



.....
VESI-INSTITUUTIN JULKAISUJA 5
.....

KÄYTTÖVESIJÄRJESTELMIEN TUTKIMUS SISÄYMPÄRISTÖ-OHJELMASSA: LAATU, TURVALLISUUS SEKÄ VEDEN- JA ENERGIANSAÄSTÖ

Aino Peltö-Huikko (toim.)

Vesi-Instituutin julkaisuja 5

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Sarja B, Raportit 8/2015

ISSN 2323-8356 | ISBN 978-951-633-178-5 (verkkajulkaisu)

© Satakunnan ammattikorkeakoulu ja tekijä

Julkaisija:

Satakunnan ammattikorkeakoulu

PL 520, 28601 Pori

www.samk.fi

Graafinen suunnittelu ja taitto: SAMK Viestintä /Jatta Lehtonen

3 Kiinteistön käyttövesiverkoston veden laatu

Riika Mäkinen, SAMK

Anna Pursiainen, Ilkka T. Miettinen, THL, Vesi ja terveys -yksikkö

Kiinteistön käyttövesiverkoston veden laatua on tutkittu Sytyttimen käyttöönotosta lähtien (Kuva 3–1). Vesinäytteet otettiin Sytyttimen tutkimusverkostosta, joka on kuvattu tarkemmin luvussa 2.1. Tutkimusverkoston käyttöönotto, ensimmäinen toimintavuosi ja sen aikana tehdyt laajat analyysit on kuvattu yksityiskohtaisesti Inkisen ym. (2014) kirjoittamassa artikkelissa.



Kuva 3–1. Vesinäytteenotto Teknologiatalo Sytyttimen tutkimusverkostosta.

3.1 Mittaukset

Veden laatua analysoivat mittaukset pitivät sisällään muun muassa:

- Kuukausittaisen vesinäytteenoton eri puolilta kiinteistön tutkimusverkostoa. Tämä näytteenotto on aloitettu talon valmistuttua 4.4.2011 ja se jatkuu edelleen kvartaali-

näytteenottona neljä kertaa vuodessa. Näytteenotto ja analyysit tehtiin Vesi-Instituutti WANDERin ja THL:n yhteistyönä. Näytteistä tehtäviä mikrobiologisia analyysejä olivat muun muassa DAPI ja R2A, ravinneanalyysejä AOC ja MAP sekä kemiallisia analyysejä NO_2^- , NO_3^{2-} , NH_4^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} , alkaliteetti ja kovuus. Näytteenotot oli ajoitettu maanantaiaamuun, kun vesi oli ollut viikonlopun ajan vähäisellä käytöllä tai käyttämättä. Näyte kuvaa veden laatua huonoimmillaan.

- Vesinäytteen Rauman veden lähtevän veden altaasta. Näytteen tarkoitus oli selvittää veden laadun muutokset vesilaitoksen ja kiinteistön välillä jakeluverkostossa.
- Tehoseurantapäivä: näytteenotto klo 7, klo 12 ja klo 17. Mikrobiologisia analyysejä, muun muassa Legionella-analyysiin osa näytteistä.
- Vuorokausiseuranta: näytteenotto klo 17, 23, 04 ja 12. Mikrobiologisia ja kemiallisia analyysejä.

