



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

ELMERI HELANDER

Korkean rakennuksen sisäiset jäte- veden viettoviemäri- ja tuuletusjär- jestelmät

Opinnäytetyö

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka (LVI)
2020

Tekijä(t) Helander, Elmeri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kuukausi Vuosi 10/2020
	Sivumäärä 72	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Korkean rakennuksen sisäiset jäteveden viettoviemäri- ja tuuletusjärjestelmät		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja Yhdyskuntatekniikka		
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön päätarkoituksena selvitettiin jätevesiviemärijärjestelmän ja sen tuuletusviemäroinnin ongelmakohtia ja tutkittiin niiden mahdollisia ratkaisuja. Tavoitteeksi asetettiin korkean rakentamisen viemärijärjestelmän kokonaisvaltainen toiminnan parantaminen, kohdekohtaisen oikean järjestelmän valinta ja haittojen ennaltaehkäisy jo projektin suunnitteluvaiheessa. Opinnäytetyö tehtiin Sweco Talotekniikka Oy:n Helsingin konttorille. Sweco on Euroopan suurin insinööri ja konsultointiyhtiö. Työ toteutettiin tutkimalla kirjallisuutta, artikkeleita ja teknisiä lomakkeita korkean rakentamisen viemäriratkaisuista niin Suomessa, kuin muuallakin maailmalla. Työtä tehdessä käytiin vierailemassa eri tuotevalmistajilla. Alan ammattilaisia on haastateltu, tavattu ja keskusteltu heidän kanssaan jäteveden viettoviemärijärjestelmien toimivuudesta, mahdollisista ongelmakohtista ja tarjolla olevista ratkaisuista. Lopputuloksena yksiputkijärjestelmää voidaan pitää materiaali- ja kustannustehokkaimpana systeeminä. Se on lähtökohtaisesti toiminnaltaan tehokas. Järjestelmää kehittämällä erilaisin innovatiivisin ratkaisuin voidaan päästä suurempiin jätevesivirtauskapasiteetteihin, pienempiin teknisiin tilavarauksiin ja parempaan asumismukavuuteen. Jokainen rakennus on kuitenkin ainutlaatuinen sijaintinsa ja tavoitteidensa puolesta, joten yhtä muottia ei voi käyttää sokeasti, vaan kukin kohde vaatii tapauskohtaisen suunnittelunsa. Korkeiden rakennusten jätevesijärjestelmissä voi olla hyödyllistä käyttää myös jäteveden lämmöntalteenottoa energiatarvoitteiden saavuttamiseen. Asiasanat Viemärijohdot, Viemäri liittymät, Viemäriputket, Viemäriinti, LVI-tekniikka, Talotekniikka, Tuuletus		

