

Leena Vihavainen

VESIHUOLTOLAITOKSEN
RISKIKARTOITUKSEN
MALLI

Opinnäytetyö
Talotekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 15.05.2011				
Tekijä(t) Leena Vihavainen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikan koulutusohjelma				
Nimeke Vesihuoltolaitoksen riskikartoituksen malli					
Tiivistelmä <p>Tutkimukseni tavoitteena oli tuottaa vesihuoltolaitoksen riskikartoituksen sisältömalli suunnittelutyön työvälineeksi ja kehittää vesihuoltolaitoksien toiminnan nykytilan kuvauksen kyselylomakkeet sekä uudistamalla toimeksiantajan riskikartoituskyselylomakkeet.</p> <p>Vesihuollon riskienhallinnan menetelmät voidaan jakaa riskien tunnistamis- ja arviointitavan mukaan haavoittuvuuden tunnistamisen, riskiarvioinnin ja kokonaisvaltaisiin riskienhallinnan menetelmiin. Kirjallisuus arvioiden mukaan olemassa olevat riskienarviointimenetelmät eivät sovi kovin hyvin vesihuoltolaitoksen kokonaisvaltaiseen riskienarviointiin. Kartoitusmallin kyselylomakkeissa on käytetty vika-vaikutusanalyysin periaatteita, haavoittuvuusanalyysin periaatetta räätälöidyssä itsearviointimittaristossa sekä HACCP periaatetta riskimatriisiin laadinnassa.</p> <p>Kartoitusmalli käsittelee kaikki vesihuoltolaitoksen toiminnot, kuten viemärlaitostoiminnan, hulevesien käsittelyn ja lietteenkäsittelyn sekä vesilaitostoiminnan. Kartoitusmalli sisältää useisiin käyttötarkoituksiin, kuten pienen vesihuoltolaitoksen ensiriskikartoitukseen, suurehkon laitoksen riskikyselyyn tai kokonaisvaltaiseen riskienhallinnan riskimatriisiin soveltuvan kyselylomakkeet. Kartoitusmalli sisältää myös riskianalyysiraportin laadintaan sisältömallin, joka sisältää mm. ohjeen riskikartoituksen suoritustavoista ja raportoinnista.</p> <p>Mallilomakkeiden testikäyttö osoitti mallilomakkeet aiemmin käytössä olleita kyselylomakkeita paremmaksi. Numeerisesti luokitteleva riskimatriisi selkeyttää tarvittavien riskienhallintatoimia ja toteuttavuus järjestystä. Vesihuoltolaitoksen toiminnan varmuuden kannalta on tärkeintä tunnistaa aiheutuneet häiriöt ja niiden vaikutukset vesihuoltotoimintaa. Riskin laatu eli sen vaikutus on määräävämpi kuin riskin laskennallinen arvo, mutta laskennallinen arvo tarvitaan haluttaessa luokitella riskit tarkasti torjuntatoimenpiteitä varten. Riskikartoituksen tilaajat voivat siten paremmin hyödyntää kartoitustulosta toiminnassaan. Kyselyn sähköinen käsittely tulee säästämään kartoitukseen tarvittavaa aikaa ja parantamaan projektien kustannustehokkuutta.</p>					
Asiasanat (avainsanat) riskianalyysi, riskikartoitus, vesihuoltolaitos, vedenhankinta, vedenkäsittely, vesijohtoverkosto, jäteveden käsittely, viemärointi					
Sivumäärä 80	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Kieli</td> <td style="width: 33%;">URN</td> </tr> <tr> <td>suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	suomi	
Kieli	URN				
suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä) Liitteet 5- 8 luottamuksellisia					
Ohjaavan opettajan nimi Jukka Räisä	Opinnäytetyön toimeksiantaja Kiuru & Rautiainen Oy				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 15.05.2011
Author Leena Vihavainen	Degree programme and option Building Services	
Name of the bachelor's thesis Risk management model for water and wastewater utilities		
Abstract <p>The purpose of this thesis was producing a risk management model for water service utilities in Finland. The pilot will be used as a tool in risk management planning work. The study was ordered by a consulting company.</p> <p>To find the data I visited several websites and read a lot of relevant literature. Besides this I utilized my own previous experiences and knowledge in risk management projects.</p> <p>In my model I used several risk management identity methods causing by separates for examines principles. The used risk analysis methods are Hazard and operability study, Hazard Analysis and Critical Control Point, Water Safety Plan or Cause Consequence Analysis.</p> <p>The risk management model is used assessment in various cases and all types of water service utilities. The model takes into consideration all acts of water service utilities like the supply and distribution of water, and the collection and treatment of waste water. The model includes developed new potential hazards check lists and contents model. One list is created to settle present functions of the water services. Another list is modelled searching potential hazards by their causes. The hazards in water service acts are disruptions in water delivery or waste water collection or bad quality of drinking water. They can be caused by several risk factors. Disruptions at waterworks and sewages or the treatment plants can be caused by accidents, vandalism, mistakes, technical faults, unusual weather conditions and natural hazards. The test use offered that created new lists are better than earlier. The numeral valuation method makes the risk management easier to water service utilities. Computer oriented handling of the risk analysis results spares a lot of work time.</p> <p>The conclusion is that the model is succeeded, but it had to be developed all time. The risk management process is continuous.</p>		
Subject headings, (keywords) risk management, potential hazards, water utilities, water and wastewater treatment		
Pages 80	Language finnish	URN
Remarks, notes on appendices Appendices 5 to 8 are classified		
Tutor Jukka Räisä	Bachelor's thesis assigned by Kiuru & Rautiainen Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	RISKIT JA RISKIENHALLINTAMENETELMÄT	3
2.1	Haavoittuvuuden tunnistamisen menetelmä eli riskikartoitus	4
2.2	Poikkeama-analyysi	4
2.3	Syy- seurausanalyysi	5
2.4	HACCP	6
2.5	ISO 22000	6
2.6	ISO 31000	6
2.7	WSP	7
3	VESIHUOLTOLAITOKSEN TOIMINTA	8
3.1	Vedenhankinta	8
3.2	Vedenkäsittely	9
3.3	Vedenjakelu	12
3.4	Viemäröinti	14
3.5	Jätevedenpuhdistus	15
3.6	Lietteenkäsittely	15
3.7	Toimintatavat ja toiminnot	15
4	RISKIKAROTITUKSEN MALLIN LAADINTA	16
5	RISKIKARTOITUKSEN MALLI	18
5.1	Vesihuoltolaitoksen nykytilan kuvaus	18
5.2	Vesihuollon ympäristön uhkatekijät	19
5.2.1	Luonnonilmiöt	20
5.2.2	Ympäristöonnettomuudet	24
5.2.3	Laskeuma tai muu ympäristövaara	25
5.2.4	Tulipalo tai muu onnettomuus	25
5.2.5	Myrkylliset tai palovaaralliset aineet jätevedessä	25
5.2.6	Ilkivalta tai muu vahingonteko	26
5.2.7	Saatavuushäiriöt	27
5.2.8	Eriyistilanne verkoston piirissä olevalla kiinteistöllä	27
5.2.9	Varautumisohjeet ja taso	28
5.2.10	Poikkeustilan uhkat	28

5.3	Laitostekniikan uhkatekijät	28
5.3.1	Vedenhankinta ja raakaveden laatu	29
5.3.2	Vedenottamo	30
5.3.3	Vedenkäsittely.....	33
5.3.4	Vesijohtoverkosto	36
5.4	Jätevedenkäsittely	42
5.4.1	Viemäröinti	42
5.4.2	Jätevedenpuhdistamo	46
5.4.3	Lietteenkäsittely.....	50
5.4.4	Toimintatavat	50
5.5	Riskien hallinta.....	53
5.6	Uhkien tunnistaminen	54
5.6.1	Vikapuu- ja vaikutusanalyysi.....	54
5.6.2	Riskipaneelit	55
5.6.3	Riskikysely.....	55
5.6.4	Itsearviointimittaristo.....	56
5.6.5	Laitoskäynnit.....	57
5.7	Riskien arviointi	57
5.8	Riskien hallintatoimet	59
6	ARVIO MENETELMIEN KATTAVUUDESTA JA SOVELTUVUUDESTA..	60
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	64
	LÄHTEET	67
	LIITTEET.....	67
Liite 1.	Vesihuoltolaitoksen riskianalyysin sisälllys.....	67
Liite 2.	Vesihuoltolaitoksen itse- arviointimittaristo	67
Liite 3.	Pienten vesilaitosten haavoittuvuusanalyysi	67
Liite 4.	Tietoturvahkien kartoituslomake	67
Liite 5.	Vesihuoltolaitoksen nykytilan kartoituslomakkeet	67
Liite 6.	Vesihuoltolaitoksen riskikyselyt – häiriöt ja esiintyvyys.....	67
Liite 7.	Riskimatriisi	67
Liite 8.	Suojausuhkien kartoitus	67
Liite 9.	Vesihuoltotoiminnan merkittävimmät riskit ja niiden hallintatoimet.....	67

Käsitteitä

Haavoittuvuus	Alttius järjestelmiä, toimintaa tai palveluja haittaaville häiriöille.
Haavoittuvuusanalyysi	Systemaattinen selvitys tietoihin, järjestelmiin, toimintoihin ja palveluihin kohdistuvista haavoittuvuuksista ja riskeistä.
HACCP	Hazard Analysis Control Critical Point, elintarviketeollisuudessa käytetty riskien analysointimenetelmä, jonka olennaisena osana on ns. kriittisten valvontapisteiden tunnistaminen ja niiden valvontaohjelman rakentaminen.
HAZOP	Poikkeamatarkasteluanalyysi, jonka tavoitteena on löytää toimintaprosessin häiriöitä aiheuttavat vaarat eli riskin aiheuttajat
HAZSCAN	Vaarallisten skenaarioiden analyysi, jonka tavoitteena on löytää kohteen keskeisimmät ongelma-alueet sekä keskeisiin vaaroihin liittyvät onnettomuustekijät
Hulevesi	Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi
Riski	Määrätyn vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyyden ja seurausten vakavuuden tulo
Riskianalyysi	Saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi sekä riskin suuruuden arvioimiseksi
Riskimatriisi	Riskien luokitteluun muotoiltu järjestelmä.

Taajamatulva	Taajamatulva syntyy, kun rakennettujen alueiden kuivatusjärjestelmä ei toimi suunnitellulla tavalla ja hule- ja sekaviemäreiden mitoitus ylittyy tai hulevedet kasautuvat kaduille ja pihaille tai muille alueille ja purkautuvat hallitsemattomasti aiheuttaen vahinkoja.
Uhka	Tiettyyn kohteeseen kohdistuvan vahingon tai häiriön mahdollisuus.
Vesihuolto	Vedenhankinta eli veden johtaminen, käsittely ja toimittaminen talousvetenä käytettäväksi ja viemärointi eli jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtaminen ja käsittely.
Vesihuoltolaitos	Laitos, joka huolehtii yhdyskunnan vesihuollosta toiminta-alueellaan.
Viemäritulva	Viemäritulva syntyy sen jälkeen, kun padotus on kohonnut niin suureksi, että vesi purkautuu viemäristä kaivon kansiin, lattiakaivojen tai muiden viemärointipisteiden kautta kiinteistöön, pihalle tai kadulle.
WSP	Water Safety Plan, WHO:n ohjeen mukainen turvallisuussuunnitelma veden laadun varmistamiseksi.

1 JOHDANTO

Vesihuoltolaitoksen toiminnan uhkia ovat tekijät, jotka aiheuttavat keskeytyksiä laitoksen toiminnassa, vahingonvaaraa kuluttajille, ominaisuudelle tai ympäristölle. Uhkia ovat muun muassa vedenjakelun keskeytyminen, verkoston saastuminen, vedenotamon pilaantuminen, jätevesipäästö ympäristöön tai tulviminen rakennuksiin sekä vesijohtovuodon aiheuttama omaisuuden turmeltuminen. Vesihuoltolaitoksen tehtävänä ja vastuulla on turvata kuluttajille vesihuoltopalvelut kaikissa olosuhteissa. Mahdollisimman häiriöttömän toiminnan ja erityistilannetoiminnan takaamiseksi laitoksen on tunnistettava toimintaan liittyvät riskit voidakseen ennaltaehkäistä niiden esiintymistä tai hallita haittavaikutuksia. Vesihuoltolaitoksen riskit jakautuvat ulkoisiin toimintaympäristöstä johtuviin ja sisäisiin laitoksen teknisistä ja toiminnallista seikoista aiheutuviin riskeihin. Laitoksen toimintaympäristö on avoin ja yhteistyössä muiden elinkeinoelämän sekä ympäristön toiminnan kanssa, joten ulkoiset tekijät vaikuttavat sen toimintaan muodostaen riskin. Laitoskohtainen tekniikka vedenotossa, -käsittelyssä ja jakelussa sekä jäteveden viemäroinnissä ja käsittelyssä yhdessä toimintatapojen kanssa muodostavat laitoksen sisäiset riskitekijät. Teknisten laitteiden toimintaan liittyy aina epävarmuustekijöitä.

Yleisesti käytettyjä riskien hallintamenetelmiä ovat mm. haavoittuvuuden tunnistamisen menetelmä eli riskikartoitus, poikkeama-analyysi, syy-seurausanalyysi, HACCP sekä laatu järjestelmät ISO 22000 ja ISO 31000. Suomessa vesihuollon riskien kartoittamiseen on kehitetty useita malleja ja ohjeita, kuten WHO:n ohjeiden mukainen vesiturvallisuussuunnitelma WSP sekä haavoittuvuus analyysi vesihuollon itse-arviointimittaristo.

Suurin osa riskimalleista on luotu talousvesihuoltoa varten ja ne jättävät huomioimatta viemäroinnin, hulevesiviemäroinnin sekä jätevesienkäsittelyn vesihuoltolaitoksen toiminnassa. Malleissa on käytetty vain yhtä riskikartoitusmenetelmää, jolloin ne jättävät osan monialaisen toiminnan tekijöistä huomioimatta. Nykyiset riskin arviointimallit ovat osoittautuneet epäkäytännöllisiksi ja puutteelliseksi kokonaisvaltaiseen riskien arviointiin. Riskien hallitsemiseksi riskit täytyy ensin tunnistaa eli suorittaa laitoksen toimintaan mahdollisesti liittyvien riskien kartoitus. Kartoituksen kattavuus on riskienhallinnan perusta.

Työssäni tutkin vesihuoltolaitoksen toiminnan riskejä ja niiden kartoittamisen keinoja. Tutkimuksen tavoitteena oli luoda työvälineeksi suunnittelutyöhön vesihuoltolaitoksen riskikartoituksen malli, jossa kaikki mahdolliset riskit tulisi huomioiduksi. Kartoitusmalli käsittelee koko vesihuollon toimintasektorin (viemärlaitostoiminta ja hulevesien käsittely sekä lietteenkäsittely, vesilaitostoiminta), mutta sitä voidaan soveltaa laitoskohtaisesti. Tavoitteena oli kehittää riskien kartoittamisen ja laitoksen toiminnan analysoinnin menetelmiä, kuten laitoksen nykytilan kuvauksen kyselylomakkeet. Innoituksena työn aiheen valintaan on ollut kokemukset vesihuoltolaitosten toiminnan ja teknisten tietojen huonon kirjallisen tallentamisen aiheuttamat haitat kartoittajan työssä. Suunnitelmat ja piirustukset voivat puuttua kokonaan tai ne ovat päivittämättä. Myös suunnitelmien taso ja tarkkuus vaihtelee paljon. Varsinkin pienillä ja keskisuurilla laitoksilla toimintakertomuksia tai muita toiminnan dokumentteja ei ole olemassa. Kartoituksen haastavin ja työläin osa onkin ollut nykytoiminnan tietojen selvittäminen, joka on vähentänyt itse riskienarviointiin käytettävissä olevaa aikaa ja panosta. Riskien kartoittaminen edellyttää kyseisen laitoksen toiminnan sekä toimintasektorilla yleisesti esiintyneiden riskien hyvää tuntemusta. Kartoitusmalli on laadittu, siten että laitoshenkilöstön tietämys omasta laitoksestaan saadaan yhdistettyä ulkopuolisen kartoittajan asiantuntijanäkemykseen, jolloin mahdollisimman monet riskit tulevat huomioitua.

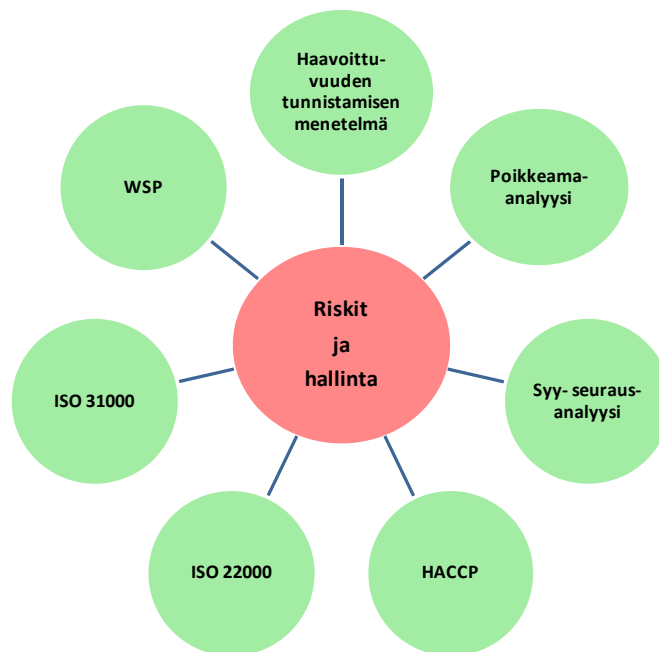
Kartoitusmalli sisältää useisiin käyttötarkoituksiin, kuten pienen vesihuoltolaitoksen ensiriskikartoitukseen, suurehkon laitoksen toimintojen arviointiin ja kokonaisvaltaiseen riskienhallinnan riskimatriisiin soveltuvan kyselykaavakkeiston. Kaavakkeissa on huomioitu ensimmäiseen ja yleisluonteiseen riskien kartoittamisen tarve mm. ympäristölupia ja talousvedenvalvontatutkimusohjelmia varten sekä tarkemmat kartoituslomakkeet erityistilannesuunnittelun pohjaksi. Lomakkeita voidaan käyttää riskikyselyissä, apumateriaaleina henkilöstön haastatteluissa ja riskipaneeleissa tai tarkastuslistana kartoittajalle laituskäynneillä. Kartoitusohjeissa todetaan, että kohteiden dokumentoinnissa tulisi myös enemmissä määrin käyttää nykytekniikkaa, kuten digi-kuvausta tallennukseen.

Yhdistämällä useita riskienarviointi menetelmiä päästään mahdollisesti kattavimpaan tulokseen. Laajentamalla riskien arviointi kattamaan koko alan toimintasektorin vedenotosta jätevesilietteen käsittelyyn saadaan aikaan kokonaisvaltainen arvio.

2 RISKIT JA RISKIENHALLINTAMENETELMÄT

Riskienhallinnan menetelmät voidaan ryhmitellä näkökulman mukaisesti riskikartoitukseen, riskiarviointeihin sekä kokonaisvaltaisiin riskienhallintamenetelmiin. Riskikartoituksessa pyritään tunnistamaan kaikki toimintaan kohdistuvat riskitekijät. Riskien arvioinnissa tarkastellaan riskitekijän seurauksia toiminnoille. Riskienhallintamenetelmällä pyritään riskien tunnistamiseen, arviointiin sekä luomaan lähtökohdat riskien hallintatoimien systemaattiseen priorisointiin. Riskienarviointimenetelmä on siten työkalu, jota käyttämällä voidaan systemaattisesti tunnistaa tärkeimmät toimintaa uhkaavat vaarat. /5, s.21 – 22./

Riskien tarkastelu voidaan toteuttaa tarkastelemalla tapahtumaa poikkeaman, syy-seuraussuhteen tai järjestelmän haavoittuvuuden kautta. Yleisimmin käytetyt riskienhallintamenetelmät on esitetty kuvassa 1.



KUVA 1. Riskien hallintamenetelmät

Riskien hallintamenetelmä valitaan halutun tarkastelukulman ja toimintaympäristön ominaispiirteiden mukaan tapauskohtaisesti.

2.1 Haavoittuvuuden tunnistamisen menetelmä eli riskikartoitus

Riskikartoituksessa pyritään tunnistamaan haavoittuvuutta aiheuttavat uhkatekijät. Haavoittuvuuden tunnistaminen on riskienhallinnan ensimmäinen vaihe, jossa tehdään järjestelmällistä riskien tunnistamista erilaisten tarkastelulistojen pohjalta. Menetelmässä ei arvioida mahdollisten uhkatilanteiden seurausten vakavuutta tai todennäköisyyttä. Riskienhallinnan aloittamiseen tarkistuslistan avulla ei tarvita paljoa resursseja eikä varsinaisia riskien hallinnantaitoja. /5, s. 21-22./

Vesihuoltolaitosten itse- arviointimittaristo on vesihuoltoalalle räätälöity tarkistuslistamenetelmä. Menetelmässä huomioidaan myös riskin vaikutukset sekä niiden hallinta, jolloin sitä voidaan pitää kokonaisvaltaisena riskienhallintamenetelmänä. Vesihuoltolaitoksen tilan itsearviointimittaristo on tarkoitettu vesihuoltopalveluiden tason arviointiin ja toiminnan kehittämistarpeiden tunnistamiseen. Mittariston muodostavat aihepiirit ovat organisointi ja talous, tekniset prosessit, henkilöstö ja johtaminen, toimintavarmuus ja erityistilanteisiin varautuminen sekä asiakassuhteet. Teknisistä prosesseista tarkastellaan mm. veden laatu, jäteveden puhdistustulos, prosessin ohjaus, vuodot ja verkoston huuhtelutarve. Toimintatavoista tarkastellaan häiriöiden määrää ja laatua, valmiutta toimia erityistilanteissa, varaveden ja – voiman saatavuutta, sopimuksia, asiakastyytyväisyyttä, palautumista häiriötilanteista, valmiussuunnitelman olemassaoloa sekä päivystys- ja varallaolojärjestelmiä. Mittariston varsinainen tarkoitus ei ole antaa arviota vesihuoltolaitoksen yleisilasta, vaan auttaa tunnistamaan sen konkreettisia kehittämistarpeita. Mikäli riski on ilmeinen, on laitoksella syytä alkaa valmistella kehittämistoimenpiteitä, jotta tilanne saataisiin hyvän mittarin tasolle.

/5, s. 22./

2.2 Poikkeama-analyysi

Poikkeamatarkastelun (HAZOP) tavoitteena on löytää toimintaprosessin häiriöitä aiheuttavat vaarat eli riskin aiheuttajat. Toimintaa tarkastellaan prosessina ja tunnistetaan sellaiset muutokset, jotka voivat aiheuttaa häiriöitä. Poikkeamia pyritään hahmottamaan avainsanojen avulla, kuten ei tai ei mitään, enemmän, vähemmän, lisäksi, osittain, päinvastoin, muu kuin. Poikkeamatarkastelu on luonteeltaan alhaalta ylöstyypinen, eli tunnistamalla miten häiriö voi tapahtua päätellään aiheuttajan vaikutuksia kokonaisjärjestelmän toimintaan. /5, s. 22./

Pohjavedensuojelusuunnitelmat ovat perinteisesti tehty poikkeamien tarkastelulla. Suunnitelmissa on etsitty tiettyjen ympäristön pilaantumisriskin sisältävien toimintojen esiintyvyyttä pohjavesialueella tai sen läheisyydessä.

2.3 Syy- seurausanalyysi

Häiriön tunnistamisen kautta eri aiheuttajien tunnistamiseen tähtääviä menetelmiä ovat muun muassa erilaiset tapahtumapuut ja skenaariomenetelmät, joissa selvitetään häiriön mahdolliset aiheuttajat. Menetelmiä yhdistää toiminnan luotettavuuden analyysiperiaate, jossa tutkitaan järjestelmää jakamalla sitä erisuuruisiin osiin ja tunnistamaan kunkin osan riskit.

Vika- ja vaikutusanalyysissä aiheuttajia tunnistetaan aiheutuvien häiriön avulla ja etsitään systemaattisesti häiriötä aiheuttavia tekijöitä sekä niistä aiheutuvia vaarallisia seurauksia. Menetelmät voivat olla vaativia ja soveltuvat erityisen hyvin teknisten aiheuttajien tunnistamiseen. Menetelmää on erityisesti käytetty kemiallisten prosessien ja materiaalivirtojen riskien tarkasteluun ja se soveltuu myös vesihuollon tarkasteluun. Tarkastelua voidaan tehdä sekä kokonaisvaltaisesti karkeammalla tasolla että yksityiskohtaisesti. /5, s. 22./

Skenaariotyön tavoitteena on löytää kohteen keskeisimmät ongelma-alueet sekä keskeisiin vaaroihin liittyvät ongelmatekijät. Skenaarioita valitaan edustamaan esimerkiksi erilaisia häiriömalleja, jonka jälkeen tunnistetaan miten häiriöt voivat tapahtua. Tarkasteltavasta kohteesta laaditaan toimintamalli, jossa kuvataan käytetyt laitteet ja niiden toiminnot, kemialliset prosessit, aineet ja materiaalit, turvatoimet, materiaallivirrat, käyttö- ja kunnossapitönäkökulmat sekä prosessin hallinnan näkökulman. Tarkasteltava kohde käydään läpi mallin avulla ja arvioidaan eri kohtiin liittyviä riskejä. Menetelmä sopii laajojen kokonaisuuksien tarkasteluun (esim. koko laitos ja sen toiminnot), mutta tarkastelun taso (yksityiskohtaisuus) määrittää myös miten tarkasti aiheuttajia tunnistetaan. Skenaariotyö sopii myös varsin hyvin varautumisen suunnitteluun. Eräs skenaariotyön menetelmä tunnetaan nimellä HAZSCAN. /5, s. 23./

2.4 HACCP

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) on vapaasti suomennettuna vaaran arviointi ja kriittiset valvontapisteet. HACCP on kehitetty elintarviketeollisuudessa ja sitä on sovellettu kymmeniä vuosia elintarvikkeiden laadun varmistamiseen. HACCPin periaatteisiin kuuluu tarkasteltavan järjestelmän kuvaus ja sen toiminnan ymmärtäminen, riskien tunnistaminen ja priorisointi, sekä riittävien riskienhallintatoimenpiteiden toteuttaminen riskien alentamiseksi hyväksyttävälle tasolle. Keskeisenä riskienhallinnan keinona menetelmään kuuluu kriittisten valvontapisteiden seuranta ja poikkeamia havaittaessa tarvittavien toimenpiteiden etukäteen tapahtuva suunnittelu. HACCP on tarkoitettu elintarvikkeiden laadun varmistamiseen, mutta periaatteet soveltuvat myös veden laadun varmistamiseen. /5, s. 26./

2.5 ISO 22000

ISO 22000 on elintarviketeollisuuden tarpeisiin sovellettu riskienhallinnan standardi, joka on tarkoitettu sovellettavaksi mille tahansa toimitusketjun toimijalle. Tehokkaan riskienhallinnan toteuttamiseksi ja ylläpitämiseksi on luotava organisaation olemassa oleviin toimintajärjestelmiin sulautettu tai itsenäinen järjestelmä, jota aktiivisesti ylläpidetään ja parannetaan. Standardin keskeisiä riskienhallinnan keinoja on kriittisten tarkastuspisteiden valvonta seurantajärjestelmin ja poikkeamia havaittaessa tarvittavien toimenpiteiden suunnitelmat. Kommunikaatio muiden toimijoiden kanssa sekä yläettä alavirtaan toimitusketjussa on standardin mukaan välttämätöntä merkittävimpien riskien tunnistamiseksi ja hallitsemiseksi. ISO22000-standardia on sovellettu Suomessa vesihuoltolaitostoiminnan riskienarviointiin yhteishankkeissa. Olosuhdevaatimuksilla varmistetaan, että vesihuollon toimitusketju ja toimijoiden toimintatavat ja olosuhteet ovat sellaisia, että veden tuottaminen ja toimitus on hygieenisesti ja muulla tavoin turvallista ja laadukasta. /5, s. 26./

2.6 ISO 31000

Kansainvälisen standardointijärjestelmän puitteissa ollaan parhaillaan luonnostelemassa yleisiä riskienhallinnan periaatteita sekä ohjeita toteutukseen standardin muodossa. Uuden standardin tarkoituksena on soveltaa riskienhallinnan ohjeeksi kaikenkokoisille organisaatioille erilaisilla aloilla. Standardi tulee sisältämään ohjeet sekä

riskienhallinnan toteuttamiseen eri vaiheineen että riskienhallinnan järjestelmän luomiseen osaksi organisaation toimintaa./5, s. 27./

2.7 WSP

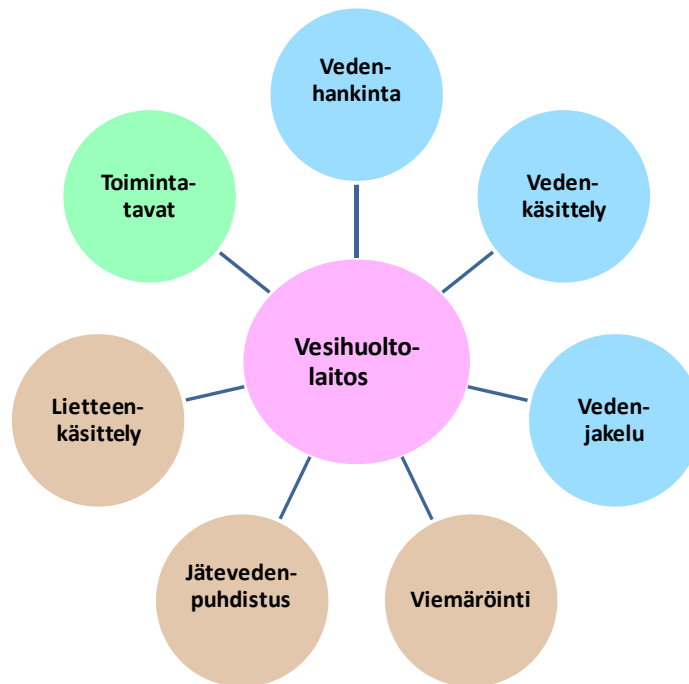
WHO:n talousvesien laadunvarmistamisen ohjeistuksen ytimenä on koko vesihuolto-ketjun systemaattinen riskien arviointi ja hallinta. Kokonaisvaltaista riskienhallintaa sopeutetaan käytäntöön ns. vesiturvallisuussuunnitelmana, jonka englanninkielinen nimi on Water Safety Plan. WSP periaatteena on tarkastella koko ketjun veden laadunhallintaa valmiin talousveden laadun varmistamisen sijaan. Suunnitelman laadinnassa tarkastellaan koko järjestelmää raakaveden otosta kuluttajalle. Tavoitteena on veden saastumisen ehkäisy alkulähteillä, veden laatuavoitteiden saavuttaminen varmistamalla lika-aineiden riittävää vähentämistä/poistamista veden käsittelyssä sekä veden likaantumisen estäminen säilytyksessä tai jakelussa. WHO:n mukainen viitekehys turvallisen talousveden tuottamiseksi muodostuu terveysperusteisten laatuavoitteiden asettamisesta, suunnitelman laadinnasta sekä riippumattomasta valvonnasta. WSP pitää sisällään järjestelmän arvioimisen, toiminnallisen valvonnan sekä hallintajärjestelmät, dokumentoinnin ja tiedonvälityksen.

