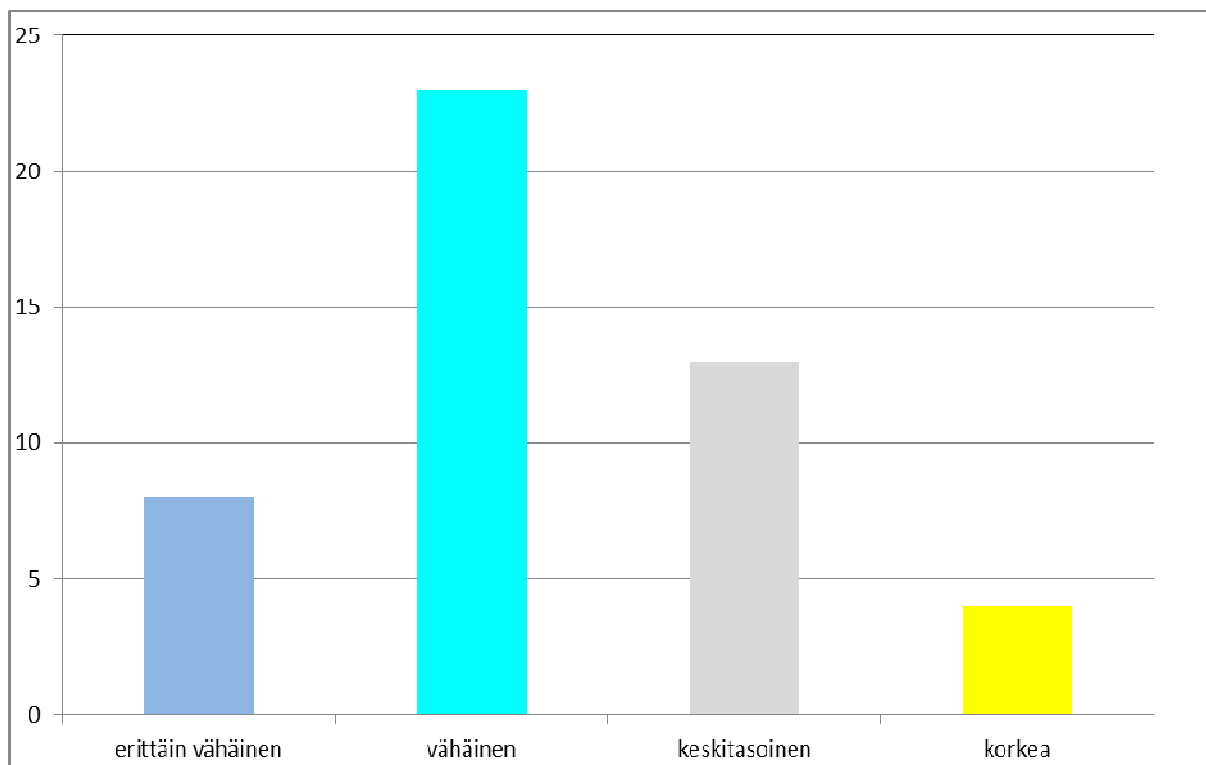
### 5.1. RISKIANALYYSIN TULOKSET

Riskianalyysissa tuli esille 48 erilaista riskitekijää, jotka jakaantuivat alla olevan taulukon 3 mukaisesti eri luokkiin. Tuplaviivatun rajan sisällä olevat riskit (33 kpl) kuvaavat vakaviin riskiluokkiin kuuluvia riskejä, jotka eivät ole hyväksyttävällä tasolla ja joihin korjaavat toimenpiteet tuli ensisijaisesti kohdistaa. Riskeistä 16 tapauksessa esiintymistaajuus oli harvinainen, mutta seuraukset olisivat vakavia (11 tapausta) tai erittäin vakavia (5 tapausta). Kuuden riskitekijän esiintymistaajuus oli satunnainen ja seuraukset vakavia. Kuuden riskitekijän osalta esiintymistaajuus oli tavanomainen ja seuraukset vakavia, sekä neljän riskitekijän osalta esiintymistaajuus oli todennäköinen ja seuraukset vakavia.

Taulukko 3. Vesihuoltolaitoksen riskienarviointitaulukko.

Tapahtuman todennäköisyys	Tapahtuman seuraukset				
	Merkityksetön 1	Vähäinen 2	Huomattava 3	Vakava 4	Erittäin vakava 5
Erittäin todennäköinen 5					
Todennäköinen 4				4	
Tavanomainen 3	2	2	1	6	
Satunnainen 2	1	1	4	6	
Harvinainen 1		2	3	11	5
Erittäin korkea riski					
Korkea riski					
Keskitasoinen riski					
Vähäinen riski					
Erittäin vähäinen riski					

Riskianalyysin perusteella riskitekijät jaoteltiin eri riskiluokkiin, jotka on esitetty kuvassa 11. Sen mukaan havaittiin, että vesihuoltolaitoksen toimintoihin kohdistuvista riskitekijöistä erittäin vähäisiä riskejä oli 8 kpl, vähäisiä 23 kpl, keskitasoisia 13 kpl ja korkeita 4 kpl. Erittäin korkeita riskejä ei analyysissä havaittu.



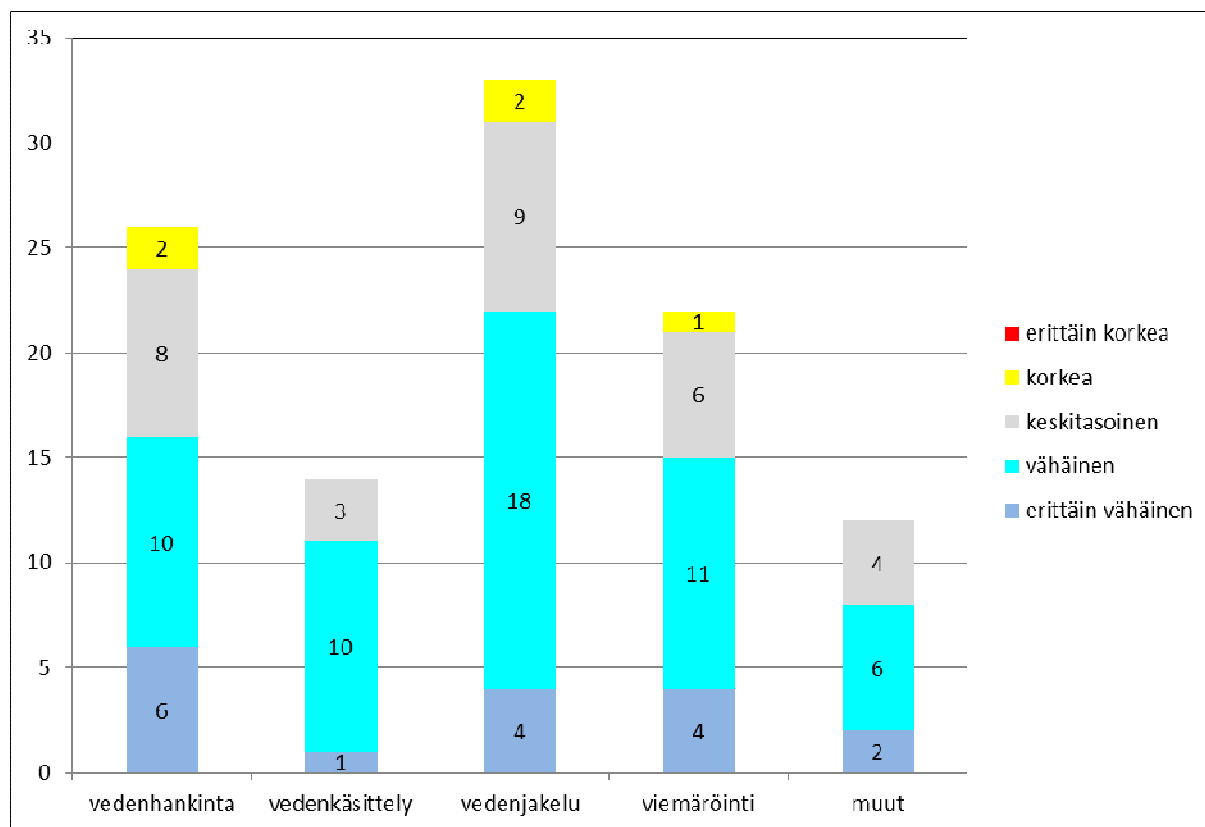
Kuva 11. Riskitekijöiden jakaantuminen eri riskiluokkiin.

Riskitekijät jakaantuivat vesihuoltolaitoksen toimintojen osalta seuraavasti (kuva 12):

- vedenhankinta-alueet ja niillä olevat toiminnot 26 kpl
- vedenkäsittely 14 kpl
- vedenjakelu 33 kpl
- viemäröinti 22 kpl
- muut toiminnot (mm. toimintatavat, ohjeet, suunnitelmat) 12 kpl

Osa riskitekijöistä kohdistui samanaikaisesti useampiin toimintoihin, joten tämän vuoksi niiden lukumäärä erosi riskianalyysissä saadusta kokonaismäärästä.

Riskitekijät jakaantuivat vesihuoltolaitoksen toimintojen osalta eri riskiluokkiin kuvan 12 mukaisesti. Vedenjakelua koskevia riskitekijöitä havaittiin eniten, mutta niistä suurin osa oli erittäin vähäisiä tai vähäisiä. Samoin oli vedenhankinnan, -käsittelyn, viemäroinnin ja muiden toimintojen osalta. Keskitasoiset riskit kohdistuivat eniten vedenhankintaan ja -jakeluun. Korkeat riskitekijät jakaantuivat kolmen eri toiminnon kesken siten, että kaksi niistä kohdistui vedenhankintaan, kaksi vedenjakeluun ja yksi viemärointiin.



Kuva 12. Vesihuoltolaitostoiimintoihin kohdistuvien riskitekijöiden jakaantuminen laitoksen eri toimintojen ja riskiluokkien välillä.

Riskianalyysin perusteella riskien osalta tehtiin priorisointia. Erittäin vähäisten riskien osalta katsottiin, ettei niiden osalta ollut tarvetta toimenpiteille. Vähäisten riskien osalta seurataan tilannetta. Vähäisistä riskeistä osa (16 kpl) kuitenkin oli vaikutuksiltaan vakavia tai erittäin vakavia (taulukko 3), joten niille suunniteltiin korjaavia tai ehkäiseviä toimenpiteitä. Keskitasoiset riskit vaativat toimenpiteitä ja korkeiden riskien aiheuttamia uhkia oli vähennettävä nopeasti.

### 5.1.1 Vesilaitos

Vesihuoltolaitoksen päävedenottamo sijaitsi pohjavesialueella, jolle oli vahvistettu ottamon lähi- ja kaukosuojavyöhykkeet. Pohjavesialue oli metsätalousvaltaista aluetta, jonka johdosta alueella voi aiheutua riski pohjaveden laadulle mahdollisten torjunta-aineiden tai lannoitteiden käytöstä. Alueella olevasta raakavesikaivosta oli aiemmin todettu vähäisiä määriä torjunta-aineita. Niiden esiintymissyiksi oli epäilty vedenottamon läheisyydessä olevan metsän taimikonhoidossa mahdollisesti käytettyjä torjunta-aineita.

Pohjavesialueen läpi kulki kaksi yksityistietä, joiden liikennemäärä oli vähäinen. Suurimman riskin tiellä ja pohjavesialueella aiheutti koneellisista metsänhakuista johtuva liikennöinti. Pohjavesialueella ei ollut yleistä viemärointiä ja jätevedet käsiteltiin kiinteistökohtaisesti. Alue oli harvaan asuttua ja jätevesiä maaperään päästävät asuinkiinteistöt sijaitsivat etäällä vedenottamoalueelta. Päävedenottamon pumppaamo ja vedenkäsittelyrakennus sekä kaivot olivat siellä suoritetuilla käynneillä yleisilmeeltään siistissä ja toimivassa kunnossa. Ottamalla ei ollut ilmennyt suurempia toimintahäiriöitä. Ottamalla oli käytössä UV-käsittely ja varalla kloorauslaitteisto.

Kunnan varavedenottamo sijaitsi pohjavesialueella, joka muodostui metsätalous-, maatalous- ja rakennuskaava-alueesta. Alueella sijaitsi maanteitä ja hautausmaa. Pohjaveden virtaussuunta oli todennäköisesti hautausmaalta vedenottamon suuntaan, mikä voi aiheuttaa riskin pohjaveden laadulle. Pohjavesialueen läpi kulki kaksi yleistä tietä. Niistä toisella kulki jonkin verran raskasta liikennettä ja esimerkiksi öljy- ja kemikaalikuljetuksia, jolloin pohjavesille haitallisten aineiden kulkeutuminen olisi mahdollista erilaisten onnettomuustilanteiden seurauksena. Toisen tien varressa ollut pohjavesialuetta osoittava kyltti oli huonosti sijoitettu. Tietä suolattiin syksyisin ja keväisin. Mahdollinen suolauksen vaikutus pohjaveden laatuun näkyisi vasta pitkällä aikavälillä. Kloridi ei pidäty maaperään, vaan se liukenee täysin pohjaveteen. Kloridipitoisuuden nousu lisää pohjaveden syövyttävyyssominaisuuksia ja kasvattaa täten esimerkiksi putkirikkojen riskiä.

Varavedenottamon kaivon lähellä (alle 50 metriä) sijaitsi pylväsmuuntaja. Se aiheutti uhkatekijän raakavedelle esimerkiksi ukkosen iskiessä muuntajaan, jolloin kaivo voi saastua. Pohjaveden muodostumisalueella oli myös toinen pylväsmuuntaja. Pohjavesialueella oli lisäksi käytöstä poistettu ampumarata, joka oli luokiteltu selvitystarpeessa olevaksi maa-

alueeksi. Varavedenottamo ja sen ympäristö olivat suoritettulla käynnillä siistissä kunnossa eikä ottamalla ollut esiintynyt toimintahäiriöitä.

Kunnan päävedenottamon joutuminen jonkin syyn vuoksi (esimerkiksi saastumisen johdosta) pois käytöstä tai syöttövesijohdon rikkoutuminen aiheuttivat riskin vesilaitoksen toiminnalle. Näiden tapausten johdosta vedenjakelulle voi aiheutua pidempiaikainen katkos. Varavedenottamolta vettä saatiin käyttöön tarvittaessa heti, mutta sen vedentuottokapasiteetti ei riittäisi tuottamaan vettä koko jakelualueelle. Kunnan eteläosassa eri pohjavesialueella toimivan vesiosuuskunnan vesiyhteyttä kunnan verkostoon ei pystytty hyödyntämään riittämättömän putkiyhteyden ja paine-erojen vuoksi. Ylävesisäiliön vesi riittäisi vain noin vajaaksi vuorokaudeksi ja tämän jälkeen vettä jouduttaisiin säännöstelemään kuluttajille.

Riskin vesihuoltotoiminnalle voi aiheuttaa ilkeältä, joka kohdistuisi vedenottamoihin ja -käsittelylaitokseen, niiden automaatiojärjestelmiin sekä paineenkorotuspumppaamoihin ja ylävesisäiliöön. Myös verkosto voi olla alttiina ilkevallalle rakennus- ja huoltotöiden aikana. Ilkeältä sulkuventtiilien tai palopostien osalta tuottaisi vedenjakelun kannalta riskin sen toiminnalle. Varavedenottamoaluetta ei ollut aidattu eikä ottamon kaivon tuuletusputkessa ollut suojaverkkoa. Päävedenottamon syrjäinen sijainti ja vedenkäsittelyrakennuksen aitaamattomuus voi altistaa ottamon ilkevallalle.

Pumppujen ja laitteiden rikkoutuminen aiheutti riskin vesilaitoksen toiminnalle. Laiterikot varsinkin taajuusmuuttajien osalta voivat aiheuttaa pidempiä katkoksia vedenjakelulle. Osa niistä oli jo vanhoja. Joitakin pumppuja oli jouduttu myös uusimaan. Laitoksella riskiä pienensivät olemassa olevat varapumput ja laitteet. Lisäksi henkilökunnalla oli valmiudet ryhtyä yleisimpiin korjaustoimenpiteisiin. Laitosautomaation häiriöt eivät heijastuneet suoranaisesti veden saantiin. Vaikka koko automaatiojärjestelmä olisi käyttökelvoton, pystyisivät vedenottamot edelleen käsikäytöllä pumppaamaan vettä verkostoon. Riskinä tällöin kuitenkin olisi, hallitsisiko työntekijä kyseisen tekniikan. Ohjaus- ja valvontajärjestelmien osalta laitoksella oli sopimus niiden säännöllisestä huollosta ja ylläpidosta sekä automaatiikkaa oli uusittu viime vuosina.

Alkalointijärjestelmän häiriö/vaurioituminen voi aiheuttaa alkalisen syötön suhteen ali/yliannostuksen. Ongelmatilanteissa veden hiilidioksidipitoisuus voi jäädä liian korkeaksi tai veteen voi tulla natriumkarbonaattisaostumia. Yliannostuksessa myös veden pH nousisi.



Laitoksella oli tämän vuoksi jatkuvatoiminen pH-seuranta. Riski veden laadulle voisi kuitenkin aiheutua pH-mittarin tai sen elektrodin toimintahäiriöstä tai rikkoutumisesta.

Laitoksella ei ollut testattu säännöllisesti desinfiointilaitteiston toimivuutta, mikä aiheutti riskin mahdollisessa epidemiatilanteessa toimimiselle. Laitoksella ei ollut varastoituna desinfiointikemikaalia, vaan kemikaali hankittaisiin klooraustarvetta varten kunnassa olevalta ulkopuoliselta yritykseltä. Tämä aiheuttaisi riskin kloorauksen suorittamiselle, mikäli kemikaalia ei olisikaan saatavana kyseiseltä yritykseltä. Desinfiointi oli mahdollista suorittaa ainoastaan päävedenottamalla, varavedenottamalla ei ollut siihen mahdollisuutta. Mikäli pohjavesi kyseisellä alueella saastuisi, varavedenottamo jouduttaisiin pahimmassa tapauksessa sulkemaan.

Saatavuushäiriöitä voi aiheuttaa pitkäaikainen ja laaja-alainen sähkökatkos, joka haittaisi veden pumppausta kaivoista, vedenjakelua sekä verkostojen toimintaa. Lyhytaikainen häiriötilanne vedenjakelussa voitaisiin hoitaa käyttämällä ylävesisäiliön tasaustilavuutta, mutta sähkökatkon kestäessä yli puoli vuorokautta vedenjakelulle voisi aiheutua vakava jakeluhäiriö, kun ylävesisäiliö ehtisi tyhjäntyä. Pitempiaikaisen häiriötilanteen ollessa kyseessä voisi olla tarpeen käyttää joko veden väliaikaista säännöstelyä tai vedensäiliöjakelua. Kunnan vedenottamot saivat virtansa sähköverkosta siten, että molempien ottamoiden yhtäaikaisten virransaannin keskeytyminen oli epätodennäköistä ja voi tapahtua ainoastaan poikkeuksellisen suurissa sähköverkostovaurioissa ja poikkeusoloissa. Sähkökatkosten varalle ei ollut hankittu varavoimaa eikä asennettu tarvittavia liitännöitä, joten tämä aiheutti riskin vedenottamoiden toiminnalle.