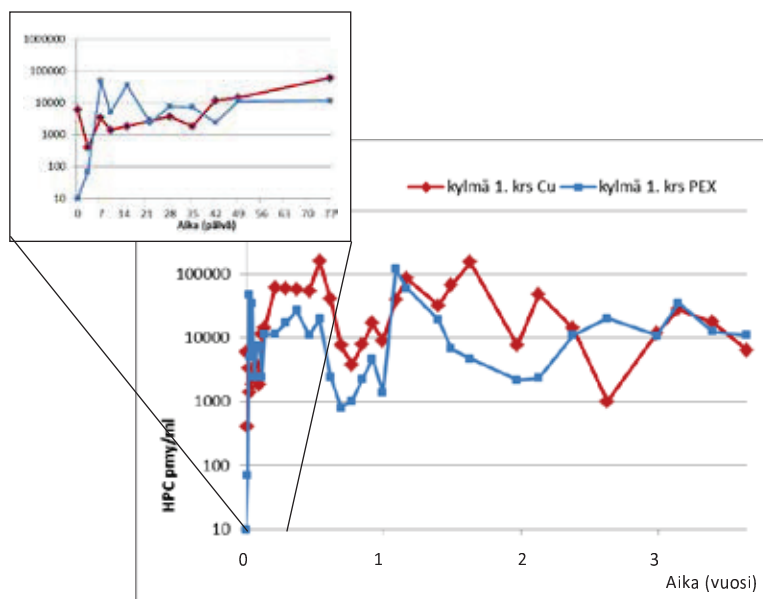
3.2 Tulokset

3.2.1 Veden laadun muutokset kiinteistön ensimmäisen käyttövuoden aikana

Suurimmat muutokset tutkituissa muuttujissa tapahtuivat käyttöönottoa seuranneen puolen vuoden aikana. Tämän jälkeen pitoisuudet tasoittuivat ja selkeää vaihtelua esiintyi vain esimerkiksi vuodenajan mukaan. Putkimateriaaleista irtosi sekä epäorgaanisia että orgaanisia yhdisteitä. Korkeimmat metallien, kuten lyijyn, pitoisuudet mitattiin ensimmäisen käyttöönottoa seuranneen viikon aikana. Lyijy todennäköisesti liukeni verkoston messinkiosista. Putkimateriaalilla ei todettu olevan selvää vaikutusta biofilmin muodostumiseen ensimmäisen vuoden aikana.

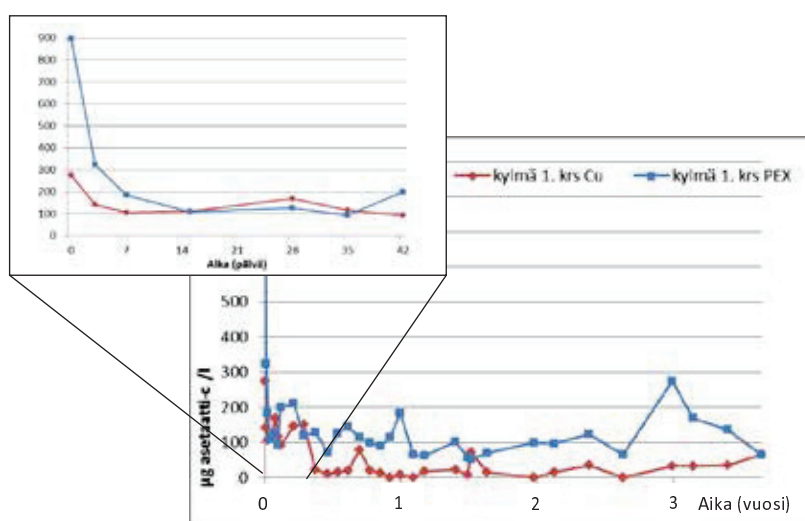
Kiinteistöjen sisällä veden ja verkoston pinta-alan suhteellinen osuus on suurempi kuin päävesilinjoissa, mikä aiheuttaa suurempia veden laadun muutoksia rakennuksissa. Vesi ja putkimateriaali ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa keskenään. Vaikutukset olivat tämän tutkimukseen mukaan merkittävimmät ensimmäisen vuoden aikana. Materiaalivalinnat kiinteistöjen verkostoihin tulisi tehdä alueella käytössä olevan veden laatu huomioiden. Näin saataisiin vähennettyä mahdollisia materiaalin ja veden vuorovaikutuksia.

Pesäkelukumäärä kylmässä vedessä suureni muutamassa päivässä alkutilanteen alhaisemmista tasoista. Lämpimän veden näytteissä pesäkeluku suureni ensimmäisten viikkojen aikana. Lämpimän veden pesäkelukumäärä oli kertaluokan pienempi kuin kylmän veden. Eri putkimateriaalien välillä ei ollut selkeää eroa vaan molemmissa pesäkelukumäärät suureni nopeasti ja pysyivät materiaalille ominaisella tasolla (Kuva 3–2).



Kuva 3–2. Heterotrofiset pesäkelukumäärät (HPC) seurannan aikana Sytyttimen ensimmäisen kerroksen kylmän veden näytteenotto pisteissä kupari (Cu) ja muovi (PEX).

Mikrobeille käyttökelpoisen hiilen (AOC) ja fosforin (MAP) suuri pitoisuus vedessä mahdollistaa mikrobien lisääntymisen. Mikrobeille käyttökelpoisen hiilen (Kuva 3–3) ja fosforin pitoisuudet olivat suurimmillaan verkoston käyttöönottoa seuranneiden kuuden kuukauden aikana. Fosforin määrä vaihteli vastaavasti kuten hiilen määrä. Fosforin pitoisuudet kupari-verkostossa vaihtelivat välillä $<0,08$ – $0,55 \mu\text{g map-P/l}$ ja PEX-verkostossa välillä $<0,08$ – $3,72 \mu\text{g map-P/l}$ kylmän veden näytteissä rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa.