WSP:n tarkoitus on talousvesijärjestelmän arviointi ja siihen sisältyvä riskiarviointi. Vaara-analyysi pitää sisällään vaarojen tunnistamisen sekä niihin johtavien tapahtumien kuvailun, minkä jälkeen vaarat priorisoidaan arvioimalla niiden seurauksia ja todennäköisyyksiä. Toiminnallinen valvonta ja hallintajärjestelmä sekä tiedonvaihto tekevät WSP-lähestymistavasta laatu-järjestelmään verrattavaan. WHO:n WSP-malli ei määrittele miten riskejä tulisi arvioida, mutta antaa esimerkkejä kvalitatiivisille seuraus- ja todennäköisyysluokille sekä esimerkkimatriisin riskien priorisoinnille. WSP:ssä keskitytään laadullisiin riskeihin eikä talousveden riittävyyttä tai jätevesihuoltoa tarkastella. Käytännössä raakavesilähteen laatuun mahdollisesti vaikuttavien vaarojen arvioinnin sisällyttäminen laitoksen WSP-järjestelmään on haastavaa. Riskien aiheuttajat ovat usein vesihuoltolaitoksen oman toiminnan ulkopuolisia. Tässä yhteistyön merkitys mm. alueellisten ympäristöviranomaisten kanssa korostuu. Myös kiinteistöjen vesilaitteiden toiminnan ja käytön osalta kiinteistön omistajan ja käyttäjän toiminnan merkitys on suuri ja riskienhallinnan toimenpiteiden yksityiskohtainen sisällyttäminen vesihuoltolaitoksen WSP-järjestelmään on tapahduttava yhteistyön kautta.

/5, s. 24- 25./

3 VESIHUOLTOLAITOKSEN TOIMINTA

Vesihuoltolaitosten toimintalaajuus, volyymit ja liittyjämäärät sekä toimintaympäristöt vaihtelevat paljon laitoskohtaisesti. Laitokset voivat toimia vesi- tai viemärlaitoksena, näiden yhdistelmänä tai tukkuvesilaitoksena sekä pelkkänä jakeluverkostoyhtiönä. Viemärlaitoksen toimintaan voi liittyä myös lietteen jatkokäsittely ja -jalostus. Laitosten omavaraisuusaste ja ostopalvelujen käyttö on myös vaihtelevaa.



KUVA 2. Vesihuoltolaitoksen toiminnot

Vesihuoltolaitoksen toimintoja ovat (kuva 2) vedenhankinta, vedenkäsittely, vedenjakelu, jätevedenkokoaminen ja jätevedenkäsittely sekä lietteenkäsittely. Laitoksen toimintaan liittyy monia oheistoimintoja, kuten tekninen huolto ja asennukset sekä kiinteistöjen tekninen isännöinti, asiakaspalvelut ja rakennuttaminen. Riskejä toimintaan kohdistuu kaikista toiminnan osa-alueista sekä toiminnan ympäristötekijöistä.

3.1 Vedenhankinta

Vesilaitosten vedenhankinta perustuu Suomessa pääosin pohja- ja tekopohjaveteen tai pintaveteen. Laitokset ylläpitävät omaa vedenottotoimintaa tai ostavat veden tukkuvesilaitokselta. Tukkuvesiyhtiö vastaa vedenjakelusta ostajan verkostoon. Ostajalaitos vastaa jakelusta kuluttajille.

Pohjaveden laatu on riippuvainen maaperän laadusta ja mahdollisista saastuttavista toiminnoista sekä luonnonolosuhteista. Vedenottamoilla voi olla yksi tai useita kaivoja, joiden tyyppi vaihtelee pohjavesiesiintymän maaperän laadun ja vedenottomäärän mukaan. Kuilukaivoja käytetään hienojakoisessa maaperässä, koska siiviläputket tukkeutuvat näissä helposti. Vedenkertymä kuilukaivoon on melko hidasta, joka rajoittaa usein niiden vedenottoa. Siiviläputkikaivo on yleisin vesilaitosten käyttämä kaivotyyppi, jota käytetään moreeni mailla suurituottoisissa ottamoissa. Porakaivoja käytetään yleensä silloin, kun alueella ei ole saatavissa ns. pohjavettä. Yleisimmin porakaivot ovat kallioporakaivoja. Pohjavesi on Suomessa yleensä hyvälaatuista, joskin tietyillä alueilla esiintyy haitallisia aineita (mm. radon, fluori, rauta, mangaani). Tekopohjavesilaitoksia käytetään, kun ei ole saatavissa riittävästi pohjavettä. Vedenottamot ovat kuin pohjavesilaitoksilla, mutta vedentuotantoa maaperässä tehostetaan ylimääräisellä vedellä./3./

Kaivon tulisi sijaita siten, että sinne ei pääse valunmaan pintavesiä. Muita tärkeitä seikkoja ovat kaivojen lämpöeristys ja kaivon sisäosien huollon mahdollistaminen. Tekopohjavettä tuotetaan sadettamalla, imeyttämällä altaassa tai tehostamalla rantaimeytymistä. Pintavedenottamoina toimivat vesistöt ja niitä käytetään, ellei pohjavettä ole saatavissa./3./

3.2 Vedenkäsittely

Kuluttajille jaettavan talousveden tulee täyttää talousvedelle asetetut laatutavoitteet sekä soveltuvilta osin myös laatusuositukset. Käsittelyn tarve määräytyy talousvedenlaatuvaatimusten ja raakaveden luontaisesta laadun sekä mahdollisten asiakkaiden erityistarpeiden mukaan. Käsittelyn tarve voi vaihdella laitoksen eri ottamoiden välillä sekä ottamokohtaisesti ympäristöolosuhteiden vuoksi.

Osalla laitoksista pohjavesi pumpataan käsittelemättömänä verkostoon. Yleisimmät vedenkäsittelyprosessit ovat alkalointi, suodatus ja desinfiointi. Muita käsittelymenetelmiä ovat mm. kemiallinen saostus ja hapetus. Alkaloinnilla veden pH-arvo pyritään säätämään sellaiseksi, ettei vesi aiheuta haitallista syöpymistä putkistoissa tai vesilaitteissa. Suomessa yleensä pohjavesi on hapanta, jonka vuoksi alkalointi on suositeltavaa lähes kaikilla laitoksilla. Veden laatu vaikuttaa alkalointikemikaalin valintaan. Käytettyjä alkalointimenetelmiä ovat syöttää alkaloivaa kemikaalia veteen tai johtaa

vesi alkaloivan suodattimen läpi. Alkalointikemikaaleina käytetään lipeää eli natriumhydroksidia (NaOH), soodaa eli natriumkarbonaattia (Na_2CO_3) sekä sammutettua kalkkia eli kalsiumhydroksidia ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Lipeä ja sooda syötetään veteen liuksena käyttäen annostelupumppua. Kalkki voidaan syöttää joko kalkkimaitona, jossa kalkkihiukkaset eivät ole liuennet tai kalkkivetenä, joka on kyllästetty kalkkiliuos. Virtaamaohjaus voi perustua joko pumppujen käyntiin tai virtaamamittaukseen. Lipeän ja soodan yliannostus on terveydelle vaarallista. Alkaloivina massoina käytetään kalkkikiveä (kalsiumkarbonaattia, CaCO_3) sekä dolomiittia (kalsium- ja magnesiumkarbonaattia, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Alkaloivat massasuodattimet on teknisesti toimintavarmoja sekä helppokäyttöisiä. /3, s. 37 – 39./

Suodatusta käytetään yhdessä ilmastuksen kanssa poistamaan orgaanista kiintoainesta, rautaa ja mangaania sekä kemiallisessa saostuksessa syntyneet ja selkeytyksestä läpimenneet saostumat. Käytettyjä suodatintyyppisiä ovat hiekkasuodatus, hidassuodatus, yhdistetyt hiekkakalkkikivisuodatin, monikerrossuodatin ja käänteissuodatin. Suodatin voi olla joko avoin painovoimainen tai suljettu paineellinen. Suodattimien käyttöä ohjaavat suodatusnopeus, painehäviö, huuhteluväli, huuhtelutapa ja huuhteluvien virtaus. Veden lika-aineet voivat tukkia suodattimen estäen suodattimen toimimisen, joten vesi voidaan joutua esikäsittelemään ennen suodatusta. Suodattimien toiminta on usein automaattista siten, että huuhteluvaihe käynnistyy painehäviön kasvaessa tietyn suuruisiksi. Huuhteluväliä säädellään käsiteltävän veden määrän, kiinteän aikavälin, mammutpumpun tehon, painehäviön mittauksien, jatkuvatoimisella sameusmittauksen sekä laboratoriossa suoritettavalla käsitellyn veden laadunmittauksella. Suodattimen massa kuluu reaktioissa ja huuhtelussa, joten sitä on ajoittain lisättävä tai massa on vaihdettava. Suodattimen massojen vaihdossa on otettava huomioon massojen esihuuhtelu. Kuljetusten aikana massat yleensä ainakin jossain määrin murenevat, joten ne on huuhdeltava ennen käyttöönottoa.

Hidassuodatus muistuttaa tavallista hiekkasuodatusta, mutta puhdistusprosessi on etupäässä biologinen eikä fysikaalinen. Hidassuodatuksella voidaan poistaa useita veden sisältämiä epäpuhtauksia, kuten hajua- ja makua aiheuttavia yhdisteitä, ammoniumia, rautaa ja mangaania sekä humusta. Suodattimen pinnalle muodostuu vähitellen biologisesti aktiivinen kasvusto, jossa suurin osa puhdistumisesta tapahtuu. Suodatinta ei yleensä huuhdella, vaan pinta kuoritaan ajoittain puhtaaksi. Ajoittain lisätään uutta suodatinhiekkaa. Suodattimet olisi hyvä kattaa liiallisen leväkasvuston synnyn ja

eläinten pääsyn estämiseksi suodattimelle sekä helpottamaan hoitoa talvella. Hidas-suodatuksen jälkeen vesi on aina syytä desinfioida./3./

Bio- tai kuivasuodatuksella poistetaan vedestä rautaa ja mangaania sekä osittain myös humusta. Suodattimen täytemateriaalin pinnalla on etupäässä rauta- ja mangaanibakteereista muodostunut biofilmi, jonka bakteerit hapettavat pelkistyneen raudan ja mangaanin. Suodatin on rakenteeltaan samantapainen kuin hiekkapikasuodatin, mutta siihen johdetaan ilmaa.

VYR-menetelmässä biologinen toiminta tapahtuu maaperässä. Käsiteltävä vesi pumpataan, ilmastetaan ja imeytetään takaisin maaperään imeytyskaivojen kautta. Maaperässä tapahtuu hapettuminen sekä raudan ja mangaanin saostuminen ja käsitelty vesi pumpataan keräilykaivosta edelleen käsiteltäväksi.

Suodattimen täyteaineena voidaan myös käyttää kemiallisesti reagoivaa massaa, kuten adsorboivaa tai katalyyttiset massaa tai aktiivihiihtä. Aktiivihiihtisuodatuksella poistetaan vedestä hajua ja makua aiheuttavia yhdisteitä sekä torjunta-aineita sekä radonia. Aktiivihiihtä käytetään vedenkäsittelyyn joko jauhemaisena tai rakeisena. Jauhemaista aktiivihiihtä käytetään lähinnä pintavesilaitoksilla torjumaan kausittaisia maku- ja hajuhaittoja. Jauhetta lisätään käsiteltävään veteen ja sen pääsy verkostoon estetään suodatuksella. Suodatus rakeisella aktiivihiihellä tapahtuu avonaisissa suodatinaltaissa tai suljetuissa suodattimissa joko paineellisesti tai painovoiman avulla. Hiili on aina valittava tapauskohtaisesti raakaveden laadun mukaan. Hiililaatua vaihdettaessa on uuden laadun kapasiteetti myös tutkittava. Poikkeuksellinen veden laatu voi vaikuttaa suodattimen toimintaan esimerkiksi pH:n yllättävä nousu voi irrottaa haitta-aineita suodattimesta. Kalvosuodatus, nanosuodatus ja käänteisosmoosi ovat Suomessa harvinaisia vedenkäsittelymenetelmiä. Ioninvaihtomassatekniikkaa käytetään jonkun verran.

Veteen liuenneita aineita voidaan poistaa saostamalla rautahydroksidilla tai hapettamalla kalium-permanganaatilla. Hapetus voidaan myös toteuttaa ilmastamalla. Ilmastuksessa veteen syötetään ilmaa, hajotetaan vesi pisaroiksi ja johdetaan vesi ilmavirtaan tai kuplittamalla ilmaa vesipatjan läpi. Lisäksi voidaan käyttää erilaisia valutusmenetelmiä, joissa vesi johdetaan ohuena kerroksena erilaisia materiaaleja pitkin joko suljetuissa torneissa tai avonaisissa altaissa. Yksinkertaisimmat ovat sepelillä täytetty-

jä kaltevia altaita, muita tyyppejä ovat ns. kaskadi-ilmastimet, jotka voivat olla joko porrasmaisia tai torneja. /3., s. 37./

Desinfiointin tarkoituksena on tuhota mahdolliset taudinaiheuttajat vedessä. Desinfiointimenetelmiä ovat otsonointi, klooraus natriumhypokloriitilla tai/tai UV-desinfiointilla. Klooria käytetään hyvin yleisesti ja se on ainoa desinfiointimenetelmä, joka takaa desinfiointivaikutuksen myös verkostossa. Kloorauksessa veteen lisätään kloorikemikaali viimeisenä toimenpiteenä (jälkidesinfiointi) juuri ennen veden syöttämistä verkostoon. Kloorin annostelu tapahtuu yksinkertaisella kalvo- tai mäntäpumpulla natriumhypokloriitin kuljetussäiliöstä tai laimennussäiliöstä. Hypokloriittikloorauksessa putkilinjaan ja pumppuun syntyy sakkoja, jotka on poistettava säännöllisellä huuhtelulla ja pumpun puhdistuksella. Erityisesti on tarkkailtava venttiileitä ja niiden toimivuutta. Hypokloriittiastiassa oleva pohjaventtiili ja siivilä on tarkastettava ja puhdistettava säännöllisesti. Hypokloriittiastia on syytä sijoittaa suoja-altaaseen vuotojen varalle. UV-laitteessa vesi virtaa läpi putkimaisen säteilytyskammio, jossa on yksi tai useampi pitkittäissuuntainen UV-lamppu. UV-käsittelyn tehoon vaikuttavat säteilylähteen teho ja aallonpituus, vesikerroksen paksuus, veden väri ja sameus, rauta ja kalsiumpitoisuus, sekoitusolosuhteet ja viipymä sekä UV-lampun ikä. UV-laitteisto on helppo ylläpitää, mutta se vaatii ylläpitotoimenpiteitä mm. tuntilaskuria ja säteilytehoa on seurattava säännöllisesti. Säteilytehon laskiessa, on suojaputki puhdistettava. Jos vesi sisältää runsaasti likaavia aineita, on koko säteilytysyksikkö puhdistettava. UV-desinfiointi on oikein hoidettuna erittäin tehokas desinfiointitapa, mutta veden hygieenisyydystason varmistamiseksi verkostossa vesi on kloorattava. /3, s. 30 – 34./

3.3 Vedenjakelu

Vedenjakeluverkosto muodostuu runko- ja jakelujohdoista sekä kiinteistön tonttijohdosta. Vesihuoltolaitoksen verkostoon kuuluu myös mahdollisesti raakaveden siirtolinjoja sekä käsitellyn veden siirtojohtolinjoja laitokselta säiliöihin sekä verkostojen välisiä siirtoyhdysvesijohtoja.

Vesijohtoverkoston materiaaleina käytetään muovia (PE, PVC, PP, PB), valurautaa (SG), asbestisementtiä (As) ja terästä. Käytetyimmät materiaalit ovat PE ja PVC. Uudet verkostot ovat pääosin muovia. Vesijohdoista yli 30 % on jo yli 30 vuotta vanhoja. /7./ Muoviverkostojen elinkaareksi on arvioitu maksimissaan 50 vuotta ja valuraudan

sekä betonin noin 30 vuotta, mikä tarkoittaa pääosan verkoista olevan jo ikänsä päässä. Kulumisen, korroosion ja väsymisen aiheuttaman putkirikön riski on erittäin suuri.

Verkostot on rakennettu oksamallin mukaan tai rengasverkoiksi. Verkoston virtaamisen suunnan ohjaus tapahtuu painetason ja sulkuventtiilien avulla. Verkoston toiminnan hallitsemiseksi verkostossa on sulkuventtiilejä runko- ja jakelulinjoissa sekä vesilaitoksen verkoston ja tonttijohdon liittymäkohdassa talosulkuventtiili. Venttiilit ovat tyypillisesti karalla varustettuja kumiluistiventtiilejä. Vesijohdot sijoitetaan maaperään routarajan alapuolelle. Samassa kaivannossa on myös yleensä viemäriputket. Vesijohdot tulisi sijoittaa kaivannossa viemärin yläpuolelle. Verkostot pyritään mitoittamaan hieman väljiksi, jotta myöhemminkin verkostoon voidaan liittää lisää käyttäjiä.

Verkoston vedenkulutuksen tasaamiseksi ja painetason ylläpitämiseksi verkostossa voi olla ala- tai ylävesisäiliöitä. Alavesisäiliöt ovat yleensä maanalaisia ja niiden yhteydessä on yleensä paineenkorotusasema. Ylävesisäiliöt ovat ylhäältä tilaan avoimia altaita.

Verkostossa on voi olla myös erillisiä paineenkorotus ja mittausasemia. Useimmiten paineenkorotus suoritetaan taajuusmuuttaja ohjatuilla korkeapainepumppuilla. Paineenkorotusasemat on kytketty sarjaan, jolloin ne lisäävät pumpatun veden määrää tai painetta verkoston loppuosassa. Pumppujen toimintaa usein ohjataan kaukovalvontaan liitetyn logiikan avulla. Vesijohtoverkossa ei käytetä automaattisia laadun mittauksia. Mittausasemilla seurataan verkostoveden virtaamia. Mittausasemat on yleensä liitetty kaukovalvontaan. Vedenpumppaukset ja mittaukset ovat verkkovirran varassa eikä pumppaamoilla yleensä ole varavoimaa tai varavoimalähteen kytkentämahdollisuutta. Raakavedenpumppauksissa ja vesilaitoksilla (verkostoon pumppaus) käytetään jonkin verran varavoimakoneita.

Vesijohtoverkostossa erityisesti huomioitavia osia ovat palopostit ja sammutusvesiasemat, joiden käyttö voi aiheuttaa kapasiteetti vajeen verkostossa kohteiden läheisyydessä. Sammutusvedenotto vaikuttaa myös verkoston osan paineeseen laskien paine tasoa.

3.4 Viemäröinti

Viemäriverkosto toimii painovoimaisesti eli viettoviemärinä tai paineviemärinä. Yleisesti vietto- ja paineviemäritekniikkaa yhdistetään samassa verkostossa. Verkosto voi olla jätevesiviemäri-, hulevesiviemäri- tai sekaviemäröintijärjestelmä, joka on näiden kahden yhdistelmä. Erillisviemäröintiä suositetaan sen paremman toimivuuden vuoksi. Viemäriverkosto muodostuu tonttivilmäristä, kokooja- ja runkoviemäri- ja linjoista sekä verkostoon liitetyistä pumppaamoista. Verkostossa on myös huoltoa palvelevia tarkastus- ja huoltokaivoja. Pitkissä linjoissa voidaan käyttää ilmanpoistokaivoja.

Verkostojen materiaaleina on käytetty muovia (PEH, PE), betoni tai teräs. Viemäreistä 37 % on jo yli 30 vuotta vanhoja [7]. Muoviverkostojen elinkaareksi on arvioitu maksimissaan 50 vuotta ja valuraudan sekä betonin noin 30 vuotta, mikä tarkoittaa pääosan viemäreistä on jo ikänsä päässä. Kulumisen, korroosion ja väsymisen aiheuttaman putkirikon riski on erittäin suuri. Viemäriverkostonvauriot ovat yleisiä.

Pumppaamot siirtävät jätevettä verkostossa. Pumppaus voi tapahtua vietto- tai painelinjaan. Pumppaamot on mitoitettu joidenkin tuntien tasausvaralla. Pumppauksen pysähtyessä tasausvaran jälkeen jätevedet ohjataan ylivuotoon maastoon tai ylivuotosäiliöön. Pumppaamoissa käytetään yhdestä kahteen keskipakopumppua, jotka on kytketty rinnan. Pumput toimivat kolmivaihevirralla ja ovat kytketty sähkökeskuksen. Pumppaamoiden käyttöenergia otetaan sähköverkosta. Pumput voi olla varustettu reppijällä. Pumppaamoilla voi olla hajunpoistolaitteita. Pumppaamot säiliön materiaaleina käytetään lasikuitua, muovia ja betonia. Pumppaamoiden tekniset laitteet on sijoitettu säiliön yläosaan tai erilliseen huoltorakennukseen säiliön päälle. Pumppaamot on voidaan varustaa pinnankorkeuden mittauksella ja käyntihälytyksellä. Hälytykset voidaan ilmasta merkkivalolla tai kaukovalvontaan liitetyllä automaattisella hälytysviestillä.

Sekaviemärin sijaan käytettävän erillisen hulevesiviemärin vesi johdetaan maastoon tai erilliskäsittelyyn. Hulevesiverkostossa voi myös olla pumppaamoita. Vastuu hulevesienhallinnasta on kuntatekniikalla, mutta usein vesihuoltolaitokset vastaavat hulevesiverkoston yllä- ja kunnossapidosta.

Siirtoviemäriinjoja käytetään yhdistettäessä eriviemäriverkostoja tai siirtämään jätevesi toisen verkoston puhdistamon käsiteltäväksi. Linjoissa käytetään usein tasaustaita virtaaman hallintaan kuormituksen tasaamiseksi.

3.5 Jätevedenpuhdistus

Jätevesi puhdistetaan laitoskohtaisessa puhdistamossa tai johdetaan siirtoviemärillä keskuspuhdistamolle käsiteltäväksi. Yhdyskuntajätevesien käsittelyyn käytettävät puhdistamotyypit ovat biologis- kemiallinen rinnakkaissaostus, biologinen suodatin tai bioroottori. Pienillä puhdistamoilla biologinen prosessi voi olla panostyyppinen. Käsitteilyyksikköprosessien määrä ja järjestys voivat vaihdella laitoskohtaisesti, mutta puhdistusprosessin osia ovat välppäys, hiekan- ja rasvanerotus, ilmastus, esi- ja jälkiselkeytys ja poistopumppaus purkuun. Kemikalointia voidaan käyttää esikäsitteilyssä, ilmastuksessa tai selkeytyksessä. Käyttävän kemikaalin määrää prosessi ja jätevedenlaatu. Kemikaalien käyttö ja varastointi asettaa omat vaatimukset rakenteille. Prosessista poistetaan ylijäämä lietteitä, jotka sakeutetaan ja kuivataan.

3.6 Lietteenkäsittely

Puhdistamolla käsitellään puhdistusprosessissa syntyneitä ylijäämälietteitä. Useilla puhdistamoilla vastaanotetaan ja käsitellään haja-asutuksen jätevesilietteitä. Vastaanotettavista lietteistä poistetaan karkea kiinteä aines välppäämällä. Lietteistä poistetaan vettä erilaisilla sakeutusmenetelmillä. Sakeutettu liete tiivistetään ja jatkokäsitellään tai toimitetaan jatkokäsittelyyn muualle. Jatkokäsittelymenetelmiä ovat kompostointi, mädätys ja poltto sekä rakeistaminen kuivatuotteeksi. Mikäli jatkokäsittely tapahtuu puhdistuslaitoksella, on se käsiteltävä osana vesihuoltolaitos toimintaa.

3.7 Toimintatavat ja toiminnot

Vesihuoltolaitoksen toimintaa liittyy monia muita toimintoja, kuten henkilöstöjohtaminen, energiahuolto, tietojärjestelmät, instrumentointi ja automaatio, huolto ja isännöinti, varajärjestelmät, rakennuttaminen ja saneeraustoiminta, kirjanpito, kohteiden suojaus sekä alihankinta- ja ostopalvelut.

