

Samuli Tapanainen

Vedenlaskutusmittauksen selvitys varuskunta-alueella

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

7.5.2014

Tekijä Otsikko	Samuli Tapanainen Vedenlaskutusmittauksen selvitys varuskunta-alueella
Sivumäärä Aika	32 sivua + 3 liitettä 7.5.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaajat	LVI-osastopäällikkö Kalle Haapea lehtori Hanna Sulamäki
Tämän insinöörityön tavoitteena oli määritellä erään varuskunta-alueen vesimittareiden taroituksenmukaiset koot. Vesilaitos laskuttaa vedestä käytetyn tilavuuden lisäksi perusmaksuja, jotka on sidottu asennettuun vesimittarikokoon. Työssä on haettu teknistaloudellista optimiratkaisua vesimittarin koolle. Varuskunta-alueen vedenjakeluverkosto siirtyi 2011 paikallisen vesilaitoksen omaisuudeksi. Tätä ennen verkosto kuului puolustusvoimille, ja vesimittarin koolle ei ollut taloudellista merkitystä. Työssä selvitettiin alueen kaikkien rakennuksien vesipisteiden lukumäärät ja laskettiin näiden perusteella rakennuksien vesimittarin mitoitusvirtaamat Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 ohjeilla. Lisäksi selvitettiin, millä muilla tavoilla mitoitusvirtaama voidaan määrittää. Mitoitusvirtaaman perusteella valittiin virtaamaltaan ja painehäviöltään sopiva vesimittari. Työssä päädyttiin kahteen mahdolliseen ratkaisumalliin. Toisessa ratkaisumallissa noudatetaan kirjaimellisesti aiheesta annettuja ohjeita ja suosituksia. Toisessa ratkaisumallissa on pidemmälle optimoitu mittarivalintaa. Työn tuloksena on puolustushallinnolla mahdollista saavuttaa säästöjä. Mittarit voidaan vaihtaa perustellusti pienempiin. Vastaavasti joissakin tapauksissa voidaan välttää ongelmat, jotka mahdollisesti syntyisivät mittarin vaihtamisesta ja sen aiheuttamasta liian suuresta painehäviöstä. Työssä huomattiin, ettei alueen paloposteille käytettävissä olevaa virtauspainetta ole laajemmin tarkasteltu. Muutamissa rakennuksissa paloposteille ei saada määräysten vaatimaa käyttöpainetta.	
Avainsanat	mitoitusvirtaama, vesimittari, paloposti

Author(s) Title	Samuli Tapanainen Sizing water meters in a garrison area
Number of Pages Date	32 pages + 3 appendices 7 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor(s)	Kalle Haapea, manager of HVAC division Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
The purpose of the final year project was to determinate right water meter size for buildings in a garrison area. Water rates depend strongly on the size of the water meter. Therefore, it is important that the water meter is correctly sized. First, the number of water taps was calculated and then the sizing flow was defined. The sizing flow was calculated according to the rules given in the Finnish building regulations. The fire hose cabinet has a significant effect on sizing flow, and that was taken into consideration. If a water meter is replaced by a smaller one, the flow pressure is increased. Therefore it was important to calculate if the flow pressure was adequate. The water meter size was selected according to the sizing flow and the flow pressure. Then it was checked whether the original water meter was bigger or smaller than the selected size. Finally a calculation of the possible savings was made. The result showed that the client can have some savings in the water rates. Also, the client should research the flow pressure of the fire cabinets further.	
Keywords	water meter, sizing flow, fire hose cabinet

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoria	2
2.1	Mittauksien lainsäädäntö	2
2.2	Vesimittareiden koot	3
2.3	Mitoitusvirtaama	5
2.3.1	Normivirtaamien mukaan	5
2.3.2	Palopostien mukaan	6
2.3.3	Normaaliventtiilien mukaan	9
2.4	Painehäviö	11
2.5	Vedenlaskutus	15
2.5.1	Tariffi	15
2.5.2	Vaihtotyön takaisinmaksuaika	16
3	Kenttätyö	17
4	Tutkimustulokset	18
5	Ratkaisut	19
5.1	Ratkaisumalli A	21
5.2	Ratkaisumalli B	23
6	Virhetarkastelua	31
7	Päätelmiä	32
	Lähteet	34
	Liitteet	
	Liite 1. Vesikalusteiden normivirtaamia	
	Liite 2. Vesipisteiden kartoitus pöytäkirja	
	Liite 3. HS-Vesi, vesijohtolaitteiston tiedot	

1 Johdanto

Työn aiheena on selvittää Parolannummen varuskunta-alueen veden mittausta, joka on laskutuksen perusteena.

Parolannummen varuskunnassa on aikaisemmin ollut oma veden jakeluverkosto. Vuoden 2011 alusta varuskunta on liitetty paikalliseen vesilaitokseen. Samassa yhteydessä alueen vesitorni, vedenottamo ja aluejohdot myytiin paikalliselle vesilaitokselle. Oman vedenottamon aikaan ei ollut suurta merkitystä vedenmittauksen laadulle ja sille, minkä kokoisia vesimittareita rakennuksissa käytettiin. Vesimittari oli se, joka sattui hyllystä löytymään. Veden toimittaja on liikelaitos, ja sen laskutusperusteisiin vaikuttaa voimakkaasti vesimittarin koko.

Työn tarkoituksena on selvittää erilaisten rakennusten vesimittarin kokovaatimus. Rakennusten vedenkäyttöä selvitetään nykyisten määräysten perusteella. Tavanomaisten rakennusten osalta Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D1 antaa hyvät lähtökohdat mitoitusvirtaamien määrittämiseen. Varuskunnassa on kuitenkin monia epätyypillisiä vedenkäyttäjiä, esim. suuri ammattikeittiö, ajoneuvokorjaamoja ja leipomo.

Työn lopullinen tarkoitus olisi määritellä ja perustella oikeankokoisten vesimittareiden asennuttaminen rakennuksiin sekä laskea muutoksien taloudellinen järkevyys, eli mihin rakennuksiin vesimittareiden vaihtotyö maksaa itsensä takaisin jollakin järkevällä takaisinmaksuajalla.

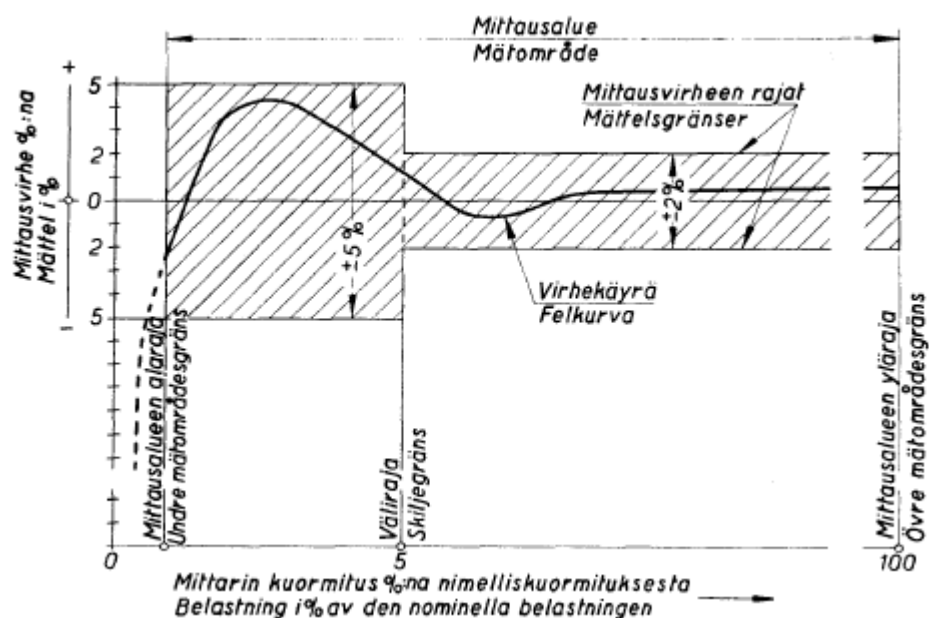
Työtä tilatessa puolustushallinnon rakennuslaitos on kieltänyt julkaisemasta asemapiirustus- ja pohjapiirustustasoista materiaalia. Samasta syystä rakennuksiin on viitattu niiden numerotunnuksilla käyttöä kuvaavien nimien sijaan.

2 Teoria

2.1 Mittauksien lainsäädäntö

Laskutusmittauksiin käytettäviä mittareita koskee mittauslaitelaki 17.6.2011/707 (1). Laki määrittelee yleiset vaatimukset erilaisiin laskutusmittauksiin. Mittauslaitelaki perustuu EU:n mittalaitedirektiiviin MID (2). Vesilaitosyhdistyksen tiedotteen (3) mukaan valmis- teilla on kansallinen asetus koskien vesimittareiden käytön aikaista valvontaa. Samassa yhteydessä todennäköisesti määritellään vesimittarin pisin mahdollinen käyttöikä. Vesi- laitosyhdistys on antanut suosituksen jäsenyrityksilleen selvittää omille verkostoilleen sopivat mittarivaihtovälit jo etukäteen. Paikallinen vesilaitos HS-Vesi Oy pitää suositel- tuna mittarinvaihtovälinä kahdeksaa vuotta.

Vedenmittauksessa käytettävien vesimittareiden tarkempia teknisiä ominaisuuksia mää- rittelevät laitestandardit SFS-EN 14154-1 (4) ja SFS Z.X.1 (5). Standardit määrittelevät mm. mittalaitteiden mekaanisia mittoja, merkintöjä sekä asennusolosuhteita, joilla ei ole tämän työn kannalta väliä. Sen sijaan mittalaitteiden tarkkuus erilaisilla virtaamilla ja var- sinkin virtauspainehäviö ovat merkityksellisiä.

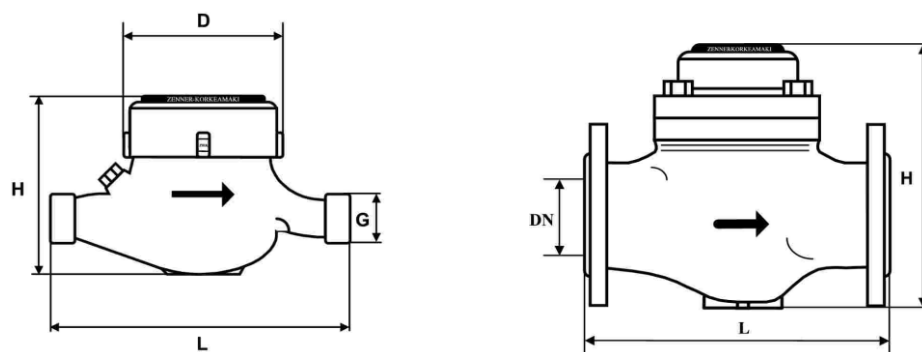


Kuva 1. Vesimittarin virherajat SFS Z.X.1:n mukaan

Standardin SFS Z.X.1 (5) mukaan mittarin nimellisvirtaama on mittausalueen yläraja-arvo, jossa virtauspainehäviö on enintään 10 mvp (100 kPa). Kuvaan 1 on standardin mittausalueen merkitty olevan 0-100 % nimelliskuormituksesta. Lisäksi standardissa ohjeistetaan, että mittaria saa kuormittaa nimellisvirtaamallaan vain väliaikaisesti. Tämä nimellisvirtaaman määrittely eroaa oleellisesti uudemman standardin SFS-EN 14154-1 (4) määritelmästä. Uudessa standardissa (4) on nimetty minimivirtaama, välirajavirtaama sekä maksimivirtaama, joka vastaa vanhan standardin (5) nimellisvirtaamaa. Lisäksi SFS-EN 14154-1 (4, s. 33) määrittelee ns. vesimittarin painehäviöluokan. Painehäviöluokka kertoo, kuinka suuren virtauspainehäviön mittari aiheuttaa määritellyissä testausolosuhteissa. Laitevalmistajat käyttävät mittarin nimellisvirtaamana tätä testausolosuhteen virtaamaa; esim. paineluokka 25:n vesimittari aiheuttaa nimellisvirtaamallaan 25 kPa:n virtauspainehäviön. Standardin SFS-EN 14154-1 (4) virherajat ovat muuten vastaavat kuin standardin SFS Z.X.1 (5), mutta yli 30-asteisen veden mittauksessa sallitaan välirajaa suuremmilla virtaamilla ± 3 %:n virhe.

