

Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa

**Sanna Vienonen, Jari Rintala, Mirjam Orvomaa,
Erkki Santala ja Markku Maunula**

Sivut 44–86

6 Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

6.1

Yleistä

Suomen vesihuollon keskeisimpiä tulevaisuuden haasteita ovat ikääntyvä infrastruktuuri, vesihuollon haavoittuvuus ja riskien hallinta, talousveden laadun turvaaminen, henkilöresurssien ja osaamisen turvaaminen sekä tutkimus- ja koulutustarve (Heino ym. 2010). Ilmastonmuutos ja poikkeukselliset vesiolot edellyttävät vesihuollolta sopeutumista erityistilanteisiin. Vesihuoltolaitokset voivat sopeutua ilmastonmuutokseen muun muassa:

- kattavilla suunnitelmissa
- sijoittamalla raakavedenottamot oikeaan paikkaan
- saneeraamalla verkostoja niiden kunnon ja kapasiteetin turvaamiseksi
- tehostetulla vedenlaadun tarkkailulla
- luotettavilla vedenkäsittelytekniikoilla
- varavesijärjestelmillä
- parantamalla laitosten toimintavarmuutta.

Raakavesilähteiden ominaisuudet vaikuttavat kykyyn sopeutua ilmasto-olosuhteiden muutoksiin ja ihmistoiminnan vaikutuksiin. Raakaveden laadun tarkkailuun, käsittelymenetelmien ja käsittelykemikaalien käytön tehostamiseen sekä veden riittävyteen eri vuodenaikoina on kiinnitettävä yhä enemmän huomiota. Päävastuu veden laadun varmistamisesta kuuluu talousvettä toimittavalle laitokselle sekä terveydensuojeluviranomaisille.

Pohjavedenottamoilla vesihuoltolaitoksen tulee huolehtia kaivojen sijoittamisesta sellaisille alueille, ettei huonolaatuista pohja- tai pintavettä pääse virtaamaan kaivoihin. Vesihuoltolaitoksen toiminnan turvaamiseksi on syytä tietää kaivoihin virtaavan pohjaveden laatu ja määrä sekä niihin vaikuttavat tekijät, valuma-alueen ominaisuudet sekä vedenottamon haavoittuvuus tulville.

Keskeinen sopeutumiskeino vesihuoltolaitoksella on käytössä olevan vedenottamon korvaa-

minen erityistilanteessa varavedenottamalla, josta on saatavissa riittävä määrä laatuvaatimukset täyttävää vettä. Erityisesti suurten yhdyskuntien vedenhankinnan turvana tulisi olla vähintään kaksi toisistaan riippumatonta raakavesilähdettä (Kaatra 2011). Varavedenottamon toimintakunnosta tulee huolehtia, jotta se saadaan tarvittaessa nopeasti käyttöön. Ottamon kaivojen, vesisäiliöiden ja vedenhankintalaitteiston kuntoa tulee tarkkailla saneeraus selvityksin ja tehdä tarvittaessa kunnostukset. Varavesijärjestelyjen toimintavarmuutta voidaan parantaa rakentamalla yhdysvesijohtoja vedenottamoiden välille. Vedenhankinnan turvaamisessa vesihuoltolaitosten välinen ylikunnallinen yhteistyö korostuu.

Jätevedenkäsittelyn osalta keskeisintä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa on turvata viemäriverkoston ja puhdistamon kapasiteetti, varautua tulovirtaaman määrän ja laadun vaihteluihin riittävin käsittelymenetelmin sekä turvata toimintavarmuus erityistilanteissa.

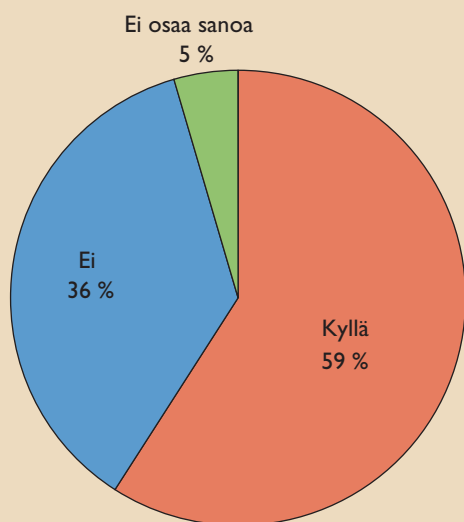
Kiinteistökohtainen vesihuolto

Vastuu kiinteistökohtaisen vesihuollon riskien vähentämisestä ja ilmastonmuutokseen sopeutumisesta on kiinteistön haltijalla. Valmiudet sopeutumiseen ja toimimiseen erityistilanteissa vaihtelevat tietotaidon mukaan. Kiinteistökohtaisia vesihuoltojärjestelmiä ylläpidetään ja huolletaan vaihtelevasti, joten viat ja häiriöt ovat yleisiä (Vikman & Arosilta 2006). Säännöllisellä huollolla voidaan ehkäistä saneeraustarvetta. Monet huoltotoimenpiteet voidaan suorittaa itse, ja saneeraustoimenpiteisiin on mahdollista saada avustusta.

Talousvesikaivon sijoituspaikan valinnassa sekä kaivon rakentamisessa ja huoltotoimissa tulisi ohjata ja neuvoa kiinteistönomistajia. Ohjeistusta löytyy esimerkiksi ympäristöhallinnon internet-sivuilta: www.ymparisto.fi/kaivot. Eräs vaihtoehto vedenlaadun turvaamiseksi voisi olla ilmoitusmenettely kaivoa rakennettaessa. Jätevesijärjestelmi-

Vesilaitoskyselyn perusteella lähes 60 %:lla vesilaitoksista oli ollut vedenottoaivo viimeisen 10 vuoden aikana pois käytöstä johtuen poikkeuksellisten ilmastolosuhteiden aiheuttamista ongelmista. Ongelmat johtuivat lähinnä sähkökatkoksista tai lika-aineiden kulkeutumisesta vedenottokaivoihin. Likaantumistapauksissa kaivon puhdistustarve ja veden käsittelytarve oli usein lyhytaikaisesti lisääntynyt.

Nykyisin harva vesilaitos on enää yhden vedenottamon varassa. Haastatelluista vesilaitoksista lähes kaikkien vedenhankinta voidaan turvata, vaikka yksi vedenottamo olisi väliaikaisesti tai pysyvästi pois käytöstä. Ongelmia vedenjakelussa aiheutuisi noin 30 %:lle vedenottamoista, jos tärkein vedenottamo jouduttaisiin ottamaan pois käytöstä. Harva vesilaitos pystyisi toimittamaan riittävästi vettä, mikäli useampi vedenottamo jouduttaisiin samanaikaisesti ottamaan pois käytöstä.



Kuva 31. Onko vesilaitoksenne vedenottamo ollut pois käytöstä luonnonolosuhteisiin liittyvän erityistilanteen johdosta?

en ammattimaisella suunnittelulla, asennuksella, käytöllä ja huollolla pystytään ehkäisemään useita käsittelyjärjestelmän toimintaa uhkaavia tekijöitä. Jätevesien käsittelyjärjestelmää valittaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota järjestelmän toimintavarmuuteen (Vikman & Arosilta 2006) ja kiinteistönomistajan edellytyksiin huoltaa kyseistä järjestelmää.

Vaikka vesihuolto haja-asutusalueilla on kiinteistönomistajien vastuulla, kunnilla on velvollisuus kehittää vesihuoltoa koko kunnan alueella. Haja-asutusalueiden asukkaita on syytä tiedottaa kuntien taholta vaihtoehdoista toimia vedensaannin keskeytymisen tai jäteveden käsittelyjärjestel-

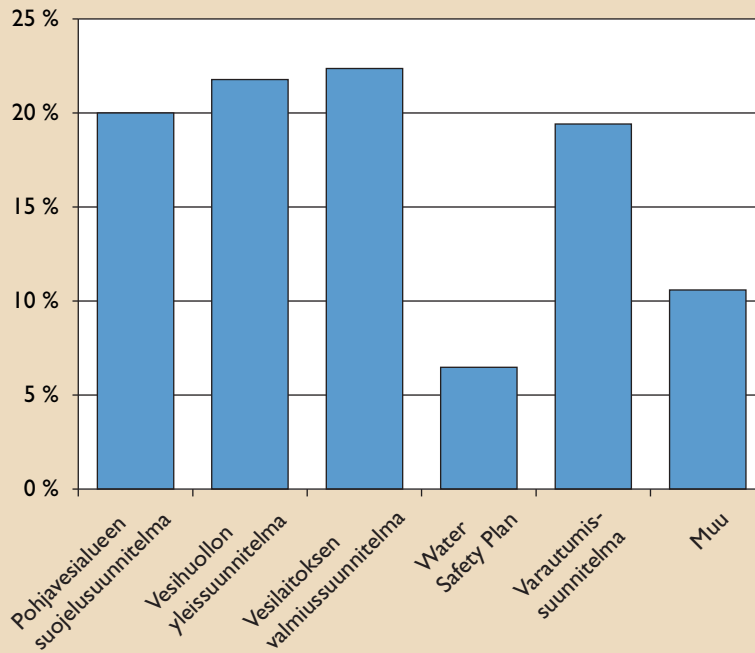
män toimintakatkosten varalta. Kunnan terveyden ja ympäristönsuojeluviranomaisilla sekä alueen vesihuoltoneuvojilla on parhaat valmiudet tarjota neuvoja erityistilanteiden välttämiseksi ja toimimiseksi erityistilanteissa. Kiinteistönomistajat voivat tutustua vesihuollon riskien arvioimiseen ja pienentämiseen myös erilaisten oppaiden ja esitteiden avulla. Esimerkiksi ympäristöoppaat "Talvimökin vesihuolto" ja "Erityistilanteisiin varautuminen kiinteistökohtaisessa vesihuollossa", "Vesihuollon riskit hallintaan" -esite tai "Kotieläintilojen huoltovarmuus" -opas tarjoavat tietoa kootusti (Santala ym. 2011; Suomen ympäristökeskus & maa- ja metsätalousministeriö 2006; Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus ym. 2005).

6.2

Vesihuoltolaitosten suunnitelmat ja tiedottaminen erityistilanteissa

Kuntien tulee tiedostaa alueellaan toimivien vesihuoltolaitosten haavoittuvuus ja niiden keskeiset riskit sekä olla tiiviisti mukana erilaisia vesihuoltolaitosten toimintasuunnitelmia laadittaessa (katso luku 2.5). Suunnitelmilla voidaan edistää veden laadun ja määrän turvaamista. Maankäytön ja vesihuollon yhteyden huomioiminen on suunnitelmissa tärkeää, ja sen koordinoitua tulisi jatkossa korostaa. Lisäksi tulee voida integroida uusia uhkakuvia suunnitelmiin. Erityistilanteissa toimimisen suunnittelu on edelleen puutteellista vesihuoltolaitoksilla, vaikka useilla laitoksilla tekninen varautuminen järjestelmän toiminnan ylläpitoon on kunnossa. Pienillä vesihuoltolaitoksilla suunnitelmia on vähän ja niiden taso voi olla heikko, koska resursseja on vähän eikä suunnitelmia ole välttämättä mielletty tärkeiksi.

Erityistilanteisiin varautumisen suunnittelua ja koulutusta tilanteissa toimimiseksi vesihuoltolaitoksilla on syytä ohjeistaa. Tässä voisi auttaa esimerkiksi Huoltovarmuuskeskus. Pehdytys käsittelymenetelmien mahdollisiin muutoksiin ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi on myös tarpeen. Esimerkiksi pintavesi-, tekopohjavesi- ja rantaimetyyslaitoksilla ilmastonmuutokseen sopeutumisen painopiste on yhä enemmän mikrobiologisten haittojen torjunnassa. Erityisesti suurille vesihuoltolaitoksille tulisi asettaa velvoite desinfioimisvalmiudelle ja varavesijärjestelmien olemassaololle. Jokaisella vesihuoltolaitoksen työntekijällä tulisi olla vesityökortti. Hyväkään varautuminen tai mittavasti teknisiä toimenpiteitä ohjaava varautumissuunnitelma ei kuitenkaan yk-



Kuva 32. Mitä suunnitelmia vesilaitoksellanne tai vedenot-
tamoalueellanne on
voimassa?

Vesilaitoskyselyn perusteella vesilaitoksilla oli pääsääntöisesti tehty useita alueellisia ja laitokohtaisia suunnitelmia, joissa oli esitetty varautumistoimia erityistilanteiden varalle. Useimmilla laitoksilla oli valmiussuunnitelma ja varautumissuunnitelma. Pohjavesialueille, joilla vedenottamat sijaitsivat, oli pääsääntöisesti tehty pohjavesialueen suojelusuunnitelmat. Lisäksi alueellisia tai kunnallisia vesihuollon kehittämis- ja yleissuunnitelma oli lähes kaikkien vesilaitosten alueella.

Water Safety Plan oli tehty viidellä vesilaitoksella. Muita suunnitelmia oli esimerkiksi ISO 22000:2005-Elin-
tarviketurvallisuuden hallintajärjestelmä, joka käsitti kaikki vedentuotantoon ja jakeluun liittyvät toiminnot. Monilla vesilaitoksilla oltiin sitä mieltä, että samantyyppisiä suunnitelmia on nykyään liian paljon ja jatkossa suunnitelmia tulisi kehittää siten, että 1–2 suunnitelmaa riittäisi. Vesilaitoksilla käyttökelpoisimpana suunnitelmana pidettiin yleensä varautumissuunnitelmaa sekä ympäristön ja maankäytön kannalta pohjavesialueiden

suojelusuunnitelmaa. Ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia ei oltu erikseen huomioitu tehdyissä suunnitelmissa, mutta esimerkiksi varautumissuunnitelmissa oli usein tarkasteltu myrskyjen aiheuttamia ongelmia ja niihin sopeutumista.

Erityistilanteita varten lähes kaikilla vesilaitoksilla oli yleisluonteinen tiedotussuunnitelma, joka oli usein osa varautumissuunnitelmaa. Joillakin vesilaitoksilla kriisitilanteen tiedottamisesta oli tehty erillinen ohje, joka oli jaettu kunnan virkamiehille ja muille asianomaisille. Kyseisestä ohjeesta löytyivät muun muassa tiedon kul-
kukaavio, viestinnän työnjako, viestintävastuut ja tärkeimmät yhteystiedot. Tiedotuksen oli määrä tapahtua pääasiassa vesilaitoksen kotisivuilla, paikallisradioissa, paikallislehdissä ja tiedotejakeluilla postilaatikkoihin. Joil-
lakin vesilaitoksilla oli testattu tai suunniteltu otettavaksi käyttöön asiakasrekisteriin pohjautuvat tekstiviestit häiriötilanteissa.

sinään riitä. Vesihuoltolaitosten laatu järjestelmien on oltava kunnossa ja niitä on noudatettava.

Kuntien ja vesihuoltolaitosten on tiedotettava toisiaan mahdollisten erityistilanteiden aiheuttamista riskeistä ja häiriöistä sekä ilmastonmuutoksen aiheuttamista vaikutuksista ja toimenpiteistä niihin varautumiseksi. Lisäksi on tiedotettava vedenkäyttäjiiä toimenpiteistä erityistilanteiden varalta sekä niiden aikana. Vesihuoltolaitoksen asiakkaista tulee tulevaisuudessa todennäköisesti yhä valveutuneempia ja vaativampia palvelutason laadun suhteen (Heino ym. 2010). Vaikka vesihuol-

tolaitokselta verkostoon johdettava vesi täyttää talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja -suositukset, niin esimerkiksi rankkasateiden välillisesti aiheuttamat muutokset veden maussa voivat lisätä pulloveden väliaikaista käyttöä vesijohtoveden sijaan (Bateman & Georgiou 2010).

Vesihuoltolaitoksen ja kunnan tulee olla aktiivisia tiedottamisessa. Tiedotuksen on oltava avointa, selkeää ja luotettavaa sekä normaali- että erityistilanteessa. Tiedottamisen tulee olla realistista, ja siinä tulee arvioida erityistilanteen vaikuttavuus ja kesto. Erityistilanteesta, kuten veden saastumista-

pauksesta, tiedottaminen on kiireellisintä ja kriittisintä. Epätietoisuus lisää turvattomuutta ja saattaa aiheuttaa paniikkia sekä haitallista toimintaa. Tärkeitä kohderyhmiä ovat sairaalat, vanhainkotien vuodeosastot, huoltovarmuuden kannalta tärkeät laitokset sekä muut vedenkuluttajat, joille jatkuva vedensaanti on kriittinen toiminnan jatkumisen kannalta. Tiedotuksen tavoitettavuuden varmistamiseksi vesihuoltolaitoksella ja kunnalla tulee olla päivitettyt yhteystiedot vedenkäyttäjistä sekä kriittisistä kiinteistöistä. (Vikman & Arosilta 2006)

Tiedottamisesta on syytä tehdä tiedotussuunnitelma, joka voi olla osa laitoksen varautumissuunnitelmaa. Tiedotussuunnitelma voi olla myös koko kunnan yhteinen, mutta siinä tulee huomioida laitoskohtaiset erityispiirteet. Suunnitelmassa esitetään eri tahojen vastuunjako erityistilanteissa ja tiedotuksen priorisointi. (Vikman & Arosilta 2006) Vesihuoltolaitoksen kriisiviestintäohje toimii apuna viestinnän suunnittelussa ja itse viestintätilanteessa (Vesihuoltopooli 2008). Vuonna 2011 julkaistu juomavesijärjestelmien turvallisuus-standardi tuonee yhdenmukaisuutta talousveden tuotannon ja häiriötilanteiden hallintaan.

6.3

Tietojärjestelmät ja mallinnukset

Vesihuoltolaitosten riskinarvioinnissa voidaan hyödyntää tietojärjestelmien ja mallinnusten käyttösovelluksia. Pohja- ja pintavesiriskien tunnistamiseen on monia työkaluja, ja niiden määrä ja laatu kehittyvät nopeasti lähitulevaisuudessa lisätutkimusten sekä uusien tekniikoiden käyttöön oton myötä. Seuraavissa luvuissa on tarkasteltu keskeisiä vesihuollon riskien tunnistamiseen ja ilmastonmuutoksen sopeutumiseen liittyviä tietojärjestelmä- ja mallinnussovelluksia.

Pohjavesi- ja pintavesitietojärjestelmät

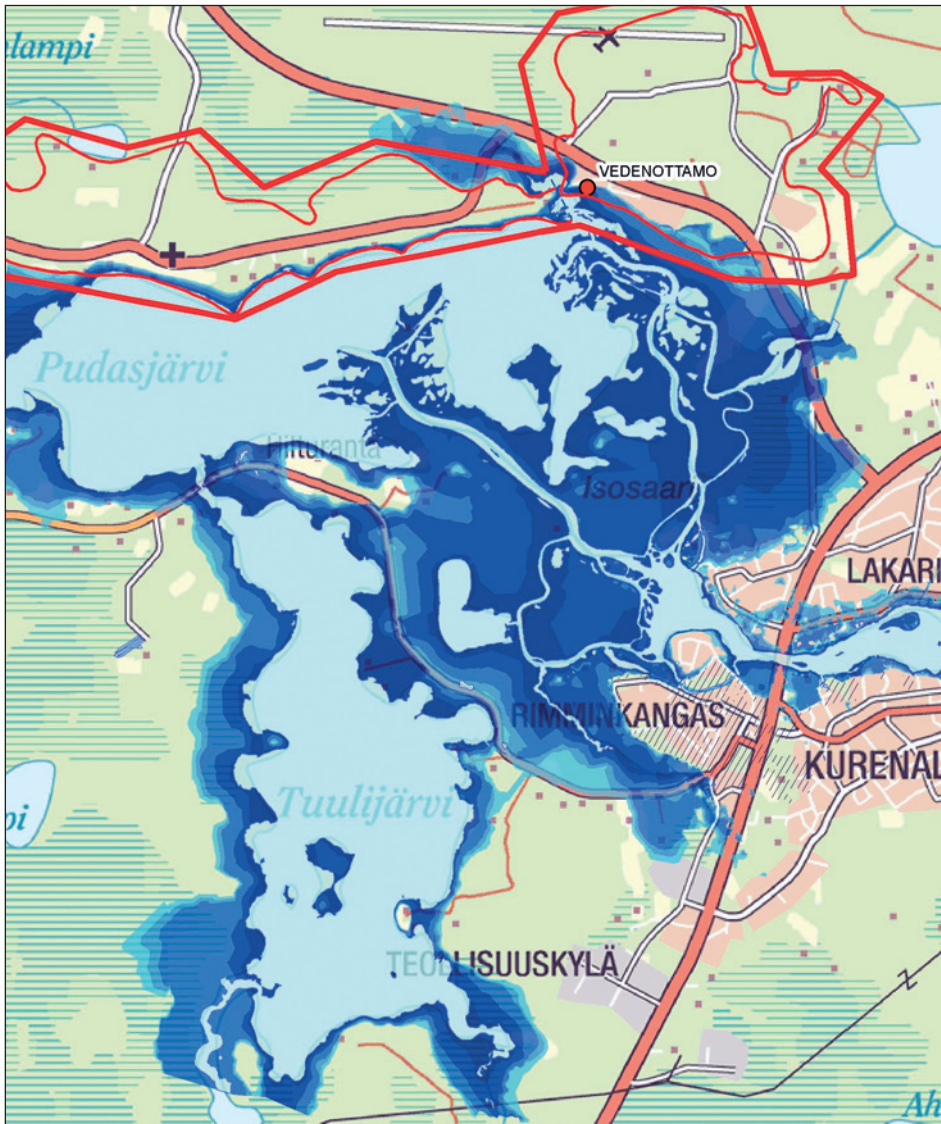
Pohjavesi- (POVET) ja pintavesitietojärjestelmät ovat osa ympäristöhallinnon ylläpitämää Herttatietojärjestelmää. Niiden tietosisältö on kaikkien käytettävissä ympäristö- ja paikkatietopalvelu OIVAn kautta. POVETissa on laajasti tietoa pohjavesialueista ja niillä sijaitsevista riskikohteista sekä pohjaveden laadusta ja pinnan korkeuksista. POVETia voidaan hyödyntää arvioitaessa ja seurattaessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia pohjaveden määrään ja laatuun. Pintavesistä Herttatietojärjestelmässä on muun muassa hydrologisia havaintoja, leväkukintahavaintoja sekä tulva-, järvi- ja uomatietoja.

Vesistömallijärjestelmä ja tulvakartat

SYKellä ja ELY-keskuksilla on käytössään koko Suomen kattava **Vesistömallijärjestelmä**, jolla ennustetaan vesistöjen vedenkorkeuksia ja virtaamia sekä pohjaveden korkeuksia, annetaan ajankohdaisia tulvavaroituksia vesistötulvista ja lasketaan vesistöjen ravinnekuormitusta Itämereen. Järjestelmä tuottaa virtaama- ja vedenkorkeusennusteita yli 600 kohteesta sekä reaaliaikaisia vesitilannekarttoja ja laskettua hydrologista tietoa. Järjestelmä hyödyntää ympäristöhallinnon hydrologista havaintoverkkoa, Ilmatieteen laitoksen säähavaintoja ja -ennusteita, säätätukan sadetietoja sekä satelliittien lumen peittävyys- ja vesiarvotietoja. Ilmatieteen laitos on ottanut keväällä 2011 käyttöön **ennakkovaroitukset**, joissa tiedotetaan 1–5 vuorokautta etukäteen vaarallisista sääilmiöistä, kuten ukkospuuskista, merivedenkorkeudesta, runsaista sateista, hellejaksoista tai kireistä pakkasista (Onnettomuustutkintakeskus 2010).

Kaukokartoitusaineistoa, laserkeilausta ja mallinnusta käytetään apuna paikkatietopohjaisten tulvakarttojen laatimisessa. Esiintymistodennäköisyydeltään erisuuruisten tulvien laajuutta kuvaavia **tulvavaarakarttoja** on laadittu tarpeen mukaan eri puolille Suomea ja ne löytyvät osoitteesta: www.ymparisto.fi/tulvakartat. Vuoden 2012 alkuun mennessä karttoja oli laadittu noin 80 alueelle. Kuvissa 33–35 on esimerkkejä tulvavaarakartoista, joissa esitetään tulvavaara-alueen laajuus. Alueella sijaitsevista haavoittuvista toiminnoista on esitetty vedenottamot. Tulvavaarakarttoja voidaan hyödyntää suunniteltaessa uusien vedenottopaikkojen sijoittamista sekä varauduttaessa tulviin kartalla esitetyillä vedenottamoilla. Tulvakarttojen avulla voidaan esittää myös tietyn suuruisen tulvan aiheuttama riski, jolloin on kyse **tulvariskikartasta**. Ympäristöhallinnon OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelusta on mahdollista ladata esimerkiksi pohjavesialueita ja tulvavaarakarttoja paikkatietoaineistona tai käyttää niitä INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe)-direktiivin mukaisten WMS-rajapintojen kautta.

Vuonna 2011 Suomeen nimettiin tulvariskilainsäädäntöön (laki 620/2010 ja asetus 659/2010 tulvariskien hallinnasta) perustuen 21 merkittävää **tulvariskialuetta**, joille laaditaan tulvavaara- ja riskikartat vuoden 2013 aikana sekä tulvariskien hallintasuunnitelmat vuoden 2015 loppuun mennessä. Tulvariskialueista suurimmalle osalle on laadittu tulvavaarakartta jo aikaisemmin. Alueiden nimeämisessä on huomioitu esimerkiksi vesihuollon pitkäaikainen keskeytyminen tulvan seurauksena. Hallintasuunnitelmissa esitetään toimenpiteet tulvariskien estämiseksi ja vähentämiseksi tul-



Kuva 33. Tulvavaarakartta mahdollisen järvitulvan vaikutusalueesta. (Lähde: SYKE)

vavaara- ja riskikarttoihin sekä muuhun olemassa olevaan tietoon perustuen. Hallintasuunnitelmien avulla voidaan arvioida esimerkiksi kuinka suuria osaa vedenkäyttäjistä tietyn suuruisen tulvan aiheuttama riski päävedenottamon ja/tai varavedenottamon toiminnan keskeytymiseksi koskee. Tarvittavia toimenpiteitä, kuten toisen varavedenlähteen hankintaa, voidaan harkita sen mukaisesti.

Luonnononnettomuuksien varoitusjärjestelmä

Luonnononnettomuuksien varoitusjärjestelmä (LUOVA) on kehitetty Ilmatieteen laitoksen, SYKE:n ja Helsingin yliopiston Seismologian instituutin yhteistyönä. Se on ollut operatiivisessa käytössä vuoden 2012 alusta lähtien. Tarkoituksena on ollut kehittää palvelu, josta viranomaiset saavat tietoa Suomen väestöä, infrastruktuuria ja talouden toimivuutta uhkaavista luonnononnettomuuksista.

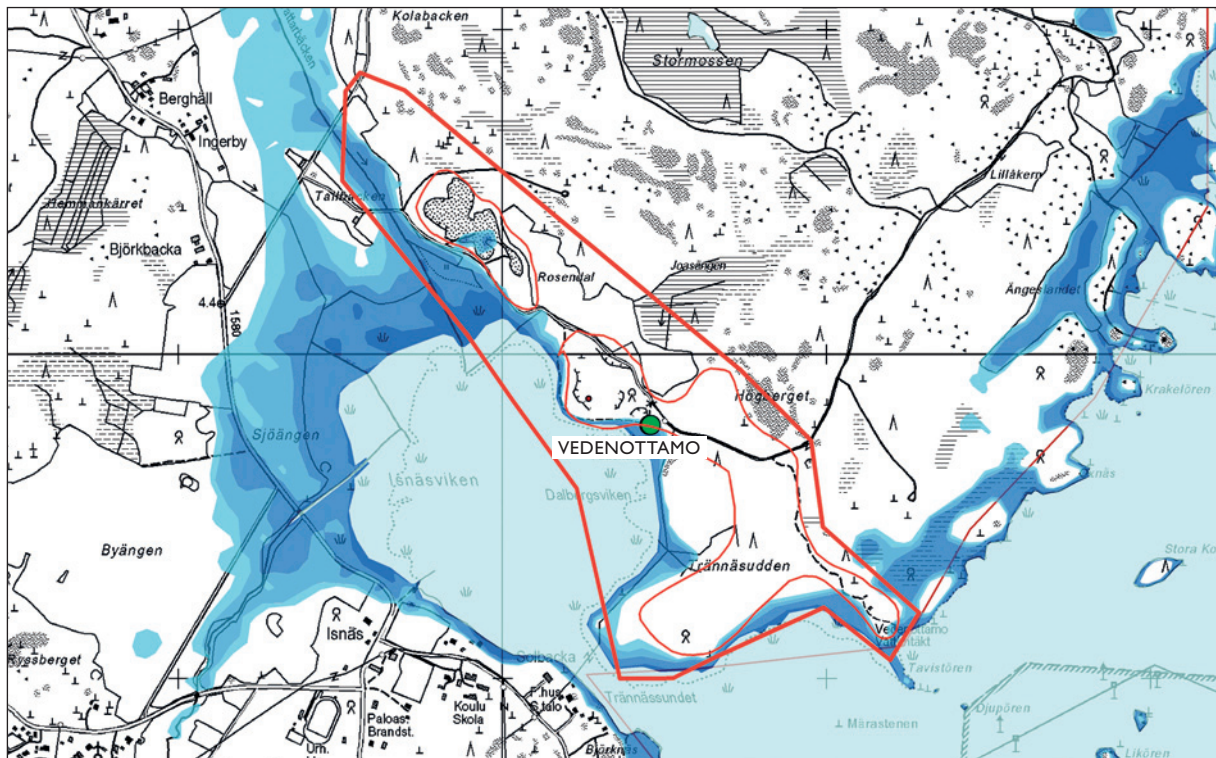
Järjestelmässä eri asiantuntijoiden analysoima tieto koostetaan varoituksiksi ja tilannekuvaksi. LUOVA tuottaa nopeasti ajantasaista analysoitua tietoa ja varoittaa esimerkiksi erilaisista tulvatilanteista, kuten vesistötulvasta, merenpinnan noususta tai rankkasadetulvasta. Tavoitteena on kehittää LUOVA-järjestelmää välittämään tilanetietoa myös kansalaisille.

Tietojärjestelmien ja mallinnusten kehittämistarpeet

Tietojärjestelmiä ja mallinnussovelluksia on tarpeen kehittää olemassa olevien varautumisjärjestelmien lisäksi. Vesihuoltolaitoksia pitäisi pystyä varoittamaan etukäteen luonnon ääri-ilmiöistä, kuten rankkasateista, sisävesien tulvista, merenpinnan noususta ja kuivuudesta. Varoitusjärjestelmien hyödyntäminen vesihuoltolaitoksilla täydessä laajuudessaan vaatii jatkokehittelyä ja aktiivista



Kuva 34. Tulvavaarakartta mahdollisen jokitulvan vaikutusalueesta. (Lähde: SYKE)



Kuva 35. Tulvavaarakartta mahdollisen merivesitulvan vaikutusalueesta. (Lähde: SYKE)



Kuva 36. Vanhojen vedenotto-kaivojen saneerauksella voidaan rajoittaa pintavesien kulkeutumista kaivoihin.

yhteistyötä eri organisaatioiden kesken, koska tieto eri järjestelmistä ei päädy vielä kattavasti vesihuoltolaitoksille. Henkilökunta täytyy lisäksi kouluttaa tulkitsemaan varoitusjärjestelmien viestejä ja toimimaan niiden edellyttämällä tavalla.

Tulvavaara- ja riskikartoista voisi laatia vesihuoltolaitoksille omat versiot, joista näkisi merivedenpinnan nousun aiheuttaman riskin suuruuden meren läheisyydessä oleville laitoksille sekä sisävesien tulvimisesta ja kuivuudesta aiheutuvan riskin suuruuden sisämaan laitoksille. Merivedenpinnan korkeustiedot ja ennusteet löytyvät Ilmatieteen laitokselta, sisävesien pintojen korkeustieto SYKeltä. Riskikartassa olisi hyvä määrittellä vedenpinnan nousulle kriittisten kohtien korkeustiedot ja koordinaatit sekä varavesilähteiden sijainnit ja alueen tulvariski.

Pintaveden laatua raakavetenä olisi hyvä pystyä arvioimaan muun muassa lämpötilan vaihtelun, ravinnepitoisuuden kasvun ja myrkyllisten sinilevien kasvun perusteella. Aalto-yliopiston CLIME-projektissa on kehitetty CLIME-DSS -tietojärjestelmää, joka kykenee tuottamaan laatuennusteita

muun muassa järven lämpötilakerrosten paksuuteen ja sekoittumiseen, typpi- ja fosforikuormitukseen, liuenneen orgaanisen hiilen kuormaan ja klorofyllipitoisuuteen sekä kahteen eri IPCC:n päästökkenaarioon perustuen. Tietojärjestelmä tekee ennusteita Euroopan laajuisesti huomioiden sateisuuden, pintavalunnan, maan kosteuden, ilman lämpötilan, tuulen nopeuden ja lumen määrän muutokset alueittain eri vuodenaikoina. (Jolma ym. 2010)

Parhaillaan on käynnissä monia tietojärjestelmien kehityshankkeita, joita voidaan hyödyntää vesihuoltolaitosten riskinarvioinnissa. Esimerkiksi Ilmatieteen laitos on kehittämässä rankkasadevaroitusjärjestelmää (RAVAKE), joka on osa Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen kehittämää Smart Alarm-järjestelmää (Rankkasateiden aiheuttamien kaupunkitulvien varoitusjärjestelmä kiinteistöille).

6.4

Rankkasateet ja tulvat

Yhdyskuntien vedenhankinta

Vesihuoltolaitosten tulisi olla tietoisia tulva- ja sulamisvesien aiheuttamista riskeistä vedenotamoille ja talousveden tuotannolle. Sadevettä ei saa päästä hallitsemattomasti pohjavedenottojen kaivoihin, vesisäiliöihin tai vesijohtoverkoston. Tulvien ennaltaehkäisy ja hallinta on tärkeää etenkin tulvavaara-alueilla sijaitsevilla pohjavedenotamoilla. Useat vedenotto-kaivot ja muut vesilaitostoiminnot tulisi sijoittaa tulvavaara-alueiden ulkopuolelle. Tulvat aiheuttavat riskin vedenhankinnalle erityisesti vesistöjen läheisyydessä maan länsiosan alavilla ja tasaisilla alueilla.

Tulva- ja pintavesien kulkeutumista vedenotto-kaivoihin voidaan rajoittaa monilla teknisillä ratkaisuilla ja käytännön toimilla, kuten:

- perustamalla vedenottamot tulvimisherkkien alueiden ulkopuolelle.
- sijoittamalla kaivot riittävän kauaksi järvestä, joesta, suoalueesta ja muusta pintavesilähteestä, jotta suunnittelematon rantaimetyminen tai poikkeuksellinenkaan tulviminen ei pilaa pohjavettä.
- pengertämällä kaivon ympärys ja varmistamalla sadevesien johtaminen kaivosta pois päin. Vedenottamon turvaamiseksi tulee tarvittaessa rakentaa suojavalleja tai tilapäisiä vedenotto-kaivoja.
- tiivistämällä kaivojen rakenteet.
- estämällä valumavesien pääsy kaivoon mahdollisten kuivatus- tai poistoputkien

kautta sijoittamalla putkien suut riittävän korkealle. Toimenpide voidaan varmistaa venttiilien avulla.

- seuraamalla raakaveden lämpötilaa ja laatua säännöllisesti. Jos lämpötila nousee kesäisin huomattavasti, se kertoo pintaveden mahdollisesta pääsystä pohjaveteen esimerkiksi kalliohalkeamien tai suunnittelemattoman rantaimetyymisen seurauksena. Myös vedenlaatumuutokset indikoivat pintaveden pääsyä kaivoon.

Voimakassateisten jaksojen aikana raakaveden laatua tulisi seurata tehostetusti. Nykyiset sade- ja kuivatusvesijärjestelmät eivät ole välttämättä riittävän tehokkaita estämään tulvia, ja paikallisten kuurosateiden ja rankkasadetulvien ennustaminen on vaikeaa. Myös pohjavesimuodostumien hydrogeologiset olosuhteet tulisi tuntea paremmin. Tulvariskien hallinnan suunnittelu ja tulvatilanteissa toimimisen harjoittelu sekä tulvaennusteiden ja tulvanaikaisten toimenpiteiden kehittäminen on tärkeää. Ylikunnallisella vesihuoltolaitosten yhteistyöllä voidaan parantaa vedenhankinnan saatavuuden turvaamista ja toimintaedellytyksiä tulvatilanteessa. Tulvavaarasta tiedottaminen sekä yhteistoiminta eri viranomaisten kesken on tärkeää tulvatorjuntaan varautumisessa ja tulvatorjunnassa.

Vesilaitoskyselyn perusteella tulvariskit oli tiedostettu hyvin, ja tarvittaessa oli järjestetty tulviin liittyvää seuranta yhteistyössä ELY-keskusten kanssa. Pohjavedenpinnan korkeuden ennakkoseuranta tehtiin lähes kaikkien vedenottamoiden ympäristössä. Laadun seurannassa oli suurta vaihtelua eri vesilaitosten välillä. Yleisesti ottaen isoilla vedenottamoilla oli kattava laadun seuranta, kun taas pienillä vedenottamoilla laatua ei seurattu lainkaan tai seuranta oli satunnais- ja analysoitavia parametreja vähän.

Vesiepidemiat

Ilmastonmuutoksesta johtuvien vesiepidemioiden estäminen edellyttää ennakoivia toimenpiteitä. Vesilaitosten tulisi tehostaa raakaveden ja siitä valmistetun talousveden laadun seuranta mahdollisten muutosten havaitsemiseksi. Raakaveden laadun seuranta vedenottoaikan ympäristössä edistää likaantumisen havaitsemista ajoissa. Terveystieteellisten vaikutusten lisäksi likaantumisen voi olla merkittäviä taloudellisia seuraamuksia, sillä pienikin vesiepidemia voi maksaa kunnalle

Taulukko 5. ELY-keskuksittain niiden pohjavedenottamoiden lukumäärä, joilla rantaimetyymistä tapahtuu tai se on mahdollista.

ELY	Pohjavedenottamot, joilla rantaimetyymistä (kpl)	Pohjavedenottamot, joilla mahdollisesti rantaimetyymistä (kpl)
UUD	11	10
VAR	3	4
HAM	26	3
PIR	9	6
KAS	11	2
ESA	12	11
POS	3	18
PKA	–	10
KES	21	9
EPO	14	9
POP	5	5
KAI	2	4
LAP	2	2
Yhteensä	119	93

ja vesihuoltolaitokselle välittöminä tai välillisinä kustannuksina satoja tuhansia euroja.

Vedenkäsittelyllä, ja etenkin desinfiointilla, on keskeinen merkitys vesiepidemioiden estämisessä. Desinfiointilla voidaan tuhota raakavedessä mahdollisesti olevat mikrobit. Pintavesilaitoksilla vesi desinfioidaan, mutta arviolta noin tuhannella pohjavedenottamolla ei ole desinfiointivalmiutta. Pääosa näistä pohjavedenottamoista toimittaa vettä 10–50 asukkaalle. Vesiepidemioiden kannalta kriittisimmät vedenottamot ovat ne, joilla on aikaisemmin ollut ongelmia veden laadussa tai jotka sijaitsevat tulvavaara-alueella.

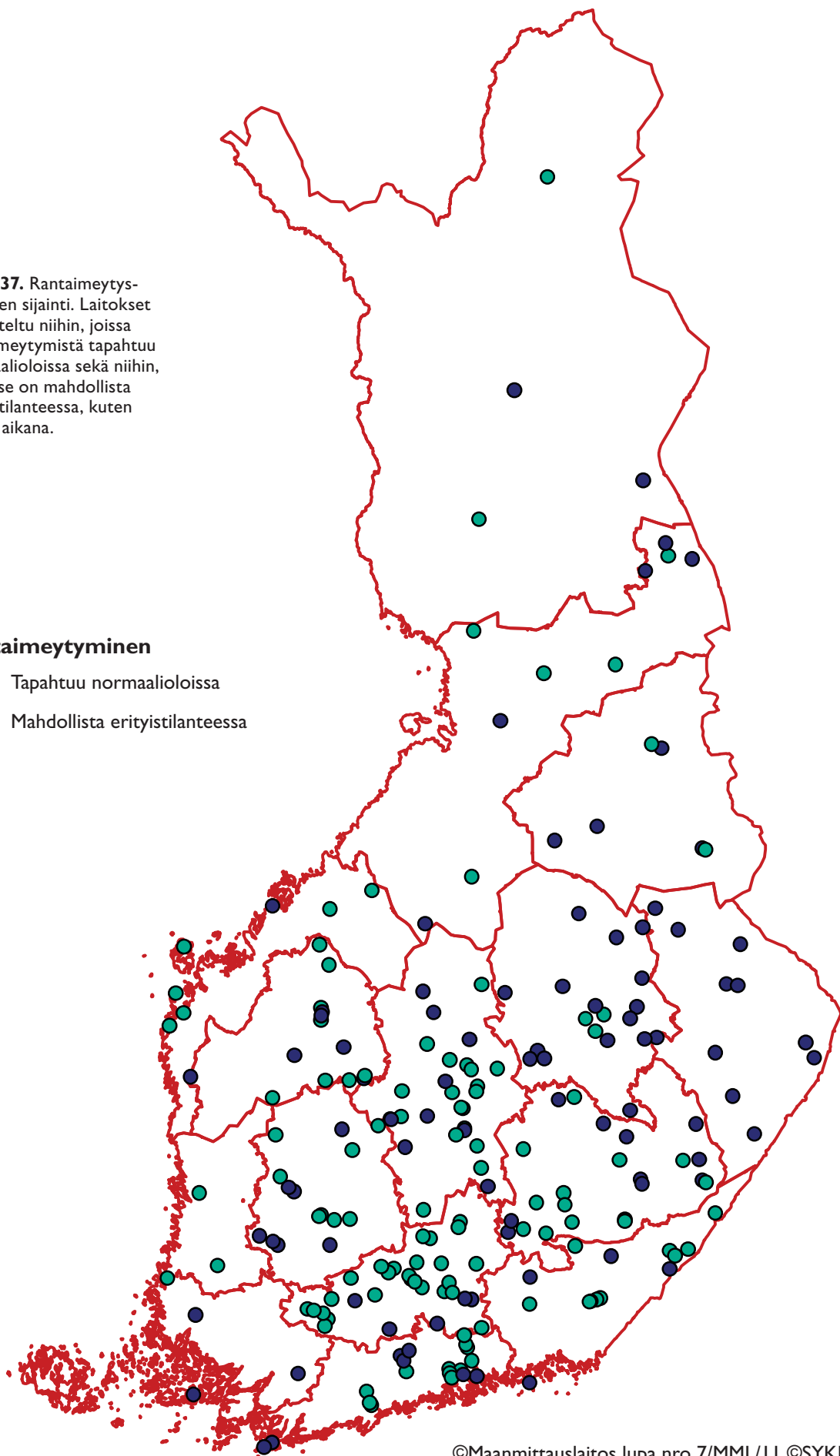
Rantaimetyymislaitosten tunnistaminen

Rantaimetyymislaitosten sijainnista ei ole ollut aiemmin tarkkaa tietoa, ja koska ilmastonmuutoksen arvioidaan vaikuttavan merkittävästi juuri rantaimetyymislaitosten vedenhankintaan, rantaimetyymislaitosten sijainti selvitettiin osana tätä tutkimusta. Rantaimetyymistä tapahtuu tai imeytyminen on mahdollista 212 pohjavedenottamolla (taulukko 5 ja kuva 37) eli noin kymmenellä prosentilla pohjavedenottamoista. Rantaimetyymislaitokset on esitetty ELY -keskuskohtaisesti liitteessä 4.

Kuva 37. Rantaimeytyslaitosten sijainti. Laitokset on jaoteltu niihin, joissa rantaimeytymistä tapahtuu normaalioloissa sekä niihin, joissa se on mahdollista erityistilanteessa, kuten tulvan aikana.

Rantaimeytyminen

- Tapahtuu normaalioloissa
- Mahdollista erityistilanteessa



©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11 ©SYKE



Kuva 38. Rankkasateet saattavat kuormittaa jätevedenpuhdistusprosessia huomattavasti, jos kapasiteetti ei ole riittävä. Tällöin osa puhdistettavasta vedestä voidaan joutua juoksuttamaan ohi varsinaisen puhdistusprosessin.

Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely

Rankkasateiden yleistymisen ja niiden voimakkuuden kasvu aiheuttaa monin paikoin tarpeen verkostojen mitoituksen tarkistamiselle varsinkin sekaviemäreissä. Viemäriverkostojen ja jätevedenpuhdistamoiden altaiden varastointikapasiteetin riittävyys ovat keskeisiä tekijöitä pumppaamojen ylivuotojen hallitsemisessa ja ohijuksutusten ehkäisemisessä. Jos kapasiteetti ei ole riittävä, tulisi kiinnittää erityisesti huomiota hulevesien hallinnan tehostamiseen maanpinnalla siten, ettei hulevesi kuormita viemäriverkosta. Kiinteistöiltä verkostoon johdettujen hulevesien hallintaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota, koska kiinteistöjen omistajat eivät ole aina tietoisia siitä, onko sadevesiviemärit liitetty suoraan jätevesiviemäriin. Jos virtaamahuiput jätevedenpuhdistamolla lisääntyvät rankkasateiden seurauksena, niitä ei saisi päästää ohituksina suoraan vesistöön. Tämä tulisi huomioida myös lupaehdoissa. Ohijuksutukset voivat olla ongelma erityisesti pienillä jätevedenpuhdistamoilla, joilla toimintojen hallinta on pääasiassa automaation varassa.

Viemäriverkostojen mallinnuksella ja reaaliaikaisella hallinnalla voidaan ehkäistä etenkin sekaviemäreiden tulvimista. Mittausaineistoa olisi hyvä olla esimerkiksi kahden tunnin välein rankkasateiden aikana ja sitä ennen, jotta jätevedenpuhdistamon hallinta onnistuisi tehokkaasti. Viemäriverkostoissa ylivuotoja tapahtuu ennen kaikkea pumppaamoilla. (Kuismin 2010) Pumppaamojen varoitusjärjestelmien laajamittainen käyttö mahdollistaisi ylivuotojen ehkäisemisen yhdessä muun muassa kauko-ohjattavien venttiilien kanssa, jos verkoston varastointikapasiteetti on riittävä. Ylivuotojen ehkäisemiseksi pumppaamoja voidaan myös tyhjentää imuautoilla, joten huoltoyhteys pumppaamoille on pidettävä kunnossa.

Typenpoisto on yksi virtaamavaihteluille herkkimmistä jätevedenkäsittelyn prosesseista. Virtaamien vaikutuksista typenpoistoon tarvitaan kuitenkin lisää tutkimustietoa. (Kuismin 2010) Huonokuntoisten viemäreiden saneerauksella voidaan vähentää vuotovesistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia ja parantaa jätevedenpuhdistamon toimintaedellytyksiä. Sekaviemärit tulisikin lähtökohtaisesti saneerata erillisviiemäreiksi, jolloin hulevedet joutuvat eri viemäriin kuin jätevedet, eivät

kä ne siten kuormita viemäriverkostoa tai vaikuta jätevedenkäsittelyprosessiin. Sekaviemäreiden muuttamista erillisviemäreiksi tehdään Suomessa useiden vesihuoltolaitosten toiminta-alueilla. Joillakin seuduilla sekaviemäreistä voidaan luopua 10–20 vuoden kuluessa, mutta joillakin alueilla sekaviemäreistä luopuminen voi kestää pidempään (Kuismin 2010).

Viemäriverkostojen virtaamien hallinnan ja kapasiteetin turvaamisen edellyttämät toimet lisäävät jätevedenkäsittelyn kustannuksia. Kustannusvaikutusten minimoimiseksi tarvitaan kunnallisia hulevesistrategioita, tulvaherkkien alueiden kartoitusta sekä verkostojen huolto-ohjelmien ja saneeraussuunnitelmien tekemistä ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioon ottaen. Pohjavesialueilla sijaitsevien viemäreiden kunto tulee selvittää ja laatia tarvittaessa kunnostussuunnitelma vuotaville viemäreille. Kunnostussuunnitelmat voidaan huomioida osana pohjavesialueiden suojelusuunnitelmia ja vesihuollon kehittämissuunnitelmia. Useat puhdistamot tai pumppaamot tulisi sijoittaa pohjavesialueiden ja tulvariskialueiden ulkopuolelle.