Laitoksen henkilöstö voi olla itsenäisen yhtiön palveluksessa tai osana kunnallista organisaatiota, jolloin myös muita tukipalveluita on käytettävissä. Tietojärjestelmien ylläpito on usein ulkoistettu, samoin kuin tiedonsiirtojärjestelmien ylläpito. Tiedon siirto tapahtuu entistä useammin sähköisesti ja yleisen viestiverkon kautta. Etäviestit kulkevat matkapuhelin-, radio- tai internetverkossa. Laitoksen sisäinen viestintä toimii matkapuhelimilla tai sähköisillä viesteillä, kuten kaukovalvonnan viestitkin. Laitoksen häiriötön tiedonsiirto ja viestintä on hyvin riippuvainen sähköisten mediaverkkojen toimivuudesta. Kohteiden sähkönjakelu toimii normaalin sähkönjakeluverkon kautta. Monet toiminnot saavat käyttöenergian sähköstä.

Normaalien toimintojen varajärjestelmien kattavuus ja toiminnallisuus on merkittävä vesihuoltolaitoksen toiminnassa. Varajärjestelmiä ovat mm. päivystys, varaosat venttiileille, putkille ja pumpuille, vaihtoehtoiset putkilinjat, varaputkiyhteydet, varavoimakoneet sekä muut varautumistoimet.

4 RISKIKAROTITUKSEN MALLIN LAADINTA

Työn tavoitteena oli luoda vesihuoltolaitoksen riskikartoituksen toteutusmalli suunnittelutoimiston työvälineeksi vesihuoltolaitosten riskikartoitusten laadintaan. Kartoituksen sisällön määrittelee suunnittelun toimeksiantajan asiakkaan tarve, mikä on perustasolla tiedossa aiempien laadittujen riskikartoitusten perusteella. Opinnäytetyöni tuote rajautuu siis toimeksiantajan tarpeen perusteella.

Kattavan riskienhallintajärjestelmän luominen edellyttää laitoskohtaisten muuttujien huomioimista eikä yksi menetelmä ja toteutustapa ei sovi kaikille. Vesihuoltoalalle on viime vuosina laadittu useita riskienhallintamalleja, mutta niissä ei ole perusteltu käytettyä riskienhallinta menetelmää eikä arvioitu kattavasti menetelmän soveltuvuutta eri kohteisiin. Työn tavoitteena on luoda uudet uhkien tunnistamiskaavakkeet, jotka ovat aiempaa laajempia ja yksityiskohtaisempia sekä koko vesihuoltoalan huomioonottavat pelkän vesilaitostoiminnan sijaan. Myös projektikohtainen näkökulma ja laajuus tulisi huomioida työn sisällössä. Ideana on tuottaa toimeksiantajan asiakkaiden näkökulmaan ja toimintatapoihin nojautuva malli nykyisen pelkästään yleiseen riskienhallintaan perustuvan mallin sijaan.

Käytettävät riskienhallintamenetelmät on myös kuvattava tarkemmin projektien tarjousmenettelyä varten. Vesihuoltoalaa koskevaan lainsäädäntöön on suunniteltu tehtäväksi laitoksien riskienhallintaa edellyttäviä säädösmuutoksia. Esityksissä edellytetään riskienhallintaan käytettyjen menettelytapojen yksilöimistä.

Vesilaitostekniikasta ja vesihuoltoon kohdistuvista riskeistä ja niiden selvittämisestä on runsaasti olemassa olevaa tietoa, jota hyödynsin työni teoriapohjana. Olemassa olevia aineistoja kehitin tarkentamalla niitä toimeksiantajan aineiston sekä oman kokemuksen ja erityistietämyksen mukaisesti.

Työn tuotteena valmistui riskikartoituksen mallisisältö ja riskienhallinnan kartoituslomakkeita, riskienarviointi matriisi sekä tiivistelmä yleisesti tunnetuista vesihuoltoalaa kohdistuvista riskeistä. Riskien hallinnan luonteeseen kuuluu jatkuvan kehityksen periaate ja tuote muokkautuu jatkossa tapauskohtaisesti sekä määräysten muutosten mukaisesti. Yksi tuotteen tavoitteista onkin muokattavuuden helppous.

Työn laatimisen aikana on tullut muun muassa riskein luokittelussa uusia ohjeita, joita on käytetty työn sisältönä. Lähdeaineistoa työn taustatiedoiksi olen löytänyt toimeksiantajan arkistosta kirjallisuuden ja verkkoaineiston muodossa. Lähdeaineistona olen voinut käyttää myös aiemmin laatimieni riskikartoitusten lomakkeita ja tuloksia sekä aiempia työkokemuksiani alalla. Laajentaakseni tausta-aineistoa olen suorittanut hakuja verkossa ja eri kirjastojen tietokannoissa. Uusi aineisto on tallennettu täydentämään toimeksiantajan verkkotietopankkia. Riskien kartoitusmenetelmän olen valinnut riskienhallinnan tarpeen mukaan. Uhkien ryhmittely ulkoisiin ja sisäisiin auttaa riskienhallinnan suunnittelussa. Yksinkertaisimmassa mallissa tunnistetaan toiminnassa esiintyvät häiriöt poikkeama-analyysillä.

Tuotettuja lomakkeita testattiin ensin tietosuojalomakkeen osalta kesällä 2010 aikana. Kokemukset osan toimivuudesta verrattuna entisiin menetelmiin olivat positiiviset. Tämän perusteella muiden lomakkeiden kehittämistä jatkoin samojen periaatteiden mukaisesti. Varsinaisesti työn tuloksena tuotetut lomakkeet testattiin valmiina seuraavassa toimeksiantajan riskikartoitusprojektissa helmi- maaliskuussa 2011. Kyseissä projektissa laaditaan riskikartoitus 13:sta erilaiselle vesihuoltolaitokselle. Laitokset poikkeavat toisistaan toimintojensa ja kokonsa perusteella, siten että edustettuna on kaikki mahdolliset vesihuoltolaitoksen tyypit.

5 RISKIKARTOITUKSEN MALLI

5.1 Vesihuoltolaitoksen nykytilan kuvaus

Useimmat riskienhallintamenetelmät perustuvat tarkasteltavan kohteen toimintojen määrittämiseen ja kuvaamiseen. Riskien kartoittamisen lähtötiedoiksi tarvitaan yksityiskohtainen kuvaus vesihuoltolaitoksen nykytilan toiminnoista ja mahdollisesti esiintyneistä häiriöistä sekä kokonaisvaltaisissa menetelmissä mahdollisista riskien hallintatoimista. Tämä nykytilan kuvauksen laatiminen onkin osoittautunut riskikartoitusprojektien haasteellisimmaksi osaksi tietojen hyvin vaihtelevan kirjaamiskäytännön vuoksi. Lähtötietojen kyselyyn soveltuvan työkalun kehittäminen on eräs työn tavoitteista. Lähtötietojen haastattelulista tulee olemaan ei julkista, koska se sisältää toimeksiantajan ammattituotteeksi luokiteltavaa tietoa.

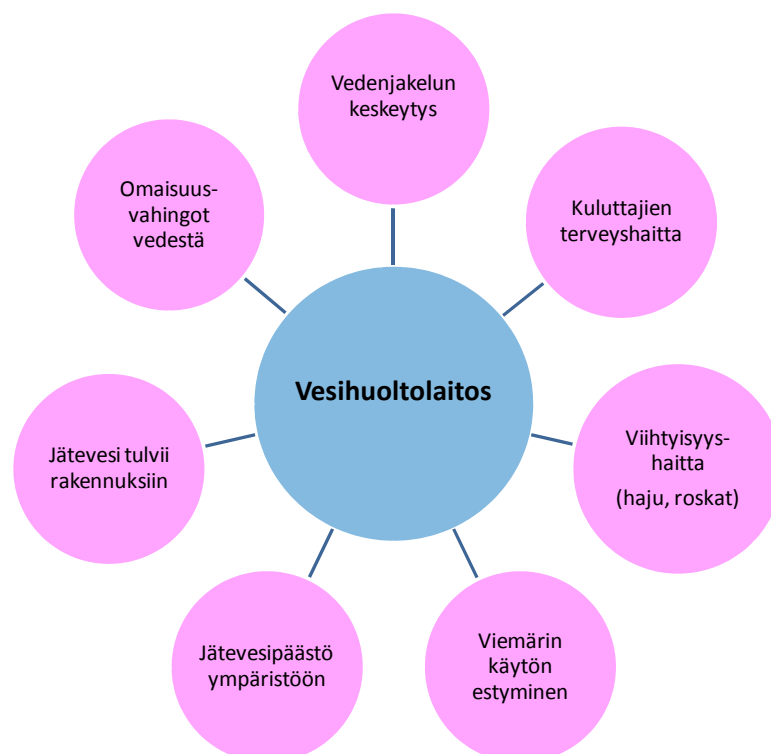
Uhkien tunnistamiseksi on ensin kartoitettava kaikki laitoksen nykytoiminnot, kuten laitostekniikka, toimintatavat ja varautumistaso riskeihin. Tietojen keruu on suoritettava järjestelmällisesti ja kattavasti tarkastellen toimintaa ja mahdollisia uhkia laajasti useasta näkökulmasta. Laitoksien nykytilan selvittämiseen voidaan käyttää olemassa olevia asiakirjoja, kuten laitoksen toimintakertomuksia, aiempia suunnitelmia, teknisiä piirustuksia, lupa-asiakirjoja ja tarkkailutuloksia. Asiakirjojen saatavuus ja sisältö eroavat hyvin paljon eri laitosten välillä, joten tarvetta laitoksen nykytilan toiminnan kartoittamiseen ilmenee runsaasti. Vesihuoltolaitoksen nykytilanteen kuvaus sisältää seuraavaa:

- Laitoksen toimialan ja toimintojen yleiskuvaus
- Käsittelylaitosten toimintaperiaatteiden ja yksikköprosessien kuvaus sekä teknisen mitoituksen perustiedot
- Laitosrakennusten rakennus- ja kiinteistötekniikka
- Laitoksien lupatilanne ja tarkkailuvaatimukset
- Verkostojen tekninen yleiskuvaus
- Verkostojen mitoitus- ja materiaalitiedot
- Laitoksen oheistoimintojen kuvaus
- Laitoksen organisaation kuvaus
- Toimintatapojen kuvaus
- Kohteiden suojauksen kuvaus
- Yhteistyösopimukset ja ostopalvelut

Elleivät tarvittavat tiedot ilmene näistä jo olemassa olevista asiakirjoista, joudutaan tiedot hankkimaan laitoksen henkilöstöltä esimerkiksi haastatteleamalla tai laitosvierailulla. Riskien kartoituksen laajuus ja sisältö määräävät tarvittavat lähtöaineiston sisällön. Riskikartoituksen tarkempi sisältömalli on asiakirjan liitteenä 1.

5.2 Vesihuollon ympäristön uhkatekijät

Suomessa on noin 1 500 vesihuoltolaitosta, joiden toiminnan laajuus vaihtelee huomattavasti. Vesihuoltoala on laitosten kokojen eroavaisuudesta huolimatta teknisesti ja toiminnallisesti melko homogeeninen ala, joten yleiset riskienhallinnan menettelytavat soveltuvat sen arvioimiseen. Riskien arvioinnissa on huomioitava erikokoisten vesihuoltolaitosten hyvinkin erilaiset toiminnot sekä voimavarat toteuttaa riskienhallintaa. Vesihuollon uhkia ovat toiminnot tai ilmiöt, mitkä estävät vesihuoltolaitosta huolehtimasta vedenkäsittelystä ja –jakelusta tai jätevedenjohtamisesta ja käsittelystä taikka aiheuttavat vaaraa kuluttajille tahi omaisuudelle. Vesihuoltolaitoksen toiminnan riskit on esitetty kuvassa 3.



KUVA 3. Vesihuoltolaitostoiminnan riskit

Vesihuoltotoiminnan uhkia ovat mm. vedenjakelun keskeytyminen, verkostovedensaastuminen, jätevesipäästö ympäristöön tai kiinteistölle sekä vesijohtovaurion aiheut-

tama tulviminen. Vesihuoltolaitoksen toiminnot ovat linkittyneet monin tavoin mihin yhteiskunnallisiin toimintoihin, joiden häiriötilanteet vaikuttavat vesihuoltolaitoksen toimintaan. Vesihuoltoa uhkaavat monet ulkoiset ja laitoksessa käytetyistä tekniikoista sekä toimintatavoista aiheutuvat tekijät. Ulkoisten tekijöiden esiintyvyyteen laitos ei voi vaikuttaa, mutta sisäisiin tekijöihin laitos voi vaikuttaa. Vesihuollon riskitekijät on esitetty kuvassa 4.

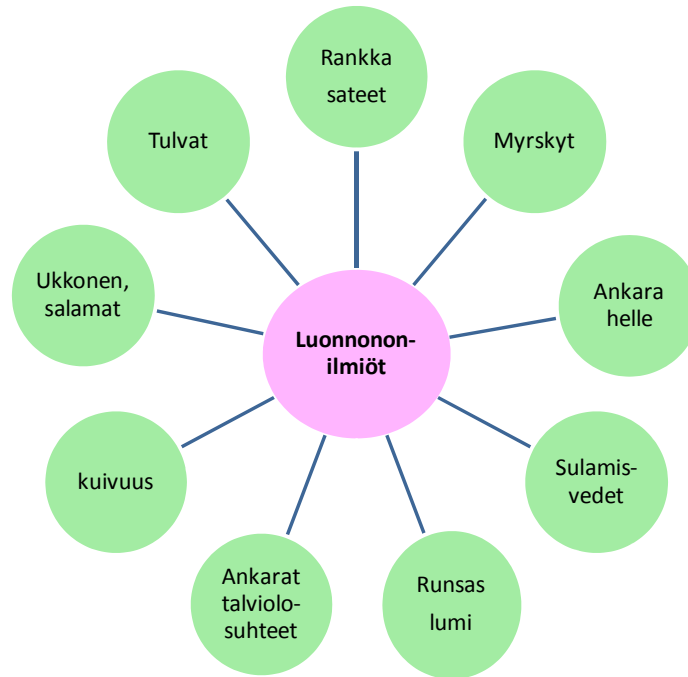


KUVA 4. Vesihuoltolaitoksen ympäristö uhat

Laitoksen omat toimintatavat ja laitostoiminnan riskit ovat laitoksen sisäisiä ja niihin on laitoksella vaikutusmahdollisuus. Sisäiset riskit on kuvattu tarkemmin luvussa 5.3.

5.2.1 Luonnonilmiöt

Vesihuoltolaitoksen toimintaan vaikuttavat sitä ympäröivät luonnonolosuhteet, joilla Suomen vaihtelevissa ilmasto-olosuhteissa on suuri merkitys. Tekniset laitteet on sovelluttava myös ääriolosuhteisiin. Toimintatavoissa on huomioitava olosuhteiden erityispiirteet. Vesihuoltolaitoksen luonnonympäristöstä kohdistuvat uhat on esitetty kuvassa 5.



KUVA 5. Luonnonympäristön uhat

Sadetapahtuma luokitellaan harvinaiseksi, kun sen toistuvuus on 10–30 vuotta ja poikkeukselliseksi, kun toistuvuus on yli 30 vuotta. Tulevaisuudessa sääolosuhteiden ääri-ilmiöiden, kuten voimakkaiden rankkasateiden on ennustettu lisääntyvän myös Suomen leveysasteilla, jos maailmanlaajuinen ilmastonmuutos etenee nykyisten käsitysten mukaan.



KUVA 6. Rankkasateen vaikutukset vesihuollossa

Jätevesiviemäreiden jätevesiä voi virrata padotuskorkeuden alapuolelle rakennettujen viemäripisteiden kautta takaisin kiinteistöjen pohjakerrokseen. Hulevesiviemärin täytymisestä aiheutunut vedenpaine voi rikkoa kiinteistöjen sadevesiputkia. Huleveden viemäröintijärjestelmien kautta voi virrata luonnonvesiä takaisin salaojiin ja edelleen talon rakenteisiin. Erityisesti vanhoilla kiinteistöillä ei ole pallopadotusventtiilin hulevesikaivossa.

Taajamatulva syntyy, kun rakennetuilla alueilla huleveden viemäröintijärjestelmän mitoituskapasiteetti ylittyy, hulevedet eivät pääse viemäriin tai avouomiin, vaan purkautuvat hallitsemattomasti ympäristöön. Hulevesiverkosto on rakennettu kymmeniä vuosia sitten, minkä jälkeen rakentamisalueita on laajennettu ja tiivistetty sekä sorapohjaisia pihvoja ja katuja on päällystetty vettä läpäisemättömillä pinnoilla. Läpäisemättömien pintojen kasvaessa, vesi ei enää imeydy maahan, vaan huuhtoutuu suoraan verkostoon. Näistä syistä johtuen hulevesiverkostot ovat alimitoitettuja nykyiseen tarpeeseen nähden. Hulevesiviemäriverkoston mitoitus perustuu vain noin 3–5 vuodessa toistuvaan voimakkaaseen ns. mitoitussateeseen. Kaupunkitulvan kesto on käytännössä tavallisesti vain muutamia tunteja. Kaupunkitulvan esiintymisen todennäköisyys on siten yli 60 prosenttia. Alueilla, joilla tulva on erittäin haitallinen, jätevesiviemärit mitoitetaan toimimaan padottamatta kerran 5–19 vuodessa toistuvia sateita varten. Tästäkin huolimatta mitoitustaso on alhainen. Taajamatulvat muodostavat turvallisuus riskin liikenteelle tulvavedestä. Tulvavesi voi myös siirtää kaivojen kansia paikoiltaan, jolloin niihin voi pudota.

Hule- tai jätevesiviemäreiden mitoituskapasiteetti voi ylittyä, kun rakennetuilla alueilla sadevesi ei pääse imeytymään läpäisemättömien pintojen, kuten asfaltin ja kattojen vuoksi. Sadevesi virtaa suoraan hulevesiviemäriin, jolloin vesi padottuu yläpuoliseen linjastoon ja tarkastuskaivoihin. Sadevesien imeytymistä maaperään voi heikentää rankkasadetta edeltänyt pitkä kuiva kausi, mikä voi muuttaa maaperän vettä läpäisemättömiksi. Kuivat pinnat alkavat läpäistä vettä vasta muutaman tunnin kuluttua. Vastaavasti pitkä märkäkausi voi kyllästyä maaperän vedestä, jolloin veden imeytyminen hidastuu tai estyy ja pintavalunta lisääntyy. Taajamissa sateiden aiheuttamat tulvavahingot kohdistuvat usein samoille ennakkoon tiedossa oleville alueille. Jätevesiviemäreiden tulvimisen riskialueita ovat tasaisten tai alavien maastojen asuinalueet, joiden läpi johdetaan useiden muiden asuinalueiden jätevedet. Aiheutuvat vahingot ovat ensisijaisesti taloudellisia, kun kiinteistöjen rakenteet ja irtaimisto kärsivät kas-

tumisesta ja kosteusvaurioista. Likaiset jätevedet ovat lisäksi terveysriski ihmisille. Pumppujen ylikuormittuminen rankkasateilla on melko todennäköistä, koska pumput on suunniteltu normaalioloja varten. Jatkuva käynti aiheuttaa pumpun ylikuumentumisen.

Luonnontulvat ja sulamisvedet nostavat jokien, purojen, ojien ja muiden suurempien vesistöjen pintaa, jolloin vesi voi nousta ylivuotojen kautta viemärintijärjestelmään. Luonnonvedet voi johtaa myös veden saastumiseen kaivoissa (raakavesi) tai vesijohdoverkoston venttiileiden aiheuttamasta alipaineesta johtuen talousveden sekaan vuotaisi luonnonvesiä tai jätevettä vesijohdon ympäriltä. Myös sulamis- ja tulvavedet voivat aiheuttaa maan sortumia ja siten verkostojen sekä pumppaamojen vakavia vaurioita. Sähkölaitteiden vesivahinkoja syntyy, kun vesi tulvii teknisiin tiloihin. Pumppauskapasiteetin ylityksistä joutuvia ylivuotoja ja pumppurikkoja ylikuumentumisesta esiintyy myös.

Myrskyistä voi aiheutua vaurioita sähkölaitteille, pumppaamoille sekä tietoliikenteelle. Sateen lisäksi myrskyihin voi liittyä ukkosta, salamointia ja kovaa tuulta. Ukkonen ja salamet voivat aiheuttaa sähkölaitteisiin jännitepiikkejä ja oikosulkuja, jotka voivat johtaa laiterikkoon tai tulipalon syttymiseen. Jännitepiikit vaurioittavat herkästi automaatio ja tietoliikennelaitteita. Kova tuuli voi kaataa puita teille ja sähkölinjoille aiheuttaen sähkökatkoksen sekä teiden raivaustarvetta. Kaatuvat puut voivat myös vaurioittaa pumppaamoja ja rakennuksia sekä kaukovalvonnan antennejä. Laajat ja äkilliset säärintamat voivat aiheuttaa vakavaa tuhoa erittäin laajoilla alueilla, jolloin sähköjakeluhäiriöt voivat kestää vuorokausia ja asennustarvikkeiden saatavuuskin voi vaarantua. Myös puhelinverkkojen toiminta voi lamaantua. Laajoja myrskyjä esiintyy muutamien vuosien välein, mutta niiden osumat vaihtelevat valtakunnallisesti. Raivaustyöt ja työvoiman saanti voi vaikeuttaa myös vesihuoltolaitteiden häiriöiden korjaamista, koska kohteille ei pääsy voi estyä.

Talvella vesihuollon kunnossapito vaikeutuu ja hidastuu lumen, liukkauden torjunnan sekä lukkojen jäätyneen vuoksi. Kaivojen kansistot peittyvät jäähän ja lumeen, mikä hankaloittaa niiden paikallistamista sekä avaaminen vie aikaa. Laitteet voivat vaurioitua avaustoimissa tai jumittua estäen työnsuorittamisen. Rungas lumi hidastaa liikkumista, haittaa laitteiden paikallistamista, tukkii ajoväyliä sekä peittää jopa pumppaamot. Huolto-autot voivat juuttua lumeen työtehtävissä jne. Vesijohdoverkoston sulkui-

venttiili-yhteet peittyvät talvella lumeen ja ovat ilman merkitsemistä vaikeita löytää. Tästä huolimatta verkosto voi toisinaan jäätyä. Lumi ja jää haittaavat myös venttiilien sulkuyhteiden käyttöä. Lumiset ja liukkaat tiet lisäävät onnettomuusriskiä. Tykkylumi vaarantaa myös sähkönjakelun ilmajohtojen alueella. Kova ja pitkäpakkasjakso voi aiheuttaa lisäksi verkostojen ja kaivojen jäätyksiä sekä ankaraa routimista, joka vaurioittaa usein putkistoja ulkoisesti. Automaattiset hälytyslaitteet voivat vaurioitua kylmästä lamauttaen kaukovalvonnan.

Kesäajan ääriolosuhteista ankara kuivuus voi uhata raakaveden hankintaa heikentäen veden laatua. Poikkeukselliset helteet (yli 30 °C) voivat vaurioittaa tietoliikennejärjestelmiä (ylikuumentumissuojat, akut) vaikeuttaen tiedonsiirtoa. Helle voi heikentää myös veden laatua ylävesisäiliössä lämpötilan noustessa (maku, haju, lämpötila). Myös pumppujen ylikuumentumissuojat voivat aiheuttaa helteillä pumppauskatkoksia.

5.2.2 Ympäristöonnettomuudet

Ympäristöonnettomuudet uhkaavat lähinnä vedenottoa vesilähteen pilaantumisen vaaran vuoksi. Vesilähteen pilaantuminen voi estää jatkossa koko vedenottamon käytön. Merkittävin ympäristöön kohdistuva riski on pohjaveden pilaantumisen vaara, jota aiheuttaa pohjaveden laadulle haitallisten yhdisteiden varastointi, käsittely ja kuljetus. Riskitekijöitä ovat teollisuus, vaarallisten aineiden kuljetus, kaatopaikat, liukkaudentorjunta, maa- ja metsä-talous, kauppapuutarhat, huoltoasemat, polttonesteiden jakelupisteet, ampumaradat, maa-ainestenotto ja jätevesien käsittely. Maantielikenteen riskejä ovat teiden suolaus ja liikenne-onnettomuudet, erityisesti kemikaalikuljetusonnettomuudet (öljyt, polttonesteet, liuottimet yms.) pohjavesialueella. Maaperässä helposti kulkeutuvista aineista pohjavedelle haitallisimpia ovat petroli, bensiini ja kevyt polttoöljy. Onnettomuuden seurauksiin vedenhankinnalle vaikuttaa onnettomuuspaikan maaperän laatu, mahdollinen pohjavesisuojaus, sekä pohjaveden virtaussuunta. Päästöt ilmaan aiheuttavat käsitellyn veden pilaantumisen riskin avoimissa säiliöissä ja suodattimissa. Päästöt maaperään muodostavat riskin likaantuneelle alueelle sijoitettujen muovisten vesijohtolinjojen veden laadulle sekä hulevesiverkoston veden laadulle. Ympäristöonnettomuuden päästöt voivat saastuttaa viemäriverkoston ja pumppaamot. Viemäverkostoon joutuneet kemikaalit haittaavat biologisen puhdistamon toimintaa mikrobien myrkyttyessä.

5.2.3 Laskeuma tai muu ympäristövaara

Laskeuma muodostaa riskin työskentelylle ulkoilmassa ja avoimien säiliöiden veden laadulle. Laskeuma on riski vesihuollolle kaivojen, käsittelylaitosten ja vesisäiliöiden tuuletuksen kautta, jolloin ilmansaaste pääsee suoraan veteen. Laskeuma tai vastaava ilmansaaste muodostaa riskin tilaan avoimien ylävesisäiliöiden ja prosessialtaiden veden laadulle tuuletusilman kautta, jolloin verkosto vesi voi olla vaarassa saastua. Verkostot ovat hyvin suojassa maan alla, mikä suojaa tehokkaasti myös vettä saastumiselta.

Muita ympäristövaaroja ovat myös säteilylaskeuma ja teollisuuskemikaalipäästöt. Ilmankautta leviävät ympäristösaasteet vaikuttavat pintavesien laatuun sulan kauden aikana. Pintavedet ovat herkkiä ympäristösaasteiden vaikutuksille jääpeitteistä kautta lukuun ottamatta. Jätevesihuollossa ilmansaasteiden vaikutukset kohdistuvat lähinnä ulkona suoritettavaan lietteiden käsittelyyn sekä ulkotyöskentelyolosuhteisiin.

5.2.4 Tulipalo tai muu onnettomuus

Tulipalo tai muu onnettomuus voi tuhota laitosrakennuksen tai muun laitetilän kokonaan tai osittain vakavasti. Tuhoutunut yksikkö täytyy purkaa ja rakentaa uudelleen, mikä johtaa pitkäaikaiseen toimintakatkokseen. Tulipalolla voi olla vaikutusta myös verkostoveden laatuun mikäli palosavut pääsevät säiliötiloihin. Savukaasut voivat olla myrkyllisiä, mutta myös savun haju tekee vedestä käyttökeltontonta.

Tieltä suistuva ajoneuvo voi törmätessään tuhota vesihuoltolaitteita, kuten pumppaamoja, sähkökeskuksia ja paineasemia. Laitesuojat eivät rakenteellisesti ole kovin törmäyksiä kestäviä. Verkostot noudattavat usein tien linjauksia ja nämä toimilaitteet sijoitetaan tien läheisyyteen huollon helpottumiseksi. Tieliikenneonnettomuuksien määrän kasvaessa myös laitevahinkojen riski kasvaa. Riskikohteita ovat maanteiden viereiset paineasemat ja jätevesi-pumppaamot.

