

Tarja Pitkänen, Marjo Niittynen, Ruska Rimhanen-Finne ja Ilkka T. Miettinen

Vesivälitteiset infektiot ja niiden torjuntamahdollisuudet Suomessa

Valtaosa Suomessa havaituista vesiepidemioista on aiheutunut pohjavedenottamoiden vedestä. Vuodesta 1998 alkaen epidemiaselvityksiä on tehty yhteensä yli sata, ja vesivälitteisiä infektioita ovat aiheuttaneet pääasiassa norovirukset ja kampylobakteerit. Yleistyvät putkirikot uhkaavat Suomen vesiturvallisuutta jatkossa, ellei verkostosaneerausten määrää saada lisättyä. Osa vesiepidemiaepäilyistä on uimarantaveden aiheuttamia. Niiden selvittämisessä voi auttaa uusi työkalu, ulosteperäisten saastelähteiden jäljitys. Tosin hellekesinä infektioita voivat aiheuttaa myös merenrantavesissä luontaisesti kasvavat *Vibrio*-suvun bakteerit. Vesivälitteisiä infektioita voi aiheutua myös kiinteistöjen vesijärjestelmistä, joiden aiheuttamien infektioriskien arviointiin ja torjuntaan kiinnitetään jatkossa entistä enemmän huomiota. Legionellan torjumiseksi rakennuksen vesilaitteiston kylmän veden on oltava alle 20-asteista ja lämpimän käyttöveden 55–60-asteista.

Suomessa olemme tottuneet siihen, että meillä on runsaasti puhdasta vettä (1). Uutiset sotaa käyvistä maista ja katastrofialueilta sekä tulvista ja kuivuudesta muistuttavat siitä, miten oleellista on varmistaa puhtaan veden saatavuus. Tähän liittyy oleellisesti sanitaatiosta huolehtiminen. Valtaosalla suomalaisista on käytössään kattava, luotettava ja keskitetysti järjestetty vesihuolto ja sanitaatio, mikä on ylellisyyttä lähes puolelle maapallon väestöstä (2). Voimme myös käydä virkistäytymässä uimahalleissa ja kylpylöissä, ja käytössämme on maksutta lukuisia uimarantoja (3).

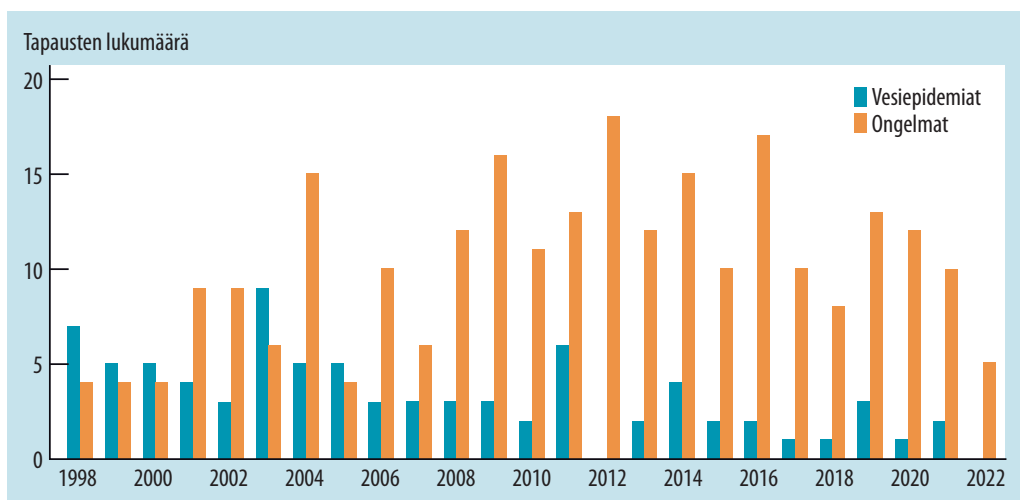
Vesiturvallisuuden haasteet

Vaikka Suomessa puhtaasta vedestä on vain harvoin pula, vesiturvallisuuden ylläpitämiseen liittyy silti haasteita (4). Esimerkiksi vedenjakeluverkostojen lisääntyvä korjausvelka ja veden lämpenemisen mukanaan tuomat lisääntyvät vesivälitteiset infektioriskit ovat nousevia uhkia, joiden ratkaiseminen vaatii paitsi tutkittua tietoa ja ymmärrystä myös jatkuvia ylläpitotoimia ja resursointia. Suurin riski vesivälitteisen epidemian puhkeamiseen syntyy, mikäli yhdyskuntien jätevedtä päätyy syystä tai toisesta

talousvesiverkostoon (5). Tällöin koko talousveden jakeluverkoston piirissä oleva väestö saattaa altistua ja sairastua erilaisiin vatsatauteihin.

Ilmastomuutoksen ja sen torjuntatoimien myötä vesijärjestelmämme saattavat jatkossa antaa aiempaa enemmän hallitsemattoman kasvun mahdollisuuksia vedessä eläville opportunistisille taudinaiheuttajille, kuten legionelabakteerille. Vaikka opportunistiset taudinaiheuttajat aiheuttavat lähinnä yksittäisiä infektioita, ne voivat kuitenkin olla seurauksiltaan vakavia erityisesti vastustuskyvyltään heikentyneille ihmisille (6).

Talousvesilainsäädäntöä uudistettiin Suomessa vuoden 2023 alussa, kun uusin versio EU:n juomavesidirektiivistä toimeenpantiin kansallisesti pitkällisen valmistelutyön lopputuotoksena (7). Uusi lainsäädäntö lisäsi veden laadun varmistamistoimien riskiperusteisuutta ja toi mukanaan uusia muuttujia veden mikrobiologisen laadun valvontaan. Jatkossa talousveden tuotantoon käytettävien raakavesien laatua voidaan seurata suolistobakteerien (*Escherichia coli*, suolistoperäiset enterokokit) lisäksi uuden suolistovirusten aiheuttamaa uhkaa ilmaisevan muuttujan, somaattisten koolifagien,



KUVA 1. Pohjavesien likaantumisen aiheuttamat vesiepidemiat ja -ongelmatilanteet vuosina 1998–2022.

avulla. Toisena tärkeänä uudistuksena kiinteistöjen vesijärjestelmille annettiin *Legionella*-suvun bakteerien lukumäärälle riskiperusteinen kylmää talousvettä ja lämmintä käyttövettä koskeva toimenpideraja, 1 000 pesäkettä muodostavaa yksikköä litrassa vettä (8).

Juomavesiepidemiat Suomessa

Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos THL saa tiedot Suomessa esiintyvistä talousvesivälitteisistä epidemioista elintarvike- ja vesivälitteisten epidemioiden epäilyilmoitusrekisteristä. Usein myös talousvesien mikrobiologisista saastumistapauksista ollaan yhteydessä THL:ään. Vuodesta 1997 käytössä olleen epidemia-ilmoitusmenettelyn kautta on vuoden 2022 loppuun mennessä raportoitu 105 vesiepidemiaa (9). Vesiepidemioiden lisäksi THL:n tietoon on tullut raportointimenettelyn aikana kaiken kaikkiaan yli 600 erityyppistä juomavesien likaantumistilannetta. Vaikka vesiepidemioiden lukumäärä on vähentynyt vuosien mittaan, THL:lle on ilmoitettu lisääntyvistä vesiongelmatilanteista. Ilmastomuutos voi johtaa kuivuuden, tulvien ja rankkasateiden yleistymiseen sekä vaikuttaa raakaveden saatavuuteen ja laatuun (6).

Pohjavedenottamoiden vesiturvallisuuden haasteet. Suomen pohjavedet ovat haavoittuvia, kuten lukuisat likaantumistapaukset

ja vesiepidemiat ovat osoittaneet (10). Pohjavesien likaantuminen on ollut syynä vuosien 1998–2022 aikana 73 vesiepidemiaa ja 253 erilaiseen mikrobiologiseen likaantumistilanteeseen (KUVA 1). Pintavesissä esiintyy aina epäpuhtauksia, joiden takia niistä valmistettava talousvesi puhdistetaan monivaiheisesti ja desinfioidaan. Tämän ansiosta pintavesistä valmistettu talousvesi on aiheuttanut pohjavesiä vähemmän vesiepidemioita, yhteensä yksitoista. Pohjavesien haavoittuvuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat pohjavesien desinfiomattomuus, Pohjoismailla tyypillinen pohjavesiä suojaavien maakerroksien ohuus sekä pohjavesikaivojen huono sijainti ja heikko kunto (11,12).