Haja-asutuksen kiinteistökohtainen vesihuolto

Suurin osa kiinteistökohtaisten kaivojen vedenlaatuongelmista johtuu kaivon huonosta kunnosta ja pintavesien pääsystä kaivoon. Kaivo tulisi ensisijaisesti kunnostaa. Jos kunnostus ei paranna vedenlaatua tai tulvavedet ulottuvat kaivolle saakka, tulisi etsiä uutta kaivon paikkaa. Mahdollisuuksien mukaan voidaan harkita myös liittymistä yhteiseen vesijohtoverkoston.

Pintavesien pääsy kaivoon estetään ulottamalla kaivon yläosan rakenteet riittävän korkealle maanpinnan yläpuolelle, tiivistämällä yläosan rakenteet erityisesti kannen osalta ja pengertämällä kaivon ympäryksen siten, että sadevedet ohjautuvat pois päin kaivosta. Myös routaeristyksestä on huolehdittava, jotta kaivon yläosan rakenteet eivät vahingoitu. Kaivojen rakenteita ja ympäristöä on syytä tarkkailla säännöllisesti ja kunnostaa tarvittaessa. Vedenlaatu kannattaa tutkituttaa 3–6 vuoden välein.

Jäteveden käsittelyjärjestelmien sijainti ja rakenteet on suunniteltava käsiteltävän jäteveden laadun ja määrän sekä kiinteistön ja ympäristön olosuhteiden mukaan siten, etteivät järjestelmä tai purkuputki altistu tulville. Jätevedenkäsittelyjärjestelmien maan sisässä sijaitsevat osat, kuten sasto-säiliöt, umpisäiliöt ja tehdasvalmisteiset puhdistamot tulee ankkuroida huolella, jotta ne eivät pääse liikkumaan ja rikkomaan putkia liitoskohtineen, kun maaperä kyllästyy vedellä rankkasatei-

den ja tulvien aikaan tai pohjavedenpinta nousee. Haja-asutuksen jätevesioppaan (Ympäristöministeriö 2011a) mukaan kiinteistökohtaiset jätevesien puhdistuslaitteistot tulee sijoittaa ranta-alueella siten, ettei vesi pääse vahingoittamaan laitteistoja silloinkaan, kun vedenpinta on poikkeuksellisen korkealla. Veden korkeuksista ja niiden vaihteluista saa maastotarkastusten lisäksi tietoa muun muassa SYKEN julkaisemasta hydrologisesta vuosikirjasta, joka on saatavissa myös internetissä.

Maaperäkäsittelyjärjestelmien etäisyys ylimpään pohjavedenpintaan on oltava riittävä myös rankkasateiden nostaessa mahdollisesti pohjavedenpintaa. Jätevedet eivät saa vaarantaa pohjavettä tai oman ja naapurin kaivon vedenlaatua missään olosuhteissa. Maaperäkäsittelyjärjestelmää rakennettaessa on huomioitava, että aiemmat suositukset (Rakennustietosäätiö 2006) käsittelyjärjestelmän pohjan etäisyydestä ylimpään pohjavedenpintaan eivät välttämättä enää riitä pohjavedenpinnan aiempaa voimakkaamman vuodenaikaisvaihtelun vuoksi. Tämä koskee etenkin uusia maaperäkäsittelyjärjestelmiä, mutta myös olemassa olevien järjestelmien asennussyvyyyksiä on tarpeen tarkastaa etenkin alueilla, joilla pohjavedenpinta on tyypillisesti korkealla tai vaihtelee voimakkaasti vuodenaikojen mukaan. Pienellä kiinteistöllä jäteveden käsittelyjärjestelmän sijoittaminen on haastavaa.

6.5

Kuivuus

Yhdyskuntien vedenhankinta

Kuivuuden ei arvioida tulevaisuudessakaan aiheuttavan valtakunnan tasolla merkittävää ongelmaa veden riittävydessä, sillä Suomen pohja- ja pintavesivarannot ovat suuret, mikä helpottaa sopeutumista erityistilanteisiin. Alueelliset erot pohjavesimuodostumien lukumäärässä sekä pohjaveden riittävydessä ja laadussa ovat kuitenkin suuret, mikä saattaa aiheuttaa ongelmia veden toimittamiselle. Ongelmia saattaa esiintyä lähinnä pienillä pohjavedenottamoilla, joilla vedenottoa voidaan joutua rajoittamaan kuivina kausina. Veden säännöstelystä on syytä tiedottaa vedenkäyttäjiä mahdollisimman ajoissa.

Jos vedenpaine säännöstelyn vuoksi laskee osassa verkostoa, on vaarana vedenlaadun heikkeneminen. Vedenlaatu voidaan turvata esimerkiksi sulkemalla osa verkostosta jakelun ulkopuolelle tietyksi ajaksi. Käyttöön jäävän verkon tulisi olla mahdollisimman hyvässä kunnossa, ja sulkuventtiilien määrä ja toimintavarmuus on taattava.



Kuva 39. Kunnan järjestämää vedenjakelua Uudellamaalla joulukuussa 2011 Tapani-Hannu -myrskyn jälkeen. Myrskyn aiheuttaman sähkökatkon vuoksi kunnan vesilaitoksen pumput lakkasivat toimimasta ja vedenjakelu verkostossa keskeytyi.

Vedenjakelu suljetun verkoston vaikutusalueelle on hoidettava vaihtoehtoisin keinoin (kuva 39). Vaihtoehtoina voi olla vedenjakelu tankkiautoilla tai avaamalla paloposteja yleiseen käyttöön katkon ajaksi. Paloposteihin on tällöin asennettava hanoilla varustetut monihaaraiset jakoputket. Johto-osuuksien eristämistä koskeva suunnitelma tietyn suuruisten vesimäärien takaamiseksi on sisällytettävä laitoksen varautumissuunnitelmaan. (Vikman & Arosilta 2006)

Yleistyvät kuivuuskaudet vaikuttavat vesihuoltolaitosten toimintaedellytyksiin lähinnä alueilla, joilla väestö kasvaa ja raakavesivarastot ovat vähäiset. Kuivuuteen sopeutumiseksi tulisi selvittää alueellisesti veden niukkuudesta kärsivät vesihuoltolaitokset ja määrittää niille ne pohjavedenpinnan alarajat, jolloin vedenjakelu vaarantuu. Myös tarvittavat varavesilähteet tulisi määrittää. Vedenjakelun tarpeesta erityiskohteisiin, kuten sairaaloihin, on huolehdittava kaikissa olosuhteissa. Vesihuoltolaitosten ja kuntien tulisi tehdä ylikunnallista, tiivistä yhteistyötä vesihuollon toimintavarmuuden edistämiseksi sekä varavesi-

lähteiden määrän ja laadun turvaamiseksi. Myös sammutusveden saannista on huolehdittava pelastuslainsäädännön mukaan. Pelastuslaitos tekee suunnitelman sammutusveden hankinnasta ja toimittamisesta (sammutusvesisuunnitelma) yhteistyössä pelastustoimen alueeseen kuuluvien kuntien ja vesihuoltolaitosten kanssa.

Monin paikoin suuret pohjavesivarastomme mahdollistavat sen, että tarvittaessa voidaan rakentaa uusi vedenottokaivo, mikäli vanhassa kaivossa on veden riittävyys- tai laatuongelmia. Vanhoja kaivoja voidaan yleensä myös syventää. Uusia kaivoja rakennettaessa ja vanhoja kunnostettaessa tulisi huomioida ilmastomuutoksen vaikutukset hyödynnettävän pohjaveden korkeuteen. Kaivojen oikealla sijoittamisella ja kaivusyvyydellä voidaan vaikuttaa monissa tapauksissa veden riittävyteen kuivina kausina. Pintavedenhankinnassakin voi olla tarpeen syventää ottokohtaa vesistöissä, mikä voi vaikuttaa veden laatuun, ja on huomioitava tarpeen mukaan vedenkäsittelyssä.

Kuivuuteen voidaan sopeutua kehittämällä vesihuoltolaitosten veden käytön ja laadun seuran-

taa. Vedenkäytön seuranta tulee tehostaa etenkin alueilla, joilla on paljon maataloutta tai muita suuria vedenkuluttajia. Rantaimetyslaitoksilla vedenlaadun seuranta on erityisen tärkeää, ja pinta- ja pohjaveden vuorovaikutusta on selvitettävä. Kuivuuden vaikutuksia myös pohjavesimuodostumista riippuvaisille maa- ja vesiekosysteemeille tulee selvittää, ja määritellä toimenpiteet ekosysteemien turvaamiseksi.

Voimassa olevat vedenottoluvat eivät läheskään aina vastaa pohjavedenottoamoilta hyödynnettävissä olevia vesimääriä. Luvat olisi hyvä saattaa vastaamaan todellisia hyödynnettävissä olevia vesimääriä, jotta ilmasto-olosuhteiden muuttuessa pohjaveden määrä ei merkittävästi vähene tai vedenlaatu huonone vedenottoaikan vaikutusalueella. Uusia vedenottolupia myönnettäessä antoisuusmittausten tulee perustua luotettaviin ja pitkäaikaisiin tutkimuksiin. Vedenottoluvissa tulisi tarvittaessa edellyttää seurattavan vedenoton vaikutuksia maa- ja vesiekosysteemeihin sekä määrätä veden käsittelyvalmiuksista. Lupia tulisi voida tarkistaa määräajoin, jotta ne vastaavat valitsevia olosuhteita.

Vuosien 2002–2003 kuivuusjaksoa koskevan vesilaitoskyselyn perusteella veden riittävyyden ongelmia ratkaistiin:

- ostamalla vettä muilta laitoksilta
- ottamalla käyttöön varavedenottoamoita
- säännöstelemällä ja rajoittamalla vedenjakelua
- antamalla veden käyttäjille säästösuosituksia
- toteuttamalla teknisiä muutoksia, kuten verkostojen saneerauksia vuotojen minimoimiseksi. (Silander & Järvinen 2004)

Nämä toimenpiteet nähtiin keskeisiksi myös vastaavissa tulevaisuuden kuivuustilanteissa. Yleisin keino ratkaista veden riittävyysongelmat oli ostaa vettä toisen laitoksen verkostosta. Kyselyyn vastanneista vesihuoltolaitoksista (743 kpl) noin puolella oli jo siirtoyhteyksiä toisen laitoksen verkostoon. Kuivuuden vuoksi laitosten välisiä yhteyksiä suunniteltiin tai rakennettiin 50 laitoksella. Noin 20 %:lla vesihuoltolaitoksista oli käytössä varavedenottoamoita ja lähes 10 %:lla varavedenottoamo oli tekeillä. Uusia vedenottoamoita rakennettiin tai suunniteltiin 55 laitoksella, erityisesti Länsi-Suomessa. Kahdeksan laitosta Uudellamaalla, Lounais-Suomessa, Länsi-Suomessa ja Pohjois-Savossa haki lisälupaa vedenottoon. (Silander & Järvinen 2004)

Vesihuoltolaitokset antoivat kuluttajille veden säästösuosituksia varsinkin Lounais-Suomessa.

Verkoston ulkopuolisille kiinteistöille kunnat järjestivät veden kuljetusta tai noutopisteitä. Kuivuus lisäsi merkittävästi maatalojen ja kotitalouksien liittymishalukkuutta vesihuoltolaitosten verkostoon. Salossa vedenkulutusta saatiin vähennettyä myös verkoston saneerauksella, jolloin vuotovesien määrä väheni 25 prosentista 5 prosenttiin. (Silander & Järvinen 2004) Yleensä saneerauksia ei kuitenkaan pystytä toteuttamaan kovin lyhyessä ajassa, minkä vuoksi saneerausta on syytä pitää pitkän tähtäimen sopeutumiskeinona.

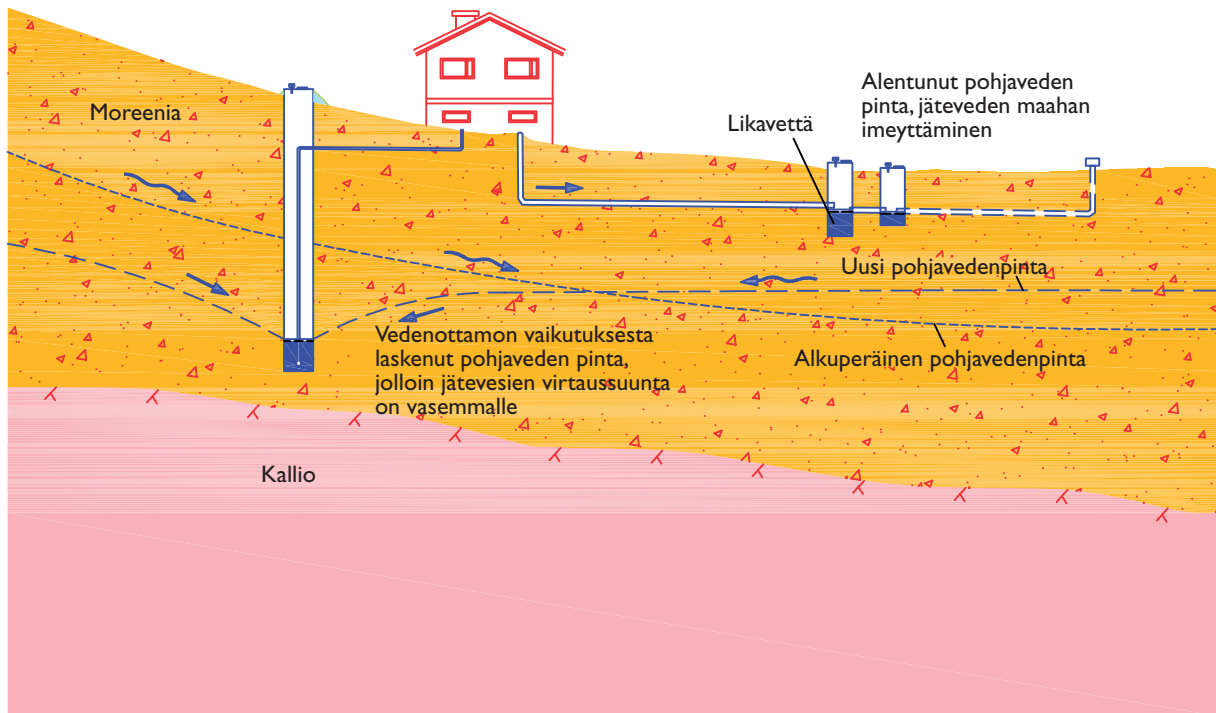
Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely

Talousveden jakelun säännöstely kuivuuden vuoksi tai jakelun keskeytyminen laadun turvaamiseksi kuivuuskautena alentaa jäteveden virtaamaa viemäreissä, mikä voi aiheuttaa tukoksia. Jos talousveden jakelun rajoittamisen seurauksena talousveden laatu ei täytä sille asetettuja laatuvaatimuksia, mutta se ei kuitenkaan pilaa jakeluverkkoa pysyvästi, voidaan ainakin osaan vesijohtoverkostosta johtaa tällaista vettä pesuvedeksi ja käymälöiden huuhteluun. Varsinkin suurissa asutuskeskuksissa voi olla helpompi järjestää tilapäisesti talousveden hankinta asukkaille kuin vaihtoehtoinen käymäläjätehuolto. Ennen toimenpiteisiin ryhtymistä terveydensuojeluviranomaisen tulee kuitenkin hyväksyä nämä toimenpiteet, ja vedenkäyttäjät on tiedotettava asiasta. (Vikman & Arosilta 2006)

Jätevedenpuhdistamoilla, joille tulee jätevettä sekaviemäreistä, on sopeuduttava mahdolliseen jäteveden orgaanisen kuorman äkilliseen nousuun kuivuuskauten jälkeisen rankkasateen yhteydessä. Käsittelyjärjestelmä on mitoitettava viipymineen, ilmastuksineen ja kemikaaliannosteluineen siten, että jäteveden orgaanisen kuorman äkilliseen nousuun voidaan reagoida.

Haja-asutuksen kiinteistökohtainen vesihuolto

Kiinteistönomistajien on hyvä tarkkailla vedenpinnan korkeutta kaivoissa säännöllisesti eri vuodenaikoina, jotta osataan sopeutua mahdolliseen veden vähenemiseen kaivossa kuivuuskausina. Varsinkin rengaskaivoja voidaan joutua veden riittävyyden turvaamiseksi syventämään. Porakaivojen antoisuutta parannetaan vesipainehalkaisulla tai joissain tapauksissa kaivoa syventämällä. Jos kaivon kunnostaminen ei paranna antoisuutta, voidaan harkita uuden kaivon tekoa toiseen paikkaan, yhteistä vedenhankintaa naapurin kanssa tai kiinteistön liittämistä yhteiseen vesijohtoverkostoon.



Kuva 40. Pohjavedenpinnan muutos vedenoton seurauksena. Kiinteistökohtainen jätevesijärjestelmä tulisi sijoittaa aina pohjaveden virtaussuunnassa kaivon alapuolelle. Pienialaisilla kiinteistöillä vesihuollon järjestäminen on haastavaa, koska pohjaveden virtaussuunta voi muuttua. (Lähde: Hatva ym. 2008)

Jos talousveden riittämättömyys on vuosittaista, mutta lyhytaikaista, voidaan tilanteeseen sopeutua hankkimalla vesi kuivimpina aikoina muualta. Myös kunta voi tarjota apua järjestämällä vedenkuljetusta tai vedennoutopisteitä. Jotkut kunnat ovat ottaneet tavaksi aloittaa vedenkuljetukset jo silloin, kun pohjaveden pinnat alentuvat runsaasti, jos alueella on kuivumiselle alttiita kaivoja (Vikman & Arosilta 2006). Kuivien kausien pidentyessä tämä ei ole kuitenkaan kestävä vaihtoehto kiinteistökohtaisen vedenhankinnan järjestämiseksi.

Uuden kaivon paikkaa valittaessa tulee ottaa huomioon veden laadun ja määrän turvaamiseksi maa- ja kallioperäolosuhteet sekä mahdollisten likaavien toimintojen kuten jätevesijärjestelmien sijainti omalla ja naapurin kiinteistöllä. Kaivon paikka valitaan kartta- ja maastotarkasteluiden sekä mahdollisten maa- tai kallioperätutkimusten ja vesianalyysien perusteella (Hatva ym. 2008). Jätevesijärjestelmien, ulkokäymälöiden, öljysäiliöiden ja muiden vedenlaatua uhkaavien tekijöiden kuntoa on tarkkailtava säännöllisesti, ja ne on sijoitettava pohjaveden virtaussuunnassa talousvesikaivon alapuolelle, jolloin pohjavesi ei virtaa niistä kaivon vaan toisinpäin (kuva 40).

Jos kiinteistö, jolla on hyväkuntoinen kaivo ja vesi täyttää talousveden laatuvaatimukset, liitetään yhteiseen vesijohtoverkoston esimerkiksi veden riittämättömyyden vuoksi, on vanha kaivo syytä pitää toimintakuntoisena. Haja-asutusalu-

eilla kiinteistökohtaiset kaivot toimivat varajärjestelminä veden- ja sähkönsaannin häiriintyessä. Jos varavoimalaitteen tai varapumpun hankkiminen katsotaan aiheelliseksi, jotta vettä saadaan kaivosta sähkönsaannin häiriintyessä, on niiden käyttö ja tarvittavat liitännät suunniteltava etukäteen ja toimivuus testattava säännöllisesti. Varavoimalaitteen hankkimista kannattaa harkita erityisesti vakavasti sellaisilla kiinteistöillä, joilla harjoitettava elinkeino vaatii keskeytymätöntä vedensaantia, kuten lypsykarjatilat. (Vikman & Arosilta 2006)

6.6

Lämpötilan muutos

Yhdyskuntien vedenhankinta

Erityisesti pintavedenhankinnassa lämpötilan nousuun on sopeuduttava vedenlaadun turvaamiseksi. Matalissa ja pinta-alaltaan pienissä vesistöissä voidaan joutua siirtämään vedenottoa. Päijänne on yksi suurimmista vesistöistä, jota hyödynnetään raakaveden hankinnassa. Päijänneestä raakavesi pääkaupunkiseudun tarpeisiin hankitaan 350 metrin etäisyydeltä rannasta ja noin 25 metrin syvyydestä. Päijänneen suuren tilavuuden vuoksi vesi voidaan ottaa niin syvältä, että lämpötila pysyy tasaisena ympäri vuoden, mikä vähentää

lämpötilan vaihtelusta johtuvia riskejä vedenlaadulle (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2011).

Lämpötilan nousun myötä leväkasvustot vesistöissä voivat lisääntyä, mihin on sopeuduttava vesihuoltolaitoksilla raakaveden käsittelyä tehostamalla. Desinfiointivalmiutta esimerkiksi UV-käsittelyllä tulisi parantaa kaiken kokoisilla laitoksilla. Käsittelykemikaaleja on oltava varastossa riittävästi ja henkilökunnan koulutuksesta on huolehdittava. Desinfioinnissa on oleellista sopeutua käsittelytarpeeseen tarpeeksi ajoissa ja nopeasti.

Lämpötilan muutokseen sopeutumiseksi on tärkeää tunnistaa rantaimetyyslaitokset (liite 4), sillä pohjavedenmuodostumaan imeytyvän pintaveden lämpötilan muutos voi lisätä riskiä mikrobitoiminnan kasvulle. Myös luonnollisen pohjaveden lämpötila voi nousta ilman lämpötilan kohotessa, mikä voi lisätä pohjaveden käsittelytarvetta vedenottoilla.

Koska routa voi esiintyä talvisin yhä syvemällä maaperässä suojaavan lumikerroksen puuttuessa, vesijohtojen rikkoontumisriskin pienentämiseksi vesijohdot tulisi asentaa riittävän syvälle. Vesijohdot ja kaivojen rakenteet on lisäksi tarpeen eristää huolella.

Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely

Lämpötilan muutokset voivat aiheuttaa ongelmia jätevedenpuhdistamoilla typenpoistossa tai häiritä laskeutusprosessia jälkiselkeytysaltaissa. Lämpötilan vaikutuksia näihin prosesseihin yhdessä muiden tekijöiden kanssa ei kuitenkaan tunneta vielä riittävän hyvin. Typenpoiston ja laskeutusprosessin hallitsemiseksi niihin vaikuttavia tekijöitä on tarpeen tutkia. (Kuismin 2010)

Haja-asutuksen kiinteistökohtainen vesihuolto

Vesijohtojen rikkoontumisriskiä roudan vuoksi voidaan ehkäistä riittävällä asennussyvyydellä ja huolellisella eristämällä. Tarvittaessa kriittisiä kohtia, kuten läpivientejä rakennukseen ja lähellä maanpintaa kulkevia johto-osuuksia, voidaan saattolämmittää. Myös kaivo tulee eristää huolellisesti rakenteiden suojaamiseksi roudalta ja veden jäätyminen ehkäisemiseksi kaivossa. Mikäli kaivon vettä käytetään läpi talven, se pysyy yleensä jäätyttömänä veden virtauksesta syntyvän lämpöenergian vuoksi.

Jätevesiviemärit pysyvät yleensä helpommin sulana kuin vesijohdot jäteveden sisältämän lämpöenergian vuoksi. Viemäreiden jäätymis-, rik-



Kuva: Erkki Santala

Kuva 41. Kaivo on suojattava roudalta ja lämpöeristettävä huolellisesti varsinkin, jos kaivo ei ole jatkuvassa käytössä talvella.

koontumis- ja tukkeutumisriski on silti tarpeen ottaa huomioon etenkin sellaisilla kiinteistöillä, jotka ovat talven ajan vähäisessä käytössä. Viemärit on asennettava maaperässä routarajan alapuolelle ja eristettävä huolella. Purkuputken jäätyminen on myös ehkäistävä. Viemäreiden kriittisiä kohtia voidaan tarpeen mukaan saattolämmittää. Myös jätevedenkäsittelyjärjestelmän maan sisällä tai lähellä maanpintaa sijaitsevat osat on eristettävä huolellisesti jäätyminen ehkäisemiseksi. Maaperään asennettavat saostussäiliöt, umpisäiliöt ja tehdasvalmisteiset puhdistamot on ankkuroitava, jotta ne eivät pääse roudan vaikutuksesta liikkumaan ja siten rikkomaan putkia tai liitoskohtia.

6.7

Myrskyt ja ukkoset

Yhdyskuntien vedenhankinta

Myrskyjen ja ukkosten yleistymisen ja voimistumisen tulee todennäköisesti lisäämään vesihuoltolaitosten tarvetta ja halukkuutta panostaa sopeutumiseen. Vesijohtoverkoston toiminta on suurimmaksi osaksi automatisoitu ja siten säh-

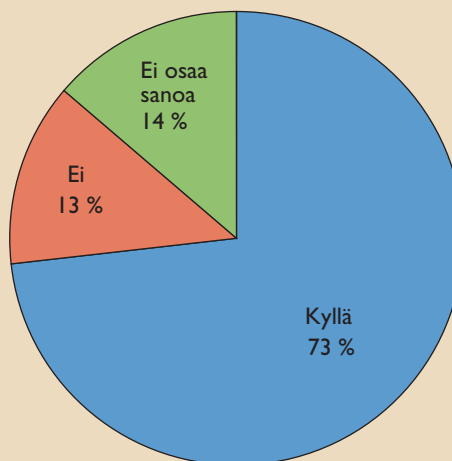
kökatkon aikana vedenjakelu yleensä keskeytyy. Tällöin varavedenhankinnan on toimittava. Toimintavarmuuteen liittyy olennaisesti varavoiman saatavuus sähkökatkojen aikana sekä varavesiyhteydet naapurilaitosten verkostoihin omien varavesijärjestelmien lisäksi.

Varavoimajärjestelmän toimintavarmuus ja automaattinen päälle kytkeytyminen tulisi varmistaa säännöllisin väliajoin. Mikäli käytössä ei ole omaa varavoimajärjestelmää, tulisi lähialueelta käyttöön saatavat varavoimalähteet selvittää. Tätä varten käytössä tulisi olla alueellinen tai valtakunnallinen aggregaattirekisteri, johon olisi koottu tiedot aggregaattien määristä ja teknisistä ominaisuuksista. Varavoimalaitteistoja voi saada erityistilanteissa lainaksi esimerkiksi kunnasta tai puolustuslaitokselta. Laajoissa erityistilanteissa varavoimalähteitä voidaan tarvita useassa kohteessa samanaikaisesti. Tällaisia tilanteita varten tulee olla selvillä siitä, mitkä kohteet ovat ensisijaisia kohteita, mihin varavoimalähteet toimitetaan ja voidaanko niitä tarvittaessa kierrättää eri kohteissa. Sähköyhtiöille on syytä saattaa tiedoksi vesihuollolle kriittisten kohtien sähköntarve, jotta se osataan huomioida sähköverkon korjausten ja toimintavarmuuden parantamisen yhteydessä. Tiedonkulku vesihuoltolaitosten ja sähköyhtiöiden välillä tulee muutenkin varmistaa.

Talovesi jakelussa käytetään yleisesti vesitorneja, sillä veden pumppaaminen ylös torniin vie vähemmän energiaa kuin jatkuvan putkistopaineen ylläpito pumpuilla. Vesitornit toimivat samalla varmuusvarastoina, koska vedenjakelun keskeytyessä tornissa oleva vesi virtaa omalla paineella verkostoon. Vesitorneiden mitoituksessa on kuitenkin suuria eroja vesihuoltolaitoksittain ja kunnittain. (Onnettomuustutkintakeskus 2010) Ilman vesitornejakin vettä voi riittää kotitalouksien käyttöön vedenkäyttömääristä ja verkoston pituudesta riippuen muutamiksi päiviksi, mikäli vedenjakelun piirissä olevat rakennukset sijaitsevat maanpinnan korkeussuhteiden mukaisesti alempana kuin pääosa verkostosta. Tällöin verkostoon jäänyt vesi saadaan käyttöön painovoimaisesti ilman pumppaamoita. Mikäli vedenjakelua joudutaan rajoittamaan merkittävästi, tulisi vedenjakelu kuitenkin varmistaa sairaaloihin ja muihin erityislaitoksiin, joissa asuvien ei voida edellyttää noutavan vettä kiinteistön ulkopuolelta. Myös huoltovarmuuden kannalta tärkeiden teollisuus- ja muiden laitosten vedensaanti on turvattava.

Etenkin pienten vesihuoltolaitosten toiminnan turvaamiseksi on syytä kehittää laitosten välistä operatiivista yhteistyötä, koska pienet laitokset ovat alttiimpia häiriötilanteille muun muassa mahdollisesti puutteellisempien varavesijärjestelmien

Vesilaitoskyselyn perusteella yli 70 %:lla vesilaitoksista oli varavoimavalmius sähkökatkojen varalle. Käytössä oli joko yksi tai useampi oma tai jonkin muun tahon kanssa yhteinen aggregaatti. Osalla laitoksista oli varavoimalähde kaikilla vedenottamoilla, ja usealla laitoksella oli tavoitteena saada varavoima tai siirrettävä varavoimalaite kaikille ottamoille lähitulevaisuudessa. Pääosalla vedenottamoista oli varauduttu sähkökatkoihin myös hälytysjärjestelmien ja kaukovalvonnan avulla.



Kuva 42. Onko vesilaitoksellanne käytössä varavoimaa?

suhteen. Yhteistyössä on kyse resurssien säästöstä, ammattitaidon vahvistamisesta ja sujuvammasta toimimisesta erityistilanteissa. Benchmarking-toiminnan lisääminen, tietojen ja kokemusten vaihto sekä pienten ja keskisuurten laitosten yhdessä tekeminen, asioiden pohtiminen ja toisilta oppiminen on erittäin hyödyllistä ja siihen tulee myös laitosjohton voimakkaasti kannustaa (Innala & Menonen 2010).

Yhdyskuntien viemärointi ja jätevesien käsittely

Myrskyjen voimistuessa ja sähkökatkojen riskin yleistyessä vesihuoltolaitosten on syytä kiinnittää laitoksen toimintakyvyn ylläpitämiseen yhä enemmän huomiota. Varavoiman saatavuus kriittisillä pumppaamoilla sekä jätevedenpuhdistamolla on turvattava. Huoltoyhteys pumppaamoille myös erityistilanteissa tulee varmistaa, koska pumppaamoita voidaan tarvittaessa tyhjentää säiliöautoilla, jos varavoimaa ei ole saatavilla. Pumppaamojen



Kuva 43. Kuivakäymälät on hyvä pitää käyttökuntoisina esimerkiksi sähkökatkojen varalta.

tyhjentäminen ylivuotojen ehkäisemiseksi on tärkeää etenkin pohjavesialueilla.

Sähkökatkon seurauksena talousveden jakelu keskeytyy ja pumppaamoiden toiminta lakkaa, minkä vuoksi viemäriverisien määrä todennäköisesti vähentyy. Tämän vuoksi tukokset sekä kiinteistöjen sisäisissä viemärijärjestelmissä että laitoksen viemäriverkostossa ovat mahdollisia. Varsinkin tiheästi asutuilla kerrostaloalueilla ja erityislaitoksissa käymälöiden huuhtelun ja viemäreiden toiminnan turvaaminen voi olla tautiepidemioiden välttämiseksi haastava tehtävä, jos sähkökatkos kestää pitkään. Etenkin huoltovarmuuden kannalta keskeisten laitosten, kuten sairaaloiden, viemäroinnin toimivuus on varmistettava. Viemäriverkon tukkeutumia voidaan ehkäistä huuhtelemalla viemäreitä esimerkiksi vesistöä kuljetetulla vedellä. (Vikman & Arosilta 2006)

Haja-asutuksen kiinteistökohtainen vesihuolto

Kiinteistöillä, joilla on rengaskaivo ja talousveden saanti on sähkökäyttöisen pumpun varassa, voidaan sähkökatkon aikanakin saada vettä omasta kaivosta ämpärillä tai käsikäyttöisellä pumpulla. Tätä varten kaivon kansirakenteessa tulisi olla luollinen huoltoluukku, joka saadaan tarvittaessa

helposti auki. Muutoin kaivonkannen siirtäminen etenkin talvipakkasilla on hankalaa.

Kunnan tulee tukea kiinteistöjen vedenhankinnan turvaamista erityistilanteissa myös niillä alueilla, joita ei ole liitetty vesihuoltolaitosten toiminta-alueeseen. Kunnassa tulisi laatia erityistilanteita varten väliaikaisen vedenjakelun suunnitelma, jossa arvioidaan mahdollisten vedentarvitsijoiden määrä ja sijainti, vedenjakelujärjestelmän mitoitus sekä selvitetään vedenjakelun vastuut, organisointi ja tiedottaminen (Vesihuoltopooli 2011). Kunta voi poikkeustapauksissa järjestää vedenkuljetusta tai vesi on hankittava muualta. Vedenjakelua varten kunnan tulee sopia käytettävästä vedenkuljetuskalustosta etukäteen sekä valvoa säiliöiden hygieenisyyttä kuljetuksiin ryhdyttäessä (Vikman & Arosilta 2006).

Jäteveden saostussäiliöt ovat yleensä käyttökunnossa, vaikka jätevedenkäsittely häiriintyisi sähkökatkon vuoksi. Jos saostussäiliön kapasiteetti kuitenkin ylittyy ja jätevesi uhkaa tulla pihamaalle aiheuttaen terveysriskin, jäteveden tilapäiseksi käsittelyksi riittää useimmiten johtaminen saostussäiliön kautta esimerkiksi ojaan tarpeeksi kauas pihapiiristä. Vaikka kiinteistöllä olisi käytössä vesi-WC, on mahdollinen hyväkuntoinen ulkokäymälä hyvä säilyttää käyttökuntoisena erityistilanteiden varalta, jolloin jätevesijärjestelmää ei ole suotavaa kuormittaa. (Vikman & Arosilta 2006) Sähkökatkon jälkeen on syytä tarkkailla jätevedenkäsittelyjärjestelmän toimintaa muutaman päivän ajan ja varautua esimerkiksi lisäämään käsittelykemikallia. Etenkin niillä haja-asutusalueen kiinteistöillä, joilla jätevettä muodostuu runsaasti, on hyvä olla varavoimalähde kuten polttomoottorilla toimiva aggregaatti, jotta jäteveden käsittely ei häiriinny sähkökatkon vuoksi.

6.8

Maankäytön muutoksiin sopeutuminen vedenhankinnassa

Yleistä

Maankäyttö tulee muuttumaan ilmastonmuutoksen seurauksena. Vedenhankinnalle merkittävimmät vaikutukset tulevat olemaan pohjavesialueiden maankäytön muutoksissa (katso luku 5.2.6). Päävastuu siitä, että maankäyttö ja kaavoitus eivät aiheuta vaaraa pohjaveden laadulle ja määrälle tai pohjavedenotolle, kuuluu ympäristönsuojelu-, rakennusvalvonta- ja terveydensuojeluviranomaisille sekä talousvettä toimittavalle vesihuoltolaitokselle.

Maankäytön muutokseen voidaan sopeutua esimerkiksi pohjavesialueiden suojelusuunnitelmilla, kaava- ja lupamääräyksillä sekä erilaisilla teknisillä suojaustoimenpiteillä. Riskiä vesihuollolle voidaan vähentää myös huomioimalla tulvariskit maankäytön suunnittelussa. Pohjavesialueella tulee riskikohteiden lisäksi varmistaa pohjaveden muodostuminen jättämällä alueelle riittävästi vettä läpäisevää paljasta maata.

Maankäyttö- ja rakennuslain perusteella on annettu valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäytön tavoitteista. Onnettomuusriskin huomioon ottaminen kaavoituksessa sisältyy valtakunnalliseen alueidenkäytön tavoitteeseen 4.3, jonka mukaan alueidenkäytössä kiinnitetään erityistä huomiota ihmisten terveydelle aiheutuvien haittojen ja riskien ennalta ehkäisemiseen ja olemassa olevien haittojen poistamiseen. Alueidenkäytön suunnittelussa olemassa olevat ja odotettavissa olevat ympäristöhaitat ja poikkeukselliset luonnonolot tunnistetaan ja vaikutuksia ehkäistään.

Ilmastonmuutokseen sopeutumista ja ilmastomuutoksen hillitsemistä kaavoituksessa on selvitetty esimerkiksi Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen erillishankkeessa, jonka tavoitteena oli muun muassa vähentää tulva- ja myrskytuhoja sekä kasvihuonekaasupäästöjä. Tuloksena luotiin suositukset käytännön menettelytavoista ilmastomuutoksen huomioon ottamiseksi kaavaa laadittaessa ja kaavan vaikutuksia arvioitaessa. (VTT 2008)

Maatalous

Esimerkiksi maatalouden ympäristötuella voidaan ohjata maataloutta ympäristön kannalta kestäviin ratkaisuihin. Tuella voidaan vaikuttaa muun muassa suojavyöhykkeiden perustamiseen, kosteikkojen rakentamiseen, säätösalojituksen hoitoon, luomutuotantoon ja lannankäytön tehostamiseen. Pohjavesialueella sijaitsevilla pelloilla lannoitteiden, karjanlannan ja/tai kasvinsuojeluaineiden käyttö tulisi olla hallittua ja mahdollisimman vähäistä. Pohjaveden suojelemaan voidaan vaikuttaa myös rajoittamalla laidunnusta ja viljelemällä heinäkasveja aluskasveina.

Infra-rakentaminen, liikenne ja teiden suolaus

Kaupunkiolosuhteissa vettä läpäisemättömiä pintoja syntyy rakentamisen yhteydessä pitkällä ajanjaksolla tarkasteltuna enemmän kuin niitä puretaan. Laadukkaasti pohjaveden muodostuminen tulisi varmistaa jo kaavoitusprosessissa käyttäen hyväksi muun muassa rankkasade- ja ve-

sistötulvakarttoja sekä varaamalla tarpeeksi tilaa rankkasateen aiheuttamien suurten vesimäärien imeyttämiseksi maaperään tai ohjaamiseksi seka- viemäriverkostoon ohi esimerkiksi pidätysaltaisiin ja kosteikkoihin.

Riskitarkastelun perusteella voidaan määrittää laatukriteerit pintavesille, jotka voidaan imeyttää pohjavesialueelle, jotka tulee käsitellä ennen niiden imeyttämistä tai jotka tulee johtaa pohjavesialueen ulkopuolelle. Uusien asuinalueiden rakentamisen yhteydessä tulee varmistaa, ettei maata kaivamalla puhkaista luontaisia pintavesivalunnan esteitä, kuten tiiviitä savikerrostumia, tai muuteta veden virtausolosuhteita.

Teiden suolauksessa voidaan käyttää ympäristölle haitattomia liukkaudentorjunta-aineita. Pohjavesialueilla teiden luiskasuojauksia tulee lisätä, mikä osaltaan vähentää pohjaveden likaantumisen riskiä.

Maa-ainesten otto

Maa-ainesten otto ei saa ohentaa maanpinnan ja pohjaveden välistä maakerrosta siinä määrin, että sade- tai tulvavedet pääsevät joko suoraan tai ohuen suojakerroksen jälkeen kosketuksiin pohjaveden kanssa. Pohjaveden likaantumisen riskin vähentämiseksi maa-ainesten ottoluovissa tulee edellyttää pohjaveden laadun ja määrän tarkkailua. Vedenhankinnan turvaamiseksi myös ottamisalueiden jälkihoito ja mahdollinen kunnostus tulee tehdä perusteellisesti.

6.9

Yhteenveto sopeutumiskeinoista

Koostava taulukko seuraavalla sivulla.

Taulukko 6. Yhteenvedo ilmastonmuutokseen sopeutumisen keinoista vesihuollon eri osa-alueilla.

Ilmastonmuutostekijä	Yhdyskuntien vedenhankinta	Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely	Haja-asutuksen kiinteistökohtainen vesihuolto
Rankkasateet ja tulvat	<ul style="list-style-type: none"> Kaivojen sijoittaminen riittävän kauaksi järvestä, joesta, suoalueesta tai muusta pintavesilähteestä, jotta suunnitteleman rantaimetyminen tai vesistön tulviminen ei pilaa pohjavettä Tulvatorjuntasuunnitelmat, tulvaennusteet ja tulvatorjuntatoinimet oltava riittävät Kaivojen ympäristyn luiskaus kaivosta pois päin ja rakenteiden tiiviyn varmistaminen Raakaveden laadun ja lämpötilan seuranta 	<ul style="list-style-type: none"> Huonokuntoisten viemäriverkostojen saneeraus ja uusien verkostojen mitoittaminen kapasiteetiltaan riittäviksi sekä sekaviemäröinnistä luopuminen Verkostojen reaaliaikainen hallinta ja mallinnus Pumppaamoiden sijoittaminen tulvaherkkien alueiden sekä pohjavesialueiden ulkopuolelle Pumppaamojen varoitusjärjestelmien käyttö Puhdistamoiden uusien tasausalaiden mitoittaminen tarpeeksi suuriksi Hallitut ohjuksutukset laitoksilla 	<ul style="list-style-type: none"> Talousvesikaivojen ylläpito ja kunnostus sekä vedenlaadun säännöllinen tarkkailu Maaperäkäsittelyjärjestelmän riittävä etäisyys ylimpään pohjavedenpintaan Saostuskaivojen, pienpuhdistamoiden ja umpisäiliöiden riittävä ankkurointi maaperässä niiden liikumisen estämiseksi Jätevedenkäsittelyjärjestelmien sijoittaminen ranta-alueilla siten, etteivät ne altistu vesistötulville
Kuivuus	<ul style="list-style-type: none"> Veden niukkuudesta kärsivien vesihuoltolaitosten tunnistaminen Todellisten vedenottoa saavissa olevien vesimäärien ja tarvittaessa vedenottolupien tarkistaminen Varavesilähteiden selvittäminen ja ylläpito Vesihuollon ylikunnallisen yhteistyön kehittäminen Raakaveden laadun ja määrän seurannan tehostaminen Pohjavesimuodostumasta riippuvaisten maa- ja vesiekosysteemien tunnistaminen 	<ul style="list-style-type: none"> Jätevesivirtaaman mahdollisen vähentymisen myötä viemäreiden tukkeutumisen riskin pienentäminen huuhtomalla viemäreitä ja käymälöitä esimerkiksi vesistöistä johdetulla vedellä Varautuminen jätevedenpuhdistamoilla mahdolliseen kuivuuskauten jälkeiseen jäteveden orgaanisen kuorman nousuun 	<ul style="list-style-type: none"> Talousvesikaivojen vedenpinnan säännöllinen tarkkailu Kaivojen syventäminen Talousveden hankinta muualta väliaikaisesti
Lämpötilan muutokset	<ul style="list-style-type: none"> Vedenkäsittelyvalmiuden parantaminen esimerkiksi leväkasvustojen poistamiseksi Rantaimetykslaitosten tunnistaminen Routasuojauksen varmistaminen 	<ul style="list-style-type: none"> Laitoksen ja viemäriverkoston kokonaisvaltainen hallinta typenpoiston ja laskeutuksen ehdoilla Typenpoistoon ja laskeutukseen vaikuttavien tekijöiden tutkiminen ja prosessien hallinnan kehittäminen 	<ul style="list-style-type: none"> Vesijohtojen ja viemäreiden asentaminen routarajan alapuolelle, riittävä eristys ja tarvittaessa saattolämmitys Jätevedenkäsittelyjärjestelmän maan sisällä tai lähellä maanpintaa sijaitsevien osien eristäminen Maaperään asennettavien saostussäiliöiden, umpisäiliöiden ja tehdasvalmisteisten puhdistamoiden ankkurointi
Myrskyt ja ukkoset	<ul style="list-style-type: none"> Saatavilla olevien varavoimälähteiden selvittäminen ja niiden toimintakunnon varmistaminen Kriittisten vedenjakeluosien priorisointi, mikäli vedenjakelua joudutaan rajoittamaan 	<ul style="list-style-type: none"> Varavoiman turvaaminen tulvimisherkillä pumppaamoilla ja jätevedenpuhdistamoilla Sähkökatkon ja siten jätevesivirtaaman vähentymisen myötä viemäreiden tukkeutumisen riskin pienentäminen huuhtomalla viemäreitä ja käymälöitä esimerkiksi vesistöistä johdetulla vedellä 	<ul style="list-style-type: none"> Talousveden hankinta omasta kaivosta käsiteltävällä pumpulla tai varavoiman avulla Talousveden hankinta väliaikaisesti tai kunnan järjestämistä vedenjakelupisteistä Jäteveden saostussäiliöiden tulvimisen ehkäiseminen Mahdollisen kuivakäymälän hyödyntäminen
Välilliset vaikutukset, muutokset maankäytössä	<ul style="list-style-type: none"> Vedenhankintaa uhkaavien riskien tunnistaminen osana pohjavesialueiden suojelusuunnitelmia ja vesihuoltolaitoksella tehtäviä suunnitelmia sekä toimenpiteiden esittäminen riskien vähentämiseksi Pohjaveden muodostumisen turvaaminen jättämällä alueelle riittävästi vettä läpäisevää paljasta maata 	<ul style="list-style-type: none"> Hulevesien käsittelyn tehostaminen pinnoitetuilta alueilta siten, etteivät ne päädy jätevesiviemäriin 	

7 Vesihuollon tulevaisuus ja palvelujen kehittäminen

7.1

Vesihuoltolaitosten organisaatiomuutokset

Vesihuollon toimintaympäristö on muuttunut merkittävästi viime vuosina, ja muutokset jatkuvat myös tulevaisuudessa. Vesihuoltolaitoksia yhdistetään kuntaliitosten sekä toiminnan parantamisen ja turvaamisen vuoksi. Myös laitosten yksityistäminen on lisääntynyt. Muun muassa Herralan (2011) ja Pietilän (2006) väitöksissä on tarkasteltu vesihuoltopalvelujen tulevaisuutta vesihuollon toimintaympäristön, organisoinnin edellytysten ja muun muassa vedenkulutuksen muuttuessa.

Vesihuollon suorituskykyä voidaan parantaa organisaation sisäisten ja ulkoisten tekijöiden avulla. Vesihuoltolaitosten suorituskykyyn vaikuttavia ulkoisia tekijöitä ovat esimerkiksi lainsäädäntö, ympäristön ominaisuudet, kunnan topografia sekä asukastiheys. Näihin laitos ei voi suoraan vaikuttaa, mutta niiden tunnistaminen on oleellista. Lainsäädännöllä ja muilla ohjauskeinoilla vesihuollon tehokkuutta voidaan edistää avoimuutta ja yhtenäisiä raportointikäytäntöjä edellyttämällä sekä talouden valvontaa ohjata. Laitoksen organisaation sisäisiä, suorituskykyä parantavia tekijöitä ovat muun muassa optimaalisen omistus- ja hallintomallin valinta, toimijoiden väliset roolit, hallituksen jäsenten pätevyys, omaisuuden hallinta sekä toiminnallinen ja taloudellinen läpinäkyvyys. Vesihuoltolaitoksen johtokunnan ja hallituksen jäsenten valinnassa tärkeimpinä kriteereinä tulisi pitää liikkeenjohdollista ja teknistä osaamista. Investointisuunnitelmia ja vesihuoltolaitoksen omaisuuden systemaattista hallintaa tulisi toteuttaa pitkällä tähtäimellä. (Herrala 2011)

Vesihuoltoratkaisut ovat taloudellisesti merkittäviä, joten yhteiskunnan kestäväyyden kannalta investoinnit tulisi ottaa kunnan ja vesihuoltolaitosten budjeteissa tarpeeksi ajoissa huomioon. Uusi investointien lisäksi vesihuollon kustannuksia nostavat merkittävästi saneeraukset, joiden tar-

peellisuudessa on otettava huomioon myös ilmastomuutoksen vaikutukset. Vesihuoltoverkoston saneeraustahtia on syytä nostaa ilmastomuutoksesta riippumattakin nykyisestä 300–400 kilometristä 900–1 000 kilometriin vuosittain, mikä nostaa laitosten vuotuisia kustannuksia arviolta 15–20 % (Finnish Consulting Group Planeko Oy 2008). Vesihuoltolaitosten kannattavuuden arvioinnissa tulisi tarkastella mahdollista kustannusten nousua pitkällä aikavälillä. Kustannusten nousun seurauksia tulisi tarkastella mahdollisimman ajoissa ja pyrkiä lieventämään niitä muun muassa nostamalla asiakkailta perittäviä vesihuoltomaksuja tai suunnittelemalla saneeraustoimia tiiviimmin yhteistyössä kunnan kanssa, jolloin kustannuksia voidaan jakaa.