Author(s) Helander, Elmeri	Type of Publication Bachelor's thesis	Date Month Year 10/2020
	Number of pages 72	Language of publication: Finnish
Title of publication Wastewater Drainage and Ventilation Systems Inside a High-Rise Building		
Degree program Construction and Civil Engineering		
Abstract The main purpose of this thesis was to examine and seek solutions to the existing problems of drainage and drainage ventilation systems. The aim was to bring knowledge on how to improve the drainage system structure by choosing the appropriate system and preventing any possible complications already at the project planning phase. This thesis was made for Sweco Building Services Ltd. Helsinki department. Sweco is the biggest engineering and consultant company in Europe. The thesis was implemented by examining literature, articles and technical forms on high-rise building drainage solutions both in Finland as well as the rest of the world. During the thesis, various product manufacturers were visited. More value for this thesis has been gathered by interviews, meetings and conversations with some of the finest professionals on the line of business. As a conclusion, the single stack system is the most material- and cost-effective system. In principle it works effectively. By developing the system with various innovative solutions, it is possible to achieve higher wastewater flow capacities, lower technical space allowances and better living comfort. However, each building is unique in its own location and purpose, so the same template cannot be used blindly for every project, but rather requiring a case-by-case design. In high-rise building drainage system, it might also be useful to add a heat recovery for the wastewater system to reach the energy efficiency goals.		
<u>Key words</u> Sewer Pipes, Sewer connections, Drains, Sewerage, HPAC engineering, Building Services Engineering, Ventilation		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 VIEMÄRÖINTIJÄRJESTELMÄT	10
2.1 Yksiputkijärjestelmä	11
2.2 Rinnakkaistuulettu järjestelmä	12
2.3 Osittain rinnakkaistuulettu yksiputkijärjestelmä	13
2.4 Kaksiputkijärjestelmä	14
3 VIEMÄRÖINTIJÄRJESTELMÄN OSAT JA TERMIT	15
3.1 Vesilukko	15
3.1.1 Vedetön hajulukko	16
3.2 Kaato	17
3.3 Täyttösuhde	18
3.4 Tuuletusviemäri	19
3.5 Jäätymissuoja ja päätelaitteen etäisyys pinnoista	20
3.6 Hydraulinen hyppy	21
3.7 Pohjakulma	22
3.8 Padotuskorkeus	23
3.9 Paineviemäröinti ja pumppaamot	24
3.10 Puhdistusyhteet	25
4 ELEMENTTIRAKENTAMINEN	26
5 VIEMÄRIMATERIAALIEN OMINAISUUDET	28
5.1 Äänitekniikka	29
5.2 Lämpölaajeneminen	31
5.3 Kannakointi	32
5.4 Palotekniikka	34
5.5 Paineen kesto	35
5.6 Kemikaalikestävyys	36
6 VIRTAAAMA JA PUTKIKOKO	37
6.1 Normivirtaama ja mitoitusvirtaama	37
6.2 Pystykokoojaviemäri	38
6.3 KytKentäputken suunnittelu	39
6.4 Tuuletusviemärin koko	40
7 INNOVATIIVISET RATKAISUT	41
7.1 Sovent -kerroshaarajärjestelmät	41
7.1.1 Paineentasaushaara	44
7.1.2 Geberit PE Sovent kapasiteetti	45

7.2 Geberit Supertube -järjestelmä.....	46
7.2.1 Geberit PE Sovent	47
7.2.2 Geberit PE BottomTurn -pohjakulma	48
7.2.3 Geberit BackFlip -kulma.....	49
7.2.4 Geberit Supertube kapasiteetti	50
7.3 Alipaineventtiilit	51
7.3.1 Alipaineventtiilin sijoitus	52
7.4 Aliaxis Studor aktiivinen tuuletusviemärijärjestelmä	53
7.4.1 Studor Alipaineventtiilit.....	54
7.4.2 Tuuletusputken korvaus Maxi-Ventillä.....	55
7.4.3 P.A.P.A. Ylipaineenvaimennin	56
7.4.4 Aliaxis Studor aktiivisen tuuletusviemärijärjestelmän kapasiteetti	58
8 LOPPUPÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO	59
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tiedätkö, mistä johtuu paha haju talossasi, kun palaat pitkältä lomareissultasi kotiin? Tai miksi viemäriä tuuletetaan? Oletko ikinä katsonut ylös pilvenpiirtäjää ja miettinyt, miten moisia rakenteita rakennetaan ja kuinka ne toimivat? Minä olen; ja tässä opin- näytetyössä koitan selvittää sekä itselleni, että lukijoille, kuinka viemärijärjestelmä, ja vielä tarkemmin sen tuuletus, tulisi järjestää korkeaan rakentamiseen oikeaoppisesti välttämällä mahdolliset ongelmat. Pyrin opinnäytetyöni olevan mielenkiintoista luettavaa niin suunnittelijoille, laitevalmistajille, kuin muille asiasta kiinnostuneille.

Viemärikaasut ovat monimutkainen seos myrkyllisiä ja myrkyttömiä kaasuja. Niitä syntyy jätteen hajoamisprosessissa. Viemärikaasut voivat sisältää muun muassa am- moniakkaa, rikkivetyä, metaania, hiilidioksidia, rikkidioksidia, typpioksiduulia, hiili- monoksideja ja sulfidia. Viemäreissä voi olla myös sinne kaadettuja kemikaaleja, val- kaisuaineita, bensaa, öljyä tai muuta järjestelmään johdettua ainetta kaasun tai nesteen muodossa. (Winconsin Department of Health Services [www-sivut](#) 2020)