Vesivälitteiset taudinaiheuttajamikrobit. Norovirus on yleisin vesivälitteisen epidemian aiheuttaja (13). Norovirukset säilyvät hyvin vesiympäristössä, ja jo pieni määrä viruksia riittää aiheuttamaan infektion. *Kampylobakteerit* ovat aiheuttaneet toiseksi eniten vesivälitteisiä epidemioita Suomessa (9). Norovirukset liittyvät ihmisperäiseen saastutukseen, *kampylobakteereita* esiintyy niin ihmisillä kuin eläimilläkin.

Ihmisille suolisto-oireita aiheuttavista *kampylobakteereista* tärkein on *Campylobacter jejuni* (14). Vaikka *kampylobakteerit* säilyvät luonnonvesissä sitä huonommin elinkykyisinä, mitä lämpimämpää vesi on, tutkimuksissa on havaittu, että *kampylobakterioosiin* yleistyminen on yhteydessä lämpötilan nousuun ja sademäärän

lisääntymiseen (15–17). Taudin ilmaantuvuus on suurinta heinä-elokuussa. Tulevaisuudessa kampylobakterioosin esiintymiskauden huipun arvioidaan pitenevän ja taudin yleistymisen ajatellaan johtuvan aiempaa pidemmästä ulkoilmaelämälle suotuisasta kaudesta.

Cryptosporidium- ja *Giardia*-alkueläimet ovat mahdollisia vesivälitteisiä taudinaiheuttajia. Kryptosporiditartuntoja ilmoitetaan vuosittain noin 500, ja valtaosa niistä on Suomessa saatuja (18). Giardiatartuntoja ilmoitetaan vuosittain noin 300, ja niistä kolmasosan arvioidaan olevan kotimaista alkuperää (19).

Vedenjakeluverkostojen kunto uhkaa heiketä. Talousveden jakeluverkostojen merkitys epidemia- ja ongelmatilanteissa suurenee. Vesiturvallisuutta uhkaavat etenkin verkostohaverit, jotka ovat aiheuttaneet 44 talousveden likaantumistilannetta ja 15 vesivälitteistä epidemiaa. Verkostojen vanheneminen näkyy vuotovesien määrän lisääntymisenä (20). Vanhenevaan jakeluverkkoon liittyviä likaantumistapauksia on raportoitu 45 ja vesiepidemioita kolme. Tulevaisuudessa yhä useampi talousvesien likaantumis- ja vesiepidemiatapaus voi johtua vanhenevista verkostoista, ellei huonokuntoisia putkia riittävässä määrin korjata (4).

Uimarantaveden ja uima-allasveden välityksellä leviävät infektiot

Käytämme vettä virkistäytymiseen sekä luonnonympäristöissä että rakennetuissa ympäristöissä. Suomessa oli vuonna 2022 yhteensä 303 suurta yleistä uimarantaa, joista vajaa kolmannes sijaitsee rannikolla ja loput sisämaassa (21). Lisäksi luonnonvesissä uidaan pienemmillä yleisillä uimarannoilla ja lukemattomilla yksityisillä uimapaikoilla. Suomessa on yli 200 uimahallia, lähes 50 kylpylää, ja käytössä on myös yksityisiä uima-altaita ja kylpytynnyreitä (3,22). Etenkin sinilevien esiintymisen tiedetään vaikuttavan uimarantavesien käytettävyyteen, ja uimavesivälitteisiä infektioriskejä voi aiheutua uimareiden itsensä rannalle ja uima-altaisiin tuomista mikrobeista, vesiympäristöissä kasvavista haitallisista mikrobeista sekä jätevesivuodoista ja eläinten ulosteista sisältävistä pintavalumista (23).

Raportoidut uimavesiepidemiat liittyvät ihmisperäiseen saastumiseen. Uimavesivälitteisiä epidemioita on Suomessa raportoitu vuodesta 2012 alkaen. Vuosina 2017–2019 raportoituja epidemioita aiheuttivat norovirusen ja kampylobakteerin päätyminen jätevesivuodon tai ulostevahingon seurauksena uimaveteen tai uimarantaympäristöön (13). Virusvälitteisten uimavesiepidemioiden ennätysvuosi koettiin kesällä 2014, jolloin pitkän hellejakson seurauksena THL:ssä selvitettiin samanaikaisesti peräti kahdeksaa uimavesivälitteiseksi epäiltyä epidemiaa (24). Vaikka osassa tapauksista tartuntalähdettä ei pystytty täysin todentamaan, havaittiin tässä yhteydessä puutteita monen suomalaisen uimarannan saniteettitiloissa.