2.2 Vesimittareiden koot

Vesimittareiden koot on määritelty standardissa SFS-EN 14154-1 (4, s. 14). Paikallinen vesilaitos käyttää DN20-, 25-, 32-, 40- ja 50-kokojen mittareina Zenner Korkeamäen MNK-sarjan mittareita (kuva 2). MNK-mittarit ovat monisuihkuisia mittareita varustettuna märkälaskijalla. DN-koot 20–40 on varustettu kierrelähtimillä ja DN-koko 50 laippaliitännällä. DN65:n ja DN80:n mittareina vesilaitos käyttää Zenner Korkeamäen WS-N-sarjaa (kuva 2). WS-N-mittarit ovat mekaanisella siipipyörällä ja kuivalaskijalla varustettuja. WS-N-mittarit ovat ns. pysty-woltman-rakennetta. Kaikki WS-N-mittarit liitetään vesijohdoton laippaliitoksiin.



Kuva 2. MNK-mittari (vasen) ja WS-N-mittari (oikea)

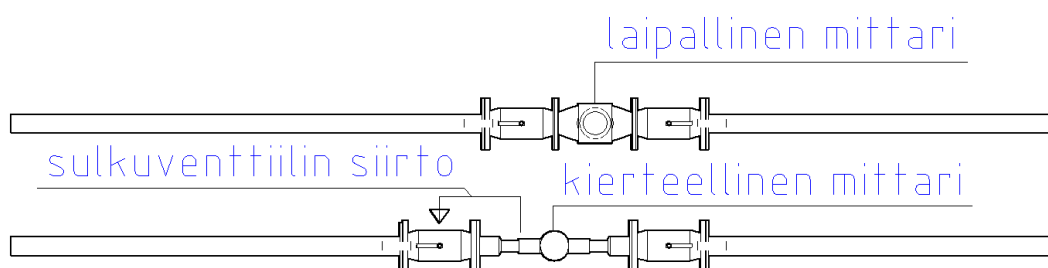
Taulukkoon 1 on koottu vesilaitoksen käyttämien mittareiden pituuksia ja liitosten mittoja.

Taulukko 1. MNK- ja WS-N-mittareiden ulkomittoja

Tyyppi	Nimellis- koko	Pituus (mm)	Kierre- liittimet	Laippaliittimet	
				laippa (mm)	Rei'itys (kpl/mm)
MNK	DN20	190	¾" x 1"		
MNK	DN25	260	1" x 1¼"		
MNK	DN32	260	1¼" x 1½"		
MNK	DN40	300	1½" x 2"		
MNK	DN50	270		165	4/125
WS-N	DN65	300		185	4/145
WS-N	DN80	300		200	8/160

Vesimittari on huolto- ja vaihtotöiden vuoksi yleensä asennettu sulkuventtiilien väliin. Vesimittarin vaihtaminen pienemmäksi sulkujen väliin onnistuu, jos vanha ja uusi mittari on varustettu kierreliitoksilla. Pienempi mittari on sen verran lyhyempi, että supistusosat mahtuvat väliin.

Laipallisen mittarin vaihtaminen pienempään laipattomaan mittariin aiheuttaa sen sijaan enemmän päänvaivaa (kuva 3). Laipallisessa mittarissa sulut ovat yleensä myös laipallisia ja aivan kiinni mittarin laipoissa. Vesimittarin pituuden vaatimaan tilaan ei millään mahdu uutta vesimittaria, supistusosia, kierreosia ja laippoja. Ainakin toinen laipallinen sulkuventtiili joudutaan siirtämään tai korvaamaan uudella.



Kuva 3. Laipallisen vesimittarin korvaaminen laipattomalla

2.3 Mitoitusvirtaama

2.3.1 Normivirtaamien mukaan

Rakentamismääräyskokoelman osan D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot (6) liitteen 2 mukaan vesijohdon mitoitusvirtaama määritellään vesipisteiden normivirtaamien summan perusteella kaavasta 1.

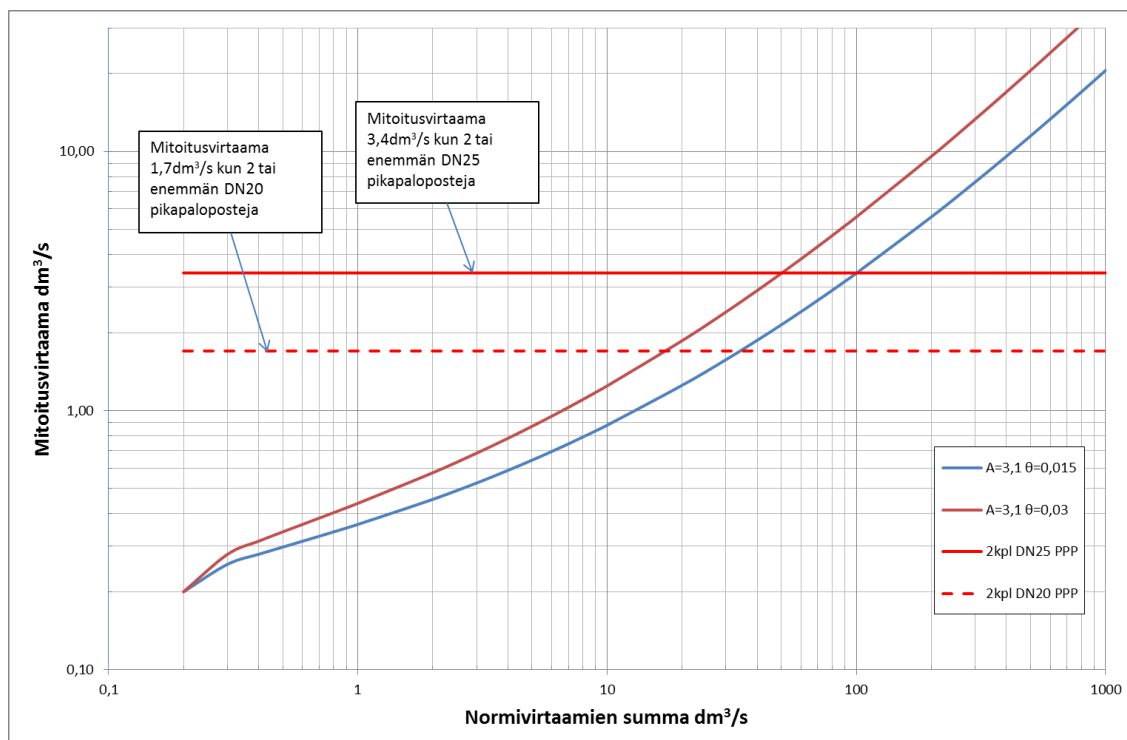
$$q = q_{N1} + \theta(Q - q_{N1}) + A\sqrt{q_m\theta} \cdot \sqrt{Q - q_{N1}} \quad (\text{kaava 1})$$

jossa

q	todennäköinen virtaama eli mitoitusvirtaama (dm ³ /s)
q_{N1}	suurin normivirtaama mitoitettavassa putkessa (dm ³ /s)
q_m	kyseessä olevan venttiilin keskimääräinen virtaama (dm ³ /s)
Θ	todennäköisyys, että normivirtaama q_{N1} on vesikalusteella käytössä huip-pukulutuksen aikana
Q	liitettyjen vesipisteiden normivirtaamien summa (dm ³ /s)
A	kerroin, joka ottaa huomioon, kuinka usein mitoitusvirtaama ylitetään.

Normivirtaamina on työssä käytetty D1:n taulukkoarvoja. Niille vesipisteille, joille taulukkoarvoja ei ole annettu, on käytetty valmistajan arvoja tai piirustuksista luettuja suunnitteluarvoja. Laskelmissa käytetyt normivirtaamat on esitetty liitteessä 1.

Kaavan 1 lähtöarvot ovat pääosin yksiselitteisiä lukumääriä tai vesipisteelle ominaisia normiarvoja. Kaavassa on kuitenkin kaksi tekijää, jotka täytyy valita itse. Kerroin A sekä todennäköisyys tekijä Θ . D1:n taulukkoarvot mitoitusvirtaamille on laskettu arvoilla $A=3,1$ ja $\Theta=0,015$. D1:ssä ei anneta suosituksia siitä, mitä arvoja vakioille tulisi valita erilaisille rakennuksille. Sen sijaan RVV-Käsikirja 1987 (7, s. 150–153) antaa suosituksiksi asuin-, toimisto-, koulu-, hotelli-, sairaala- ym. rakennuksille $A = 3,1$ ja $\Theta = 0,015$ sekä muille rakennuksille $A = 3,1$ ja $\Theta = 0,030$. Kaavasta 1 voi päätellä, että todennäköisyyskertojen kasvattaminen suurentaa mitoitusvirtaamaa. Kuva 4 esittää mitoitusvirtaaman normivirtaamien summan funktiona kahdella eri vakioarvoparilla. Kertoimien vaikutus on suhteellisen suuri. Esimerkiksi normivirtaamien summalla 10 on suuremmalla todennäköisyyskertoimella mitoitusvirtaama 42 % suurempi kuin pienemmällä todennäköisyyskertoimella. Tämän työn laskelmissa on käytetty todennäköisyyskerrointa $\Theta = 0,015$.



Kuva 4. Mitoitusvirtaama normivirtaamien summan funktiona

2.3.2 Palopostien mukaan

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaan pikapalopostien virtaama on nimelliskoolle DN20 $0,85 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja nimelliskoolle DN25 $1,7 \text{ dm}^3/\text{s}$. Ohjeen mukaan kahdelle tai useammalle palopostille mitoitusvirtaama on kaksinkertainen. Toisaalta paloposteille tulisi olla käytettävissä vähintään 200 kPa virtauspainetta. Nimellisvirtaama ja minimipaine eivät toteudu samaan aikaan. Minimipaineella saavutetaan huomattavasti nimellisvirtaamaa pienempi virtaama.

Kuvasta 4 voidaan päätellä, että varsinkin nimellismitaltaan suuremmat palopostit mitoittavat helposti rakennuksen vesijohdon virtaaman. Esim. tapauksessa, jossa on kaksi DN25-palopostia, tavanomaisten vesipisteiden normivirtaamien summan tulisi olla yli 50 dm^3/s , jotta päävesijohdon mitoitusvirtaama määräytyisi normivirtaamista. Tämä vastaisi 167 wc:tä varustettuna pesualtaalla ja WC-istuimella.

Pikapaloposteja koskevat standardit SFS-EN 671-1 (8), 671-2 (9) ja 671-3 (10). Ensimmäinen standardi koskee pikapaloposteja, joissa on muotonsa säilyttävä letku (Kuva 5).

Muotonsa säilyttävällä letkulla tarkoitetaan pyöreää kudosvahvisteista kumiletkua. Letkujen sisähalkaisija on joko 19 mm tai 25 mm.



Kuva 5. Pikapalopostikaappi varustettuna muotonsa säilyttävällä kumiletkulla

Standardi (8, s. 14) määrittelee suihkuputken olevan ”letkun päässä oleva komponentti, jonka avulla ohjataan ja säädetään veden virtausta”. Pikapaloposteissa on yleensä kierrettävä suutin (kuva 6), jolla säädetään suihkun muotoa hajasuihkusta suorasuihkuksi.



Kuva 6. Palopostin suutin eli suihkuputki

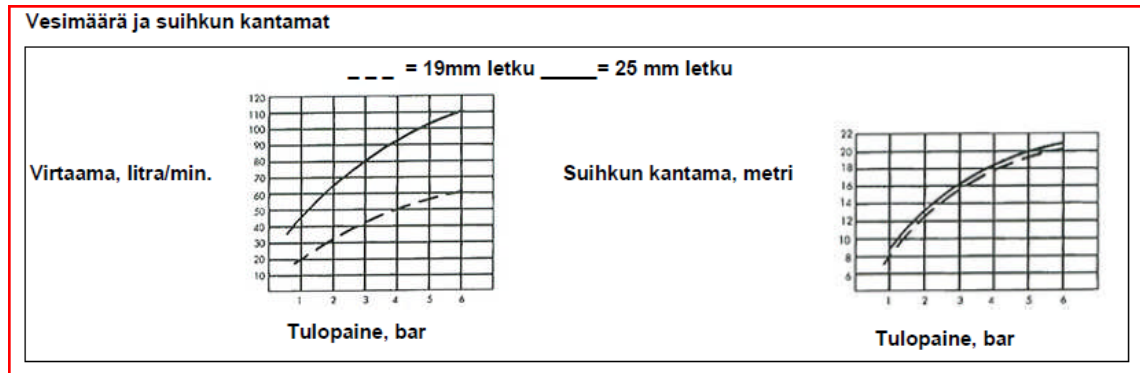
Standardissa on annettu vähimmäisvirtaamat eri käyttöpaineilla (taulukko 2). DN25-palopostin D1:n mukainen virtaama 1,7 dm³/s vastaa 102:ta litraa minuutissa, joka löytyy taulukosta 2 vasta 600 kPa:n paineella. Tällöin suuttimen halkaisija on 10 mm.