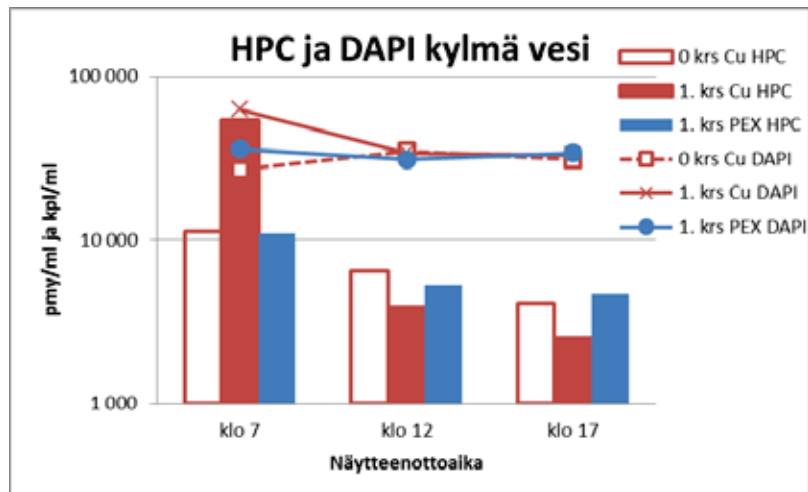


Kuva 3–3. Mikrobeille käyttökelpoinen hiili (AOC, asetaattihiilenä $\mu\text{g/l}$) seurannan aikana Sytyttimen ensimmäisen kerroksen kylmän veden näytteenotto pisteissä kupari (Cu) ja muovi (PEX).

Kuukausittaisen vesinäytteenoton tulokset osoittivat, että veden lämpötilanhallinta kiinteistöissä on ollut keskeistä käyttöveden laadun kannalta. Sytyttimessä havaittiin haastavaksi erityisesti kylmän veden lämpötilan pysyminen viileänä. Veden juoksuttaminen ennen käyttöä takaa parempilaatuisen veden kuluttajalle. Ainoastaan kylmä vesi on tarkoitettu juotavaksi. Kiinteistön verkoston käyttöönottoaikaan huuhtelut ovat tarpeen veden laadun parantamiseksi.

3.2.2 Veden laadun muutokset käyttöasteen mukaan

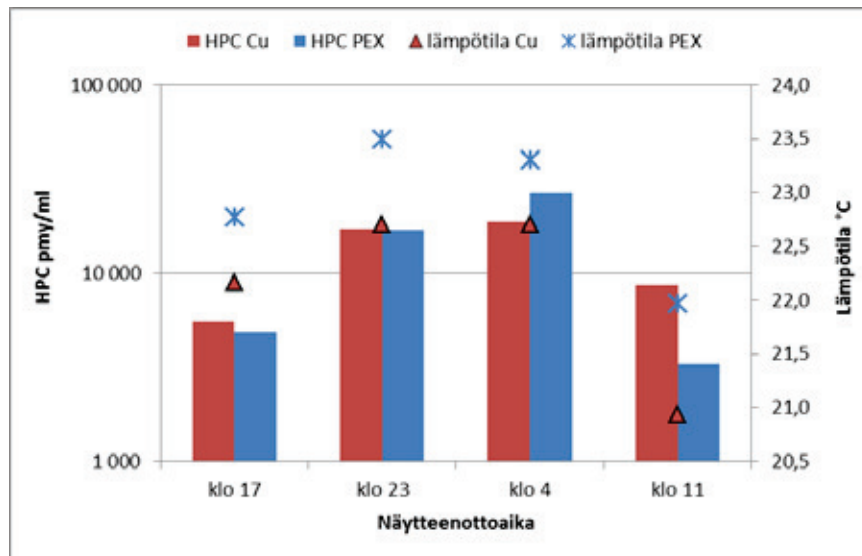
Tehoseurantapäivän aikana veden mikrobiologisen laadun todettiin paranevan käytön lisääntyessä (Kuva 3 4). Ensimmäiset näytteet otettiin aamulla, kun käyttö oli vielä vähäistä. Päivän näytteenotossa klo 11 heterotrofinen pesäkelukumäärä (HPC) oli pienentynyt selvästi aamun klo 7 määrästä. Illan klo 17 näytteenotossa pesäkelukumäärä pieneni edelleen. Kokonaismikrobilukumäärässä (DAPI) ei vastaavaa pienenemistä tapahtunut, mutta tämän voi selittää menetelmien ero. HPC mittaa viljeltävissä olevien mikrobien määrää ja DAPI sekä viljeltävät että ei-viljeltävät mikrobit. Pitoisuuksien pieneneminen oli selvää molemmilla putkimateriaaleilla. Aamun näytteenotossa pitoisuus oli kupariverkostossa suurempi kuin PEX-verkostossa, mikä ero oli nähtävissä muissakin näytteenotoissa (Kuva 3–2).