Saastelähdejäljitys paljastaa ulostemikrobien alkuperän. Laiduneläinten lannan päätyminen rantalaitumien läheisille uimarannoille on aiheuttanut huolta erityisesti Pohjois-Pohjanmaalla, jossa merenrantalaidunnus on yleinen rantaniittyjen hoitokeino (25). Siellä myös vesilintujen joukkoesiintymät ovat aiheuttaneet merkittäviä ongelmia uimarantavesien laadulle (26). Äskettäin päättyneessä tutkimuksessa rantalaiduntamisen aiheuttama infektioriski pintavesien virkistyskäytössä arvioitiin kuitenkin vähäiseksi, sillä vaikka märehtijöiden ulostemikrobeja oli rantavesissä havaittavissa, varsinaisia taudinaiheuttajamikrobeja ei juurikaan havaittu (27).

Toinen erityisesti Suomen rannikon uimarantavesiä vaivaava ongelma ovat selittämättömät veden laadun indikaattorimikrobimäärien ylitykset, jotka ovat johtuneet lähinnä suolistoperäisten enterokokkien hetkellisistä runsastumisista uimakauden lopulla (28). Tämäntyyppisten ongelmien juurisyitä pyritään selvittämään nykyaikaisten molekyyli-mikrobiologien tutkimusten avulla. Vesivarojen saastelähdejäljitystekniikka voi tunnistaa ulostemikrobien alkuperän niin sanottujen isäntäspesifisten geenimarkkereiden avulla (29). Suomen pintavesistä havaitaan yleisimmin vesilintujen ulosteita, mutta tutkimuskohteista on havaittu myös yhdyskuntien jätevesistä ja märehtijöiden lannasta peräisin olevia suolistomikrobeja (30).

Vesiympäristössä kasvavat haitalliset mikrobit. Hellekelit aiheuttavat ruuhkautuneiden

uimarantojen peseytymis-, pukeutumis- ja WC-tilojen pintapuhtauteen liittyvien ongelmien ohella myös muunlaista harmia uimarentavesien laadulle. Vedessä elävät mikrobit, joista osa on opportunistisia taudinaiheuttajia, pystyvät lisääntymään sitä nopeammin, mitä lämpimämpää ja ravinteikkaampaa vesi on (6). Pintavesien lämpötilan ennustetaan edelleen nousevan tulevina vuosina, ja sään ääri-ilmiöt tuovat mukanaan myös helleaaltoja (31).

Lämpimissä rannikkovesissä viihtyvät *Vibrio*-suvun bakteerit voivat aiheuttaa rannikkovesien virkistyskäyttäjille kesäisten helleaaltojen aikaan haava-, silmä- ja korvainfektioita eli vibriooseja (2,32). Ne ovat harvinaisia mutta vastustuskyvyltään heikentyneille ihmisille mahdollisesti erittäin vakavia, jopa kuolemaan johtavia. Riskiryhmiin kuuluvien henkilöiden tulisikin kesäisten helleaaltojen aikaan uida rannikkovesien sijasta sisämaan uimarannoilla (33).

Uima-allasvesien infektioriskit liittyvät pääosin uima-altaiden käyttäjien mukanaan tuomiin taudinaiheuttajamikrobeihin, joita ovat muun muassa *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ja enteriset virukset (3). Eri-laiset uimahalleihin ja kylpylöihin rakennetut terapia- ja porealtaat, jotka tuottavat aerosoleja uimareiden hengitysilmaan, voivat lisätä allasveden mikrobiologisia riskejä. Allasvesissä ja poreallasvesissä kloori kuitenkin yleensä estää haitallisten mikrobien kasvun, ja mikrobiologisia ongelmia on havaittu lähinnä suihkutiloista. Uima-allasympäristöistä todetaan kuitenkin silloin tällöin legionellaa, ja esimerkiksi vuonna 2017 oli hotellin porealtaaseen liittyvä tapaus-ryvä (34).