Viemärikaasut aiheuttavat muun muassa päänsärkyä, pahan olon tunnetta, huimausta, limakalvojen ja silmien ärsytystä. (Hengityслиiton [www-sivut](#) 2020) Tietyt kaasut, ku- ten rikkivety ja metaanikaasu ovat erityisen vaarallisia. Ne ovat tulenarkoja, räjähdys- herkkiä ja niitä hengittänyt voi altistua myrkytykselle, josta voi seurata tajunnanme- netys tai pahimmassa tapauksessa menehtyä. Tämän takia esimerkiksi kunnallisviemä- riin ei saa ikinä mennä sisälle ilman asiaan kuuluvia laitteita (Winconsin Department of Health Services [www-sivut](#) 2020). Kaasun koostumuksen lisäksi viemärijärjestel- mässä on mikrobeja, bakteereita, viruksia ja eliöitä, kuten sokeritoukkia ja torvimatoja. Vuonna 2003 Hong Kongissa useita ihmistä menehtyi, kun 33-kerroksisesta talosta lähti liikkeelle WHO:n toteama SARS-koronavirus epidemia, joka johtui asiantunte- mattomasta viemärijärjestelmän suunnittelusta ja vesilukkojen tyhjenemisestä. (Swaf- field, J 2010) Toivottavasti tämä auttaa ymmärtämään miksi viemärijärjestelmien toi- minta on niin tärkeää kotisi hygienian ja viihtyvyyden puolesta.

Aihe on todella ajankohtainen, sillä korkea rakentaminen on kasvattanut suosiotaan, erityisesti kasvukeskuksissa, joissa tontin neliöt ovat rajallisia ja arvokkaita. Korkean rakentamisen mukana tulee omat haasteensa suunnittelualasta riippumatta. Suunnittelun lisäksi myös asennus tulisi olla mahdollisimman nopeaa ja ammattitaitoista. LVI-järjestelmäratkaisuja pohtiessa tulee harkita muun muassa seuraavia asioita; järjestelmän hinta, asennus- ja käyttökustannukset, arkkitehtilliset ja rakenteelliset esteet ja tavoitteet, sisäiset ja ulkoiset ympäristövaatimukset, akustiikka ja äänitasovaatimukset, energian kulutus ja sen lähde, vuosittaiset käyttö- ja huoltokustannukset, savu- ja palovaatimukset ja mahdolliset seismiset tekijät. (Simmonds 2015, 69-70)

Korkean rakentamisen määritelmä riippuu mm. sijainnista ja rakentamisympäristöstä. Se tarkoittaa korkeutensa vuoksi miljööstään korostuvaa rakennusta. Suomessa määritelmä on pitkälti paikkakuntakohtainen. Selvityksen mukaan kriteereiksi riittää Porissa 8-10 kerrosta, Tampereella 12 kerrosta tai 35m korkeutta ja Helsingissä 2018 tehdyn selvityksen mukaan 56m korkeutta tai 16 kerrosta mukaan lukien kellarikerros. Pilvenpiirtäjäksi määritellään monikerroksiset vähintään 100m korkeat rakennukset. (Ahti-Virtanen, J 2019) (Helsinki 2018, 3) (Emporis www-sivut 2020)

ASHRAE:n eli American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers'in ohjeistuksen mukaan 91m korkea rakennus luokitellaan korkeaksi, 300m superkorkeaksi ja 600m megakorkeaksi rakennukseksi. (Simmonds 2015, XV,7)

Viemärijärjestelmät jakautuvat kahteen kategoriaan, jätevesi- ja hulevesiviemärointiin. Jätevesi sisältää sekä mustan, että harmaan jäteveden. Mustalla jätevedellä tarkoitetaan käymälän saastuneita jätevesiä. Harmaa jätevesi sisältää muut talouksien jätevedet, jotka ovat yleensä vähemmän saastuneita, kuten erilaisia pesuvesiä, mutta ei kuitenkaan käymälän vesiä. (Harju P 2007, 10, 12) Jätevesi on mikrobiologisesti, kemiallisesti tai muulla tavoin saastunutta vettä, joka ohjataan usein viemärilaitteiston kautta pois käytöstä. Huleveteen sisältyvät sade- ja salaojavesi. Sadevedeksi lasketaan tontin alalle, maahan, katolle, ja rakennuksen vaipalle satanut/sulanut vesi. Salaojavesi eli perustusten kuivausvesi on vettä, joka kerätään ja johdetaan pois vaurioittamasta rakennuksen perustuksia. Hule- ja jätevesi johdetaan yleensä erikseen omissa systeemeissään. Tätä kutsutaan erillisviemäroinniksi. Jos molemmat johdetaan samassa systeemissä, järjestelmää kutsutaan sekaviemäroinniksi. (Suomen RakMK D1 2007, 3-5)

Yleensä jätevesiviemärit suunnitellaan painovoiman avulla toimiviksi viettoviemäreiksi. Järjestelmä voidaan myös tietyissä tapauksissa hoitaa paineviemäröintinä, kuten tarpeellisen kaadon puuttuessa, tai alipaineviemäröintinä, kuten täyden putken sadevesijärjestelmät. Käsittelen opinnäytetyössäni pääasiassa jätevesiviemärien viettoviemärijärjestelmää. Yksinkertaisuudessaan viettoviemärit toimivat kuljettaen niissä juoksevan aineen painovoiman ja putkikaatojen avulla alaspäin. Jos järjestelmää ei ole suunniteltu huolella, viemärien jätevesi voi puskea myös ilmaa edellään pakaten putkiston alapäähän ylipainetta ja yläpäähän alipainetta. Alipaine muodostaa järjestelmään lappoilmion, jota tasatessaan se saattaa vetää viemärikalusteiden vesilukot tyhjiksi. Ylipaine voi aiheuttaa vesilukon läpäiseviä ilmakuplia ja näin viemärikaasujen pääsemisen huonetiloihin.

Viettoviemärijärjestelmän toiminnan mahdollistamiseksi ja paine-erojen minimoimiseksi asennetaan viemäriin tuuletusputki, joka tasaa paineenvaihteluita ottamalla korvausilmaa ulkoilmasta järjestelmään. Tuuletusputken tulee olla tarpeeksi suuri korvataksaan viemärien tarvitseman korvausilmamäärän. Joskus tuuletuksen ongelmat voivat johtua esim. lehtien tukkiessa putken tai linnun tehdessä sen yläpäähän pesänsä. Suunnittelijan tulisi laskea tuuletusviemäri niin, ettei mitoituksen takia tule ongelmia korvausilman saannissa.

Korkean rakentamisen tuuletusviemäröintiin ei ole Suomessa kirjattu selvää ohjetta. Toivonkin opinnäytetyöni tarjoavan ratkaisuja tai ainakin mielenkiintoa tarkemmalle tutkimustyölle. Suunnittelun tärkeys korostuu, mitä korkeammalle rakennetaan. Jätevesiviemärien pystyrunkolinjat palvelee lähes poikkeuksetta kaikkia pystylinjassa olevia asuntoja. Pitemmässä linjassa on useampia asuntoja liitettynä. Tämän takia viemärikalusteilla ilmenee varmemmin samanaikaista käyttöä. Viemärikalusteita käytetään epäsäännöllisesti ja jäteveden virtaamaa on mahdotonta tarkasti määrittää. Usean kalusteen samanaikainen käyttö johtaa virtaamien summan hetkelliseen nousuun, joka aiheuttaa korvausilman tarpeen kasvun.

Perehdyn työssäni sekä Suomen, että korkean rakentamisen kokemuksesta omaavien maiden järjestelmiin, laskelmiin ja ohjeteksteihin. Koitan sisällyttää ulkomailta opittua tietoa Suomen viemäriteknologiaan. Lisäarvoa opinnäytetyölleni tuovat alan ammattilaisten kanssa käymäni haastattelut ja keskustelut.

Opinnäytetyön tilaajana on Sweco Talotekniikka Oy:n Helsingin konttori, jossa toimin kirjoitusajankohtana lvi-suunnittelijaharjoittelijana. Sweco on Euroopan johtava arkkitehti- ja insinööriconsulttitoimisto 1,9 miljardin euron liikevaihdolla. Yhtiö on listattu NASDAQ Tukholman pörssiin. Swecolla työskentelee noin 16 000 työntekijää, joista 2400 Suomessa. Projekteja on ympäri maailman yli 70 maassa. Suomessa toimistoja 27 paikkakunnalla. Sweco Finland liikevaihto oli 2018 vuonna 202 M€. Sweco Talotekniikalla toimipisteitä on 17 paikkakunnalla ja asiantuntijoita on n. 300. Liikevaihto on n. 30 M€. Sweco Talotekniikalla on niin kokemusta kuin käynnissä oleviakin hankkeita korkean rakentamisen alueella. Esimerkiksi Tampereen Hotel Torni (88m) ja useat rakennetut, rakenteilla olevat ja suunniteltavat korkeat kohteet Espoon Keilaniemessä ja Helsingin Pasilassa.

Opinnäytetyöni paisumisen estämiseksi aihe on rajattu korkeiden rakennusten sisäpuolisten viettoviemärijärjestelmien tuuletus- ja virtausteknisiin ratkaisuihin. Opinnäytetyössäni ei juurikaan käsitellä rakennuksen ulkopuolisia viemäröintejä, viemärikalusteita, sulkuja tai muuten korkeaan rakentamiseen ajankohtaisia aiheita, kuten esim. jäteveden lämmöntalteenottoa.

2 VIEMÄRÖINTIJÄRJESTELMÄT

Viemäröintijärjestelmien funktio on kuljettaa nestettä ja jätevettä viemärlaitteilta kaupungin jätevesiverkostoon ilman kontaminoitumisriskiä, vuotoja tai järjestelmän häiriöitä. Järjestelmä pitäisi suunnitella materiaaleiltaan resurssitehokkaaksi, pitkäikäiseksi ja kuluttamaan mahdollisimman vähän vettä. Viemäreiden tulisi olla myös mahdollisimman helposti korjattavissa ja vaihdettavissa. (White, S 2017) (Suomen RakMK D1 2007, 23)

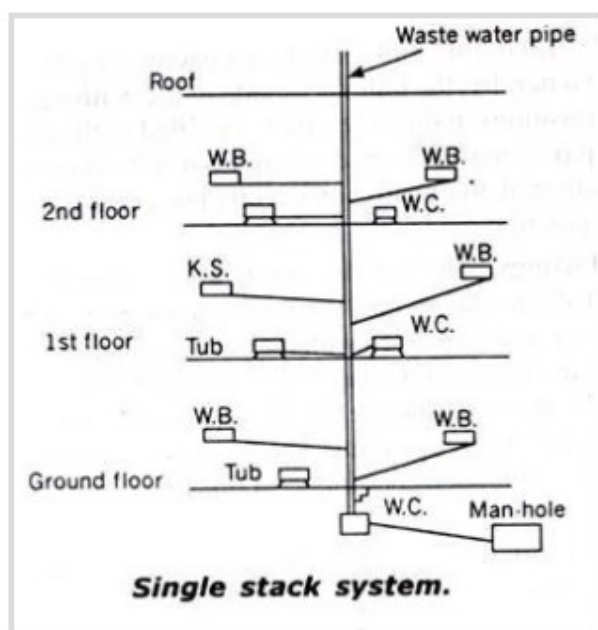
Rakennuksen jätevesilaitteistosta ei saa aiheutua terveydellistä vaaraa, hajuhaittaa, viemäritulvia, melua eikä ympäristöhaittaa. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 25§) Luvussa 2 on esitelty yleisimpiä jätevesiviemärijärjestelmiä ja niiden toimintaperiaatteita.

2.1 Yksiputkijärjestelmä

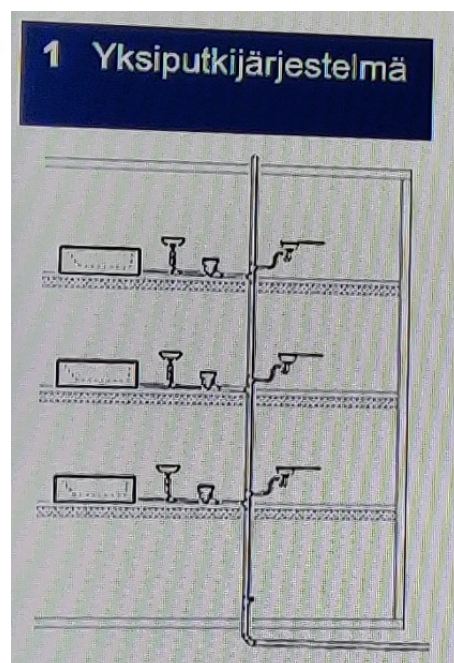
Yksiputkijärjestelmässä (engl. Single Stack System) kokoojaputkeen johdetaan sekä musta-, että harmaa jätevesi. Lisäksi systeemissä ei ole erillistä tuuletusputkea, vaan kokoojaputki viedään vesikatonle asti, jotta se saa tasattua järjestelmän paineita ja ka-tettua jätevesijärjestelmän korvausilmantarpeen. Yksiputkijärjestelmässä kytkentäput-ket tehdään usein ilman lisätuuletusta. Tästä syystä niiden tulisi olla mitoitettu tarpeen mukaan tuulettamattomina viemäreinä.

Yksiputkijärjestelmä auttaa saavuttamaan vihreän rakentamisen tavoitteita, sillä se on materiaalitehokas tapa toteuttaa järjestelmä. Sillä säästää jopa 50% materiaali- ja asen-nuskustannuksia (Aliaxis 2019). Yksiputkijärjestelmä on tuuletusteknisesti ja paine-teknisesti haastavin, mutta järjestelmistä halvin. (Raiput, K 2020)

Suomessa rakennetaan lähes yksinomaan yksiputkijärjestelmällä. Osittain tämä voi johtua vielä suhteellisen matalasta rakennuskannasta, mutta toimiva yksiputkijärjes-telmä on ideaalinen ja sitä on alettu kehittää sen materiaali- ja asennustehokkuuden vuoksi. Lisäksi niiden tarvittava hormikoko on pienempi ja asuinneliöt saadaan tehok-kaammin käyttöön.



Kuva 1: Single Stack System (Rajput, K 2020)

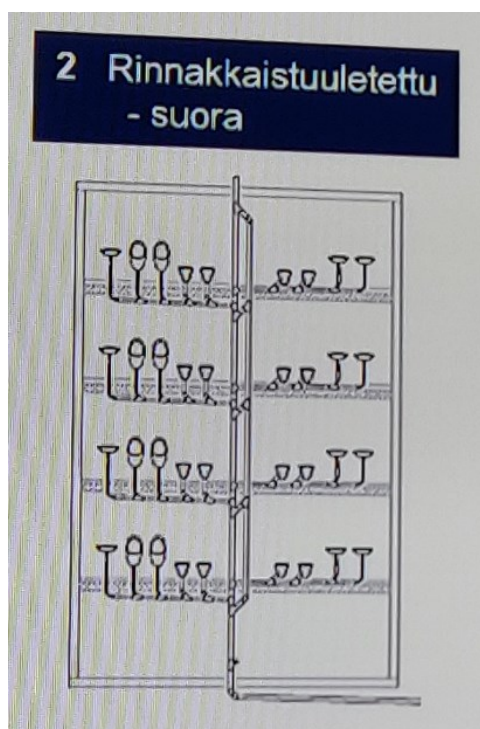


Kuva 2: Yksiputkijärjestelmä (Geberit 2020, 31)

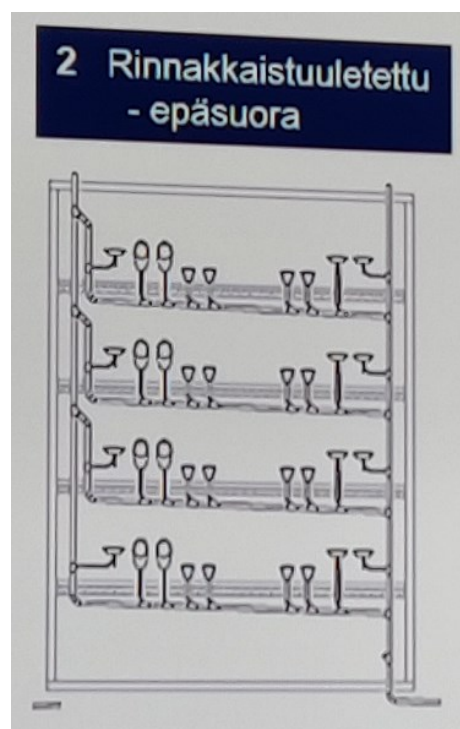
2.2 Rinnakkaistuuletettu järjestelmä

Rinnakkaistuuletetussa järjestelmässä (engl. One Pipe System) on yksi kokoojaviemäri, johon johdetaan sekä harmaat, että mustat jätevedet. Järjestelmässä on kuitenkin erillinen tuuletusputki, joka tuulettaa koko järjestelmän. Tuuletusputki voi olla asennettuna joko rinnakkain jätevesiviemärin kanssa (suora), tai tuuletusputken kytkentä voi olla vasta kalusteliitosten jälkeen (epäsuora). Epäsuorassa, rinnakkain tuuletetussa järjestelmässä ei näin ollen tarvitse laskea kytkentäputkia tuulettamattomina.

Rinnakkaistuuletettu järjestelmä sallii yksiputkijärjestelmää suuremman jätevesivirtauksen. Rinnakkaistuuletettu järjestelmä on hyvä järjestelmä, mutta se on yksiputkijärjestelmää kalliimpi vaihtoehto.



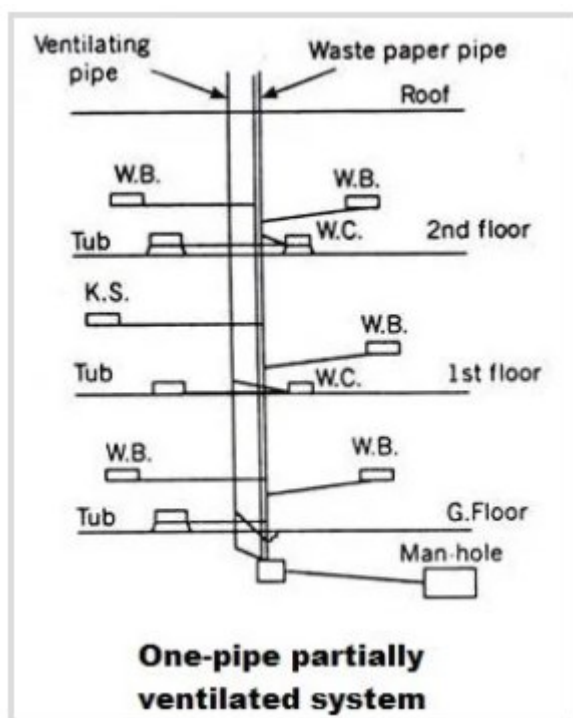
Kuva 3: Rinnakkaistuuletettu -suora -järjestelmä (Geberit 2020, 31)



Kuva 4: Rinnakkaistuuletettu -epäsuora -järjestelmä (Geberit 2020, 31)

2.3 Osittain rinnakkaistuuletettu yksiputkijärjestelmä

Osittain rinnakkaistuuletettu yksiputkijärjestelmä (engl. Single Stack Partially Ventilated) on yhdistelmä yksiputki ja rinnakkaistuuletettua järjestelmää. Kokoojaviemäri palvelee mustaa- ja harmaata jätevettä. Kokoojaputki menee katolle asti tuulettaen järjestelmän. Osittain rinnakkaistuuletetulla järjestelmällä on myös oma, paine-eroja helpottava, erillinen tuuletusputki, joka palvelee vain wc-istuinten tuuletustarpeita. WC-istuimilla on suurin hetkellinen virtaama, joten niiden korvausilmansaanti tasaa koko järjestelmän paineenvaihteluita. Asennusteknisesti haastava, mutta hieman rinnakkaisuuletettua järjestelmää halvempi, sillä kaikilta laitteilta ei tarvitse haaroitusta rinnakkaistuuletukseen. (Rajput, K 2020)