Taulukko 2. SFS-EN 671-1 Paloposti muotonsa säilyttävällä letkulla, vähimmäisvirtaamat ja K-kertoimet eri painearvoilla

Suihkuputken tai vastaavan varusteen halkaisija mm	Vähimmäisvirtaama Q l/min			K-kerroin ^a
	P = 0,2 MPa	P = 0,4 MPa	P = 0,6 MPa	
4	12	18	22	9
5	18	26	31	13
6	24	34	41	17
7	31	44	53	22
8	39	56	68	28
9	46	66	80	33
10	59	84	102	42
12	90	128	156	64

^a Virtaama Q paineella P saadaan yhtälöstä $Q = K\sqrt{10P}$, jossa Q on yksikössä l/min ja P yksikössä MPa.

Valmistajien virtaustaulukot vahvistavat käsitystä. Esim. Parolannummella yleisesti käytetyillä Kidde-pikapaloposteilla virtaama 102 l/min saavutetaan vasta n. 500 kPa:n paineella. Kuvassa 7 on esitetty Kidde-palopostin virtaaman ja paineen käyttäytyminen. Olettaen, että paloposteilla on käytössä 200 kPa:n vähimmäispaine, tulee mitoitusvirtaama D1:n 102 l/min verrattuna todelliseen virtaamaan 65 l/min 1,6-kertaiseksi.



Kuva 7. Kidde-pikapalopostin vesimäärä ja suihkun kantama

Vanhemmat palopostit Parolannummella on varustettu litteäksi puristuvalla kahden tuuman letkulla (kuva 8).



Kuva 8. Litteäksi puristuvalla letkulla varustettu paloposti

Taulukko 3. SFS-EN 671-2. Paloposti litteäksi puristuvalla letkulla, vähimmäisvirtaamat ja K-kerroimet eri painearvoilla (9).

Suihkuputken tai vastaavan varusteen halkaisija mm	Vähimmäisvirtaama Q l/min			K -kerroin ^a
	$P = 0,2 \text{ MPa}$	$P = 0,4 \text{ MPa}$	$P = 0,6 \text{ MPa}$	
9	65	92	113	46
10	78	110	135	55
11	96	136	167	68
12	102	144	176	72
13	120	170	208	85

^a Virtaama Q paineella P saadaan yhtälöstä $Q = K \sqrt{10P}$, jossa Q on yksikössä l/min ja P yksikössä MPa.

Kahden tuuman letkulla varustettujen palopostien vähimmäisvirtaamat ovat lähempänä D1:n mitoitusvirtaamaa (taulukko 3). Mitoitusvirtaama 102 l/min toteutuu 200 kPa:n paineella, kun suihkuputken halkaisija on 12 mm.

Palopostien huollosta on määrätty standardissa SFS-EN 671-3. Määräysten mukaan kaikki letkut tulee koepaineistaa maksimityöpaineeseen joka viiden vuoden välein. Tämä on koettu hankalaksi, minkä vuoksi Parolannummella on järjestelmällisesti vaihdettu paloposteja uusiin pikapalopostikaappeihin. Uusissa kaapeissa on pääsääntöisesti muotonsa säilyttävä 25 mm:n letku. Parissa rakennuksessa on käytetty 19 mm:n letkua. Palopostien letkuille ei suoriteta koepaineistusta. Sen sijaan pikapaloposteihin vaihdetaan uudet letkut viiden vuoden välein.

2.3.3 Normaaliiventtiilien mukaan

Ennen nykyistä mitoituskaavaa oli käytössä normaaliiventtiilien lukumäärään perustuva mitoitusohje. Mitoitusohje on esitetty RVV-käsikirjassa (1965) (11, s. 158-162). Normaaliiventtiiliksi kutsuttiin hanaa, jonka vedenanto 5.mvp:n paineella on 0,3 l/s. Vesijohtokalusteille oli taulukoitu normaaliiventtiilien lukumäärät (taulukko 4). Suurin hetkellinen vedenkulutus voitiin laskea kaavalla 2.

$$q = q_0 + 0,3 \frac{\sqrt{N-N_0}}{2} \quad (\text{kaava 2})$$

jossa

q	suurin hetkellinen vedenkulutus (dm ³ /s)
q ₀	suurimman käyttöventtiilin vedenanto (dm ³ /s)
N	normaaliiventtiilien yhteenlaskettu lukumäärä
N ₀	q ₀ vastaava normaaliiventtiilimäärä

Taulukko 4. Normaaliiventtiililuvut erilaisille vesipisteille

Käyttöventtiili	koko	kylmä vesi			lämmin vesi		
		N [kpl]	q [l/s]	P min [mvp]	N [kpl]	q [l/s]	P min [mvp]
pesuistuin, urinaalihana, juomahana	15mm	1/2	0,15	5	1/2	0,15	5
WC-huuhtelusäiliö	15mm	1/2	0,05...0,15	5			
pesuallashana	15mm	1	0,30	5	1/2	0,30	5
suihkusekoitin	15mm	2	0,45	5	2	0,45	5
suihkusekoitin	20mm	4	0,60	5	4	0,60	5
urinaalihuuhteluventtiili	20mm	8	0,80...1,0	15			
laskuhana, -pihaposti	25mm	12	1,0	5			
WC-huuhteluventtiili	25mm	15	1,3...1,5	6			

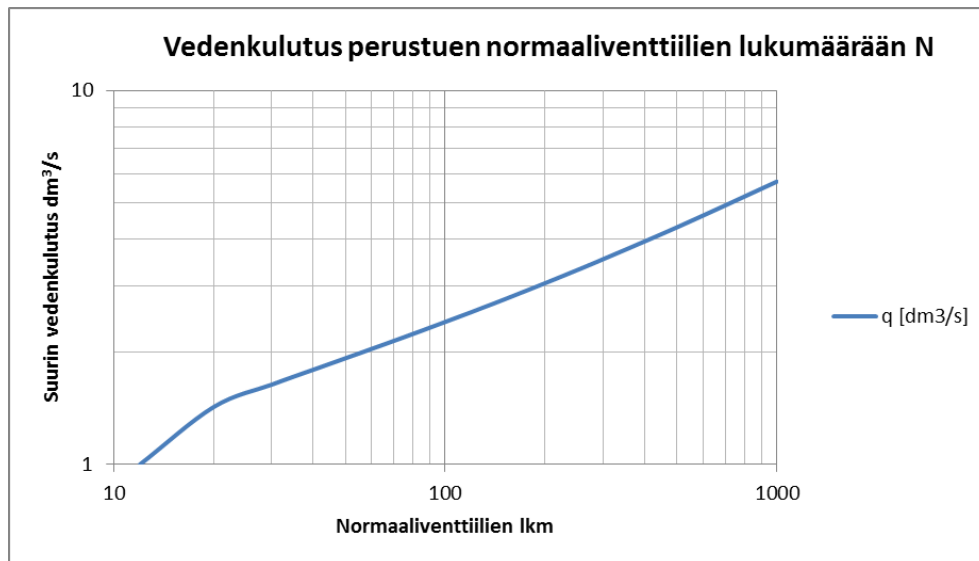
Käyttöventtiileille, joille ei ollut normaaliventtiililukua, voitiin normaaliventtiililukema laskea kaavalla 3.

$$N_0 = \left(\frac{q_0}{0,3} \right)^2 \quad (\text{kaava 3})$$

jossa

q_0 käyttöventtiilin virtaama 5 mvp:n paineella (dm^3/s)
 N_0 normaaliventtiililuku (kpl)

Normaaliventtiileihin perustuvaa vedenkulutuksen arvioimiskaavaa on vaikeaa verrata nykyiseen kaavaan, koska virtauspaine on erilainen kuin nykyään. Nykyaikaisten sekoittajien virtauspainehäviö on 150 kPa eli 15 mvp, joka on kolminkertainen arvo normaaliventtiilien virtauspainehäviöön verrattuna. Kuva 9 esittää normaaliventtiilien lukumäärään perustuvan kaavan käyrämuodon. Muoto muistuttaa paljon nykyisin käytössä olevan mitoitusyhtälön käyrämuotoa. Kun yhtälöitä vertaa, samankaltaisuuksia on paljon. Kummassakin muuttuva tekijä on neliöjuuren sisällä, mikä selittää käyrämuotojen samankaltaisuuden.



Kuva 9. Vedenkulutus normaaliventtiilien lukumäärän perusteella

2.4 Painehäviö

Vesimittarin virtauksen aiheuttamaa suurinta sallittua painehäviötä ei määritellä nykyisessä D1:ssä. Edellisessä vuoden 1987 D1:ssä (12, s. 18) oli sen sijaan ohje, että vesimittarin painehäviö tulisi olla alle 40 kPa. Nykyinen D1:n lähtee siitä, että jokaisessa tilanteessa vesipisteiltä saadaan 70...150 % nimellisvirtaamasta. Vesikalusteesta saatava virtaama voidaan määrittää D1:n yhtälöllä.

$$q = q_N \sqrt{\frac{p_n}{\Delta p_{nN}}} \quad (\text{kaava 4})$$

jossa

q	kalusteesta saatava virtaama (dm ³ /s)
p_n	vesikalusteelle ja sen kytkentäjohdolle käytettävissä oleva paine kalusteen korkeudella (kPa)
Δp_{nN}	vesikalusteen ja sen kytkentäjohtoon yhteinen painehäviö normivirtaamalla (kPa)
q_N	vesikalusteen normivirtaama (dm ³ /s).

Kun kaavaan 4 sijoitetaan $q = 0,7q_N$ ja $p_n = x \cdot \Delta p_{nN}$ voidaan ratkaista pienin mahdollinen paine

$$0,7q_N = q_N \sqrt{\frac{x \cdot \Delta p_{nN}}{\Delta p_{nN}}} \quad x = 0,7^2 = 49 \%$$

ja vastaavasti $q = 1,5q_N$ ja $p_n = x \cdot \Delta p_{nN}$ suurin mahdollinen paine

$$1,5q_N = q_N \sqrt{\frac{x \cdot \Delta p_{nN}}{\Delta p_{nN}}} \quad x = 1,5^2 = 225 \%$$

Yhtälön tekijä p_n lasketaan vähentämällä vesimittarilla käytettävissä olevasta paineesta vesikalusteen ja vesimittarin välisestä korkeuserosta johtuva paine-ero sekä virtauspainehäviöt vesimittarissa ja jakojohdossa.

$$p_n = p_0 - \Delta H - \Delta p_{\text{jakojohto}} - \Delta p_{vm} \quad (\text{kaava 5})$$

jossa

p_n	vesikalusteelle ja sen kytkentäjohdolle käytettävissä oleva paine kalusteen korkeudella (kPa)
p_0	vesimittarilla käytettävissä oleva paine (kPa)
ΔH	vesikalusteen ja vesimittarin korkeuserosta johtuva paine-ero (kPa)
Δp_{vm}	vesimittarin painehäviö (kPa).

Työn kannalta on ollut tarpeellista jakaa p_0 tekijä pienempiin osatekijöihin.

$$p_0 = p_{\text{vesitorni}} - \Delta p_{\text{rengasjohto}} - \Delta p_{\text{talojohto}} \quad (\text{kaava 6})$$

jossa

p_0	vesimittarilla käytettävissä oleva paine (kPa)
$p_{\text{vesitorni}}$	vesitornin vedenpinnan korkeuden aiheuttama paine (kPa)
$\Delta p_{\text{rengasjohto}}$	alueen rengasjohdon painehäviö (kPa)
$\Delta p_{\text{talojohto}}$	talojohdon painehäviö (kPa).

Tässä työssä kaavan 5 tekijöistä muuttuu ainoastaan vesimittarin painehäviö. Kun tarkoituksena on mahdollisesti pienentää vesimittaria, virtauspainehäviö tulee suurene-
maan.

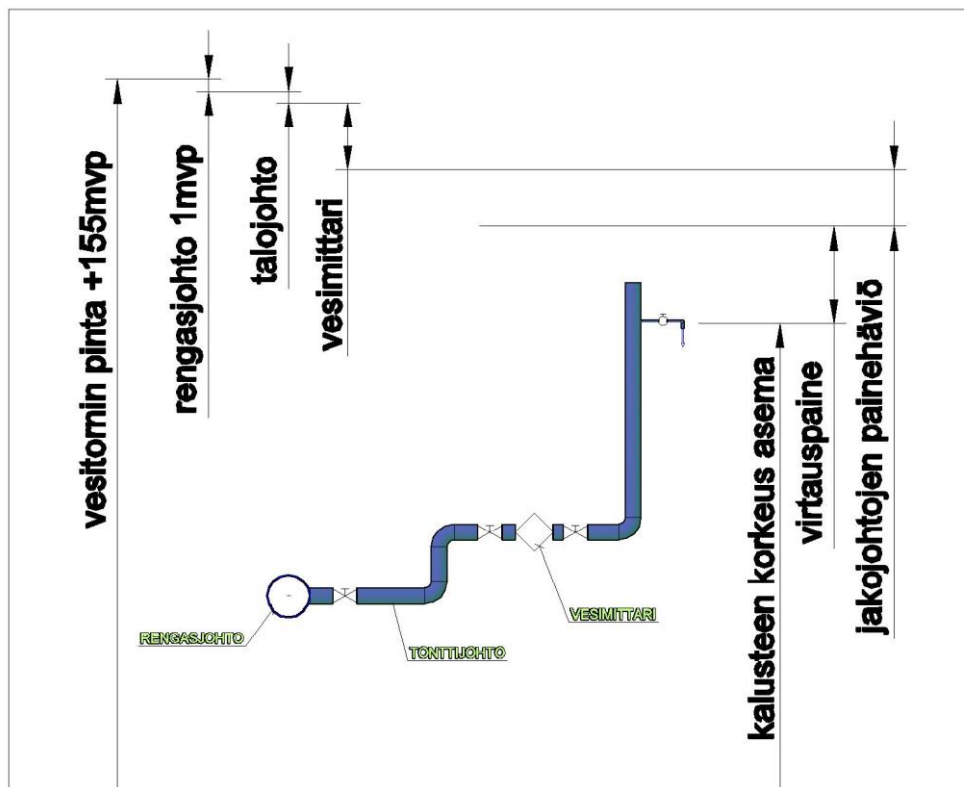
Käytettävissä oleva painetaso p_0 selvitetään kysymällä vedentoimittajalta. Parolannum-
mella on oma vesitorni, jonka vedenpinta pidetään keskimäärin +155 m:n korkeudella.
Alueella on vesilaitoksen rengasjohto, jonka putkikoko on suurehko, 160...200, virtaa-
maan n. 6 l/s verrattuna. Virtaama on arvioitu laskemalla kaavalla 1 käyttäen koko alueen
normivirtaamien summaa. Kokonaisvirtaamaksi saadaan n. 12 l/s. Rengasjohdossa vir-
taama jakaantuu kahteen eri suuntaan, minkä vuoksi arvioissa on käytetty virtaamaa 6
l/s. Tällä virtaamalla 200 mm:n PE-putken ominaispainehäviö on alle 1 mvp kilometriä
kohden (13). Rengasjohdon kokonaispainehäviö onkin hyvin pieni, alle 10 kPa. Talojoh-
don painehäviö on laskettu kaavalla 7 mitoitusvirtaaman ja putkikoon perusteella. Putken
kitkapainehäviö pituusyksikköä kohden on luettu D1:n painehäviönomogrammista. Ker-
tavastuslukuna on käytetty lukua 5. Kertavastusluvun on ajateltu koostuvan rengasjoh-
don haarasta, katusulkuventtiilistä ja kulmaosasta.

$$\Delta p = Rl + \sum \zeta p_d \quad (\text{kaava 7})$$

jossa

Δp	putken painehäviö (Pa)
R	putken kitkapainehäviö pituusyksikköä kohden (Pa/m)
l	putken pituus (m)
$\sum \zeta$	kertavastusluku
p_d	dynaaminen paine (Pa).

Rakennusten korkeudesta johtuva paine-ero on selvittävissä vanhoista piirustuksista. Korkeimmalla sijaitsevan rakennuksen maantasokerros on n. +129 m ja matalimmalla sijaitsevan n. +107 m. Kerroskorkeutena arvioissa on käytetty 3 m:ä ja kalusteen asennuskorkeutena 1 m:ä. Jakojohtojen painehäviön arvioinnissa on käytetty hyväksi rakennuksen ulkomittoja. Painehäviön putkipituutta kohden on arvioitu olevan 2 kPa/m. Jakojohtojen painehäviötä 2 kPa/m on käytetty vanhoissa taulukkomitoituksissa (7) lähtökohdiana. Suuri osa rakennuksista on sen ikäisiä, että on oletettavaa vesijohtojen mitoituksen perustuvan taulukoihin. Kuvassa 10 on esitetty työssä arvioidut eri paineet.



Kuva 10. Vesijohtoverkoston virtauspaineen jakautuminen

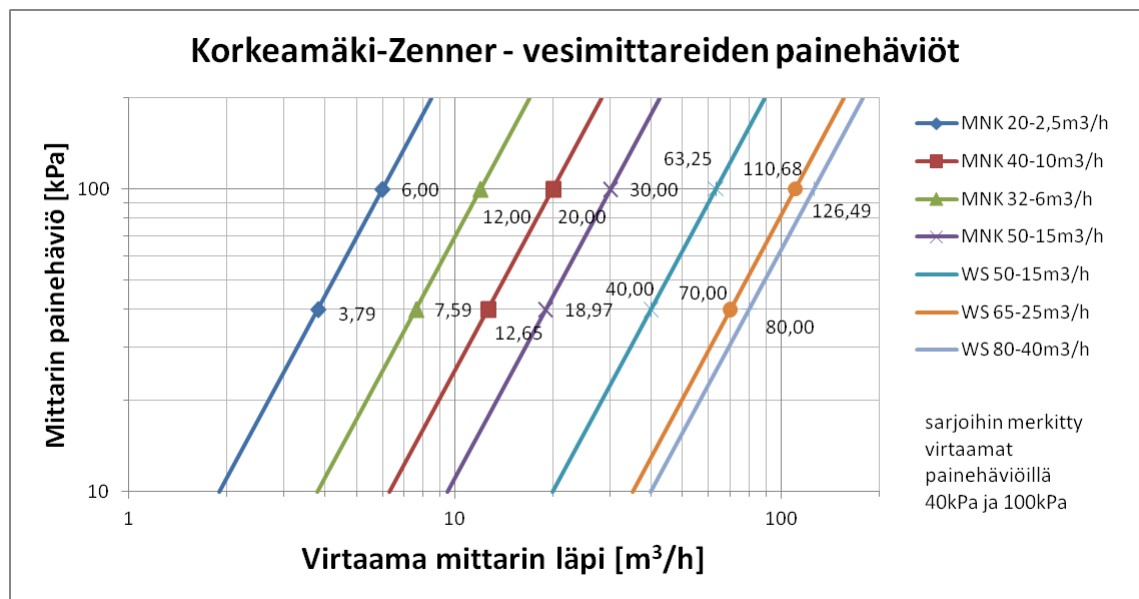
Tavanomaisille vesikalusteille sallitaan melko suuret erot käytettävissä olevissa paineissa. Parolannummella on käytetty vesikalusteina Oras-merkkisiä vakiokalusteita. Painehäviötarkastelussa on käytetty pienimpänä virtauspaineena 100 kPa, mikä riittää termostaattiselle suihkusekoittajalle. Esim. ORAS 7160 -suihkusekoittajan painehäviö normivirtaamalla on 160 kPa, jolloin 100 kPa:lla virtaamaksi saadaan:

$$q = q_N \sqrt{\frac{p_n}{\Delta p_{nN}}} = q_N \sqrt{\frac{100}{160}} = 0,79 q_N = 79\% \text{ normivirtaamasta}$$

Paloposteille sen sijaan pitäisi olla aina käytettävissä vähintään 200 kPa. Kohteessa paloposteja oli asennettu yhtä korkealle kuin suihkuja, joten palopostin vaatima paine tulee mitoitetekijäksi.

Vesimittaristandardi (5) rajoittaa painehäviön mittausalueen yläpäässä 10 mvp:een, mikä vastaa noin 100 kPa:n painetta. Vuoden 1987 D1 ja RVV-käsikirja (1985) (7) ohjeistavat, että vesimittarin virtauspainehäviö ei tulisi olla yli 40 kPa. Paikallinen vesilaitos HS-Vesi Oy, pitää myös 40 kPa:n suurinta painehäviötä suosituksena.

HS-Vesi Oy käyttää Zenner-Korkeamäen vesimittareita (14), joiden painehäviö on esitetty kuvassa 11. Kuvaan on lisäksi merkitty vesimittareiden virtaama työn kannalta merkityksellisillä painehäviöillä 40 ja 100 kPa. Vesimittareiden painehäviö noudattaa turbulentsin virtauksen painehäviökaavaa.



Kuva 11. Vesimittareiden painehäviöt

Mittarinvalmistaja antaa mittareille virtaaman 1 bar:n (100 kPa) painehäviöllä. Kahdelle vertailtavalle mittarille voidaan kirjoittaa yhtälöpari:

$$q_1 = q_{2A} \sqrt{\frac{\Delta p_{1A}}{\Delta p_2}}$$

$$q_1 = q_{2B} \sqrt{\frac{\Delta p_{1B}}{\Delta p_2}}$$

jossa

q_1	virtaama vertailupisteessä
Δp_{1A}	mittari A painehäviö virtaamalla q_1
q_{2A}	mittari A virtaama 1 bar painehäviöllä
Δp_2	painehäviö 1 bar
Δp_{1B}	mittari B painehäviö virtaamalla q_1
q_{2B}	mittari B virtaama 1 bar painehäviöllä.

$$q_{2A} \sqrt{\frac{\Delta p_{1A}}{\Delta p_2}} = q_{2B} \sqrt{\frac{\Delta p_{1B}}{\Delta p_2}}$$

$$q_{2A} \sqrt{\frac{\Delta p_{1A}}{100}} = q_{2B} \sqrt{\frac{\Delta p_{1B}}{100}}$$

$$\left(\frac{q_{2A}}{q_{2B}}\right)^2 \Delta p_{1A} = \Delta p_{1B}$$

Nähdään, että kahden vertailtavan mittarin painehäviö muuttuu niiden 1 bar:n virtaaman suhteen neliönä. Zenner MNK 32:n virtaama 1 bar:n painehäviöllä on 12 m³/h ja MNK 40:n virtaama 1 bar:n painehäviöllä on 20 m³/h.

$$\left(\frac{20}{12}\right)^2 \Delta p_{1A} = \Delta p_{1B} = 2,78 \Delta p_{1A}$$

Kyseessä olevan valmistajan mittarin vaihtaminen DN40:stä DN32:een suurentaa virtauspainehäviön n. 2,8-kertaiseksi.

2.5 Vedenlaskutus

2.5.1 Tariffi

Vesimaksu perustuu mitatun veden kulutuksen lisäksi veden ja jäteveden perusmaksuihin. Perusmaksut peritään sen mukaan, minkä kokoinen on kiinteistön vesimittari. Hämeenlinnan seudun vesi perii vesimaksut taulukon 5 osoittaman hinnaston mukaan.

Taulukko 5. HS-Vesi Oy Vesilaskujen perusmaksut (15)

Vesimittarin koko	Veden perusmaksu		Jäteveden perusmaksu		Yhteensä	
	alv 0%	alv 24%	alv 0%	alv 24%	alv 0%	alv 24%
20 mm tai alle	46,90 €	58,16 €	85,99 €	106,63 €	132,89 €	164,78 €
25-30 mm	252,14 €	312,65 €	492,57 €	610,79 €	744,71 €	923,44 €
40-65 mm	1 049,62 €	1 301,53 €	2 050,41 €	2 542,51 €	3 100,03 €	3 844,04 €
80 mm tai yli	1 422,95 €	1 764,46 €	2 787,28 €	3 456,23 €	4 210,23 €	5 220,69 €

HS-veden perusmaksut ovat melko kalliita 40 mm:n mittarista lähtien verrattuna lähialueen muiden vesilaitosten hintoihin. Esim. Riihimäen Vesi Oy:n tariffit ovat 40 mm:n vesimittarille talousveden perusmaksu 226,80 € alv 0 % ja jäteveden perusmaksu 354,75 € alv 0 %, jotka ovat yhteensä 581,55 € alv 0 % (721,12 alv 24 %) (16).

HS-Veden tariffin mukaisessa hinnoittelussa on toisaalta suuria hyppäyksiä, ja toisaalta erikokoiset mittarit hinnoitellaan samalla tavoin. Työn kannalta kiinnostavin ero hinnoittelussa on 30 ja 40 mm:n mittarin välillä yhteensä 2 355,32 € alv 0 % (2 920,60 € alv 24 %). Näin ollen suurimmassa osaa rakennuksia tulee kysymykseen, riittäisikö 30 mm:n mittari.

HS-Veden hinnastossa ei ole suoraan määritelty taksaa mittarin vaihtamiseen. Hinnastossa on annettu asentajan tuntihinta 38,63 €/h alv 0 % (47,90 €/h alv 24 %). Lisäksi laskutetaan materiaalikustannukset ja yleiskustannusprosentti 12 %. Vesimittari on HS-veden omaisuutta, ja sen vuokra sisältyy perusmaksuihin.

2.5.2 Vaihtotyön takaisinmaksuaika

Mittarinvaihtotyön kustannukset riippuvat siitä, vaihdetaanko kierteellinen mittari vai laipallinen. Kierteellisen mittarin vaihto tulee kyseeseen, jos nykyinen DN40-mittari vaihdetaan DN32- tai pienempään mittariin. Tässä tapauksessa työ on suhteellisen helppoa, eikä tarvikkekustannuksia juuri synny. Työn on arvioitu vievän kaksi tuntia, jolloin kustannukset ovat seuraavat:

$$2 \cdot 38,63 \cdot 1,12 = 86,53 \text{ € alv } 0 \% (107,30 \text{ € alv } 24 \%)$$

Laipallisen mittarin, esim. DN50-mittarin, vaihto DN32-mittariin on hieman työläämpää. Lisäksi tarvikkeet tulevat maksamaan jonkun verran. Laskelmassa on oletettu, että tarvikkeet maksavat 400 € alv 0 %. Työn on arvioitu vievän neljä tuntia, jolloin kustannukset ovat:

$$(4 \cdot 38,63 + 400) \cdot 1,12 = 621,06 \text{ € alv } 0 \% (770,12 \text{ € alv } 24 \%)$$

Kun DN32 ja DN40-65-vesimittarien tariffin erotus on 2 355,32 € alv 0 % (2 920,60 € alv 24 %), tulee takaisinmaksuajaksi hyvin lyhyt. Vaihtotyö maksaa itsensä moninkertaisesti ensimmäisessä vesilaskussa.

3 Kenttätö

Kohteessa tapahtuvaa kartoitusta varten oli käytössä alueen runkovesiputkistoa kuvaava piirustus, johon oli merkitty rakennukset numerotunnuksin. Tilaaja osoitti rakennukset, joissa lähivuosina oli tehty remontteja tai jotka olivat uudehkoja. Nämä rakennukset oli tarkoitus kartoittaa piirustuksia tutkimalla. Muut rakennukset yksinkertaisesti kierrettiin läpi alueella pitkään työskennelleen LVI-asentajan kanssa. Asentajalla oli tieto siitä, mistä vesipisteistä ja vesimittaria kannattaa etsiä. Kartoituksessa kirjattiin vesipisteen tyyppi, lukumäärä ja tarvittaessa nimelliskoko.

Rakennuksissa, jotka kartoitettiin piirustusten perusteella, jouduttiin käymään tekemässä tarkennuksia. Piirustuksista ei aina käynyt ilmi nykyinen vesimittarikoko tai asennetun palopostin nimelliskoko. Samoin rakennuksen kerrokorkeus ja maantasokerroksen arvioitu korkeusasema piti tarkastaa paikan päällä.

Kartoitusta varten kehitettiin yhtä rakennusta koskeva pöytäkirja (liite 2). Pöytäkirjaan merkittiin erilaiset vedenkäyttöpisteet lukumäärinä sekä rakennuksen käytössä olevan vesimittarin nimelliskoko. Pöytäkirja laadittiin excel-taulukkona, siten että jokaisesta rakennuksesta on oma välilehti. Taulukkolaskentaohjelma laskee normivirtaamien summan ja sen perusteella mitoitusvirtaaman. Ohjelma laskee myös palopostien lukumäärän perusteella niiden määräämän mitoitusvirtaaman.

Rakennusten korkeusasema on arvioitu piirustuksista, joista käyvät ilmi pihojen korkeudet. Lisäksi merkittiin muistiin, kuinka monta kerrosta maantasokerroksen yläpuolella on, ja tarvittaessa mitattiin kerroshkorkeus.

4 Tutkimustulokset

Tutkimustulokset on koottu taulukkomuotoon. Taulukkoon on kirjattu mitoitusvirtaama vesipisteiden ja palopostien perusteella, nykyisen vesimittarin nimelliskoko, tonttijohdon koko ja pituus sekä ylimmän vesipisteen arvioitu korkeusasema. Tulokset on järjestetty rakennuksittain taulukkoon 6. Kahdessa rakennuksessa on paineenkorotusasema, jolloin tonttijohdon osuus jää merkityksettömäksi.

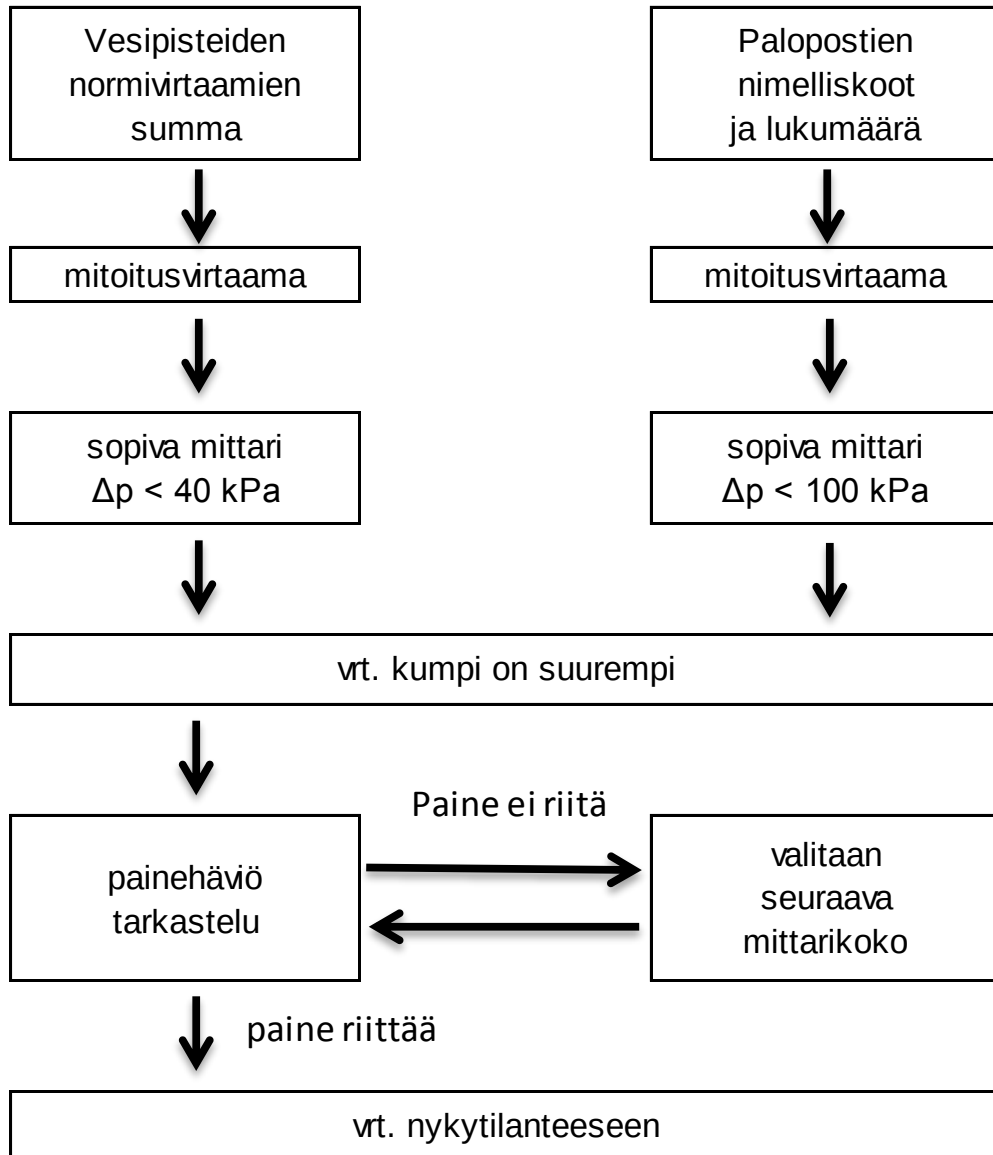
Taulukko 6. Yhteenveto tutkimustuloksista

Yhteenveto tutkimustuloksista						
Rakennus-tunnus	Mitoitus-virtaama vesipisteistä	Mitoitus-virtaama paloposteista	Korkeimman vesipisteen asema	Nykyinen vesimittari	Tonttijohto	Tonttijohdon pituus
32	0,48	0,00	116	20	40	120
42	0,78	0,00	113	30	40	20
108	2,13	1,70	135	30	63	280
109	1,75	1,70	127	25	90	60
110	2,07	1,70	125	30	63	80
113	2,35	3,40	128	65	paineenkorotus	
117	1,09	3,40	113	65	90	60
118	1,10	3,40	115	65	90	40
119	1,11	3,40	117	65	90	80
121	0,84	3,40	113	20	90	20
124 uusi osa	2,18	3,40	126	40	75	80
124 vanha osa	1,67	3,40	126	65	63	30
125	3,34	3,40	126	80	63	80
137	1,36	3,40	126	50	90	40
138	2,59	3,40	124	50	63	30
142 195 206	1,10	1,70	113	25	40	30
143	0,42	0,00	111	20	32	100
145	1,56	3,40	117	30	90	150
146	3,13	3,40	134	25	paineenkorotus	
147	0,99	3,40	123	30	63	10
151	0,87	3,40	126	30	63	60
154	1,25	3,40	109	40	90	30
156	1,26	3,40	115	30	75	30
157	1,35	0,85	129	20	110	70
160	1,04	3,40	126	30	110	10
161	1,14	3,40	108	25	63	30
164	1,07	1,70	126	40	63	160
165	0,34	0,00	112	20	40	70
166	0,61	1,70	110	25	50	80
189	1,46	0,85	113	40	90	120
190	0,66	0,00	120	20	32	40
212	0,72	0,00	126	20	25	40
214	0,65	0,00	126	20	40	60
216	1,13	3,40	116	50	63	100
218	0,00	3,40	116	20	40	80

5 Ratkaisut

Tutkimuksia tehdessä hahmottui kaksi erilaista ratkaisumallia: ratkaisumalli A, jossa valitaan vesimittarit noudattaen orjallisesti 40 kPa:n painehäviötä ja suurinta rakennukselle määräytyvää mitoitusvirtaamaa ja ratkaisumalli B (kuva 12), jossa valitaan vesimittarit

vedenkäyttöpisteiden määrittämällä mitoitusvirtaamalla ja 40 kPa:n painehäviöllä. Tämän jälkeen tarkistetaan, voidaanko paloposteille taata 200 kPa käyttöpainetta niiden mitoitusvirtaamalla.



Kuva 12. Kaavio ratkaisu B:n tarkasteluista

Ratkaisut on koottu taulukkoihin. Taulukoissa on havainnollisuuden vuoksi käytetty värikoodeja sopivan vesimittarikoon kohdalla. Vihreä väri tarkoittaa, että mittarikokoa voidaan pienentää. Keltainen väri tarkoittaa, että mittarin koko pysyy samana. Punainen väri tarkoittaa, että nykyistä mittarikokoa olisi syytä suurentaa. Taulukkoon on myös kirjattu vesimaksujen mahdolliset muutokset.

5.1 Ratkaisumalli A

Tutkimuksissa on moneen kertaan toistuvaa samankaltaista laskentaa. Laskenta on tämän vuoksi suoritettu taulukkolaskentaohjelmassa. Ohessa on kuvattu ratkaisu yhden rakennuksen osalta.

Esim. rakennus 108

1. On selvitetty rakennuksen erilaisten vesipisteiden lukumäärät, normivirtaamat ja normivirtaamien summa sekä laskettu (kaava 1) niiden perusteella mitoitusvirtaama.

$$q = q_{N1} + \theta(Q - q_{N1}) + A\sqrt{q_m\theta} \cdot \sqrt{Q - q_{N1}}$$

$$= 0,4 + 0,015(44,1 - 0,4) + 3,1\sqrt{0,4 \cdot 0,015} \cdot \sqrt{44,1 - 0,4} = 2,64 \text{ dm}^3/\text{s}$$

2. On selvitetty rakennuksen palopostien määräämä mitoitusvirtaama. Rakennuksessa on yhteensä 9 kpl DN20-paloposteja, joten mitoitusvirtaama on $1,7 \text{ dm}^3/\text{s}$.
3. On tarkistettu, kumpi mitoittavista virtaamista on suurempi. Sitä on käytetty rakennuksen mitoitusvirtaamana. Rakennukselle 108 tavalliset vesipisteet määrittävät mitoitusvirtaaman $2,64 \text{ dm}^3/\text{s}$, joka vastaa lukemaa $9,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

4. On valittu mittari, jolla on suurempi virtaama 40 kPa:n painehäviöllä ja laskettu mitoitusvirtaamalla muodostuva painehäviö. DN40-mittarin virtaama painehäviöllä 40 kPa on 12,65 m³/h. Saman mittarin painehäviö mitoitusvirtaamalla 9,5 m³/h on

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^2 = 40 \left(\frac{9,5}{12,65} \right)^2 = 22,6 \text{ kPa}$$

5. on tarkistettu, onko nykyinen vesimittari pienempi, suurempi vai samankokoinen ja laskettu HS-Vesi Oy:n hinnaston mukainen tariffin erotus. Nykyinen mittari on DN32, jonka perusmaksut ovat yhteensä 744,71 € alv 0 %. Sopiva mittari on DN40, jonka perusmaksut ovat yhteensä 3 100,03 € alv 0 %. Tässä tapauksessa mittarin vaihtaminen tulisi maksamaan vuosittain lisää

$$3\,100,03 - 744,71 = 2\,355,32 \text{ € alv } 0 \%$$

Yhteenvetotaulukosta (taulukko 7) nähdään selvästi, että mitoituslaitanteessa vesimittarin painehäviöllä 40 kPa paloposteja ei ole huomioitu vesimittaria valittaessa. Toisaalta suuri osa rakennuksista on niin vanhoja, ettei nykyinen paloposteja koskeva määräys ole ollut rakennusvaiheessa voimassa.

Rakennuksissa 121 ja 218 vesimittarin laskennallinen painehäviö on nykyisellä mittarilla huimaavan suuri. Todellinen palopostin virtaama ei ole ihan niin suuri, mutta kahden palopostin yhteisvirtaama ylittää kuitenkin mittarin suurimman sallitun virtaaman.

Vaikka taulukossa 7 on suhteellisen paljon vihreää väriä, eli vesimittaria voitaisiin pienentää, ei tämä ole mielekästä johtuen HS-veden tariffirakenteesta. Vesimittarin pienentäminen ei välttämättä vähennä vesimaksun perusosuuksia. Lisäksi mittarin pienentäminen lisää painehäviötä ja vähentää virtauspainetta, joka voi olla tarpeen jossain muualla verkostossa.

Taulukko 7. Yhteenvertotaulukko, ratkaisumalli A

Ratkaisumalli A

Rakennus- tunnus	mitoitus- virtaama vesipisteistä (dm ³ /s)	mitoitus- virtaama paloposteista (dm ³ /s)	mitoitus- virtaama (dm ³ /s)	nykyinen vesimittari	painehäviö nykyinen mittari (kPa)	sopiva vesimittari	painehäviö sopiva mittari (kPa)	vuosimaksun muutos (€ alv 0%)
32	0,55	0,00	0,55	20	11	20	11	
42	0,83	0,00	0,83	30	6	20	25	-611,82
108	2,64	1,70	2,64	30	63	40	23	2355,32
109	2,13	1,70	2,13	25	41	40	15	2355,32
110	2,56	1,70	2,56	30	59	40	21	2355,32
113	2,93	3,40	3,40	65	1	40	37	
117	1,21	3,40	3,40	65	1	40	37	
118	1,23	3,40	3,40	65	1	40	37	
119	1,24	3,40	3,40	65	1	40	37	
121	0,95	3,40	3,40	20	416	40	37	2967,14
124 uusiosa	2,70	3,40	3,40	40	37	40	37	
124 vanhaosa	2,03	3,40	3,40	65	1	40	37	
125	4,27	3,40	4,27	80	1	50	26	-1110,2
137	1,62	3,40	3,40	50	17	40	37	
138	3,26	3,40	3,40	50	17	40	37	
142	1,29	1,70	1,70	25	26	25	26	
143	0,47	0,00	0,47	20	8	20	8	
145	1,89	3,40	3,40	30	104	40	37	2355,32
146	3,99	3,40	3,99	25	143	50	23	2355,32
147	1,14	3,40	3,40	30	104	40	37	2355,32
151	0,98	3,40	3,40	30	104	40	37	2355,32
154	1,48	3,40	3,40	40	37	40	37	
156	1,49	3,40	3,40	30	104	40	37	2355,32
157	1,60	0,85	1,60	20	93	30	23	611,82
160	1,21	3,40	3,40	30	104	40	37	2355,32
161	1,34	3,40	3,40	25	104	40	37	2355,32
164	1,25	1,70	1,70	40	9	30	26	-2355,32
165	0,38	0,00	0,38	20	5	20	5	
166	0,72	1,70	1,70	25	26	25	26	
189	1,75	0,85	1,75	40	10	30	28	-2355,32
190	0,72	0,00	0,72	20	18	20	18	
212	0,80	0,00	0,80	20	23	20	23	
214	0,71	0,00	0,71	20	18	20	18	
216	1,33	3,40	3,40	50	17	40	37	
218	0,00	3,40	3,40	20	416	40	37	2967,14

yhteensä 23 666,64 €

5.2 Ratkaisumalli B

Vesimittari on valittu siten, että vesipisteistä lasketulla virtaamalla painehäviö ei ylitä arvoa 40 kPa ja palopostien virtaama ei ylitä mittarin suurinta hetkellistä virtaamaa. Suurimmalla mahdollisella virtaamalla vesimittarin painehäviö on n. 100 kPa. Tämän jälkeen on tehty painehäviötarkastelu ja arvioitu, voiko vesimittarin painehäviö olla 100 kPa. Yhteenvertotaulukkoon (taulukko 8) on viety lopullinen johtopäätös, jossa on yhdistetty kaksi

eri tarkastelua. Siten jos paloposteille ei voida taata 200 kPa:n painetta, on käytetty suurempaa mittaria.

Painehäviötarkastelussa on ensin arvioitu talojohdon ja sitten vesimittarin painehäviö. Paloposteille on varattu 200 kPa. Kun rakennuksessa ei ole paloposteja, on kalusteille varattu 100 kPa. Viimeisenä on arvioitu, jääkö jakojohdoille riittävästi painehäviötä. Jakojohdojen arviointi perustuu rakennuksen mittoihin ja ominaispainehäviöön 2 kPa/m. Tarkastelu on suoritettu suoraan vedenpinnan korkeutena, jolloin on havainnollisempi arvioida, pystytäänkö vaadittu painetaso saavuttamaan. Ohessa on kuvattu ratkaisu kahden erilaisen tapauksen osalta.

Esim. rakennus 118

1. On selvitetty rakennuksen erilaisten vesipisteiden lukumäärät, normivirtaamat ja normivirtaamien summa sekä laskettu (kaava 1) niiden perusteella mitoitusvirtaama.

$$q = q_{N1} + \theta(Q - q_{N1}) + A\sqrt{q_m\theta} \cdot \sqrt{Q - q_{N1}}$$

$$= 0,4 + 0,015(5,8 - 0,6) + 3,1\sqrt{0,4 \cdot 0,015} \cdot \sqrt{5,8 - 0,6} = 1,23 \frac{dm^3}{s} = 4,4 m^3/h$$

2. On valittu mittari, jolla on suurempi virtaama 40 kPa:n painehäviöllä kuin tavanomaisten vesipisteiden mitoitusvirtaama, ja laskettu mitoitusvirtaamalla muodostuva painehäviö. DN32-mittarin virtaama painehäviöllä 40 kPa on 7,6 m³/h. Saman mittarin painehäviö mitoitusvirtaamalla 4,4 m³/h on

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^2 = 40 \left(\frac{4,4}{7,6} \right)^2 = 18,3 \text{ kPa}$$

3. On selvitetty rakennuksen palopostien määräämä mitoitusvirtaama. Rakennuksessa on yhteensä 5 kpl DN25-paloposteja, joten mitoitusvirtaama on 3,4 dm³/s eli 12,2 m³/h.

4. On valittu mittari, jolla on suurempi maksimivirtaama kuin palopostien mitoitusvirtaama, ja laskettu mitoitusvirtaamalla muodostuva painehäviö. DN32-mittarin virtaama painehäviöllä 100 kPa on 12 m³/h. Saman mittarin painehäviö mitoitusvirtaamalla 12,2 m³/h on

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^2 = 100 \left(\frac{12,2}{12} \right)^2 = 104 \text{ kPa}$$

5. On verrattu, kumpi kohtien 2 ja 4 mittareista on suurempi. Tässä tapauksessa kumpikin mitoituskriteeri ajaa samankokoiseen DN32-mittariin.
6. On tehty painehäviötarkastelu. Rakennus 118 sijaitsee n. 114 metrin korkeudella, ja se on yksikerroksinen. Näin ollen vesipisteet sijaitsevat n. 115 metrin korkeudella. Talajohto on PE90-putkea, ja sen pituus on n. 40 metriä.

$$\Delta p_{\text{talajohto}} = Rl + \sum \zeta p_d = 0,06 \cdot 40 + 5 \cdot 0,2 = 3,4 \text{ kPa} = 0,3 \text{ mvp}$$

$$\Delta p_{\text{jakojohto}} = p_{\text{vesitorni}} - \Delta p_{\text{rengasjohto}} - \Delta p_{\text{talajohto}} - \Delta H - \Delta p_{\text{vm}} - p_n$$

$$\Delta p_{\text{jakojohto}} = 155 - 1 - 0,3 - 115 - 10 - 20 = 8,7 \text{ mvp}$$

Jakojohdoille jää 87 kPa, mikä vastaa 44:ää metriä ominaispainehäviöllä 2 kPa/m. Rakennuksen mitoista voidaan päätellä jakojohdon olevan alle 44 metriä.

6. Nykyinen rakennuksen vesimittari on kokoa DN65, jonka perusmaksut ovat yhteensä 3 100,03 € alv 0 %. Sopiva mittari on DN32, jonka perusmaksut ovat yhteensä 744,71 € alv 0 %. Tässä tapauksessa mittarin vaihtaminen säästäisi vuosittain

$$744,71 - 3\,100,03 = -2\,355,32 \text{ € alv } 0 \%$$

Esim. rakennus 147

1. On selvitetty rakennuksen erilaisten vesipisteiden lukumäärät, normivirtaamat ja normivirtaamien summa sekä laskettu (kaava 1) niiden perusteella mitoitusvirtaama

$$q = q_{N1} + \theta(Q - q_{N1}) + A\sqrt{q_m\theta} \cdot \sqrt{Q - q_{N1}}$$

$$= 0,4 + 0,015(7,4 - 0,4) + 3,1\sqrt{0,4 \cdot 0,015} \cdot \sqrt{7,4 - 0,4} = 1,14 \frac{dm^3}{s} = 4,1 m^3/h$$

2. On valittu mittari, jolla on suurempi virtaama 40 kPa:n painehäviöllä kuin tavanomaisten vesipisteiden mitoitusvirtaama, ja laskettu mitoitusvirtaamalla muodostuva painehäviö. DN32-mittarin virtaama painehäviöllä 40 kPa on 7,6 m³/h. Saman mittarin painehäviö mitoitusvirtaamalla 4,1 m³/h on

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^2 = 40 \left(\frac{4,1}{7,6} \right)^2 = 11,6 \text{ kPa}$$

3. On selvitetty rakennuksen palopostien määräämä mitoitusvirtaama. Rakennuksessa on yhteensä 5 kpl DN25-paloposteja, joten mitoitusvirtaama on 3,4 dm³/s eli 12,2 m³/h.
4. On valittu mittari, jolla on suurempi maksimivirtaama kuin palopostien mitoitusvirtaama, ja laskettu mitoitusvirtaamalla muodostuva painehäviö. DN32-mittarin virtaama painehäviöllä 100 kPa on 12 m³/h. Saman mittarin painehäviö mitoitusvirtaamalla 12,2 m³/h on

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^2 = 100 \left(\frac{12,2}{12} \right)^2 = 104 \text{ kPa}$$

5. On verrattu, kumpi kohtien 2 ja 4 mittareista on suurempi. Tässä tapauksessa kumpikin mitoituskriteeri ajavat samankokoiseen DN32-mittariin.

6. On tehty painehäviötarkastelu. Rakennus 147 sijaitsee n. 122 metrin korkeudella, ja se on yksikerroksinen. Näin ollen vesipisteet sijaitsevat n. 123 metrin korkeudella. Talojohto on PE63-putkea, ja sen pituus on n. 10 metriä.

$$\Delta p_{\text{talojohto}} = Rl + \sum \zeta p_d = 0,5 \cdot 10 + 5 \cdot 1,5 = 12,5 \text{ kPa} = 1,3 \text{ mvp}$$

$$\Delta p_{\text{jakojohto}} = p_{\text{vesitorni}} - \Delta p_{\text{rengasjohto}} - \Delta p_{\text{talojohto}} - \Delta H - \Delta p_{\text{vm}} - p_n$$

$$\Delta p_{\text{jakojohto}} = 155 - 1 - 1,3 - 123 - 10 - 20 = -0,3 \text{ mvp}$$

Jakojohdoille ei jää yhtään painehäviötä, joten joudutaan valitsemaan suurempi vesimittari.

7. Seuraavalla mittarikoolla DN40 painehäviö mitoitusvirtaamalla 12,2 m³/h on

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^2 = 100 \left(\frac{12,2}{20} \right)^2 = 37 \text{ kPa} = 3,7 \text{ mvp}$$

8. Edellä tehdystä painehäviötarkastelusta muuttuu vain vesimittarin painehäviö, joten jakojohdoille jää

$$\Delta p_{\text{jakojohto}} = 155 - 1 - 1,3 - 123 - 3,7 - 20 = 6 \text{ mvp}$$

Rakennuksen mitoista voidaan päätellä tämän olevan riittävän.

Taulukko 8. Yhteenvedotaulukko, ratkaisumalli B

Ratkaisumalli B

Rakennus- tunnus	mitoitus- virtaama vesipisteistä (dm ³ /s)	mitoitus- virtaama paloposteista (dm ³ /s)	mitoitus- virtaama (dm ³ /s)	nykyinen vesimittari	painehäviö nykyinen mittari (kPa)	sopiva vesimittari	painehäviö sopiva mittari (kPa)	vuosimaksun muutos (€ alv 0%)
32	0,55	0,00	0,55	20	11	20	11	
42	0,83	0,00	0,83	30	6	20	25	-611,82
108	2,64	1,70	2,64	30	63	40	23	2355,32
109	2,13	1,70	2,13	25	41	40	15	2355,32
110	2,56	1,70	2,56	30	59	40	21	2355,32
113	2,93	3,40	3,40	65	1	65	1	
117	1,21	3,40	3,40	65	1	30	104	-2355,32
118	1,23	3,40	3,40	65	1	30	104	-2355,32
119	1,24	3,40	3,40	65	1	30	104	-2355,32
121	0,95	3,40	3,40	20	416	30	104	611,82
124 uusiosa	2,70	3,40	3,40	40	37	40	37	
124 vanhaosa	2,03	3,40	3,40	65	1	65	1	
125	4,27	3,40	4,27	80	1	65	2	-1110,2
137	1,62	3,40	3,40	50	17	50	17	
138	3,26	3,40	3,40	50	17	50	17	
142	1,29	1,70	1,70	25	26	25	26	
143	0,47	0,00	0,47	20	8	20	8	
145	1,89	3,40	3,40	30	104	30	104	
146	3,99	3,40	3,99	25	143	50	23	2355,32
147	1,14	3,40	3,40	30	104	40	37	2355,32
151	0,98	3,40	3,40	30	104	40	37	2355,32
154	1,48	3,40	3,40	40	37	30	104	-2355,32
156	1,49	3,40	3,40	30	104	30	104	
157	1,60	0,85	1,60	20	93	30	23	611,82
160	1,21	3,40	3,40	30	104	40	37	2355,32
161	1,34	3,40	3,40	25	104	25	104	
164	1,25	1,70	1,70	40	9	30	26	-2355,32
165	0,38	0,00	0,38	20	5	20	5	
166	0,72	1,70	1,70	25	26	20	104	-611,82
189	1,75	0,85	1,75	40	10	30	28	-2355,32
190	0,72	0,00	0,72	20	18	20	18	
212	0,80	0,00	0,80	20	23	20	23	
214	0,71	0,00	0,71	20	18	20	18	
216	1,33	3,40	3,40	50	17	30	104	-2355,32
218	0,00	3,40	3,40	20	416	30	104	611,82

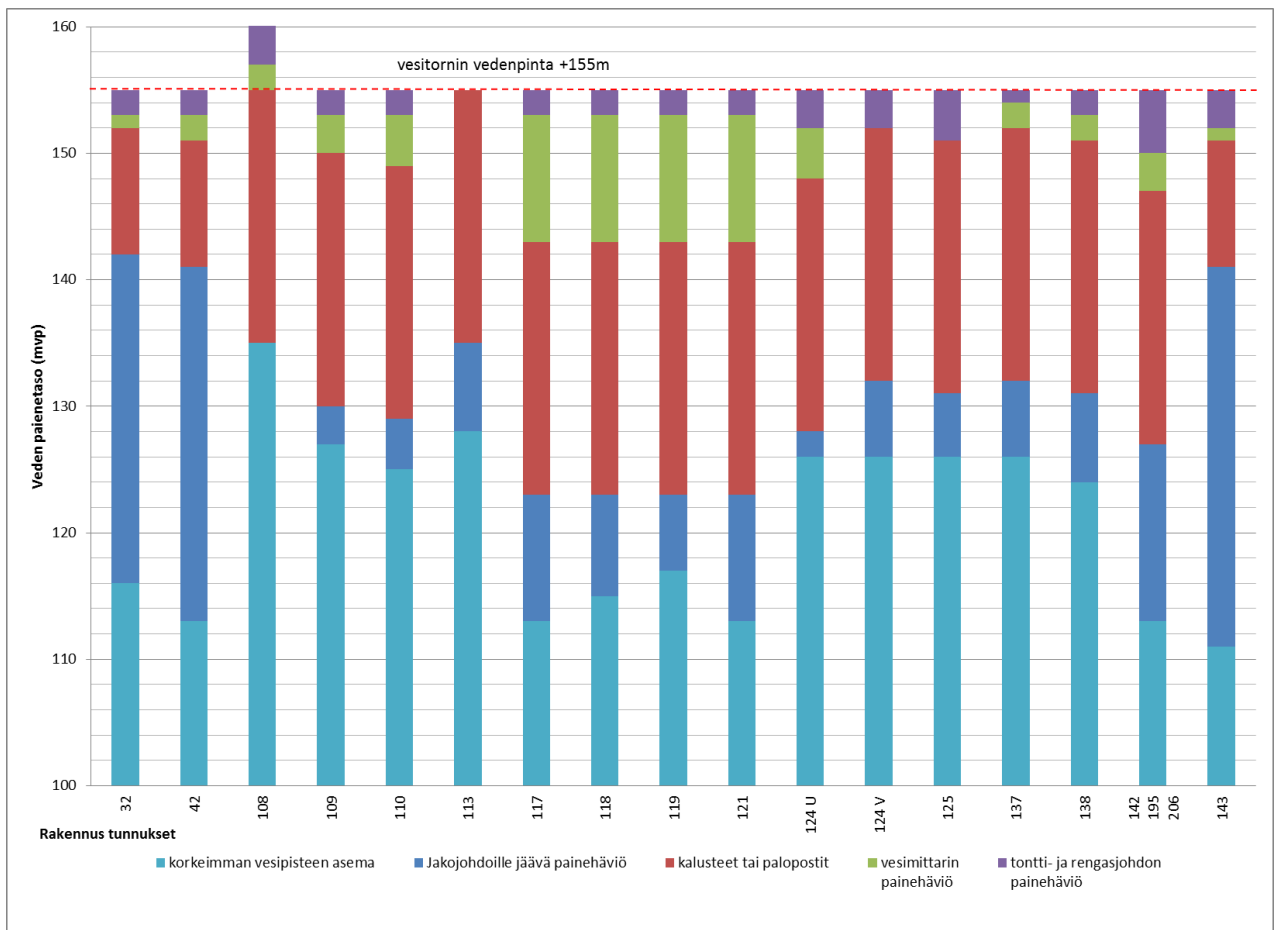
yhteensä - 498,38 €

Tässäkin ratkaisumallissa on joitakin rakennuksia, joissa vesimittarikokoa tulisi suurentaa. Kahdessa tapauksessa (121, 218) palopostin virtaama ylittää vesimittarin suurimman sallitun virtaaman. Rakennuksissa 108, 109, 110, 146, 151, 157 ja 160 vesimittarin painehäviö kasvaa liian suureksi, ja mittari pitäisi sen vuoksi vaihtaa.

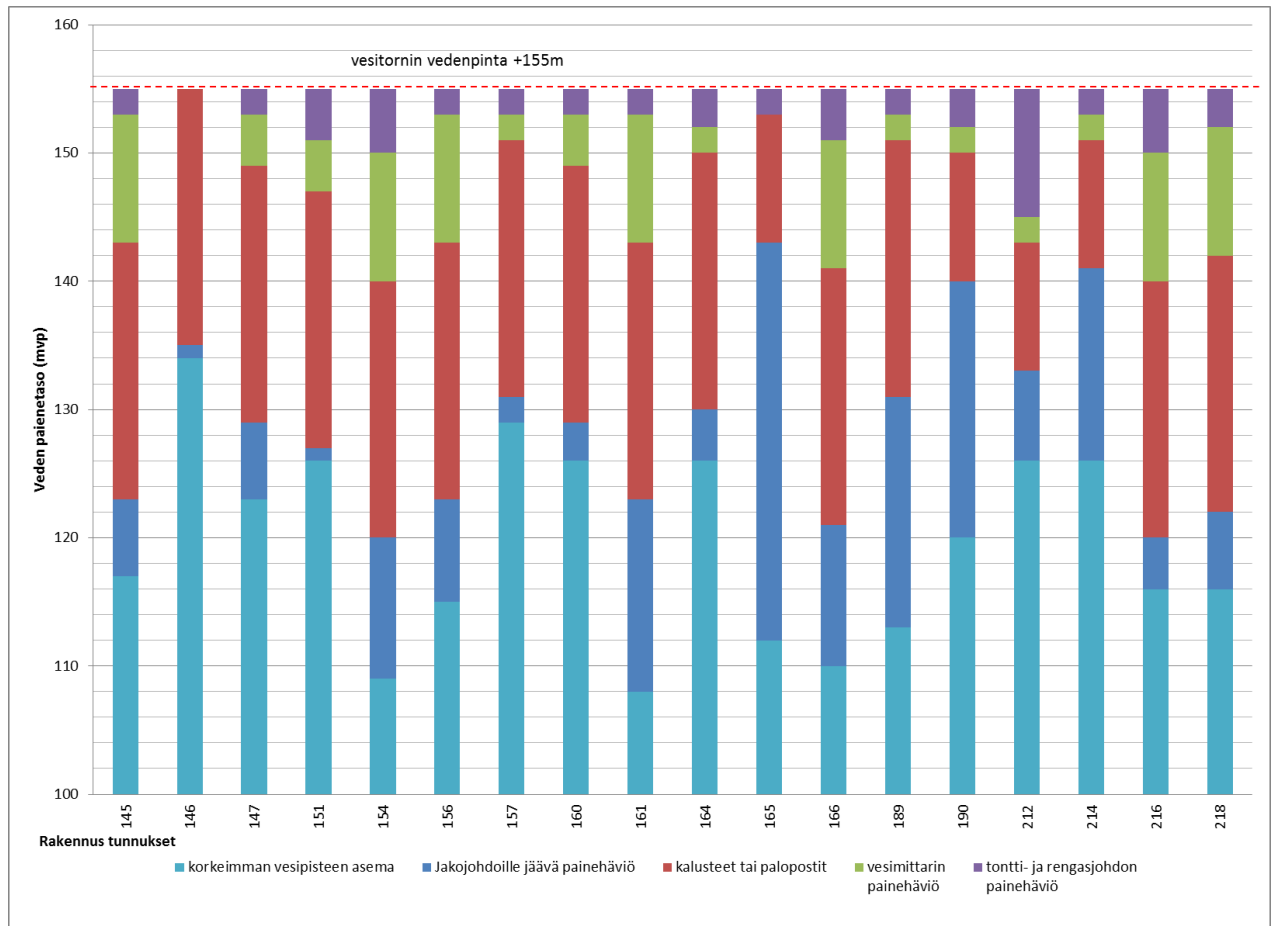
Rakennuksissa 108, 109, 110, 151, 157 ja 160 paloposteille ei saada 200 kPa (kuvat 13 ja 14), vaikka vesimittarin painehäviötä ei huomioitaisi. Ainakaan näissä rakennuksissa vesimittarin pienentäminen ei käy kyseeseen.

Rakennuksessa 108 tiedettiin olevan huonoin painetaso. Rakennus sijaitsee korkeimmalla, ja sillä on kaikkein pisin talojohto. Rakennukselle tulisi lisätä paineenkorotus, jos paloposteille halutaan taata määräysten mukainen käyttöpaine.

Kuvissa 13 ja 14 on graafisesti havainnollistettu taulukkolaskentaohjelmassa suoritettua painehäviötarkastelua. Alin vaaleansininen palkki kuvaa rakennuksen korkeusasemaa. Korkeusaseman päälle on kasattu virtausreitillä syntyviä tai vaadittavia painehäviöitä. Nämä painehäviöt on vähennetty käytettävissä olevasta vesitornin paineesta ja jäljelle jäänyt paine on varattu jakojohdoille. Jakojohdoille jäänyt osuus on merkitty kuviin tummansinisellä. Myös vesitornin vedenpinta on selvyuden vuoksi merkitty kuviin. Esim. rakennuksessa 108 rakennuksen korkeusasema ja palopostilta vaadittava käyttöpaine yhteensä muodostavat liian suuren painevaatimuksen.



Kuva 13. Painehäviötarkastelu 1



Kuva 14. Painehäviötarkastelu 2

6 Virhetarkastelua

Tavanomaisten vesikalusteiden lukumäärät ja normivirtaamien summat on mielestäni määriteltä riittävän tarkasti. Pieni eroavaisuus normivirtaamien summassa ei aiheuta suurta eroa mitoitusvirtaamaan.