Kiinteistöjen vesijärjestelmien infektioriskit

Rakennusten vesilaitteistojen kautta voi aiheutua ihmisille terveydellistä haittaa sekä kemiallisten että mikrobiologisten tekijöiden vuoksi. Vakavimman ja suurimman mikrobiologisen riskin aiheuttaa legionellabakteeri. Maailman terveysjärjestö WHO on todennut legionellan aiheuttavan EU:n alueella kaikista vesivälitteistä taudinaiheuttajista suurimman rasituksen terveydelle (7). *Legionella*-bakteerisukuun kuu-

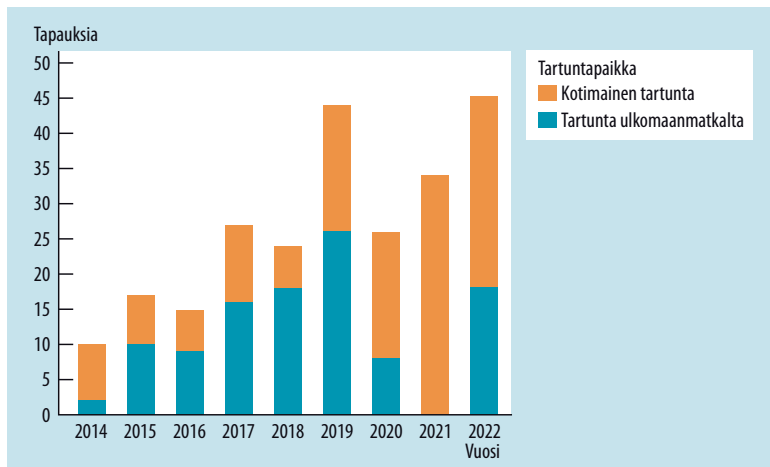
Ydinasiat

- » Pohjavesien saastuminen aiheuttaa suurimman osan juomavesivälitteisistä epidemioista ja ongelmatilanteista.
- » Uimarentaveden ja uima-allasveden välityksellä voi levitä sekä vatsatauteja että veden omien bakteerien liiallisen kasvun seurauksena aiheutuneita opportunistisia infektioita.
- » Kiinteistöjen vesijärjestelmien legionellariskin arvioinnista on tullut lakisäateistä ensisijaisissa kiinteistöissä, kuten sairaaloissa.
- » Epidemiaepäilyjen varhainen ilmoittaminen on tärkeää, ja se tehdään RYMY-tietojärjestelmän kautta.

luu nykyään 65 nimettyä lajia. Näistä ihmiselle tautia aiheuttavia on hieman alle puolet.

Legionellaa esiintyy yleisesti maaperässä ja luonnonvesissä, minkä seurauksena pieniä määriä bakteereja pääsee rakennusten vesijärjestelmiin verkostoveden mukana. Legionella on ihmisen kannalta ongelmallinen, koska olosuhteiden ollessa sopivat ja veden lämpötilan ollessa 20–45 astetta se voi lisääntyä vesijärjestelmissä hyvinkin runsaslukaiseksi ja kulkeutua aerosolien mukana hengitysilmaan. Myös muun muassa *Pseudomonas aeruginosa* ja useat mykobakteerilajit voivat aiheuttaa infektioita veden välityksellä erityisesti henkilöille, joiden vastustuskyky on heikentynyt. Terveysturvallisuuden mukaan kiinteistön omistajan ja rakennuksen haltijan on huolehdittava siitä, että rakennuksen vesilaitteisto ei heikennä toimitetun veden laatua siinä määrin, että siitä voi aiheutua terveyshaittaa.

Legionelloositapausmäärät lisääntyvät. Legionellabakteerin aiheuttaman infektion eli legionelloosin taudinkuva vaihtelee lievästä hengitystieinfektiosta henkeä uhkaavaan keuhkokuumeeseen (35). Legionelloosi on valvottava tartuntatauti, josta sekä lääkärin että laboratoriot tekevät tartuntatauti-ilmoituksen THL:n ylläpitämään tartuntatautirekisteriin. Tapauksia ilmoitettiin vuosina 2014–2022 keskimäärin 27



KUVA 2. Legionellan aiheuttamat keuhkokuumeet Suomessa vuosina 2014–2022 eriteltynä sen mukaan, onko tartunta saatu kotimaassa vai ulkomailla. Lähde: Tartuntatautirekisteri, THL 2023 (40).

vuodessa, ja noin puolet tartunnoista on saatu Suomessa (KUVA 2). Legionelloosien ilmaantuvuus on lisääntynyt Euroopassa viime vuosina (36).

