



.....
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

5 Paineiskujen vaikutus käyttövesiverkostoon

Marko Kukka, Aino Pelto-Huikko, SAMK

Anna Pursiainen, Sallamaari Siponen, Jenni Ikonen, Jaana Kusnetsov, Ilkka T. Miettinen, THL, Vesi ja terveys -yksikkö

Rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaan vesilaitteisto tulee mitoittaa siten, että vesilaitteistossa ei esiinny haitallisia paineiskuja. Paineiskujen syntyyn kiinteistön käyttövesijärjestelmässä on useita syitä: venttiilin äkillinen tai väärällä hetkellä tapahtuva sulkeutuminen tai avautuminen sekä takaiskuventtiilin nopea sulkeutuminen. Sähkökatkon aiheuttama pumpun pysähtyminen tai katkon jälkeinen käynnistyminen voivat myös johtaa paineiskuihin käyttövesiverkostossa.

Paineiskut saattavat olla haitallisia verkostoille, jos ali- tai ylipaine ylittää putken tai verkostossa olevan komponentin paineenkeston. Paineiskuista saattaa myös aiheutua terveysriski, jos paineiskun aiheuttama alipaine putkessa mahdollistaa ulkopuolisen materiaalin pääsemisen käyttövesiverkostoon. Ulkopuolisten aineiden pääsy käyttövesiverkostoon voi tapahtua myös paineiskujen vahingoittamista liitoksista tai putkien halkeamista.

Paineiskujen määrään ja voimakkuuteen voidaan vaikuttaa muun muassa valitsemalla käytettäväksi elastisia putkimateriaaleja sekä venttiilejä, joiden avautumaa ja sulkeumaa voidaan säätää tarpeen mukaan. Näiden lisäksi voidaan käyttää painesäiliöitä paineiskujen vaimentamiseen. Suunnittelussa on tärkeää mitoittaa verkoston virtaamat ja putkikoot oikein. Tutkimustietoa paineiskujen vaikutuksista käyttöveden laatuun erityyppisissä verkostoissa ei ole juurikaan saatavilla. Teknologiatalo Sytyttimen tutkimusverkostossa tehtyjen mittausten avulla pyrittiin selvittämään paineiskujen voimakkuutta ja vaimenemista eri putkimateriaaleilla sekä paineiskujen vaikutusta käyttöveden laatuun. Tuloksista on tehty tuloskortti *Water pressure changes and drinking water quality*.

5.1 Suoritetut mittaukset ja koelaitteistot

Paineiskukokeita tehtiin Sytyttimen tutkimusverkostossa yhteensä neljä kappaletta eri ajanjaksoina (Taulukko 5–1). Mittauskalustona käytettiin Dataq Instruments:n DI-718B- ja HBM:n MGCplus-tiedonkeruulaitteistoa, joihin molempiin oli kytketty kaksi paineanturia.

Mittalaitteet kykenevät suorittamaan 200 mittausta sekunnissa. Mittauksia tehtiin Sytyttimen PEX- ja kupariverkostoissa ajankohtana, jolloin verkostossa oli mahdollisimman vähän muuta vedenkäyttöä. Sytyttimessä on seurattu kiinteistöön tulevan veden painetta Grantin dataloggerilla, ja sen keräämää dataa käytettiin taustatietona mittaustulosten tarkastelussa.

Taulukko 5–1. Teknologiatalo Sytyttimessä suoritettavat mittaukset




	Paineiskukoe 1	Paineiskukoe 2	Paineiskukoe 3	Paineiskukoe 4*
Ajankohta	joulukuu 2012	heinäkuu 2013	heinäkuu 2013	marraskuu 2014
Suoritettavat mittaukset	paineiskujen vaikutus veden laatuun	paineiskujen vaimeneminen, poresuuttimien vaikutus, veden johtokyky	paineiskujen vaikutus veden laatuun	paineiskujen vaikutus veden laatuun
Mittalaitteisto	Dataq Instruments DI-718B	Dataq Instruments DI-718B	HBM MGCplus	Dataq Instruments DI-718B
	<i>*paineiskukoe 4 on tehty paineenalennusventtiilin asennuksen jälkeen</i>			

Paineiskujen vaikutusta veden laatuun tutkittiin juoksuttamalla vettä ja aiheuttamalla säännöllisesti paineiskuja juoksutuksen aikana. Paineiskujen välillä otettiin vesinäytteitä hanasta, jolla paineiskuja aiheutettiin sekä hanasta, johon putkilinjan paineiskut vaikuttivat edempänä verkostossa. Paineiskukokeet 1 ja 3 suoritettiin ennen paineenalennusventtiilin asennusta ja paineiskukoe 4 venttiilin asennuksen jälkeen. Paineiskukokeissa 1, 3 ja 4 mitattiin veden mikrobipitoisuuksia. Menetelmänä käytettiin heterotrofista pesäkelukua (HPC). Menetelmässä kasvatusalustana käytetään R2A-maljaa ja seitsemän vuorokauden kasvatusaika 22 °C lämpötilassa.

Paineiskukokeen 2 tarkoituksena oli selvittää paineiskujen vaimeneminen eri putkimateriaaleilla ja pituuksilla. Paineiskut aiheutettiin Oras Electra -hanoilla, joissa on magneettiventtiili. Mittauksissa käytettiin vakioporesuutinta sekä paineiskukokeessa 2 erikoispuoresuuttimia. Erikoispuoresuuttimilla on suurempi virtaama (Taulukko 5–2). Mittaushana asennettiin alkuperäisen hanan tilalle. Mittaushanalla aiheutettiin paineiskuja pitämällä kättä Electran valokennon edessä 2–3 sekuntia kerrallaan noin 15 sekunnin välein. Näitä paineiskuja aiheutettiin käyttövesiverkoston eri kohdissa ja vaimenemaa mitattiin eri etäisyyksiltä. Lisäksi selvitettiin kiinteistön verkoston lähtöpisteestä kauimmaisten vesikalusteiden käytössä olevaa painetasoa mahdollista paineenalennusventtiiliä varten sekä paineiskujen vaikutusta veden sähkönjohtokykyyn. Veden sähkönjohtokykyä mitattiin InoLabin Cond Level 1:llä.

Paineiskukokeiden tuloksia tarkastellessa tulee huomioida, että Sytyttimen eri materiaalien verkostot eivät ole täysin identtisiä keskenään. PEX-verkoston arkkitehtuuri perustuu jakotukkeihin, kun taas kupariverkosto on toteutettu haaroittamalla. Verkostojen pituus ja vesikalusteiden sijainnit verkostossa ei myöskään ole täysin identtiset talon muun arkkitehtuurin vuoksi.

Taulukko 5–2. Oras Electra -hanan virtaama eri poresuuttimilla

	6 l/min vakioporesuutin 	A-suutin 	Vesitähti 
3bar	5,5 l/min	10,7 l/min	16 l/min
4bar	5,5 l/min	12,6 l/min	18,6 l/min
5bar	5,5 l/min	14,2 l/min	21 l/min

5.1.1 Paineiskujen vaimeneminen ja poresuuttimien vaikutus

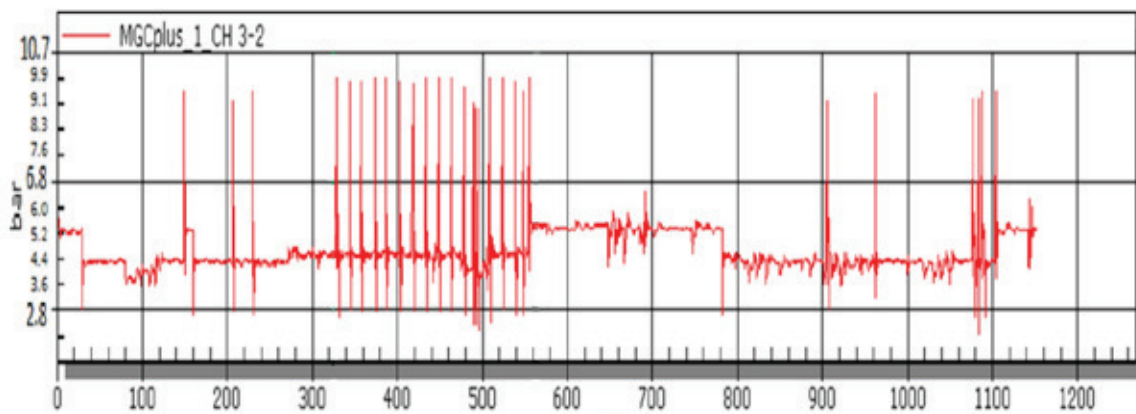
Tutkimuksessa mitattiin nettopaineiskujen (paineiskuhuipun ja staattisen paineen välinen erotus) keskiarvot molemmista verkostoista eri etäisyyksiltä sekä eri poresuuttimilla (Taulukko 5–3). Taulukosta voidaan havaita, että hanassa käytetyllä poresuuttimella on merkittävä vaikutus paineiskun suuruuteen. Tulosten perusteella muoviputki vaimentaa paineiskuja verkostossa metalliputkea tehokkaammin. PEX-putkien arkkitehtuuri perustuu jakotukkeihin, jotka saattavat osaltaan vaikuttaa paineiskujen vaimenemiseen. Muoviputki on myös kupariputkea elastisempaa, mikä edesauttaa paineiskujen vaimenemista. Paineiskujen huiput olivat korkeampia kupariverkostossa, mikä johtuu kupariputken jäykkyydestä.

Taulukko 5–3. Nettopaineiskujen keskiarvot PEX- ja kupariverkostossa (arvot, yksikkönä bar) paineiskukokeessa 2.

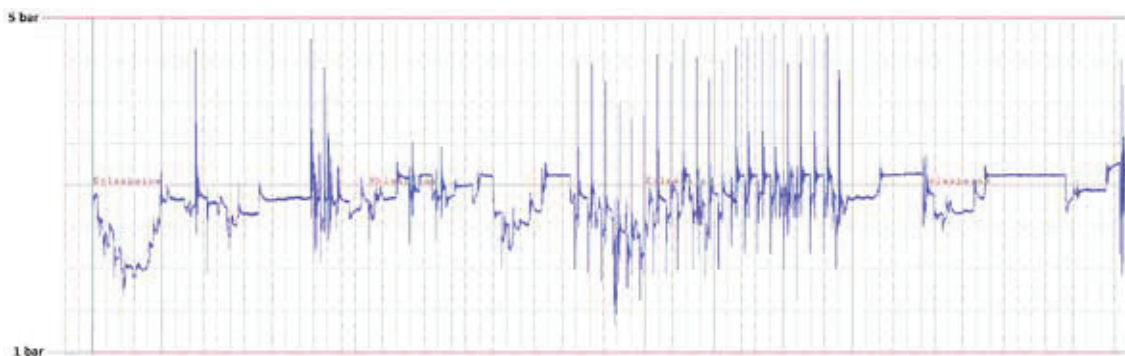
PEX				PEX			
kylmä	5,5l/min	A-suutin	vesitähti	lämmin	5,5l/min	A-suutin	vesitähti
paineiskupaikka	3,7	5,4	6,4	paineiskupaikka	2,1	4,4	4,4
7,5m etäisyydellä	1,3	1,8	2,5	7,5m etäisyydellä	1,3	1,9	2,0
23m etäisyydellä	0,6	1,7	1,7	23m etäisyydellä	0,2	0,4	0,5
CU				CU			
kylmä	5,5l/min	A-suutin	vesitähti	lämmin	5,5l/min	A-suutin	vesitähti
paineiskupaikka	5,6	8,5	13,6	paineiskupaikka	6,9	11,2	16,0
12m etäisyydellä	4,1	7,3	10,3	12m etäisyydellä	4,6	9,0	12,2
32m etäisyydellä	1,6	2,9	4,2	32m etäisyydellä	1,7	3,0	4,3

Kiinteistöön tulevan veden painetaso oli mittausten perusteella yli 5 baaria suurimman osan ajasta. Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan D1:n (2007) mukaan paineenalennusventtiiliä käytetään, jos kiinteistön vesilaitteistolle käytettävissä oleva paine päävesimitarin jälkeen on yli 500 kPa:a (5 baaria). Molempien verkostojen kiinteistöön tulevan veden pisteestä kauimmaisten kalusteiden käytössä oli yli 3,5 baaria, jolloin paineenalennusventtiilin asennus oli perusteltua. Kiinteistöön asennettiin paineenalennusventtiili huhtikuussa 2014, jonka jälkeen tulevan veden painetaso on ollut 3–3,5 baarin luokkaa.

Painetasot olivat korkeammat ennen paineenalennusventtiilin asennusta (Kuva 5–1) ja matalammat venttiilin asennuksen jälkeen (Kuva 5–2). Tuloksia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon, että mittaukset on teknisistä syistä toteutettu eri laitteistoilla, joten ne eivät ole suoraan vertailukelpoisia.



Kuva 5–1. PEX-verkoston paineiskujen taso ennen paineenalennusventtiilin asennusta.



Kuva 5–2. PEX-verkoston paineiskujen taso paineenalennusventtiilin asennuksen jälkeen.

Kupariverkostossa vastaavaa vertailua ei ole tehty, koska kuparilinjassa esiintyi vastaavissa mittauksissa ennen paineenalennusventtiilin asentamista hyvin epäsäännöllinen painetaso, jonka syyksi jälkikäteen selvisi saostuman aiheuttama tukos venttiilissä. Kuvista voidaan havaita, että ennen paineenalennusventtiilin asennusta paineiskujen suuruus on ollut maksimissaan 9,9 baarin luokkaa ja venttiilin asentamisen jälkeen 4,8 baarin luokkaa samassa kohtaa verkostoa. Paineenalennusventtiilin asennus näytti tämän perusteella pienentäneen paineiskujen suuruutta yli puolella.

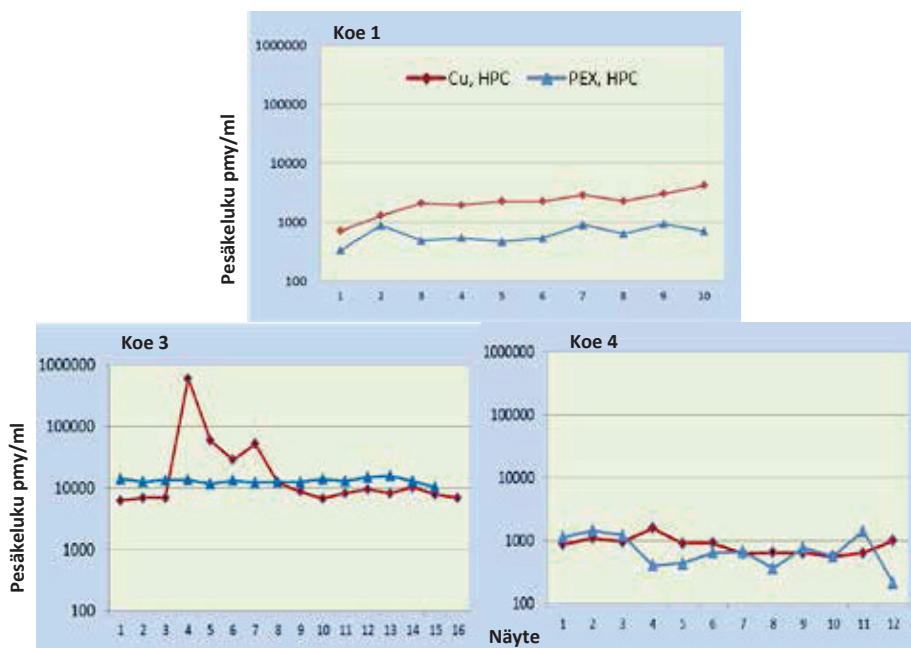
5.1.2 Paineiskujen vaikutus veden laatuun

Ensimmäisessä paineiskukokeessa suurimmat vaihtelut heterotrofisessa pesäkelukumäärässä (HPC) havaittiin kuparilinjalla (Kuva 5–3, koe 1). Havaintoa voi selittää suurempi paineenvaihtelu kupariputkessa. Paineiskujen taso vaihteli ensimmäisessä painekokeessa 6,2–10,7 baaria kupariputkilinjassa ja 0,2–3,9 baaria PEX-putkilinjassa.

Toisessa paineiskukokeessa mitattiin veden johtokykyä. Mittaustulosten perusteella verkostossa tapahtuvilla paineiskuilla ei todettu olevan merkittävää vaikutusta johtokykyyn. Muita vedenlaatumuuttujia ei paineiskukokeessa 2 seurattu.

Kolmannessa kokeessa havaittiin samansuuntainen tulos kuin ensimmäisessä paineiskukokeessa. Heterotrofinen pesäkelukumäärä ja edelleen pesäkeluku oli suurempi vesinäytteessä kupariverkostosta kuin PEX-verkostosta (Kuva 5–3, koe 3). Ero havaittiin, vaikka paineenvaihtelut olivat tässä kokeessa selvästi pienempiä kupariverkostossa kuin PEX-verkostossa. Toteutettujen paineiskujen myötä kupariverkostosta vapautui enemmän mikrobeja veteen kuin PEX-verkostosta, vaikka paine oli pienempi kuparilinjassa. Toisessa kokeessa paineiden taso oli kupariverkostossa 1,0 baaria ja PEX-verkostossa 5,5 baaria.

Neljäs koe toteutettiin paineenalennusventtiilin asennuksen jälkeen. Neljännessä kokeessa todettiin aiempia matalammat paineenvaihtelut, ja tällöin samanlaista selvää eroa ei havaittu putkimateriaalien välillä heterotrofisessa pesäkeluvussa (HPC) (Kuva 5 3, koe 4). Neljännessä kokeessa paineiden taso oli kupariverkoston osalta 1,8 baaria ja PEX-verkoston osalta 1,6 baaria.



Kuva 5–3. Heterotrofiset pesäkelukumäärät (HPC) veden laatua tutkivissa paineiskukokeissa 1, 3 ja 4 kupari- (Cu) ja PEX-verkostossa.

5.2 Jatkotoimenpiteet

Paineenvaihtelut irrottivat verkostoihin kertyneitä sakkoja, jotka sisältävät usein suuria määriä mikrobeja. Mikrobien pitoisuuden kasvu vedessä voi ilmetä muun muassa veden laadun esteettisinä ongelmina. Paineenvaihtelut voivat näkyä myös veden sameuden muutoksina. Paineiskujen vaikutuksia mikrobien irtoamiseen pitäisi tutkia vielä enemmän. Näiden alustavien tutkimusten mukaan paineenalennusventtiilin asentaminen pienensi myös paineiskujen vaikutuksesta irtoavien mikrobien määriä.

Hanojen käytöstä aiheutuvia paineenvaihteluita voitaisiin vähentää kehittämällä hanoja. Verkoston paineen alentaminen paineenalennusventtiilillä voi olla käytännöllinen tapa vähentää painepiikkejä verkostossa. Myös muovimateriaalin käyttö voi vähentää korkeita paineenvaihteluita, joita normaali hanojen avaaminen ja sulkeminen aiheuttaa.

Lähteet

Kukkasmäki M. 2014. Paineiskujen vaikutukset käyttövesiverkostossa. Insinööriyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Saatavilla 27.1.2015 <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013090615004>.

Suomen Rakentamismääräyskokoelma. 2007. Osa D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. Helsinki. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

Sisäympäristö-hankkeeseen liittyvä tulokortti:

Water pressure changes and drinking water quality

Saatavilla: <http://rym.fi/results/water-pressure-changes-and-drinking-water-quality/>

Menetelmäkuvaukset:

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