Painehäviötarkastelussa lähtöarvoissa on enemmän virheen mahdollisuutta. Rakennusten korkeusasema ja kerroskorkeus on arvioitu melko karkeasti. Kokonaisvirhe on mahdollisesti ± 2 metriä. Samoin rakennusten talojohdojen pituus on mitattu 10 metrin tarkkuudella. Talojohdon painehäviö ei ole kuitenkaan kokonaisuuden kannalta merkittävä.

7 Päätelmiä

Valitaanpa sitten kumpi tahansa ratkaisumalli, Parolannummella on sekä rakennuksia, joissa on liian pieni vesimittari, että rakennuksia, joissa on liian suuri vesimittari.

Ratkaisumalli A:ssa tilaaja joutuisi maksumieheksi. Ratkaisumalli olisi luultavimmin käytössä, jos suunniteltaisiin uutta kohdetta. Suunnittelijan on yksinkertaista laskea normivirtaamien summa ja sen perusteella mitoitusvirtaama sekä tarkistaa, ylittääkö palopostien määräämä virtaama normivirtaamista lasketun.

Ratkaisumalli B:ssä on hieman pidemmälle optimoitu vesimittarin kokoa. Tämä malli tulisi edullisemmaksi työn tilaajalle. Tilaajalla oli etukäteen arvio, että lähes kaikkia mittareita voitaisiin pienentää. Vedenkulutus alueella on suhteellisen vähäistä, joissakin rakennuksissa ei vettä käytetä kuin vessoissa ja kahvin keittämiseen. Onkin ymmärrettävää, että rakennuksien suuret vesimittarit tuntuivat turhilta. Lisäksi paikallisen vesilaitoksen tariffihinnoittelu ohjasi ajatuksia siihen suuntaan. Tarkemmassa tarkastelussa kuitenkin huomattiin, että vesimittareita ei voida useissa tapauksissa pienentää. Vesimittarin pienentäminen olisi aiheuttanut haitallisen suuren painehäviön. Ratkaisumalli B toisi tilaajalle vuotuisen säästön 498,38 € alv 0 % (617,99 € alv 24 %).

Tietysti työntilaaaja voisi poimia rusinat pullasta ja vaihdattaa vesimittarit pienempiin niissä rakennuksissa, joissa se on perusteltua ja tyytyä nykyiseen tilanteeseen muissa rakennuksissa. Tämä ratkaisu toisi tilaajalle vuotuisen säästön 18 821,08 € alv 0 % (23 338,14 € alv 24 %).

Vaikuttaisi, että palopostien vaatimaa painetasoa ei alueella ole juuri tarkasteltu. Niissä rakennuksissa, joissa on paineenkorotus, asia on kunnossa. Kaikissa muissa rakennuksissa, joiden korkeusasema on yli +115 m, palopostien käyttöpaine on epävarma tai ei täyty.

Palopostit mitoittavat suurelta osin vesijohtoverkoston sekä virtaaman että painetarpeen puolesta. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mitoitusohjeet ovat yksiselitteisiä, mutta ne eivät perustu käytännössä toteutuviin virtaamiin. Määräyksen kirjoittajan kannalta annetut vaateet ovat ymmärrettäviä. Toisaalta on määrätty pienin käyttöpaine, jotta palopostista saadaan riittävästi vettä. Toisaalta on annettu mitoitusvirtaama, joka ei varmasti aiheuta liian pieniä mitoituksia virtausreitillä. Uudiskohteen suunnittelussa tällä

ei ole suurta merkitystä. Sen sijaan olemassa olevan kohteen tarkastelussa voi tulla eteen, että turhan suuri oletettu virtaama aiheuttaa laskennallisia painehäviöitä, joita ei kuitenkaan oikeasti synny.

Alueella on ulkopaloposteja, joiden vettä ei mitata. Myös pikapalopostien asentaminen rakennuksissa omaan palovesiverkostoon toisi useita etuja. Rakennuksissa käyttöveden vesimittarin voisi olla merkittävästi pienempi. Käyttövesijohdot voitaisiin mitoittaa todellisilla virtaamilla. Paloposteissa seisova vesi ei aiheuttaisi vaaraa juomaveden pilaantumiselle. Lisäksi paloposteja voitaisiin tarvittaessa käyttää runkoverkoston huuhteluun. Vanhoissa rakennuksissa tarvittava muutos vaatisi mittavia töitä, eikä ole järkevää. Kuitenkin kun rakennuksia peruskorjataan, tulisi mahdollisuus ottaa huomioon. Pikapalopostien asentaminen omaan verkostoon vaatii luvan vesilaitokselta.

Kiinteistön vesimittarin varusteineen mitoittaa viime kädessä vesihuoltolaitos (6, s. 11). Tilaajan onkin neuvoteltava HS-Vesi Oy:n edustajan kanssa jatkotoimenpiteistä. Veden-toimittajalla on käytössä ns. vedenkäyttöilmoitus (liite 3). Ilmoitukseen kirjataan vesipisteiden ja palopostien lukumääriä sekä ylimmän kalusteen korkeusasema. Kaikki nämä tiedot ovat nyt eriteltyinä excel-tiedostossa. Työn tilaajalla ovat nyt käytössään lähtötiedot neuvotteluiden aloittamiseksi.

Lähteet

- 1 Mittauslaitelaki 707/17.6.2011. 2011.
- 2 Mittauslaitedirektiivi (MID) 2004/22/EY. 2004.
- 3 Tiedote: Vesimittareita koskevat vaatimukset uudistuneet. 2011.
Tiedote. Verkkodokumentti. Vesilaitosyhdistys. 16.9.2011.
<www.vvy.fi/ajankohtaista/vesimittarieta_koskevat_vaatimukset_uudistuneet.1931.news>. Luettu 25.3.2014.
- 4 SFS-EN 14154-1. *Water meters. Part 1: General requirements*. 2011-05-10.
- 5 SFS Z.X.1. *Kylmävesimittarit*. 1959-02-27.
- 6 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007. *Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1*. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 7 RVV, Rakennusten vesijohdot ja viemärit. 1987. Helsinki: Suomen kunnallistekninen yhdistys.
- 8 SFS-EN 671-1. *Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Palopostit. Osa 1: Pikapalopostit, joissa on muotonsa säilyttävä letku*. 2012-06-18.
- 9 SFS-EN 671-2. *Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Palopostit. Osa 2: Palopostit, joissa on litteäksi puristuva letku*. 2012-06-18.
- 10 SFS-EN 671-3. *Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Palopostit. Osa 3: Pikapalopostien ja palopostien huolto*. 2009-04-20.
- 11 RVV, Rakennusten vesijohdot ja viemärit. 1965. Helsinki: Suomen Kunnallistekninen yhdistys.
- 12 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 1987. *Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1*. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 13 Uponor, paineputkijärjestelmät tekninen käsikirja. 2014. Verkkodokumentti. Uponor Oy. <www.uponor.fi>. Luettu 25.3.2014.
- 14 Zenner Korkeamäki vesimittariesitteet. 2014. Verkkodokumentti. Korkeamäki vesimittarit. <www.zenner-korkeamaki.com/fi/esitteet>. Luettu 25.3.2014.
- 15 HS-Vesi Oy, hinnasto. 2014. Verkkodokumentti. HS-Vesi Oy. <<http://www.hsvesi.fi/>>. Luettu 25.3.2014.

- 16 Riihimäen Vesi, hinnasto/perusmaksut 1.1.2014. Verkkodokumentti. Riihimäen Vesi. <www.riihimaki.fi/riihimaki/riihimaen-vesi/sivut/hinnasto/perusmaksut/>. Luettu 25.3.2014

Vesikalusteiden normivirtaamia				
		normivirtaamat		painehäviö
Tunnus	Selite	KV [dm ³ /s]	LV [dm ³ /s]	[kPa]
PP 01	Astianpesuallas	0,2	0,2	160
PA 01	Pesuallas	0,1	0,1	130
SU 01	Suihku	0,2	0,2	160
TA 01	Tasapohja-allas	0,2	0,2	200
WC 01	WC istuin	0,1		190
HA 01	Pesukone	0,2		75
HA 02	Talopesukone KV	0,4		190
HA 03	Talopesukone KV+LV	0,4	0,4	190
VP 01	Vesiposti DN15	0,2		160
VP 02	Vesiposti DN20	0,4		160
VP 02	Vesiposti DN25	0,6		160
UR 01	Urinaali	0,4		160
LH 01	Laskuhana KV	0,2		160
LS 01	Letkuliitinsekoittaja	0,2	0,2	160
JH 01	Juomahana	0,1		120
LK 01	Astiapesu. Ravint.	0,4	0,4	200
LK 02	Astiapesu. Ravint.		0,4	200
ES 01	Esipesusuihku	0,3	0,3	200
HA 04	Patahana	0,2	0,2	200
	Uuni	0,4		200
	Perunan pesukone	0,3	0,3	200
	Juomavesiautomaatti	0,2		160
	Pesuveden sekoitusas.	1,5	1,5	300
	Kahvinkeitin	0,2		200
PPP 01	Paloposti DN20	0,85		500
PPP 02	Paloposti DN25	1,7		500

Vesijohdon mitoitusvirtaama

147

Rakennustunnus

nykyinen vesimittari

30

Tunnus	Selite	lkm	normivirtaamat		normivirtaamien summa	
			KV [dm ³ /s]	LV [dm ³ /s]	KV [dm ³ /s]	LV [dm ³ /s]
PP 01	Astianpesuallas	1	0,2	0,2	0,2	0,2
PA 01	Pesuallas	12	0,1	0,1	1,2	1,2
SU 01	Suihku	2	0,2	0,2	0,4	0,4
KA 01	Kylpyamme		0,3	0,3		
TA 01	Tasapohja-allas	7	0,2	0,2	1,4	1,4
WC 01	WC istuin	6	0,1		0,6	
HA 01	Pesukone		0,2			
VP 02	Vesiposti DN20		0,4			
VP 02	Vesiposti DN25		0,6			
UR 01	Urinaali	1	0,4		0,4	
LK 01	Astiapesu. Ravint.		0,4	0,4		
LK 02	Astiapesu. Ravint.			0,4		
ES 01	Esipesusuihku		0,3	0,3		
HA 04	Patahana		0,2	0,2		
LH 01	Laskuhana KV		0,2			
LS 01	Letkuliitinsekoittaja		0,2	0,2		
	Talopesukone		0,4	0,4		
	Peruna		0,3	0,3		
	Juomavesiautomaatti		0,1			
	Pesuveden sekoitusas.		1,5	1,5		
	Kahvinkeitin		0,2	0,2		

Normivirtamien summat

4,2

3,2

D1 liite 2 kaava 1

Normivirtamien summa Q

7,4

Suurin normivirtaama q_{N1}

0,4

ko. venttiilin keskim.virtaama q_m

0,4

Todennäköisyys θ

0,015

$$q = q_{N1} + \theta \cdot (Q - q_{N1}) + A \cdot \sqrt{q_m \cdot \theta} \cdot \sqrt{Q - q_{N1}}$$

Kerroin A

3,1

mitoitusvirtaama q

1,14

normivirtaamat

Mitoitusvirtaama:

KV [dm³/s]KV [dm³/s]

PPP 01 Paloposti DN20

0,85

0,00

PPP 02 Paloposti DN25

2

1,70

3,40

Vesijohdon mitoitusvirtaama:

3,40

KV [m³/h]

12,24

**VESIOHTOLAITTEISTON TIEDOT**

Päiväys _____

Kiinteistön osoite: _____ omistaja: _____

kiinteistötunnus: _____ HS-Veden käyttöpaikka nro _____

Lomakkeen täyttäjän nimi ja yritys _____

Kylmävesi

0,1 kpl 0,2 kpl 0,3 kpl 0,4 kpl Q KV Yhteensä

Lämminvesi

0,1 kpl 0,2 kpl 0,3 kpl 0,4 kpl Q LV Yhteensä

Ylin kaluste (korko N 2000)

Q KV + Q LV Yhteensä

+ _____

Vesimittarin sijaintipaikka**Tonttivesijohdon mitoitusvirtaama**

Pikapalopostit

(q=1,7) NS25 _____ kpl (q=0,85) NS20 _____ kpl

Vesimittari**Tonttivesijohdon koko**_____ m³ vakio / impulssilaittein _____ mm**PT-arvo VM jälkeen**

kPa

paineenkorotus/-alennus

on / ei (ympyröi oikea vaihtoehto)

PN-arvo etäisin KV

kPa

%

PN-arvo etäisin LV

kPa

%

Mitoitustapa:

laskennallinen / taulukko (ympyröi oikea vaihtoehto)