5.2.5 Myrkylliset tai palovaaralliset aineet jätevedessä

Myrkylliset aineet muodostavat riskin jäteveden puhdistukselle sekä työskentelylle jätevedenkäsittelykohteissa. Osapalovaarallisista aineista muodostaa kaasuja, jotka

voivat räjähtää joutuessaan hapellisiin olosuhteisiin viemäreissä, kaivoissa, pump-
paamoissa ja jätevedenpuhdistamolla. Räjähdyks voi aiheuttaa henkilö- ja omaisuus-
vahinkoja.

Räjähdyks viemärissä tai pumpaamolla on mahdollinen, mikäli verkostoon on päässyt
itsestään leimahtavaa ainetta tai jätevedestä vapautuu syttyviä kaasuja, kuten metaa-
nia. Viemäri-verkostossa on runsaasti sellaisia kiinteistöjä joilta voi vahinkotilanteessa
joutua viemäriin haitallisia aineita, kuten liuottimia, nestekaasuja, polttonesteitä, elin-
tarviketuotannon jätteitä jne. Räjähdyksiä esiintyy viemäriverkostoissa harvoin ja sen
riski on mahdollinen. Myös tahallista kemikaalien hävittämistä viemäriin kaatamalla
edelleen esiintyy. Öljyä pääsee viemäriin myös puutteellisten tai huonosti hoidettujen
öljynerotuslaitteistojenkautta. Öljyt aiheuttavat tukkeumia verkostossa ja pumpaa-
moilla. Puhdistamolle päästessään ne tahrivat mittaus-laitteita ja myrkyttävät proses-
sin mikrobeja.

Suomessa ei ole viemäriin johdettavan jäteveden sisältämien haitallisten aineiden si-
tovia yleisiä pitoisuus- tai määrärajoituksia, vaan toimijat määrittävät rajat keskenään.
Ympäristönsuojeluasetuksen mukaan on aineita joiden päästöt vesiin tai yleiseen vie-
märiin ovat luvanvaraisia esim. elohopea, kadmium, kromi, lyijy, nikkeli sekä sinkki.

5.2.6 Ilkivalta tai muu vahingonteko

Ilkivaltaa tai muun tahallisen vahingonteko voi sekoittaa käsittelyprosessin toimintaa
tai tuhota rakenteita ja laitteita. Vahingon teon mahdollisuutta ei voida milloinkaan
jättää huomioimatta. Ilkivaltaan vastaan ei voida kattavasti järkevin kustannuksin suo-
jautua. Yleensä kyseessä on riskitekijä, jota on siedetty.

Vahingonteko voi kohdistua kaikkiin teknisiin laitteisiin tai rakennuksiin. Vakavat
laiteviat aiheuttavat riskin vedenjakelulle ja jätevesienkeräilylle. Suurin riski on val-
vomattomilla alueilla kaukana asutuksesta tai aitaamattomilla kohteilla joihin on hyvä
kulkuyhteys. Mielivaltaisen vahingonteon tavat ja keinot voivat vaikka tuhota pump-
paamoja, paineenkorotusasemia, sähkökeskuksia, altaita tai rakennuksia. Riski on
kohtalainen ja sen vaikutukset ovat jopa lamauttavia. Talousveden jakelussa ilkeillä-
ta johtuva vakava laiterikko voi esiintyä vesitornilla, paineasemilla ja valvomassa tai
ilkeillä voi aiheuttaa vedenlaadun pilaantumisen säiliössä tai verkostossa. Viemäri-

verkostossa ilkvallan kohteeksi joutunut pumppaamo voi olla toimintakelvoton, jopa kuukausia. Tänä aika jätevedet joutuvat ylivuotoon tai pumppaamolle on rakennettava ohituslinja. Vandalismin ja terroriteon uhka vesihuoltolaitoksiin normaalioloissa on vähäinen, mutta silti olemassa. Omavaltaisen vahingonteon riski on aina olemassa ja niiden todennäköisyys on viime aikoina kasvanut. Vesihuoltolaitoksiinkin on jo kohdistunut vahingontekoja.

5.2.7 Saatavuushäiriöt

Vesihuoltoon vaikuttavia saatavuushäiriöitä ovat mm. materiaalien, laitteiden, varaosien, käsittelykemikaalien, sähköenergian, työvoiman ja ostopalvelujen saatavuus. Saatavuus häiriöt voivat esiintyessään haitata merkittävästi laitoksen toimintaa tai estää sen kokonaan.

Sähköenergian saatavuus on osoittautunut viime aikoina kovin epävarmaksi. Vesilaitostekniikan kehittymisen ja laitoksien toimintojen ulkoistamisen vuoksi ostopalvelujen osuus on kasvanut. Ostopalvelut kohdistuvat usein erityisammattilaisiin, kuten sukeltajiin, sähkö- ja instrumenttiasentajiin. Näiden henkilöiden työpanos on korjaustöissä elintärkeä, joten palvelun saatavuushäiriö on merkittävä riski vesihuoltolaitoksen toimintavarmuudelle.

5.2.8 Erityistilanne verkoston piirissä olevalla kiinteistöllä

Erityistilanne verkostoon liitettyllä kiinteistöllä voi aiheuttaa esimerkiksi likaveden virtauksen talousvesiverkostoon viallisen laitteen tai virheellisen laitekytkennän vuoksi. Vesikalusteiden kytkennät tarkastetaan lakisääteisesti vain rakennuksen käyttöönoton yhteydessä. Myöhemmin tehdyt muutokset ovat mahdollisia. Vesikalusteiden takaisinvirtaus estoja ei kuitenkaan testata missään vaiheessa eikä niiden toimivuutta seurata säännöllisesti. Tulipalo, onnettomuus tai muussa erityistilanteessa kiinteistön viemäriin voi joutua vaarallisia aineita tai suuri virtaama, joka ylittää viemärinkapasiteetin.

5.2.9 Varautumisohjeet ja taso

Varautuminen toimintaan erityistilanteissa on yksi merkittävimmistä riskien hallintamenetelmistä. Varautumisella voidaan pienentää riskeistä aiheutuvia haittoja ja riskien luokitusta. Vesihuoltolaitosten varautumisen tasossa on suuria eroja ja taso on yleisesti tyydyttävä tai heikko. Varautumista ei olla sopeutettu tämän päivän laitos- ja yhteiskunnanympäristöön.

5.2.10 Poikkeustilan uhkat

Poikkeusoloissa normaaliaikaiset riskit voivat esiintyä todennäköisimmin ja useampi riski yhtä aikaa. Riskitekijät ovat muutoin samoja, mutta vaurioiden taso voi olla suurempi. Häiriöiden yleisyys kasvaa ja käytettävissä olevat resurssit supistuvat (esim. ostopalvelujen ja kaluston saatavuus), mikä lisää häiriöiden vaikutusta vesihuollossa. Poikkeusolojen riskien aiheuttamia vaikutuksia voi lisätä myös energian, varaosien ja korjaajien saatavuus. Myös viestinnässä, kuten esim. palvelinverkkojen toiminnassa, voi esiintyä katkoksia ja häiriöitä.

Poikkeustilaoloissa jätevesihuollon riskit kohdistuvat mahdollisen hyökkäyksen aiheuttamien tulipalojen sammutusvesien tai muiden vaarallisten aineiden joutumiseen viemäriin, jossa ne voivat vaurioittaa viemäriä, aiheuttaa räjähdysvaaran sekä puhdistamolle päästessään vahingoittaa biologisen osaston mikrobeja (myrkytys). Poikkeusoloissa myös kemikaalien ja energian saanti voi olla uhattuna, jolloin vedenkäsittelyn tasoa voidaan joutua heikentämään. Rakenteellisesti riski kohdistuu maanpäällisiä rakennelmia uhkaavaan hyökkäysuhkaan, jonka riski on kuitenkin hyvin pieni. Viemärilaitoksen henkilöstön työpanoskin voi olla vähäisempi, sillä talousvesihuollon turvaamien on ensisijalla. Jätevesihuollon puutteet tosin muodostavat riskin yleiselle hygienialle.

5.3 Laitostekniikan uhkatekijät

Laitoksen toiminnot ja käytetty laitostekniikka muodostavat laitospäätöisen riskiympäristön, jossa riskit ovat osin käytetylle tekniikalle ominaisia. Laitostekniikan riskit ovat toimintahäiriöitä tai laitevikoja, joiden vaikutukset aiheuttavat poikkeaman prosessissa tai toiminnan keskeytyksen. Laitostekniikan riskit on esitetty kuvassa 7.

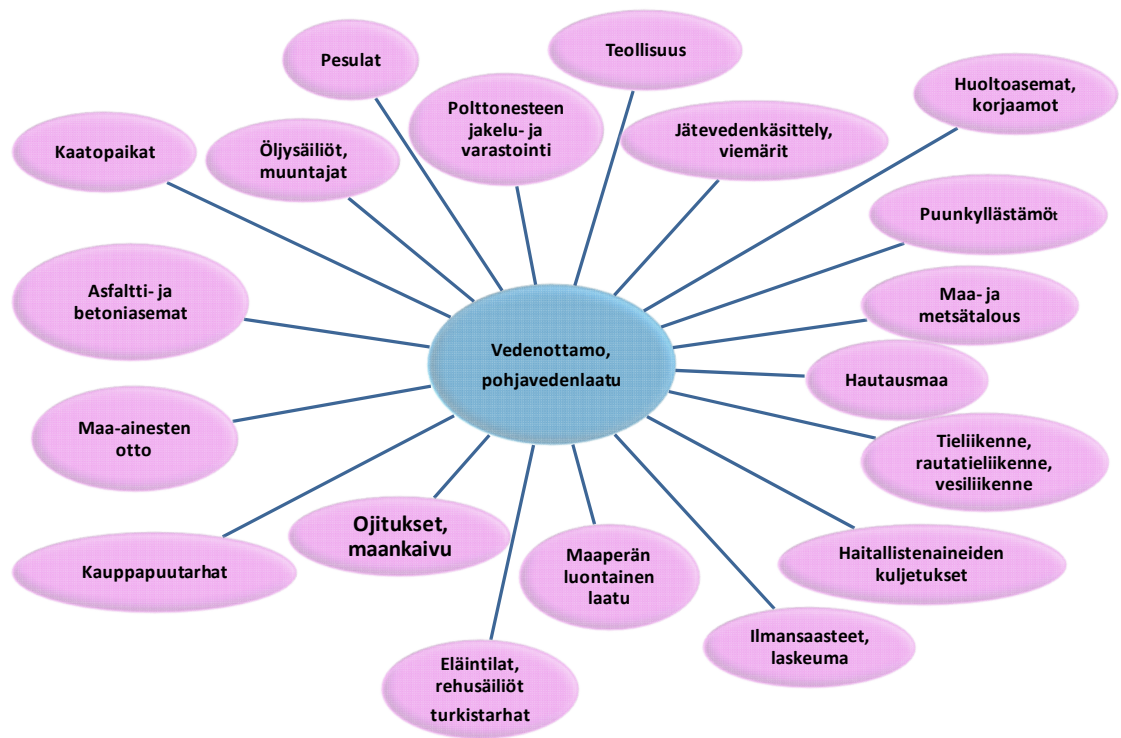


KUVA 7. Laitostekniikan riskit

Laitosteknisinä riskeinä voidaan pitää myös sellaisia ulkoisia tekijöitä, jotka voitaisiin helposti torjua teknisillä ratkaisuilla. Tällaisia ovat esimerkiksi palo- ja turvallisuus- suojaukseen sekä energian saantiin liittyvät seikat. Laitostekniikan riskit ja niiden vai- kutukset poikkeavat toisistaan toimiyksikön mukaan.

5.3.1 Vedenhankinta ja raakaveden laatu

Vedenhankinnan riskejä ovat pohjaveden loppuminen, raakavetenä käytetyn veden saastuminen ja raakaveden pumppauksen keskeytyminen. Pohjavesi voi pilaantua mm. runsaiden sateiden johdosta pintaveden päästessä sekoittumaan pohjaveteen ilman riittävää suotautumista maaperän läpi. Pohjaveden pilaantumisvaaraa voivat aiheuttaa kaikki toiminnot, joiden yhteydessä käsitellään, varastoidaan tai syntyy pohjaveden laadulle haitallisia yhdisteitä. Pohjaveden laatua uhkaavat erilaiset ihmisten toiminnot kuten teiden suolaus, jätevesien maahan imeytys, ojittukset, korjaamot, huoltoasemat, eläinsuojat, puunkyllästämöt, hiekan- ja soranotto, lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö maa- ja metsätaloudessa) teollisuus tai muu toiminta (esim. öljyjen ja vaarallisten aineiden kuljetukset sekä varastointi). Tiedetyt toiminnot kuten mm. maa-ainesten otto ja ojittaminen, voivat myös muuttaa pohjaveden virtausolosuhteita vaikuttaen veden antoisuuteen. Pohjavedelle riskin muodostavia ihmisten toimintoja on esitetty kuvassa 8.



KUVA 8. Pohjavesialueen ihmistoiminnan riskitekijät

Lisäksi pohjaveden laatuun vaikuttavat ympäristöolosuhteet, kuten kuivuus, rankkasateet, tulvat ja sulamisvedet. Kuivat jaksot laskevat herkimmin pienten pohjavesiesiintymien vedenpintoja heikentäen antoisuutta. Pintojen lasku voi aiheuttaa veden niukuuden lisäksi haittoja veden laadussa, samoin pinnan nousu takaisin normaaliksi saattaa aiheuttaa arvaamattomia laadun vaihteluita. 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.

5.3.2 Vedenottamo

Raakavesilähteen saastuminen on erityisen merkittävä riski laitoksilla, joilla pohjavettä johdetaan käsittelemättömänä jakeluun. Vedenottajan vastuulla on varmistua raakaveden laadusta. Vedenottamon läheisyydessä ei saisi olla sellaisia vaaratekijöitä, jotka voivat aiheuttaa veden pilaantumisen. Mikäli vedenottamon lähistöllä on veden laatua vaarantavia toimintoja on, niitä on valvottava ja vedestä on tutkittava säännöllisesti haitta-aineita, joita toiminnoista voi päästä pohjaveteen. /3./

Vedenottamoiden tulee sijaita sellaisella paikalla, etteivät pintavedet pääse likaamaan raakavettä rankkasateiden aikana. Kaivojen ympärykset tulee olla luiskattu kaivosta ulospäin. Kaivorakenteiden tulee olla tiiviitä pohjavesikerroksen yläpuolella. Mikäli kaivorakenteissa on kuivatusputkia, tulee varmistaa, etteivät pintavedet pääse niiden kautta missään olosuhteissa tulvimaan kaivon sisälle. 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. /5 s. 30-32./

Tulvimisvaaran vuoksi vedenottamot tulee sijoittaa riittävän etäälle vesistöistä, eikä koskaan alaville, tulvimisherkillä alueille. Eläinten ulosteet vedenottamon lähisuojavyöhykkeellä ovat riski vedenlaadulle. Eläinten ulosteissa on usein taudinaiheuttajia, jotka voivat juomaveteen joutuessaan aiheuttaa suuren ihmisjoukon sairastumisen. /3./

Kaivon renkaiden välien on oltava tiiviit ja ehjät, niin että vesi tulee kaivoon rengaskaivon pohjasta. Kaivon kannen on oltava tiivis ja sen on estettävä roskien, eläinten ja pintavesien pääsy kaivoon. Kannessa on oltava tiivis huoltoluukku tai kannen on oltava sellainen, että kaivosta voidaan ottaa vesinäyte. Kannessa on oltava myös tuuletusputki, jonka päässä on ritilä estämässä roskien ja pieneläinten pääsyn kaivoon. /3./

Vedenoton ja vedenottamoiden merkittävimmät riskitekijät sekä niiden seuraukset vesihuollossa on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Vedenottamoiden merkittävimmät riskitekijät ja niiden seuraukset

Riskitekijä	Seuraus
Alue ei aidattu	Ilkivallan vaara, maaperän likaantuminen
Alueella ei kulunvalvontaa	Häiriö jää havaitsematta
Kaivoilla ei ole murtohälytystä	Ilkivalta jää havaitsematta
Raakavesikaivoon pääsee pintavettä	Vedenkäsittelyn riittämättömyys, raakaveden saastumisvaara
Tekninen vika	Veden hankinnan tai jakelu häiriö
Kaivon rakenteen pettäminen	vedenoton kuukausien keskeytys
Pumppurikko	vedenoton keskeytys ko. kaivolla
Venttiilit; vuoto tai jumittuminen	vedenoton keskeytys
Kaukovalvonnan riittämättömyys/häiriö	Häiriö jää havaitsematta
Riittämätön vedenlaadun tarkkailu	Vedenkäsittelyprosessin likaantuminen
Sähkökatko	Vesipulan uhka laitoksella
Muut toimijat vesilaitosalueella	Laitoksella vakavan teknisen vian tai veden saastumisen vaara
Pohjaveden saastumisen vaara	Raakaveden käytön estyminen
Raakavesikaivoon pääsee tulvavettä	Raakaveden saastuminen, sähkökeskuksen vaurioituminen
Laskeuma	Kaivoveden saastumisen vaara
Riittämätön ottamoiden kunnon seuranta	Häiriö veden laadussa, vedentoimitushäiriö
Tulipalo	Veden pumppauksen ja käsittelyn estyminen pitkäkestoisesti
Riittämätön tuuletusputkien suojaus	Eläimiä, lunta tai roskia voi joutua kaivoon/raakaveden likaantuminen
Sulamisvedet	Pohjaveden laadun muutokset, kaivoon voi päästä pintavesiä
Rankkasade	rakennevaurion vaara, kaivoveden saastuminen pintavesillä
Säteilylaskeuma	kaivoveden saastumisvaara tuuletuksen kautta
Kaivon pumpun rikko	vedenoton keskeytys, vesipulan uhka
Sähkölaite vika	Pitkäkestoinen vedenoton keskeytys

Pintavesien käytössä talousveden raakavetenä ovat usein ongelmana veden fysikaalis-kemialliset ominaisuudet (mm. humus, väri, pH) sekä pintavesien alttius likaantumi-

selle. Hygieniariskejä aiheuttavat muun muassa yläjuoksulla sijaitsevat jätevedenpuhdistamot ja karjatalous. Myös mahdollisesti rehevöitymisen, sinilevien, torjunta-aineiden, onnettomuuksien sekä virtaamien ja veden saatavuuden vuodenaikaisvaihteluiden vaikutukset veden käsittelyyn on huomioitava. Yleisesti ottaen Suomessa vesihuollon raakavesilähteenä käytettävät pintavedet ovat edellä mainituista seikoista huolimatta hyvälaatuisia /5 s. 30-32./

5.3.3 Vedenkäsittely

Vedenkäsittelyn riskejä ovat tekijät, jotka johtavat talousvedenlaatu vaatimusten tai suositusten vastaisen veden pääsyyn vesijohtoverkoston ja vedenkäsittelytoiminnan keskeytyminen. Vedenkäsittelyn riskitekijät on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Vedenkäsittelyn riskitekijät

Vedenkäsittelyprosessin toiminnan keskeytyks voi aiheutua vakavasta laite viasta, joka voi syntyä tulipalosta aiheuttamasta laitteen tuhoutumisesta tai vesivahingosta aiheuttamasta sähkö- ja automaatiojärjestelmän vaurioitumisesta. Tavanomaiset kulumisesta ja korroosiosta sekä muista syistä johtuvat laiteviat ovat yleensä vaikutuksiltaan lyhyt kestoisia. Harvinaisen varaosan tai erityisammattihenkilön saatavuushäiriö voi kuitenkin tehdä viasta vakavan. Ilman kiinteää varavoimalähdettä sähkökatkos pysäyttää vedenkäsittelyn sekä verkostoon pumppauksen välittömästi. Äkillinen sähkövirran syötön loppuminen voi aiheuttaa ohjausjärjestelmässä ohjelmistovirheen tai vioittaa

teknisesti sähkölaitteita. Virransyötön uudelleen käynnistyessä laitos ei käynnisty laitevirian vuoksi tai toimii väärin. Vakavia ohjaushäiriön riskejä ovat esimerkiksi kemikaalinsäiliön tyhjäksi pumppauksen vaara, kemikaalin yliannostus sekä desinfioinnin toimintahäiriö.

Verkostoon voi päästä vaatimukset täyttämätöntä vettä mikäli käsittely on riittämätöntä puhdistamaan raakaveden epäpuhtaudet. Veden laatuun voi vaikuttaa myös vedenkäsittelyssä tapahtunut virhe tai veden saastuminen laitoksella. Yksikköprosesseissa riskit liittyvät toimintahäiriöitä aiheuttaviin tekijöihin sekä vedenkäsittelyn häiriöiksi luettaviin tekijöihin. Yksikköprosessien riskejä ovat mm. liian pitkä huuhteluvälin vuoksi suodatin tukkeutuu, joka aiheuttaa liika mikrobikasvu suodattimessa sekä suodatinmassan reagointikapasiteetin ylityksen ja huono suodatus tuloksen. Suodattimen huollon puutteen vuoksi saavutetaan suodattimen kyllästymispiste, jolloin suodattimeen rikastuneet yhdisteet voivat irrota lähtevään veteen. Hidassuodattimen toimintakatkoksen aikana biofilmi voi kuivua, josta aiheutuu puhdistustehon lasku. Muita mahdollisia syitä verkostoveden laadun häiriöön ovat desinfioinnin puuttuminen tai jälkidesinfioinnin puute. Myös desinfiointi valmiuden puuttumista kokonaan pidetään merkittävänä riskinä vedenkäsittelylle.

Kemikaalien säilytykseen sekä käyttöön liittyy henkilö – ja paloturvallisuusriskejä. Veden kemikaloinnin riskejä ovat vaillinaisessa kloorauksessa syntyvät AOX- yhdisteiden aiheuttama terveyshaitta. Kemikaalien annosteluvirhe (saostus, alkalointi, desinfiointi) on mahdollinen ohjaavan mittauksen (virtaama, pH) virheen tai annostelijan teknisen vian vuoksi. Liian pieni annos aiheuttaa käsittelytehon riittämättömyyden sekä mahdollisesti verkostoveden laatuvaatimusten alituksen. Yliannostus voi olla käyttäjille terveydelle haitallista (lipeä, sooda, kloori) liian korkea talousveden pH ja kemikaalipitoisuuden vuoksi. Manuaalisessa annostelussa säätövirheen mahdollisuus suurempi inhimillisten tekijöiden vuoksi. Saostusakan karkaaminen käsittelyn veden joukkoon aiheuttaa verkoston ja säiliöiden likaantumisen, joka johtaa vakavaan toimintahäiriöön ja veden käyttökieltoon. Liiallinen kovuus ja pH-arvon nosto aiheuttaa haitallisia saostumia lämminvesijärjestelmissä. PH:n vaihteluverkostoon pumpattavassa vedessä aiheuttaa saostumien irtoamista verkosta värjäten ja samentaan vettä. Kemikaalin saatavuushäiriöstä heikentää prosessin puhdistustehoa, mutta ei keskeytä vedenkäsittelyä kokonaan. Toisinaan vedenlaadun heikentyminen voi pakottaa kes-

keyttämään veden käsittelyn. Vedenkäsittelyn merkittävimmät riskit sekä niiden seuraukset vesihuollossa on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Vedenkäsittelyn merkittävimmät riskit ja niiden seuraukset

Riskitekijä	Seuraus
Riittämätön laitoksen toiminnan/kunnon seuranta	Saastuminen tai toimintahäiriö voi jäädä huomaamatta
Ilmastuslaitteiden limoittuminen	Hajua, makua ja sameutta veteen
	mikrobi kasvun riski
Suodatinten huuhtelun laiminlyönti	lika-aineiden takaisin liukeneminen
	Suodatinten tukkeutuminen
Suodatinten tukkeutuminen	kapasiteetin lasku
	kokosuodattimen pesu, pitkä keskeytys
Rauta- ja mangaani saostumat	suuttimien ja venttiilien tukkeutuminen
	väri, sameus ja maku veteen irrotessaan
	täytekappaleiden ja –massojen tukkiutuminen
	Laitteiden pesutarve, mahdollinen desinfiointi
Alkalointikemikaalin syöttöhäiriö	Liian korkea verkostoveden pH,terveyshaitta
Säteilylaskeuma	Käsitellyn veden saastumisvaara avoimissa säiliöissä, ei tuloilman suodatusta
Tulipalo	Laitoksen tuhoutumisen vaara, mahdollisuus säiliöveden likaantumiseen
ilkivalta	Laitoksella vakavan teknisen vian tai veden saastumisen vaara
Vieraiden aineiden pääsy altaisiin	Saastuneen veden pääsy verkostoon
Desinfiointin puute tai desinfiointimenetelmä riittämätön	Saastuneen veden pääsy verkostoon
Kemikaalin annosteluvirhe	liian korkea pH (lipeä, kloori)
	terveydellisen haitaan vaara
	veden käyttörajoitus laadun vuoksi
	liian heikko desinfiointitaso (kloori)
Riittämätön desinfiointi	Mikrobeja voi joutua verkostoon
	Ei tehoa viruksiin ja alkueläimiin
	Mikrobikasvu verkostossa

Vedenkäsittelyn kriittisin tekijä on verkostoon lähtevän veden laatu. Ennen käsittelyä vesi voi olla huonolaatuista, mikäli käsittely riittää sen laadun nostamiseen talousveden vaatimusten tasolle. Desinfiointi on vedenkäsittelyn kriittisin yksikköprosessi, koska sillä varmistetaan veden mikrobiologinen laatu ja siten kuluttajaturvallisuuden kannalta.

5.3.4 Vesijohtoverkosto

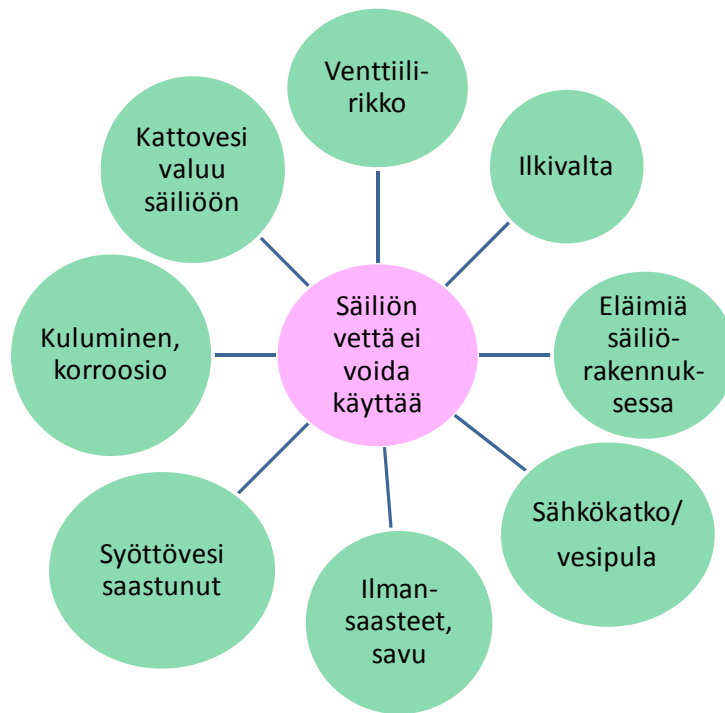
Vesijohtoverkoston uhkia ovat vedenjakelun keskeytyminen jakeluhäiriön ja veden teknisesti huonon tai terveydelle haitallisen laadun vuoksi. Vedenjakelun voi keskeytyksen aiheuttavat tekijät on esitetty kuvassa 10.



KUVA 10. Vesijohtoverkoston riskitekijät

Keskeytyksenä voidaan pitää myös veden laadusta johtuvaa käyttökieltoa tai vedenjakelun keskeyttämistä vesilaitoksen toimesta. Keskeytyksen vaikuttavuutta tarkastellaan keskeytyksen keston ja häiriöalueen laajuuden perusteella.

