



Legionella-bakteerin esiintyminen ja hallinta talousveden jakeluverkostoissa

Työryhmä E. Torvinen (UEF), S. Siponen (UEF), T. Pitkänen (THL, HY) ja M. Niittynen (THL)



Tavoite

- Tunnistaa legionellabakteerin kasvun riskitekijöitä vesijohtoverkostoissa
 - Pääpaino talousvesiverkostoissa eli kylmässä vedessä
- Selvittää vedenkäsittelyn, putkimateriaalien ja klooripohjaisten desinfiointimenetelmien vaikutusta legionellabakteerin esiintymiseen

Aineisto ja menetelmät

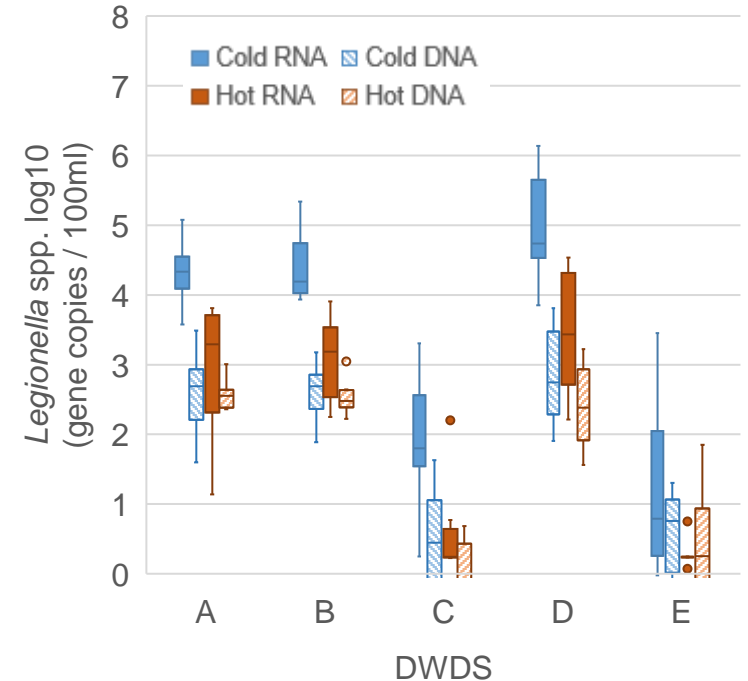
- Vesilaitostutkimus
 - Viisi vesijohtoverkosta neljällä paikkakunnalla Suomessa
 - Erilaiset raakavedet ja vesilaitoskäsittely
 - Vesinäytteet eri kohdista verkosta, lisäksi biofilminäytteitä yhdestä kohdasta verkosta
- Koverkostotutkimus
 - Perinteisellä käsittelyllä puhdistettu pintavesi ilman desinfiointia
 - Neljä linjaa: hypokloriitti + Cu, hypokloriitti + PEX, klooriamiini + Cu ja klooriamiini + PEX
 - Kokonaiskesto 19 viikkoa
 - Vesi ja biofilmit
- Kirjallisuustutkimus

Legionella-analyysit

- Legionellasekvenssien tunnistaminen bakteeriston kokonaisekvenssistä (DNA ja RNA)
- Kvantitatiivinen Legionella-PCR (qPCR)
- Legionellaa ei määritetty viljelymenetelmillä

Tulokset - Vesilaitostutkimus

- Legionellaa löytyi kaikista viidestä verkostosta
- 38 erilaista legionellasekvenssiä, 0,3 % verkostojen bakteeristosta
- Legionellaa esiintyi tilastollisesti selvästi enemmän kylmissä (3 – 20 °) kuin vertailun vuoksi tutkituissa lämpimissä vesissä (50 – 62 °C)
- Pitoisuudet olivat suurimpia klooriamiini-desinfioidussa verkostossa (D) ja pienimpiä verkostoissa, jotka jakoivat vapaalla kloorilla desinfiointua pintavettä tai pohjavettä (C ja E)
- Ihmisissä eniten tautia aiheuttavaa *Legionella pneumophila* seroryhmää 1 havaittiin vain desinfiomatonta tekopohjavettä jakavan laitoksen verkostosta, vain muutamasta näytteestä



Legionella-suvun esiintyminen vesilaitosten (A-E) kylmissä ja lämpimissä vesissä qPCR-menetelmällä tutkittuna (Siponen ym. 2024)

Tulokset – Koeverkostotutkimus

- Legionellaa esiintyi koeverkostoon syötetyssä vedessä, mutta enemmän koeverkostosta ulostulevissa vesissä
 - veden lämpötila 15 – 22 °C
- Legionellaa oli hieman, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi, enemmän klooratuissa kuin klooriaminoiduissa vesinäytteissä
- Kuparilinjoissa legionellaa oli hieman, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi, vähemmän kuin PEX-linjoissa
- Eri tavalla käsiteltyjen linjojen biofilminäytteissä ei havaittu eroja legionellan esiintymisessä.
- Legionellasekvensseistä tunnistui lajitasolle 2/97
 - kaksi sekvenssiä olivat *Legionella moravica* -lajia

Tulokset – Kirjallisuustutkimus

- Yhteenveto legionellan esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä loppuraportissa

Johtopäätökset

- Legionellan nukleiinihappoja löytyy yleisesti pienessä määrin talousvesiverkoston vesistä ja biofilmeistä (<20 °C) riippumatta siitä, millainen on raakavesilähde tai vedenkäsittely
 - Legionellan osuus vesijärjestelmien koko bakteeristosta on hyvin pieni
- Riittävän korkealla lämpimän veden lämpötilalla (>50 °C) voidaan tehokkaasti ehkäistä legionellan esiintymistä
- Koverkostotulosten mukaan legionella pystyy runsastumaan PEX- ja kupariputkien verkostoissa, kun lämpötila on 15 – 22 °C
- Mikään tutkituista desinfiointiaineista tai putkimateriaaleista ei ole yksiselitteisesti toista parempi legionellan kasvun hallitsemisessa
- Legionellan esiintyminen vesijärjestelmissä on monimutkainen ilmiö, sillä verkostot ovat yksilöllisiä kokonaisuuksia, joihin vaikuttavat raakavesi, vedenkäsittely, desinfiointi, putkistomateriaalit, vedenkäyttö ja kiinteistöjen sisäiset tekijät

Lähteet

- Siponen S., Jayaprakash B., Hokajärvi A.-M., Gomez-Alvarez V., Inkinen J., Ryzhikov I., Räsänen P., Ikonen J., Pursiainen A., Kauppinen A., Kolehmainen M., Paananen J., Torvinen E., Miettinen I.T., Pitkänen T. Composition of active bacterial communities and presence of opportunistic pathogens in disinfected and non-disinfected drinking water distribution systems in Finland. *Wat. Res.* 248, 120858, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120858>
- Siponen S., Ikonen J., Gomez-Alvarez V., Hokajärvi A.-M., Ruokolainen M., Jayaprakash B., Kolehmainen M., Miettinen I.T., Pitkänen T., Torvinen E. Effect of pipe material and disinfectant on active bacterial communities in drinking water and biofilms. *J. Appl. Microbiol.* 136(1), Ixaf004. 2025. <https://doi.org/10.1093/jambio/Ixaf004>
- Siponen S. Factors affecting microbial quality of drinking water distribution systems – control of bacteria in water and biofilms. Academic dissertation. University of Eastern Finland 2025

Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi