

Juuso Yli-Pyky

PYYKINPESUKONEEN VIEMÄRÖINTI KYLPYHUONETILASSA

PYYKINPESUKONEEN VIEMÄRÖINTI KYLPYHUONETILASSA

Juuso Yli-Pyky
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Juuso Yli-Pyky

Opinnäytetyön nimi: Pyykinpesukoneen viemärointi kylpyhuonetilassa

Työn ohjaaja: Mikko Niskala

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2016 Sivumäärä: 26 + 3 liitettä

Opinnäytetyön tilaajana toimi Oulun ammattikorkeakoulu. Työn tavoitteena oli selvittää pyykinpesukoneen kytkentäviemäriin virtausominaisuuksia, padotuskorkeutta ja veden käyttäytymistä putken eri osissa. Tarkempana tutkimusaiheena oli viettoviemäriin suunnitteluun käytettävien laskentakaavojen tulosten vertaaminen tuloksiin, jotka saatiin käytännön kokeilla.

Lisäksi työssä perehdyttiin veden virtausominaisuuksiin, kytkentäviemäriin toimintaan ja osien virtausvastukseen. Työtä varten rakennettiin järjestelmä, joka simuloi kylpyhuoneeseen sijoitettavan pyykinpesukoneen viemäriä. Läpi kulkevaa vesivirtaa mitattiin Oras linjasäätöventtiilistä TA-CMI-monitoimimittarilla. Veden virtausta mitattiin myös punnitsemalla vesimassaa ja ottamalla virtaukseen käytettyä aikaa sekuntikellolla. Työssä käytettiin Rakennusten vesijohdot ja viemärit -kirjan laskuesimerkkejä viemäriin suunnittelussa.

Mittauksia suoritettaessa kävi ilmi, että pyykinpesukoneen poistopumpun nostokorkeus on yli 2 m. Laskelmat ja käytännön kokeet osoittivat myös sen, että kytkentäviemäriin virtaavan veden aiheuttama padotus jäi käytännön kokeessa pienemmäksi kuin laskelman lopputulokseksi saatu padotuskorkeus. Käytännön kokeet paljastivat myös sen, että pesukoneen poistoveden viemäriputki toimii käytännössä paineviemärinä virtaaman ylittäessä viettoviemäriin maksimivirtaaman ja virtaus on tuolloin umpivirtausta.

Asiasanat: viemäri, pesukone, lattiakaivo, saneeraus, kytkentäviemäri

ALKULAUSE

Tämän työn tekemisen ja mielenkiintoisen aiheen tutkimisen mahdollisti Oulun ammattikorkeakoulu. Työn suorittamisen myötä tahdon kiittää seuraavia henkilöitä: Mikko Niskala, Martti Rautiainen, Erkki Kylmänen ja Jouni Kivirinta. Erityiskiitos myös Oulun jätehuolto Oy:n käyttöpäällikkö Markku Heinoselle sekä SER-Tuottajayhteisö Ry:lle, jotka yhteisvoimin mahdollistivat pyykinpesukoneen luovuttamisen tutkimuskäyttöön.

6.1.2016

Juuso Yli-Pyky

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 VIEMÄRÖINTI	8
2.1 Kylpyhuoneen viemäröinti	8
2.2 Viemäröintirengas	9
2.3 Viemäröintiliitin	9
2.4 Viemäröintisuppilo	10
2.5 Hajulukko	10
3 VIRTAUKSESTA LYHYESTI	12
4 MÄÄRÄYSTENMUKAINEN VIEMÄRÖINTI	13
4.1 Viemärin mitoitusvirtaama	13
4.2 Kaavat	14
5 VIETTOVIEMÄRIN MAKSIMIVIRTAAMA	15
6 ESIMERKKILASKU	16
7 MITTAUKSET	19
7.1 Ensimmäinen mittaus	20
7.2 Toinen mittaus	21
8 YHTEENVETO	23
LÄHTEET	26

Liite 1	Mittausuunnitelma
Liite 2	Mittausmuistio
Liite 3	Kaavio viemärin kytkennästä

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan 32 millimetrin viettoviemärin toimivuutta pesukoneen poistoviemärinä sekä pesukoneen poistopumpun nostokorkeutta. Työssä käsitellään kylpyhuoneen lattiakaivon sivuliitintään kytkettävän pesukone-liitännän toimivuutta nykymääräyksillä ja suunnitteluohjeilla. Pää tarkoituksena työssä oli havainnollistaa pesukoneen kytkentäviemäriin liitettävien useamman viemärin riskejä ja veden käyttäytymistä viemärintipisteen ja kytkettävän laitteen välillä

Työn aiheeseen ei ollut aikaisemmin juurikaan perehdytty, eikä siihen ollut ole-massa mitään ohjetta. Työn kaikki vaiheet piti suunnitella etukäteen ja käytännön kokeita piti testata niiden toimivuuden varmistamiseksi monta kertaa.



KUVA 1. Viemärintijärjestelmä rakennettuna

Työtä varten rakennettiin järjestelmä joka simuloi viemäriputkistoa ja jonka avulla tarkkailtiin putkiston toimivuutta. Viemäriputkistoon liitettiin vanha pyykinpesukone, jonka poistopumppu kytkettiin toimimaan suoralla virralla kytkimen kautta.



KUVA 2. Mittauksissa käytetty pesukone

Pumpun imupuolelle rakennettiin mitta-astia (kuva 2). Mitta-astian avulla voitiin määrittellä pesukoneen läpi johdettava vesimäärä ja virtaama.

2 VIEMÄRÖINTI

Viemäröinti jo käsitteenä tuo yleisellä tasolla mieleen ylimääräisen ja likaisen veden kuljettamisen pois käyttöpaikasta tai -pisteestä. Viemärijärjestelmä koostuu käytännössä viemäripisteestä sekä kytkentäviemäristä. Kiinteistön viemäriputkisto johtaa jäteveden kunnallisverkostoon, joka johtaa likaveden sen viimeiseen määränpäähän, jätevedenkäsittelylaitokseen.

Nykypäivänä kiinteistönviemäriputkisto koostuu pääasiassa muovisesta PP-putkesta. Myös valurautaputkea sekä HST- ja RST-putkea käytetään kohteissa, joissa ääni- tai paloturvallisuusvaatimukset sitä edellyttävät. Valurautaviemäriin liitokset tehdään nykyään käyttämällä liitospantoja, jotka on valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Rakennuksen pohjaviemärit asennetaan yleensä rakennuksen pohjatöiden kanssa samaan aikaan, jolloin pohjalaatan betonivalun yhteydessä putket jäävät betonin sisään.

2.1 Kylpyhuoneen viemäröinti

Kylpyhuoneen viemäröinti toteutetaan yleensä kokoojaviemärillä, johon liittyy yksi tai useampia viemäröintilaitteita. Kosteissa tiloissa on yleensä lattiakaivo ja siihen saattaa liittyä yksi tai useampi sivuhaara. Näitä ovat mm. saunan kuivakaivo, pesukoneen poistoviemäri tai jopa pesualtaan kytkentäviemäri. Myös kylpyhuoneessa sijaitsevan ilmanvaihtokoneen kondenssiviemäristä on huolehdittava.

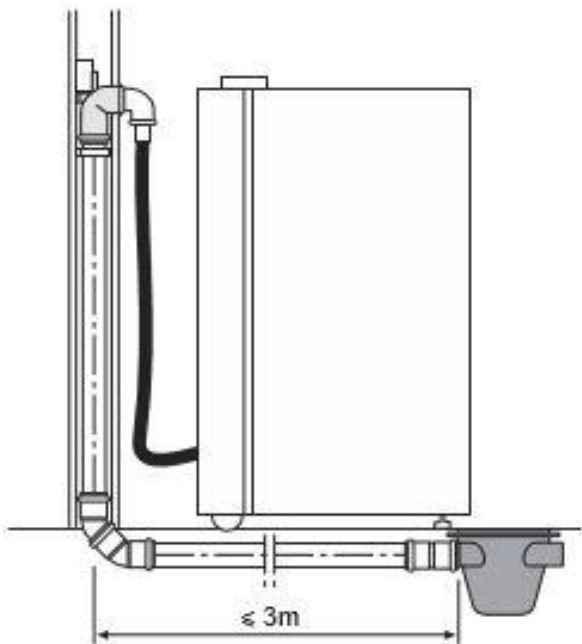
Kondenssivesi on johdettava viemärilaitteelle niin, ettei se pääse kastelemaan kylpyhuoneen seinärakenteita. Kerroksissa lattiakaivon viemäröinti tapahtuu yleensä 75 mm:n viemärillä betonilaatan läpi tai välipohjassa. Lattiakaivon sivuhaarat kytketään kaivoon ennen kylpyhuoneen pintabetonin valamista siten, että viemäriputki jää valun sisään. Viemäri on asennettava siten, että siitä ei aiheudu viemäritulvia tai muita haittoja. Viemäri on oltava riittävän kestävä ja käyttövarma. Koska pintavalu on ohut, aina ei ole mahdollista saada sivuhaaralle tarvittavaa kaltevuutta. LVI RYL ja Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D1 ohjeistavat 1 % minimin kytkentäviemäriin kaltevuudelle. (1, s. 46; 1, s. 19; 2, s. 119)

2.2 Viemäröntirengas

Viemäröntirengas on lavuaarin ja hajulukon väliin asennettava renkaan muotoinen liitin, jonka yhteeseen pesukoneen poistoletku liitetään. Kaksihaaraiseen viemäröntirenkaaseen voidaan liittää myös ilmanvaihtokoneen kondenssiveden poisto.

2.3 Viemäröntiliitin

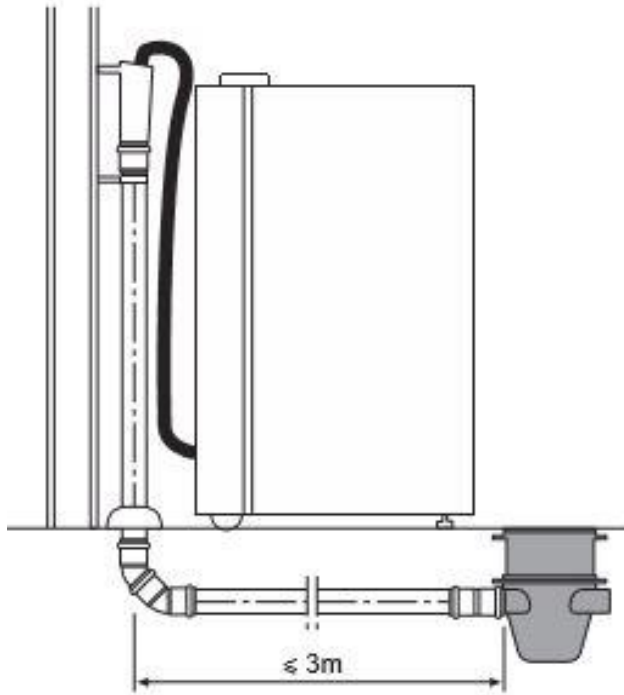
Viemäröntiliitintä käytetään tilanteissa, joissa pesukone on kaukana pesualtaan viemäripisteestä. Viemäröntiliitin asennetaan seinään maksimissaan yhden metrin korkeuteen, ja se kytketään 32 mm:n kytkentäviemäriputkena lattiakaivon sivuliittimeen tai kokoojaviemäriin. Viemäröntiliittimen käyttö edellyttää sen johtamista hajulukkoon (kuva 3).



KUVA 3. Pesukoneen liittäminen viemäriverkostoon viemäröntikulmalla ja kulmaliittimellä (3 s. 88)

2.4 Viemäröintisuppilo

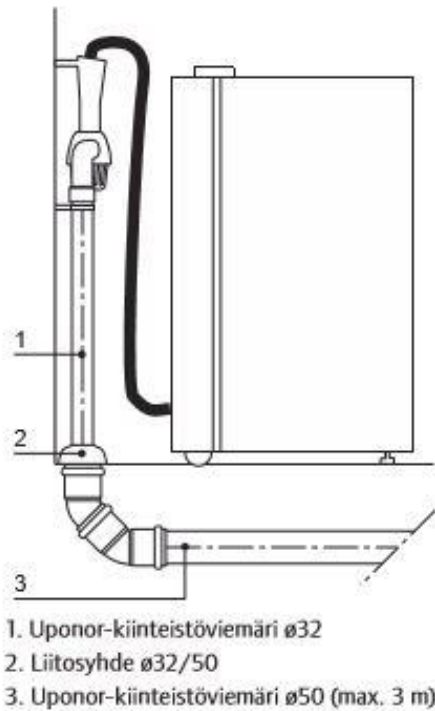
Viemäröintisuppilo voidaan asentaa seinään ja poistettava vesi johdetaan omalla viemäriputkella lattiakaivoon tai kokoojaviemäriin. Pesukoneen tai muun laitteen poistovesiletku kiinnitetään viemäröintisuppiloon niin, että viemäritävä vesi tai muu aine laskee vapaasti suppiloon. Suppilo kytketään omalla 32 mm:n viemäriputkella hajulukolliseen viemärilaitteeseen (kuva 4).



KUVA 4. Pesukoneen liittäminen viemäriverkostoon pesukonesuppilolla (3 s. 88)

2.5 Hajulukko

Hajulukko on viemärilaitteessa sijaitseva vedellä täyttyvä kuppi (kuva 4). Viemäriputkien päät ovat veden pinnan alla, minkä vuoksi viemäriputkesta ei pääse leviämään hajuja. Pesukone voidaan viemäroidä suoraan viemäriin vesilukollisen pesukonesuppilon avulla, jolloin lattian alla johdettavan viemäriin halkaisija on oltava 50 mm (kuva 5).

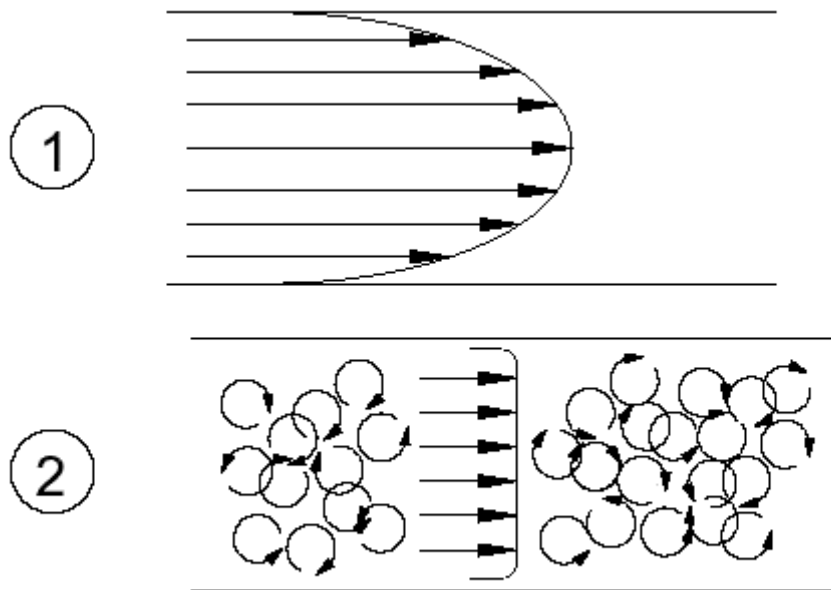


KUVA 5. Pesukoneen liittäminen viemäriverkoston vesilukollisella pesukone-suppilolla (3 s. 88)

Kuvissa 3, 4 ja 5 Uponor suositaa kytkentäviemärin vaakapituudeksi enintään 3 m. Myös RakMK D1 s. 48 taulukossa tuulettamattoman kytkentäviemärin maksimipituus tässä tapauksessa on 3 m (1, s. 48)

3 VIRTAUKSESTA LYHYESTI

Putkessa tapahtuvaa virtausta on kahdenlaista: turbulenttista ja laminaarista virtausta (kuva 6). Kuvassa 6 kohta 1 kuvastaa laminaarista virtausta. Putkessa virtaavan fluidin nopeus on korkein putken keskikohdassa. Kerrokset eivät sekoitu ja virtaus on tasaista. Kohta 2 kuvastaa turbulenttista virtausta jossa virtauksen nopeusprofiili on tasainen ja fluidin kerrokset sekoittuvat.



KUVA 6. Laminaarinen ja turbulenttinen virtaus (4)

Laminaarisen ja turbulenttisen virtauksen rajan määrää nesteen ominaisuudet, kuten viskositeetti ja lämpötila. Laminaarisen ja turbulenttisen virtauksen kuitenkin määrittää dimensioton Reynoldsin luku, joka lasketaan kaavalla 1. Pesukoneen kytkentäviemärissä mitoitusvirtaama on käytännössä turbulenttinen, sillä Reynoldsin luku on yli 3000.

$$Re = \frac{v \cdot d_s}{\nu \cdot 1000}$$

KAAVA 1

v =fluidin keskimääräinen virtausnopeus [m/s]

ν =Fluidin kinemaattinen viskositeetti [m²/s]

4 MÄÄRÄYSTENMUKAINEN VIEMÄRÖINTI

Kokoojaviemäri palvelee vähintään kahta viemäripistettä. Tällainen tilanne syntyy, jos pesukoneen poistoviemäriin johdetaan myös esim. ilmastointikoneen kondenssivesiputki. Huoneistokohtainen ilmastointikone on yleensä sijoitettuna pyykinpesukonevarauksen yläpuolelle, josta sen kondenssivesiletku on helppo johtaa viemäröintiliittimeen. Viemäröintiliittimen putki johdetaan märkäkaivoon. Pesukoneen kytkentäviemäriin ei kuitenkaan saa liittää kuivakaivoa, sillä pesukoneen pumpun virtaama on niin suuri, että vesi nousee kuivakaivon kautta lattialle (5). Kuivakaivo sopii esimerkiksi saunan löylyhuoneen tai ilmastointikoneen kondenssiveden viemäröintiin. 32 mm:n kytkentäviemäriputkeen ei tulisi liittää useampaa viemäröintipistettä, koska kokoojaviemäriin halkaisija tulisi olla vähintään 50 mm (1, s. 50). Tuulettaman kokoojaviemäriin minimikaltevuus täytyy määrittää laskelmin, sillä mitoituskäyrästä ei ole 32 mm:n viemäriä.

4.1 Viemäriin mitoitusvirtaama

Kokoojaviemäri mitoitetaan siihen liitettyjen viemäripisteiden normivirtaamien summan mukaan (taulukko 1) (3, s. 58). Kytkentäviemäri mitoitetaan siihen liitetyn viemäripisteen mitoitusvirtaaman mukaan.

TAULUKKO 1. tuulettamattoman kytkentäviemäriin normivirtaama ja enimmäispituudet (1, s. 48)

Normivirtaama dm ³ /s	Enimmäispituus tuulettamattomana		Viemäröinti toisen viemäripisteen vesiluktoon, vähimmäisputkikoko
	Vaakapituus L [m]	Putouskorkeus H [m]	
0,6	3	1	Pesukoneet, kotitalous, DN32

Pesukoneen tuuletetun kytkentäviemärin vähimmäiskaltevuus määritetään virtauslaskelmin. Käytännössä laskelmien perusteella saatua viettoviemärin minimikaltevuutta ei voida asentaa tilan puutteen vuoksi. Jos minimikaltevuus voitaisiin saavuttaa, viemärillä ei olisi pituusrajoitusta.

4.2 Kaavat

Viettoviemärin mitoituksessa voidaan käyttää seuraavia kaavoja. Viemäriputken itsepuhdistuvuus lasketaan kaavoilla 2–4 (6, s. 361)

$$S = J \cdot \delta \cdot R$$

KAAVA 2

S= Työntövoima [N/m²]

J= Energiaviivan kaltevuus [m/m]

δ= tilavuuspaino [N/m³]

R= Hydraulinen säde [m]

$$R = \frac{A}{P}$$

KAAVA 3

A= Hydraulinen poikkipinta-ala [m²]

P= Putken märkäpiiri [m]

$$\delta = \frac{m \times g}{V}$$

KAAVA 4

δ = tilavuuspaino [N/m³], 1kg=9820 N/m³

m= massa [kg]

g= maan vetovoiman kiihtyvyys [m/s²]

V= tilavuus [m³]

5 VIETTOVIEMÄRIN MAKSIMIVIRTAAMA

Jäteveden virratessa viemäriputkessa putki ei yleensä täyty, vaan vesi virtaa viemärissä täyttäen viemäriputken virtauspoikkipinta-alan osittain. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D1 ohjeistuksen mukaan jäteveden kokoojaviemäri tulisi mitoittaa 50 %:n täyttöasteella (1, s. 46). Pesukoneen 32 mm:n viemäriputkessa lähemmän tarkastelun jälkeen huomattiin, että viemäriputken täyttöaste on lähes poikkeuksetta 100 %.

Viemärin mitoitus

Tuuletetun viemärin, jonka täyttöaste on 100 %, maksimivirtaama lasketaan kaavalla 5 (6, s. 362).

$$Q = -6,75 \cdot \log \left(\frac{0,74}{d \cdot \sqrt{d \cdot J} \cdot 10^6} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right) \cdot d^2 \cdot \sqrt{d \cdot J} \quad \text{KAAVA 5}$$

Q= Virtaama täydessä putkessa [m³/s]

d= Putken sisähalkaisija [m]

J= Energiaviivan kaltevuus [m/m]

k= Karheusluku [m]

Vajaan tuuletetun viemärin virtaaman suhde täyteen tuuletettuun vaakaviemäriin voidaan laskea kaavalla 6 (6, s. 363)

$$\frac{q}{Q} = 0,46 - 0,5 \cdot \cos \left(\pi \cdot \frac{h}{d} \right) + 0,04 \cdot \cos \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{h}{d} \right) \quad \text{KAAVA 6}$$

$\frac{q}{Q}$ = täyttösuhde

Q= virtaama täydessä putkessa [$\frac{m^3}{s}$]

h= nestekorkeus putkessa [mm]

d= putken sisähalkaisija [mm]

6 ESIMERKKILASKU

Viemäriputken maksimivirtaama 100 %:n täyttöasteella lasketaan kaavalla 5.

$$Q = -6,75 \cdot \log \left(\frac{0,74}{d \cdot \sqrt{d \cdot J} \cdot 10^6} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right) \cdot d^2 \cdot \sqrt{d \cdot J}$$

Maksimivirtaama laskettiin sileälle 32 mm:n muoviviemäriputkelle, jonka seinämävahvuus on 1,8 mm ja jonka kaltevuus on 10‰. Viemäriputken sisäpinnan karheutena käytettiin lukua 0,00025 m (5, s. 361).

$$Q = -6,75 \cdot \log \left(\frac{0,74}{0,0284 \cdot \sqrt{0,0284 \cdot 0,01} \cdot 10^6} + \frac{0,00025}{3,71 \cdot 0,028} \right) \cdot 0,028^2 \cdot \sqrt{0,028 \cdot 0,01}$$

$$d = 0,0284 \text{ m}$$

$$J = 0,01 \text{ m/m}$$

$$K = 0,00025 \text{ m}$$

Kun virtaama on 0,3 l/s tuuletetun viettoviemärin kaato 100 % täyttöasteella on laskelmien mukaan noin 2 cm/m eli 20 ‰. Kun virtaama on 0,6 l/s kaadon pitää tämän laskelman mukaan olla 35 cm/m eli 350 ‰. Laskelmien mukaan näillä kaltevuuksilla viemärin pituus voi olla rajoittamaton.

Lopputulokseksi saatiin 0,000221 m³/s eli 0,221 l/s

Kun pesukoneen poistoveden virtaama saavuttaa 100 % täyttöasteen ja viemärin kaato ei riitä, kytkentäviemäristä muodostuu paineviemäri tai umpivirtausviemäri. Paineviemäriä syntyvä painehäviö aiheuttaa viemäriin padotuksen ja se on laskettavissa matemaattisesti käyttäen laskukaavoja.

Viemärin vaakaputkessa täyttöasteen ollessa 100 % painehäviölaskun lopputulos vastaa viemärin padotusta. Painehäviö paineellisessa putkivirtauksessa lasketaan kaavalla 7 (7).

$$\Delta P = R * L + Z$$

KAAVA 7

jossa;

$$R = \frac{\lambda * 1000}{d_s} * p_d = \text{hankausvastus [Pa/m]}$$

d_s = putken sisähalkaisija [mm]

$$\lambda = \frac{64}{Re}; \text{ jos } Re < 2300 = \text{kitkakerroin}$$

$$\lambda = \frac{1}{4} * \left[\lg \left(\frac{\varepsilon}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^{-2}; \text{ jos } Re \geq 2300$$

$$\varepsilon = \frac{k}{d_s} = \text{putken sisäpinnan suhteellinen karheus}$$

k = Putken karheus [mm]

Re = Reynoldsin luku

v = virtausnopeus [m/s]

$$p_d = \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{dynaaminen paine [Pa]}$$

$$Z = \Sigma \zeta * p_d = \text{kertavastushäviö [Pa]}$$

$\Sigma \zeta$ = Kertavastuksien summa

L = putkipituus [m]

Reynoldsin luku laskettiin virtauksen ollessa pesukoneen kytkentäviemärin mitoitussvirtaama 0,6 l/s ja 10-asteisen veden kinemaattisen viskositeetin ollessa $1,30 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Virtaama 0,6 l/s nopeus 32 mm viemärissä on 0,95 m/s

$$Re = \frac{v * d_s}{\nu * 1000} = \frac{0,95 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,0284}{1,3 * 10^{-6} * 1000} = 20691, \text{ virtaus on turbulenti.}$$

Reynoldsin luvun ylittäessä 2300 kitkakerroin λ lasketaan seuraavasti:

$$\lambda = \frac{1}{4} * \left[\lg \left(\frac{\varepsilon}{3,7} + \frac{5,74}{R_e^{0,9}} \right) \right]^{-2} = \frac{1}{4} * \left[\lg \left(\frac{\frac{0,00025}{0,0284}}{3,7} + \frac{5,74}{20691^{0,9}} \right) \right]^{-2} = 0,0276$$

Tavanomaisessa tilanteessa viemäriin vaakaputkeen mahdollisesti asennettavat kulmayhteet muodostavat painehäviötä, joten kertavastusten summana käytetään lukua 5,5. Viemäriputken materiaalina käytettiin 32 mm:n sileää muoviputkea, jonka karheusluku lähteen 6 mukaan on 0,00025 m

Viemäriin vaakaosuuden painehäviö eli padotuskorkeus saadaan pyykinpesukoneen viemäriin mitoitusvirtaamalla 0,6 dm³/s ja vaakaputken pituuden ollessa 3 m seuraavasti:

$$\Delta P = R * L + Z$$

$$R = \frac{\lambda * 1000}{d_s} * \frac{1}{2} \rho v^2 = \frac{0,0276 * 1000}{28,4 \text{ mm}} * \frac{1}{2} * 988,7 \text{ kg/dm}^3 * (0,95 \text{ m/s})^2 = 433 \text{ Pa/m}$$

$$L = 3 \text{ m}$$

$$Z = 5,5 * \frac{1}{2} * 988,7 \text{ kg/dm}^3 * (0,95 \text{ m/s})^2 = 2453 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 433 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} * 3 \text{ m} + 2453 \text{ Pa} = 3752 \text{ Pa} = 3,752 \text{ kPa} = 0,37 \text{ m}_{\text{vp}}$$

Laskun lopputuloksena voidaan pitää viemäriin virtausvastuksen, eli painehäviön aiheuttamaa padotusta, joka tässä tilanteessa on 37 senttimetriä.

28,4 mm sisähalkaisijalla olevien putkien eri putkimateriaalien karheuksia vertailtaessa, padotukselle saatiin seuraavia tuloksia.

Taipuisa letku, karheus ~0,7 mm = 1,99 m_{vp}

PVC- ja PE-putket, karheus 0,007 mm = 1,11 m_{vp}

Vedetty messinki tai kupariputki, karheus 0,0015 mm = 0,60 m_{vp}

Karheidet ovat annettu puhtaille putkille. Viemäriputken likaantuessa karheusluku suurenee ja sen myötä padotus kasvaa.

7 MITTAUKSET

Mittauspuitteet rakentamalla tutkittiin veden virtausta 32 mm:n muoviviemärissä eri vesivirtaamilla. Pesukoneen poistoletku kytkettiin viemäriputkeen Oras 173 -viemäröintiliittimellä sekä Merikan valmistamalla Aimo-viemäröintikulmalla (kuva 7).



KUVA 7. Viemäröintiliitin ja viemäröintikulma

Mittausta varten rakennettiin ennakkotapauksia mukailevat olosuhteet viemäröintitapahtumalle. Mittauksessa johdettiin vettä pesukoneen poistopumppua käyttämällä viemäriin ja viemäriin lisättiin virtausvastusta kasvattavia asennuksia ja yhteyksiä. Mittausta jatkettiin virtausvastusta lisäämällä, kunnes ennakkotapauksen kaltainen tilanne saavutettiin. Pesukoneen rummussa olevaa vettä simuloi läpinäkyvästä PVC-putkesta rakennettu vesisäiliö, josta poistopumppu pumppaa veden pesukoneen poistoletkuun.

7.1 Ensimmäinen mittaus

Työn ensimmäinen mittaus suoritettiin juoksuttamalla vettä pikapalopostista. Koska pyykinpesukoneen kytkentäviemärin RakMK osan D1 mukainen normivirtaama on $0,6 \text{ dm}^3/\text{s}$, pikapalopostin suuren putkiliitännän vuoksi haluttu vesivirta oli mahdollista saavuttaa. (kuva 8).



KUVA 8. Vesivirran mittauskalusto.

Vesivirta säädettiin halutuksi palopostin sulkuventtiilillä. Linjasäätöventtiilin esisäätöarvon ollessa 10 vesivirta saatiin mitattua TA-CMI-mittarilla tarkasti kurotamatta virtausta linjasäätöventtiilillä. Vertailumittaus tehtiin myös käyttäen kelloa ja mitta-astiaa. Ensimmäisen mittauksen aikana varmistettiin viemärijärjestelmän toimivuus sekä tutkittiin silmämääräisesti veden käyttäytymistä kytkentäviemäriässä.

7.2 Toinen mittaus

Toisen mittauksen aikana verrattiin keskenään laskelmien ja mittauksen aikana saatuja tuloksia (Kuva 9).



KUVA 9. Vesivirta säädettiin haluttuun arvoon säätämällä veden virtausta sulkuventtiilillä.

Viemäriputki kannakoitiin toisesta päästä saranoituun lautaan. Laudan toiseen päähän taso, joka varustettiin säätöjaloin (kuva 10). Säätöjalkoja säätämällä viemärin kaltevuus saatiin haluttuun arvoon.



KUVA 10. Vaakaviemärin kaadon asettaminen

Viemäriputken kaato asetettiin kohdalleen käyttämällä mittanauhaa ja vesivaa-kaa. Viemäriputken kaadoksi asetettiin 1 cm/100 cm. Kytkentäviemärin minimikaato on annettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D1 ja LVI RYL 2002. Myös Uponor käyttää 1 cm/100 cm minimikaltevuutta kytkentäviemärin suunnitteluohjeessa (1, s. 46; 2, s.119; 3, s. 88). Käytännössä suurempaan viemärin kaatoon ei voida päästä, koska lattian pintalaatta on ohut ja lattian kaltevuus on rajoitettu.

8 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tutkia pyykinpesukoneen poistovesipumpun nostokorkeutta, pesukoneen kytkentäviemäriin toimintaa sekä samaan viemäriin kytketty ilmastointikoneen kondenssiviemäriin tulvimisvaaraa pesukoneviemäriin tukkeutuessa.

Mittauksissa virtaamalla $0,3\text{--}0,6\text{dm}^3/\text{s}$ kytkentäviemäriin padotus nousi $0,2\text{ m}_{\text{vp}}$. Mittauksen aikana kytkentäviemäriin lisättiin virtausvastusta kulmayhteillä ja jatkamalla vaakaputken pituutta. Siitä huolimatta viemäriin padotuskorkeus ei noussut yli viemäröintipisteen. Kuitenkin kokeen aikana poistopumpun käydessä viemäriputkeen lisättiin mekaaninen virtausta rajoittava este, joka simuloi viemäriputken lähes kokonaista tukkeutumista. Tämä aiheutti sen, että poistopumpun tuottama paine kykeni nostamaan veden n. 2 m_{vp} . Tämän ilmiön havainnollistaminen johtaa siihen, että toisen viemäriputken kytkentää pesukoneviemäriin tulee välttää viemäriin tulvimisvaaran vuoksi tukkeutumistilanteessa. Viemäriin tukkeutuessa veden pinta nousee liian korkealle, mikä voi aiheuttaa pesukoneen poistoveden kulkeutumisen mahdollisesti samaan viemäriin kytkettyyn laitteeseen. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneen asennuskorkeus on yleensä alle pyykinpesukoneen poistovesipumpun nostokorkeuden. Poistovesi näin ollen voi nousta ilmanvaihtokoneeseen ja sitä kautta kastella rakenteita ja aiheuttaa vesivahingon.

Pesukoneen kytkentäviemäri ei käytännön kokeessa $1\text{ cm}/1\text{ m}$ kaadolla toiminut viettoviemäriin tavoin. Veden virratessa ilman tuuletusta putkisto toimi paineviemäriin tavoin, jolloin paineviemäriin painehäviön laskukaavat pitävät likimain paikkaansa.

Verrattaessa esimerkkilaskun tulosta käytännön kokeessa saatuihin tuloksiin huomattiin, että laskettu padotuskorkeus on huomattavasti suurempi kuin todellisuudessa virtauksen aiheuttama padotuskorkeus on. Mitoituksessa on siis selkeää varmuutta. Tuuletettuna $1\text{ cm}/1\text{ m}$ kaadolla viemäri toimii umpivirtausviemäriä ja padotus on noin $0,2\text{ m}_{\text{vp}}$

Veden virratessa läpinäkyvästä osuudesta pystyttiin havaitsemaan, että viemäriin pystyosan täyttöaste muuttui, kun viemäri oli tuuletettu. Viemäriin ollessa tuuletamaton ilma ei sekoittunut virtaavaan veteen ja viemäriputki täyttyi kokonaan. Kun viemäriin päästettiin ilmaa sivuhaaran kautta, viemäriputkessa virtaavan veden pinta jäi 78 mm vaakaosuuden yläpuolelle (kuva 11).



KUVA 11. Viemäriputkessa virtaavan veden aiheuttama padotus

Umpivirtaavan putken virtausvastuslaskussa saatu tulos oli yli viisinkertainen verrattuna mitattuun padotukseen. Painehäviö laskettiin laskukaavoilla myös kertavastusluvuilla 0,5 ja 2, joilla laskelmien tulos jäi pienemmäksi kuin käytännön kokeissa mitattu padotuskorkeus.

Veden virratessa viemäriputkessa, pystyputkeen asennettuun sivuhaaraan muodostui alipainetta, jonka epäiltiin johtuvan vesimassan liikkeen aiheuttamasta lappo-ilmistä viemäriputkessa. Viemärointikulman tyhjiöventtiin maksimi-ilmavirta on liian pieni korvaamaan lapon aiheuttaman imun. Viemäriputken huomattiin vetävän tämän ilmiön johdosta enemmän, kuin pesukoneen poistoviemäriin pumpaava tuotto on. Lopputuloksia koottiin mittauksen aikana liitteenä olevaan mittausmuistioon.

Mittauksen lisäksi testattiin pyykinpesuaineen vaikutusta veden virtaukseen kytkentäviemäriissä. Pesukoneeseen rakennettuun säiliöön lisättiin lämmintä vettä ja pyykinpesupulveria. Pyykinpesuaineella ei ollut vaikutusta veden virtausnopeuteen eikä padotukseen.

Paineviemäriin itsepuhdistuvuuden miniminopeutena pidetään 0,7 m/s (8, s.2). Pesukoneen poiston 0,3 l/s virtaamalla virtausnopeus on noin 0,5 m/s. Tästä johtuen pesukoneen poistoviemäri lietty vähitellen tukkoon ja aiheuttaa veden nousun ilmastointikoneeseen. Pesukoneen kytkentäviemäriin yhdistäminen ilmanvaihtokoneen kondenssiveden viemärointiin vaatii yhteisen kokoojaviemäriin säännöllisen puhdistuksen.

LÄHTEET

1. D1 (2007). 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/28208-D1_2007.pdf. Hakupäivä 19.1.2016.
2. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 1. 2002. Rakennustietosäätiö RTS, LVI-Keskusliitto ry, Sähkötieto ry. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/lvi/kortit/10355> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 19.1.2016.
3. Uponor-kiinteistö- viemärointikäsikirja. Uponor Oy. Saatavissa: <https://www.uponor.fi/handler/directdownload.ashx?did=D45BAC73B9E740D0B1066B820A6B8D76>. Hakupäivä 9.12.2015
4. Periaatekuva virtauksesta. Metropolia ammattikorkeakoulun Wikipalvelu. Saatavissa: <https://wiki.metropolia.fi/download/attachments/12158124/4.1.GIF>. Hakupäivä: 31.10.2015.
5. Rakennusvirhepankki RVP-S-LVI-53. 2013. Kotitalouskäytössä olevan pyykinpesukoneen viemärointi. Helsinki. Rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpätevydet FISE Oy
6. Rakennusten vesijohdot ja viemärit. 1987. Käsikirja 7. painos. Helsinki. Suomen kunnallistekninen yhdistys.
7. Niskala, Mikko 2012. T660204 Lämmitystekniikka 2 4 op. Opintojakson luennot syksyllä 2012. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
8. LVI-ohjetiedosto LVI 23-10222. 1993. Pumppaamot. Helsinki. Rakennustietosäätiö ja LVI-keskusliitto. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/lvi/kortit/10222.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 25.2.2016.

Mittaus suunnitelma

Mittaja: Juuso Yli-Pyky

Mittauspaikka: Oulun ammattikorkeakoulu, Kotkantie 1, Energiatekniikan laboratorio

Mittausaika: Toukokuu 2015

Mitattavat asiat

Mittauksessa tutkitaan pyykinpesukoneen poistopumpun nostokorkeutta ja viemärin aiheuttamaa virtausvastusta.

Mittaukset

Mittaus suoritetaan asianmukaisella tavalla rakennetussa testausjärjestelmässä, joka simuloi huoneiston kylpyhuoneen viemärointiä.

Mittauksessa käytettävät laitteet

Mittausvaiheessa käytettäviä laitteita ovat Vesiverto-virtausmittari sekä 5kg pyykinpesukoneen poistopumppu.

Tulosten käsittely

Poistopumpun nostokorkeus määritetään pumpun tuottaman paineen nostaman vedenpinnan ja vaakaviemärin lattiakaivon liitoksen korkeuserosta. Mittauksen tulokset merkitään mittauspöytäkirjaan joka liitetään työtä käsittelevän loppuraportin liitteeksi.

Lopputulosten tarkastelu

Mittauksenaikaisen lopputuloksia tarkastellaan pesukoneviemärointiä käsittelevässä loppuraportissa

2.10.2015

Muistio

Selitys

Muistio viemäriputken virtauksen tutkimuksesta Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriotiloissa.

Tutkimuksen kohde

Rakennettu simulaatio kylpyhuoneeseen sijoitetun pyykinpesukoneen viemäröinnistä lattiakaivoon.

Havainnot

- Vesivirran mittaus vesimäärää punnitsemalla, systeemistä laskettiin läpi vettä 29,660 kg, 52,4 s ajan. Veden tiheyttä mitatussa 11,9 celsiusasteen lämpötilassa 0,998 kg/dm³ käytettynä virtaamaksi saatiin 0,567 dm³/s. Virtaama vastaa virhemarginaalit huomioiden linjasäätöventtiilistä LSV1 mitattua virtaamaa.
- Pyykinpesukoneen poistopumppua käyttäen laskettiin mitta-astiaa käyttäen 5 litraa puhdasta, sekä 5 litraa vettä, johon oli sekoitettu pyykinpesuainetta.
- Puhtaan veden virtaukseen pesukoneen läpi kului 13,97 s ja saippualla sekoitetun veden virtaukseen kului 13,98 s, eli käytännössä sama aika. Veden virtaamaksi pyykinpesukoneen läpi saatiin 0,36 dm³/s. Saippuan lisääminen virtaavaan veteen ei vaikuta veden virtaukseen pesukoneen poistoviemärissä.
- Viemärin padotukseksi mitattiin 78 mm, laskukaavalla padotus 370 mm = n. viisinkertainen. Laskukaavassa on luultavasti tämä huomioitu likaantumisen aiheuttaman vastuksen vuoksi.
- Pyykinpesukoneen poistopumpun nostokorkeus H_{ppk} saatiin mittaamalla tulokseksi 1850 mm_{vp}. Nostokorkeus mitattiin vesisäiliön ja poistoputken vesipatsaiden korkeuksien erotuksena.

2(2)

- Säättämällä LSV1 virtaamaksi 0,6 dm³/s viemäri vetää normaalisti vesimäärästä huolimatta. Viemäriputken tuuletuksen poisto muuttaa virtausta siten, että virtaavaan veteen ei sekoitu ilmaa ja putken täyttöaste muuttuu lähelle 100 %. Tuuletusputkeen muodostuu alipaine, joka mielestäni on mahdollista vain lappoimiöllä selitettynä.

Putken pituus	Du	Ds		
3 m	32 mm	28,4 mm		
Virtaama	0,6	dm ³ /s		
Kertavastuslukujen summa	5,5		2	0,5
	padotus [m]			
materiaali	Mitattu	Laskettu	laskettu	
PP-viemäriputki	0,08	0,4	0,4	0,2
taipuisa letku		2,0		
PVC- ja PE-putki		1,1		
Messinki ja kupari		0,6		