Ylävesisäiliön toiminnan merkitys on erittäin suuri verkostojen vedenjakelulle. Ylävesisäiliön poistaminen käytöstä tai vakava toimintahäiriöt voivat johtaa vedenjakelun lähes täydelliseen keskeytykseen. Ylävesisäiliön toiminnan keskeytyks voi johtua huolto- ja puhdistustöistä, vedensyötön häiriöstä tai tulipalosta. Säiliön pinta voi laskea liian alas verkoston painetason ylläpitämiseksi. Pinnanlasku voi aiheutua virheestä pinnankorkeuden ohjauksessa, syöttövedenpumpun keskeytyksestä, sulkuventtiilin rikosta tai muusta vuodosta sekä liiallisesta verkostoon syötöstä. Liiallinen verkostoveden menekki voi johtua suuresta putkirikosta tai sammutusvedenotosta. Ylävesisäiliöt ovat myös verkoston haavoittuvien osa avoimien säiliöiden vuoksi. Useat Suomessa esiintyneet vesiepidemiat ovat aiheutuneet säiliössä likaantuneesta verkostovedestä. Säiliöiden toimintahäiriöiden aiheuttajat on esitetty kuvassa 11.



KUVA 11. Säiliön toimintahäiriön aiheuttajat

Merkittävimmin toiminnan keskeytyksiä aiheutuu kuitenkin verkoston putkirikoista. Vesijohtoverkoston vakava vaurio voi aiheutua ympäristötekijöistä, materiaaliaviasta tai toteutusvirheestä. Putkirikkoa aiheuttavat tekijät on esitetty kuvassa 12.



KUVA 12. Putkirikon aiheuttajat

Suuri vuoto verkostossa aiheuttaa usein veden tulvimisen maan pinnalle vuotokohdan läheisyydessä, jolloin vikakohta on helposti paikannettavissa. Osalla kulutuskohteista paine voi vielä riittää vedenjakeluun, mutta vesi voi olla likaantunutta. Mikäli vuoto ei aiheuta vedenjakelun katkeamista ja vuotovedet imeytyy maaperään voi pitkittynyt verkoston likaantuminen johtaa terveyshaittaan kuluttajille. Vakava vesijohtoverkoston vaurio aiheuttaa vedenjakelun katkeamiseen verkoston vaikutusalueella. Keskeytyksen kesto riippuu vauriokohdan löytymisajasta, korjauksen kestosta (varaosien toimitus ja korjausryhmän hälytys), sekä mahdollisista varavaihtoehdoista ja käytettävästä korjaustekniikasta. Suuret vesijohtovuodot voivat myös aiheuttaa vahinkoja rakennuksille, teille ja ulkorakenteille. Nämä ovat vesihuoltolaitoksen korvattavia. Taloudelliset vahingot voivat olla mittavia. Vesijohtovuodosta johtuva vedenjakelun keskeytyminen voi olla hyvin harmillinen myös liikeyritysten tuotantoprosesseille yllättävä veden keskeytyminen vahingoittaa koneita tai laitteita. Vesijohtoverkoston vakavaputkirikko aiheuttaa voimakkaan paineen lasku ja siten saostumien irtoaminen, veden laadun muutokset ja toimintapaineen vajuus korkeissa pisteissä. Mitoitustavasta johtuen verkostossa voi esiintyä liian pitkää veden viipymää, joka aiheuttaa veden laadun heikkenemistä.

Vesijohtoverkoston putkirikko aiheuttamia seurauksia ovat mm. vesijohtoverkoston paineen vaihtelut tai verkoston painepula, vedenjakelu keskeytyminen vaikutusalueella lyhyt aikaisesti ja verkostoveden saastuminen. Monet putkirikon vaikutukset ovat vaurioriskejä, joten usein putkirikkoja esiintyy verkostossa useita peräkkäin tai samanaikaisesti. Tästä voi aiheutua korjaustarvikkeiden ja henkilöstön resurssipula. Verkostoon pääsyyt lika voi saastuttaa laajan alueen ja vesi voi muuttua terveydelle vaaralliseksi. Verkostoveden laatu voi olla syynä vedenjakelun keskeyttämiseen. Verkostoveden laatuhäiriötä aiheuttavat tekijät on esitetty kuvassa 13.



KUVA 13. Verkostoveden laatuvirheen aiheuttajat

Muovisten vesijohtoverkkojen vaurioiden syyt voidaan jakaa aiheuttajien ja kohdistumisen perusteella ulkopuoliseen syyhyn, asennusyyhyn, kaivontosyyhyn tai muuhun syyhyn. Ulkopuolisija aiheuttajia ovat kaivutyöt, louhinta ja muu rakennustyö, johtoalueen kuormitus, liikenteen aiheuttama maanpaine ja tärinä, muiden putkistojen vaikutus, ilkivalta sekä muu ulkopuolinen syy. Materiaalisyyt ovat valmistusvirhe, materiaalin väsyminen, huononkuntoisuus, tiivistevuodot ja soveltumaton tarvike. Asennuksesta aiheutuvia vaurion syitä ovat asennusvirhe, puutteellinen tuenta tai muut syyt. Putkikaivannosta aiheutuvia vaurio riskejä ovat putken, painuminen, sivusiirtymä, kiven tai kallion painaminen, jäätyminen ja routiminen, maanpaine sekä arinan painuminen. Muita vaurion aiheuttajia voivat olla mm. vahinko huoltotöissä, paineisku, vaurio laitteistojen liitoksissa ja tulppauksissa tai kaapelilämmityksessä. PEH-putket ovat herkempiä painumavaurioille sekä liitosvaurioille. PEL-putket ovat herkkiä korroosiotuote vaikutuksille. PVC-putket ovat kestävämpiä ja niiden yleisin vaurion syy on kaivutyö tai kiven hiertämä. Muoviputket vaikuttavat verkostoveden laatuun edistävätkä mikrobikasvua verkostossa tai vapauttamalla yhdisteitä veteen sekä läpäisemällä yhdisteitä, jolloin maaperän sisältämät aineet voivat kulkeutua vesijohtoveteen. Muovi vesijohtomateriaalina muodostaa siis riskin verkostoveden laadulle.

/6., s. 76- 77./

Vesijohtoverkoston kunto ja rakenne vaikuttavat riskien esiintymiseen sekä vaikutuksiin. Vesijohtojen suunniteltu tekninen käyttöikä on noin 40–60 vuotta. Tekninen käyttöikä ei ole kuitenkaan yksiselitteinen, koska se on riippuvainen monista eri tekijöistä kuten putken materiaalista, pinnoituksesta ja putkea ympäröivistä olosuhteista. Moninaisista tekijöistä johtuen pelkästään putkien iän perusteella ei voida arvioida niiden kuntoa ja kunnostustarvetta. Valurautaisen vesijohtoverkoston kunto on usein korroosion heikentämä jo 20 -30 vuoden iässä ja korroosiosyöpymän vuoksi putkiriikon riski on suuri. Vanhat valurautaputket muodostavat merkittävän riskin vesihuollon toimintavarmuudelle sekä verkostoveden laadulle. Valurauta putkeen muodostuu enemmän saostumia kuin muoviputkeen. Muoviputkistoissakin tapahtuu vaurioita mekaanisen rasituksen tai tahattoman vaurioittamisen sekä liitosvirheiden vuoksi. Muoviputkiston kunto on yleensä hyvä ja riski vesihuollon toimintavarmuudelle vain melko pieni. Muoviputkien vaurioriski on pieni ja niistä ei liukene veteen sivutuotteita. Muovin, liuotin- yms. aineita, johtava rakenne on tosin riski, mikäli muovisia suojaamattomia vesijohtoja on sijoitettu esim. polttoaineilla saastuneeseen maaperään. Kemiaalliset yhdisteet verkoston sijoituspaikan maaperässä muodostavat riskin verkostoveden laadulle, sillä jotkin aineet voivat imeytyä maaperästä muoviputkien läpi vesijohtoveteen.

Vesijohtoverkoston rakenteesta ja kunnosta johtuvana riskinä voidaan pitää vuoto-vesien määrää sekä veden laadun muutosta putkistosaaostumien vuoksi. Liian pieni vedenhaihtuvuus voi myös aiheuttaa vedenlaadun muuttuminen verkostossa. Viipymien aiheuttamat vedenlaadun muutokset ovat yleisiä. Viipymähaittaa on lisännyt verkostojen voimakas laajentuminen ja laajennusosien pieni vedenkulutus. Merkittävä rakenteellinen riskitekijä on haaraverkosto, joka on heikosti hallittava vahinkotilanteissa.

Riskeistä voi olla seurauksena vesijohdon katkeamisen aiheuttama vuoto sekä putkirikkojen aiheuttamat jakeluhäiriöt ja vedenjakelun keskeytyminen yllättäen. Mikäli vahinkotilanteessa verkoston vikakohtaa ei saada rajattua ja varayhteyksiä ei ole käytettävissä aiheutuu varavedenjakelun tarpeen tuottava verkostovedenpula. Yksi vesijohtovuoto keskeyttää veden jakelun laajalta alueelta varayhteyden puuttuessa. Verkostoveden laadun tekninen heikkeneminen ja esteettinen käyttö haitta, johon voi myös liittyä vesiepidemian aiheuttavia taudinaiheuttajia.

Kiinteistöjen veden laadulle aiheuttamat riskitekijät on huomioitu kirjavimmin. Viime aikoina esiintyneet vakavat vesihuollon häiriötilanteiden saama julkisuus on nostanut asiaa pinnalle ja parantanut tietoisuutta sekä riskien hallinnan tasoa kiinteistöissä. Vesihuoltolaitosten kannalta jakeluverkkoon liittyneiden kiinteistöjen veden laadulle aiheutuvat riskit tulisi tunnistaa ja huomioida toiminnassa laitoksilla käytössä olevien hyvin rajallisten mahdollisuuksien mukaan. Vedenjakeluverkon merkittävimmät riskit sekä niiden vaikutukset vesihuollossa on esitetty taulukossa 3.

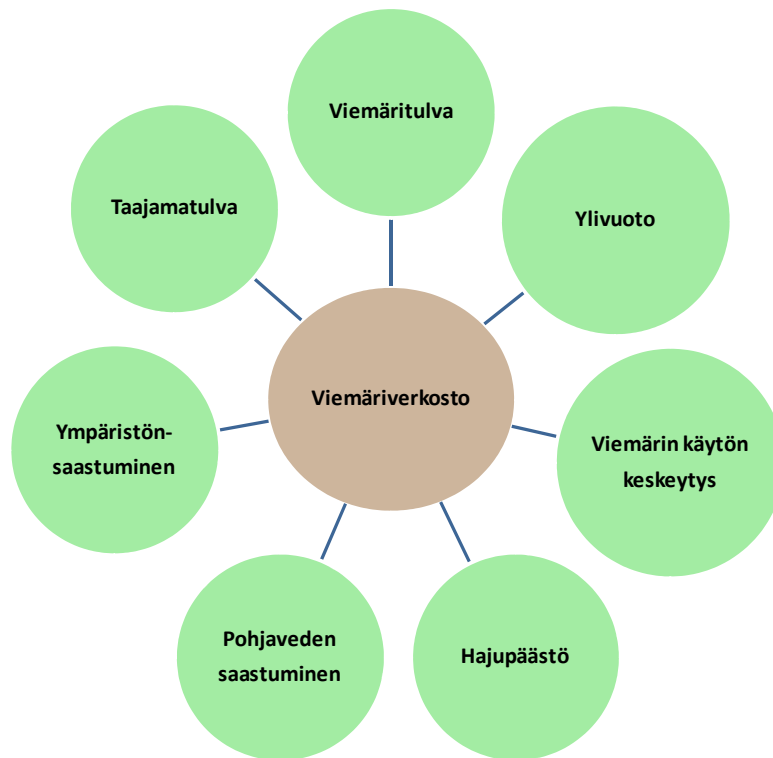
TAULUKKO 3. Vesijohtoverkon riskit ja niiden seuraukset

Riski	Seuraus
Saastuneiden maa-alueiden läheisyys	Verkostoveden saastumisen vaara suojaamattomissa putkissa
Verkon tuhoutuminen	Vedenjakelun vaarantuminen
Saastuttavien toimintojen läheisyys	Verkostoveden saastumisen vaara
Veden saastuminen verkostossa	Vesiepidemian vaara
Venttiilirikko	Verkon hallittavuus vaarantuu
Rankkasateet, sulamisvedet	Maanvyöry, verkon tuhoutuminen
Vakava putkirikko (jakeluverkosto)	Verkostoveden pulan vaara
Varayhteyksien puute, siirtoverkosto	Vedenjakelun vaarantuminen
Putkirikko vesistöön sijoitetussa runkolinjassa	Verkostoveden pulan vaara
Varayhteyksien puute, jakeluverkosto	Verkostoveden pulan vaara
Riittämätön vedenlaadun tarkkailu	Verkostoveden saastumisen riski
Pitkä sähkökatko	Vedenjakelun vaarantuminen noin 24 h kuluessa
Sähkökatko	Paineen lasku, vesipulan vaara
Määräysten vastaiset liitokset vesijohtoverkkoon	Verkostoveden saastumisriski
Eriytilanne verkon piirissä olevalla kiinteistöllä	Verkostoveden saastumisen vaara
Riittämätön verkon kunnostus / saneeraus	Vedenjakelun vaarantumisen riski
Ilkivalta	Verkostoveden saastumisen vaara
Syöttöjohdon rikko	YVS:n tyhjentyminen, vesipula verkostossa
Henkilökunnan toiminta	Verkostoveden saastumisen tai epidemian vaara
Suurpalo verkostoalueella	Sammutusveden aiheuttama vesivaje, paineenlasku

5.4 Jätevedenkäsittely

5.4.1 Viemäröinti

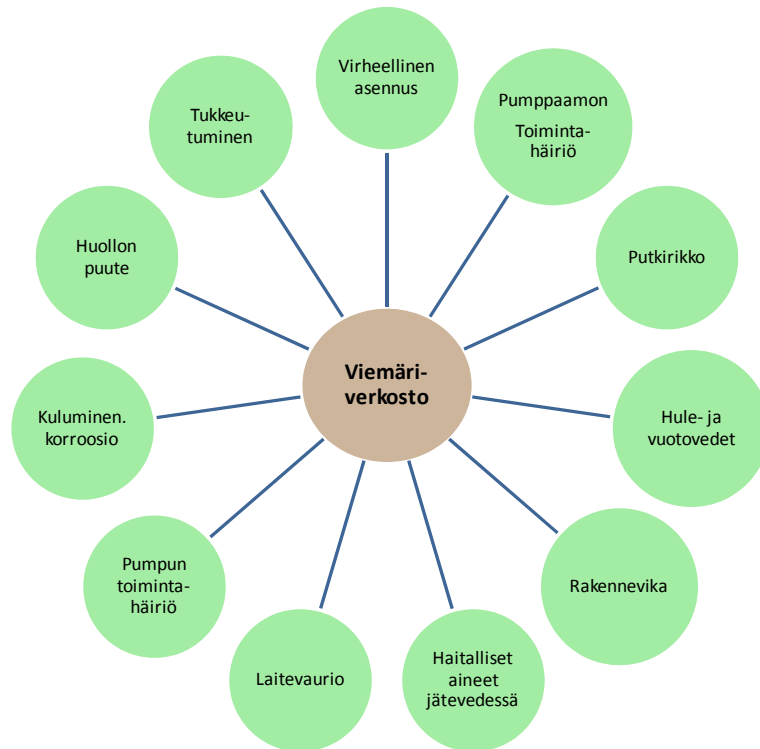
Jätevesien keräily ja johtaminen puhdistamolle perustuu häiriöttömään virtaukseen verkostossa. Riskejä ovat tekijät, jotka häiritsevät tätä prosessia tai tuottavat haittaa ympäristölle. Viemäriverkостossa tekninen vika tai häiriö voi tulla putkistoon, venttiileihin ja kaivoihin. Virtauksen keskeytyminen tai virtaus verkoston ulkopuolelle sekä ympäristöhaitat ovat viemäriverkoston riskejä. Riskien esiintymiseen ja vaikutuksiin vaikuttaa oleellisesti rakennetyyppi, verkoston kunto, sijaintiympäristö sekä jätevesivirtaama. Viemäriverkoston toiminnan riskit on esitetty kuvassa 15.



KUVA 15. Viemäriverkoston riskit

Viemäriverkoston toiminnassa häiriöt voivat aiheutua verkoston ominaisuuksista, käytetystä tekniikasta, toimintatavoista sekä laiteviasta. Häiriöitä ovat mm. verkoston tukkeutuminen vierailta esineillä tai jäätyminen, asennusvirheet, kuluminen tai luononolot. Tukkeutuminen johtaa ylivuotoon verkostossa edeltävältä pumpaamolta sekä voi aiheuttaa jäteveden tulvimista kiinteistölle. Viettoviemäri on ulkopuolisesta käyttöenergiasta riippumattomana toimintavarmempi, mutta toisaalta herkempi jäätymiselle ja piileville vuodoille. Viettoviemäreissä häiriökohteina ovat usein tarkastuskaivot. Kiinteistö- ja katuviemärit ovat pääosin viettoviemäriä. Paineviemäriässä on

vähemmän kaivoja ja se on suljetumpi järjestelmä, mutta täysin riippuvainen käyttöenergiasta. Putkirikot viemäriverkostossa voivat aiheutua verkoston sisäisistä tai ulkoisista tekijöistä. Paineviemäreissä putkirikot ovat suurempia kuin viettoviemäreissä. Vuoto kokooja- tai runkojohdossa sekä sähkökatkos aiheuttavat jäteveden pääsyn ympäristöön. Ylivuodot ovat merkittäviä, sillä veden jakelu ei keskeydy.



KUVA 16. Viemäriverkoston toimintahäiriöt aiheuttajat

Tarkastus- ja huoltokaivot ovat välttämättömiä verkoston huollon kannalta, mutta niiden kautta pääsee monia häiriötekijöitä verkostoon. Kaivojen kannet ovat rakenteeltaan sellaisia, että sade- ja tulvavedet sekä mahdolliset ulkoiset saastuttajat pääsevät niiden kautta verkostoon. Kemikaalionnettomuus verkostoalueella voi johtaa myös viemäriverkoston saastumiseen. Kaivojen kannet ovat myös alttiita ilkvallalle, koska niitä ei lukita. Viemäriverkosto on muutoin hyvin suojassa ilkvallalta lukuun ottamatta kiinteistöiltä verkostoon päästettäviä aineita.

Riskin viemäriverkoston toimintavarmuudelle muodostavat vanhat betoniviemärit ja -kaivot, jotka ovat korroosion rapauttamina vaurioherkkiä sekä saumat ja kannet päästävät pintavettä viemäriverkkoon. Sadevesien mukana kulkeutuu viemäriin roskia, jotka tukkivat kaivoja, pumppaamoita ja viemäreitä sekä vaurioittavat pumppuja. Jätevesiviemäreiden tekninen käyttöikä on vesijohtojen tavoin noin 40–60 vuotta. Käyt-

töikä riippuu muun muassa putken materiaalista, pinnoituksesta sekä putken sisäisistä ja ulkoisista olosuhteista. Jätevesiverkoston ikääntymisen myötä jätevesiviemäreiden rakenteellinen ja toiminnallinen kunto heikkenee. Huomattava kunnan heikkeneminen voi ilmetä viemäreiden painumisena tai pahimmassa tapauksessa romahtamisena, viemäreiden syöpyminenä, viemäritukoksina sekä järjestelmään päätyvien vuotovesien runsautena. Viemäriverkostojen vuotovesiprosentti Suomen vesihuoltolaitoksilla on tällä hetkellä melko korkea, joka voi johtua mm. korroosion, painumien ja virheellisten asennusten aiheuttamista putkirikoista vanhoissa 1960–70-luvun betoniputki-viemäreissä.

Kemikaalit ja muut haitalliset aineet voivat vaurioittaa viemäriputkia, aiheuttaa pumpujen tukkeutumista, sekä haittaavat jätevedenkäsittelyä. Kemikaalit voivat joutua viemäriverkkoon ympäristöonnettomuuden seurauksena sadevesiviemäriin tai tarkastuskaivojen kautta. Kemikaalipäästö voi aiheutua tieliikenne onnettomuudesta, käsittelyssä ja varastoinnissa tapahtuneesta vahingosta. Kemikaalit voivat myös joutua verkostoon kemikaalin käsittelytilojen lattiakaivojen kautta. Osa kemikaalipäästöistä on tahallisia.

Vakavan toimintahäiriön jäteveden pumppaamalla voi aiheuttaa äkillinen laitevaurio pumppaamalla tai runkojohdossa sekä sähkökatkos. Vakavana toimintahäiriötä jätevedenpumppaamalla pidetään, mikäli pumppaamo joudutaan poistamaan käytöstä. Pumppaamoiden veden varastointikapasiteetti on yleensä vain muutamia tunteja keskimääräisellä virtaamalla. Pumppauksen keskeytyessä jätevedet menevät ylivuotoon säiliöön tai maastoon. Yleisimmät pumppaamon toimintahäiriön aiheuttajat on esitetty kuvassa 18.



KUVA 18. Jätevedenpumppaamon toimintahäiriön aiheuttajat

Pumpuissa vika voi aiheutua kulumisesta, mekaanisesta viasta tai tukkeutumisesta. Mekaaninen laitevaurio voi olla myös pumpun käyttömoottorissa. Pumpun tukkeutuminen, joka estää sen toiminnan sekä vahingoittaa itse laitetta, voi johtua jätevedeen joutuneesta hiekasta, kivistä, rasvasta, öljystä, papereista yms. Öljy ja rasva ovat peräisin kiinteistöjen viemärlaitteista ja usein niiden aiheuttajana on puutteellisesti toimiva rasvan- tai öljynerotuslaite sekä uppopaistorasvojen kaataminen viemäriin.

Pumppauslaitteiden vaurioituminen aiheuttaa jäteveden virtauksen pysähtymisen pumppaamolle, jolloin jäteveden pinta pumppaamossa nousee kunnes pumppaus edelliseltä pumppaamolta loppuu tai jäteveden tulo muutoin lakkaa. Pumppauskatkoksen pitkittyminen tai pumppaamon rakenteen vaurioituminen johtaa jäteveden vuotoon ympäristöön. Vaurion laajuus vaikuttaa oleellisesti riskin suuruuteen. Vakava vaurio aiheuttaa myös jäteveden virtauksen pysähtymisen sen verkosto-osan kohdalta sekä mahdollisen pumppuvian. Rakennevaurio voi aiheutua maaperän liikkeestä (routiminen, maanvyöry, kaivutyöt lähistöllä), materiaalien väsymisestä tai syöpymisestä, ulkoisesta iskusta (ajoneuvon törmäys, kaivinkone, kaatuva puu yms.), tulipalosta tai ilkkivallasta. Uppopumppaamossa sisäisen putken rikkoutuminen ei ole kovin merkityksellinen. Salonki- ja mökkipumppaamoissa kuivatilan tulva-anturit hälyttävät ja

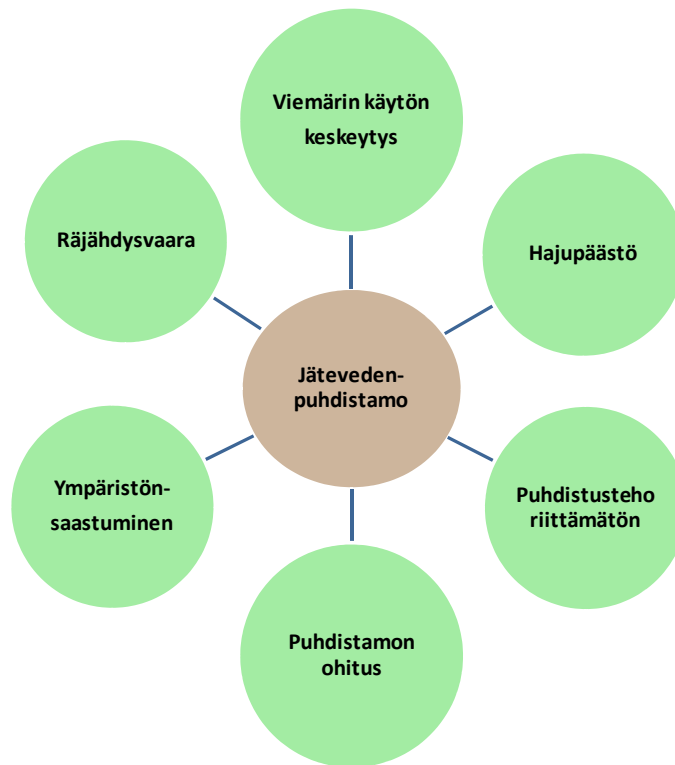
katkaisevat pumppauksen, jos vesi tulvii kuivatilaan. Lasikuituiset säiliöt ovat rakennemateriaaliltaan varsin pitkäikäisiä, kun pumppaamon asennus on tehty oikein.

Jätevesipäästön syynä voi olla jätevesiverkoston tulviminen kaivojen kautta maaperään, viemäririkko tai jäteveden pumppaamoiden tulviminen ylivuotojen kautta ympäristöön sekä jätevedenpuhdistamon ohitukset. Jätevesipäästöt voivat aiheuttaa terveydellisen haitan vaaraa jätevedensisältämistä mikrobeista tai taloudellisia vahinkoja omaisuuden kastumisesta. Ympäristössä jätevedet voivat aiheuttaa päästä alueen viihtyisyyden alentumista tai käytön rajoituksia sekä ympäristön kuormittumista. Vaikutukset ympäristön käyttöön ovat suurimmat uimarantojen ja muiden virkistysalueiden läheisyydessä sekä pohjavesialueilla sijaitsevilla linjapumppaamoilla.

Viemäri-vesipäästön suuruus riippuu viemäriputken koosta ja pumppaamon virtaamasta sekä häiriön havaitsemisnopeudesta. Ylivuodot ovat yleensä määrällisesti merkittäviä, sillä vedenjakelu ei keskeydy. Vakava viemäriin toiminta häiriö voi johtaa viemäriin käytön ja veden jakelun rajoituksiin.

5.4.2 Jätevedenpuhdistamo

Jätevedenpuhdistuksen riskejä ovat jäteveden puhdistusprosessin toimintatehokkuuden laskeminen ja siitä aiheutuvat päästöt ympäristöön. Riskit kohdistuvat lähinnä jätevedenpuhdistamon alapuoliseen purkuvesistöön, mikäli jätevettä joudutaan ohittamaan kokonaan käsittelemättömänä tai vain osittain käsiteltynä. Puhdistamon toiminnasta häiriöstä voi myös aiheutua haittaa viemäriin käyttäjille tai läheisille kiinteistöille. Jätevedenpuhdistuksen riskit on esitetty kuvassa 19.



KUVA 19. Jätevedenpuhdistuksen riskit

Jäteveden puhdistamon toimintahäiriön voi aiheuttaa puhdistamolle tulevan jäteveden laadun ja määrän aiheuttamat prosessihäiriöt tai tekninen vika puhdistamon laitteissa. Puhdistamonhäiriöherkkyys riippuu käytetystä puhdistustekniikasta sekä laitoksen teknisestä kunnosta. Käsiteltävän jäteveden laatuun vaikuttaa verkostoon liittyneiden kiinteistöjen jätevesikuormitus, viemäriverkoston kunto ja käyttö sekä luonnonolosuhteet. Viemäriverkoston riskitekijöiden vaikutus voi kertautua puhdistamon häiriönä. Riskistä voi seurata suurentunut ympäristökuormitus ja sen tasoon vaikuttavat monet eri tekijät. Jätevedenpuhdistamon toiminnan yleisimmät häiriötekijät on esitetty kuvassa 20.



KUVA 20. Jätevedenpuhdistamon toiminnan riskitekijät

Yksittäisissä puhdistuksen prosesseissa esiintyviä riskejä ovat mm. biologisen prosessin häiriytyminen jäteveden sisältämien myrkyllisten aineiden tai suuren virtaaman sekä kylmien sulamisvesien aiheuttamat prosessihäiriöt. Suuret vuotovesimäärät aiheuttavat ohituksia prosessiyksiköissä tai koko puhdistamon ohituksen. Sähkökatko tai sähkökeskuksen laite vika pysäyttää puhdistuksen, koska virran syöttö on yleensä verkkovirran varassa. Puhdistamo toimii läpivirtausaltaana katkonajan. Jäteveden tulvimista altaista voi esiintyä välppäyksessä. Kemikaalin syötön toimintahäiriö heikentää puhdistamon puhdistustehoa aiheuttaen ympäristökuormituksen kasvua. Ilmastuksen toimintahäiriö heikentää puhdistustulosta mikrobien toiminnan hidastuessa. Pitkäkestoinen happipula voi vahingoittaa tai tuhota koko aktiiviliete mikrobikannan, jolloin puhdistusteho on heikko eliöstön palautumisen ajan. Mikrobikannan kasvuun kulua kuukausia. Biologisen prosessi voi häiriytyä myös jäteveden sisältämistä haitallisista tai myrkyllistä aineista. Puhdistamon tai prosessiyksikön vaurioituminen aiheuttaa pitkäkestoisen toimintahäiriön tai jopa toiminnan keskeytyminen kokonaan. Häiriö kestää uudelleen rakennusajan, joka voi olla jopa vuoden. Vakava laite vaurio esimerkiksi lietelaahan katkeaminen aiheuttaa toiminnan keskeytyksen. Selkeytyksen lietteenpoiston pysähtyminen voi aiheuttaa pintalietteen muodostusta sekä rihmaeliöiden lisääntymistä biologisessa prosessissa. Biologisen jätevedenpuhdistamon hajottajamikrobit ovat herkkiä happi-, lämpötila- ja ravinneolosuhteiden muutoksille. Mikrobi-

kasvuston keskinäisen suhteen muutokset johtavat puhdistusprosessin häiriöihin, kuten hajunmuodostus, puhdistustehon lasku ja lietteen laskeutuvuusongelmat.

Ympäristöön joutuessaan jätevedet aiheuttavat paikallisen terveysriskin ja ympäristön pilaantumisen, jonka vakavuus riippuu sijaintipaikan olosuhteista. Kriittisiä kohteita ovat vedenottamon tai pohjavesialueen yläpuolisessa vesistössä ja kesäaikaan uimarannan läheisyydessä sijaitsevat pumppaamot. Varsinkin pääpumppaamoiden rikkoutuminen aiheuttaisi vakavan häiriötilanteen ja siitä aiheutuvan ylivuodon aiheuttaman ympäristön likaantumisen ja terveydellisen riskin. Jätevesipäästöt maaperässä kulkeutua ja suotautua vesijohtoon tai pohjavedenottamoon saastuttaa talousveden. Jätevesipumppaamoiden ylivuodoissa ja jätevedenpuhdistamon toimintahäiriöissä haitat kohdistuvat lähinnä vesistöihin ja niiden käyttökelpoisuuteen. Jätevesipäästöjen vaikutus vesistössä riippuu laimenemissuhteista. Vesistössä jätevesipäästön terveysriskit johtuvat lähinnä suolistobakteereista ja viruksista, ravinteista, bioaktiivisista kemikaaleista, veden samentumisesta ja mahdollisesta roskaantumisesta. Riskin suuruus on riippuvainen päästön määrästä ja leviämisestä. Virtaukset levittävät jätevesipäästöt laimentaen ne nopeasti pääosassa vesistöaluetta aluetta. Suurin riski on matalien ranta-alueiden lähellä sijaitsevien suurten pumppaamojen läheisyydessä sekä uimarantojen läheisyydessä. Kesäaikaan seisahtunut jätevesipäästö voi aiheuttaa myös hajuhaittaa. Jätevesien sisältämät suolistobakteerit voivat rajoittaa veden käyttöä uimiseen sekä talousvesitarkoitukseen. Jätevesipäästöt voivat myös rehevöittää vesistöjä sekä aiheuttaa haittaa kalakannoille. Jätevesipäästöt aiheuttavat näiden lisäksi esteettisiä haju- ja näköhaittoja, kun jäteveden mukana kulkevat vessapaperit ja muut suuremmat jätökset purkautuvat vesistöön. Kymmenien kuutioiden jätevesipäästöt ovat usein jo merkittäviä ympäristöllisesti. Erityistilanteissa, kuten suuronnettomuuksissa voi jäteveteen joutua huomattavia määriä myrkyllisiä aineita. Tällöin jätevesipäästöt maaperään ovat merkittävä ympäristöriski.

5.4.3 Lietteenkäsittely

Lietteenkäsittelyn riski on ympäristökuormitus, varsinkin hajuhaitta, ja sen tasoon vaikuttavat tekijät. Kuormitus haitat aiheutuvat laitaviasta tai ympäristötekijöistä. Lietteenkäsittelyn yleiset riskitekijät on esitetty kuvassa 21.

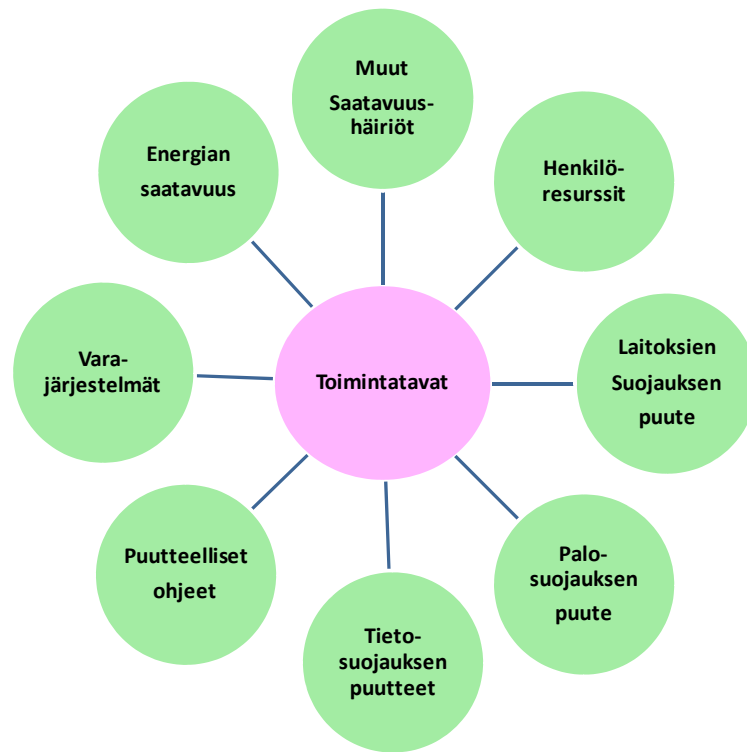


KUVA 21. Lietteenkäsittelyn riskitekijät

Jätevesi ja lietteet sisältävät aina pieniä määriä räjähdysherkkiä orgaanisia kaasuja, joiden pitoisuus on riippuvainen olosuhteista. Häiriölietteenkäsittelyssä voi aiheuttaa räjähdysherkkien kaasujen synnykasvuun jopa räjähdysvaaran tasolle. Häiriöt tilanteet johtavat usein jäteveden ja lietteen hapettomuuteen, joka lisää kaasujen tuottoa.

5.4.4 Toimintatavat

Vesihuoltolaitoksen toimintatavoilla ja organisaation toimivuudella on suuri merkitys riskitekijänä sekä riskienhallinnassa. Toimintatavoista aiheutuvat yleiset riskitekijät on esitetty kuvassa 22.



KUVA 22. Laitoksen toimintatapojen riskit

Tyypillisesti toimintatavoista ja – käytännöistä aiheutuva uhkia vesihuoltolaitoksen toiminnassa on laitoksen operatiivisen henkilöstö voi koostuminen osa-aikaisesta laitoshoitajasta ja johtajasta. Tällaiset henkilöresurssit ovat riski normaalitilanteessa ja varsinkin häiriöiden tapahtuessa. Ainoan suorittajan sairastuessa tai loma-aikana laitokset voivat olla kokonaan vailla miehitystä. Pienet laitokset toimivat ilman ammattimaista johtoa, jolloin niillä voi jäädä lakisäättäisiä seikkoja huomioimatta tietämättömyyttä. Puutteelliset tehtävien ja vastuiden jako voi aiheuttaa vakavia virheitä toiminnassa. Laitoksien henkilöstö on vähentynyt vuosi vuodelta, mutta tehtävänjakoa ei ole uudistettu, jolloin osa tehtävistä voi jäädä toteuttamatta.

Henkilöstöllä ei välttämättä ole alan koulutusta ja vaadittavaa hygienia- tai muuta ammattiosaamista, mikä lisää asennus- ja toimintariskien esiintymismahdollisuutta. Henkilökunnan toiminnasta voi tahattomasti tai tahallisesti aiheutua haittaa laitoksen toiminnalle sekä haitan vaara kuluttajille. Tehtäväkohtaisen ohjeistuksen tulisi olla tarkkaa ja perehdyttämisen niihin kontrolloitua, jotta erehdyksiä ei vahingossa pääse tapahtumaan. Tahallisen vahingonteon osuus on myös henkilökunnan osalta huomioitava. Ammattitaitoisen henkilöstön saatavuus vesihuoltotehtäviin on paikoin osoittautunut vaikeaksi. Eläkkeelle siirtymisestä johtuva henkilökunnan vaihtuminen aiheuttaa tietotaidon häviämistä, jos ei saada riittävän ajoissa rekrytoitua ammattitaitoista ja

pätevää henkilöstöä. Vesihuoltolaitosten toiminta on perinteisesti perustunut työssä oppimiseen ja sisäiseen koulutukseen eikä kirjallisia työohjeita juurikaan ole. Kirjallisten työohjeiden puute jättää paljon mahdollisuuksia tahattomalle inhimilliselle erehdykselle. Myös toimintojen seurannan kirjaaminen ja laitostekniikan dokumentointi on paikoin hyvin heikkoa. Useilla laitoksilla ei ole verkostoja dokumentoitu mitenkään tai karttoja ei ole päivitetty vuosiin, joka vaikeuttaa vahinkojen paikallistamista sekä huoltoa.

Usein laitokselta puuttuvat selkeät ja harjoitellut toimintamallit erityistilanteisiin, joka voi johtaa erityistilanne toimien viivästymiseen tai virheellisiin toimiin. Toiminnan monialaisen linkittymisen toimintahäiriöitä ei ole huomioitu turvaamalla ostopalvelujen saatavuutta. Monet laitokset toimivat entistä enemmän ostopalvelujen varassa henkilöstöressurssien vähyyden vuoksi. Laitokset eivät ole niin omavaraisia kuin ennen.

Yhteiskunnan ja ympäristön muutoksia ei ole huomioitu laitoksien suojaamisessa. Vahingonteon mahdollisuus on kasvanut kaikissa yhteiskunnallisissa toiminnoissa ja se on merkittävä riski myös vesihuoltolaitoksen toiminnoissa.

Laitoksia kehitetään vain akuuttien tarpeiden mukaan sen sijaan, että kehittäminen perustuisi tulevaisuuden kehitystrendien analyttiseen selvittämiseen. Puutteet eivät aina välittömästi heikennä vesihuoltopalveluiden tasoa. Varajärjestelmien puuttuminen voi lamauttaa toiminnan häiriötilanteessa. Merkittävimmät varajärjestelmät ovat vedenpumpauksen ja käsittelyn varavoima, varavesilähteet ja jätevedensiirtopumpauksen varavoima sekä kriittisten laitteiden varaosat. Varajärjestelmien toimintakunto ja henkilöstön käyttötaidot ovat myös riskitekijä. Varavesilähteitä ja verkostoyhteyksiä ei ole tai niitä ei testata säännöllisesti, mikä aiheuttaa toimimattomuuden riskin tarvetilanteessa. Energianhankintaa ei ole turvattu varavoimakoneilla tai edes varavoiman kytkentä mahdollisuudella. Varavoimakytken tekeminen edellyttää voimavirta-asentajan pätevyyttä eli lähes aina ulkoisen ostopalvelun saatavuutta. Saatavuus ja sen aikaviive ovat merkittävä riski esimerkiksi laajan sähkökatkon sattuessa.

Matkapuhelinverkkojen toiminta on häiriöherkkää, joka muodostaa merkittävän riskin laitoksen toimintavalmiudelle erityisolosuhteissa. Suurhäiriötilanteissa verkot ruuhkautuvat ja viestintä ei onnistu, lähetinantennien varavoimat toimivat vain kuusi tuntia

ja antennien lämpösuojat yms. automatiikka voi sulkea asemia äärimmäisten sääolojen aikana. Myös sähköpostiliikenne on osin riippuvainen laajakaistaverkon toiminnasta ja siten myös antenniverkon toimivuudesta. Laitoksen toimintavarmuus voi heiketä merkittävästi matkapuhelinantenniverkon häiriötilanteessa, joten erityistilanne toimintatapoja tulisi kehittää siitä riippumattomiksi.

5.5 Riskien hallinta

Raakavesilähteiden riskejä hallitaan laitosten osalta muun muassa vedenottamoissa, mutta raakavedenmuodostumisalueiden riskienhallinta on haastavampaa alueiden useiden toimijoiden ja yksiselitteisten vastuiden puuttumisen vuoksi. Raakaveden suhteen vesihuoltolaitoksen tärkeimpiä käytännön riskienhallintatoimia on varmistaa, että raakaveden laatu on laitoksen käsittelymenetelmään nähden riittävä ennen kuin vesi otetaan vesihuoltolaitoksen järjestelmään. Raakaveden muodostumisalueilla vesihuoltolaitos voi yhtenä sidosryhmänä osallistua suojelutoimien suunnitteluun, mutta varsinaisiin riskienhallintatoimiin sillä ei yleensä raakaveden muodostumisalueella ole toimivaltaa. Eräät laitokset ovat hankkineen pohjavesialueiden maita omistukseensa pystyäkseen paremmin hallitsemaan alueen riskejä. /5./

Verkosto on aina altis toimintahäiriöille, mutta verkoston silmukointi ja hyvä ohjattavuus venttiilien ansiosta auttaa häiriöiden rajaamisessa samoin kun mittausasemien automaattiset hälytykset pienentävät aikaviivettä korjaustoiminnan käynnistämisessä. Mikäli vedenvirtaus verkostossa on mahdollista toteuttaa useilla reiteillä, jolloin jakelukeskeytymisriski on pieni. Venttiileiden ja muiden verkostolaitteiden kuntoa tulisi valvoa sekä laitteiden toimivuutta testata säännöllisesti.

Useilla sulkuventtiileillä rajattu, monihaarainen ja silmukoitu verkosto mahdollistaa suppeiden alueiden eristämisen, jolloin häiriö alue pienenee. Joskus voidaan tehdä myös maanpäällisiä tilapäisiä ohituskorjauksia. Kaivinkonetyötä vaatien kohteiden pikakorjauksetkin kestävät vähintään kahdeksan h. Vedenjakelun keskeytymisestä voi seurata vahinkoa erityisesti suurvedenkäyttäjille sekä hoitoalanlaitoksille. Suuren vuodon ja sen korjauksen ajaksi eristettävälle alueelle vedenjakelu joudutaan toteuttamaan poikkeusjärjestelyin.

5.6 Uhkien tunnistaminen

Riskianalyysissä pyritään tunnistamaan ja listaamaan vesihuoltolaitoksen toiminnassa kaikki mahdollisesti esiintyvät uhkatekijät. Riskienarvioinnissa arvioidaan riskien esiintyvyyttä ja niiden vaikutuksia vesihuollon toimintaan sekä kuluttajille.

Nykytilan kuvauksen ja yleisten vesihuollon riskilistausten perusteella voidaan tehdä alustava riskianalyysi. Tuon suorittaminen edellyttää kartoittajalta erityisosaamista riskienhallintaan ja vesihuoltoalan toimintojen tuntemusta. Laitoksen toimintaan liittyviä riskejä voidaan kartoittaa tarkemmin erilaisilla tiedonkeräysmenetelmillä, kuten riskipaneelit, henkilöstölle tehtävät haastattelut ja riskikyselyt sekä haavoittuvuusanalyysin itse-arviointilistat.

5.6.1 Vikapuu- ja vaikutusanalyysi

Laitoksen toiminatakertomuksista ja muista toimintaa kuvaavista asiakirjoista voidaan saada tietoa esiintyneistä häiriötilanteista ja mahdollisesti niihin johtaneista riskitekijöistä sekä riskien hallintatoimista. Nämä eivät kuitenkaan ole aukoton lähde kirjauksien vaihtelun vuoksi. Tietojen kirjaamisen kattavuus on aina tarkistettava. Ympäristössä esiintyvien riskitekijöiden karkea tarkastelu voidaan tehdä peruskarttojen ja ilmakuvien avulla.

Huollon ja kunnossapidon tason arviointiin toimintakertomukset, tili- ja talousarvokertomukset ovat arvokkaita lähteitä. Tili- ja talousasiakirjojen tulkitseminen edellyttää taloustietämystä asiakirjojen kirjaamistavan vuoksi. Taloudellisten ja toiminnallisten riskienhallinta edellyttää myös ominaisuuteen ja asiakassopimukseen liittyvien seikkojen huomioimista. Taloustiliöinnin lisäksi tarvitaan huomioida tekniset, toiminnalliset ja ympäristölliset tekijät. Yksinomaan käytettynä ne soveltuvat karkean yleisen riskiarvion luomiseen. Riskin yleisarvioita tarvitaan esimerkiksi ympäristölupahakemuksiin ja talousvedenvalvontatutkimussuunnitelmien laadinnassa.

5.6.2 Riskipaneelit

Riskipaneeleissa osallistajat pohtivat laitoksen toimintaan mahdollisesti liittyviä riskejä. Pohdinta perustuu aiemmin tapahtuneisiin toimintahäiriöihin ja muihin mahdollisiin tapahtuviin häiriöihin. Näin toimittaessa tulee esille ilmeiset ja tunnetut riskitekijät, jotka ovat osallistujien tiedossa ennestään. Paneelikeskustelussa voi löytyä myös kirjaamattomia riskejä. Paneelikeskustelun pohjana voidaan käyttää myös valmista asiantuntijan laatimaa listaa, jolloin näkemyspohjan laajentaminen tuo esille todennäköisesti uusia riskitekijöitä. Menetelmän kattavuus riippuu kysymysten yksityiskohtaisuudesta kyseisen toimintaympäristön arviointiin. Riskitekijöiden lisäksi huomioidaan riskien vaikutukset ja esiintyvyys. Riskien tarkastelu on vapaamuotoista eikä suunnitelmallista, jolloin osa riskeistä voi jäädä huomioimatta.

5.6.3 Riskikysely

Riskikysely voidaan toteuttaa suullisena haastatteluna tai kirjallisena kyselynä. Laitoksen henkilöstön haastattelut voidaan toteuttaa henkilökohtaisesti tai ryhmissä. Haastattelijana toimii kartoituksen tekijä, joka esittää kysymyksiä laitoksen toiminnasta kyselylistoihin perustuen tai vapaasti. Ryhmässä toteutettuna haastattelu on riskipaneelin ohjattu versio. Haastateltaville voidaan esittää kysymykset myös etukäteen, jolloin he voivat tarkastella riskejä ennalta. Suullinen haastattelu voidaan tehdä laitoksella tai puhelimitse.

Riskikyselyt ovat kirjallisia haastatteluja. Ne toteutetaan aina ennalta laaditun kirjallisen kyselykaavakkeen mukaan. Kaavakkeet voidaan lähettää täytettäväksi tai ne voidaan täyttää esim. palaverin yhteydessä ja palauttaa samalla kartoittajalle. Useimmiten kaavakkeet on lähetetty ja palautettu sähköpostilla, jolloin kontakti on kartoittajan ja lähettäjän välinen antaen vastaajalle tietosuojaan koskien omaa vastaustaan. Kartoittaja tietää vastauksen lähettäjän ja tehtävän laitoksella, mutta vastaukset käsitellään nimettöminä. Henkilökohtainen kontaktin luoma luottamuksen ilmapiiri on tuottanut rehellisiä vastauksia, joka on yksi kirjallisen henkilökohtaisen kyselyn vahvuuksista. Kartoituksen sisältö ja kattavuus riippuu kaavakkeiden kysymysten kattavuudesta sekä sisällöstä. Myös kysymysten ymmärrettävyys ja tulkinnanvaraisuus vaikuttaa tuloksen tasoon. Mikäli vastaaja ei ymmärrä kysymystä tai ymmärtää sen väärin aiheuttaa se

tulokseen virheen. Kyselyn tekeminen ei ole paikkaan ja aikaan niin rajallisesti sidottu. Oikein asetelluilla kysymyksillä voidaan tunnistaa lähes kaikki riskit, jolloin sisältö on myös laaja. Kyselymenetelmä soveltuu parhaiten noin 10 – 15 henkilön joukon haastatteluun.

Aiemmat kokemukset tiedon keruusta henkilöstöltä ovat osoittaneet, että kirjalliset ja suulliset kyselyt kannattaa tehdä henkilökohtaisesti tai ainakin työryhmittäin. Kentällä toimivan laitoshenkilöstön ja operatiivisen johdon näkemykset asioissa poikkeavat usein toisistaan, mutta ovat molemmat arvokkaita kartoituksen kannalta. Tämä on huomioitu uusissa lomakkeissa laatimalla muutamille osa-alueille omat kaavakkeet eri sektoreille. Koko henkilöstön huomioiminen kyselyissä on tärkeää riskienhallintaan perehdyttämisen ja motivaation vuoksi. Kartoitusprojektin alussa asennoituminen voi olla sulkeutunutta tai jopa vastahakoista, mutta usein projektin edessä osallistujat ovat osallistumisen myötä kokeneet riskien huomioimisen osaksi omaa työtään. Osallistuminen parantaa samalla myös henkilöstön tietämystä omasta laitoksesta kokonaisvaltaisesti. Haastattelun suorittamiseen ja tuloksien kirjaamiseen kuluu paljon aikaa sekä analysointi on työlästä.

Riskikyselymenetelmä asiakirjojen vikapuuanalyysin lisänä käytettynä soveltuu vesihuoltolaitosten kokonaisvaltaisen riskikartoituksen laatimiseen. Riskikyselyn kyselylomakkeet ovat liitteessä 7.

5.6.4 Itsearviointimittaristo

Itsearviointilistoja on laadittu laitoksen omaan riskien ja haavoittuvuuden arviointiin. Ne on laadittu haavoittuvuusanalyysin pohjaksi. Listoissa esitetään kysymyksiä yleisesti tunnettujen uhkien ja häiriötilanteiden esiintyneisyydestä sekä niihin varautumiseen liittyvistä tekijöistä laitoksen toiminnassa. Kattavan itsearviointilistan laatiminen edellyttää tekijältään melko runsaasti erityisosaamista. Yleisluontoisen itsearviointilistan olemassa olevan mallin perusteella pystyy laatimaan alaan perehtynyt henkilö. Listan ohjaava luonne tuottaa kattavan riskien tunnistamisen, mikäli kysymykset ovat riittävän tarkkoja. Menetelmän heikkoutena on esiintyvyyden ja vaikuttavuuden huomiotta jättäminen, jolloin riskejä ei voida luokitella. Riskien luokittelussa tarvittavat tiedot on hankittava muutoin laajan riskienarvioinnin toteuttamiseksi. Malli vesihuoltolaitoksen itse-arviointimittaristosta on liitteenä 2.

Tarkistuslistamenetelmää on käytetty apuvälineenä varsinkin pienten vesihuoltolaitosten haavoittuvuuden arvioimisessa. Tarkistuslistassa huomioidaan mm. koko veden toimitusketju raakavesilähteestä kuluttajaan asti sekä jäteveden käsittely kiinteistöltä puhdistamolle. Listassa voidaan käydä läpi seuraavat osa-alueet: pohjavedenottamot, pintavedenottamot, vedenpuhdistuslaitokset, talousvesiverkosto, jätevesiverkosto, henkilöstö, kulunvalvonta ja turvallisuus, toimintaohjeet ja suunnitelmat sekä varajärjestelmät. Malli pienten vesilaitosten haavoittuvuusanalyysistä on liitteenä 3.

5.6.5 Laitoskäynnit

Laitoskierroksella tarkastellaan laitoksenprosessit, suojaustoimet, sijaintiympäristö, tekniikan ulkoinen kunto ja toimintakäytännöt. Laitoskäynnillä kartoittaja muodostaa itselleen todellisen kuvan laitoksesta ja voi täydentää saamaansa materiaalia ja tarkentaa niiden yksityiskohtia. Laitoksen esittelijältä saadaan usein kirjaamatonta tietoa käyntien yhteydessä. Käynneillä dokumentoidaan kohteet ja yksityiskohdat kuvaamalla. Käynnillä saatuja tietoja ja kuvia verrataan lähtötietoasiakirjoihin, jolloin huomataan mahdollisesti kirjaamatta jääneet muutokset. Laitoskäynneillä kartoittaja voi testata myös laitoksen toimintatapoja ja suojaukseen liittyviä seikkoja.

Laitoskäynnit ovat ehdottomasti kokonaisvaltaisen riskikartoituksen perusta. Niissä yhdistyy kartoitukseen osallistuvien kontakti, todellisen ympäristön näkeminen ja keskinäisen tiedon vaihtaminen. Molempien osapuolien vahvuudet tulevat hyödynnetyiksi. Menetelmän heikkouksia ovat runsas ajankäytön runsas ajankäytöntarve sekä kartoittajan erityisosaamisvaatimus.

5.7 Riskien arviointi

Kokonaisvaltaiseen riskien hallintaan sisältyy riskien arviointi ja luokittelu. Riskien tarkastelun lähtökohtana on usein juuri riskienhallinnan parantaminen, jolloin toiminnalle merkittävimmät riskit täytyy löytää.

Riskimatriisi työväline, jolla kartoitetut riskit arvioidaan ja luokitellaan. Riskimatriisilla riskit arvotetaan esiintymisen todennäköisyyden ja vaikuttavuuden perusteella. Taulukoissa 4 esitetään riskien todennäköisyys, esiintymisaika ja vaikutus sanallisesti sekä numeerisesti.

TAULUKKO 4. Riskien todennäköisyys, esiintyneisyys ja vaikutus

Todennäköisyys		Esiintyminen/aika	Vaikutus	
1	Äärimmäisen harvinainen riski	ei /5 v	1	Mitätön vaikutus
2	harvinainen	1 krt/4v -5 v	2	Lievä
3	melko harvinainen	1 krt/2 v - 4 v	3	Haitallinen
4	melko todennäköinen	1 krt/6 kk -2 v	4	Merkittävä / tuntuva vaikutus
5	erittäin todennäköinen riski	1 krt/6 kk	5	Suuri / vakava vaikutus
6	varma (1 kk)	1 krt/ 1kk	6	Tuhoisa vaikutus, katastrofi

Todennäköisyys on määritelty esiintymistaajuuden perusteella. Vaikutusarvon määrittäminen vesihuollolle aiheutuvasta haitallisuudesta. Tekijät määrittyvät laitospäivittäisesti laitoksen riskeihin varautumistason mukaan. Ne on aina arvioitava kohteittain. Ympäristöolosuhteiden tekijöiden esiintyvyyttä voidaan arvioida joidenkin tilastollisten tekijöiden mukaan. Tällaisia aiemmin tilastoituja riskitekijöitä ovat mm. liikenne- ja ympäristöonnettomuuden, tulipalon tai hyökkäyksen riski. Luonnonoloja on tilastoitu paljon, mutta niiden ennustaminen on vaikeaa. Taulukossa 5 on esitetty riskien luokitusarvo todennäköisyyden ja vaikutuksen tulona.

TAULUKKO 5. Riskien todennäköisyys ja vaikutus

Todennäköisyys		Vaikutus					
		Matala		Keskisuuri		Korkea	
		1	2	3	4	5	6
Matala	1	1	2	3	4	5	6
	2	2	4	6	8	10	12
Keskisuuri	3	3	6	9	12	15	18
	4	4	8	12	16	20	24
Korkea	5	5	10	15	20	25	30
	6	6	12	18	24	30	36

Riskitekijän vaikutuskohteessa on tärkeämpi tekijä joka tapauksessa, sillä vakavien vaikutusten ollessa kyseessä niitä ei tulisi esiintyä koskaan.

Työvälineenä riskimatriisin tiedot täytetään MS excel- tiedostoon, joka sisältää kaavat riskin arvon laskemiseen. Taulukon lukemista havainnollistamaan siihen on lisätty väri symbolit arvojen mukaan. Riskien arvioinnin jälkeen valmis taulukko lajitellaan excel- ohjelmiston toiminnolla ja tallennetaan pdf- muodossa.

Lajitellun matriisin perusteella voidaan helposti tunnistaa riskienhallinnan tila ja rajata ensisijaisia toimenpiteitä vaativat riskit. Riskimatriisia on tarpeellinen muun muassa varautumisen suunnittelussa. Riskiluokitus ja suositeltavat riskienhallinnan toimenpiteet on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Riskiluokat ja –asteikot sekä arvo

Riskiluokka	Arvo	Riskiasteikko: Suositeltavat riskienhallinnan toimenpiteet
Matala	1-4	Ei edellytä riskienhallintakeinojen toteuttamista 1-toteuttamista.
Keskisuuri	5-12	Kohtalainen tarve toteuttaa uusia riskienhallinnan toimenpiteitä/keinoja. Aikataulu sovittavissa.
Korkea	15-24	Merkittävä tarve toteuttaa mahdollisimman nopeasti uusia riskienhallinnan toimenpiteitä/keinoja.
Erittäin korkea	25-36	Erittäin merkittävä tarve toteuttaa välittömästi riskienhallinnan toimenpiteitä /keinoja.

Matriisin avulla arvoitettuja ja luokiteltuja riskejä voidaan paremmin tarkastella mm. riskienhallinnassa.

5.8 Riskien hallintatoimet

Riskiluokitusta voidaan käyttää apuna riskienhallintatoimien ajoittamisessa. Riskienhallintatoimet ajoitus on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 7. Suositeltavat riskienhallinnan toimenpide aikataulut

Riskiluokka	Arvo	Suosittelavat riskienhallinnan toimenpide-aikataulu
Matala	1-4	Harkinnanvaraisia/ huomioidaan 5- vuotissuunnitelmassa
Keskisuuri	5-12	Aikataulu harkittavissa/ 2- 4 vuoden kuluessa
Korkea	15-24	Mahdollisimman nopeasti/ 1- 2 vuoden kuluessa toimia, suunnittelu seuraavan vuoden aikana
Erittäin korkea	25-36	Välittömästi/vuoden kuluessa toimia, suunnittelu heti

Vesijohtoverkostoille, säiliöille tai kaivoille voidaan joutua suorittamaan pesuklooraus (shokkiklooraus) tilanteessa, kun vedestä todetaan indikaattoribakteereja. Tällöin kohde ensin huuhdellaan huolellisesti. Suurissa vesijohdoissa voidaan joutua käyttämään lisäksi ”possutusta” (pehmeitä puhdistuselementtejä). Kun kloori on huuhdeltu pois, otetaan mikrobiologinen näyte desinfiointituloksen varmentamiseksi.

Vesilaitoksen tuleekin yhdessä ympäristöviranomaisten ja toiminnanharjoittajien kanssa pyrkiä mahdollisimman hyvin varmistamaan, etteivät toiminnot uhkaa vedenottoa. Pohjavesialueensuojelusuunnitelmassa kartoitetaan vedenottoon vaikuttavat riskitekijät ja esitetään keinoja niiden hallitsemiseksi. Laitoksen tulee seurata maankäytön suunnittelua ja pyrkiä aktiivisesti vaikuttamaan siihen, että vedenottoa uhkaavat riskit otetaan huomioon kaavoituksessa ja lupia myönnettäessä. Pohjavesialueiden merkitseminen edistää pohjavesiensuojelua 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. Kaikki asukkaat eivät välttämättä tiedä asuvansa pohjavesialueella ja saattavat tiedostamattaan aiheuttaa riskejä pohjavedelle.

Alue kannattaa aidata ilkeiden ja varkauksien ehkäisemiseksi, mutta ennen kaikkea alueella liikkuvien eläinten poissa pitämiseksi. Eläinten pääsy putkiin voidaan estää esimerkiksi ritilöillä. /3./

Liitteessä 9 on esitetty merkittävimpien vedenkäsittelyn ja vedenjakelun riskien hallintotoimenpiteet.

6 ARVIO MENETELMIEN KATTAVUUDESTA JA SOVELTUVUUDESTA

Vesihuollon riskienhallinnan menetelmät voidaan jakaa haavoittuvuuden tunnistamisen menetelmiin, riskiarviointimenetelmiin sekä kokonaisvaltaisiin riskienhallinnan menetelmiin. Nämä eroavat toisistaan paitsi laajuudessaan luokittain myös menetelmäkohtaisesti yksityiskohdissa, kuten miten riskejä tunnistetaan ja miten näitä arvioidaan. Vesihuoltolaitoksen toiminnan varmuuden kannalta on tarpeellisinta tunnistaa aiheutuneet häiriöt ja niiden vaikutukset vesihuoltotoimintaa. Aiheuttaja on toissijainen tekijä. Aiheuttaja tarvitaan tietää mikäli halutaan hallita riskejä. Riskin laatu eli sen vaikutus on määräävämpi kuin riskin esiintyvyys tai laskennallinen luokitusarvo. Laskennallinen häiriön vaikutus ja esiintyvyys tarvitaan, kun halutaan luokitella riskit tarkasti esimerkiksi torjuntatoimenpiteitä varten.

Virike raportin mukaan aiemmin laadituista riskienhallintamenetelmistä ei suoraan voitu tunnistaa yhtä ainutta erityisen hyvin vesihuoltolaitoksille sopivaa tai laajasti

hyödynnettyä menetelmää. Tämän oli käytännössä huomattukin ja siksi eri riskien hallintamenetelmiä lähdettiin yhdistämään ja räätälöimään vesihuoltotoimintaan soveltuviksi.

Eroavuudet menetelmissä asettavat erilaisia vaatimuksia käyttäjän osaamiselle. Ensimmäistä kertaa vesihuoltolaitoksen riskejä pohtivan kannattaa valita menetelmä, joka ei ole raskas eikä vaadi kokemusta riskiarvioinnista. Tällaisia ovat erilaiset haavoittuvuuden tunnistamismenetelmät, kuten riskipaneelit ja häiriö-aiheuttaja analyysit, jotka soveltuvat laitoksen sisäisiin riskikartoituksiin. Riskipaneelimenetelmä soveltuu laitoksen sisäiseen riskienhallinnan ensityökaluksi ja riskienhallinnan sisäistämisen välineeksi. Menetelmän heikkous on sen kapea-alaisuus, joten se ei sovellu yksinomaan kokonaisvaltaisen tai syventävän riskienhallinnan menetelmäksi.

Riskihaastattelun etuja ovat henkilökohtainen kontakti ja mahdollisuus improvisoida tilanteen mukaan sekä haastateltavan mahdollisuus kertoa asiat omin tavoin ja kysyä myös apua tarvittaessa. Haittoja ovat ilman suunnitelmaa tehtävissä haastatteluissa mahdollinen kapea alaisuus, jonka vuoksi riskejä voi jäädä tunnistamatta. Ryhmähaastatteluissa kaikki eivät välttämättä uskalla ilmaista mielipidettään. Oman ammattitaidon tai laitoksen maineen säilyttämiseksi voidaan arkailla ilmaista mahdollisia uhkia kasvokkain ja varsinkaan toisten kuullen. Laitoskäyntiin yhdistettynä haastattelu motivoi laitoshenkilöstöä perehtymään riskienhallintaan huomattavasti aiempaa enemmän. Omakohtainen osallistuminen ja ammattikokemuksen huomioiminen on ensisijaisen tärkeää tällaisissa kehittämisasioissa. Luotettavan tuloksen saamiseksi haastattelu on suoritettava etukäteen laaditun tarkastuslista mukaisesti ja vastaukset tulisi dokumentoida heti. Menetelmä vaatii paljon aikaa toteutukseen sekä tulosten käsittelyyn, mutta on tehokas silloin, kun laitoksen asiakirjojen dokumentaatio on heikkoa.

Riskikyselymenetelmän haasteita ovat kartoittajan ja haastateltavan termistöjen sekä ajatustavan kohtaaminen luotettavan tiedon saamiseksi. Systemaattinen riskien etsimiseen ei ole vesihuoltoalan henkilöstöä juurikaan koulutettu ja riskienhallintaan erikoistuneet palvelun tuottajat eivät hallitse vesihuoltotekniikan teoriaa. Suurien laitosten henkilömäärä aiheuttaa runsaasti enemmän työtä tulosten käsittelyssä kuin muut menetelmät. Menetelmän etuja ovat vaivaton kyselyn toteutus ja laajuuden hallinta. Kirjallisesti suoritettuna dokumentaation tarkkuus paranee. Kirjallisen kysymyksen asetelun tasoa ja siten kartoituksen yksityiskohtaisuus on arvioitavissa. Menetelmän kat-

tavuus ja riskien tarkastelun taso on määritettävissä kysymyksien asettelulla. Menetelmä sopii yksinkertaisena pienien laitosten kevyeen riskientarkasteluun sekä yksilöidyllä kyselyllä osaksi suurien laitosten kokonaisvaltaista riskienkartoittamista.

Vikapuu- ja vaikutusanalyysin tekeminen vaatii jo enemmän teoreettista tietämystä sekä vesihuoltoalan kokonaisvaltaista tuntemusta. Tapahtumapuita voidaan onnistuneesti käyttää karkeammalla tasolla riskien aiheuttajien ja suojaustoimien tunnistamiseen. Vikapuuanalyysi soveltuu vesihuoltojärjestelmien tutkimiseen, kunhan vian käsitettä ei rajata liian ahtaasti. Skenaariomallit ja laatujärjestelmien kaltaiset turvallisuuden hallintamallit vaativat hyvää vesihuoltoalan ja käsittelytekniikan tuntemusta sekä riskienhallinnan teorian tuntemusta. Syy- seurausanalyysit soveltuvat laitoksella esiintyneiden häiriöiden aiheuttajien tarkasteluun, mikäli tarkastelijalla on riittävät tiedot vesihuoltotekniikasta. Syy- seurauseriaatteella laaditulla kyselyllä löydetään yleisimmät riskitekijät. Menetelmän heikkoutena on, että harvinaiset ja aiemmin ei esiintyneet riskit voivat jäädä huomioimatta. Nämä voivat kuitenkin joskus esiintyä ja seuraukset voivat olla vakavia. Syy-seurausanalyysin tulisi tehdä joku skenaariotarkastelu ja riskienhallinta suunnitelma kokonaisvaltaisen riskienhallinnan saavuttamiseksi.

Todennäköisyyksien arviointi ja riskien laskennallinen tuottaminen vaatii yleisesti ottaen huomattavasti enemmän asiantuntemusta ja aikaa. Vaativimmat menetelmät soveltuvat yleisimmin suurimmille laitoksille ja asiantuntijoiden käyttöön.

Poikkeamatarkastelu soveltuu sekä veden laadun että veden riittävyden häiriöiden tunnistamiseen. Poikkeama-analyysin tekeminen vaatii jo enemmän teoreettista tietämystä sekä vesihuoltoalan kokonaisvaltaista tuntemusta Pohjavesialueiden suojelemissuunnitelmat on perinteisesti tehty poikkeamatarkastelun (HAZOP) periaatteella. Poikkeamatarkastelu soveltuu hyvin yksittäisen kohteen kuten vedenottamon tai käsittelylaitoksen riskien tarkasteluun, mutta ei yksinään käytettynä kokonaisvaltaiseen riskienhallintaan. Menetelmä on varsin työläs ja vaativa.

Kriittisten valvontapisteiden avulla vaaran arviointi soveltuu hyvin vesihuoltolaitosten toiminnan kokonaisvaltaiseen tarkasteluun. Tuotannon laatuun vaikuttavat tekijät ovat vesihuollossa merkittävimmät riskitekijät. Menetelmän toteuttaminen luotettavasti edellyttää laajaa vesihuoltoalan erityistuntemusta kattavan laitostoiminnan kuvauksen

tuottamiseksi. Vesihuoltoalan asiantuntija järjestöt ovat laatineet keskisuurille vesihuoltolaitoksille WSP-mallin mukaisen riskienhallintajärjestelmän mallipohjan. Mallia testaavassa riskienhallinnan pilot-hankkeessa todettiin, että WSP-mallin mukaista riskienhallintajärjestelmästä menetelmistä ei aina ole suoraa hyötyä Suomessa tehtäville riskiarvioille, sillä WSP on tarkoitettu globaaliksi malliksi, jonka soveltaminen Suomen olosuhteisiin vaatii aina paikallista sovitustyötä. Pienelle ja keskisuurelle vesihuoltolaitokselle tehdyn selvityksen tuloksena oli, etteivät HACCP menetelmän mukaisesti laaditut kriittiset valvontapisteet voi taata jaettavan talousveden turvallisuutta kyseisillä laitoksilla kaikissa olosuhteissa. Kriittiset valvontapisteet todettiin melko hyväksi kemiallisten vaaratekijöiden suhteen, mutta mikrobiologisen saastumisen aiheuttaman veden laadun heikkenemisen ennakointi ei käytössä olleilla menetelmillä nähty mahdollisena. Kaiken kaikkiaan selvityksen tekijät eivät suositelleet kriittisten valvontapisteiden määrittämistä pienille vesihuoltolaitoksille, vaan kannattivat yksinkertaisempaa tarkistuslistaa. Suomen pilottiselvityksessä WSP:n tekeminen todettiin vaativaksi – jopa asiantuntijoille, koska se edellyttää kemian- tai mikrobiologianalan asiantuntemusta vesihuoltoalan hyvän tuntemuksen lisäksi. WHO:n WSP-dokumentissa korostetaan myös, että pienten laitosten tulisi WSP:n osalta keskittyä pääasiallisesti mikrobiologisen laadun ja erityisesti ulosteperäisten patogeenien kontrollointiin. Asian tuntijat eivät tehdyn WSP- pilot hankkeen pohjalta suosittele kriittisten valvontapisteiden määrittämistä pienille vesihuoltolaitoksille, vaan kannattavat yksinkertaisempaa tarkistuslistaa. Suomen oloihin laaditun Water Safety Plan (WSP) riskienhallintamallin heikkouksia ovat myös laitoksen toimintaa oleellisesti liittyvien oheistoimintojen sekä jätevesihuollon huomiotta jättäminen. Mallin periaate on käytökelpoinen, mutta se olisi laajennettava koko vesihuolto koskevaksi. Mallin on hyvin käyttökelpoinen keskisuuren tai suuren ainoastaan vesilaitostoimintaa harjoittavan laitoksen riskien tarkastelussa. Kansainväliset ISO standardit ja laatujärjestelmät ovat pääosalle Suomessa toimiville vesihuoltolaitoksille liian raskaita ja vaativia riskienhallintamenetelmiä. Vain muutamat suurimmat tukkuvesilaitokset saattaisivat tarvita näin järeää riskitarkastelua.

Työn tuloksena laaditut vesihuollon uhkien tunnistamisen mallimenetelmät soveltuisivat pääosalle Suomen vesihuoltolaitoksista ja lähes kaikkiin toimeksiantajan tarpeisiin. Menetelmät eivät ole riskien kartoittamisen osalta täysin yksilöityjä ja varmoja, mutta tämä on huomioitu riskien hallinnassa. Näillä saavutetaan kohteissa tarvittava riskienhallinnan taso. Riskikartoituksen malli soveltuu pienten, keskisuurien ja suu-

rienkin laitosten uhkien tunnistamiseen ja riskien hallintaan. Tarve suunnittelutyössä eritasoisille riskiselvityksille on huomioitu kyselykaavakkeissa. Riskien arviointia tarvitaan ympäristölupahakemusten ja YVA- selvitysten laadinnassa, jossa tarkastelun taso on yleisluontoinen ja vain merkittävimmät ympäristöön kohdistuvat riskitekijät huomioidaan. Tähän soveltuvia välineitä ovat riski ja niiden hallintalistat. Yleissuunnittelussa tarkastelun taso on myös yleistasolla, mutta toiminnalliset tekijät on myös huomioitava, jolloin itsearviointimittariston sisältöä voi käyttää suunnittelunapuna. Laitossuunnittelussa tulisi huomioida käyttöturvallisuus, toimintavarmuus ja laitoksen suojaus. Tietojärjestelmien yleisyyden vuoksi niiden turvallisuus seikat tulisi huomioida jo suunnittelussa. Tietoturvaohjeiden listaus on esitetty liitteessä 4. Myös laitoksien yleiseen suojaukseen tulisi kiinnittää huomiota enemmän. Huomioitavat asiat on esitetty liitteessä 7.

Syy- seuraus periaatteella laaditut häiriöt ja niiden esiintyvyykselyt on tarkoitettu keskisuurille ja suurille laitoksille tehdään riskienkartoittamiseen. Kysymyksien asetelu on suunniteltu tukemaan riskienhallintatoimien kehittämistä, mikä on yleensä tilaajan tarve konsulttiselvityksissä. Kysymyslomakkeita on vedenottamoille, vedenkäsittelylaitoksille, viemäriverkostolle, jätevedenpuhdistukselle ja toimintatavoille. Kyselylomakkeet soveltuvat erityisesti vesihuollon erityistilanne- ja valmiussuunnittelun välineiksi. Toimintatapojen arviointi lomaketta voidaan hyödyntää myös laitoksen talous- ja hallintaselvitysten tekemisessä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteet toteutuivat hyvin ja tuloksena syntyi erityyppisiin riskienhallinta tarpeisiin soveltuvia kaavakkeita sekä sisällysmalli. Uudet kaavakkeet perustuvat olemassa oleviin riskienhallintamenetelmiin. Ne on muokattu soveltuvaksi vesihuolto-toiminnan tarpeisiin riskienkartoittamiseen ja arviointiin erilaisissa suunnitelmissa, joissa tarvitaan arvioida toiminnan riskejä. Tällaisia suunnitelmia ovat talousvedenvalvontatutkimussuunnitelmat, laitoksien ympäristölupahakemukset, erityistilanne- ja valmiussuunnitelmat. Tutkimuksen tuloksia voidaan pitää luotettavina laajan teoria ja aineistopohjan soveltamisen sekä saatujen testitulosten ansiosta.

Prosessi onnistui hyvin vaikka jouduinkin joustamaan aikataulusta osin henkilökohtaisista ja osin tilaajan tarpeista johtuvista syistä. Valmiiden tuotteena syntyneiden kyse-

lylomakkeiden testaaminen oikeassa suunnitteluprojektissa oli mielestäni yksi työn tärkeimmistä arviointiperusteista. Yritystoiminnassa toteutettavien projektien sisältöä ei voi ennustaa ennalta, joten toisinaan aikataulut muuttuvat. Testiprojektin laajuus oli lähes koko aiemman aineiston suuruinen, joten niiden vertailu oli helppoa. Tuotteiden testauksessa todettiin niiden soveltuvan tehtävään aiempia paremmin, mutta tehtävän luonteesta johtuen kehitystyötä on jatkettava.

Tarvetta tutkimuksen laajentamiselle on mahdollisesti laite- ja laitehuollon yksityiskohtien ja kriittisten pisteiden tutkimisessa. Myös riskien hallinnan ja riskienhallintatoimien vaikutusten arvioinnissa sekä luokittelussa on kehittämistarpeita. Esiintyvyyden arviointi perustuu nyt lähes kokonaan kyseisten tapahtumien aiempaan tiedettyyn esiintyvyyttäajuuteen sekä vähiin tilastoihiin todennäköisyyksiin. Suunniteltuun tarkoitukseen nykyinen tapa on kuitenkin riittävä. Kyselylomakkeiden laadintaan on käytetty pohjana tietoja ja kokemuksia noin kymmenen vesihuoltolaitoksen aiemmin laatimistani riskikartoituksista sekä laajalti kirjallisuusteoriaa. Riskimatriisien esiintyvyyden ja vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty aiempien kartoitusten tietoja sekä alan kirjallisuuslähteitä ja tilastoja. Tulosta voidaan pitää luotettavana ja todenmukaisena. Mahdollinen jatko tehdyille selvitys- ja kehityshakkeelle olisi esiintyvyydennäköisyyden tarkempi tilastollinen ja matemaattinen tarkastelu. Samoin jäteveden- ja lietteiden käsittelyn riskien tarkastelua on tehtävä yksityiskohtaisemmin, jotta ne soveltuvat tarkkaan laitosriskien arviointiin. Yleiseen vesihuoltolaitosten riskitarkasteluun tämä taso on riittävä.

Tehokkain riskien hallinnan kartoitusryhmä muodostuu laitoksen koko henkilöstön tiedoista laitoksestaan sekä ulkopuolisen arvioijan puolueettomasta asiantuntija-arviosta. Henkilöstölle laitos on liian tuttu ja työntekijät voivat olla ikään kuin sokeita riskitekijöiden suhteen. Toisaalta riskien nimeämistä voidaan arastella, jotta oma laitos ei vaikuttaisi huonolle tai oma toiminta ei joutuisi kriittiseen tarkasteluun. Pelkäämään ulkopuolisen kartoittajan suorittamassa riskikartoituksessa voi jäädä riskitekijöitä huomaamatta laitoksen huonomman tuntemuksen vuoksi. Varsinkin kun laitoksien toimintaan liittyvien tekijöiden kirjaaminen asiakirjoihin vaihtelee suuresti. Omista kokemuksistani riskien kartoittajana olen todennut, että laitoshenkilöstön ja operatiivisen johdon näkemykset asioista poikkeavat toisistaan hyvin usein. Juuri oman toiminnan ja oman laitoksen maineen vuoksi laitoshenkilöt arkailevat kertoa omista näkemyksistään ja puutteista riskinhallinnassa. Haastatteleamalla heitä on usein saanut hy-

vinkin arvokasta tietoa, varsinkin tapahtuneista seurauksista. Aiempia laitostoiminnan tapahtumia on kirjattu harvoin ja, siten ne ovat jääneet suulliseksi tiedoksi. Alan ikärakenteen ja liiketaloudellisen tilanteen vuoksi henkilöstö on vaihtunut laajalti ja arvokasta tietoa on jo osin menetetty. Laitoksenjohto vaihtuu entistä useammin ja he perustavat toimintansa kirjalliseen tietoon.

Paras tapa vesihuoltolaitoksen riskien kartoittamiseen on ulkopuolisen kartoittajan ja laitoksen henkilöstön yhteistyössä laatima selvitys. Kartoittaja vastaa menetelmien valinnasta ja tulosten arvioinnista, mutta sisältö tuotetaan kohteen henkilöstöä kuullen. Selvityksen laatimisen perustana on ajantasaiset ja kattavat tiedot tarkasteltavan laitoksen kaikista toiminnoista. Tarkimmat tiedot saadaan asiakirjadokumenteista, mutta mikäli niitä ei ole joudutaan tiedot tuottamaan. Paras tulos saavutetaan kartoittajan käynnillä laitoksella ja sen yhteydessä haastatteleamalla kaikki henkilöstöön kuuluvia. Laitoskäynnillä samalla voidaan perehdyttää henkilöstö selvityksen tekemisen periaatteisiin. Näiden lisäksi toteuttava kirjallinen riskikysely tarkentaa saatuja tietoja. Saatu- jen riskikartoituksen tulosten arvioinnin ja luokittelun jälkeen esitetään riskienhallintatoimet. Riskienhallinta on jatkuvatoiminen prosessi, joten sitä on tehtävä koko ajan. Riskienkartoittaminen on uusittava ajoittain mahdollisten uusien seikkojen ja muutosten havaitsemiseksi.

LÄHTEET

1. VVY. Water Safety Plans -pilotti. Helsinki 2004.
2. Simon J.T. Pollard, Risk management for water and wastewater Utilities. IWA Publishing. Cranfield University 2008
3. EG. Operation and maintenance of small waterworks. Eija Isomäki, Matti Valve, Anna-Liisa Kivimäki and Kirsti Lahti, 2008
4. YO128 . Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen
5. VIRIKE - Vesihuollon riskienhallinnan nykytila ja kehittämistarpeet. Gaia Consulting Oy. Helsinki 2009. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys.
6. Satu Rintala, Muovisten vesijohtojen pitkäaikaiskestävyys, VVY:n monistesarja Nro 10 Helsinki 2003
7. ROTI- rakennetun omaisuuden tila 2009, RIL. Helsinki 2009
8. SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA. Ympäristövahingot ja niiden kustannukset vuosina 2000 – 2005. Ajala Tuuli, Helsinki 2007
9. Jatkuvuussuunnittelun turvaaminen vesihuoltolaitoksilla, Levi 29.9.2010, Tuija Kyrölä Huoltovarmuuskeskus

LIITTEET

- | | |
|----------|--|
| Liite 1. | Vesihuoltolaitoksen riskianalyysin sisällys |
| Liite 2. | Vesihuoltolaitoksen itse- arviointimittaristo |
| Liite 3. | Pienten vesilaitosten haavoittuvuusanalyysi |
| Liite 4. | Tietoturvahkien kartoituslomake |
| Liite 5. | Vesihuoltolaitoksen nykytilan kartoituslomakkeet |
| Liite 6. | Vesihuoltolaitoksen riskikyselyt – häiriöt ja esiintyvyys |
| Liite 7. | Riskimatriisi |
| Liite 8. | Suojausuhkien kartoitus |
| Liite 9. | Vesihuoltotoiminnan merkittävimmät riskit ja niiden hallintatoimet |

- 1 VESIHUOLTOLAITOKSEN RISKIANALYYSI
 - 1.1 Riskin arviointimenetelmät
 - 1.2 Käytettävä menetelmä ja aiemmat suunnitelmat
 - 1.3 Riskikartoituksen sisältö
- 2 LAITOKSEN TOIMINTA JA TOIMINNAN RISKIT
 - 2.1 Pohjavesialueet ja vedenottamot
 - 2.2 Vedenkäsittely
 - 2.3 Vedenjakelu
 - 2.3.1 Verkostot ja vesisäiliöt
 - 2.3.1 Paineenkorotus- ja mittausasemat
 - 2.3.3 Verkostoveden laatu
 - 2.4 Viemärointi ja jätevedenkäsittely
 - 2.4.1 Viemäriverkosto ja pumppaamot
 - 2.3.2 Jäteveden käsittely
 - 2.4 Organisaatio ja toimintatavat
 - 2.4.1 Organisaatio
 - 2.4.2 Kalusto ja varastot
 - 2.4.3 Suojaukset
 - 2.4.4 Ostopalvelut
 - 2.4.4 Varajärjestelmät ja varautuminen
- 3 MERKITTÄVIMMÄT RISKIT JA NIIDEN HALLINTA
 - 3.1 Toiminnan merkittävimmät riskit ja niiden hallinta
 - 3.2 Vedenhankinnan kannalta merkittävimmät riskit ja niiden hallinta
 - 3.3 Vedenjakelun merkittävimmät riskit ja niiden hallinta
 - 3.4 Viemäriverkoston merkittävimmät riskit ja niiden hallinta
 - 3.5 Jäteveden käsittelyn merkittävimmät riskit ja niiden hallinta
- 4 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET

VESIHUOLLON ITSEARVIOINTIMITTARISTO

Rasti vaihtoehto	Kyllä	Ei
Organisointi ja talous		
Onko laitos vastuiltaan ja omistussuhteiltaan selkeästi organisoitu yksikkö?		
Onko laitoksella selkeä pitkän ajan rahoitussuunnitelma?		
Onko maksut kustannusvastaavia ja niihin perustuva tulorahoitus riittää pitkällä aikavälillä?		
Riittääkö maksut toiminnan kehittämiseen?		
Onko laitoksella selkeä kulut ja tuotot erittelevä taloushallintojärjestelmä?		
Tekniset prosessit		
Täyttääkö talousvesi jatkuvasti kaikki laatuvaatimukset ?		
Täyttääkö talousvesi jatkuvasti laatusuosituksen?		
Esiintyykö verkostovedessä koskaan esteettistä haittaa esim. sameutta tai väriä?		
Saavutetaanko kaikki jätevedenpuhdistusta koskevat raja-arvot seurannoissa?		
Esiintyykö viemäriverkostossa ylivuotoja tai tulvimista?		
Esiintyykö viemäriverkostossa tukoksia tai muita toimintahäiriöitä?		
Esiintyykö jätevedenpuhdistamolla tai pumppaamoilla ohjauksutuksia?		
Esiintyykö viemäriverkostosta hajuhaittoja?		
Onko laitoksella ohjattu reaaliaikainen prosessiseuranta?		
Onko sen ylläpito varmistettu?		
Tarvitseeko vesijohtoverkostoa huuhdella veden laadun pitämiseksi hyvänä?		
Henkilöstö ja johtaminen		
Onko laitoksella selkeä organisaatio, johtamismalli ja ammattimainen johto?		
Onko palveluksessa riittävästi pätevää henkilöstöä?		
Hankitaan henkilöpalvelua pitkäaikaiseen sopimukseen perustuvana ostopalveluna toiselta?		
Onko laitoksella kattava henkilöstön kehittämissuunnitelma?		
Onko laitoksella kattava henkilöstön perehdyttämisjärjestelmä?		
Onko laitoksella riittävästi vesihuoltoalan koulutuksen omaavaa henkilöstöä ja henkilöstöllä osaamispasit?		
Onko työturvallisuuden ylläpito on suunnitelmallista ja seurataanko sen noudattamista?		
Toimintavarmuus ja erityistilanteisiin varautuminen		
Onko laitoksella omiin resursseihin perustuva valmius tavanomaisten vikojen ja häiriöiden nopeaan korjaamiseen?		
Pystytäänkö veden saanti ja viemärointi pystytään turvaamaan häiriötilanteissa nopeasti?		
Onko laitoksella ajantasainen erityistilanteita ja niihin liittyvää tiedottamista koskeva valmius- tai varautumissuunnitelma?		
Harjoitellaanko erityistilanne toimintaa säännöllisesti?		
Onko laitoksella harjoiteltu ympärivuorokautinen päivystys- ja varallaolojärjestelmä?		
Onko vastuut selkeät?		
Onko varavoiman saanti turvattu sekä veden jakelun että viemäroinnin kriittisiin kohteisiin?		
Kattaako varaveden saanti koko kapasiteettitarpeen?		