Kun kuntien palveluresurseja pyritään optimoimaan ja kuluja karsimaan, vesihuoltolaitosten yksityistäminen tulee yhä useammin kyseeseen. Kunnat näyttävät kuitenkin säilyttävän tulevaisuudessa tärkeän roolin vesihuoltopalvelujen tuottajina tästä kehityssuunnasta huolimatta, koska vesihuollon järjestäminen on kunnan vastuulla ja palveluihin voidaan soveltaa kaupallisia periaatteita vain osittain. Vesihuollon aseman tärkeydestä kertoo esimerkiksi se, että monissa maissa vesihuollon yksityistäminen tai liikevoiton tekeminen vesihuoltopalvelujen avulla on lailla estetty. (Pietilä 2006) Vesihuoltopalveluiden kehittämiseksi on olemassa monia mahdollisuuksia ja vahvuus-tekijöitä vesihuoltolaitosten jo nykyään aktiivinen yhteistyöhalukkuus ja yhteistoimintamuodot huomioon ottaen (Silfverberg 2007).

Organisaatiomuutokset eivät saa vaarantaa yhteistyötä vesihuoltolaitoksen ja kunnan välillä, eivätkä kunnalliset määräykset saa olla ristiriidassa vesihuollon suunnitelmien ja tavoitteiden kanssa. Ilmastomuutokseen sopeutuminen vesihuollossa kuntatasolla lähtee liikkeelle kunnan kaavoitustyön ja maastokartoitusten perusteellisyydestä. Jos ne eivät ole kunnossa, alueelliset suunnitelmat ovat heikolla pohjalla, koska esimerkiksi veden-

hankinnan kannalta tärkeille alueille saatetaan si-joittaa riskitoimintaa tai rakentaa infrastruktuuria siten, ettei sitä ole tulevaisuudessa mahdollista laajentaa vesihuollon kannalta kestävästi ja kustannustehokkaasti.

7.2

Vedenkäytön muutokset

Vedenkäyttö riippuu paljon muun muassa ihmisten vedenkäyttötottumuksista, vettä käyttävien laitteiden ja kalusteiden tuotekehityksestä sekä veden säännöstelytarpeesta. Vettä käyttäviä laitteita ja vesikalusteita on kehitelty yhä vähemmän vettä käyttäviksi, ja talousveden ns. ominaiskulutus Suomessa on vähentynyt vuosien mittaan. Nykyään ominaiskulutus on noin 220–230 litraa vuorokaudessa asukasta kohti, kun 1970-luvulla se oli vielä 308 litraa (Ympäristöhallinto 2003). Ominaiskulutukseen lasketaan kaikki kotitalouksille, teollisuuslaitoksille, maataloudelle yms. vesihuoltolaitoksen toimittama vesi laitoksen toiminta-alueen asukasta kohti laskettuna.

Kotitalouksissa veden ominaiskulutusmäärästä käytetään noin 130 litraa henkilöä kohti vuorokaudessa. Suurten ja keskisuurten vesihuoltolaitosten tietojen mukaan vedenkulutus vaihtelee välillä 107–153 litraa asukasta kohti vuorokaudessa. (Aksela ym. 2011; Suomen Vesilaitosyhdistys ry 2010) Kotitalouksien veden käytössä on eroja asiakasryhmien sekä eri vuoden- ja vuorokaudenaikojen ja rakennustyyppien välillä. Eräessä Vesijohtoverkostojen reaaliaikainen hallinta-hankkeessa saatiin yhden paikkakunnan kerrostalojen ominaiskulutukseksi 137, rivitalojen 129 ja omakoti-/paritalojen ominaiskulutukseksi 108 litraa asukasta kohti vuorokaudessa. Vedenkulutus kotitalouksissa on suurinta lämpimään vuodenaikaan sekä aamuisin ja iltaisin. (Aksela ym. 2011)

Vedenkäyttötottumusten lisäksi Suomen sisäinen väestömuutos vaihtelee. Väestömuutokset vaikuttavat vedenkulutukseen, veden viipymään ja ominaisuuksiin verkostossa sekä verkoston saneeraustarpeeseen. Yhdyskuntarakenteen kehitys onkin otettava tiiviisti mukaan vesihuollon toimintavarmuuden suunnitteluun. Vesihuoltoverkostoa on sekä kaupunkialueilla, kylissä että haja-asutusalueilla, mutta valtakunnallinen väestönkasvu keskittyy Suomessa kaupunkiseuduille. Haja-asutusalueilla väki tyypillisesti vähenee, mikä kyseenalaistaa joidenkin väkimmäältään pienten alueiden verkostojen toimintaedellytykset teknisesti ja taloudellisesti sekä talousveden laadun turvaamisen kannalta. Uutta verkostoa

haja-asutusalueille rakennettaessa on otettava huomioon alueen väestönkehitys, jotta välttytään kannattamattomilta investoinneilta ja turvataan veden laatu pitkien vesijohtolinjojen varrella. Jos alueen väestö on vähenemässä tai asutus jo nykyään harvaa, on kiinteistökohtaisen vesihuollon järjestämisen kannattavuus suhteessa yhteiseen verkostoon selvitettävä huolellisesti.

Puute puhtaasta vedestä kuuluu maapallon suurimpiin ongelmiin, eikä yli miljardilla ihmisellä ole riittävästi puhdasta vettä käytettävissä. Ilmastonmuutoksen ja väkimäärän kasvun arvioidaan lisäävän vesipulaa erityisesti Aasiassa ja Afrikassa. Näissä maissa asukkaat joutuvat yhä useammin hankkimaan vettä muualta tai lähtemään veden perässä ulkomaille. Suomeen on arvioitu lähivuosikymmeninä saapuvan ns. vesipakolaisia, jotka muuttavat tänne veden puutealueilta, kuten Aasiasta ja Afrikasta. Myös Etelä-Euroopassa ilmaston lämpenemisen ja merenpinnan nousun takia monilla alueilla tulee pula puhtaasta vedestä, jonka seurauksena Suomeen voisi tulla myös Euroopan sisäisiä vesipakolaisia. Arviot mahdollisten vesipakolaisten määrästä vaihtelevat merkittävästi. Myös pakolaisten sijoittumispaikoista on erilaisia käsityksiä. On esitetty esimerkiksi, että vesipakolaiset muodostaisivat Suomen maaseudulle eräänlaisia reservaatteja. (Nieminen-Sundell 2008)

7.3

Kansalaisten odotukset

Vaikka vesihuollon toimintaedellytykset voivat muuttua organisaatiomuutosten, väestökehityksen tai ilmastonmuutoksen myötä, kansalaiset odottavat vesihuoltopalveluiden pysyvän yhtä tasokkaina tai parantuvan. Esimerkiksi veden laatuhäiriöihin ja jakelukatkoksiin reagoidaan todennäköisesti yhä voimakkaammin.

Kansalaisten tietämystä ilmastonmuutoksen vaikutuksista vesihuoltoon tulisi lisätä, jotta esimerkiksi mahdollisesta käyttömaksujen korottamisesta tulisi hyväksyttävämpää palveluiden laadun takaamiseksi. Kansalaisten osallistumismahdollisuus esimerkiksi talousveden laadun havainnointiin voisi parantaa tietämystä ja kiinnostusta vesihuollon järjestämiseen vaikuttaviin tekijöihin. Vedenkäyttäjät toivovat yhä läpinäkyvämpää viestintää kuten yhteiskunnassa yleisesti. Viestinnällä on erityisen tärkeä osuus erityistilanteissa. Vedenjakelupalveluiden joustavuuteen erityistilanteissa on myös syytä kiinnittää yhä enemmän huomiota.

Yhteisen vesihuoltoverkoston lisäksi kiinteistökohtaisen vesihuollon kehittämiseen tulisi panos-

taa sekä viranomaisten että vesihuoltojärjestelmien kehittäjien puolelta. Viranomaisneuvontaa tulisi lisätä etenkin erityistilanteissa toimimisen osalta. Vesihuoltojärjestelmän eri osat kaipaavat teknistä tuotekehittelyä ja palveluiden jalostamista. Muun muassa kiinteistökohtaisten saostussäiliöiden ja kuivakäymälöiden tyhjentämisen tulisi olla organisoidumpaa, ja palveluiden yhä useampien saatavissa.

8 Yhteenveto ja johtopäätökset

Yleistä

Suomen vesihuolto on pääosin hyvässä tilassa. Pohja- ja pintavesivaranto on laadultaan pääosin hyviä ja vesivarastoja on runsaasti. Pohja- ja pintavesivarat riittävät näillä näkymin pitkälle tulevaisuuteen, jos niiden hyvä laatu turvataan. Myös vesijohto- ja viemäriverkostot ovat melko kattavat ja vesihuoltolaitosten toiminta yleisesti tehokasta. Ongelmia tulevaisuuden vedenhankinnalle aiheuttaa esimerkiksi se, että pohjavesivarat ovat jakautuneet alueellisesti epätasaisesti ja monilla alueilla lähes kaikki hyödynnettävissä olevat pohjavesivarat ovat jo käytössä. Lisäksi osa vesihuoltolaitoksista ja verkostoista on kunnostuksen tarpeessa.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kirjallisuuden, vesilaitoskyselyn ja työpajan perusteella, miten ilmastonmuutos vaikuttaa vesihuoltoon ja miten vesihuoltolaitokset voivat ennakkoon sopeutua poikkeuksellisten sääolojen yleistymiseen.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset

Ilmastonmuutos lisää sään ääri-ilmiöitä ja niiden voimakkuutta. Talvisateet yleistyvät ja sateiden voimakkuus kasvaa. Myrskyjä esiintyy useammin ja niistä tulee yhä rajumpia. Vesistö- ja hulevesitulvat yleistyvät. Toisaalta kuivat kaudet kesällä pitenevät ja pintavesien keskimääräiset lämpötilat nousevat.

Ilmastonmuutos voi vaikuttaa vesihuoltoon monella tavalla. Vaikutukset voivat olla joko haitallisia tai myönteisiä ja vaikutusten suuruuden arviointiin liittyy monia epävarmuustekijöitä. Vaikutusten merkittävyudessa on myös huomattavia alueellisia eroja. Pitkäaikainen, hitaasti tapahtuva ilmastonmuutos ei ole vesihuollon turvaamisen kannalta kriittinen tekijä. Huomattavasti merkittävämpi tekijä on äärevien ja kestoltaan lyhyidenkin sääilmiöiden, kuten myrskyjen, rankkasateiden

ja tulvien yleistymisen. Myös kuivuusjaksojen lisääntyminen kesällä voi vaikeuttaa vesihuoltopalvelujen tuottamista merkittävästi.

Ilmastonmuutos vaikuttaa pohjaveden määrään, laatuun ja virtausolosuhteisiin. Pohjavesivarantomme ovat mittavat, joten kuivuus ei aiheuttane laajamittaista haittaa vedenhankinnalle. Osa vedenottoaivoista sijaitsee kuitenkin antoisuudeltaan vähätuottoisissa muodostumissa, joilla pitkäaikainen kuivuuskausi voi olla merkittävä uhka vedenhankinnalle, kuten vuosien 2002 – 2003 kuivuusjakso osoitti. Tällöin vedenhankinnan riittävyysongelmia oli erityisesti Etelä-Pohjanmaalla ja Lounais-Suomessa. Ilmastonmuutoksen myötä vedenkäyttöä voidaan joutua paikallisesti rajoittamaan kuivien kausien pidentyessä. Sademäärät vaihtelevat alueellisesti, mutta ongelmien todennäköisyys on suurin niillä alueilla, joilla jo aiemmin on ollut ongelmia. Kuivuuden seurauksena myös pohjaveden laatu saattaa heikentyä etenkin pienissä pohjavesimuodostumissa esimerkiksi rauta- ja mangaanipitoisuuksien nousun vuoksi. Pintavesilaitoksilla vedenkäsittelytarve voi lisääntyä, mikäli ilman lämpötilan noustessa esimerkiksi haitallisten levien kasvu raakavedessä lisääntyy.

Rankkasateiden ja tulvien aikana pintavesien kulkeutuminen vedenottoaivoihin heikentää veden laatua. Pintavalunnan myötä ravinteiden huuhtoutumat lisääntyvät, mikä saattaa voimistaa vesistöjen rehevöitymistä sekä heikentää veden laatua etenkin pintavesi-, tekopohjavesi- ja rantaimetyslaitoksilla. Myrskyjen ja ukkosten myötä yleistyvät sähkökatkot estävät veden johtamisen ja käsittelyn. Myös ilmastonmuutoksen välilliset vaikutukset, kuten teiden suolaamistarpeen tai kasvinsuojeluaineiden käytön lisääntyminen, saattavat lisätä pohjaveden likaantumiseriskiä.

Viemäroinnin ja jätevedenkäsittelyn osalta myrskyt, rankkasateet ja tulvat voivat aiheuttaa liian pienissä sekaviemäreissä tulvimista, pumpaamoissa ylivuotoja ja jätevedenpuhdistamoilla ohijuoksutuksia. Tästä seuraa terveysriski sekä

ympäristön pilaantumiseriski. Sähkökatkot voimistavat vaikutuksia pumppaamoiden toiminnan ja jäteveden käsittelyn keskeytyessä. Rankkasateet ja tulvat voimistavat puhdistamoille tulevan jäteveden lämpötilan laskua etenkin syksyllä ja keväällä. Jäteveden typenpoisto- ja jälkilaskeutusprosessit ovat herkkiä lämpötilan vaihteluille, joten jäteveden puhdistustaso voi heikentyä ja ympäristökuormitus kasvaa.

Haja-asutuksen kiinteistökohtaisessa vedenhankinnassa kuivuuskaudet voivat johtaa veden säännöstelytarpeeseen tai veden hankkimiseen muualta. Rankkasateet ja tulvat voivat heikentää huonokuntoisten kaivojen vedenlaatua ja aiheuttaa jäteveden käsittelyjärjestelmien ylivuotoja sekä ongelmia maaperäkäsittelyjärjestelmille. Myrskyjen ja ukkosten myötä yleistyvät sähkökatkot voivat keskeyttää veden hankinnan sekä jätevesien käsittelyn.

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Suomessa on ollut 2000-luvulla useita merkittäviä ja kalliita häiriötilanteita vesihuollossa. Osa häiriötilanteista on johtunut inhimillisistä virheistä ja osa poikkeuksellisista ilmasto-olosuhteista, kuten myrskyistä, rankkasateista ja kuivuudesta. Useat vesihuoltolaitokset ovat varautuneet häiriötilanteisiin aiempaa paremmin erilaisilla suunnitelmillä, erityistilanteissa toimimista harjoittelemalla ja teknistä varustelutasoa nostamalla.

Useilla vesihuoltolaitoksilla on kuitenkin edelleen parannettavaa häiriötilanteisiin sopeutumisessa. Keskeisimmät ilmastonmuutokseen sopeutumiskeinot vesihuollossa on esitetty taulukossa 7. Tässä tutkimuksessa todetut keskeisimmät keinot ovat:

- Vedenotto-kaivojen sijoittaminen ja rakentaminen siten, että rankkasateiden tai tulvien aikana valumavesiä tai pintavesiä ei pääse suoraan kaivoon.
- Pintaveden riittävän pitkän suotautumisaikojen varmistaminen vesistöjen lähellä sijaitseviin kaivoihin vedenlaadun turvaamiseksi.
- Erityisesti pienten vesimuodostumien antoisuuden arviointi kuivina kausina.
- Viemäriverkostojen mitoituksen tarkistaminen, vuoto- ja hulevesien viemäriin pääsyn ehkäiseminen sekä sekaviemäroinnistä luopuminen.
- Varavoiman saatavuuden varmistaminen vesihuoltolaitoksilla ja kriittisillä pumppaamoilla.

- Uusien jätevesipumppaamoiden sijoittaminen pohjavesialueiden ja tulvavaara-alueiden ulkopuolelle.
- Ilmastonmuutoksen vaikutusten selvittäminen jätevedenpuhdistukseen ja erityisesti typenpoistoon.

Vedenotto-kaivojen oikealla sijoittamisella on keskeinen vaikutus vedenhankinnan turvaamisessa. Etenkin vanhoja vedenotto-kaivoja sijaitsee liian lähellä vesistöjä tai pienissä muodostumissa, joissa kuivana kautena ei ole vettä riittävästi saatavilla. Vesihuoltolaitoksilla tulisivat olla nykyistä paremmat tiedot raakavesimuodostumista ja ilmasto-oloihin liittyvistä riskeistä. Tietoa voidaan saada esimerkiksi pohjavesimuodostuman geologisista rakenneselvityksistä tai hyödyntämällä ympäristöhallinnon pohjavesitietojärjestelmää (POVET). Pohjavesimallien avulla voidaan arvioida ilmastonmuutoksen vaikutuksia pohjavesimuodostumissa. Pohjavesitietojärjestelmän tietosisältöä tulisi edelleen kehittää ja parantaa käyttäjäystävällisyyttä sekä lisätä pohjavesikorkeusmallien soveltuvuutta ja käyttömahdollisuuksia vesihuoltolaitosten tarpeisiin.

Ilmastonmuutos voi lisätä vedenkäsittelytarvetta vesihuoltolaitoksilla. Etenkin pienillä laitoksilla vedenkäsittelyyn tulisi varautua aikaisempaa paremmin desinfiointivalmiutta nostamalla, esimerkiksi UV-käsittelyn avulla. Sähkökatkosten varalta vesihuoltolaitoksella tulee olla käytössä varavoimalähde, jotta vedenjakelu voidaan varmistaa. Vedenotto-kaivojen ja alavesisäiliöiden rakenteissa ja kunnostustoimissa on puutteita. Näiden kuntoa tulisi tarkkailla säännöllisesti ja tehdä tarvittaessa saneeraus viipymättä. Ongelmatapauksissa tulee aina pyrkiä selvittämään ongelman aiheuttaja. Usein rakenteisiin liittyvät ongelmat ja poikkeukselliset sääolot ovat olleet syynä vedenlaatuongelmiin.

Rankkasateisiin ja tulviin sopeutumiseksi jätevesien johtamisessa ja käsittelyssä on oleellista hulevesien käsittelyn tehostaminen siten, etteivät ne päädy jätevesiviemäriin. Sekaviemärit tulisi muuttaa lähtökohtaisesti erillisviiemäreiksi. Näin voidaan pienentää sekaviemäreiden tulvimiseriskiä ja vähentää puhdistamoille tulevaa virtaamaa, mikä ehkäisee ohijuoksutuksia puhdistamoilla. Virtaamapiikkien ehkäisy auttaa myös puhdistamolle tulevan jäteveden lämpötilan pysymistä tasalaatuisena, jolloin häiriöt typenpoisto- ja laskeutusprosesseihin vähenevät. Pumppaamoiden ylivuotojen aiheuttamia riskejä pohjavedelle voidaan ehkäistä sijoittamalla pumppaamot pohjavesialueiden ja tulvavaara-alueiden ulkopuolelle.

Erilaisilla suunnitelmilla, vesihuoltolaitosten välisellä yhteistyöllä, hyvällä maankäytöllä, riittävällä vedenkäsittelyllä sekä tietojärjestelmien ja mallinnusten hyödyntämisellä voidaan tehostaa vesihuoltolaitosten sopeutumista ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Monilla vesihuoltolaitoksilla on tehty useita erilaisia suunnitelmia, mutta niiden hyödyntäminen ja ylläpito on osin puutteellista. Eri suunnitelmien sisältö voi olla osin sama, minkä vuoksi suunnitelmia tulisi yhtenäistää ja kehittää, jotta vesihuoltolaitoksen ei tarvitsisi tehdä useita, osin päällekkäistä tietoa sisältäviä suunnitelmia ja jotta niiden hyödynnettävyys lisääntyisi. Suunnitelmissa tulisi huomioida myös ilmastonmuutoksen tuomat haasteet veden hankinnalle, käsittelylle ja johtamiselle. Esimerkkinä suunnitelmista voisi

ainakin isoilla vesihuoltolaitoksilla tulla kyseeseen turvallisuussuunnitelma (Water Safety Plan).

Vesihuoltolaitosten ylikunnallista yhteistyötä sekä yhteistyötä vesihuoltolaitosten ja maankäytön suunnittelijoiden välillä on tarpeen kehittää. Vesihuoltolaitosten yhteistyöllä turvataan vedensaanti esimerkiksi yhdysvesijohdoilla ja varavoiman saatavuudella sekä tietotaitoa siirtämällä. Hyvällä maankäytön suunnittelulla yhdyskuntakehitys huomioiden voidaan edistää vesihuollon toimintaedellytyksiä. Eri toimintojen oikealla sijoittamisella turvataan etenkin raakavesilähteiden käyttö. Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin vesihuollossa ja niihin sopeutumiseen vaikuttavat merkittävästi myös muilla toimialoilla, kuten maataloudessa ja energiapolitiikassa tehtävät ratkaisut.

Taulukko 7. Ilmastonmuutoksen keskeiset vaikutukset ja riskit sekä sopeutumistoimet vesihuollossa.

Ilmastonmuutostekijä	Vaikutus vesihuoltoon	Sopeutumistoimet vesihuollossa
Rankkasateet ja tulvat	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tulvavesien kulkeutuminen vesistöihin tai vedenottokaivoihin → heikentää raakaveden laatua etenkin pienissä pohjavesimuodostumissa → nostaa pohjavedenpinnan korkeuksia <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ylivuotoja pumppaamoilla Ohijuoksutuksia laitoksilla 	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vedenottopaikkojen sijoittaminen siten, etteivät pintavedet pääse suoraan kaivoon Kaivojen oikeat rakenteet ja kunnossapito Pintavesien poisjohtaminen ottamoalueelta Tulvatorjunnan suunnittelu ja käytännön toimet vedenottamoilla Vedenkäsittelyvalmiuden parantaminen (esimerkiksi desinfiointi) Raakaveden laadun ja lämpötilan seuranta Hydrogeologisten olosuhteiden tunteminen <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Verkoston oikea mitoitus ja riittävä varastointikapasiteetti Pumppaamoiden sijoitus pohjavesialueiden ulkopuolelle Viemäreiden vuotovesimäärien vähentäminen saneerauksin Sekaviemäröinnistä luopuminen Reaaliaikainen hallinta ja mallinnus Hallitut ohijuoksutukset laitoksella
Kuivuus	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pitkien kuivuusjaksojen seurauksena pienten raakavesilähteiden veden riittävydessä ongelmia Pohjaveden rauta- ja mangaanipitoisuudet voivat nousta Bakteerimäärät voivat lisääntyä erityisesti tekopohjavesi-rantaimetyslaitoksilla → Veden käsittelytarve lisääntyy <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Viemäreiden tukkeutuminen mahdollisen vedensäännöstelyn seurauksena Kuivan jakson jälkeinen voimakas sade voi lisätä orgaanisen aineksen kuormaa sekaviemäreissä 	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Varavesilähteet ja niiden ylläpito Todellisen saatavissa olevan vesimäärän selvittäminen Raakaveden laadun ja määrän seuranta Kaivojen syventäminen tai siirtäminen Vesihuollon ylikunnallinen yhteistyö <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Jätevesivirtaaman vähentyessä valmius pienentää viemäreiden tukkeutumiskäyttöä esimerkiksi johtamalla huuhteluvettä vesistöistä Jätevedenkäsittelyjärjestelmän varustaminen orgaanisen kuorman nousun varalta

Ilmastonmuutostekijä	Vaikutus vesihuoltoon	Sopeutumistoimet vesihuollossa
Lämpötilan muutokset	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sini- ja muiden levien kasvun lisääntyminen sekä veden happipitoisuuden heikentyminen vesistöissä → voi vaikeuttaa vedenhankintaa pintavesi-, tekopohjavesi- ja rantaimeytyslaitoksilla Roudan ulottuminen syvemmälle maaperässä → putkirikot <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Typenpoiston heikentyminen Jälkilaskeutuksen heikentyminen → Ympäristökuormituksen kasvu Viemäreiden rikkoontumisriskin kasvu 	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vedenkäsittelyvalmiuden parantaminen Rantaimeytyslaitosten tunnistaminen Vesijohtojen asentaminen routarajan alapuolelle ja niiden riittävä eristys <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Typenpoisto- ja laskeutusprosessien hallinta ja kehittäminen Viemäreiden asentaminen routarajan alapuolelle ja niiden riittävä eristys
Myrskyt ja ukkoset	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sähkökatkojen yleistyminen → ongelmia vedenkäsittelyssä ja keskeytyksiä vedenjakelussa <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sähkökatkojen yleistyminen → pumppaamoiden toiminta keskeytyy ja jäteveden ylivuotoriski kasvaa → jätevedenkäsittely keskeytyy → laitosten ohjauksutukset yleistyvät ja ympäristökuormitus kasvaa 	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Varavoimalähteet Vedenjakelukeinojen selvittäminen etukäteen erityistilanteissa Kriittisten vedenjakelukohteiden priorisointi <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Varavoimalähteet Riittävä jäteveden varastointikapasiteetti Saneeraukset Pumppaamoiden sijoitus pohjavesialueiden ulkopuolelle
Välilliset vaikutukset, muutokset maankäytössä	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Maankäytön muutokset ilmasto-olosuhteiden muuttuessa lisäävät maankäytön riskiä pohjaveden pilaantumiselle <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lisäännytynyt hulevesien määrä pinnoitetuilta alueilta → kuormittaa sekaviemäreitä 	<p>Vedenhankinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Maankäytön suunnittelussa varmistettava pohjaveden määrä ja laatu Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmien ja muiden suunnitelmien perusteellisuus Suojaustoimenpiteet Toiminnan rajoitukset Pohjaveden muodostumisen turvaaminen jättämällä alueelle riittävästi vettä läpäisevää paljasta maata <p>Yhdyskuntien viemäröinti ja jätevesien käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hulevesien käsittelyn tehostaminen pinnoitetuilta alueilta siten, etteivät ne päädy jätevesiviemäriin

Lähteet ja muuta kirjallisuutta

- Aaltonen, J., Hohti, H. & Jylhä, K. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö 31/2008. Suomen ympäristökeskus. 123 s.
- Aksela, K., Heinonen, T. & Vahala, R. 2011. Vedenkäyttö ja automaattinen mittarinluenta. *Vesitalous* 5/2011. s.25-30. ISSN 0505-3838.
- Allen, D., Mackie, D. & Wei, M. 2003 Groundwater and climate change: a sensitivity analysis for the Grand Forks aquifer, southern British Columbia, Canada. *Hydrogeology Journal*. 2003;12(3).
- Arnbjerg Nielsen, K., 2008. Quantification of climate change impacts on extreme precipitation used for design of sewer systems, 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008.
- Arosilta, A. 2006. Eritystilanteisiin varautuminen kiinteistökohtaisessa vesihuollossa. Ympäristöopas 126. Suomen ympäristökeskus. 69 s. ISBN 952-11-2155-6 (pdf).
- Arosilta, A & Liponkoski, M. 2004. Kuntien ja vesihuoltolaitosten toiminta poikkeuksellisen kuivuuden 2002-2003 aikana – kyselyn tulokset. Liite 9. Teoksessa: Silander, J. & Järvinen E. A. (toim.) 2004. Vuosien 2002– 2003 poikkeuksellisen kuivuuden vaikutukset. Suomen ympäristö 731. ISBN 952-11-1841-5.
- Arvola, L. ym. 2010. The Impact of the Changing Climate on the Thermal Characteristics of Lakes. Teoksessa: George, G. (toim.). 2010. The Impact of Climate Change on European Lakes. *Aquatic Ecology Series* 2010;4(1-13). Springer Science+Business Media B.V. ISBN 978-90-481-2944-7.
- Backman, B., Luoma, S. & Klein, J. 2011. BaltCICA: Pohjavesiolosuhteet ja vedenhankinta tulevaisuudessa Hangon Santalanrannan vedenottamon alueella. Geologian tutkimuskeskus.
- Backman, B., Luoma, S., Schmidt-Thomé, P. & Laitinen, J. 2007. Potential risks for shallow groundwater aquifers in coastal areas of the Baltic Sea: A case study in the Hanko area in South Finland. CIVPRO, Geological Survey of Finland.
- Bateman, I. J. & Georgiou, S. 2010. The Socioeconomic Consequences of Climate Change for the Management of Water Resources. Teoksessa: George, G. (toim.). 2010. The Impact of Climate Change on European Lakes. *Aquatic Ecology Series* 2010;4(1-13). Springer Science+Business Media B.V. ISBN 978-90-481-2944-7.
- Bergström, I., Mattsson, T., Niemelä, E., Vuorenmaa, J. & Forsius, M. (toim.). 2011. FE26en/2011 Ecosystem services and livelihoods - vulnerability and adaptation to a changing climate. VACCIA Synthesis Report. Finnish environment 26en/2011, Environmental protection. Finnish Environment Institute. 74 s.
- Blenckner, T. 2010. The Impact of Climate Change on Lakes in Northern Europe. Teoksessa: George, G. (toim.). 2010. The Impact of Climate Change on European Lakes. *Aquatic Ecology Series* 2010;4(1-13). Springer Science+Business Media B.V. ISBN 978-90-481-2944-7.
- Britschgi, R. ym. 2009. Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus. Ympäristöopas 2009. Suomen ympäristökeskus.
- Carter, T. R. (toim.) 2007. Suomen kyky sopeutua ilmastonmuutokseen: FINADAPT. Suomen ympäristö 1/2007. Suomen ympäristökeskus.
- Croley, T.E. & Luukkonen, C.L. 2003. Potential Effects of Climate Change on Ground Water in Lansing, Michigan. *Journal of the American Water Resources Association*. 2003;39(1). s.149–163.
- Finnish Consulting Group Planeko Oy. 2008. Vesihuoltoverkostojen nykytila ja saneeraustarve, YVES-tutkimuksen päivitys. Maa- ja metsätalousministeriö. 23 s.
- Forsius, M. ym. 2010. Physical and chemical consequences of artificially deepened thermocline in a small humic lake - a paired whole-lake climate change experiment. *Hydrology and Earth System Sciences* 14/2010. s.2629–2642.
- Gaia Consulting Oy. 2009. VIRIKE - Vesihuollon riskienhallinnan nykytila ja kehittämistarpeet. Vesi- ja viemäri- ja viemäri- ja viemäriyhdistys. 79 s.
- Hahto, M. 2005. Vesihuollon toimintaympäristön tulevaisuus. Luovien muutosten virrassa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 405. Länsi-Suomen ympäristökeskus. 120 s. ISBN 952-11-2089-4.
- Hatva, T., Lapinlampi, T. & Vienonen, S. 2008. YO Kaivon paikka - selvitykset ja tutkimukset kiinteistön kaivon paikan määrittämiseksi. 150 s. ISBN 978-952-11-3188-8 (pdf).
- Hatva, T. 1989. Iron and manganese in groundwater in Finland: Occurrence in glacial fluvial aquifers and removal by biofiltration. Publications of the Water and Environment Research Institute 4/1989. National Board of Waters and the Environment, Finland. 99 s.
- Heino, O., Katko, T. & Takala, A. 2010. Ikääntyvä infra - vesihuollon keskeisin haaste. *Vesitalous* 6/2010. s.22–24. ISSN 0505-3838.
- Heinonen, A. 2004. Vesihuoltolaitosten hallintajärjestelmien kehittäminen. Opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu. Helsingin seudun ympäristöpalvelut. 2011. Juomavesi ja veden laatu. www.hsy.fi > Vesihuolto [12/2011].
- Herrala, M. 2011. Governance of infrastructure networks. Development avenues for the Finnish water and sewage sector. Väitöskirja. Acta Universitatis Ouluensis C 384. Oulun yliopisto, Teknillinen tiedekunta. 194 s. ISBN 978-951-42-9477-8 (pdf).
- Huitu, E., Järvinen, M. & Arvola, L. 2009. Poikkeuksellisen sateisten ja kuivien kesien vaikutus purojen nitraattityppipitoisuuksiin ja kuormituksiin. Teoksessa: Soinne, H. ym. (toim.) 2009. Maaperä muuttuvassa maailmassa. V Maaperätieteiden päivien laajennetut abstraktit. Pro Terra 41/2009. Suomen maaperätieteiden seura & Helsingin yliopisto. s.59–60.
- Ilmatieteen laitos. Ilmasto-opas.fi – ilmastotieto yhdestä osoitteesta. <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastonmuutos> [03/2009].
- Innala, T. & Menonen, J. 2010. HAVERI – Hallintaan vesiriskit. Keinoja vesihuoltolaitosten riskienhallintaan. Hankeraportti. Suomen ympäristöopisto Sykli. 63 s.
- Isomäki, E., Britschgi, R. & Gustafsson, J. ym. 2007. Yhdyskuntien vedenhankinnan tulevaisuuden vaihtoehdot, Suomen Ympäristö 27/2007. Suomen ympäristökeskus.
- Isomäki, E., Valve, M., Kivimäki, A-L. & Lahti, K. 2006. Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta. Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus. 133 s. ISBN 952-11-2531-4 (pdf).
- Jolma, A. ym. 2010. Developing a Decision Support System for Assessing the Impact of Climate Change on Lakes. Teoksessa: George, G. (toim.). 2010. The Impact of Climate Change on European Lakes. *Aquatic Ecology Series* 2010;4(1-13). Springer Science+Business Media B.V. ISBN 978-90-481-2944-7.
- Jyrkama, M. & Sykes, J. 2007. The impact of climate change on spatially varying groundwater recharge in the grand river watershed (Ontario). *Journal of Hydrology*. 2007;338(3-4). s.237–250.

- Järvenpää, M. 2009. Alueellisen vesihuoltolaitoksen perustaminen. Teknillinen korkeakoulu, Vesihuoltotekniikan julkaisu. Espoo, 2009. 55 s. ISBN 978-951-22-9797-9 (pdf).
- Kaatra, K. 2011. Vesihuollon turvaaminen. Teoksessa: Turvallinen Suomi - tietoja Suomen kokonaisturvallisuudesta. Maanpuolustuskorkeakoulu.
- Kaatra, K., Hanski, M. & Hurmeranta, U. ym. 2009. Tulvariskityöryhmän raportti. Maa- ja metsätalousministeriö. 77 s.
- Kinnunen, T. (toim.) 2005. Pohjavesitutkimusopas. Suomen vesiyhdistys.
- Kuismin, L. 2010. Ilmastonmuutoksen vaikutukset viemärointiin ja jätevesien käsittelyyn. Diplomityö. Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, Espoo. 107 s.
- Kulmala, T. 2006. Vesihuolto muuttuvassa toimintaympäristössä. VVY:n monistesarja nro 19. Teoksessa: Järvenpää, M. 2009. Alueellisen vesihuoltolaitoksen perustaminen. Vesihuoltotekniikan julkaisu. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 55 s. ISBN 978-951-22-9797-9 (pdf).
- Kuntaliitto. 2007. Kunnat ja vesihuolto huomisen Suomessa. Kuntaliiton kannanotto. 35 s.
- Kuusisto, E. 2009. Ilmastonmuutos haastaa myös Suomen vesisektorin. Teoksessa: Suomen Vesiyhdistys ry 40 vuotta 1969–2009. 125 s. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Agro-elektro Oy, Maa- ja metsätalousministeriö & Suomen ympäristökeskus. 2005. Kotieläintilojen huoltovarmuus.
- Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. 2009. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Suomessa -esite. www.ymparisto.fi > palvelut ja tuotteet > julkaisut > esitteet [12/2011].
- Muukkonen, E. 2006. Vesihuoltolaitosten organisaatiomuodot ja niiden valinta 1990- ja 2000-luvuilla. Pro gradu-tutkielma. Turun kaupakorkeakoulu, Liiketaloustiede, johtaminen ja organisointi. 88 s.
- Mäenpää, M. & Tolonen S.(toim.). 2011. Kooste vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmista vuoteen 2015. Suomen ympäristö 23/2011. Suomen ympäristökeskus. 118 s.
- Mäkinen, R., Orvomaa, M., Veijalainen, N. & Huttunen, I. 2008. The climate change and groundwater regimes in Finland. Proceedings 11th International Specialized Conference on Watershed & River Basin Management, Budapest, Hungary.
- Mäkinen, R. 2003. Pohjavedet. Ympäristö 5/2003. s. 18–19.
- Nieminen-Sundell, R. (toim.) 2008. Kansallinen ennakoitiverkosto. Ruokamuutos 2030. Sitra. 33 s. ISBN 978-951-563-655-3.
- Nikula, J., Halonen, M. & Lehti, R. 2008. Porvoon kaupungin vesijärjestelmien ilmastonmuutoksen riskien ja sopeutumistoimien arviointi. Gaia Consulting Oy.
- Nöges, P. ym. 2010. The Impact of Variations in the Climate on Seasonal Dynamics of Phytoplankton. Teoksessa: George, G. (toim.). 2010. The Impact of Climate Change on European Lakes. Aquatic Ecology Series 2010;4(1–3). Springer Science+Business Media B.V. ISBN 978-90-481-2944-7.
- Ojala, L., Thunholm, B., Maxe, L., Persson, G. & Bergmark, M. 2007. Kan grundvattenmålet klaras vid ändrade klimutförhållanden? - underlag för analys. SGU, SMHI, Mitt Sverige Vatten.
- Okkonen, J. 2011. Groundwater and its response to climate variability and change in cold snow dominated regions in Finland: methods and estimations. Acta Univ. Oul. C 412. 78 s. ISBN 978-951-42-9701-4 (pdf).
- Onnettomuustutkimuskeskus. 2010. Heinä-elokuun 2010 rajuilmat. Tutkintaselostus S2/2010Y. 158 s.
- Pettersson, K. 2010. The Impact of the Changing Climate on the Supply and Re-Cycling of Phosphorus. Teoksessa: George, G. (toim.). 2010. The Impact of Climate Change on European Lakes. Aquatic Ecology Series 2010;4(1–13). Springer Science+Business Media B.V. ISBN 978-90-481-2944-7.
- Pietilä, P. 2006. Role of Municipalities in Water Services. Väitöskirja. Julkaisu 617. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere, 2006. 146 s. ISBN 952-15-1719-0 (pdf).
- Pirkanmaan ympäristökeskus & Hämeen ympäristökeskus. 2008. Kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma - hyviä suunnittelukäytäntöjä. Ympäristöopas 2008. Pirkanmaan ympäristökeskus. 36 s.
- Puustinen, M. ym. 2007b. Analyysi kuorimituksesta VIHMA-mallin avulla. Käsikirjoitus.
- Raivio, T., Gilbert, Y. & Lonka, H. 2006. Viranomaisten varautuminen rankkasadetulvatilanteisiin: Pelastustoiminnan johtokeskustyöskentelyn ja viranomaisten yhteistoiminnan kehittämistarpeet. 85 s.
- Rakennustietosäätiö. 2006. Talousjätevesien käsittely haja-asutusalueilla. RT-ohjekortti 66-10873. 20 s.
- Rantanen, P., Valve, M. & Etelämäki, L. 2003. Jätevesien lämpötilat Suomessa. Vesitalous 4/2003. s.17–22.
- Santala, E., Vienonen, S. & Lapinlampi, T. 2011. Talvimökin vesihuolto. Ympäristöopas 2011. 102 s. ISBN 978-952-11-3863-8 (nid).
- Scibek, J. & Allen, D.M. 2006a. Modeled impacts of predicted climate change on recharge and groundwater levels. Water Resources Research 2006;42(11). s.1–18.
- Scibek, J. & Allen, D. 2006b. Comparing modeled responses of two high-permeability, unconfined aquifers to predicted climate change. Global and Planetary Change 2006;50(1-2). s.50–62.
- Scibek, J., Allen, D.M., Cannon, A.J. & Whitfield, P.H. 2007. Groundwater - surface water interaction under scenarios of climate change using a high-resolution transient groundwater model. Journal of Hydrology 2007;333(2-4). s.165–181.
- Seppänen, A-M. 2009. Vesilaitoksen riskienkartoitus, Napapiirin Veden kahdeksan vesilaitosta. Opinnäytetyö Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu. 48 s.
- Silander, J. & Järvinen E.A. (toim.) 2004. Vuosien 2002–2003 poikkeuksellisen kuivuuden vaikutukset. Suomen ympäristö 731. Suomen ympäristökeskus. ISBN 952-11-1841-5.
- Silfverberg, P. 2007. Vesihuollon kehittämisen suuntaviivoja. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 20. 39 s. ISBN 978-952-5000-59-7.
- Silfverberg, P. 2008. Vesihuoltolaitoksen tilan itsearviointimittaristo. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 22. Maa- ja metsätalousministeriö, Kuntaliitto ja Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 21 s.
- Solomon, S., Quin, D. & Manning, M. etc. (toim.) 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 996 s.
- YHTEENVETO SUOMEKSI: Ruosteenoja, K. (suom.). 2007. Ilmastonmuutos v. 2007: Luonnontieteellinen perusta - Yhteenvedo päätöksentekijöille. Ensimmäisen työryhmän osuus Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin neljännessä arviointiraportissa. Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneeli (IPCC).
- Soveri, J. 1985. Influence of melt water on the amount and composition of groundwater in quaternary deposits in Finland. Publications of the Water Research Institute, National Board of Waters, Finland, No.63.

- Stricker, A. 2003. Observed and simulated effect of rain events on the behaviour of an activated sludge plant removing nitrogen. *Journal of Environmental Engineering and Science*, vol. 2. no. 6. Teoksessa: Kuusimäki, L. 2010. Ilmastomuutoksen vaikutukset viemäröintiin ja jätevesien käsittelyyn. Diplomityö. Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, Espoo. 107 s.
- Suomen Vesilaitosyhdistys ry. 2010. Vesihuoltolaitosten tunnuslukujärjestelmän raportti 2009. 59 s.
- Suomen ympäristökeskus & maa- ja metsätalousministeriö. 2006. Vesihuollon riskit hallintaan. Vinkkejä oman kaivon tai jätevesijärjestelmän omistajalle. Esite. www.ymparisto.fi > Suomen ympäristökeskus > Julkaisut ja esitteet.
- Suomen ympäristökeskus. 2010. Järvet. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Pintavedet > Vesien tila > Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila [12/2011].
- Suomen ympäristökeskus. 2011a. Suomen järvet. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Pintavedet > Hydrologia ja vesivarat > Suomen vesivarat [12/2011].
- Suomen ympäristökeskus. 2011b. Vesistöjen kuormitus. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Pintavedet [12/2011].
- Thornsen, R. 1990. Effect of Climate Variability and Change in Groundwater in Europe. *Nordic Hydrology*. 1990/21. s.185–194.
- Tiehallinto. 2009. Ilmastomuutoksen vaikutus tiestön hoitoon ja ylläpitoon. Tiehallinnon selvityksiä 8/2009. 80 s.
- Toews, M.W. & Allen, D.M. 2009a. Evaluating different GCMs for predicting spatial recharge in an irrigated arid region. *Journal of Hydrology*. 2009/374(3–4). s.265–281.
- Toews, M.W. & Allen, D.M. 2009b. Simulated response of groundwater to predicted recharge in a semi-arid region using a scenario of modeled climate change. *Environmental Research Letters*. 2009/4(3).
- Vesihuollon erityistilannetyöryhmä. 2005. Vesihuollon erityistilannetyöryhmän loppuraportti. Ehdotukset toimenpiteiksi vesihuollon varautumisen kehittämiseksi. Työryhmämuistio MMM 2005:7. Maa- ja metsätalousministeriö. 102 s.
- Vesihuoltolain tarkistamistyöryhmä. 2010. Vesihuoltolain tarkistamistyöryhmän loppuraportti. Työryhmämuistio MMM 2010:6. Maa- ja metsätalousministeriö. 111 s.
- Vaccaro, J.J. 1992. Sensitivity of Groundwater Recharge Estimates to Climate Variability and Change, Columbia Plateau, Washington. *Journal of geophysical research* 97(D3). s.2821–2833. doi:10.1029/91JD01788.
- Valvira. 2009. Talusveden laadun turvaaminen erityistilanteissa. 48 s.
- Van Roosmalen, L., Christensen, B.S. & Sonnenborg, T.O. 2007. Regional Differences in Climate Change Impacts on Groundwater and Stream Discharge in Denmark. *Vadose Zone Journal*. 2007/6(3). s.554–571.
- Vehviläinen, B. & Huttunen, M. 2002. The Finnish watershed simulation and forecasting system (WSFS). Publication of the 21st conference of Danube countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management, Bucharest, Romania. 2–6.9.2002.
- Vehviläinen, B., Huttunen, M. & Huttunen, I. 2005. Hydrological forecasting and real time monitoring in Finland: The watershed simulation and forecasting system (WSFS). In *Innovation, Advances and Implementation of Flood Forecasting Technology*, conference papers, Tromsø, Norway, 17.–19.10.2005. ISBN 1-898485-13-5.
- Veijalainen, N., Jakkila, J., Nurmi, T., Vehviläinen, B., Marttunen, M. & Aaltonen, J. 2012. Suomen vesivarat ja ilmastomuutos - vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen. WaterAdapt-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 16/2012. Suomen ympäristökeskus. ISBN 978-952-11-4018-1 (PDF)
- Veijalainen, N., Jakkila, J. & Vehviläinen, B. ym. 2009. WaterAdapt: Suomen vesivarat ja ilmastomuutos – vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen. Väliraportti 2009. Suomen ympäristökeskus. 5 s.
- Venäläinen, A., Tuomenvirta H. & Heikinheimo, M. ym. 2001. The impact of climate change on soil frost under snow cover in a forested landscape. *Climate Research* 17. s.63–72.
- Vesihuoltopooli. 2008. Vesihuoltolaitoksen kriisiviestintäohje. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 35 s.
- Vesihuoltopooli. 2011. Opas varavedenjakelun järjestämisestä. Suomen Vesilaitosyhdistys ry. 30 s. ISBN 978-952-5000-75-7.
- Vihavainen, L. 2011. Vesihuoltolaitoksen riskikartoituksen malli. Opinnäytetyö. Talotekniikan koulutusohjelma, Mikkelin ammattikorkeakoulu. 80 s.
- Vikman, H. & Arosilta A. (toim.) 2006. Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen. Ympäristöopas 128. Maa- ja metsätalousministeriö, Huoltovarmuuskeskus ja Suomen ympäristökeskus. 118 s. ISBN 952-11-2176-9 (pdf).
- Wilkinson, W.B. & Cooper, D. M. 1993. The response of idealized aquifer/river systems to climate change. *Hydrol. Sci.J.* 38. s.379–390.
- Yli-Tolppa, H. 2007. Pornaisten seudun alueellisen vesihuollon järjestäminen. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 2/2007. 90 s. ISBN 978-952-11-2674-1 (pdf).
- Ympäristöhallinto. 2003. Veden ominaiskulutus 1970-2001. www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesihuolto > Vesihuoltolaitostilastot [12/2011].
- Ympäristöministeriö. 2011a. Haja-asutuksen jätevedet – Lainsäädäntö ja käytännöt. Ympäristöopas 2011. Ympäristöministeriö. 125 s. ISBN 972-952-11-3945-1 (pdf).
- Ympäristöministeriö. 2011b. Ilmastomuutokseen sopeutuminen ympäristöhallinnon toimialalla. Toimintaohjelman päivitys vuosille 2011-2012. Ympäristöministeriön raportteja 18/2011. 47 s. ISBN 978-952-11-3889-8 (pdf).
- Zacheus, O. 2010. Yhteenveto suurten, EU:lle raportoivien laitosten talusveden valvonnasta ja laadusta vuonna 2009. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Vesi ja terveys – yksikkö. 4 s.

LIITTEET

Liite I

Vesilaitoskyselyyn osallistujat

Taulukko 8. Vesilaitoskyselyyn osallistuneet vesihuoltolaitokset sekä niiden toimialueet, veden toimitusmäärät, käyttäjämäärät ja vedenottamotyypit. Myös kyselyn toteutusajankohta ja haastateltavat henkilöt on esitetty.