Kaikki vaativimmat huolto- ja korjauspalvelut oli ostettu yksityisiltä yrityksiltä. Saatavuushäiriöitä voi ilmetä niiden saannin lisäksi myös vesilaitosten prosessilaitteistojen varaosien suhteen. Laiterikkojen (esimerkiksi taajuusmuuttajat) korjausten viivästyminen huoltopalveluiden saatavuushankaluuksien takia voi aiheuttaa katkoksia veden pumppaamiselle ja voi siten pysäyttää vedenjakelun.

Vedenjakelulle riskejä aiheuttivat putkirikot, erilaiset saatavuusongelmat ja sen myötä veden riittävyys häiriötilanteissa, verkoston saastuminen, eri vedenjakelurakenteiden tuhoutuminen ja häiriöt verkoston automaatiojärjestelmissä. Riski jakautui vesihuoltolaitoksen lisäksi siltä vettä ostaville vesiosuuskunnille. Osuuskunnissa oli tapahtunut joitakin putkirikkoja

esimerkiksi kaivutöiden yhteydessä. Vesilaitoksella riskialttiimpia vuodoille olivat putkiston vanhimmat osat (varavedenottamo-taajama – akseli, päävedenottamon runkolinja). Osassa vanhoja putkilinjoja on kaivantojen täytöissä ja putkien asennuserroksissa ollut puutteita, koska putkien ympärille oli jäänyt kiviä. Tämän johdosta oli aiheutunut joitakin putkirikkotapauksia, kun kivet olivat päässeet rikkomaan putkia. Jos laitoksen jakeluverkossa tapahtuisi putkirikko tai jonkun verkosto-osan saastuminen, kyseinen vaurio kohta voitiin eristää muusta verkostosta sulkuventtiilien avulla, jolloin ilman vettä jäävä alue saataisiin rajattua mahdollisimman pieneksi. Runkoventtiileitä oli myös lisätty vesijohtoverkoston laajentumisen myötä.

Vesilaitoksella ja -osuuskunnilla vesijohtoverkoston saastumisen riski oli riskianalyysin mukaan keskitasoa. Verkoston saastumisen syy voi olla jäteveden, öljyn tai kemikaalin pääsy putkirikon yhteydessä vesijohtoveden sekaan ja kriisitilanteissa olisi huomioitava myös veden myrkyttäminen ilkevaltaisesti. Vesijohtoputket olivat osin samassa kaivannossa viemäriputkien kanssa, josta voi aiheutua riski verkoston saastumiselle. Verkostojen kuntoa ei ollut kartoitettu eikä verkoston puhdistamista esimerkiksi huuhtelemalla ollut tehty. Vesihuoltolaitoksella ja -osuuskunnilla oli käytössään paperiversiot vesijohto- ja viemäriverkostokartoista, jotka eivät olleet välttämättä ajantasaisia.

Vedenjakelurakenteiden kuten ylävesisäiliön tai paineenkorotusasemien tuhoutuminen esimerkiksi tulipalossa aiheuttaisi verkostopaineiden liiallista alenemista sekä veden laadullisen tason huononemista. Vedenkäsittely- ja ylävesisäiliörakennuksissa ei ollut palohälytintä. Sulkuventtiilien ja palopostien kuntoa ei ollut kartoitettu.

### **5.1.2 Viemäriverkosto**

Viemäriverkoston osalta oli tehty vuotovesiselvityksiä ja varsinkin keväisin vuotovesitilanne oli ollut vaikea. Viemäriverkossa oli ollut joitakin putkirikkoja ja jonkin verran putkien tukkeutumisia. Putkien vaurioituminen oli aiheutunut maan kaivuusta ja siitä oli seurannut viemärivuotoja. Tietyillä alueilla vesijohto ja viemäri olivat samassa kaivannossa. Maankaivuun yhteydessä molempien putkien yhtäaikainen rikkoutuminen voi olla mahdollista, mikä voi aiheuttaa riskin jäteveden johtumisesta suoraan talousvesiverkostoon. Varavedenottamo sijaitsi pohjavesialueella, jossa oli vietto- ja paineviemäriputkia. Rikkoutuessaan ne aiheuttaisivat riskin pohjaveden ja varavedenottamon raakaveden laadulle.

Jätevedenpumppaamoista kaksi sijaitsi samalla pohjavesialueella varavedenottamon kanssa, eikä niissä ollut ylivuotosäiliöitä. Jos pumppu rikkoutuisi tai virransyötössä olisi häiriöitä esimerkiksi sähkökatkon johdosta, tällöin voisi tapahtua ylivuotoja. Silloin oli olemassa myös vaara pohjaveden saastumisesta. Alueella oli lisäksi vielä muutamia kiinteistöjä, joissa oli kiinteistökohtainen jätevedenkäsittely, mm. kaksi kiinteistöpumppaamo.

### **5.1.3 Muut toiminnot**

Kunnalta vettä ostavat vesiosuuskunnat olivat täysin kunnan päävedenottamon varassa eikä niillä ollut käytettävissä ala/ylävesisäiliöitä, jolloin putkirikkojen aiheuttamat riskit olivat vakavampia. Jos kunnan päävedenottamo ei olisi käytössä, olisi vesiosuuskunnille ainoa vaihtoehto veden hankkimiseksi varavesiyhteys kunnan pohjoisosassa toimivan vesiosuuskunnan verkostoon, jota ei kuitenkaan pystytty tällä hetkellä käyttämään riittämättömän putkiyhteyden ja paine-erojen vuoksi. Kahdella osuuskunnista ei ollut lainkaan varavesiyhteyksiä.

Sekä vesilaitoksen että -osuuskuntien vedenjakeluongelmissa suurin riski muodostui siitä, että niillä ei ollut olemassa selkeitä tiedottamisohjeistuksia eikä tärkeitä yhteystietoja ollut valmiina. Kriisiviestintäsuunnitelmat puuttuivat kokonaan eikä tiedottamisesta vastaavia henkilöitä ollut nimetty. Vedenjakeluongelmien riskiä lisäsi myös, varsinkin pidempiaikaisten vedenjakelukatkosten osalta, ettei vesihuoltolaitoksella ja -osuuskunnilla ollut olemassa väliaikaista vedenjakelua varten suunnitelmia eikä kalustoa.

Vesihuoltolaitokselle ei ollut laadittu erillistä sammutusvesisuunnitelmaa. Kunnan palolaitoksella oli käytössään vanha päivittämistarpeessa oleva palopostikartta. Vesilaitoksen valvontatutkimusohjelma ja viemärlaitoksen kuormitustarkkailuohjelma olivat päivityksen tarpeessa. Kunnalle laadittu vesihuollon kehittämissuunnitelma ei ollut enää ajan tasalla.

Kunnan vesihuoltolaitoksen työntekijöillä oli työtehtävien osalta laaja toimenkuva, eikä vastuualueita ollut jokaisen työntekijän osalta tarkkaan nimetty. Tämä voisi aiheuttaa laajoissa häiriötilanteissa resurssien puutetta vesilaitostoiminnan suhteen, jolloin muodostuisi riski laitoksen toimittamalle veden jakelulle ja laadulle. Vesiosuuskunnissa vastuualueita ei

ollut nimetty ja tämän johdosta esimerkiksi saastumistapauksissa tiedotus voisi viivästyä olennaisesti.

## 5.2 RISKIENHALLINTA

Varautumissuunnitelmassa suoritettussa riskianalyysissä tunnistettiin vesihuoltolaitoksen ja -osuuskuntien toimintoihin kohdistuvia riskitekijöitä. Niiden osalta suunniteltiin seuraavia vähentäviä tai ehkäiseviä varautumistoimenpiteitä ja toimenpide-ehdotuksia.

Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmissa vesihuoltolaitokselle ja kunnalle oli annettu toimenpideohjeistukset vedenottamoalueiden riskitoimintojen osalta. Osa niistä toteutettiin jo varautumissuunnitelman laatimisen yhteydessä ja osa tullaan toteuttamaan lähivuosien aikana. Kunta käyttää jatkossa suojelusuunnitelmaa apunaan maankäytön suunnittelussa ja viranomaisvalvonnassa sekä käsiteltäessä lupahakemuksia ja ilmoituksia. Riskien kartoituksen yhteydessä varavedenottamalla havaittiin välitöntä toimenpidettä vaativaksi uhkaksi kaivon tuuletusputken suojaamattomuus, jonka laitos korjasi välittömästi. Toimenpide-ehdotuksena sekä pää- että varavedenottamoille oli rakennusten aitaaminen ilkvallan ehkäisemiseksi. Rakennuksiin ehdotettiin myös palohälytinten asentamista kaukovalvonnan yhteyteen.

Vesilaitoksen valvontatutkimusohjelma oli päivityksen tarpeessa ja laitokselle laadittiin uusi valvontatutkimusohjelma varautumissuunnitelman laatimisen ohessa. Uudessa valvontatutkimusohjelmassa huomioitiin entistä paremmin raakavesilähteissä havaittuja riskitoimintoja ja ohjelmaan lisättiin esimerkiksi kloridi- ja torjunta-ainepitoisuuksien säännöllinen seuranta sekä ohjelmassa huomioitiin lisääntyneen käyttötarkkailun tarve. Käyttötarkkailussa lisättiin raakavesikaivojen osalta niiden mikrobiseurantaa. Jatkossa kaikista kaivoista tutkitaan *Escherichia coli*- ja koliformisten bakteerien lisäksi enterokokkibakteerit ja heterotrofiset pesäkelukutiheydet. Vesilaitoksella ei ollut aiemmin seurattu vedenkäsittelyn toimivuutta muutoin kuin verkostonäytteiden osalta viranomaisvalvonnassa. Nyt uudessa ohjelmassa lisättiin käyttötarkkailuun verkostoon lähtevän veden seuranta vedenkäsittelyn toimivuuden varmistamiseksi. Valvontanäytteiden osalta ohjelmaan lisättiin verkostosta otettujen aiempien näytteiden lisäksi uusia vaihtuvia näytteenottopisteitä, jotta saataisiin jatkossa kattavampi kuva jakeluverkostosta ja sen

mahdollisista olosuhdemuutoksista. Uusi näytteenotto-ohjelma tehtiin STM:n asetuksen 461/2000 mukaisella tavalla.

Sähkötoimittaja tulee vaihtamaan lähivuosien aikana varavedenottamon vieressä olevan pylväsmuuntamon allasmuuntamoksi. Sähkön saannin turvaamiseksi vesihuoltolaitos harkitsee vakavasti tarvittavien liitäntöjen laittamista varavoimaa varten ja kiinteän varavoimakoneen hankkimista päävedenottamolle.

Vesihuoltolaitokselle laadittiin väliaikaisen vedenjakelun suorittamista varten varavedenjakelusuunnitelma. Vesilaitos sopi paikallisen kuljetusyhtiön kanssa, että väliaikaisessa vedenjakelutilanteessa he kuljettavat vettä yrityksen säiliöautoilla. Lisäksi selvitettiin, että tarvittaessa laitos voi tehdä yhteistyötä naapurikuntien vesilaitosten kanssa lainaamalla heiltä esimerkiksi säiliökalustoa. Väliaikaista vedenjakelua varten selvitettiin jaettavan varaveden tarve ja se arvioitiin erillisen lomakkeen (Vesihuoltopooli 2011) avulla (varaveden tarpeen arviointilomake, liite 7). Myös vesiosuuskuntien osalta arvioitiin varavesitarpeen määrät. Lisäksi vesihuoltolaitoksen toiminta-alueelle suunniteltiin valmiiksi vedenjakelun jakelupisteet ja tehtiin kirjalliset ohjeet jakelun suorittamista varten. Varautumistoimenpiteenä ehdotettiin, että kunnan tulisi harkita yhteisen vedenjakelukaluston hankkimista yhdessä sen alueella toimivien vesiosuuskuntien kanssa, jolloin kustannus ei muodostuisi liian suureksi yhdelle toimijalle.

Laitokselle tehtiin kirjalliset toimintaohjeet erilaisia erityistilanteita varten, jotka sisälsivät ohjeistukset mm. pitkän sähkökatkon, veden saastumistilanteen, verkoston desinfioinnin, tulipalon, pH-ylityksen, putkirikon, viemäriverkon tulvimisen tai säteilyonnettomuuden varalta. Dokumentointia varten laitokselle laadittiin tarkoitukseen varattu oma lomake (dokumentointilomake, liite 8). Valitustapauksia varten tehtiin myös oma lomake, jolle voidaan jatkossa kirjata kuluttajilta tulleet valitukset (valituslomake, liite 9).

Kunnan jätevedet johdetaan siirtoviemärin kautta muualle puhdistettaviksi vuonna 2012 ja sen toimintaan liittyvät pumppaamot tulevat olemaan toisen vesihuoltolaitoksen vastuulla. Laitos teki huoltosopimuksen oman viemäriverkostonsa jätevesipumppaamojen toimintavarmuuden parantamiseksi. Laitos on aiemmin tiedottanut toiminta-alueensa kuluttajia kirjallisesti siitä, mitä viemäreihin saa laittaa, jotta estetään viemäriverkon tukkeutuminen. Laitoksen pohjavesialueilla oleville jätevedenpumppaamoille ehdotettiin riskien

vähentämistoimenpiteenä, että niille tulisi rakentaa ylivuotokaivot. Jätevedenpuhdistamatoimintaa koskevia riskitekijöitä varten ei tehty varautumistoimenpiteitä, koska kyseiset toiminnot lopetetaan siirtoviemärihankkeen valmistuttua.

Siirtoviemärihankkeen yhteydessä kunnan vesijohtoverkostosta saadaan yhteys naapurikunnan vesihuoltolaitoksen verkostoon ja tämä tulee turvaamaan vedenjakelun toimivuuden erityistilanteissa. Lisäksi kunnan eteläosassa toimivan vesiosuuskunnan puutteellinen vesiyhteys kunnan verkostoon saatiin toimivaksi, kun siellä uusittiin alueen vesi- ja viemärijohtoja. Tulevaisuutta ajatellen vesilaitoksen olisi hyvä myös kartoittaa muita vaihtoehtoja pääpohjavedenottamon varalle, ja mahdollisen uuden pohjavedenottamon tulisi sijaita eri pohjavesialueella kuin nykyiset ottamot.

Verkostojen kuntoa tullaan seuraamaan ja ylläpitämään jatkuvasti. Viemäriverkon vuotovesien määrä pyritään pitämään suhteellisen pienenä. Sulkuventtiilien ja verkostojen kunto tullaan kartoittamaan, jotta jatkossa pystytään suuntamaan mahdolliset saneeraustoimenpiteet laitoksen heikoimpiin osiin toimintavarmuuden ylläpitämiseksi. Kunnan palolaitos oli tehnyt kesän 2011 aikana omalta osaltaan palopostien sijainti- ja kuntokartoitusta. Jatkossa palopostijärjestelmän toimivuus olisi hyvä tarkistaa suunnitelmallisesti vuosittain.

Vesijohtoverkoston puhdistamista tehdään tarvittaessa huuhtelemalla, jolloin juoksetaan vettä runsaasti esimerkiksi vesipostien kautta sekä linjojen päässä. Huuhtelun säännöllistä tarvetta arvioidaan jatkossa sen mukaan, mikäli esimerkiksi talousveden pesäkelukutiheydet alkavat olla jatkuvasti tavanomaista korkeampia, veden sameuspitoisuus nousee tai vedessä esiintyy saostumia. Vesilaitoksen olisi hyvä hankkia sameustason seuranta varten online-mittari.

Päivittääkseen tiedot vesijohto- ja viemäriverkostoista on vesihuoltolaitoksella tarkoitus laadituttaa sähköisessä muodossa olevat verkostokartat lähivuosien aikana. Vesihuoltolaitos päivittää myös palopostikartan samassa yhteydessä. Vesilaitos laati ajantasaisen pumppuluettelon, joka auttaa hallinnoimaan pumppuja paremmin. Laitoksella varaudutaan jatkossa paremmin laitteistojen toimintaan ja huollot tai korjaukset tehdään ajoissa. Laitos on tehnyt myös huoltosopimuksia, jotta tämä toteutuu. Vesilaitoksella on myös riittävä

varmuusvarasto (mm. liittimiä, venttiileitä, eri kokoluokan putkia, varapumppuja jne.)  
esimerkiksi putkirikkojen varalta.

## 6. TULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 VESILAITOS

Suoritetun riskianalyysin perusteella vedenhankintaa, -käsittelyä ja jakelua koskevia riskitekijöitä löydettiin yhteensä 73 kappaletta. Kaiken kaikkiaan riskianalyysissä tunnistettiin 48 eri riskitekijää, joista useat kohdistuivat samanaikaisesti useampiin eri vesilaitostoimintoihin.

Vesilaitostoiminnoissa eniten riskitekijöitä kohdistui vedenjakeluun (33 kpl) ja vähiten vedenkäsittelyyn (14 kpl). Suurin osa riskitekijöistä oli riskiluokaltaan kuitenkin vähäisiä (38 kpl) tai keskitasoisia (20 kpl).

Riskiluokaltaan erittäin vähäisiä ja vähäisiä riskejä löydettiin yhteensä 16 kappaletta sekä vastaavasti keskitasoisia ja korkeita yhteensä 10 kappaletta. Analyysin perusteella niistä toimenpiteitä vaativiksi riskeiksi luokiteltiin hieman yli puolet havaituista riskeistä eli yhteensä 14 kappaletta. Vedenkäsittelyn osalta erittäin vähäisiä ja vähäisiä riskejä havaittiin yhteensä 11 kappaletta sekä vastaavasti keskitasoisia riskejä 3 kappaletta. Niistä toimenpiteitä vaativia riskejä oli yhteensä 5 kappaletta. Vedenjakelua koskevista riskitekijöistä riskiluokaltaan erittäin vähäisiä ja vähäisiä riskejä löydettiin yhteensä 22 kappaletta sekä vastaavasti keskitasoisia ja korkeita yhteensä 11 kappaletta, joiden osalta toimenpiteitä vaativia riskejä oli yhteensä 14 kappaletta.