	Kyllä	Ei
Asiakassuhteet		
Onko kaikilla asiakkailla on vesihuoltolain mukainen liittämisen- ja käyttösopimus?		
Onko laitoksella ja onko selkeä ja jatkuvasti ylläpidettävä asiakasrekisteri ja laskutusjärjestelmä?		
Seurataan laitoksella asiakastyytyvyyttä?		
Onko laitoksella viestintäsuunnitelma (esim. kotisivut)?		
Dokumentaatio		
Onko laitoksella kattava teknistä dokumentaatiota koskeva järjestelmä? (verkostokartat, prosessikuvaukset, ohjauskaaviot, käyttöohjeet)		
Dokumentoidaanko muutoksia koskevat tiedot?		
Onko laitoksella kattava ja ajantasainen hallinnollista dokumentaatiota koskeva järjestelmä? (johdon asiakirjat, asiakasdokumentaatio, taloushallinto)		
Voidaanko siitä helposti saada erilaiset johtamisessa tarvittavat tiedot ja yhteenvedot?		

Muuta – vastaa muutamalla samalla	
Mikä on laskuttamattoman veden määrä?	
Mitkä toiminnot on toteutettu ostopalvelulla?	
Kuinka usein merkittäviä häiriöitä esiintyy?	
Mikä vesilaitoksen varmuusluokitus on?	
Missä aikataulussa toiminta-alueella rakennettaviin kiinteistöihin pystytään järjestämään vesihuolto?	
Kuinka usein kaikki vesimittarit tarkastetaan ja vaihdetaan?	
Kuinka usein valituksia esiintyy?	
Miten laitos huolehtii asiakassuhteista?	

TIETOTURVAUHKIEN TUNNISTAMINEN JA KARTOITUS

	kyllä	ei
Onko asiaton pääsy ja muu asiaton verkkoliikenne organisaation verkkoon estetty?		
Miten?		
Ovatko paikallisverkko, extranet- ja WWW-palvelimet eristetty toisistaan ?		
Miten?		
Suojataanko kannettavat tietokoneet kattavasti? (niin että varkaat eivät pääse tietoihin käsiksi)		
Miten?		
Valvotaanko suojauksen noudattamista ?		
Miten?		
Ohjelmistoturvallisuus		
Miten?		
Onko käytössä vain lisensoidut lailliset ohjelmistoversiot?		
Miten?		
Valvotaanko ohjelmistojen asentamista esim. jälkikäteen?		
Miten?		
Onko kaikissa työasemissa virustorjunta?		
Miten?		
Päivitetäänkö virusturvaa?		
Miten ja kuinka usein ?		
Ovatko tietojen varmistuskäytännöt vastuutettu ja suunniteltu?		
Miten?		
Seurataanko järjestelmän virheitä ja levytilojen täyttymistä?		
Miten?		
Onko järjestelmien käyttö ilman käyttäjän luotettavaa yksilöintiä estetty?		
Miten?		
Ovatko tietojen varmistukset automaattiset ja aukottomat?		
Miten?		
Rajataanko ulkopuolisilta pääsy organisaation verkkoon?		
Miten?		
Onko jokaisella käyttäjällä oma käyttäjätunnus ja henkilökohtainen salasana?		
Miten?		
Onko turvalliset etätyötavat ohjeistettu?		
Miten?		

Pohjavesialueen kannalta merkittävimmät riskit ja niiden hallinta

Uhka- seuraus	Riskitekijä	Hallintatoimet
Pohjaveden laadun muutokset, pohjaveden saastuminen	Maaperänlaatu	Maaperän laadun seuranta
	Maa-ainesten otto	Vanhojen maa-aineksen ottoalueiden entistäminen ja maanainestoinnin rajoittaminen
	Sulamisvedet, rankkasade	Pohjaveden laadun seuranta
	Maankaivu ja ojitukset	Maankäytön oheistus
Pohjaveden saastumisen vaara	Tieliikenne (päästöt, onnettomuudet)	Tieturvallisuuden parantaminen, maanteiden luiskien maaperäsuojaukset
	Rautatieliikenne, Haitallisten aineiden kuljetus	Suuronnettomuustoiminnan harjoittelu
	Teiden suolaus (Cl)	Maanteiden luiskien maaperäsuojaukset
	Viemäriverkoston ulkopuolisten kiinteistöjen jätevedet pohjavesialueella	Kiinteistöjen jätevedet tulee johtaa umpisäiliöihin tai pohjavesialueen ulkopuolelle Viemäriverkoston ulkopuolisten kiinteistöjen jätevesien käsittelytapojen ja laitteiden tarkistus
	Haitallisia aineita varastoiva laitos	Haitallisia aineita käsittelevien laitojen valvonnan tehostaminen
	Muuntoasemat pohjavesialueella	Suoja-altaat, muuntajien siirto
	Vanhat öljysäiliöt	Huonokuntoisten öljysäiliöiden poisto pohjavesialueilta Öljysäiliöt sijoitettava mahdollisuuksien mukaan maanpäälle sekä varoaltaat säiliöille
	Öljyvahingon vaara	Muuntajien uudelleen sijoitus, vuoto-suojaukset
Pohjaveden loppuminen	Pohjaveden loppuminen kuivuuden vuoksi	Tekopohjaveden tuotanto, pumppauksen lopettaminen
	Liikapumppaus	Pinnankorkeuden automaattiset mittaukset, alarajahälytys
Jätevesien käsittely	Pohjaveden saastuminen suolistomikrobeilla, ravinteet	Viemäreiden kunnon seuranta, suojaputket, jätevesipumppaamoihin ylivuotoaltaat,
Kiinteistöjen jätevedenkäsittely	Pohjaveden saastuminen suolistomikrobeilla, ravinteet	kiinteistökohtaisen jätevedenkäsittelyn valvonnan tehostaminen, jäteveden maaperäkäsittelyn kieltäminen (umpisäiliöön)
Eläintilat	Pohjaveden saastuminen suolistomikrobeilla, ravinteet	Maatalous tuotannon ympäristönsuojelutoimien tehostaminen, lannan käsittelyn tehostaminen, ulkoiutarhojen siivoaminen
Ilmansaasteet, laskeuma	Pohjaveden saastuminen (haitalliset aineet)	Ympäristönsuojelutoimien tehostaminen
ilki-valta	Pohjaveden saastuminen (haitalliset aineet)	Ympäristönsuojelutoimien tehostaminen
Tulvat, rankkasateet	Pohjaveden laadun muutokset, pinta- ja pohjaveden sekoittuminen	Maaperän kunto

Vedenottamoiden ja vedenkäsittelyn kannalta merkittävimmät riskit

Uhka- seuraus	Riskitekijä	Aiheuttaja
Vedenkäsittelyn riittämättömyys	Raakaveden laadun äkillinen muutos	Raakavesikaivoon pääsee pintavettä Pohjaveden saastuminen
	Raakaveden luontainen laatu	Maaperän laatu, ympäristötekijät
Terveydelliseen haitan vaara, Vedenlaatu ei täytä vaatimuksia	Vedessä taudinaiheuttajia	kaivon pintavesiä
		kaivossa ulosteita
		kaivossa kuolleita eliöitä
		rankkasateet, tulva, sulamisvedet
	Vedessä myrkyllisiä yhdisteitä	ilkivalta
		kemikaalipäästö
		kemikaalien virheellinen varastointi ja käsittely
		maaperän laatu
	Saastuneen veden pääsy verkostoon	ilkivalta
		veden saastuminen laitoksella
		desinfioidin puute tai häiriö
		Kaukovalvonnan riittämättömyys tai häiriö
Virhe vedenkäsittelyssä	Ei jatkuvatoimista tarkkailua	
	Lipeän yliannostus	
	kloorin yliannostus	
Ilkivallan vaara	desinfioidin häiriö	
	Alue ei aidattu tai lukittu	
	Kaivon suojauksen puute	
Raakaveden hankinnan tai verkostoon pumppauksen häiriö	Alueella ei kulunvalvontaa	
	Kaivon rakenteen pettäminen	routiminen, maan sortuma, vahinko
	Pumppurikko	kuluminen, ylikuumentuminen
	Venttiilit; vuoto tai jumittuminen	korroosiokuluminen, saostumat,
Vesipulan uhka laitoksella	Sähkökatko	luonnonolot, kaivutyö, tulipalo, laitevika
	Pitkä sähkökatko	luonnonolot, kaivutyö, tulipalo, laitevika
	Kaivon sortuminen	ilkivalta, vahinko, luonnonolot
	Kaivon saastuminen	ilkivalta, vahinko, luonnonolot
Vedenhankinnan keskeytys	Raakaveden loppuminen	Kuivuus, liika vedenotto
	Vakava tekninen vika	kunnossapidon puute, kuluminen, ilkivalta
	Sähkökatkos	Varavoiman puute, sähköjakelun häiriö
	Vedenottamon tuhoutuminen	vahingon teko, hyökkäys
Saastuneen veden pääsy verkostoon	Tulipalo laitoksella	tekninen vika, oikosulku, vahingon-teko
	Vieraiden aineiden pääsy altaisiin	vahinko, ilkivalta
	Vedenkäsittely riittämätön	Riittämätön vedenlaadun tarkkailu
	Desinfiointimenetelmä riittämätön	Desinfioidin puute
		Lähtevän veden kloorauksen puute
	Alkalointikemikaalin syöttöhäiriö	laite- tai ohjausvika, vahinko
	Käsitellyn veden saastumisvaara avoimissa säiliöissä,	ilmansaasteet, säteily; ei tuloilman suodatusta
Riittämätön laitoksen toiminnan/kunnon seuranta	Häiriö jää havaitsematta	

Vedenottamon ja pohjavesialueen riskit sekä niiden hallintatoimet

Riski	Aiheuttaja	Hallintatoimet
Raakaveden laadun äkillinen muutos	Raakavesikaivoon pääsee pintavettä	Kaivon rakenteiden kunnon tarkastus ja korjaus
	Pohjaveden saastuminen	Vedenoton keskeytys, Uuden vedenottamon etsintä
Raakaveden luontainen laatu	Maaperän laatu, ympäristötekijät	Vedenkäsittely, pohjaveden suojele, Vanhojen teollisuusalueiden maaperän laadun kartoittaminen
Raakavedessä taudinaiheuttajia	Kaivoon tulva- tai sadevesiä tai sulamisvesiä	maanpinnan muotoilu
		kansien kunto ja tiiviys
		rakenteiden tiivistys
		lumien poisto kansilta enne sulamiskautta
	kaivossa kuolleita eliöitä tai ulosteita	tuuletusputkien verkot rakenteiden reikiä korjaus
	rankkasateet	veden laadun tehotarkkailu
	ilkivalta	suojuksen ja valvonnan tehostaminen
	viemärin läheisyys	Vesijohdon sijoittaminen kaivannossa viemärin yläpuolelle
jätevesipäästö	Viemäriverkoston riittävä kunnostus	
Raakavedessä myrkyllisiä yhdisteitä	kemikaalipäästö tai onnettomuus	vedenoton keskeytys
	kemikaalien virheellinen varastointi ja käsittely	kemikaalien valvonnan tehostaminen
	maaperän laatu	raakavedenlaadun seuranta
	ilkivalta	vedenottamoiden suojuksen tehostaminen, vedenlaadunvalvonta
Kaivon rakenteen pettäminen	routiminen, maan sortuma, vahinko	Rakenteiden säännöllinen tarkastus, routasuojaukset
		Seurataan maarakenteiden kuntoa sulamisvesien ja tulvakausi- en aikana

Vedenkäsittelyn riskit ja niiden hallintatoimet

Riski	Aiheuttaja	Hallintatoimet
Saastuneen veden pääsy verkostoon	veden saastuminen laitoksella	altaiden kattaminen, hygieeniset työtavat, työohjeet, koulutus ja ohjaus
	desinfioidin puute	verkostoon lähtevän veden desinfiointi
	puutteellinen desinfiointi	UV-desinfioidin lisäksi klooraus verkostovaikutuksen takaamiseksi
	Kaukovalvonnan riittämättömyys tai häiriö	Kaukovalvonta kaikkiin etäkohteisiin
	Ei jatkuvatoimista tarkkailua	Jatkuvatoimiset mittaukset
Virhe vedenkäsittelyssä	Lipeän yliannostus	Laponeidot kemikaalisäiliöön, lähtevän veden jatkuvatoimisen pH mittauksen ohjaama vedenpumpaus
	kloorinyliannostus	lähtevän veden jatkuvatoimisen klooripitoisuusmittauksen ohjaama vedenpumpaus
	desinfioidin häiriö	UV-laitteen intensiteetin mittaaminen, automaattinen lappujen huuhtelu
Ilkivallan vaara	Alue ei aidattu tai lukittu	Kohteiden suojaaminen aitamalla sekä lukituksin
	Kaivoilla ei ole murtohälytystä	Murtohälytykset riskikohteisiin
	Alueella ei kulunvalvontaa	Kulunvalvonta, Kameravalvonta Liiketunnistin valot
Raakaveden loppuminen	Kuivuus, liika vedenotto	kaivojen automaattiset pinnan korkeuden mittaukset ja alaraja-hälytykset tekopohjaveden tuotanto
Pumppurikko	ylikuumentuminen	ylikuumentumissuoja laittilojen tuuletus
	kuluminen	varaosat Pumppujen kunnon säännöllinen tarkistus
Venttiilit; vuoto tai jumittuminen	saostumat	venttiilien toimivuuden testaus (karan liikkuvuus ja paineenkestävyys) saneeraus
	korroosiokuluminen	varaosat
Sähkökatko	luonnonolot	sähkönsyötön varmistus
		varavoimakytkennät, varavoimakone
		puiden poisto laitos- ja linja-alueilta
	kaivutyö tulipalo, laitevika	sähkökaapelien merkkaukset laitteiden palosuojauksen parantaminen, kunnossapito Varavesilähteiden käyttöönotto

Vedenjakelu verkostojen merkittävimmät riskitekijät

Uhka- seuraus	Riskitekijä	Aiheuttaja
Veden saastuminen verkostossa	Saastuneiden maa-alueiden läheisyys	polttoaineen jakelu, teollisuus,
	Saastuttavien toimintojen läheisyys	
	Lika-aineiden kulkeutuminen putken läpi veteen	maaperän laatu
	Riittämätön vedenlaadun tarkkailu	Ei jatkuvatoimisia mittauksia
	Riittämätön verkoston kunnostus / saneeraus	Laitevikojen aiheuttamat laaturiskit korostuvat
	henkilökunnan toiminta	Inhimillisen virheen mahdollisuus
	ulkopuolisten toimijoiden toimet	vahingon ja vahingonteon mahdollisuus
		sabotaasi
	Määräysten vastaiset liitokset vesijohtoverkkoon	likaisen veden takaisin virtaus verkostoon
	Henkilökunnan toiminta	virhe asennuksissa, epähygieenisesti tehty asennustyö
	Erytistilanne verkoston piirissä olevalla kiinteistöllä	lian emittoituminen verkostossa, takaisin virtaus
	Ilkivalta	vahingonteon mahdollisuus
	Putkirikko	vauriokohdasta alipaineen vuoksi likaa ympäristöstä
	vahingonteko	sabotaasi, hyökkäys
Säiliössä likaantunut käsiteltyvesi verkostoon	Kaukovalvonnan riittämättömyys häiriöiden havaitsemiseksi, Ei jatkuvatoimisia vedenlaatumittauksia	
Veden saastuminen säiliössä	Kattovedet valuu säiliöön (Rankkasateet tai sulamisvedet)	katon läpiviennit ja raot, kattoviemäreiden tukkeutuminen
	Suolistobakteereita vedessä	rakennukseen jääneet eläimet hakeutuvat juomaan ja hukkuvat, eläinten ulosteet
	Ilkivalta	vahingonteon mahdollisuus
	käyntisillalta kulkijoista likaa säiliöön	säiliön päällä ritilä huoltotasot, joista usein käynti katolle.
	Ilmansaasteet likaa veden	säteilylaskeuma, kaasupäästöt
	Tulipalon lähialueella	savukaasut tuultusaukoista, likaa veden
	Säiliön suojaus riittämätön	Vedenlaadun tarkkailun riittämättömyys
	Rankkasade	kattovesien valumisen riski, kattoviemäreiden tulviminen, Säiliöiden kattaminen
	Säteilylaskeuma	Ei suodattimia ilmanvaihdossa, rakennuksen ilmaroot, avoimet säiliötilat
Muut toimijat vesilaitosalueella	Kulunvalvonta riittämätön	
Paineisku	putkirikko	materiaalivika, kuluminen, vaurio
	sammutusvedenotto	suuri rakennuspalo verkostoalueella
	virtaussuunnan muutos	korjaustyö, muu ohitustarve
	uuden linjan avaaminen	uudisrakentaminen

Vedenjakelu verkostojen merkittävimmät riskitekijät

Uhka- seuraus	Riskitekijä	Aiheuttaja	
Vedenjakelun häiriö, Verkostoveden pu- lan vaara	paineputa	putkirikko, pumppaus katko, säiliön pin- nan lasku tai tyhjentyminen	
	vettä ei voi käyttää	verkostoveden tai pohjaveden saastumi- nen	
	Putkirikko	paineputa, vesiputa	
	Syöttöjohdon rikko	säiliön täytön estyminen	
	Säiliö pois käytöstä Vakava putkirikko (jakeluverkosto)	painetaso lasku, korkeapisteeet ja latvat Varayhteyksien puute, jakeluverkosto paineputa ensi	
	Säiliön toimintahäiriö	Varayhteyden puute siirtoverkosto, laite- vika	
	Vesisäiliön tuhoutuminen		Tulipalo
			Ilkivalta
			Hyökkäys
	Verkoston tuhoutuminen	maan sortuma, ilkivalta, tulva	
	Verkosto saastunut	saastunut verkostovesi	
	Sähkökatko	koko verkoston vesiputa säiliökapasitee- tin loputtua	
	PKA:n toimintahäiriö	laitevika, sähkökatko, jäätyminen	
	Paineenkorotus aseman tuho		alueellinen vesiputa
			tulvavesi sähkökeskukseen
			tulvan aiheuttama maan sortuma
			ajoneuvon törmäys
Verkoston tuhoutuminen		tulipalo	
		ilkivalta	
		kaivutyö	
		Ilkivalta	
Putkirikko vesistöön sijoitetussa runkolinjassa		tulva, jääpato	
		vesiliikenne	
		kuluminen, paineisku	
tekninen vika		Säiliön kunnan seurannan sekä suojauk- sen tason riittämättömyys häiriöiden ha- vaitsemiseksi	
		Tulipalo	
		Ilkivalta	
Verkostoveden laa- dun muuttuminen	Veden laadun heikentyminen säili- össä	viipymä, tuuletuksen puute	

Vedenjakelun riskit ja niiden hallintatoimet

Riski	Aiheuttaja	Hallintatoimet
Säiliön suojaus riittämätön	Kattamattomat säiliöt	Säiliöiden kattaminen
	Rakennuksen suojauksen puutteet	Palosuojaus Kulunvalvonta, murtosuojaus
Suolistobakteereita vedessä	eläimet rakennuksessa	aukkojen suojat, ovien sulkeminen, tarkastus ennen poistumista
	Asennustyöt	Noudatetaan verkostotöissä hygieenisiiä työtapoja
	Korjaustyö	Ennen käyttöönottoa verkosto huuhdellaan ja desinfioidaan ja vedenlaadusta varmistutaan (ei koliformisia bakteereja)
	viemärivereden vuoto	viemäriin sijoittaminen vesijohdon alapuolelle, kunnossapito
	viemäriin läheisyys	Viemäriverkoston kunnon seuranta (vuotovedet, kuvaukset)
	Huoltosillat säiliön päällä, katonkunto	Säiliöiden kattaminen
Rankkasade	kattovesien valuminen säiliöön (rakenteiden kunto)	Tarkastus ja vesinäytteiden otto säiliövedestä sateiden /sulamisveden jälkeen
		huolto
	kattoviemäreiden tulviminen	Säiliöiden kattaminen tarkistus ja puhdistus
Säteilylaskeuma	Ei suodattimia ilmanvaihdossa, rakennuksen ilma-avaukset, avoimet säiliötilat	Säteilysuodattimien varaaminen tai saatavuuden selvittäminen (varaus)
Säiliössä likaantunut käsittelyvesi verkostoon	Ei jatkuvatoimisia vedenlaatumittauksia	Jatkuvatoiminen veden laadun tarkkailu (pH, johtokyky, väri, sameus)
Veden laadun heikentyminen säiliössä	viipymä	ajotavan muutos
	tuuletuksen puute	Allastilojen tuloilman suodatus ja tehostaminen
Ilkivalta	Kulunvalvonta riittämätön	suojauksen tehostaminen
		kulunvalvonta
		kameravalvonta
tekninen vika	Laitevika, puutteet huollossa ja kunnossa pidossa, saneerauksen laiminlyönti	Säiliön riittävä huolto (huuhtelut, venttiilien testaus) ja kunnostus
Saastuneiden maa-alueiden tai toimintojen läheisyys	polttoaineen jakelu, teollisuus	Läpäisemättömien putkimateriaalien käyttö (PVC, teräs, diffuusiosuojap.)
	Lika-aineiden kulkeutuminen putken läpi veteen	
Riittämätön vedenlaadun tarkkailu	Saastuttaja pääsee verkostoon	vuotokohdan sulkeminen, vedenjakelu toista reittiä
Riittämätön verkoston kunnostus / saneeraus	Laitevikojen aiheuttamat laaturisikit korostuvat	Verkoston riittävä huolto ja kunnostus
Määräysten vastaiset liitokset vesijohtoverkkoon	likaisen veden takaisin virtaus verkostoon	LVI-asennusten tarkastus, varsinkin kohteet, joissa tehokkaita pumppuja ja suuria paineita
Ilmansaasteet likaa veden	säteilylaskeuma, kaasupäästöt	Säteilysuodattimien varaaminen tai saatavuuden selvittäminen

Vedenjakelun riskit ja niiden hallintatoimet

Riski	Aiheuttaja	Hallintatoimet
ulkupoolisten toimijoiden toimet	vahingon tai vahingonteon mahdollisuus	Tilojen seurannan tehostaminen
	sabotaasi	Suojauksen tehostaminen
Henkilökunnan toiminta	virhe asennuksissa yms.	koulutus, perehdyttäminen
	tuottamuksellinen vahinko	työilmapiiri, motivointi
	Inhimillisen virheen mahdollisuus	koulutus, motivointi, opastus
Erityistilanne verkoston piirissä olevalla kiinteistöllä	lian emittoituminen verkostossa, takaisin virtaus	vesilaitteasennusten valvonta
Vahingonteko	sabotaasi, hyökkäys	laitteiden suojaus
Putkirikko	vauriokohdasta alipaineen vuoksi likaa ympäristöstä	verkoston klooraus, käyttörajoite
	vesipula	Varayhteydet, verkstorakenne
Epähygieenisesti tehty asennustyö	likaa liittymästä verkostoon	Korjaustöiden suoritukseen riittävä koulutus ja toimintaohjeet, joissa huomioidaan työhygieniä
Kattovedet valuu säiliöön (Rankkasateet tai sulamisvedet)	katon läpiviennit ja raot, kattoviemäreiden tukkeutuminen	rakenteiden kunnossapito, tarkistus ja puhdistus, vedenlaadun tarkkailu
Rakennuspalo verkoston alueella	savukaasut tuultusaukoista säiliöön	Tuuletusaukkojen sulkeminen Ilmanvaihdon suodattimet
	sammutusvedenotto	Tiedotetaan sammutusveden oton mahdollisista vaikutuksista kehotetaan välttämään turhaa veden käyttöä Luonnonveden käyttö
	automaattisen sammutusjärjestelmän käynnistyminen	teknisen- tai sprinkleriverkoston oikeat asennukset ja mitoitus
Tulipalo vesihuollon laitteiloissa	oikosulku	palovaroittimet, automaattinen sammutusjärjestelmä
	kipinä	tulitöiden valvonta
	ilkivalta	suojauksen parantaminen
putkirikko	materiaalivika, kuluminen, asennus- tai liitosvirhe, paineisku, routa tai muu ulkoinen voima, kairavytyö, maan sortuma	Verkoston kunnan seuranta (vuotovedet, kuvaukset), Huolellisuus asennustöissä ennaltaehkäisee
Veden laadun muutos	virtaussuunnan muutos	Tehostettu vedenlaadun seuranta tiedostettujen virtaussuunnan tai paineen vaihteluiden yhteydessä
	paineen vaihtelu	
	saostuman irtoaminen	
uuden linjan avaaminen	verkoston veden laadun muutos	huuhtelu, possutus, juokutus
Pitkittynyt vedenjakeluhäiriö	Sulkuventtiilien puute	Käytetään sulkuventtiilejä
	Sulkuventtiilien vuoto tai jumittuminen	Verkoston sulkuventtiilien kunnan säännöllinen tarkistus (karan liikkuvuus ja paineenkesto) Verkostoon kytkettyjen laitteiden yksisuuntaventtiilien asennusten sekä toimivuuden tarkastus
	Varaosien puute	Varaosien saatavuuden varmistaminen
	Erityisammattilaisen tai – kaluston saannin häiriö	Palvelusopimukset