Vesihuolto-laitos	Kunnat (jakelun piirissä)	Kuntaliitokset 2000-luvulla	Vesimäärä m ³ /a (verkostoon pumpattu)	Käyttäjämäärä (liittyjämäärä) (**)	Vedenottamot (veden alkuperä)	Haastatteluajankohta ja osallistujat
Kajaanin Vesi-liikelaitos	Kajaani	–	2 455 500	34 650	Pohjavesi	20.10.2010 Käyttöpäällikkö Markku Sutinen, Johtaja Juha Nurminen
Kuhmon Vesi	Kuhmo	–	500 000	6 327	Pohjavesi	21.10.2010 Kunnallistekninen rakennusmestari Minna Jokelainen, Kaupungininsinööri Jari Juntunen, Ympäristöinsinööri Timo Piirainen
Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä	Tuusula, Järvenpää, Kerava, Sipoo	–	8 850 000	118 000	Tekopohjavesi n. 70 % ja pohjavesi	5.4.2011 Toimitusjohtaja Unto Tantt, Käyttöpäällikkö Timo Ranta-Pere
Nurmijärven vesihuoltolaitos	Nurmijärvi	–	1 800 000	32 000	Pohjavesi, mahdollisuus tekopohjaveden tuotantoon	13.4.2011 Käyttöpäällikkö Kimmo Rintamäki
Liikelaitos Kouvolan Vesi	Kouvola	Vuonna 2009 Kouvolaan liittyivät Anjalankoski, Kuusankoski, Valkeala, Jaala ja Elimäki	4 750 000	66 675	Pohjavesi, tekopohjavesi ja pintavesi	5.5.2011 Suunnittelupäällikkö Jarkko Laitinen
Mikkelin Vesilaitos	Mikkeli	Vuonna 2001 Mikkeliin liittyivät Mikkelin mlk ja Anttola, vuonna 2007 Haukivuori	2 920 000	43 000	Tekopohjavesi, pohjavesi ja rantaimetyys	5.5.2011 Vesilaitoksen johtaja Reijo Turkki
Luumäen kunnan vesilaitos	Luumäki	–	230 000	3 850	Pohjavesi	6.5.2011 Kunnanrakennusmestari Juha Inkilä
Haminan Vesi	Hamina	Vuonna 2003 Haminaan liittyi Vehkalahti	2 400 000 (***)	18 000	Tukkuvesiyhtiön tekopohjavesi ja oma pohjavesi	6.5.2011 Toimitusjohtaja Jani Väkevä, Käyttömestari Matti Suurnäkki
Savonlinnan vesi	Savonlinna	Vuonna 2009 Savonlinnaan liittyi Savonranta	1 400 000	25 000	Pintavesi 90%, pohjavesi	9.5.2011 Vesilaitoksen päällikkö/Toimistoinsinööri Jyri Sipinen (*)
Savitaipaleen vesi- ja viemärilaitos	Savitaipale	–	145 000	2 300	Pohjavesi	11.5.2011 Osastopäällikkö Vesa Roiko-Jokela (*)
Laitilan kaupungin vesihuoltolaitos	Laitila	–	474 500	5 795	Pohjavesi	17.5.2011 Työpäällikkö Pekka Askola
Liikelaitos Salon Vesi	Salo	Vuonna 2009 Saloon liittyivät Halikko, Kiikala, Kisko, Kuusjoki, Muurla, Perniö, Pertteli, Suomusjärvi ja Särkisalo	2 700 000	44 000	Pohjavesi	18.5.2011 Toimitusjohtaja Alpo Pauna (*)

Vesihuolto- laitos	Kunnat (jakelun piirissä)	Kuntaliitokset 2000-luvulla	Vesimäärä m ³ /a (verkostoon pumpattu)	Käyttäjämäärä (liittyjämäärä) (**)	Vedenotta- mot (veden alkuperä)	Haastatteluajankohta ja osallistajat
Simon Vesi- huolto Oy	Simo	–	120 000	2 964	Pohjavesi	4.8.2011 Toimitusjohtaja Kauko Määttä (*)
Nurmeksen Vesi	Nurmes	–	500 000	6 800	Pohjavesi	19.8.2011 Vesihuoltopääl- likkö Kari Kananen (*)
Jalasjärven kunnan vesi- huoltolaitos	Jalasjärvi	–	646 517	6 300	Pohjavesi	27.9.2011 Rakennusmes- tari Leena Alaniska
Lakeuden Vesi Oy (Seinäjoen Vesi Oy)	Seinäjoki, Kurikka, Ilmajoki, Jalasjärvi	Vuonna 2005 Peräseinäjoki liittyi Seinäjokeen. Vuonna 2009 Jurva liittyi Kurik- kaan sekä Nurmo ja Ylistaro Seinä- jokeen.	5 200 000		Pohjavesi	27.9.2011 Käyttöpäällikkö Antti Jouppila, Vesi- huoltoinsinööri Johanna Päkkilä
Kauhavan Vesi Oy	Kauhava	Vuonna 2010 Kauhavaan liittyi- vät Korttesjärvi, Alahärmä ja Yli- härmä	939 250	16 550	Pohjavesi, teol- lisuuskäyttöön pintavesi	28.9.2011 Toimitusjohtaja Olli Rintala
Limingan Vesi- huolto Oy	Liminka	Vuonna 2009 Kestilä, Piippola, Pulkkila ja Rantsila liittyivät yhteen → Siikalatva (siellä osa otta- moista)	516 000	7 000	Pohjavesi	29.9.2011 Toimitusjohtaja Markku Komulainen
Liikelaitos Haukiputaan Vesi	Haukipu- das	Vuonna 2013 on tulossa liittyminen Ouluun yhdessä Kiimingin, Yli- lin ja Oulunsalon kanssa	960 000	18 850	Pohjavesi	29.9.2011 Vesihuolto- johtaja Riitta Lindström, Verkostoinsinööri Jukka Sorvisto
Vesikolmio (tukkuvesiyh- tiö)	Nivala, Alavieska, Haapajär- vi, Kalajo- ki, Sievi, Ylivieska	Vuonna 2010 Himanka liittyi Kalajokeen		48 000	Pohjavesi	29.9.2011 Toimitusjohtaja Risto Bergbacka
Jyväskylän Energia Oy	Jyväskylä, Laukaa (Muurame, Uurainen)	Vuonna 2009 Jy- väskylään liittyivät Jyväskylän mlk ja Korpilahti		120 000	Pintavesi, te- kopohjavesi, rantaimetyys ja pohjavesi	30.9.2011 Vesijohtaja Markku Hantunen, Ve- sihuoltopäällikkö Jukka Tyrväinen
Jämsän Vesi- liikelaitos	Jämsä	Vuonna 2001 Kuorevesi liittyi Jämsään. Vuonna 2007 osa Längel- mäestä liitettiin Jämsään (osa Oriveden kau- punktiin). Vuonna 2009 Jämsään liittyi Jämsänkoski.	1 612 320		Pohjavesi ja kalliopohjavesi	30.9.2011 Vesihuoltoinsi- nööri Pekka Karppinen, Verkostomestari Teijo Kilpinen
(*) puhelinhaastattelu (**) tietoja vuosilta 2006–2010 ja eri lähteistä, sisältää epävarmuutta (***) sisältää tukkuvesiyhtiöltä ostettua vettä						

Liite 2

Vesilaitoskyselylomake ilmastonmuutokseen sopeutumisesta

1. Taustatiedot

Vesilaitoksen/vedenottamon nimi:

Sijaintikunta:

Vuosittainen vedenottomäärä vesilaitokselta tai vedenottamolta:

2. Ilmastonmuutoksen vaikutukset

1. Arvioitko ilmastonmuutoksella olevan vaikutusta vedenhankintaan vuoteen 2050 mennessä? *Kyllä/Ei*

2. Mitkä ilmastonmuutoksesta aiheutuvat seuraukset koette merkittävimmiksi:

- a) *Kuivuus* *Kyllä/Ei*
- b) *Tulvat* *Kyllä/Ei*
- c) *Muuttunut maankäyttö, esim. hulevesien lisääntyminen* *Kyllä/Ei*
- d) *Muu Mikä?*

2a. Tulvat ja rankkasateet

1. Sijaitseeko jokin vedenottamonne kaivoista lähellä vesistöä nk. tulvavaara-alueella tai onko vedenottamoalueelle aiemmissä tulvatilanteissa kulkeutunut pintavettä? *Kyllä/Ei*

2. Sijaitseeko jokin vedenottamonne kaivoista paikassa, jossa pintavesien kulkeutuminen kaivoon on mahdollista rankkasateiden yhteydessä ja onko vedenottamokaivoihinne aiemmin kulkeutunut pintavesiä? *Kyllä/Ei*

3. Onko pintaveden kulkeutuminen vaikuttanut vedenottokaivojenne veden laatuun? *Kyllä/Ei*
Miten (keskeiset laatumuutokset)?
Miten veden käsittelytarve on muuttunut?

4. Arvioitko, että vuoteen 2050 mennessä tulvaveden/pintaveden kulkeutuminen vedenottokaivoihinne aiheuttaa ongelmia? *Kyllä/Ei*

5. Miten olette varautunut tulvatilanteisiin (esim. suunnitelmat, tekniset ratkaisut, varavedenottomot, yhdysvesijohdot)?

2b. Kuivuus

1. Onko jokin vedenottamonne kaivoista kärsinyt veden vähyydestä kuivina vuosina (esim. v.2003)? *Kyllä/Ei*

2. Onko kuivuus vaikuttanut vedenottokaivojenne veden laatuun? *Kyllä/Ei*
Miten (keskeiset laatumuutokset)?
Miten veden käsittelytarve on muuttunut?

3. Arvioitko, että tulevaisuudessa pitkät kuivat kaudet aiheuttavat ongelmia veden riittävydelle kaivoissanne? *Kyllä/Ei*

4. Miten olette varautunut kuiviin jaksoihin (esim. suunnitelmat, tekniset ratkaisut, varavedenottomot, yhdysvesijohdot)?

5. Vastaako voimassaoleva vedenottolupa todellisia, hyödynnettävissä olevia vedenottomääriä? *Kyllä/Ei*
Onko lupa liian pieni/suuri?

2c. Myrskyt, ukkoset, äärevät ilman lämpötilat ja lumipeitteen paksuus

1. Ovatko myrskyt tai ukkoset aiheuttaneet ongelmia vedenottamoillanne? *Kyllä/Ei*

2. Ovatko poikkeuksellisen kylmät tai lämpimät olosuhteet aiheuttaneet ongelmia vedenottamoillanne? *Kyllä/Ei*

3. Arvioitko, että tulevaisuudessa myrskyt, ukkoset, äärevät ilman lämpötilat tai muutokset lumipeitteen paksuudessa aiheuttavat ongelmia vedenottamoillanne? *Kyllä/Ei*

2d. Maankäyttö raakaveden muodostumisalueella

1. Onko nykyinen tai aiempi maankäyttö vedenottamoidenne muodostumisalueilla aiheuttanut ongelmia raakavetenne määrälle tai laadulle? *Kyllä/Ei*

2. Ovatko ottamoidenne lähistöllä mahdollisesti sijaitsevat suot aiheuttaneet ongelmia raakavetenne määrälle tai laadulle? *Kyllä/Ei*

3. Ovatko ottamoidenne lähistöllä mahdollisesti sijaitsevat soranottoalueet aiheuttaneet ongelmia raakavetenne määrälle tai laadulle? *Kyllä/Ei*

4. Arvioitko, että lähitulevaisuudessa vedenottamoidenne muodostumisalueilla tapahtuu sellaisia maankäytön muutoksia, jotka aiheuttavat ongelmia pohjaveden määrälle tai laadulle? *Kyllä/Ei*

5. Miten maankäyttöä tulisi mielestänne ohjata vedenottamoidenne muodostumisalueilla (esimerkiksi suunnitelmat, tekniset ratkaisut)?

6. Mitkä ovat mielestänne merkittävimmät pohjavesialueiden maankäyttöön liittyvät haasteet tulevaisuudessa?

7. Onko vesilaitoksellanne riittävästi vaikutusmahdollisuuksia päätettäessä vedenottamoidenne muodostumisalueiden maankäytöstä? *Kyllä/Ei*

2e. Vedenoton vaikutukset maa- ja vesiekosysteemeihin

1. Onko vedenottamoidenne vaikutusalueilla merkittäviä maa- ja vesiekosysteemeitä (esim. Natura-alueet), joihin vedenotto voi vaikuttaa? *Kyllä/Ei*

2. Ovatko merkittävät maa- ja vesiekosysteemit rajoittaneet vedenottoanne? *Kyllä/Ei*

3. Onko vedenotosta aiheutunut haittaa ekosysteemeille? *Kyllä/Ei*

4. Arvioitko vedenotosta aiheutuvan haittaa maa- ja vesiekosysteemeille vuoteen 2050 mennessä? *Kyllä/Ei*

3. Varautuminen poikkeustilanteisiin

1. Onko jokin vedenottamonne ollut pois käytöstä poikkeustilanteen johdosta? *Kyllä/Ei*

2. Onko jonkin vedenottamonne veden käsittelytarve lisääntynyt väliaikaisesti tai pysyvästi poikkeustilanteen johdosta? *Kyllä/Ei*

3. Onko käytössänne varavedenottamo, jos nykyinen vedenottamo joudutaan ottamaan väliaikaisesti tai pysyvästi pois käytöstä? *Kyllä/Ei*

4. Onko vedenottamoillanne varauduttu sähkökatkosiin esim. hälytysjärjestelmien avulla? *Kyllä/Ei*

5. Onko mahdollinen tulvariski tiedossa (yhteistyö ympäristöhallinnon kanssa) ja onko tulviin liittyvää seurantaa järjestetty? *Kyllä/Ei*

6. Seuraatko vedenottamoiden lisäksi niiden lähistöllä:

- pohjaveden korkeutta? *Kyllä/Ei*

- pohjaveden laatua? *Kyllä/Ei*

Kuinka usein määrää ja laatua seurataan?

Kuinka monesta havaintopaikasta määrää ja laatua seurataan?

7. Onko poikkeustilanteita varten laadittu tiedotus-suunnitelma ja onko vastuunjako tiedossa? *Kyllä/Ei*
Miten asiakkaille tiedotetaan veden laadusta poikkeustilanteissa?

8. Tunnetteko vedenottamoidenne vaikutusalueiden geologiset olosuhteet riittävästi, jotta osaatte sopeutua ja tunnistaa ilmastonmuutoksesta aiheutuvat muutokset? *Kyllä/Ei*

4. Vesihuoltovauriot

1. Tiedättekö vesi- ja viemäriverkoston sijainnin pohjavesialueilla? *Kyllä/Ei*

2. Onko vesi- ja viemäriverkostonne paikkatieto-järjestelmissä? *Kyllä/Ei*

3. Onko viemäriverkostossanne tai jätevedenpumppaamoillanne tapahtunut vuotoja pohjavesialueella? *Kyllä/Ei*

4. Pidättekö pohjavesialueilla tapahtuneista viemärihavainnoista kirjaa tai raportoitteko niistä paikalliselle ELY -keskukselle? *Kyllä/Ei*

5. Kuinka monta metriä pohjavesialueilla sijaitseva vesi- viemäriverkostostanne on saneerauksen tarpeessa?

6. Ovatko vuotovedet merkittävä ongelma vesi- ja viemäriverkostollenne? *Kyllä/Ei*

5. Suunnitelmat

1. Onko vesilaitoksellanne tai vedenottamoalueillanne voimassa jokin seuraavista suunnitelmista:

- Pohjavesialueen suojelusuunnitelma *Kyllä/Ei*

- Vesihuollon yleissuunnitelma *Kyllä/Ei*

- Vesilaitoksen valmiussuunnitelma *Kyllä/Ei*

- Water safety plan *Kyllä/Ei*

- Varautumissuunnitelma *Kyllä/Ei*

- Jokin muu

2. Miten näissä suunnitelmissa on huomioitu ilmastomuutoksen vaikutukset vesihuoltoon?

3. Mikä on näkemyksenne eri suunnitelmien merkityksestä vedenhankinnan ja ympäristön kannalta?

6. Rantaimetyys- ja tekopohjavesilaitokset

(Mikäli vedenottamonne on rantaimetyys- tai tekopohjavesilaitos, vastatkaa näihin 6. ryhmän kysymyksiin, kiitos!)

1. Ovatko kuivuus tai runsaat sateet/tulvat aiheuttaneet ongelmia vedenottamokaivonne veden laadulle tai määrälle? *Kyllä/Ei*

Minkälaisia ongelmat ovat olleet?

2. Onko pintavedessä (joka suotautuu rantaimetyyksenä tai joka imeytetään maaperään) esiintynyt merkittäviä määriä sinilevää? *Kyllä/Ei*

Miten sinilevätilannetta seurataan?

3. Arvioitteko, että vedenottamoltanne otettavan veden laatuongelmat lisääntyvät tulevaisuudessa? *Kyllä/Ei*

4. Arvioitteko, että ilmastonmuutoksella on merkittävää vaikutusta raakavesilähteenä käyttämänne veden käyttömahdollisuuksiin ja ominaisuuksiin? *Kyllä/Ei*

Millaisia vaikutukset tulevat olemaan?

7. Lisätutkimustarpeet

1. Arvioitteko, että ilmastonmuutos aiheuttaa lisätutkimustarpeita vedenottamoillanne ja niiden lähiympäristössä? *Kyllä/Ei*

2. Liittyvätkö lisätutkimustarpeet ensisijassa pohjaveden laadun ja määrän seurantaan, vedenkäsittelyyn, hydrogeologisten olosuhteiden selvittämiseen vai suunnitelmien laatimiseen (suojelusuunnitelmat tms.)?

3. Mitä muuta huomioitavaa lisätutkimustarpeisiin liittyy?

Liite 3

Asiantuntijatyöpajan osallistujat

Anna-Maria Hokajärvi	<i>Terveyden ja hyvinvoinnin laitos</i>
Jaakko Sierla	<i>Maa- ja metsätalousministeriö</i>
Jaana Vaitomaa	<i>Valvira</i>
Jorma Kaloinen	<i>Ympäristöministeriö</i>
Jukka Saarijärvi	<i>Helsingin seudun ympäristöpalvelut</i>
Kaija Joensuu	<i>Pirkanmaan ELY-keskus</i>
Kirsi Rontu	<i>Suomen Kuntaliitto</i>
Laura Kuismin	<i>Aalto-yliopisto</i>
Leena Sänkiaho	<i>Aalto-yliopisto</i>
Maria Stjerna	<i>Kuopion Vesi</i>
Mikko Halonen	<i>Gaia Group</i>
Osmo Seppälä	<i>Suomen Vesilaitosyhdistys ry.</i>
Outi Zacheus	<i>Terveyden ja hyvinvoinnin laitos</i>
Pirjo Rantanen	<i>Aalto-yliopisto</i>
Pirkko Öhberg	<i>Pöyry Oy</i>
Riku Vahala	<i>Aalto-yliopisto</i>
Saijariina Toivikko	<i>Suomen Vesilaitosyhdistys ry.</i>
Timo Kinnunen	<i>Uudenmaan ELY-keskus</i>

Lisäksi Suomen ympäristökeskuksesta

Erkki Santala
Jari Rintala
Juhani Gustafsson
Lauri Etelämäki
Markku Maunula
Mirjam Orvomaa
Ritva Britschgi
Tuulikki Suokko

Liite 4

Rantaimetykslaitosselvityksen tulokset

Taulukko 9. Rantaimetykslaitokset. Tulokset on jaoteltu laitoksiin, joissa rantaimetyksistä tapahtuu sekä laitoksiin, joissa se on mahdollista esimerkiksi tulvan aikana, korkean meri- tai järvivedenpinnan aikana, meriveden imeytymisen tai tyrskyvaikutuksen vuoksi.

Rantaimetyksistä tapahtuu ELY-kyselyiden perusteella vuonna 2009					Rantaimetyksistä tapahtuu ELY-kyselyiden perusteella vuonna 2009				
ELY	pohjavesialue		Kyllä	Mahd.	ELY	pohjavesialue		Kyllä	Mahd.
UUD	0107801	Hanko		I	HAM	0440101	Linnamäki	I	
UUD	0107802	Sandö-Grönvik		I	HAM	0440102	Kaunisniemi	I	
UUD	0125702	Veikkola	I		HAM	0440103	Työlaitoksenharju	I	
UUD	0125716	Vitträsk	I		HAM	0440129	Rusthollinkangas	I	
UUD	0125718	Hvitträsk	I		HAM	0453251	Villähde		I
UUD	0150402 B	Orrmossmalmen	I		HAM	0453252 A	Nastoharju - Uusikylä		I
UUD	0150404	Malmi	I		HAM	0457601	Kullasvuori	I	
UUD	0150405	Uusisilta	I		HAM	0457618	Arrakoski	I	
UUD	0150551	Levanto -Vasaraisennummi		I	HAM	0469254	Isojoki Renkola		I
UUD	0154306	Nukari		I	HAM	0469451	Herajoki		I
UUD	0158502	Isnäs		I	HAM	0483401	Kaukolannummi	I	
UUD	0158503	Koskenkylä	I		HAM	0483403	Syrjänharju	I	
UUD	0161251 A	Porvoo	I		HAM	0483409	Ruostejärvi	I	
UUD	0161301	Saksanniemi	I		HAM	0483419	Pätinkiharju	I	
UUD	0161303	Böle	I		HAM	0485503	Kanalanharju	I	
UUD	0161304	Sannäs		I	HAM	0608801	Hevossaari I	I	
UUD	0161352	Kerkkoo	I		HAM	0678101	Otamo	I	
UUD	0185803	Rusutjärvi	I		HAM	0678102	Kuokanmäki	I	
UUD	0185851	Jäniksenlinna		I	PIR	0210802	Enonlähde		I
UUD	0185852	Santakoski		I	PIR	0214302	Heinistö	I	
VAR	0205001	Kauttua	I		PIR	0241104	Raikku	I	
VAR	0225205	Kruusila		I	PIR	0258101	Vuorijärvi	I	
VAR	0250303	Motelli		I	PIR	0291201 A	Houhajärvi		I
VAR	0253302	Vikom		I	PIR	0291201 B	Houhajärvi	I	
VAR	0253701	Matalakangas	I		PIR	0293252	Vilpee		I
VAR	0263151	Rohdainen (Roppe)	I		PIR	0298801 B	Kinnala		I
HAM	0101501	Kirkonmäki	I		PIR	0421102	Riku	I	
HAM	0401601	Aurinkovuori	I		PIR	0441801	Lempäälä - Mäyhäjärvi		I
HAM	0406101	Vieremä (Linikkalan vo)	I		PIR	0470203	Kauttu	I	
HAM	0408301	Vuorenselänharju	I		PIR	0470204	Visuvesi		I
HAM	0408351	Ruskeanmullanharju	I		PIR	0483701	Aakkulanharju	I	
HAM	0409813	Siikaniemi	I		PIR	0483702 A,B	Epilänharju - Villilä	I	
HAM	0409852	Salpakangas	I		PIR	0493304	Loilanniemi	I	
HAM	0410901	Hattelmalanharju	I		KAS	0515301	Teppanala		I
HAM	0416954 A,B	Särkilampi	I		KAS	0515351	Vesioronkangas	I	
HAM	0421002	Kutila	I		KAS	0544102	Laukuslahti	I	
HAM	0428351	Ilola-Kukkolanharju	I		KAS	0544103	Kaunistranta	I	
HAM	0439801	Lahti	I		KAS	0544104	Uro	I	
					KAS	0544112	Rantsilanmäki	I	

Rantaimetytystä tapahtuu ELY-kyselyiden perusteella vuonna 2009				
ELY	pohjavesialue		Kyllä	Mahd.
KAS	0558001 A	Likolampi	I	
KAS	0562405	Kaunissaari		I
KAS	0568902 A	Tulilampi	I	
KAS	0570001	Lampsiinlampi	I	
KAS	0577501	Suomenniemi	I	
KAS	0583112	Ampumaradankangas		I
KAS	0590905	Jokela	I	
KAS	0590935	Okanniemi		I
ESA	0609701	Rehniönniemi	I	
ESA	0617101	Kotkatharju		I
ESA	0617802	Rapionkangas	I	
ESA	0618401	Hiidenlampi	I	
ESA	0621301	Syvälähti	I	
ESA	0624601	Kokkomäki		I
ESA	0624603	Keplakko	I	
ESA	0649101	Hanhikangas	I	
ESA	0649201	Porrassalmi	I	
ESA	0650701	Majalampi	I	
ESA	0650719	Luuminniemi	I	
ESA	0658801	Pertunmaa kk		I
ESA	0658802	Kuortti		I
ESA	0659403	Partaharju		I
ESA	0661802	Kuikonniemi		I
ESA	0661803	Punkasalmi	I	
ESA	0662301	Kitulanniemi		I
ESA	0662303	Kataasaari	I	
ESA	0668102	Kupiala		I
ESA	0669601	Hartikkala	I	
ESA	0674101	Ryttyniemi		I
ESA	0676801	Vilkaharju		I
ESA	0676802	Rauhaniemi		I
POS	0621201	Itkonsaari		I
POS	0817406	Valkeisenkangas		I
POS	0817407	Rajasalmi		I
POS	0823901	Maaherranniemi		I
POS	0829703	Reposaari	I	
POS	0829704	Hietasalo (Itkonniemi)	I	
POS	0829705	Jänneniemi	I	
POS	0847601	Keskisaari		I
POS	0868604	Korpjärvi		I
POS	0868609	Vaajasalmi		I
POS	0868703	Rouskun - Valkeinen		I
POS	0868722	Metsäkartano		I
POS	0874903	Jälänniemi		I
POS	0876201	Matilanniemi - Kirkonkylä		I