Vesilaitoksen vedenhankintaa koskevat uhkat eli pohjavesialueiden riskitekijät muodostivat suuren uhkan koko vesihuoltolaitoksen toiminnalle, koska kunnan vedensaanti riippui pohjavesialueella toimivan päävedenottamon käytössä olevista kaivoista. Niistä yhdessä oli havaittu aiemmin torjunta-aineita. Euroopassa torjunta-aineet ovat olleet suuri ongelma vesihuoltolaitoksilla ja useissa maissa on todettu niiden saastuttamia pohjavesialueita. Pohjaveteen päästyään torjunta-aineet saattavat kulkeutua pitkiäkin matkoja, mikä tekee niiden päästölähteen paikantamisesta hankalaa (EUREAU 2001).

Pohjavesialueella, jolla kunnan varavedenotto sijaitti, havaittiin useita riskitekijöitä. Niistä vakavimmat liittyivät pohjaveden mikrobiologiseen, kuten jätevedenpumppaamon ylivuodon



tai viemäriputkirikon, aiheuttamaan saastumiseen sekä kemialliseen, kuten tiesuolauksen, liikenneonnettomuuden tai pylväsmuuntamon rikkoutumisen, aiheuttamaan saastumiseen. Mikäli varavedenotto saastuisi ja jouduttaisiin poistamaan käytöstä, kunnan vedenhankinta olisi ainoastaan yhden vedenottamon varassa eikä vesihuoltolaitoksen toimintavarmuus ole tällöin turvattu.

Pohjavesialueiden riskitekijät tulee ottaa vakavasti huomioon, koska ne voivat pahimmillaan aiheuttaa mittavia saastumisia. Vuosina 1976–2000 Suomessa havaittiin yhteensä 330 pohjaveden pilaantumistapausta, joista 314 tapahtui tärkeillä pohjavesialueilla. Pilaantumisista suurin osa (47 %) aiheutui tiesuolauksesta ja 23 % yritystoiminnasta. Näiden pilaantumistapausten johdosta jouduttiin sulkemaan 45 pohjavedenottamo pysyvästi ja 7 väliaikaisesti (MMM 2005). Pienillä vesilaitoksilla mikrobiologisen saastumisen riski on usein suurikokoisia laitoksia suurempi, koska pienillä pohjavesilaitoksilla ei yleensä ole käytössään desinfiointia tai mahdollisuutta sen suorittamiseksi (Hulsmann 2005, Gunnarsdóttir ja Gissurarson 2008, Pitkänen ym. 2011). Käytettäessä pohjavettä raakavetenä tulisi sen desinfiointiin varautua varsinkin, jos vettä johdetaan suurelle kuluttajamäärälle (Pedley ym. 2011). Tutkitun kunnan vesilaitoksella mikrobiologista saastumisriskiä lisäsi, että varavedenottamolla ei ollut desinfiointimahdollisuutta. Päävedenottamolla saastumista varten oli varauduttu ja siellä oli sekä UV-käsittely että desinfiointivalmius.

Metsä- tai maastopalo voi pilata raakaveden laadun ja vaarantaa pohjavedenoton. Palojen jälkivaikutuksia ovat olleet pintavaluntojen ja eroosion lisääntyminen sekä raakavesien kohonnut mm. raskasmetallien, ravinteiden ja orgaanisen hiilen pitoisuudet (Smith ym. 2011). Tulipalo hankaloittaisi eniten kunnan vesilaitostoimintoja, mikäli se tapahtuisi päävedenottamon vedenkäsittely- tai ylävesisäiliörakennuksessa. Varsinkin päävedenottamoalue oli metsätalousvaltaista, jolloin esimerkiksi metsäpalon riski voi olla mahdollinen. Myös tuhopolton mahdollisuus on otettava huomioon, sillä Suomessa esimerkiksi tahallisten tulipalojen osuus kaikista tulipaloista on 16 %, ja ainakin yksi vesitorni on ollut tuhopolton kohteena (Vikman ja Arosilta 2006).

Pohjavedet ovat yleensä hyvälaatuisia ja niitä ei juurikaan käsitellä. Suomessa pohjavedet ovat usein kuitenkin happamia ja vaatisivat käsittelykseen alkaloinnin (Karttunen 2004). Pohjavesilaitoksilla kemikaalien virheellinen annostelu on yleisin häiriötilanne (VVY 2008). Liian suuri alkalointikemikaalin annostus voi aiheuttaa terveysriskin vedenkäyttäjille

(Kuronen 2008). Kunnan päävedenottamalla raakavesi käsiteltiin alkaloimalla se vesisoodaliuksella. Varavedenottamalla raakavettä ei käsitelty. Alkaloinnissa ei ollut ilmennyt häiriöitä ja laitoksella oli käytössä sen seuraamiseksi jatkuvatoiminen pH-mittari, jonka toimintakuntoa tarkkailtiin säännöllisesti. Alkaloinnin osalta tulee kuitenkin seurata, etteivät kemikaalisäiliöt, annostusletkut ja -pumput pääse vuotamaan pohjavesialueen maaperään.

Ilkivallan mahdollisuutta ei voida pois sulkea. Vesihuollossa on lukuisa määrä haavoittuvia kohteita, joihin ilkivalta voi kohdistua ja joita helposti voidaan vahingoittaa siihen kuuluvien toimintojen kautta. Maailmalla vesilaitoksia huolestuttaa myös lisääntyneen terrorismin mahdollisuus (Gleick 2006, Tularam ja Properjohn 2011). Yleisesti on uhkakuvana, että terrorismi ja tahallinen ilkivalta tulevat lisääntymään tulevaisuudessa myös meillä Suomessa (Hukka ja Katko 2007). Riskianalyyseissa havaittiin vedenhankinnan ja -jakelun osalta puutteita esimerkiksi joidenkin rakenteiden suojauksissa, mikä voi aiheuttaa riskin ilkivallan mahdollisuudelle. Myös päävedenottamon syrjäinen sijainti sekä molempien ottamo- ja ylävesisäiliörakennusten aitaamattomuus mahdollistaa niihin kohdistuvan ilkivallan.

Ilmastonmuutos ja sen myötä sään ääri-ilmiöiden lisääntyminen aiheuttaa toimintahäiriöitä, palvelukatkoja ja lisääntyneitä kustannuksia vesihuollossa (Danilenko ym. 2010). Myös Suomessa on havaittu sään ääri-ilmiöiden kuten myrskyjen ja rankkasateiden lisääntyminen. Varsinkin myrskyjen seurauksena on usein laaja-alaisia ja pitkäkestoisia sähkökatkoja, joiden vuoksi vedenjakelu voi keskeytyä pitkäksi aikaa (Vikman ja Arosilta 2006). Koko kunnan alueella oleva pitkäaikainen sähkökatko vaikeuttaisi huomattavasti vesilaitostoimintoja. Sähkösaannin katkettua päävedenottamon veden pumppaus pysähtyisi, koska laitoksella ei ole varavoimakonetta. Vakava jakeluhäiriö syntyisi katkoksen kestäessä yli puoli vuorokautta, missä ajassa ylävesisäiliö ehtii tyhjentyä. Sen jälkeen laitoksen tulisi järjestää tilapäinen vedenjakelu.

Sään ääri-ilmiöt eivät olleet toistaiseksi vaikeuttaneet laitoksen toimintaa. Laitoksen kaivot sijaitsivat sellaisilla alueilla, että rankkasateet ja niistä seuranneet tulvat eivät todennäköisesti pääsisi vaurioittamaan niitä. Myrskyt voisivat kuitenkin haitata toimintaa varsinkin päävedenottamoalueella, jossa oli paljon puustoa. Aiempina vuosina ilmenneet kuivuusjaksot eivät olleet aiheuttaneet kaivojen veden riittävyyteen ongelmia. Kaivojen pumppausta

vuorotellaan ja mikäli kuivuus jatkuisi pitkään, voisi sillä olla vaikutuksia veden laatuun esimerkiksi rauta- ja mangaanipitoisuuksien nousun myötä.

Vesihuoltolaitoksella on säännöllisesti kartoitettava ja pidettävä yllä laitteistojen toimivuutta esimerkiksi varavoimakoneiden ja kloorauslaitteiden osalta sekä varattava riittävästi tarvittavia kemikaaleja erityistilanteita varten (Vikman ja Arosilta 2006). Laitoksen päävedenottamolla oli desinfiointilaitteisto, jonka toimivuutta ei ollut testattu säännöllisesti. Laitoksella ei ollut varastoituna desinfiointikemikaalia vaan sitä hankittiin tarvittaessa muualta. Yhdessä nämä seikat aiheuttavat saastumistilanteita ajatellen suuren riskin. Mikrobiologisen saastumisen yhteydessä on ensiarvoisen tärkeää pystyä aloittamaan verkoston klooraus mahdollisimman nopeasti saastumisen havaitsemisesta.

Pumppu- ja laiterikot sekä huolto- ja korjauspalveluiden saatavuusongelmat voivat aiheuttaa riskin kunnan vesilaitoksen toiminnalle. Kaikki suuremmat huollot ja korjaukset on teetetty ulkopuolisilla yrityksillä ja ellei niitä ole saatavana, aiheutuu laitokselle toimintahäiriöitä ja jakelukatkoksia. Prosessilaitteiden osalta täytyy huomioida, että niistä huomattava osa on tuontitavaraa (Vikman ja Arosilta 2006). Vesilaitoksen olisi hyvä tehdä huoltosopimuksia sellaisten laitteiden osalta, joiden toiminta on kriittistä palveluiden tuottavuuden kannalta.

Ikääntyneet verkostot ovat ongelmana monilla vesihuoltolaitoksilla. Useissa Euroopan maissa tätä ei ole huomioitu ja saneerauksia on tehty liian hitaalla aikataululla (Rosén ja Lindhe 2007). Suomessa suurin osa verkostoista on rakennettu 1960 ja -70 -luvulla (Kekki ym. 2008). Niiden tekniseksi käyttöikäksi on arvioitu muovin osalta maksimissaan 50 vuotta ja valuraudan sekä betonin osalta noin 30 vuotta (MMM 2008). PEH- ja PVC-putkien osalta on arvioitu yleisimmiksi vauriosyiksi asennusvirhe ja ulkoinen mekaaninen vaurio (Kekki ym. 2008). Kohteena olevalla vesilaitoksella verkostot oli rakennettu pääasiassa 1970-luvulla ja ne olivat materiaaliltaan muovia. Laitoksella oli ollut jonkin verran putkirikkoja, jotka olivat aiheutuneet asennusvirheistä, mekaanisesta kuormituksesta ja kaivutöistä. Mikäli verkostojen kuntoa ei kartoiteta eikä niiden kunnan ylläpitämiseen budjetoida riittävästi, voi putkirikkojen määrä lisääntyä merkittävästi tulevaisuudessa.

Jakeluverkoston saastuminen voi olla mahdollista putkirikon yhteydessä. Jätevesiviemärin läheisyydessä molempien verkostojen rikkoutuminen voi aiheuttaa erityisen riskin talousveden saastumiseksi (Alegre ym. 2010). Vesilaitoksen verkostojen kuntoa ei ollut

kartoitettu, mikä aiheuttaa suuren riskin jakeluverkoston saastumiselle varsinkin niissä osissa verkostoa, jotka olivat samassa kaivannossa viemäriputkien kanssa. Lisäksi laitoksella ei ollut ajan tasalla olevia sähköisiä karttoja, mikä vaikeuttaa putkirikkotapauksissa rikkoutuneen putken paikallistamista ja voi lisätä saastumisen aiheuttamaa riskiä.

Pieniä vesilaitoksia koskevissa tutkimuksissa (Hulsmann 2005, Isomäki 2006, Pitkänen ym. 2011) on laitoksia uhkaavien riskien osalta havaittu seuraavia yhtäläisyyksiä:

- raakavettä ei yleensä käsitellä
- ei desinfiointivalmiutta
- ottamon läheisyydessä on vähintään yksi tai jopa useita vakavia riskitekijöitä
- vedenlaatuongelmat yleisiä
- pinta- tai jätevesien pääsyn mahdollisuus kaivoon
- ohut suojaava maakerros pohjaveden yllä.

Vesilaitokselle suoritetun riskianalyysin perusteella havaitaan, että kolme ensin mainittua riskiä kohdistuu myös laitoksen varavedenottamolle. Riskeistä vain yksi koskee päävedenottamoa. Tämän havainnon ja tehtyjen tutkimusten mukaan voidaan arvioida, että varavedenottamolla on suurempi riski saastua kuin päävedenottamolla, ellei näihin tekijöihin varauduta.

Kun kohteena olleen vesilaitoksen toimintoja verrataan muiden pohjavesivesilaitosten toimintoihin esimerkiksi Pohjois-Savon ja -Karjalan alueilla, on sen toiminnasta löydettävissä samanlaisia riskitekijöitä, joita niiden varautumissuunnitelmia (SKYT Oy 2012) laatiessa on ilmennyt. Tarkastelussa on lisäksi mukana vertailuaineistoina Pohjois-Karjalan alueellisessa vesihuollon kehittämissuunnitelmassa (Mikkonen ja Heiskanen 2007) ja Kuopion vesihuollon kehittämissuunnitelmaluonnoksessa (Kuopion kaupunki 2012) havaittuja riskejä, jotka kohdistuivat pieniin vesilaitoksiin. Tarkastelun perusteella pienten laitosten toiminnoista löytyi seuraavanlaisia niitä yhdistäviä riskitekijöitä:

- puutteelliset varavesiyhteydet
- desinfiointivalmiuden puute
- puuttuvat ohjeistukset ja suunnitelmat (tiedottaminen, varavedenjako, pohjavesialueiden suojelusuunnitelma)
- ei varavoimaa

- vähäinen työntekijämäärä
- verkostojen ikääntyminen
- verkostojen kuntoa ei kartoitettu, ei ajantasaisia karttoja
- veden konkreettinen saastumismahdollisuus.

## 6.2 VIEMÄRIVERKOSTO

Suoritetun riskianalyysin perusteella viemäröintiä koskevia riskitekijöitä löydettiin yhteensä 22 kappaletta. Niistä riskiluokaltaan erittäin vähäisiä ja vähäisiä riskejä oli yhteensä 15 kappaletta sekä keskitasoisia ja korkeita yhteensä 7 kappaletta. Toimenpiteitä vaativia riskejä oli yhteensä 5 kappaletta.

Jätevesien pääsy kaivoihin ja talousvesiverkkoon on merkittävimpiä pohja- ja verkostovesien saastuttajariskejä (Kuusi ja Miettinen 2008, Pitkänen ym. 2008). Sen syynä voi olla viemäriverkon putkirikko, jätevedenpumppaamon ylivuoto tai jätevesikaivon tulviminen maaperään (Vikman ja Arosilta 2006). Tutkitun kunnan vesihuoltolaitoksen viemäriverkossa on esiintynyt joitakin tukkeutumisia. Tukkeutuminen voi johtaa ylivuotoon verkostossa edeltävältä pumppaamolta sekä voi aiheuttaa jäteveden tulvimista kiinteistölle. Mikäli tukkeutuminen tai jätevedenpumppaamon ylivuoto tapahtuu pohjavesialueella, voi siitä seurata pohjaveden saastuminen. Saastumisriski oli korkea, koska pohjavesialueella oli viemäriverkkoa useiden kilometrien matkalla ja lisäksi siellä sijaitsi viemäriverkon jätevedenpumppaamoja, joissa ei ollut ylivuotosäiliöitä. Riskiä lisäsivät alueella olleet kiinteistökohtaiset jätevedenpumppaamot.

Laaja-alaisen sähkökatkon aikana pumppaamot eivät toimi (Vikman ja Arosilta 2006). Pitkäkestoisessa sähkökatkossa aiheutuu jätevedenpumppaamoita edeltävien viemäreiden ja tarkastuskaivojen tulvimista. Jos sähkökatkon yhteydessä vesilaitoksella ei pystytä pumppaamaan raakavettä, tällöin käymälöiden huuhtelu vaikeutuu ja viemäriverkko voi sen seurauksena tukkeutua. Tukosten takia taajama- ja pohjavesialueille tulvimaan päässeet jätevedet voivat aiheuttaa merkittävää terveydellistä haittaa ja tämän lisäksi taloudelliset vahingot voivat olla huomattavia.

Kunnan vesilaitoksen viemäriverkon kuntoa ei ollut kartoitettu ja kartat eivät olleet ajantasaisia. Suomessa vesihuoltolaitosten viemäreistä 37 % on yli 30 vuotta vanhoja (MMM 2008). Vertailuaineistona olevan Pohjois-Karjalan alueellisen vesihuollon kehittämissuunnitelman mukaan ilmeni, että useimmilla vesihuoltolaitoksilla viemäriverkkojen kuntoa ei ollut kartoitettu ja myös niiden vanhat viemäriosuudet olivat usein kunnoltaan huonoja. Tämän johdosta putkirikkojen ja vuotovesien määrä on ollut niissä suuri (Mikkonen ja Heiskanen 2007). Tutkitun kunnan viemäriverkossa on ollut varsinkin keväisin sulamisvesien aikaan vaikea vuotovesitilanne, josta voi seurata verkostojen ylivuotoja. Viemäriverkossa on ollut myös joitakin putkirikkoja. Pohjavesialueella, jossa varavedenotto sijaitsee, voivat vuotovedet ja rikkoutuneet viemärit aiheuttaa pohjaveden pilaantumisen riskin. Osa viemäriputkista oli samassa kaivannossa vesijohtoverkoston kanssa ja tämä voi aiheuttaa merkittävän riskin jakeluverkon mikrobiologisesta saastumisesta.

Verkostokartat olisi hyvä saada ajantasaisiksi ja helpommin hallittaviksi sähköiseen muotoon, jotta se helpottaisi esimerkiksi niiden ylläpitämistä ja auttaisi putkirikkojen paikallistamisessa. Kaivutöiden yhteydessä urakoitsijat tulisi aina saattaa tietoisiksi verkostojen sijainneista varsinkin niillä alueilla, joilla molemmat verkostot kulkevat samoissa kaivannoissa, jotta vältyttäisiin rikkomasta verkostoputkia ja sen myötä talousveden saastumisriski vähenisi.

Ilkivalta voi aiheuttaa riskin myös viemärilaitostoiminnassa (Tularam ja Properjohn 2011). Vesihuoltolaitoksen tarkastus- ja huoltokaivojen kannet eivät olleet lukittuja, mikä voi mahdollistaa kaivojen vahingoittamisen esimerkiksi hiekalla. Jätevedenpumppaamoille voidaan myös tehdä ilkivaltaa, mistä voi seurata pahimmassa tapauksessa niiden ylivuotoja.

Vuotovesien aiheuttamia ongelmia voidaan torjua rakentamalla pumppaamoiden yhteyteen ylivuoto- tai tasaussäiliöitä, jolloin ylivuodot maastoon voidaan estää. Myös pumppaamoiden kaukovalvontajärjestelmän avulla ylivuodot voidaan havaita ajoissa ja tehdä toimenpiteet vahinkojen ehkäisemiseksi. Parhaiten vuotovesiä voitaisiin kuitenkin ehkäistä verkoston saneeraamisella. Jätevedestä aiheutuvien vesivälitteisten epidemioiden ehkäisyssä tai pysäyttämisessä tärkeimpiä keinoja on viemäriverkoston kunnossapitäminen ja vesilaitoksen desinfiointivalmius.

### 6.3 MUUT TOIMINNOT

Muita toimintoja koskevista riskitekijöistä riskiluokaltaan erittäin vähäisiä ja vähäisiä riskejä löydettiin yhteensä 8 kappaletta sekä vastaavasti keskitasoisia ja korkeita yhteensä 4 kappaletta, joiden osalta toimenpiteitä vaativia riskejä oli yhteensä 4 kappaletta.

Vesihuoltolaitoksen yleisten toimitusehtojen mukaan vesilaitoksen täytyy järjestää yli 24 tuntia kestävien vedentoimituskatkojen aikana mahdollisuus veden ottamiseen tilapäisistä vesipisteistä (Valvira 2010, Vesihuoltopooli 2011). Riskianalyysin perusteella sekä kunnan vesihuoltolaitoksella että -osuuskunnilla ei ollut olemassa ennalta sovittuja järjestelyjä tilapäisen vedenjakelun järjestämiseksi. Esimerkiksi epidemiatilanteessa tämä voisi johtaa vedenjakelun viivästymiseen. Tällaisesta tilanteesta selviämistä vaikeuttaisi, että kaikilta laitoksilta puuttuivat selkeät tiedottamisohjeet eikä vastuuhenkilöitä ollut nimetty etukäteen. Laitoksilla ei ollut myöskään selvitettyä tilanteessa tarvittavan kaluston saantia eikä oman toiminta-alueensa vedenjakelupisteitä ja jakeluun tarvittavia vesimääriä. Kaikki nämä edellä mainitut seikat hidastaisivat huomattavasti laitosten selviytymistä epidemiatilanteessa.

Vesihuoltolaitosten tulisi turvata vedenhankintansa esimerkiksi raakavesilähteen pilaantumisen varalta ja varautua siihen varmistamalla varaveden saanti esimerkiksi varavedenottamalla tai yhdysvesijohdoin toisen laitoksen verkostosta (Nikula ym. 2009, Danilenko ym. 2010). Mikäli kunnan päävedenottamo jouduttaisiin sulkemaan, varavesilähteistä varavedenottamo ja sen vedentuottokapasiteetti ei riittäisi tuottamaan vettä koko jakelualueelle. Myöskään varavesiyhteyttä kunnan eteläosassa toimivasta vesiosuuskunnasta kunnan verkostoon ei pystyittäisi hyödyntämään riittämättömän putkiyhteyden ja paine-erojen vuoksi. Ylävesisäiliön vesi riittäisi vain tietyksi ajaksi ja tämän jälkeen vettä jouduttaisiin säännöstelemään kuluttajille. Vesiosuuskuntien osalta tilanne oli vielä huonompi, eikä niistä kahdella ollut lainkaan varaveden saantimahdollisuutta ja kahden osuuskunnan varavesiyhteydet kunnan pohjoisosassa toimivan vesiosuuskunnan verkostoon eivät olleet käyttökelpoisia. Mikäli vedenjakelussa tulisi pidempiaikaisia katkoksia, eivät laitokset kykenisi toimittamaan vettä toiminta-alueensa kuluttajille. Vedenjakeluvarmuutensa parantamiseksi vesihuoltolaitoksen ja -osuuskuntien tulisi yhdistää omia verkostojaan alueen muihin verkostoihin, että saadaan naapuriverkosto varajärjestelmäksi.

Vesilaitosten jakaman veden laatua tulee seurata lainsäädännön vaatimalla tavalla ja vedenhankinta-alueilla olevat riskitoiminnot tulee huomioida veden laadun viranomaisvalvonnassa ja vesilaitoksen omassa käyttötarkkailussa, jotta voidaan varmistua hyvälaatuisen ja turvallisen veden toimittamisesta kuluttajille (Valvira 2009, WHO 2011). Vesihuoltolaitokselta toimitetun veden laatu oli ollut hyvä vuosina 2007–2010 ja se oli täyttänyt jokaisella tutkimuskerralla STM:n asetuksen 461/2000 mukaiset laatuvaatimukset ja -suositukset. Vedenhankinta-alueilla havaittujen riskitoimintojen seuranta on kuitenkin tarpeen ja tämän vuoksi vesilaitokselle laadittiin uusi valvontatutkimusohjelma, jossa nämä riskitekijät voitiin huomioida. Jatkossa näytteistä tutkitaan parametreja (kloridi, torjunta-aineet, mikrobiologiset määritykset), joilla kyseisiä riskejä voidaan seurata.

Vesilaitoksella tulisi olla riittävä ja ammattitaitoinen henkilöstö varallaolojärjestelyineen (Gleick 2006, Silfverberg 2008). Lisäksi erityistilanteissa toimimista varten vesihuoltolaitoksen työntekijöiden vastuualueet tulisi määrittää selkeästi etukäteen (Vikman ja Arosilta 2006, Valvira 2009). Vesihuoltolaitoksella oli vastaava esimies ja kolme laitosmiestä hoitamassa sekä kaukolämpö-, jätevedenpuhdistamo- että vesilaitosta. Tämä aiheuttaa erityistilanteissa laitoksen toiminnalle riskin tilanteista selviämiseksi näin vähäisellä työntekijämäärällä varsinkin, jos joku heistä sattuu olemaan sairaana tai lomalla. Lisäksi tilanteiden puutteelliset tehtävien ja vastuiden jaot voivat aiheuttaa vakavia virheitä toiminnassa. Vesiosuuskunnissa ei myöskään ollut nimetty vastuualueita ja tämä vaarantaisi varsinkin erityistilanteissa toimimista.

### Vesiosuuskunnat

Verrattaessa tutkittujen vesiosuuskuntien toimintoja koskevia riskitekijöitä muiden pienten vesiosuuskuntien toimintoihin esimerkiksi Pohjois-Savon ja -Karjalan alueilla, löydetään niiden toiminnasta samanlaisia riskitekijöitä, joita muiden osuuskuntien varautumissuunnitelmia (SKYT Oy 2012) laatiessa on ilmennyt. Tarkastelussa vertailuaineistoina on lisäksi mukana Pohjois-Karjalan alueellinen vesihuollon kehittämissuunnitelma (Mikkonen ja Heiskanen 2007) ja Kuopion vesihuollon kehittämissuunnitelmaluonnos (Kuopion kaupunki 2012). Tarkastelun perusteella osuuskuntien toiminnoista löytyi seuraavanlaisia niitä yhdistäviä tekijöitä: Useimmilla vesiosuuskunnilla suurimmat riskitekijät liittyivät vedenjakelukatkoksiin sekä verkoston saastumiseen. Osuuskunnissa oli usein liian vähän työntekijöitä ja puutteellisesti määritellyt



vastuualueet. Varavesiyhteyksien puute oli myös yleistä osuuskunnissa. Useimmissa vesiosuuskunnissa ei ollut desinfiointivalmiutta eikä useilla vesiosuuskunnilla ollut kriisiviestintäohjeistuksia.

Suunnitelman piiriin kuuluneet kunnalta vettä ostaneet vesiosuuskunnat olivat riskien arvioinnin perusteella varautuneet melko huonosti erityistilanteiden hoitamista varten. Edellisessä kappaleessa mainituista osuuskuntia yhdistävistä riskeistä kaikki koskivat suunnitelmaan kuulunutta jokaista vesiosuuskuntaa. Tämän perusteella voidaan arvioida, että osuuskunnilla oli vedenjakelun osalta huono toimintavarmuus, mikäli niiden toimintoihin kohdistuisi toimenpiteitä vaativa erityistilanne.

#### **6.4 ARVIO LAADITUSTA VARAUTUMISSUUNNITELMASTA**

Suunnitelman laatimisessa käytetty tarkistuslistamenetelmä soveltuu hyvin pienen vesihuoltolaitoksen riskitoimintojen kartoittamiseen ja sen avulla saadaan selvitettyä riskitekijät hyvinkin tarkkaan, mikäli käytössä olevassa tarkistuslistassa kysymykset on asetettu tarkasteltavien toimintojen osalta riittävän kattavasti. Menetelmän etuja ovat sen helppokäyttöisyys ja nopea tulkinta (mikäli kysymysten asettelu on onnistunut). Tässä työssä käytettiin tarkistuslistan lisäksi riskitekijöiden kartoittamiseen laitoshastatteluja ja pohjavesialueiden suojelusuunnitelmia. Ne olivatkin mittava apu riskien kartoittamisessa ja suunnitelmassa tehty riskianalyysi oli tämän johdosta hyvin kattava ja sen avulla saavutettiin vesihuoltolaitokselle tarvittava riskienhallinnan taso.

Ennen varautumissuunnitelman laatimista vesihuoltolaitoksen toimintavarmuus oli ollut kohtalaisen hyvällä tasolla. Joitakin putkirikkotapauksia oli tapahtunut ja niistä johtuvia jakelukatkoksia, mutta laitoksella ei ollut ilmennyt suurempia toimintahäiriöitä. Laitokselta kuitenkin puuttui ajan tasalla oleva varautumissuunnitelma ja puutteita oli muidenkin suunnitelmien ja ohjeistuksien osalta.

Vesihuoltolaitoksen johto oli tyytyväinen varautumissuunnitelman antiin ja laitoksella toivottiin, että suunnitelman avulla saadaan uusia parannuksia aikaiseksi sen toimintaan. Suunnitelman laatimisen yhteydessä ilmeni asioita, joita laitoksella haluttiin tuoda esille myös kunnan päättäjille. Näitä olivat esimerkiksi saneerauksiin tarvittavat määrärahat turvaamaan

verkostojen kunnon ylläpitoa, henkilökunnan riittävyys ja riittävien varajärjestelyjen tarve, kuten yhteinen jakelukalusto osuuskuntien kanssa tai varavoimakoneen hankinta. Vesiosuuskunnilla toiveena oli yhteistyön lisääminen kunnan vesihuoltolaitoksen kanssa, jotta mahdollisissa kriisitilanteissa toimiminen olisi sujuvampaa. Kaiken kaikkiaan vesihuoltolaitoksen ja -osuuskuntien toimintavarmuus lisääntyi varautumissuunnitelman laatimisen yhteydessä huomattavasti.

## 7. YHTEENVETO

Työlle asetetut tavoitteet toteutuivat hyvin ja sen tuloksena työn kohteena olevalle kunnalliselle pohjavesilaitokselle saatiin laadittua kattava varautumissuunnitelma. Laitos on Suomen ja EU:n mittakaavassa pieni vesilaitos ja työni perusteella riskien kartoittamisessa käytetty tarkistuslistamenetelmä ja arvioinnissa käytetyt menetelmät soveltuivat erittäin hyvin tämän kokoluokan laitoksen riskien arviointiprosessiin. Pienillä laitoksilla ei ole aina resursseja lähteä WSP:n kaltaiseen laajan mittakaavan projektiin riskiensä selvittämiseksi.

Käytettäessä riskien kartoittamiseen tarkistuslistamenetelmää näkisin sen osalta kuitenkin kehittämistarpeita varsinkin suurempien vesilaitosten kohdalla. Vaikka tässä työssä käytetty ja hieman muokattu tarkistuslistamenetelmä (liite 1) kattoikin hyvin laitoksen toimintojen tarkastelun, tulee sitä silti kehittää. Varsinkin kysymysten asettelu on tärkeää, ettei asiasta synny vääriä mielikuvia ja saadaan tarkasteltavasta kohteesta riittävästi tietoa. Kysymysten yhteyteen olisi hyvä laittaa lisätilaa tarkentaville tiedoille, koska vastausvaihtoehdot (kyllä/ei) eivät välttämättä kuvaa riittävän tarkasti tarkasteltua toimintoa. Viemärlaitosta koskevia kysymyksiä ei tarkistuslistassa ollut lainkaan ja niiltä osin lista tarvitsee kehittämistä. Työssä saatuja riskikartoituksen tuloksia voidaan silti pitää luotettavina, koska niistä saatuja tietoja täydennettiin haastattelujen ja pohjavesisuunnitelmien avulla.

Työssä tehty riskianalyysi ja siinä käytetyt riskinarviointi- ja -analysointitaulukot soveltuivat hyvin pienen vesilaitoksen riskien arviointiin. Arvioitaessa niiden osalta kehittämistarpeita ehdotukseni olisi, että vesihuoltolaitoksen eri toiminnot vedenhankinnan-, käsittelyn ja -jakelun sekä viemäroinnin ja jäteveden käsittelyn osalta käsiteltäisiin kukin omassa taulukossaan, jolloin kokonaisuudesta tulisi huomattavasti selkeämpi. Työssä suoritettu riskianalyysi kuvaa kattavasti kaikki vesilaitostoiminnot sekä niiden riskien tarkastelun ja sen avulla pystyimme vesilaitoksen kanssa hyvin ideoimaan riskienhallintaa varten toimenpiteitä.

Tutkielmastani ja työstäni selviää, mitä asioita tulisi huomioida varautumissuunnitelman laatimisessa ja huomataan, että kattavan suunnitelman aikaansaamiseksi siinä tulee käsitellä riittävän perusteellisella tavalla vesihuoltolaitoksen kaikki toiminnot vedenhankinnasta jäteveden käsittelyyn. Mikäli näin ei tehdä, voi vesilaitostoimintoja koskevista riskitekijöistä osa jäädä havaitsematta, jolloin laitoksen toimintavarmuutta ei saada parannettua.

Tämän tutkielman ja työkokemukseni perusteella olen tullut siihen tulokseen, että pienet vesilaitokset tarvitsevat ehdottomasti varautumissuunnitelman ja sen myötä toteutettuja varautumistoimenpiteitä erityistilanteita varten. Useilla vesihuoltolaitoksilla on varautumisen tasossa parannettavaa. Niiden toimintoja voivat uhata useat eri riskitekijät, kuten laatu-, ympäristö- tai organisaatioriskit sekä vastuu- tai toimintatapariskit, jolloin riskienhallinnan merkitys osana vesihuoltolaitosten toimintaa on tärkeässä roolissa ylläpidettäessä niiden toimintavarmuutta. Lainsäädäntö on tältä osin puutteellista ja uudistettavana olevaan vesihuoltolakiin toivotaan asian suhteen kehitystä.

Useisiin maihin verrattuna Suomen vesihuollon tila on nykyisin varsin hyvä, mutta silti vesihuoltopalveluitamme uhkaavat kuitenkin monet tekijät. Vesihuoltolaitokset ja etenkin niiden verkostot alkavat olla monilla laitoksilla saneerauksen tarpeessa. Lisäksi monissa taajamissa vedentarve tulee lisääntymään koko ajan, jos tulevaisuudessa näiden asutuskeskusten asukasmäärä kasvaa. Ilmastonmuutoksen myötä on havaittavissa sääolojen ääri-ilmiöiden lisääntymistä, jolloin ne tulevat heikentämään sekä vesistöjen että pohjaveden tilaa. Tämän myötä kuluttajille toimitetun veden laatu on uhattuna. Myös entistä suurempi teknologian vaatavuus ja monimutkaisuus lisää järjestelmien haavoittuvuutta erityisesti pienissä ja keskisuurissa laitoksissa, koska niiden omalla henkilöstöllä ei pystytä hallitsemaan kaikkea tarvittavaa erityisosaamista. Oman ongelmansa vesihuoltolaitoksille tuo henkilöstön ikääntyminen ja sen myötä työntekijöiden eläkkeelle siirtyminen jo lähivuosina. Lisäksi kunta- ja palvelurakenteen uudistus tuovat myös omat haasteensa vesihuoltolaitosten toimintojen järjestämiselle.

Vesihuoltolaitosten toimintavarmuuden ylläpitämiseksi ja nostamiseksi tarvitaan lukuisia investointeja, kuten esimerkiksi verkostojen saneeraaminen, veden käsittelyn tehostaminen, yhdysvesijohtojen ja/tai varavedenottamon rakentaminen, desinfiointivalmiuden järjestäminen, varavoiman ja tarvittavien liitäntöjen hankkiminen, kemikaalivarantojen lisääminen, sammutusvesiasemien ylläpito, viemäriverkon kapasiteetin lisääminen, riskialttiilla alueella olevien jätevesipumppaamojen ylivuotosäiliöiden rakentaminen sekä seuranta- ja hälytysjärjestelmien hankkiminen. Kuntien pitäisi ottaa tämä huomioon suunnitellessaan elintärkeiden toimintojensa, kuten vesihuollon, ylläpitämistä. Vesihuoltolaitokselle laadittu varautumissuunnitelma auttaa näiden vesihuoltoa turvaavien investointien ja toimenpiteiden suunnittelemisessa sekä toteuttamisessa.

## LÄHDELUETTELO

- Alegre H., Pitchers R., Sægrov S., Vreeburg J., Bruaset S. ja Røstum J. 2010. Water quality-driven operation and maintenance of drinking water networks – Best Management Practice. TECHNEAU Report D5.6.7. [Online]. <http://www.techneau.org/fileadmin/files/Publications/Publications/Deliverables/D5.6.7.pdf> (luettu 12.4.2012).
- Arosilta A. 2006. Erityistilanteisiin varautuminen kiinteistökohtaisessa vesihuollossa. Ympäristöopas 126, Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Beuken R., Sturm S., Kiefer J., Bondelind M., Åström J., Lindhe A., Losén L., Pettersson T., Machenbach I., Melin E., Thorsen T., Eikebrokk B., Hokstad P., Røstum J., Niewersch C., Kirchner D., Kozisek F., Weyessa Gari D., Swartz C. ja Menaia J. 2008. Identification and description of hazards for water supply systems - A catalogue of today's hazards and possible future hazards, updated version, TECHNEAU Report D4.1.4. [Online]. <http://www.techneau.org/fileadmin/files/Publications/Publications/Deliverables/D4.1.4.pdf> (luettu 20.3.2012).
- Britschgi R., Antikainen M., Ekholm-Peltonen M., Hyvärinen V., Nylander E., Siiro P. ja Suomela T. 2009. Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus. Ympäristöopas, Suomen Ympäristökeskus, Helsinki.
- Danilenko A., Dickson E. ja Jacobsen M. 2010. Climate change and urban water utilities: Challenges & Opportunities. Water Working Notes, Note No. 24. World Bank. [Online]. [http://www.wsp.org/wsp/sites/wsp.org/files/publications/climate\\_change\\_urban\\_water\\_challenges.pdf](http://www.wsp.org/wsp/sites/wsp.org/files/publications/climate_change_urban_water_challenges.pdf) (luettu 30.3.2012).
- Davies J.M. ja Mazumder A. 2003. Health and environmental policy issues in Canada: the role of watershed management in sustaining clean drinking water quality at surface sources. *Journal of Environmental Management* 68 (3): 273–286.
- De Vries J.J. ja Simmers I. 2002. Groundwater recharge: an overview of processes and challenges. *Hydrogeology Journal* 10 (1): 5–17.
- EUREAU 2001. Keeping raw drinking water resources safe from pesticides. EUREAU position paper. [Online]. [http://www.water.org.uk/static/files\\_archive/0Eureau\\_Pesticides\\_Strategy\\_report\\_.pdf](http://www.water.org.uk/static/files_archive/0Eureau_Pesticides_Strategy_report_.pdf) (luettu 18.3.2012).
- Fram M.S. ja Belitz K. 2011. Occurrence and concentrations of pharmaceutical compounds in groundwater used for public drinking-water supply in California. *Science of The Total Environment* 409 (18): 3409–3417.
- Foster S., Hirata R., Gomes D., D'Elia M. ja Paris M. 2002. Groundwater quality protection: A guide for water utilities, municipal authorities, and environment agencies. Groundwater Management Advisory Team. The World Bank. [Online]. <http://water.worldbank.org/water/publications/groundwater-quality-protection-guide-water-utilities-municipal-authorities-and-environm> (luettu 1.3.2012).