Tartuntamäärien trendi on ollut noususuuntainen myös Suomessa (KUVA 2) (37). Tämän taustalla voi olla diagnosoinnin tehostuminen eli se, että terveydenhuollossa mahdollisesti selvitetään nykyään aiempaa herkemmin legionellaa vakavan keuhkokuumeen aiheuttajana. Myös muut seikat, kuten muutokset säässä ja ilmastossa voivat vaikuttaa tartuntojen lisääntymiseen (6,36). Energiansäästö on ilmeinen ehdokas vaikuttavaksi tekijäksi, koska energiansäästötavoitteet ovat voineet houkuttaa laskemaan lämpimän käyttöveden lämpötilaa. Myös väestön ikääntyminen ja perussairauksien hoidon kehittyminen eli legionellatartunnoille alttiin väestön määrän lisääntyminen voivat osaltaan vaikuttaa tartuntamääriin.

Legionellan torjuminen. Legionellan lisääntymisen torjumiseksi on tärkeää huolehtia, että rakennuksen vesilaitteistossa oleva kylmä vesi on riittävän kylmää, alle 20-asteista, ja lämmin käyttövesi tarpeeksi kuumaa, 55–60-asteista (6). Lisäksi rakennuksen kaikkia vesipisteitä tulisi käyttää säännöllisesti, mieluiten päivittäin. Vesilaitteiston ja -kalusteiden kunnosta tulee myös huolehtia, ja käyttämättömät putkiston osat tulisi poistaa.

EU:n uuden juomavesidirektiivin vaatimusten takia legionellan valvonta on lisääntynyt ja lisääntyy edelleen jäsenmaissa (7). Direktiivin määrittelemien ensisijaisten tilojen osalta

vesilaitteistojen riskinarviointi tarkoittaa sellaisten tekijöiden kartoittamista, jotka voivat edistää legionellabakteerin kasvua tai lisätä talousveteen liukenevan liijyn pitoisuutta (38). Ensisijaiset tilat ovat muita kuin kotitalouden käyttöön tarkoitettuja tiloja, joissa suuri määrä ihmisiä voi altistua veden aiheuttamille riskeille (7). Suomessa ensisijaisiin tiloihin kuuluvat kansallisen määritelmän mukaan muun muassa sairaalat, hotellit, uimahallit ja kylpylät.

Legionelloosin tartuntalähteet. Suomessa on selvitetty järjestelmällisesti legionelloosin tartunnanlähteitä vuodesta 2014 lähtien. Selvitystyön tarkoituksena on ajantasaisen tilannekuvan saaminen, epidemioiden havaitseminen ja lisäsairastumisten estäminen. Kotimaisten selvitettyjen tartuntojen yleisin tartunnanlähde on ollut kodin vesijärjestelmä, ja tartuntoja on saatu myös muun muassa sairaaloiden, hotellien, työpaikkojen ja uimahallien vesijärjestelmistä.

Epidemiaselvitys

Vesiepidemian selvitystyö on usean eri viranomaistahon yhteistyötä (39). Epidemioiden ilmoittamiseen ja selvittämiseen liittyviä toimia ohjataan lainsäädännöllä, ja selvitystyön tavoitteena on epidemian leviämisen ja uusien samankaltaisten epidemioiden syntymisen estäminen. Selvityksissä saadaan tietoa taudinaiheuttajista ja taudeista, tartunnalle altistavista tekijöistä, saastelähteestä sekä tartuntareiteistä, ja työ tuottaa tietoa uusien käytäntöjen ja suositusten tueksi. Talousvesiepidemiaa selvi-