Rantaimetytystä tapahtuu ELY-kyselyiden perusteella vuonna 2009				
ELY	pohjavesialue		Kyllä	Mahd.
POS	0885703	Tuusniemi		I
POS	0885706	Kiukoonniemi		I
POS	0885712	Ihalankangas		I
POS	0891901	Ritokangas		I
POS	0892501	Myllyjärvi		I
POS	09840201	Honkaniemi		I
POK	07146001	Putkela		I
POK	07146009	Hevonharju		I
POK	0726003	Kirkonkylä		I
POK	0727655	Lykynlampi		I
POK	0742201	Kokkokangas		I
POK	0742209	Merilänranta		I
POK	0742211	Vuonisolahti		I
POK	0754103	Köntsämäki		I
POK	0770712	Vuoniemi-Sintsi		I
POK	0791103	Nuulikoski		I
KES	0429951	Heräkangas - Paloharju		I
KES	0917201	Kaislaranta		I
KES	0917902	Säynätsalo		I
KES	0918001	Kirri	I	
KES	0918002	Keski-Palokka	I	
KES	0918052	Köntyskangas	I	
KES	0921601	Nuottaniemi		I
KES	0924905	Kaleton	I	
KES	0924907	Pajulampi	I	
KES	0924908	Lomahotelli		I
KES	0926501	Tervaniemi		I
KES	0927502	Suokkionniemi	I	
KES	0929101	Myllykäinen	I	
KES	0941001	Laukaa	I	
KES	0941002	Taalanmäki	I	
KES	0941551	Harjunkangas	I	
KES	0949501	Kirkkoranta	I	
KES	0950001	Muuratharju	I	
KES	0950002	Kinkomaa	I	
KES	0959203	Kaivanto		I
KES	0972902	Ahvenlampi	I	
KES	0977401	Mutapohja	I	
KES	0985006	Jurvonharju	I	
KES	0989201	Salmi-Kuukka		I
KES	0993106	Kokkolanniemi	I	
KES	0999202	Kovalanniemi	I	
KES	0999204	Huutoniemi	I	
KES	0999207	Pohjoishiekka		I
EPO	0877801	Säläsjärvi		I
EPO	1000507	Menkijärvi		I
EPO	1001003	Pyylampi	I	

Rantaimeytystä tapahtuu ELY-kyselyiden perusteella vuonna 2009				
ELY	pohjavesialue		Kyllä	Mahd.
EPO	I005202	Tuuliniemi	I	
EPO	I016402	Mustakangas	I	
EPO	I028805	Seljesåsen A	I	
EPO	I040306	Käyriäisjärvi	I	
EPO	I040851	Hirvikangas	I	
EPO	I047501	Strömsören	I	
EPO	I047503	Trutören	I	
EPO	I049903	Björkby	I	
EPO	I054401	Sikaharju		I
EPO	I059801	Bredskär		I
EPO	I084903	Kotojärvi	I	
EPO	I086301	Ukkokangas		I
EPO	I098902	Nousunlahti	I	
EPO	I098903	Sileäkangas		I
EPO	I028001 A,B	Bovikssanden	I	
EPO	I030051 A	Lappakangas A	I	
EPO	I030051 B	Lappakangas B		I
EPO	I054552 A,B	Kankaanmäki-Perälä		I
EPO	I098904 A	Peränne A	I	
POP	I169103	Köyhänjärvi		I
POP	I1292005	Haarakoski	I	

Rantaimeytystä tapahtuu ELY-kyselyiden perusteella vuonna 2009				
ELY	pohjavesialue		Kyllä	Mahd.
POP	I1305103	Viipusjärvi	I	
POP	I1305106	Kuusinki		I
POP	I1305107	Mäntyniemi		I
POP	I1305109	Lahdenperä		I
POP	I1317001	Vitikankoski	I	
POP	I1615102	Törrönkangas	I	
POP	I1973004	Kiviharju		I
POP	I1832022 B	Kurtti	I	
KAI	I120501	Matinmäki -Mustikkamäki		I
KAI	I129001	Mammankaivo		I
KAI	I129002	Tönölä	I	
KAI	I177702	Hietasärkät		I
KAI	I194002	Kuusiranta		I
KAI	I177701 A,B	Haverissärkät -Nuolisärkät	I	
LAP	I2148102	Vuopajanniemi	I	
LAP	I269802	Kolpene	I	
LAP	I2732102	Hangasselkä S		I
LAP	I2758103 A	Kyläjärvenharju		I

Uudenmaan ELY-keskus (UUD)

UUDin alueella on yksi varsinainen rantaimeytyslaitos (Veikkola Kirkkonummella). Kymmenellä laitoksella tapahtuu rantaimeytymistä, joka vaikuttaa veden laatuun. Muilla taulukossa mainituilla UUDin alueen laitoksilla rantaimeytyminen on mahdollista esimerkiksi vesistön vedenpinnan ollessa korkealla. Näitä laitoksia ei ole tarkemmin tutkittu. Neljällä laitoksella on todettu tulvavaara.

Tekopohjavesilaitoksia UUDin alueella on neljä, joista kahdella on mahdollisuus rantaimeytymiseen vesistön vedenpinnan ollessa korkealla tai tulvan aikaan. Yhdellä laitoksella rantaimeytyminen on estetty pumppausjärjestelyin ja yhdellä laitoksella rantaimeytymistä ei tapahdu. Porvoon tekopohjavesilaitokset ovat riippuvaisia jokivedestä. Jos sitä ei ole riittävästi, tulee tekopohjaveden muodostamisessa raakaveden puutteen takia vaikeuksia. Porvoon laitoksilla on käynnissä monenlaisia toimenpiteitä kuiviin kausiin ja tulviin varautumiseksi.

Kolmelta vedenottamolta UUDin alueelta saadaan pohjavesimuodostuman antoisuutta suurempi määrä vettä (Malmi, Uusisilta ja Ormosmalmen Myrskylässä). Muilla ottamoilla arvio rantaimeytymisestä perustuu veden laadun muutoksiin. Porvoon Vesi, Tuusulan seudun vesilaitos, Mäntsälän Vesi ja Hangon vesilaitos ovat ottaneet ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioon ja ryhtyneet toimenpiteisiin.

Varsinais-Suomen ELY-keskus (VAR)

VARin alueella on yksi rantaimeytyslaitos (Kauttua). Kahdella muulla laitoksella tapahtuu todetusti rantaimeytymistä (Rohdainen Matalakankaalla). Neljällä laitoksella on mahdollisuus rantaimeytymiseen, mutta asiaa ei ole tutkittu. Muilla laitoksilla ei tapahdu rantaimeytymistä, mutta niillä saattaa esiintyä tulvavaaraa. Arviot rantaimeytymisestä perustuvat vedenlaadun muutoksiin.

Hämeen ELY-keskus (HAM)

HAMin alueella rantaimetyymistä tapahtuu 26 laitoksella, joista yksi on varsinainen rantaimetyytyslaitos (Siikaniemi Hollolassa). Lisäksi kolmella laitoksella saattaa tapahtua rantaimetyymistä normaalioloissa. Tulvan aikana rantaimetyymistä saattaa tapahtua yhdellä laitoksella (Herajoki Riihimäellä). Tekopohjavesilaitoksia alueella on kolme, joista yhdellä tapahtuu todetusti rantaimetyymistä.

Pirkanmaan ELY-keskus (PIR)

PIRin alueella rantaimetyymistä tapahtuu yhdeksällä laitoksella. Kuudella laitoksella rantaimetyyminen on mahdollista suurella vedenotolla, mutta nykyisellä otolla sitä ei tapahdu. Kolmella laitoksella on tulvariskiongelmia, ja yhdellä lisäksi leväongelmia. Maatilanharjun tekopohjavesilaitoksella tapahtuu rantaimetyymistä kaivoimetyymyksen lisäksi. Laitoksilla on yleensä useampi ottamo ja laitokset ovat verkostoituneet. Rauta- ja mangaaniongelmat ovat alueella yleisiä.

Kaakkois-Suomen ELY-keskus (KAS)

KASin alueella 11 laitoksella tapahtuu rantaimetyymistä. Näistä viisi on hyvin pieniä laitoksia ja niiden merkitys on vähäinen. Kahdella laitoksella rantaimetyyminen on mahdollista. Joillakin laitoksilla on leväongelmia. Kuivien tai liian sateisten kausien vuoksi KASin alueella ei ole ollut ongelmia. Varavedenottamoja alueelle ei ole suunnitteilla. Joillakin alueilla, kuten Luumäellä, on laajennettu kunnallistekniikkaa ja pyritty suurempiin kokonaisuuksiin vedenotossa.

Utin tekopohjavesilaitoksella tapahtuu rantaimetyymistä. Huhtiniemen tekopohjavesilaitoksella esiintyy leväongelmia ja siksi raakavesi väli-imeytetään ensin saassa ja johdetaan vasta sitten ottamolle allasimetyymykseen. Jonkin verran on myös sadetusimetyymystä. Hanhikemпин tekopohjavesilaitos on yksinomaan Nordkalk Oy:n käytössä. Laitoksella ei ole ongelmia vesimäärän suhteen, mutta leväongelmia esiintyy joskus. Vedenlaatu on heikko, mutta täyttää tehtaan käyttövedelle asettamat kriteerit.

Etelä-Savon ELY-keskus (ESA)

ESAn alueella rantaimetyymistä tapahtuu 12 ottamolla ja se on mahdollista 11 ottamolla. Muutamilla ottamoilla on rautaongelmia. Tekopohjavesilaitoksia alueella on viisi ja näistä yhdellä veden riittävyys raakavesilähteestä saattaa olla kuivina kausina ongelma. Vesilaitokset eivät tiittävästi ole sopeutuneet ilmastonmuutoksen vaikutuksiin tai tehneet selvityksiä niihin liittyen.

Pohjois-Savon ELY-keskus (POS)

POSin alueella on kolme puhtaasti rantaimetyymykseen perustuvaa pohjavedenottamo (Hietasalo, Reposaari ja Jänneniemi Kuopiossa). Rantaimetyyminen on mahdollista 18 laitoksella, mutta asiaa ei ole tutkittu. POSin tiedossa ei ole tutkimuksia, joita vesilaitokset olisivat tehneet ilmastonmuutoksen vaikutuksia ajatellen. POS toteutti 2009 selvityksen "Ilmastonmuutoksen aiheuttamien tulvariskien alustava kartoitus ja vaikutukset vedenottamoille Pohjois-Savossa". Tulvariskikartoituksen avulla määritettiin 100 metrin etäisyydelle vesistöä 36 vedenottamo, joista 17 sijoittui enintään 30 metrin etäisyydelle. Vedenottamoiden tulvariski arvioitiin suureksi 16 vedenottamolla, mikä on 44 % kaikista vesistön läheisistä vedenottamoista ja 15 % Pohjois-Savon kaikista yli 10 m³/d vettä ottavista vedenottamoista.

Pohjois-Karjalan ELY-keskus (POK)

POKin alueella ei ole varsinaisia rantaimetyytyslaitoksia. Rantaimetyymistä saattaa tapahtua satunnaisesti joissakin kohteissa, mutta hyvin pienessä mittakaavassa, jotta sillä olisi vaikutusta vedenottoon.

Keski-Suomen ELY-keskus (KES)

KESin alueella rantaimetyymistä tapahtuu tutkitusti 21 laitoksella ja yhdeksällä muulla se on mahdollista. Loppuilla laitoksilla rantaimetyymistä ei tapahdu tai se on hyvin epätodennäköistä. ELY-keskuksessa

ei ole dokumentoitua tietoa pohjaveden määrä- tai laatuongelmista, tai vesilaitosten varautumisesta ilmastonmuutoksen vaikutuksiin.

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus (EPO)

EPO:n alueella ei ole varsinaisia rantaimetyslaitoksia. Rantaimetyymistä tapahtuu 14 laitoksella ja yhdeksällä se on mahdollista. Rannikon pienillä laitoksilla on usein ongelmia kuivina tai kosteina kausina. Bakteriongelmaa esiintyy rankkasateiden jälkeen.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (POP)

POP:n alueella tapahtuu rantaimetyymistä viidellä laitoksella. Tämän lisäksi rantaimetyyminen on mahdollista viidellä muulla laitoksella, jos vedenotto on suurempaa kuin normaalisti. Vesilaitokset eivät ole varautuneet ilmastonmuutokseen.

Kainuun ELY-keskus (KAI)

KAI:n alueella rantaimetyymistä tapahtuu kahdella laitoksella ja se on mahdollista neljällä muulla. Yhdellä laitoksella kuivuus on aiheuttanut ongelmia veden saannissa, ja tulvasta johtuvia ongelmia on ollut yhdellä laitoksella. Rautaongelmaa on esiintynyt lisäksi yhdellä laitoksella. Vesilaitokset eivät ole varautuneet ilmastonmuutokseen.

Lapin ELY-keskus (LAP)

LAP:n alueella ei ole varsinaisia rantaimetyylaitoksia. Kahdella laitoksella rantaimetyymistä tapahtuu ja kahdella se on mahdollista, mutta se tapahtuu hyvin pienessä mittakaavassa ja pääasiassa vedenpinnan vaihtelujen yhteydessä. Vesilaitokset eivät ole varautuneet ilmastonmuutoksen vaikutuksiin.

Kolpeneen vedenottamo Rovaniemellä on toiminut aikaisemmin varsinaisena rantaimetyylaitoksena. Ottamon toiminta on käytännössä kokonaan loppunut, ja se toimii toistaiseksi varavedenottamona. Ottamolta voidaan ottaa vettä hyvin pieniä määriä, mutta rantaimetyymistä ei enää tapahdu.

KUVAILULEHTI

<i>Julkaisija</i>	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			<i>Julkaisu-aika</i> Elokuu 2012
<i>Tekijä(t)</i>	Sanna Vienonen, Jari Rintala, Mirjam Orvomaa, Erkki Santala ja Markku Maunula			
<i>Julkaisun nimi</i>	Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Suomen ympäristö 24 / 2012			
<i>Julkaisun teema</i>	Luonnonvarat			
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>	Julkaisu on saatavana myös internetissä: www.ymparisto.fi/julkaisut			
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ilmastonmuutoksen vaikutuksia vesihuollossa sekä keinoja sopeutua muutoksiin. Tutkimus tehtiin pääosin kirjallisuusselvityksenä. Lisäksi kuultiin noin 50 vesihuollon asiantuntijaa. Kirjallisuuden perusteella tarkasteltiin myös eri ilmastoskenaarioissa ja -malleissa esitettyjä arvioita raakavesivarastojen määrässä ja laadussa tapahtuvista muutoksista.</p> <p>Ilmastonmuutoksen vaikutukset vesihuoltoon voivat olla joko haitallisia tai myönteisiä, suoria tai välillisiä, ja niiden arviointiin liittyy monia epävarmuustekijöitä. Suurimmat vaikutukset aiheutuvat äärevien sääilmiöiden kuten pitkien kuivuusjaksojen, rankkasateiden ja myrskyjen yleistymisestä. Myrskyjen seurauksena sähkökatkokset vesihuoltolaitoksilla lisääntyvät, mikä vaikeuttaa veden käsittelyä ja johtamista. Vesistöjen pinnannousun ja tulvien seurauksena pintavesiä voi kulkeutua pohjavesimuodostumiin ja vedenottamoille, ja jätevesipumppaamojen ylivuotoriski kasvaa. Pitkät kuivuusjaksot voivat aiheuttaa ongelmia lähinnä pienten raakavesilähteiden vedenlaadulle ja riittävyydelle. Ilmastonmuutoksella on vaikutuksensa myös maankäyttöön, josta voi paikoin muodostua yhä merkittävämpi riski raakavesilähteille.</p> <p>Keskeisimpiä ilmastonmuutokseen sopeutumisen keinoja vesihuollossa ovat vedenottokeinojen sijoittaminen antoisuudeltaan otollisimpiin paikkoihin tulvariskialueiden ulkopuolelle, jäteveden pumppaamojen sijoittaminen pohjavesialueiden ja tulvariskialueiden ulkopuolelle, vedenkäsittelyvalmiuden parantaminen niin normaali- kuin erityistilanteissa, pienten pohjavesimuodostumien antoisuuden selvittäminen sekä vesihuoltolaitosten varavesi- ja varavoimalähteiden turvaaminen. Lisäksi suunnitelmilla, vesihuoltolaitosten välisellä yhteistyöllä, maankäytön ohjauksella sekä tietojärjestelmien ja mallinnusten hyödyntämisellä voidaan tehostaa vesihuoltolaitosten sopeutumista ilmastonmuutokseen.</p>			
<i>Asiasanat</i>	vesihuolto, vesivarat, pohjavesi, ilmastonmuutos, vesistömallit, skenaariot, haastattelut, myrskyt, tulvat, kuivuus, sopeutuminen			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	Maa- ja metsätalousministeriö			
	ISBN 978-952-11-4045-7 (nid.)	ISBN 978-952-11-4046-4 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkoy.)
	<i>Sivuja</i> 86	<i>Kieli</i> Suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> Julkinen	<i>Hinta (sis. alv 8 %)</i> –
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>				
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Suomen ympäristökeskus (SYKE) PL 140, 00251 HELSINKI Puh. 020 610 123 Sähköposti: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.ymparisto.fi/syke			
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Edita Prima Oy, Helsinki 2012			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			Datum Augusti 2012
Författare	Sanna Vienonen, Jari Rintala, Mirjam Orvomaa, Erkki Santala och Markku Maunula			
Publikationens titel	Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa (Klimatförändringens effekter och anpassningsmetoder i vattenförsörjning)			
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 24 / 2012			
Publikationens tema	Naturtillgångar			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig också på internet: www.ymparisto.fi/julkaisut (på finska)			
Sammandrag	<p>Undersökningens mål var att utreda klimatförändringens effekter och anpassningsmetoder i vattenförsörjning. Utredningen är främst baserad på litteraturforskning och intervjuer med cirka 50 vattenförsörjnings experter. Med hjälp av litteraturforskningen undersöktes diverse klimatscenariers och -modellens uppskattningar om kvalitet och kvantitet förändringar i vattenmagasinen.</p> <p>Klimatförändringens effekter på vattenförsörjning kan vara antingen negativa eller positiva, indirekta eller direkta, och uppskattningarna om påverkningarna har många osäkerhetsfaktorer. Största effekterna orsakas av mer frekventa extrema väderfenomen som långa torrhets perioder, ösregn och stormar. Stormarna orsakar att elavbrott blir allmännare, vilket försvårar behandling och avledning av vatten i vattenförsörjningsverken. Stigande vattenstånd och översvämningar kan förorsaka att ytvatten rinner till grundvattenformationer eller vattentäkter, och öka risken av överströmning i avloppsverkens pumpstationer. Långa perioder av torka kan orsaka otillräcklighet av råvatten samt försämra kvaliteten av råvattnet i vattentäkter som är belägna i små grundvattenformationer. Klimatförändringen påverkar också markanvändning vilket kan orsaka avsevärda risker för råvattenkällorna.</p> <p>Centrala anpassningsmetoder i vattenförsörjning är att placera vattentäkter i formationer som har stor vattenavgivningskapacitet och utanför riskområden för översvämningar. Även avloppsverkens pumpstationer bör placeras utanför grundvattenområden och riskområden för översvämningar. Dessutom måste man öka beredskapen att behandla större kapaciteter vatten vid normalt läge och i specialförhållanden. Andra viktiga anpassningsmetoder inkluderar följande åtgärder: utreda avgivningskapaciteten av små grundvattenformationer, skydda vattenförsörjningsverkens tillgång till reservvatten samt reservbatterier, sammansätta beredskapsplan i alla storleks verk, förbättra samarbetet mellan vattenförsörjningsverken, ange grundliga anvisningar för markanvändning och vidare utveckla och utnyttja datasystem och modeller.</p>			
Nyckelord	vatten och avlopp, vattenresurser, grundvatten, klimatförändring, vattendragsmodeller, scenario, intervjuer, stormar, översvämningar, torrhet, anpassning			
Finansiär/ uppdragsgivare	Jord- och skogsbruksministeriet			
	ISBN 978-952-11-4045-7 (hft.)	ISBN 978-952-11-4046-4 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 86	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) –
Beställningar/ distribution				
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE) PB 140, 00251 Helsingfors Tfn. +358 20 610 123 Epost: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.miljo.fi/syke			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2012			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			<i>Date</i> August 2012
<i>Author(s)</i>	Sanna Vienonen, Jari Rintala, Mirjam Orvomaa, Erkki Santala and Markku Maunula			
<i>Title of publication</i>	Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa (Climate change impacts and the adaptation measures in the Finnish water services)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 24 / 2012			
<i>Theme of publication</i>	Natural Resources			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
<i>Abstract</i>	<p>The impacts of climate change on water services and possible adaptation measures were surveyed in this research. The research is primarily based on literary research and on approximately 50 interviews with water service experts. The different climate change scenarios assessments on the changes in the quality and quantity of untreated water resources were reviewed based on the literary research.</p> <p>The climate change impacts on water services can either be positive or negative, direct or indirect, and the assessments of the impacts include many uncertainty factors. Substantial effects are caused by more frequent extreme weather events such as prolonged droughts, storms, heavy rainfall, and floods. Storm blackouts will impede water treatment and conveying at water works and wastewater facilities. Flooding and heavy rainfall-discharge can lead to surface water flowing directly into intake wells jeopardizing the water quality or causing wastewater overflow discharge at wastewater pumps. Prolonged droughts may cause water depletion and quality problems at water works situated in smaller groundwater bodies. Future changes in land use, due to the changing climate, may cause a more significant risk to water services.</p> <p>Essential adaptation measures include positioning intake wells in groundwater bodies with favorable water yields and outside of flood risk areas as well as positioning wastewater facilities, especially pumps, outside of groundwater areas and flood risk areas. Adequate control and treatment facilities including disinfection systems as well as standby batteries should be installed at water intake plants. The water yield of small groundwater bodies should be evaluated in the perspective of prolonged droughts. Important adaptation measures also include the following precautionary means: drawing up preparedness plans, improving co-operation between water works, compiling thorough guidelines on land use, and further developing and utilization of databases and models.</p>			
<i>Keywords</i>	water supply and sewerage, water resources, groundwater, climate change, water models, scenarios, interviews, storms, floods, drought, adapting			
<i>Financier/ commissioner</i>	Ministry of Agriculture and Forestry			
	ISBN 978-952-11-4045-7 (pbk.)	ISBN 978-952-11-4046-4 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>No. of pages</i> 86	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i> –
<i>For sale at/ distributor</i>				
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE) P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Tel. +358 20 610 123, fax +358 20 490 2190 Email: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.environment.fi/syke			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd, Helsinki 2012			

Suomessa on ollut 2000-luvulla useita myrskyistä, rankkasateista ja kuivuudesta johtuvia merkittäviä häiriötilanteita vesihuollossa. Ilmastomuutoksen seurauksena äärevät ilmasto-olosuhteet yleistyvät, mikä lisää haasteita vesihuollolle.

Ilmastomuutoksen vaikutukset vesihuoltoon voivat olla joko haitallisia tai myönteisiä, suoria tai välillisiä, ja vaikutusten suuruuden arviointiin liittyy monia epävarmuustekijöitä. Haitallisia vaikutuksia aiheutuu esimerkiksi myrskyjen ja ukkosten aiheuttamista sähkökatkoksista vesihuoltolaitoksilla, minkä seurauksena veden käsittely ja johtaminen voivat keskeytyä. Tulvien seurauksena pintavesiä voi kulkeutua pohjavesimuodostumiin ja vedenottamoille, ja vedenlaatu saattaa siten heikentyä. Tulvat voivat aiheuttaa myös jäteveden pumppaamoiden ylivuotoja. Pitkien kuivuusjaksojen aikana veden riittävyyden ja laadun turvaamisesta voi tulla haasteellista. Ilmastomuutoksen vaikutuksiin vesihuoltolaitoksilla voidaan sopeutua muun muassa erilaisilla suunnitelmilla, erityistilanteissa toimimista harjoittelemalla ja teknistä varustelutasoa nostamalla.

Raportissa tarkastellaan ilmastomuutoksen vaikutuksia ja sopeutumistarpeita niin vesihuoltolaitoksilla kuin haja-asutuksen vesihuollossa. Lisäksi tarkastellaan keinoja sopeutua ilmastomuutokseen.



ISBN 978-952-11-4045-7 (nid.)

ISBN 978-952-11-4046-4 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkoj.)