Kuva 3–4. Heterotrofinen pesäkeluku (HPC) ja kokonaismikrobilukumäärä (DAPI) kupari- (Cu) ja PEX-verkostossa tehoseurantapäivän aikana. Näytteet on otettu kylmävesiverkostosta rakennuksen kellarista (0 krs, Cu) ja ensimmäisestä kerroksesta (Cu ja PEX). pmy = pesäkettä muodostava yksikkö.

Vuorokausiseurannan vesinäytteiden analyysien tuloksista on julkaistu tuloskortti *Diurnal water quality and aging of water*, jossa todetaan muun muassa veden seisotusjaksojen,

esimerkiksi toimistokiinteistössä yön yli, vaikuttavan merkittävästi veden laatuun. Veden seistessä sen laatu heikkenee esimerkiksi veden lämpötilan noustessa, klooripitoisuuden laskiessa ja heterotrofisen pesäkelukumäärän suurentuessa selvästi jo muutamassa tunnissa (Kuva 3–5). Vuorokausiseurannassa verkostomateriaalien välillä ei havaittu eroja veden laadussa. Veden seisominen verkostossa voi aiheuttaa ongelmia myös materiaalien kestävyydelle. Kiinteistöverkoston suunnittelu ja käyttötapa ovatkin ratkaisevassa roolissa veden laadun säilyttämiseksi hyvällä tasolla.



Kuva 3–5 Heterotrofinen pesäkeluku (HPC) ja lämpötila kupari- (Cu) ja PEX-verkostossa päivän aikana. Näytteet on otettu kylmävesiverkostosta rakennuksen ensimmäisen kerroksen WC:n käsienvesuhanasta. pmy = pesäketä muodostava yksikkö.

Legionella-analyysituloksia on hyödynnetty tehtäessä tulokorttia *Risk assessment of legionella bacteria in buildings*, josta enemmän luvussa 8 Mikrobikasvun riskienarvointi. Paineiskujen vaikutuksesta veden laatuun on tarkemmin luvussa 5 Paineiskujen vaikutus käyttövesiverkostoon.

3.2.3 Veden laadun muutos jakeluverkostossa

Veden laadun muutosta jakeluverkostossa ei havaittu merkittäväksi, ravinneanalyysit (AOC, MAP) osoittivat hienoista pitoisuuksien nousua vesilaitoksen ja kiinteistön välillä. Heterotrofinen pesäkeluku oli kiinteistössä kellarin näytteenottopisteessä suurempi kuin vesilaitokselta otetussa näytteessä. Kellarikerroksen heterotrofinen pesäkeluku oli 1600 pmy/ml, kun vesi-

laitokselta lähtevän veden pesäkeluku oli 600 pmy/ml samana päivänä otetussa näytteesä. Tuloksia ei kuitenkaan voi suoraan verrata toisiinsa, koska kiinteistön näyte oli otettu veden seisottua kiinteistön verkostossa viikonlopun ajan. Näin vedessä olevilla mikrobeilla oli ollut mahdollisuus lisääntyä kiinteistön sisällä.

3.3 Jatko

Veden laatu muuttuu kiinteistön sisällä, mikä on huomioitava jo suunnitteluvaiheessa. Vesi ja putkimateriaali ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa keskenään ja kiinteistön ääripäissä verkostoissa oleva kylmä vesi lämpenee ja lämmin vesi vastaavasti jäähtyy. Näin voi syntyä mikrobeille alkutilannetta paremmat kasvuolosuhteet. Uudessa kiinteistössä samoin kuin pitkien seisotusten jälkeen veden laatua voi parantaa runsailla huuhteluilla. Veden laadun muutoksiin kiinteistön sisällä vaikuttaa alueen talousveden laatu. Materiaalivalinnat kiinteistöjen verkostoihin tulisi tehdä alueella käytössä olevan veden laadun perusteella.

Lähteet

Inkinen J., Kaunisto T., Pursiainen A., Miettinen I.T., Kusnetsov J., Riihinen K., Keinänen-Toivola M.M. 2014. Drinking water quality and formation of biofilms in an office building during its first year of operation, a full scale study. *Water Research* 49, 83–91.

Sisäympäristö-hankkeeseen liittyvät tulokortit:

Water quality changes in new pipeline system

Saatavilla: <http://rym.fi/results/water-quality-changes-in-new-pipeline-system>

Diurnal water quality and aging of water

Saatavilla: <http://rym.fi/results/diurnal-water-quality-and-aging-of-water/>

Risk assessment of legionella bacteria in buildings

Saatavilla: <http://rym.fi/results/risk-assessment-of-legionella-bacteria-in-buildings/>

Menetelmäkuvaukset:

heterotrofinen pesäkeluku, mikrobeille käyttökelpoiset ravinteet (AOC,MAP). Saatavilla <https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/vesimikrobiologinen-analytiikka/analyysivalikoima>