Gilbert Y., Lehti R. ja Saario M. 2011. Loppuraportti. Vesihuoltolaitosten ja elintarvikeyritysten riskienhallinnan yhteistyön kehittäminen. Gaia Consulting Oy. [Online]. [http://www.vvy.fi/files/1444/Loppuraportti-Vesihuoltolaitosten\\_ja\\_elintarvikeyritysten\\_riskienhallinnan\\_yhteistyon\\_kehittaminen.pdf](http://www.vvy.fi/files/1444/Loppuraportti-Vesihuoltolaitosten_ja_elintarvikeyritysten_riskienhallinnan_yhteistyon_kehittaminen.pdf) (luettu 8.9.2011).

Gleick P.H. 2006. Water and terrorism. *Water Policy* 8: 481–503.

GTK (Geologian tutkimuskeskus) 2010. Pohjavesi. [Online]. <http://www.gsf.fi/luonnonvarat2/pohjavesi/> (luettu 19.8.2011).

Gunnarsdóttir M.J. ja Gissurarson L.R. 2008. HACCP and water safety plans in Icelandic water supply: Preliminary evaluation of experience. *Journal of Water and Health* 6 (3): 377–382.

Gustafsson J., Kinnunen T., Kivimäki A-L. ja Suomela T. 2006. Pohjavesien suojele. Taustaselvitys osa IV. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 25/2006. [Online]. <http://www.miljo.fi/download.asp?contentid=66114&lan=fi> (luettu 19.8.2011).

Hall J., Zaffiro A.D., Marx R.B., Kefauver P.C., Krishnan E.R., Haught R.C. ja Herrmann J.G. 2007. On-line water quality parameters as indicators of distribution system contamination. *Journal American Water Works Association* 99 (1): 66–77.

Hartmann J., Levy J.K. ja Okada N. 2006. Managing surface water contamination in Nagoya, Japan: An integrated water basin management decision framework. *Water Resources Management* 20 (3): 411–430.

Hokstad P., Røstum J., Sklet S., Rosén L., Pettersson T.J.R., Linde A., Sturm S., Beuken R., Kirchner D. ja Niewersch C. 2009. Methods for risk analysis of drinking water systems from source to tap – Guidance report on Risk Analysis. TECHNEAU Report D4.2.4. [Online]. <http://www.techneau.org/fileadmin/files/Publications/Publications/Deliverables/D4.2.4.pdf> (luettu 24.3.2012).

Hukka J.J. ja Katko T.S. 2007. Vesihuollon haavoittuvuus. Kunnallisan alan kehittämissäätiön tutkimusjulkaisut, nro 58. Pole-Kuntatieto Oy, Vammala.

Huoltovarmuuskeskus 2011. Tietoa huoltovarmuudesta. Tavoitteet. [Online]. <http://www.huoltovarmuus.fi/tietoa-huoltovarmuudesta/tavoitteet/> (luettu 18.10.2011).

Hulsmann A. 2005. Small systems large problems: A European inventory of small water systems and associated problems. Web-based European Knowledge Network on Water/ENDWARE. [Online]. [http://www.nccph.ca/docs/05\\_small\\_water\\_systems\\_ver\\_june2005.pdf](http://www.nccph.ca/docs/05_small_water_systems_ver_june2005.pdf) (luettu 27.3.2012).

Innala T. ja Menonen J. 2010. Haveri -hallintaan vesiriskit. Keinoja vesihuoltolaitosten riskienhallintaan. Hankeraportti, Suomen ympäristöopisto Sykli. [Online]. <http://www.sykli.fi/upload/media-4c29dd85a41a1.pdf> luettu 3.10.2011.

Isomäki E. 2006. Pienet pohjavesilaitokset Suomessa. *Vesitalous* 3: 11–15.

Isomäki E., Valve M., Kivimäki A-L. ja Lahti K. 2006. Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta. Ympäristöopas, Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Isomäki E., Britschgi R., Gustafsson J., Kuusisto E., Munsterhjelm K., Santala E., Suokko T. ja Valve M. 2007. Yhdyskuntien vedenhankinnan tulevaisuuden vaihtoehdot. Suomen ympäristö 27/2007, Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Jansen J.R., Nelson D.J. ja Schultz S.H. 2007. State of the art of water supply practices, Technical report number 43. Southeastern Wisconsin Regional Planning Commission. [Online]. [http://www.sewrpc.org/SEWRPCFiles/Publications/TechRep/tr-043\\_water\\_supply\\_practices.pdf](http://www.sewrpc.org/SEWRPCFiles/Publications/TechRep/tr-043_water_supply_practices.pdf) (luettu 10.4.2012).

Jenerette G.D. ja Larsen L. 2006. A global perspective on changing sustainable urban water supplies. *Global and Planetary Change* 50 (3–4): 202–211.

Karttunen E. (koonnut) 2003. RIL 124-1-2003 Vesihuolto I. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL r.y., Helsinki.

Karttunen E. 2004. RIL 124-2-2004 Vesihuolto II. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL r.y., Helsinki.

Kekki T.K., Kaunisto T., Keinänen-Toivola M.M. ja Luntamo M. 2008. Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa. Vesi-Instituutin julkaisu 3. [Online]. <http://www.prizz.fi/linkkitiedosto.aspx?taso=2&id=547&sid=671> (luettu 10.10.2011).

Kelay T. ja Fife-Schaw C. 2009. Effective risk communication: A guide to best practice. TECHNEAU Report D6.3.1, D6.3.2. [Online]. <http://www.techneau.org/fileadmin/files/Publications/Publications/Deliverables/D6.3.1-2.report.pdf> (luettu 29.3.2012).

Kokkolan Vesi 2011. Juomavesi. Vedenpuhdistamon prosessikaavio. [Online]. [https://www.kokkola.fi/hallinto/kaupunkiorganisaatio/liikelaitokset/kokkolan\\_vesi/juomavesi/fi\\_FI/vedenpuhdistamon\\_prosessikaavio/](https://www.kokkola.fi/hallinto/kaupunkiorganisaatio/liikelaitokset/kokkolan_vesi/juomavesi/fi_FI/vedenpuhdistamon_prosessikaavio/) (luettu 30.8.2011).

Kožíšek F., Weyessa Gari D., Pumann P., Runštuk J., Šašek J., Tuhovčák L., Ručka J. ja Papírník V. 2008. Risk assessment case study – Břežnice, Czech Republic. TECHNEAU Report D4.1.5e. [Online]. <http://www.techneau.org/fileadmin/files/Publications/Publications/Deliverables/D4.1.5e.pdf> (luettu 2.4.2012).

Kuopion kaupunki 2012. Kuopion vesihuollon kehittämissuunnitelmaluonnos vuoteen 2020. [Online]. [http://www.kuopio.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=38d0c87b-0514-423b-a8e8-ce92ae1e0858&groupId=12117](http://www.kuopio.fi/c/document_library/get_file?uuid=38d0c87b-0514-423b-a8e8-ce92ae1e0858&groupId=12117) (luettu 19.4.2012).

Kuronen M. 2008. Veden huono laatu pienten laitosten ongelma. *Kansanterveys* 2: 10–11.

Kuusi M. ja Miettinen I. 2008. Vesivälitteiset epidemiat Suomessa ja maailmalla. *Yleislääkäri* 4 (23): 13–15.

Kymenlaakson Vesi Oy 2011. Periaatekuva tekopohjaveden valmistuksesta. [Online]. <http://www.kymenlaaksonvesi.fi/> (luettu 30.8.2011).

Kühn W. 2005. Emerging chemical threats and radioactivity in drinking water resources. 2<sup>nd</sup> WEKNOW Conference Bratislava, Slovak Republic 2005. Conference proceedings. [Online]. [http://eurei.com/doc/Conference\\_Proceedings.pdf#page=24](http://eurei.com/doc/Conference_Proceedings.pdf#page=24) (luettu 18.3.2012).

Lindhe A. 2010. Risk assessment and decision support for managing drinking water systems. Doktorsavhandlingar vid Chalmers Tekniska Högskola. Ny serie nr 3119, ISSN 0346-718X. Göteborg, Sverige. [Online]. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/129014.pdf> (luettu 26.3.2012).

Lonka H., Hjelt M., Vanhanen J. ja Raivio T. 2002. Riskien hallinta Suomessa. Esiselvitys. Sitran raportteja 26, Sitra. [Online]. <http://www.sitra.fi/Julkaisut/raportti23.pdf> (luettu 3.9.2011).

Maunula L., Klemola P., Kauppinen A., Söderberg K., Nguyen T., Pitkänen T., Kaijalainen S., Simonen M.L., Miettinen I.T., Lappalainen M., Laine J., Vuento R., Kuusi M. ja Roivainen M. 2009. Enteric viruses in a large waterborne outbreak of acute gastroenteritis in Finland. Food and Environmental Virology 1 (1): 31–36.

Miettinen I. 2010. Norovirukset aiheuttavat pääosan Suomen vesiepidemioista. Kehittyvä Elintarvike 3: 26–27.

Mikkonen E. ja Heiskanen A. 2007. Pohjois-Karjalan alueellinen vesihuollon kehittämissuunnitelma vuoteen 2020. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 3/2007. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Joensuu.

MMM (Maa- ja metsätalousministeriö) 2005. Vesihuollon erityistilannetyöryhmän loppuraportti: Ehdotukset toimenpiteiksi vesihuollon varautumisen kehittämiseksi. Työryhmämuistio MMM 2005:7. [Online]. [http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2005/trm2005\\_7.pdf](http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2005/trm2005_7.pdf) (luettu 1.8.2011).

MMM (Maa- ja metsätalousministeriö) 2008. YVES-tutkimuksen päivitys 2008. FCG Planeko Oy: Vesihuoltoverkostojen nykytila ja saneeraustarve. [Online]. [http://www.mmm.fi/attachments/vesivarat/5xAhDyJGF/YVES2008-raportti\\_300408.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/vesivarat/5xAhDyJGF/YVES2008-raportti_300408.pdf) (luettu 6.8.2011).

MMM (Maa- ja metsätalousministeriö) 2010. Vesihuoltolain tarkistamistyöryhmän loppuraportti. Työryhmämuistio MMM 2010:6. [Online]. [http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2010/5qY7MKtlv/trm2010\\_6.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2010/5qY7MKtlv/trm2010_6.pdf) (luettu 1.8.2011).

MMM (Maa- ja metsätalousministeriö) 2011. Vesivarat. [Online]. <http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/vesivarat.html> (luettu 6.8.2011).

Molarius R. 2004. Water Safety Plans –pilotti. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 14. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, Helsinki.



Nakashima E. 2011. Foreign hackers targeted U.S. water plant in apparent malicious cyber-attack, expert says. Washington Post. [Online]. [http://www.washingtonpost.com/blogs/checkpoint-washington/post/foreign-hackers-broke-into-illinois-water-plant-control-system-industry-expert-says/2011/11/18/gIQAgmTZYN\\_blog.html](http://www.washingtonpost.com/blogs/checkpoint-washington/post/foreign-hackers-broke-into-illinois-water-plant-control-system-industry-expert-says/2011/11/18/gIQAgmTZYN_blog.html) (luettu 30.3.2012).

Niemi J. (toim.) 2009. Ympäristön seuranta Suomessa 2009–2012. Suomen Ympäristö 11/2009. [Online]. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=100718&lan=fi> (luettu 1.8.2011).

Nikula J., Pessala P., Virtanen E. ja Gilbert Y.; Gaia Consulting Oy. 2009. VIRIKE – Vesihuollon riskienhallinnan nykytila ja kehittämistarpeet. Loppuraportti. Vesi - ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 26. [Online]. [http://www.gaia.fi/files/469/VIRIKE\\_Loppuraportti\\_final.pdf](http://www.gaia.fi/files/469/VIRIKE_Loppuraportti_final.pdf) (luettu 8.9.2011).

Nsiah-Kumi P.A. 2008. Communicating effectively with vulnerable populations during water contamination events. *Journal of Water and Health* 6 (1): 53–61.

OM (Oikeusministeriö) 2011a. Uusi vesilaki tulee voimaan vuoden 2012 alussa. [Online]. <http://www.om.fi/Etusivu/Ajankohtaista/Uutiset/1302672537952> (luettu 10.11.2011).

OM (Oikeusministeriö) 2011b. Vesilaki 587/2011. [Online]. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110587> (luettu 28.11.2011).

Oulun Vesi 2010. Vedenpuhdistuksen prosessikaavio. [Online]. <http://www.ouka.fi/vesi/prosessikaavio.htm> (luettu 30.8.2011).

Paerl H.W. ja Huisman J. 2009. Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. *Environmental Microbiology Reports* 1 (1): 27–37.

Pedley S., Pond K. ja Joyce E. 2011. Interventions for water provision. In: *Valuing water, valuing livelihoods: Guidance on the social cost-benefit analysis of drinking-water interventions, with special reference to small community water supplies*. IWA Publishing ISBN 1843393107. Chapter 7: 121–148.

Pitkänen T., Hokajärvi A-M., Miettinen I., Siitonen A. ja Roivainen M. 2008. Suolistoinfektioita aiheuttavat mikrobit jätevedessä. *Kansanterveys* 2: 4–5.

Pitkänen T., Karinen P., Miettinen I.T., Lettojärvi H., Heikkilä A., Maunula R., Aula V., Kuronen H., Vepsäläinen A., Nousiainen L-L., Pelkonen S. ja Heinonen-Tanski H. 2011. Microbial contamination of groundwater at small community water supplies in Finland. *Ambio* 40 (4): 377–390.

Puolustusneuvosto 1999. Varautuminen yhteiskunnan häiriötilanteisiin ja poikkeusoloihin. [Online]. [http://www.defmin.fi/files/349/675\\_varautuminen.pdf](http://www.defmin.fi/files/349/675_varautuminen.pdf) (luettu 1.8.2011).

Rapala J. 2011. Water Safety Plan – talousveden turva kaikissa olosuhteissa. *Elintarvike ja Terveys* 6 (25): 10–12.



STM (Sosiaali- ja terveysministeriö) 2006. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousvettä toimittavassa laitoksessa työskentelevältä vaadittavasta laitek teknisestä ja talousvesihygienisestä osaamisesta ja osaamisen testaamisesta 12.12.2006/1351. [Online]. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20061351> (luettu 1.8.2011).

STM (Sosiaali- ja terveysministeriö) 2008. Sosiaalitoimen valmiussuunnitteluopas. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2008:12. [Online]. <http://pre20090115.stm.fi/ms1217847958122/passthru.pdf> (luettu 20.9.2011).

STM (Sosiaali- ja terveysministeriö) 2010. Ympäristöterveyden erityistilanteet. Opas ympäristöterveydenhuollon työntekijöille ja yhteistyötahoille. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2010:2. [Online]. [http://www.stm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1087414&name=DLFE-12714.pdf](http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=1087414&name=DLFE-12714.pdf) (luettu 20.9.2011).

Suomen Kuntaliitto 2007. Kunnat ja vesihuolto huomisen Suomessa. Kuntaliiton kannanotto. [Online]. <http://hankinnat.fi/binary.asp?path=1;29;356;24897;144955;147206&field=FileAttachment&version=1> (luettu 15.10.2011).

Suomen Kuntaliitto 2009. Varaudu. Opas kunnan viestintään kriisi- ja erityistilanteessa. Kuntaliiton verkkojulkaisu. [Online]. <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/viestinta/kuntien-viestinta/kuntaviestinnan-ohjeet/Documents/Kriisiviestintaopas.pdf> (luettu 17.9.2011).

Suomen Kuntaliitto 2011. Opas sammutusvesihuollon järjestämiseksi. Kuntaliiton verkkojulkaisu. [Online]. [http://shop.kunnat.net/product\\_details.php?p=2556](http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2556) (luettu 26.8.2011).

SYKE (Suomen Ympäristökeskus) 2010a. Tekopohjavesi. [Online]. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=97425&lan=fi> (luettu 2.8.2011).

SYKE (Suomen Ympäristökeskus) 2010b. Tekopohjaveden käyttö. [Online]. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=14031&lan=fi> (luettu 2.8.2011).

SYKE (Suomen ympäristökeskus) 2010c. Tekopohjaveden muodostaminen. [Online]. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=21076&lan=fi> (luettu 6.8.2011).

SYKE (Suomen ympäristökeskus) 2011a. Vesihuolto. [Online]. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=99988&lan=fi> (luettu 6.8.2011).

SYKE (Suomen ympäristökeskus) 2011b. Raakavesilähteet. [Online]. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6738&lan=fi> (luettu 6.8.2011).

SYKE (Suomen Ympäristökeskus) 2011c. Pohjaveden käyttö. [Online]. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=113685&lan=fi> (luettu 6.8.2011).

SYKE (Suomen Ympäristökeskus) 2011d. Pohjavesi. [Online]. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=107&lan=fi> (luettu 6.8.2011).

SYKE (Suomen Ympäristökeskus) 2011e. Pintavedet. [Online]. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=15517&lan=fi> (luettu 19.8.2011).

Teaf C., Merkel B., Mulisch H-M., Kuperberg M. ja Wcislo E. 2006. Industry, mining and military sites: Potential hazards and information needs. In: Protecting Groundwater for Health: Managing the Quality of Drinking-water Sources. Chapter 11. WHO. [Online]. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/PGWsection2.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/PGWsection2.pdf) (luettu 15.4.2012).

THL (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos) 2008. Talousvesi. [Online]. [http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa\\_terveydesta/elinymparisto/vesi/talousvesi](http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa_terveydesta/elinymparisto/vesi/talousvesi) (luettu 1.8.2011).

Tularam G.A. ja Properjohn M. 2011. An investigation into modern water distribution network security: Risk and implications. Security Journal 24 (4): 283–301.

Valmiuslaki 1991. Valmiuslaki 22.7.1991/1080. [Online]. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19911080> (luettu 1.8.2011).

Valtioneuvosto 1994. Valtioneuvoston päätös juomaveden valmistamiseen tarkoitetun pintaveden laatuvaatimuksista ja tarkkailusta 19.5.1994/366. [Online]. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940366> (luettu 15.10.2011).

Valtioneuvosto 2008. Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista 21.8.2008/539. [Online]. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080539> (luettu 15.10.2011).

Valtioneuvosto 2010. Yhteiskunnan turvallisuusstrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös 16.12.2010. Puolustusministeriö. [Online]. [http://www.yett.fi/fi/materiaalit/doc\\_details/24-yhteiskunnan-turvallisuusstrategia](http://www.yett.fi/fi/materiaalit/doc_details/24-yhteiskunnan-turvallisuusstrategia) (luettu 15.10.2011).

Valvira (Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto) 2009. Valviran opas: Talousveden laadun turvaaminen erityistilanteissa. Versio 2.0. [Online]. [http://www.valvira.fi/files/ohjeet/erityistilannesuunnitelma2009\\_310309.pdf](http://www.valvira.fi/files/ohjeet/erityistilannesuunnitelma2009_310309.pdf) (luettu 1.8.2011).

Valvira (Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto) 2010. Valvontatutkimusohjelmamalli. Versio 3, päivitetty 18.10.2010. Word-dokumentti. [Online]. [http://www.valvira.fi/ohjaus\\_ja\\_valvonta/terveydensuojelu/talousvesi](http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/talousvesi) (luettu 1.8.2011).

Valvira (Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto) 2011. Talousvesi. [Online]. [http://www.valvira.fi/ohjaus\\_ja\\_valvonta/terveydensuojelu/talousvesi](http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/talousvesi) (luettu 1.8.2011).

Vesihuoltopooli 2008. Vesihuoltolaitoksen kriisiviestintäohje. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. [Online]. <http://www.vvy.fi/index.phtml?s=178> (luettu 17.9.2011).

Vesihuoltopooli 2011. Opas varavedenjakelun järjestämiseksi. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. [Online]. <http://www.vvy.fi/index.phtml?s=373> (luettu 18.9.2011).

VHL 2001. Vesihuoltolaki 9.2.2001/119. [Online]. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119> (luettu 6.8.2011).

Vikman H. ja Arosilta A. 2006. Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen. Ympäristöopas 128, Maa- ja metsätalousministeriö, Huoltovarmuuskeskus, Suomen Ympäristökeskus, Helsinki.

VVY (Vesi- ja viemärlaitosyhdistys) 2008. Vesilaitostekniikka ja hygienia. 4. painos. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, Helsinki.

VVY (Vesilaitosyhdistys) 2011a. Vesihuolto. [Online]. <http://www.vvy.fi/index.phtml?s=28> (luettu 6.8.2011).

VVY (Vesilaitosyhdistys) 2011b. Talousvesiuutisarkisto. [Online]. [http://www.vvy.fi/?747\\_m=1596&s=55](http://www.vvy.fi/?747_m=1596&s=55) (luettu 8.8.2011).

Walski T.M., Chase D.V., Savic D.V., Grayman W., Beckwith S. ja Koelle E. 2003. Advanced water distribution modeling and management. [Online]. [http://itacanet.org/eng/water/Section%201%20Water%20systems%20general/Advanced%20Water%20Distribution%20Modelling%20and%20Managment/WDM\\_Ch\\_01.pdf](http://itacanet.org/eng/water/Section%201%20Water%20systems%20general/Advanced%20Water%20Distribution%20Modelling%20and%20Managment/WDM_Ch_01.pdf) (luettu 26.8.2011).

WHO (World Health Organization) 2011. Guidelines for Drinking-water Quality, 4<sup>th</sup> edition. [Online]. [http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf) (luettu 19.8.2011).

Ympäristönsuojeluasetus 18.2.2000/169. [Online]. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000169> (luettu 15.10.2011).

YSL 2000. Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86. [Online]. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086> (luettu 15.10.2011).

Zacheus O. 2010. Talousveden laatu ja valvonta vuonna 2008. Yhteenvedo viranomaisvalvonnan tuloksista. Avauksia 18/2010, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. [Online]. <http://www.thl.fi/thl-client/pdfs/36e9255a-2e2c-409a-ac0f-d2239eccc439> (luettu 6.8.2011).

# Vesihuoltolaitoksen tarkistuslista haavoittuvuuden arvioimiseksi

Tarkistuslista on tarkoitettu apuvälineeksi helpottamaan pienen vesihuoltolaitoksen haavoittuvuuden arviointia

Kyllä-vastaus merkitsee, että kyseinen asia on huomioitu.

Ei-vastausten kohdalla on selitys-sarakkeessa kerrottu riskin merkityksestä ja sen ehkäisemisestä.

**Riskin kuvaus ja riskitaso (1=pieni - 4=merkittävä)**

Dokumentti sisältää laitoksen turvallisuuden kannalta arkaluontoista tietoa, eikä sitä tule päästää asiattomiin käsiin.

<b>Vesihuoltolaitos:</b>
<b>Tekijä/t:</b>
<b>Päiväys:</b>

KYSYMYS	VASTAUS			SELITYS
	Kyllä	vai	Ei	
	<b>JOS VASTAUS ON EI, NIIN:</b>			
	<b>Korjaavat toimenpiteet (mitä voidaan tehdä/tehdään)</b>			
<b>Pohjavedenottamot</b>				
	<b>X OTTAMO</b>	<b>Y OTTAMO</b>		
1.	Onko pohjavesialueelle tehty suojelusuunnitelma?			Suojelusuunnitelmassa kartoitetaan vedenottoon vaikuttavat riskitekijät ja esitetään keinoja niiden hallitsemiseksi.
2.	Onko varmistettu, että seuraavat tekijät eivät aiheuta riskiä vedenotolle?			Pohjaveden pilaantumisvaaraa voivat aiheuttaa kaikki toiminnot, joiden yhteydessä käsitellään, varastoidaan tai syntyy pohjaveden laadulle haitallisia yhdisteitä. Tietyt toiminnot kuten mm. maa-ainesten otto ja ojittaminen, voivat myös muuttaa pohjaveden virtausolosuhteita. Ideaalitalanne olisi, ettei tällaisia toimintoja sijaitsisi pohjavesialueella, mutta usein toiminnot kilpailevat vedenoton kanssa samoista alueista. Vesilaitoksen tuleekin yhdessä ympäristöviranomaisten ja toiminnanharjoittajien kanssa pyrkiä mahdollisimman hyvin varmistamaan, etteivät toiminnot uhkaa vedenottoa.
	tiesuolaus			
	öljyn tai kemikaalien maantie- ja rautatiekuljetukset			
	lentokenttien jäätörjunta			
	ratapihat			
	teollisuus (energialaitokset, metalli- ja kemianteollisuus)			
	yrittötoiminta (kylästämyt, sahat, pesulat)			
	huoltoasemat ja romuttamot			
	hautausmaat			
	yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot			
	viemärit			
	jätevesien maahanjohtaminen kiinteistöillä			
	kiinteistökohtaiset öljysäiliöt			
	muuntamot			
	kaatopaikat, jätteiden varastointi ja käsittely			
	lannoitteet ja torjunta-aineet			
	eläinsuojat (sikalat ym.)			
	lietelantasäiliöt			
	turkistarhat			
	kasvihuoneet, taimitarhat ja kauppapuutarhat			
	maa-aineksen otto ja oheistoiminnot (murskaus ym.), louhinta- ja kaivostyöt			
	pilaantuneet maa-alueet, ampumaradat ym.			
	golf-kentät			
	moottoriradat ja urheilukentät			

## Liite 1

	ilman kautta tuleva kuormitus ojitus, muu pohjavedenotto				
	muu toiminta, mikä?				
3.	Onko pohjavesialueet merkitty maastoon ja karttoihin? Tiet, vedenottoalue?				Pohjavesialueiden merkitseminen edistää pohjavesien suojelua huolimattomuudesta aiheutuvaa saastumista vastaan. Toisaalta merkitseminen voi altistaa tahalliseksi ilkeille ja vahingonteolle. Erityisesti karttojen kohdalla on otettava huomioon väärinkäytösten ja ilkeiden mahdollisuus ja harkittava tarkoin merkitsemisen tarpeellisuutta.
4.	Onko alueen asukkaille ja yrityksille tiedotettu pohjavedensuojelusta?				Kaikki asukkaat eivät välttämättä tiedä asuvansa pohjavesialueella ja saattavat tiedostamattaan aiheuttaa riskejä pohjavedelle.
5.	Onko pohjaveden riittäisyys määritetty asianmukaisesti?				Kuivat jaksot laskevat herkimmin pienten pohjavesiesiintymien pintoja. Pintojen lasku voi aiheuttaa veden niukkuuden lisäksi haittoja veden laadussa, samoin pinnan nousu takaisin normaaliksi saattaa aiheuttaa arvaamattomia laadun vaihteluita.
6.	Seuraako laitos maankäytön suunnittelua pohjavesialueella?				Laitoksen tulee seurata maankäytön suunnittelua ja pyrkiä aktiivisesti vaikuttamaan siihen, että vedenottoa uhkaavat riskit otetaan huomioon kaavoituksessa ja lupia myönnettäessä.
7.	Onko varmistettu, että hule- ja sadevedet eivät pääse suoraan vedenottokoihoihin?				Vedenottamoiden tulee sijaita sellaisella paikalla, etteivät pintavedet pääse liikaamaan raakavettä rankkasateiden aikana. Kaivojen ympärykset tulee olla luiskattu kaivosta ulospäin. Kaivorakenteiden tulee olla tiiviitä pohjavesikerroksen yläpuolella.
8.	Onko varmistettu, että tulvavedet tai vesistön vedenpinnan nousu ei pääse tulvittamaan vedenottamoita?				Vedenottamoiden tulee sijaita sellaisella paikalla, etteivät pintavedet pääse liikaamaan raakavettä tulvien aikana. Mikäli kaivorakenteissa on kuivatusputkia, tulee varmistaa, etteivät pintavedet pääse niiden kautta missään olosuhteissa tulvimaan kaivon sisälle.
9.	Onko vedenottorakenteet suunniteltu siten, että vettä saadaan riittävästi myös poikkeuksellisen alhaisten veden pinnankorkeuksien aikana?				Siiviläputkikaivoissa alimmat siivilät saattavat joskus sijaita niin korkealla, että vettä ei saada pohjavesiesiintymistä, kun veden pinta on huomattavasti normaalia alempana. Rakenteet tulisi tarkistaa myös poikkeuksellisen kuivuuden varalta.
10.	Onko varmistettu, että pintavesiä (järvet, joet, suot jne.) ei pääse imeytymään lähellä vedenottokaivoja?				Jos imeytymisalueen ja vedenoton välinen etäisyys on liian lyhyt, vesi ei ehdi puhdistua riittävästi. Rantaimetyminen ei useimmiten puhdistaa pintavettä riittävästi ellei imeytystä ole nimenomaisesti suunniteltu. Tulvimisvaaran vuoksi vedenottamot tulee sijoittaa riittävän etäälle vesistöistä, eikä koskaan alaville, tulvimisherkille alueille.
11.	Onko vedenottamoalue aidattu?				Alue kannattaa aidata ilkeiden ja varkauksien ehkäisemiseksi, mutta ennen kaikkea alueella liikkuvien eläinten poissa pitämiseksi. Eläinten ulosteissa on usein taudinaiheuttajia, jotka voivat juomaveteen joutuessaan sairastuttaa suuren joukon ihmisiä.
12.	Onko kaivojen ilmanvaihtoaukot sellaiset, ettei niiden kautta voi päästä esim. pieneläimiä kaivoon?				Eläinten pääsy putkiin voidaan estää esimerkiksi ritilöillä.
13.	Onko kaivojen rakenteet kunnossa?				
14.	Onko kaivo/t suojattu routaantumiselta?				
15.	Onko kaivossa tuuletusputki?				
16.	Onko veden laatu tutkittu kattavasti?				
17.	Onko ottamoiden laitteisto hyvässä kunnossa?				
18.	Onko ottamot toimineet häiriöttä?				
<b>KYSYMYS</b>		<b>VASTAUS</b>		<b>JOS VASTAUS ON EI, NIIN:</b>	<b>SELITYS</b>
		Kyllä	vai	Ei	
				<b>Korjaavat toimenpiteet (mitä voidaan tehdä/tehdään)</b>	
		X OTTAMO	Y OTTAMO		
<b>Vedenkäsitely</b>					
19.	Onko puhdistusprosessi riittävä poistamaan epäpuhtaudet vedestä?				Myös pohjavedessä esiintyy usein epäpuhtauksia, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittoja. Mikäli pohjavedettä johdetaan desinfioidun verkostoon, tulee olla varma veden mikrobiologisesta laadusta kaikissa olosuhteissa. Pintavesi tulee aina käsitellä tehokkaasti ennen sen käyttöä talousvetenä.

## Liite 1

20.	Onko laitoksella valmius desinfiointiin?				Epidemian torjumiseksi veden saastumistilanteessa laitoksella tulisi olla vähintään valmius desinfiointiin käynnistämiseen. Desinfiointimenetelmän valinta, tarvittavat laitteistot ja kemikaalit on selvitettävä ennakolta. Lisäksi laitoksen on hankittava tarvittava tietotaito desinfiointista.
21.	Onko veden mikrobiologisen laadun muutoksia tutkittu esim. lumen sulamisen tai rankkasateiden yhteydessä?				Pohjavesilaitoksilla esiintyy veden laatuongelmia erityisesti lumen sulamisen ja rankkasateiden aikana, vaikka ongelmat eivät usein näy normaalissa veden laadun tarkkailussa. Olisi hyvä selvittää, onko laitoksen puhdistusprosessi riittävän tehokas myös noina aikoina.
22.	Voidaanko terveydelle vaarallisten kemikaalien pääsy kuluttajille estää esim. annosteluvirheen tapahtuessa?				Annosteluvirhe tulisi havaita ennen veden pääsyä kuluttajalle. Erityisesti pienillä pohjavesilaitoksilla, joilla veden käsittelynä on pelkkä alkalointi, lipeän ylisytö on ollut ajoittain ongelmana.
23.	Onko talousveden valvontatutkimusohjelma ajan tasalla?				Talousvesiasetuksen edellyttämä valvontatutkimusohjelma on päivitettävä vähintään 5 vuoden välein ja aina veden laatuun mahdollisesti vaikuttavien olosuhteiden muuttuessa.
24.	Tehdäänkö valvontatutkimuksen lisäksi riittävästi käyttötarkkailua?				Talousvesiasetuksen mukaan valvontatutkimusohjelmaan on koottava tiedot laitoksen omasta käyttötarkkailusta. Käyttötarkkailuun tulee sisältyä riittävä raakaveden laadun seuranta veden käsittelyn asianmukaisuuden varmistamiseksi kaikissa tilanteissa. Käyttötarkkailuun olisi hyvä sisällyttää myös tarvittavat määritykset prosessin sisältä sekä laitokselta lähtevästä vedestä.
25.	Onko puhdistusprosessin tai laitoksesta lähtevän veden seuranta jatkuvatoimista?				Veden laatuhäiriön nopea havaitsemiseen on tärkeää terveyshaittojen estämiseksi. Jatkuvatoimisen (on-line) seurannan avulla tieto laadun muutoksesta tai prosessihäiriöstä kulkeutuu nopeasti laitoksen henkilökunnalle. Esimerkiksi jatkuvatoiminen sameusmittaus voi antaa oikea-aikaisen hälytyksen veden laatuongelmista.
26.	Onko ottamon lähtevä vesi ollut hyvälaatuista?				
27.	Onko sovittu, miten toimitaan jos veden laadussa esiintyy poikkeamia?				Laitoksella tulisi olla kirjalliset toimintaohjeet siitä miten toimitaan, jos jatkuvatoimisesta seurannasta tai tarkkailuohjelman mukaisissa määrityksissä havaitaan ylityksiä tai asiakas ilmoittaa veden laadun puutteista.
28.	Analysoidaanko pohjavedestä riskeihin viittaavia parametreja (nitraatti, kloridi, torjunta-aineet...)?				Käyttötarkkailussa tulisi seurata jopa lakisääteisiä vaatimuksia tehokkaammin niihin toimintoihin viittaavia laatuparametreja, jotka aiheuttavat todennäköisimmät riskit veden laadulle. Äkillisten, vaarallisten muutosten (esim. myrkyjen) nopeaan havainnointiin tulisi kiinnittää huomiota.
29.	Seurataanko prosessikemikaalien laatua tai onko laadunvarmistuksesta sovittu kemikaalitoimittajan kanssa?				Kemikaaleissa esiintyvät epäpuhtaudet voivat aiheuttaa vaikeasti havaittavia haittoja talousveden laadulle. Kemikaalit voivat likaantua myös kuljetuksen ja varastoinnin aikana.
30.	Onko kriittisille kemikaaleille ja tarvikkeille varmuusvarastot?				Esimerkiksi kuljetus- tai kemian alan lakon aikana on olemassa vaara vedenpuhdistuksessa tarvittavien desinfiointiaineiden loppumiselle. Kriittisten tarvikkeiden ja kemikaalien saanti voidaan varmistaa varmuusvarastoinnilla ja yhteistyöllä muiden alueen vesilaitosten kanssa.
31.	Onko laitoksen henkilökunta valvomassa kemikaalien vastaanottoa?				Laitoksen henkilökunnan tulee varmistaa, että oikea kemikaali toimitetaan asianmukaisesti oikeaan käyttökohteeseen. Teknisillä järjestelyillä voidaan vähentää riskiä väärän kemikaalin joutumisesta väärään säiliöön.
32.	Onko vaaralliset kemikaalit varastoitua turvallisesti?				Kemikaalien huolimatonta varastointi voi aiheuttaa työturvallisuusriskejä laitoksen omalle henkilökunnalle. Kemikaalivarastot tulee pitää poissa tulva-alueelta. Kaikissa tapauksissa pitää ottaa huomioon tilastollisesti 100 vuoden välein esiintyvä tulva. Jos varasto on vaikeasti siirrettäviä, tulee varautua selvästi harvinaisempiin tulviin.
33.	Onko kemikaalien annosmäärät ja laimennukset selkeästi esillä? Ja onko tarvittavat varoitusmerkinnät esillä?				Mikäli sijainen joutuu suorittamaan kemikaalien lisäyksen olisi hyvä, että kemikaalien yhteydessä olisi selkeät ohjeet kemikaalien lisäykseen.
34.	Onko automaattinen hälytysjärjestelmä kemikaalin yli- ja aliannostuksille?				
<b>KYSYMYKSET</b>		<b>VASTAUS</b>		<b>JOS VASTAUS ON EI, NIIN:</b>	<b>SELITYS</b>



		Kyllä	vai	Ei	Korjaavat toimenpiteet (mitä voidaan tehdä/tehdään)	
		X OTTAMO		Y OTTAMO		
<b>Talovesiverkosto</b>						
35.	Huuhdellaanko verkostoa säännöllisesti?					Verkostoa tulisi huuhdella säännöllisesti löysien saostumien poistamiseksi ja verkoston kunnan säilymiseksi. Vesihuuteltua tehokkaampina menetelminä
36.	Onko olemassa huuhtelusuunnitelmaa?					
37.	Valvotaanko verkostopainetta ja onko sen pysyminen sopivissa rajoissa varmistettu?					Johtolinjojen ylipaine suojaa veden laatua ja paineen putoaminen saattaa veden pilaantumiseksi alttiiksi esim. maahan vuotaneiden jätevesien vaikutuksesta. Myös paineiskut voivat aiheuttaa vaurioita sekä putkien ympärillä olevan veden tunkeutumista vesijohtoveden joukkoon vuotokohtien kautta.
38.	Onko verkostossa riittävästi ylävesisäiliötilaa?					Ylävesisäiliöt toimittavat vettä painovoimaisesti esimerkiksi sähkökatkon aikana. Säiliötilavuutta olisi hyvä olla vähintään puolen vuorokauden vedenkulutusta vastaavasti.
39.	Puhdistetaanko vesitornit ja -säiliöt säännöllisesti?					Vesisäiliöiden pohjalle kertyy ajan kuluessa sakkaa, joka saattaa lähteä liikkeelle vaarantaen veden laadun. Säiliöt tulee suunnitella siten, että ne voidaan tarvittaessa eristää nopeasti muusta vesijohtoverkostosta sekä tyhjentää turvallisesti. Säiliön nopea eristäminen ja puhdistaminen on kriittistä erityisesti veden saastumistilanteessa.
40.	Onko takaisvirtaus estetty verkostossa?					Yksisuuntaventtiilien käyttö kiinteistöillä estää veden pääsyn takaisin jakeluverkostoon. Yksisuuntaventtiili tulee aina asentaa vesimittarin asennuksen yhteydessä.
41.	Onko päävesijohdoille varayhteydet?					Päälinjan putkirikon aikana vettä tulisi pystyä siirtämään käyttäjille myös vaihtoehtoista reittiä pitkin.
42.	Kloorataanko kyseinen verkoston osa aina korjausten ja uusien putkilinjojen rakentamisen yhteydessä?					Rakennustöiden sekä putkirikkojen ja niiden korjauksen yhteydessä putkistoon pääsee epäpuhtauksia, jotka voivat pilata veden. Kunnallisteknisten töiden yleisessä työselityksessä annetaan ohjeita toimenpiteistä korjaustöiden jälkeen.
43.	Noudatetaanko korjaustöiden yhteydessä riittävää hygieniää? Urakoitsijoiden hygienia-passit?					Korjaustöissä tulisi käyttää mahdollisuuksien mukaan eri työkaluja, vaatekäsittelyä ja rasvoja kuin jätevesityömailla. Henkilökohtaisesta hygieniasta on huolehdittava, jotta taudinaiheuttajia ei pääse huolimattomuuden vuoksi korjaus- ja huoltotöiden yhteydessä vesijohtoverkoston.
44.	Toimiiko vedenjakelu paineenkorotusaseman rikkoontumisesta huolimatta?					
45.	Onko vesijohtoverkostoja saneerattu niiden kunnan edellyttämässä aikataulussa?					Verkoston ikääntyessä vaurioiden määrä ja esiintymistodennäköisyys kasvavat.
46.	Onko verkoston kunto kartoitettu?					
47.	Onko verkostossa ollut suuria putkirikkoja?					
48.	Kattaako talovesiverkosto haja-asutusalueen koko kunnan alueella?					
49.	Onko olemassa ajantasaiset kartat verkostosta?					
<b>KYSYMYS</b>		<b>VASTAUS</b>			<b>JOS VASTAUS ON EI, NIIN:</b>  <b>Korjaavat toimenpiteet (mitä voidaan tehdä/tehdään)</b>	<b>SELITYS</b>
		Kyllä	vai	Ei		
<b>Jätevedenpuhdistuslaitos</b>						
50.	Onko puhdistamolla huolehdittu riittävästi lämpöeristyksistä?					Kova pakkanen voi aiheuttaa haittaa erityisesti hankaloittamalla lietteen käsittelyä.
51.	Onko puhdistamolla varavoimaa? Kemikaalivarastot?					
52.	Onko jv-pumppaamot liitetty kaukovalvonnan piiriin?					
53.	Onko toiminta ollut häiriötöntä? (Jos ei, niin mitä häiriöitä?)					

KYSYMYS		VASTAUS		JOS VASTAUS ON EI, NIIN:  Korjaavat toimenpiteet (mitä voidaan tehdä/tehdään)	SELITYS
		Kyllä	vai Ei		
<b>Jätevesiverkosto</b>					
54.	Onko kunnan kanssa sovittu hulevesien johtamisesta?				Hulevesijärjestelmän vastuut sekä ennakoivista (huolto)toimenpiteistä että toiminnasta erityistilanteessa tulee määritellä selvästi kunnassa.
55.	Onko jätevesiverkostossa riittävästi ylivuotokohtia?				Hygieenisten haittojen ehkäisemiseksi viemäritulvatilanteissa jätevedet on parempi johtaa ylivuotona mahdollisimman haitattomaan paikkaan, kuin päästää niitä leviämään kiinteistöille ja kaduille.
56.	Onko hulevesiverkostossa riittävästi ylivuotokohtia?				Rannkasateiden aikana hulevesien määrät moninkertaistuvat. Erityisesti sekaviemäroidyissä verkostoissa tulisi olla hulevesille tulvareittejä, jotta ne eivät turhaan kuormittaisi jätevedenpuhdistamoja tai aiheuttaisi viemäritulvia.
57.	Onko päälystettyjen, vettä läpäisemättömien pintojen vaikutus hulevesien johtamiseen otettu huomioon?				Vettä läpäisemättömien pintojen lisääntyminen lisää kaupunkitulvien riskiä ja hulevesiviemäroinnin kapasiteetti saattaa käydä riittämättömäksi.
58.	Onko kiinteistöjen padotuskorkeudet riittävät?				Jos padotuskorkeudet on määritetty liian mataliksi tai niitä ei ole noudatettu, voivat viemärit tulvia sisälle kiinteistöihin aiheuttaen suuriakin vahinkoja.
59.	Onko verkoston kunto kartoitettu?				
60.	Onko verkostossa ollut suuria putkirikkoja?				
61.	Onko viemäriverkostoille olemassa saneeraussuunnitelma, jota noudatetaan?				Verkostojen ikääntyessä vaurioiden määrä ja esiintymistodennäköisyys kasvavat. Viemärivuodot altistavat myös talousveden laadun heikkenemiselle.
62.	Kattaako viemäriverkosto koko taajama-alueen?				
63.	Kattaako viemäriverkosto haja-asutusalueita? (mitkä alueet?)				
KYSYMYS		VASTAUS		JOS VASTAUS ON EI, NIIN:  Korjaavat toimenpiteet (mitä voidaan tehdä/tehdään)	SELITYS
		Kyllä	vai Ei		
		X OTTAMO	Y OTTAMO		
<b>Henkilöstö</b>					
64.	Tarkistetaanko uusien työntekijöiden taustat rekrytointin yhteydessä?				Uusien työntekijöiden taustoista on mahdollista hakea työnhakijan suostumuksella suppea turvallisuus selvitys paikalliselta poliisiviranomaiselta.
65.	Onko ulkoistettujen palvelujen tuottajien pätevyys ja turvallisuus varmistettu?				Kriittisten toimintojen ulkoistamiseen on suhtauduttava varauksellisesti. Ulkoisia palveluja käytettäessä tulee palvelujen tarjoajalle asettaa yhtäläiset vaatimukset kuin omalle henkilöstölle. Suppea turvallisuus selvitys voidaan vaatia myös sellaisilta ulkoistettujen palveluiden työntekijöiltä, joilla on pääsy kriittisiin kohteisiin tai jotka saavat haltuunsa tärkeää tietoa.
66.	Huolehditaanko siitä, että poistuvat työntekijät palauttavat laitoksen omaisuuden?				Poistuvien työntekijöiden hallussa on suuri määrä laitoksen toimintaan liittyvää tietoa. On varmistettava, että työntekijät palauttavat työsuhteen päätyttyä kaiken laitokselle kuuluvan omaisuuden: avaimet, kartat yms.
67.	Onko laitoksella varallaolojärjestelmää? Vesilaitos/viemärlaitos?				Vesihuoltolaitoksella tulisi aina olla henkilöitä varalla ja nopeasti tavoitettavissa, jolloin myös työajan ulkopuolella voidaan reagoida nopeasti erityistilanteeseen. Pienet laitokset voivat sopia järjestelystä esimerkiksi toisten vesihuoltolaitosten kanssa, jolloin luonnollisesti on huolehdittava keskinäisestä perehdyttämisestä.

## Liite 1

68.	Onko vesihuoltolaitoksen henkilöstöllä riittävä koulutus ja pätevyys tehtäviensä hoitoon?				Vesilaitoksen henkilöstölle ei ole toistaiseksi voimassa olevia pätevyysvaatimuksia, mutta laitoksen ammattitaitoinen hoitaminen, ja erityistilanteiden välttäminen, edellyttää kokemusta ja syvällistä osaamista. Ainoastaan jatkuvalla koulutautumisella voidaan ylläpitää riittävä osaaminen muuttuvassa toimintaympäristössä.	
69.	Onko henkilöstölle annettu turvallisuuskoulutusta?				Turvallisuusalan ammattilaisen antama koulutus motivoi ja sitouttaa henkilöstöä turvallisuuden edistämiseen.	
70.	Onko henkilöstölle laadittu kehittämissuunnitelmat?					
71.	Onko henkilöstöllä selvät vastualueet?					
72.	Onko henkilöstöä riittävästi?					
73.	Onko henkilöstölle laadittu VAP -lista?				Turvaa poikkeusolojen laitoksen toiminnan.	
<b>KYSYMYKSET</b>		<b>VASTAUS</b>		<b>JOS VASTAUS ON EI, NIIN:  Korjaavat toimenpiteet (mitä voidaan tehdä/tehdään)</b>	<b>SELITYS</b>	
		Kyllä	vai			Ei
		X OTTAMO				Y OTTAMO
<b>Kulunvalvonta ja turvallisuus</b>						
74.	Onko pääsy kriittisiin kohteisiin (vedenottamot, pumppaamot, puhdistamo jne.) rajoitettu vain henkilökunnalle?				Laitoksen ulkopuolisten tahojen (urakoitsijat yms.) ei tule päästä heille työn kannalta tarpeettomiin tiloihin. Lukkojen sarjoituksissa voidaan huomioida eri henkilöryhmien tarve päästä eri tiloihin.	
75.	Onko ajoneuvot, välineet ja työvaatteet merkitty laitoksen tunnuksin? Käytetäänkö henkilökortteja?				Ulkopuolisten on helppo tunnistaa laitoksen henkilöstö tunnuksista. Kulkua laitoksen kriittisiin kohteisiin voidaan valvoa esim. valokuvallisia henkilökortteja käyttämällä. Pienemmillä laitoksilla tarve on pienempi, mutta esim. kiinteistöjen vesimittareita vaihdettaessa työntekijän valtuudet ilmentävä henkilökortti on tarpeen.	
76.	Onko kriittiset kohteet lukittu?				Lukitseminen estää varsinkin hetken mielijohteesta tapahtuvaa ilkivaltaa ja varkauksia. Ainakin vedenotto- ja venttiilikaivot, käsittelylaitokset, pumppaamot, vesitornit ja pohjaveden tarkkailuputket kannattaa lukita.	
77.	Onko kriittisiin kohteisiin asennettu hälytysjärjestelmät tai liiketunnistimet?				Ainakin vedenotto- ja käsittelyrakennuksiin kannattaa asentaa kiinteistöhälytysjärjestelmä. Luvatonta tunkeutumista ehkäisee tehokas kohteen valaistus tai liiketunnistimet, joiden liikkeestä sytyvät valot saattavat jo yksin riittää karkottamaan tunkeilijat. Videovalvontajärjestelmillä voidaan valvoa keskeisimpiä tiloja.	
78.	Onko kohteissa palohälyttimet?					
79.	Käydäänkö laitoksilla ym. säännöllisesti? Partioiko vartiointiliike kohteita?				Päivittäinen käynti kriittisillä kohteilla parantaa turvallisuutta, samalla asiattomien mahdolliset käynnit kohteissa tai muut ongelmat voidaan havaita tuoreeltaan.	
80.	Pidetäänkö avaimista kirjaa, säilytetäänkö avaimia hallitusti, onko menettelyistä sovittu avaimen kadotessa?				Avainten käytöstä tulisi pitää kirjaa ja lukkojen sarjoitukset tulee vaihtaa ainakin silloin, kun avaimia katoaa. Ovikoodit kannattaa vaihtaa riittävän usein.	
81.	Onko atk-järjestelmien tietoturva huolehdittu?				Kaikkien tietokoneiden käyttö laitoksella tulisi olla salasana suojattua. Salasanat tulee vaihtaa riittävän usein, esim. 2 kk välein. Internet-yhteys tulee suojata virustorjunnalla, palomuurilla ja haittaohjelmien esto-ohjelmilla (anti spyware).	
82.	Onko laitoksen ohjausjärjestelmä irrallinen internetistä?				Suurin varmuus on järjestelmillä, jotka irrallaan internetistä. Käytännössä voidaan laitoksen ohjaukseen käyttää eri tietokoneita ja järjestelmiä kuin muussa käytössä.	
83.	Otetaanko tärkeistä tiedostoista varmuuskopioita?				Tärkeimmistä tiedostoista tulee tallentaa säännöllisesti varmuuskopiot, joita säilytetään tulipalon tai varkauksien varalta eri rakennuksessa.	
84.	Onko huolehdittu, ettei omilla tai muiden internet-sivuilla ole laitospaikoista tietoa, jota voidaan käyttää väärin (esim. vahingontekoon)?				Laitosten tulee välttää arkaluontoisen tai liian yksityiskohtaisen informaation laittamista omille internetsivuilleen ja tarkistaa ajoittain hakukoneiden avulla, ettei muidenkaan tahojen ylläpitämällä sivuilla esiinny väärää tai arkaluontoista informaatiota omasta laitoksesta.	
85.	Huolehditaanko karttojen ym. fyysisen tiedon säilytyksen ja jakelun turvallisuudesta sekä palautuksesta?				Karttatietojen jakelua ulkopuolisille, esim. urakoitsijoille on hyvä rajoittaa vain välttämättömimpään osaan. Kyselijöille annetaan vain se informaatio, jota he työhönsä tarvitsevat. Karttojen palautusta on valvottava ja niiden säilytykseen kiinnitettävä huomiota, etteivät muut kuin oma henkilöstö pääse niihin käsiin.	
86.	Onko ilkvallan mahdollisuus todennäköistä?					

KYSYMYS	VASTAUS			SELITYS	
	Kyllä	vai	Ei		
					X OTTAMO
	JOS VASTAUS ON EI, NIIN: Korjaavat toimenpiteet (mitä voidaan tehdä/tehdään)				
<b>Toimintaohjeet ja suunnitelmat</b>					
87.	Onko laitoksella ajantasalla oleva valmiussuunnitelmaa?				Vesihuoltolaitos huolehtii siitä, että kunnan valmiussuunnitelmassa on ajantasainen osio vesihuollon valmiuden osalta.
88.	Onko laitoksella normaaliolojen riskejä käsitelty riittävästi valmiussuunnitelmassa?				Aiemmin valmiussuunnittelu on keskittynyt poikkeusoloissa toimimiseen, mutta myös normaaliolojen erityistilanteisiin varautumista on suunniteltava vähintään yhtä kattavasti.
89.	Onko laitoksen rakennuksille laadittu pelastussuunnitelmaa?				Pelastuslain tarkoittaman pelastussuunnitelman tarkoituksena on esisijaisesti varautua rakennuksessa tai kiinteistöllä olevien ihmisten pelastamiseen vaaratilanteessa.
90.	Onko kunta laatinut pelastuslaitoksen kanssa sammutusvesisuunnitelmaa?				
91.	Onko pelastuslaitos laatinut öljyntorjuntasuunnitelmaa?				
92.	Onko suunnitelmat toimitettu asianomaisille viranomaisille?				Vesihuollon kehittämissuunnitelmista ja pohjavesialueiden suojelusuunnitelmista tulee tiedottaa mahdollisimman laajalti. Valmius- ja varautumissuunnitelmat on puolestaan pidettävä salassa ja niiden jakelu suppeana, mutta suunnitelmien osakokonaisuuksista annetaan tietoja tarpeen mukaan esim. kunnan terveydensuojeluviranomaiselle ja pelastuslaitokselle viranomaisyhteistyön sujumiseksi erityistilanteissa.
93.	Onko toimintaa veden saastumistapauksissa suunniteltu?				Tiedottaminen ja muu toiminta tulee olla tarkoin ennalta suunniteltua terveyshaittojen estämiseksi. Suunnitelmat tulee dokumentoida laitoksen varautumissuunnitelmaan sekä kunnan ympäristöterveyden erityistilannesuunnitelmaan.
94.	Onko veden laadusta tiedotettu asiakkaita?				
95.	Onko tiedottamista epidemia- ja muissa erityistilanteissa suunniteltu?				Tiedottamisen vastuut, kanavat ja tiedotuskohteet erilaisissa tilanteissa on suunniteltava ennakolta. Kriittisintä tiedottaminen on veden saastumistapauksessa. Tiedottamisesta ja hälyttämisestä tulee sopia kunnan terveydensuojeluviranomaisen ja pelastuslaitoksen kanssa.
96.	Onko erityistilanteissa (epidemia, tulvatilanne) toimimista harjoiteltu käytännössä?				Vesihuoltolaitoksen ja kunnan varautumis- ja valmiussuunnitelmien toimivuus tositilanteessa edellyttää sitä, että vastuulliset toimijat on hyvin koulutettu tehtäviinsä ja että tilanteita on myös harjoiteltu.
97.	Onko yhteistyöstä erityistilanteissa sovittu eri viranomaisten (esim. kunnan terveydensuojeluviranomaisen) kanssa?				Tilanteen johto on oltava yhdellä taholla. Vastuunjaosta sovitaan etukäteen ja tilanteen kohdatessa määritetään vastuut vielä esim. puhelimitse. Eri viranomaisten ja muiden toimijoiden yhteistoimintavalmiuksia erityistilanteessa on harjoiteltava. Usein vesihuolto on vain yksi osa-alue lääninhallituksen, pelastuslaitoksen tai muun tahon järjestämissä laaja-alaisissa yhteistoimintaharjoituksissa.
98.	Onko erityistilanteissa (esim. vesiepidemia) tarvittavat yhteystiedot ajantasalla?				Laitoksen tulee pitää kriittisten vedenkäyttäjien (mm. sairaalat, vanhainkodit, huoltovarmuuden kannalta tärkeät laitokset, lypsykarjatilat) ja viranomaisten (mm. kunnan terveyden- ja ympäristönsuojelu, tekninen toimi, pelastustoimi, ympäristökeskukset) yhteystiedot ajan tasalla ja päivittää yhteyshenkilöiden nimet ja puhelinnumerot esim. vuoden välein.
99.	Toimitetaanko hätäkeskukseen tiedote erityistilanteissa?				Usein ihmiset soittavat hätäkeskukseen vaikka asian hoitaminen kuuluisikin vesihuoltolaitokselle. Hätäkeskusta tulisi ohjeistaa jo ennakolta avunpyyntöjen arvioinnissa ja yhteydenotossa vesihuoltolaitokseen. Erityistilanteen aikana laitoksen tulisi toimittaa hätäkeskukselle tiedote ja ohjeistus tilanteesta.
100.	Tietävätkö vedenkuluttajat, kehen heidän on otettava yhteyttä, mikäli veden laadussa ilmenee ongelmia tai he havaitsevat jotain epäilyttävää toimintaa laitosten läheisyydessä?				Laitosten vastaavan hoitajan yhteystiedot tai päivystyspuhelinnumerot on oltava kaikkien tiedossa.
101.	Onko laitoksen asiakastytyväisyyttä selvitetty?				
102.	Onko kaikki uudelleenkäynnistymiset varmistettu toimintahäiriöiden esimerkiksi sähkökatkojen jälkeen?				Mikäli varmistusta ei ole tehty, on laitoksella käytävä joka kerta toimintahäiriöiden jälkeen.