KIRJALLISUUTTA

1. Meriläinen P, Salminen J, Britschgi R, ym. Esiselvitys yhdyskuntien ja ruoantuotannon veden käytön riskien hallinnasta ja mahdollisuuksista. Työpäperi 32/2017. Helsinki: THL 2017. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-302-911-8>.
2. Pitkänen T. Puhdasta vettä ei kannata pitää itsestään selvytyenä – ilmaston lämpeneminen lisää vesivälitteisten infektioiden riskiä. MustRead.fi, Toinen Aatos Oy 2021. www.mustread.fi/artikkelit/puhdasta-vetta-ei-kannata-pitaa-itsestaanselvyytena-ilmaston-lampeaminen-lisaa-vesivälitteisten-infektioiden-riskia/.
3. Pitkänen T, Komulainen H, Hänninen ML, ym. Vesi. Kirjassa: Mussalo-Rauhamaa H, Pekkanen J, Tuomisto J, ym., toim. Ympäristöterveys. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2020.
4. Meriläinen P, Pitkänen T, Miettinen I. Vesiturvallisuus ei tule ilmaiseksi. Helsinki: THL 2018. <https://blogi.thl.fi/vesiturvallisuus-ei-tule-ilmaiseksi/>.
5. Pitkänen T, Tuomisto J. Vesiepidemia näyttää puhtaan veden arvon. Helsinki: THL 2018. <https://blogi.thl.fi/vesiepidemia-nayttaa-puhtaan-veden-arvon/>.
6. Pitkänen T, Meriläinen P, Kusnetsov J. Ilmastomuutoksen vaikutukset vesivälitteisiin infektiokeihin. Moodi 1/2019. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202001283631>.
7. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2020/2184 ihmisten käyttöön tarkoitetun veden laadusta. Euroopan unionin virallinen lehti 2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32020L2184&from=FI#d1e1247-1-1>.
8. Niegowska MZ, Pitkänen T, Sommer R, ym. Recast drinking water directive - state of play: guidance note for the analysis of microbiological parameters Luxembourg: Publications Office of the European Union 2022. DOI:10.2760/14494, JRC129755.
9. Vesiepidemiat. Helsinki: THL 2024. <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/vesiepidemiat>.
10. Miettinen I, Pitkänen T ja Kauppinen A. Rannkasateet likaavat pohjavesiä. Helsinki: THL 2018. <https://blogi.thl.fi/rannkasateet-likaaavat-pohjavesia/>.
11. Klove B, Kvitsand H, Pitkänen T, ym. Groundwater and microbial pollution: assessment of groundwater sources and water supply systems in the Nordic countries. Hydrogeology J 2017;25:1033–44.
12. Miettinen IT, Zacheus O. Vesihuollon erityistilanteet hygienian kannalta. Ympäristö ja terveys 2007;20–4.
13. Pihlajasaari A, Leinonen E, Markkula A, ym. Elintarvike- ja vesivälitteiset epidemiat Suomessa vuosina 2017–2019. Ruokaviraston julkaisuja 7/2021. Helsinki: Ruokavirasto 2021. https://globalassets/teemat/zoonosikeskus/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytykset-suomessa/elintarvike-ja-vesivälitteiset-epidemiat_2017-2019.pdf.
14. Rimhanen-Finne R. Kryptosporidioosi nousussa, salmonelloosi laskussa – katsaus ajankohtaisiin elintarvikeväälitteisiin zoonooseihin ja epidemiioihin. Infektio-identtorjunta 2021;39:32–7.
15. Pitkänen T. Review of Campylobacter spp. in drinking and environmental waters. Invited review. J Microbiol Methods 2013; 95:39–47.
16. Hokajärvi AM, Pitkänen T, Siljanen HM, ym. Occurrence of thermotolerant Campylobacter spp. and adenoviruses in Finnish bathing waters and purified sewage effluents. J Water Health 2013;11:120–34.
17. Kuhn KG, Nygård KM, Guzman-Herrador B, ym. Campylobacter infections expected to increase due to climate change in Northern Europe. Sci Rep 2020;10:13874.
18. Enbom T, Suominen K, Laitinen S, ym. Cryptosporidium parvum: an emerging occupational zoonosis in Finland. Acta Vet Scand 2023;65:25.
19. Hyvönen M, Näreaho A, Rimhanen-Finne R. Giardia on tärkeä vesivälitteinen taudinaiheuttaja myös Suomessa. Ympäristö ja terveys 2020;8:40–5.
20. Rakennetun omaisuuden tila (ROTI) -raportti. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto 2019. www.roti.fi.
21. European bathing water quality in 2022. Kööpenhamina: European Environment Agency 2022. www.eea.europa.eu/publications/european-bathing-water-quality-in-2022.
22. Allasvesiasetuksen soveltamisohje. Uimaallasveden laatu ja valvonta. Ohje 2/2017. Helsinki: Valvira 2017. <https://valvira.fi/terveydensuojelu/uimavesi>.
23. Uimarantavesi. Helsinki: THL 2023. <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/uimarantavesi>.
24. Kauppinen A, Al-Hello H, Zacheus O, ym. Increase in outbreaks of gastroenteritis linked to bathing water in Finland in summer 2014. Euro Surveill 2017;22:30470.
25. Laurila M, Pitkänen T, Uusi-Kämpä J, ym. Rantalaiduntaminen ja vesistövaikutukset. Helsinki: Luonnonvarakeskus 2023. www.luke.fi/fi/rantalaiduntaminen-ja-vesistovaikutukset.
26. Soininen V. Rantalaiduntamisen vaikutukset rannikon uimavesiin. Saastelähteiden jäljittäminen ja rannikon vesien rehevöityneisyys. Opinnäytetyö, Ympäristöteknologia, YAMK. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu 2020. www.theseus.fi/handle/10024/334435.
27. Rytönen A, Nurmi E, Hokajärvi A-M, ym. Pintavesien hygieeninen laatu merenrantalaidunten läheisyydessä. Ympäristö ja terveys 2023;6:58–63.
28. Tiwari A, Kauppinen A, Pitkänen T. Decay of Enterococcus faecalis, Vibrio cholerae and MS2 coliphage in a laboratory mesocosm under brackish beach conditions. Front Public Health 2019;7:269.
29. Pitkänen T, Rytönen H, Elk M, ym. Detection of fecal bacteria and source tracking identifiers in environmental waters using rRNA-based RT-qPCR and rDNA-based qPCR assays. Environ Sci Technol 2013;47:13611–20.
30. Rytönen A, Tiwari A, Hokajärvi AM, ym. The use of ribosomal RNA as a microbial source tracking target highlights the assay host-specificity requirement in water quality assessments. Front Microbiol 2021;12:67306.
31. Brandão J, Weiskerger C, Valério E, ym. Climate change impacts on microbiota in beach sand and water: looking ahead. Int J Environ Res Public Health 2022;19:1444.
32. Amato E, Riess M, Thomas-Lopez D, ym. Epidemiological and microbiological investigation of a large increase in vibriosis, northern Europe, 2018. Euro Surveill 2022;27:2101088.
33. Vibrio-suvun bakteerit. Helsinki: THL 2023 <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/uimarantavesi/vibrio-suvun-bakteerit>.
34. Jaakola S, Lyytikäinen O, Rimhanen-Finne R, ym. Tartuntataudit Suomessa 2017. Raportti 6/2018. Helsinki: THL 2018. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-148-5>.
35. Lyytikäinen O, Jaakola S, Kusnetsov J, ym. Muistetaanko legionelloja epäillä keuhkokuumeen aiheuttajana? Duodecim 2018; 132:800–8.
36. Legionnaires' disease. Annual epidemiological report for 2021. Tukholma: European Centre for Disease Prevention and Control 2023.
37. Tartuntatautiin esiintyvyys Suomessa -raportti. Helsinki: THL 2023. <https://thl.fi/aiheet/infektioaudit-ja-rokotukset/seurantarjarjestelmat-ja-rekisterit/tartuntatautirekisteri/tartuntatautiin-esiintyvyystilastot/tartuntatautiin-esiintyvyyssuomessa-raportit>.
38. Rakennusten vesilaitteistojen legionellabakteerin ja lyijyn riskinarviointi ja riskienhallinta. Helsinki: Valvira 2023. <https://valvira.fi/documents/152634019/172742982/Rakennusten-vesilaitteistojen-riskinarviointi.pdf/8b3fbeb3-3093-dd38-37bf-0154005701fe/Rakennusten-vesilaitteistojen-riskinarviointi.pdf?t=1692697381351>.
39. Huusko S, Miettinen I, Zacheus O, ym. Epidemiaseelvitystyö edistää talousvesiturvallisuutta. Ympäristö ja Terveys 2018;2:12–9. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201803276192>.
40. Legionellin esiintyvyys Suomessa. Helsinki: THL 2024. <https://thl.fi/fi/web/infektioaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/legionella/legionellin-esiintyvyyssuomessa>.