Liite 1

103.	Onko ongelmatilanteisiin varauduttu taloudellisesti?				Taloudellinen varautuminen mahdollistaa välttämättömät korjaukset ja investoinnit laitoksen luotettavan toiminnan ylläpitämiseksi.
104.	Selvitetäänkö tapahtuneiden häiriötilanteiden syyt?				Perusteellisilla selvityksillä voidaan vastaavien tilanteiden uudelleen syntyminen estää.
<b>KYSYMYKSET</b>		<b>VASTAUS</b>		<b>JOS VASTAUS ON EI, NIIN:</b>	<b>SELITYS</b>
		Kyllä	vai	Ei	<b>Korjaavat toimenpiteet (mitä voidaan tehdä/tehdään)</b>
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Varajärjestelmät</b>					
105.	Onko laitoksella varavesilähdettä tai sopimusta naapurikunnan kanssa veden toimittamisesta?				Esim. pohjaveden saastumistapauksessa on käytettävä eri esiintymässä olevaa varavedenotantoa. Laitos voi myös sopia veden ostamisesta toiselta laitokselta. Toimituskapasiteettia laskettaessa on otettava huomioon oman verkoston ja yhdysvesijohtojen kapasiteetti sekä toimitussopimukset.
106.	Riittääkö varavesilähteestä kotitalouksien käyttöön vähintään 50 l vuorokaudessa asukasta kohti?				Varavesilähdettä käytettäessä asiakkaille jaettavan veden riittäväksi määräksi on useissa yhteyksissä arvioitu 50 l/vrk/as., kun kriittisten vedenkäyttäjien minimivedentarve on ensin vähennetty käytettävissä olevasta kapasiteetista.
107.	Voidaanko varavesilähde ottaa nopeasti käyttöön?				Vedenotantoa tulee koekäyttää säännöllisesti ja veden laatua on seurattava. On huolehdittava siitä, että tarvittavat vedenottoluvat ovat kunnossa.
108.	Onko vesihuollon alueellista yleissuunnitelmaa laadittu alueella?				Alueellinen yhteistyö, kuten laitosten väliset yhdysvesijohdot, edistää talousveden saannin varmuutta erityistilanteissa, kun käytettävissä on usean laitoksen vedenotantoa.
109.	Onko väliaikaisen vedenjakelun toteutusta suunniteltu?				Väliaikaisen vedenjakelun toteutustapa (tankkiautot, noutopisteet, yksityiset kaivot), kapasiteetti, tarvittavan kaluston käyttö ja veden laadun tarkkailu tulisi suunnitella etukäteen.
110.	Onko erityistilanteissa tarvittavan ulkopuolisen kaluston käytöstä sovittu palvelun tarjoajien kanssa?				Ulkopuolisen kaluston (säiliöautot, loka-autot tms.) käytöstä on syytä tehdä kirjalliset sopimukset etukäteen.
111.	Onko kriittisiä toimintoja varten varavoimallitteet tai edes varavoiman liitännäismahdollisuus?				Pumppaamoiden ja käsittelylaitosten varavoimalla voidaan estää sähkökatkoksen aiheuttamia haittoja. Vakava jakeluhäiriö voi syntyä jo, jos katkos kestää yli puoli vuorokautta, jolloin esimerkiksi ylävesisäiliö voi tyhjentyä.
112.	Onko sähkönsaannin kannalta tärkeät kohteet listattu?				
113.	Onko sähkönsaanti varmistettu eri syöttölinjojen kautta?				
114.	Onko kemikaaleille ja kriittisille varaosille riittävät varmuusvarastot tai onko tavarantoimittajien kanssa sovittu varmuusvarastojen pitämisestä?				Toimittajien kanssa on mahdollista sopia varmuusvaraston ylläpitämisestä asiakkastaan varten. Varasto ei kuitenkaan ole turvassa kuljetusketjun häiriöiltä, esimerkiksi lakoilta. Suuri osa laitosten prosessilaitteistosta on tuontitavaraa, joten varaosien saatavuus ei välttämättä ole turvattu kansainvälisessä konfliktitilanteessa.
115.	Voiko verkostoa ja laitosta ohjata manuaalisesti?				Automaatiojärjestelmän rikkoontuessa vedenjakelun ja viemäröinnin keskeytymisen estämiseksi on tärkeää, että laitteet pystyvät toimimaan paikallislogiikan avulla tai käsikäyttöisesti. Käsikäyttöä tulisi edelleen harjoitella.
116.	Onko olemassa pumppuluetteloa?				
117.	Onko tietotekniikka (kaukovalvonta- ja käyttöjärjestelmät ym.) suojattu UPS-laitteilla?				UPS-laite suojaa tietokonetta jännitehäiriöiltä ja katkoksen pitkittyessä mahdollistaa tietojärjestelmien hallitun alasajon.

LIITTYJÄMÄÄRÄT:

SUURIMMAT LIITTYJÄT:

SUURIMPIEN LIITTYJIEN TARVITSEMAT VESIMÄÄRÄT (esim. terveyskeskus, hoitolaitokset, teollisuus, osuuskunnat ym.)

PUMPATUT VESIMÄÄRÄT VUODESSA ja VRK:SSA:

	<b>VESIHUOLTOLAITOKSEN RISKIANALYYSI</b> <b>KOHDE:</b> <b>Laatija:</b>	Analyysin pvm:
--	--	----------------

Mahdollinen erityistilanne	Seuraukset	Riski	Nykyinen varautuminen	Toimenpide-ehdotukset/ Lisäkysymyksiä
<b>JÄRJESTELMÄN TOIMINTAHÄIRIÖT:</b>				
Suunnitteluvirhe verkosto kaivot	Kasvaneet kustannukset Korjausten lisääntynyt tarve Rakenteet viallisia -> veden saastuminen	[Arvioi tähän riskin suuruus]	[täytä tähän nykyinen vesilaitoksen varautuminen]	
Rakennusvirhe	Järjestelmän toimintahäiriöt Lisääntyneet korjauskustannukset			
Materiaalivirhe	Materiaalien lyhentynyt käyttöikä Lisääntyneet korjauskustannukset			
Putkirikko: 1) talousvesiverkosto 2) viemäriverkosto	1) talousveden likaantuminen 2) ympäristön saastuminen, mahdollinen talousveden saastuminen			
Inhimilliset vahingot	Inhimillisestä toiminnasta syntynyt taloudellinen/tekninen vahinko			
Uuden tekniikan pettäminen esim. kaukovalvontaan siirtyminen Vedenkäsittelyssä tapahtuneet häiriöt	Järjestelmän toimintahäiriöt Veden laatumuutokset			
Tietoturvan suojauksen pettäminen	Järjestelmähäiriöt, tietoturvamurrot			
Vahingonteko/ilkivalta	talousveden saastuminen			
<b>SAATAVUUSHÄIRIÖT:</b>				
Energian saanti koko verkosto verkoston osa	Jakeluhäiriö koko verkostossa tai jossakin verkoston osassa			
Raakaveden loppuminen tai saastuminen	Veden loppuminen/saastuminen siirtyminen varavesilähteeseen			
Varaosat/käytettävät kemikaalit	Varaosia/kemikaaleja ei saatavilla/ pitkät toimitusajat			
Palvelut (esim. huoltopalvelut)	Huoltotöiden viivästyminen toiminnan laadun heikkeneminen			
Varallaolojärjestelmä, päivystäjän puute	Häiriötilanteen pitkittyminen			
Henkilöstön puute	Toiminnan laadun heikkeneminen			
Desifiointilaitteet ja niiden ammattitaitoinen käyttö	Desinfiointin epäonnistuminen Desinfiointiaineiden saatavuus			

Mahdollinen erityistilanne	Seuraukset	Riski	Nykyinen varautuminen	Toimenpide-ehdotukset/ Lisäkysymyksiä
<b>YMPÄRISTÖTEKIJÄT:</b>				
Luonnonilmiöt: tulvat, rankkasateet kuivuus myrskyt	Raakaveden/verkoston saastuminen veden saatavuusongelmat sähkökatkot			
Päästöönnettomuudet (esim. teollisuus) Tiesuolaus Sulamisvedet	Raakavesilähteen pilaantuminen			
Liikenneonnettomuudet kemikaalikuljetukset	Raakavesilähteen saastuminen			
Säteilyonnettomuudet	Harvoin vaikutuksia pohjaveteen			
Pintavesivalunnat Jäteveden pääsy verkostoon (putkirikko/jv-kaivon ylivuoto)	Raakavesilähteen saastuminen Vesiepidemia			
Eläinten pääsy verkostoon	Veden pilaantuminen/saastuminen			
<b>TOIMINTAOHJEET JA SUUNNITELMAT:</b>				
Puutteellinen toimintaohjeistus veden saastumistapauksissa	Tiedottamisen epäonnistuminen Terveystaittojen leviäminen suurelle alueelle			
Ajantasaisten yhteystietojen puuttuminen	Tiedottamisen epäonnistuminen			
Väliaikaisen vedenjakelun suunnitelman puuttuminen	Viive vedenjakelun järjestämisissä Kriittisten toimintojen alasajo			

Tiedotepohja tiedotusvälineille

Kunnan/vesilaitoksen logo, päivämäärä ja kellonaika minuutin tarkkuudella

**OTSIKKO: MITÄ JA MISSÄ**

Tapahtuman kuvaus:

Mitä on tapahtunut, missä ja milloin?

Tapahtuman syyt (jos tiedossa) -----.

Tapahtuman vaikutus alueelle ja asukkaille -----.

Mahdolliset toimintaohjeet asukkaille (jos tarpeen esim. rajoittaa veden käyttöä) -----.

Tilanteen korjaamiseksi on tehty seuraavia toimenpiteitä: ----- (Lisää myös suunnitellut toimenpiteet.)

Aiheesta tiedotetaan seuraavan kerran -----.

Kunnan internet-sivujen osoite on --- ja asiakaspalvelun numero --- kuluttajien yhteydenottoja varten.

Lisätietoja antaa ---, puhelinnumero --- (haastattelupyynnöt).

Tiedotustilaisuus pidetään (missä ja milloin) -----.

Kriisipuhelimen numero asukkaille on -----.



Tiedotemalli veden saastumisepäilyssä

Lehdistötiedote

XX.XX.20XX

klo XX.XX

X:n kunnan vesihuoltolaitos

### **Juomavesi on keitettävä X:n alueella**

X:n vedenottamolla on rankkasateiden johdosta päässyt kaivoon pintavettä. X:n kunnan vesihuoltolaitos teki asiasta havainnon aamulla klo XX.XX. Tapahtuman laajuutta ja veden puhtautta selvitetään. Veden saastumisen varalta kaikki ruoka- ja juomavesi on keitettävä vähintään viiden minuutin ajan. Vesi on tämän jälkeen myös jäähtytään käyttökelpoista.

Keittämätöntä vettä voi käyttää peseytymiseen normaalisti, ellei siinä ole poikkeavaa väriä tai hajua. Myös astiat voi pestä keittämättömällä vedellä, mutta ne on tämän jälkeen kuivattava huolellisesti.

Tapahtumasta annetaan tarkempi tiedote klo XX.XX.

Alueen asukkaille lisätietoja on X:n kunnan internetsivuilla ----- . Asiakaspalvelun numero on XXXXX.

#### **Lisätietoja:**

Vesihuoltolaitoksen yhteyshenkilö (Henkilön nimi),  
X:n kunnan vesihuoltolaitos,  
puh. -----.

Tiedotepohja jälkihoitotiedotteesta veden saastumisessa

Lehdistötiedote

XX.XX.20XX

X:n kunnan vesihuoltolaitos

### **X:n vedenottamon vettä ei tarvitse enää keittää**

X:n alueelle annettu veden keittokehotus ei ole enää voimassa. Keittokehotus annettiin veden epäillyn saastumisen vuoksi. Vedestä XX otetusta näytteestä löytyi X bakteeria. X:n kunta sulki X:n vedenottamon ja aloitti vesijohtoverkoston kloorauksen X.X. Kloori tuhoaa mahdolliset haitalliset bakteerit. X.X otetuissa näytteissä ei ole enää löytynyt merkkejä saastumisesta.

X:n alueen vesi on nyt juomakelpoista eikä sitä tarvitse enää keittää. Putkistoissa seissyttä vettä on hyvä hetken aikaa juoksentaa, jos vesi näyttää samealta. Vettä on koko ajan voinut käyttää peseytymiseen normaalisti.

X:n vedenottamolla havaittiin X.X aamulla klo X.XX, että kaivoon oli päässyt pintavettä. Syynä tähän olivat koko yön jatkuneet rankkasateet./ Vesilaitoksella havaittiin X.X aamulla klo X.XX, että jätevettä oli päässyt X:n alueen verkostoon putkirikon/jätevesikaivon ylivuodon yhteydessä.

Kunnan vesihuoltolaitos pahoittelee tilanteesta aiheutunutta haittaa.

Alueen asukkaille lisätietoja on XXXX kunnan internetsivuilla ----- . Asiakaspalvelun numero on XXXX.

#### **Lisätietoja:**

Vesihuoltolaitoksen yhteyshenkilö (Henkilön nimi),  
X:n kunnan vesihuoltolaitos,  
puh. -----.

Tiedotepohja sisäiseen viestintään (kunta/vesilaitos/työntekijät)

Kunnan/vesilaitoksen logo, päivämäärä ja kellonaika minuutin tarkkuudella

**OTSIKKO: MITÄ JA MISSÄ**

Tapahtuman kuvaus:

Mitä on tapahtunut, missä ja milloin?

Tapahtuman syyt (jos tiedossa) --.

Tapahtuman vaikutus alueelle ja asukkaille --.

Mahdolliset toimintaohjeet asukkaille (jos tarpeen esim. rajoittaa veden käyttöä) --.

Tilanteen korjaamiseksi on tehty seuraavia toimenpiteitä: --. (Lisää myös suunnitellut toimenpiteet.)

Aiheesta tiedotetaan seuraavan kerran --.

Vesilaitoksen puolesta aiheesta tiedottaa ulospäin ----- tähän vastuuhenkilön nimi (varahenkilönä toimii -----, nimi tähän).

Haastattelupyyntöön vastataan .--- (esim. ”En ole oikea ihminen vastaamaan tähän, voinko ottaa soittopyynnön ja asiaan palataan mahdollisimman pian?”)

Asiakkaan lisätietokysymykseen vastataan -- (Esim. puhelinneuvonnan numero).

**Opas varavedenjakelun järjestämisestä, Taulukko 1**  
Vesihuoltopooli / Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, 2011

**Varavedentarpeen arviointi**

	<b>yhteensä m<sup>3</sup>/vrk</b>
__ asukasta * 5 L	
Sairaalat (laitoksen tulee tiedustella etukäteen välttämätön vedentarve) __ sairaala	
Terveyskeskukset (laitoksen tulee tiedustella etukäteen välttämätön vedentarve) __ terveyskeskus	
Palvelutalot __ palvelutalo, jossa __ asukasta * 15 L	
Suurkeittiöt __ suurkeittiö, jossa valmistetaan __ annosta * 3 L	
Koulut __ koulu, jossa __ oppilasta * 3 L	
Päiväkodit __ päiväkotit, jossa __ lasta * 5 L	
Vesikriittiset teollisuuslaitokset (laitoksen tulee tiedustella etukäteen välttämätön vedentarve) __ elintarviketeollisuuslaitos __ lääketehdas __ muu teollisuuslaitos	
Eläintilat (laitoksen tulee tiedustella etukäteen välttämätön vedentarve) __ maitotila __ karjatila __ sikala __ kanala / broilertila	
<b>Välttämätön vedentarve yhteensä</b>	



X:n KUNTA  
VESIHUOLTOLAITOS

Valituslomake

Valituksen tekijä: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Valituksen vastaanottaja: \_\_\_\_\_

Valituksen syy: häiriö veden laadussa  häiriö veden saatavuudessa   
muu, mikä? \_\_\_\_\_

Päivämäärä ja aika: \_\_\_\_\_

Muita tietoja: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Vesihuoltolaitoksen toimenpiteet: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Toimenpiteiden suoritusajankohta: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tämä lomake säilytetään kunnan teknisellä osastolla valituskansiossa.  
Valitustapauksista ilmoitetaan vastuuhenkilölle (nimi).