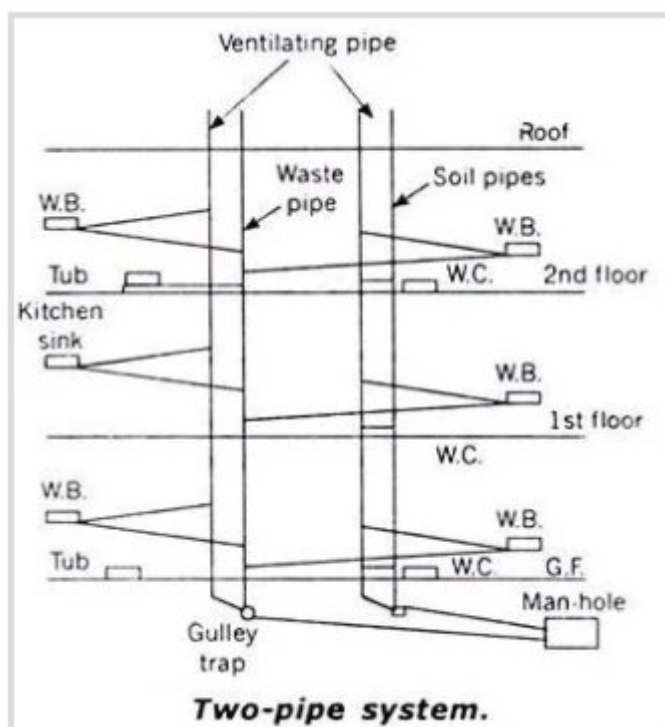


Kuva 5: Osittain rinnakkaistuuletettu yksiputkijärjestelmä (Rajput, K 2020)

2.4 Kaksiputkijärjestelmä

Kaksiputkijärjestelmässä (engl. Two Pipe System) on kaksi kokoojaviemäriä, joista toinen kerää harmaata, ja toinen mustaa jätevettä. Näiden lisäksi molemmilla kokoojaviemäreillä on omat tuuletusputkensa. Musta jätevesi johdetaan suoraan kunnalliseen viemäriverkostoon. Harmaa vesi johdetaan sinne erillisen jätevesikaivon kautta, joka estää mustan jäteveden pääsyn harmaan veden järjestelmään. Näin harmaan jäteveden järjestelmä pysyy saastumattomana. Joissain maissa harmaata jätevettä hyödynnetään vielä esim. wc:n huuhteluvetenä.

Tämä järjestelmä on pohjimmiltaan toimintavarmin, mutta paljon kritisoitu, sillä materiaali- ja asennuskulut voivat olla jopa 4 kertaiset yksiputkijärjestelmään verrattuna. Tilantarve järjestelmällä on todella suuri neljän viemärinousun takia. (Rajput, K 2020)



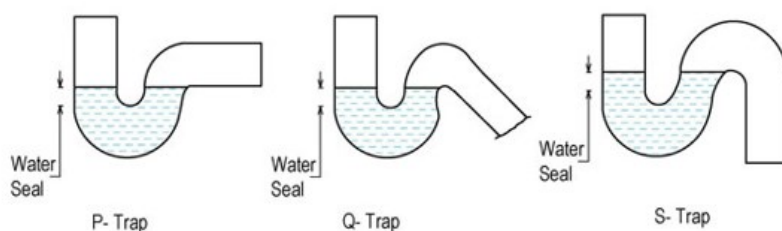
Kuva 6: Kaksiputkijärjestelmä (Rajput, K 2020)

3 VIEMÄRÖINTIJÄRJESTELMÄN OSAT JA TERMIT

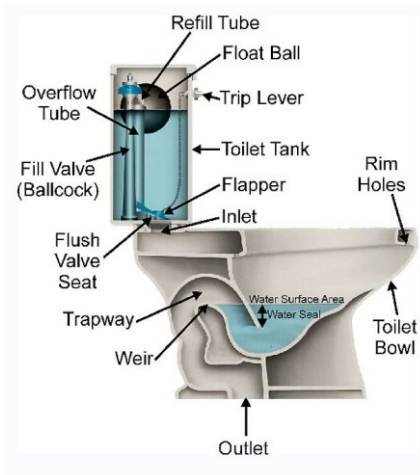
Viemärijärjestelmät koostuvat erinäisistä menettelytavoista, termeistä ja osista, joilla on kaikilla oma tärkeä osansa systeemissä. Tärkeimmät elementit ovat paine-erojen tasaaminen ja vesilukkojen pysyminen ehjinä.

3.1 Vesilukko

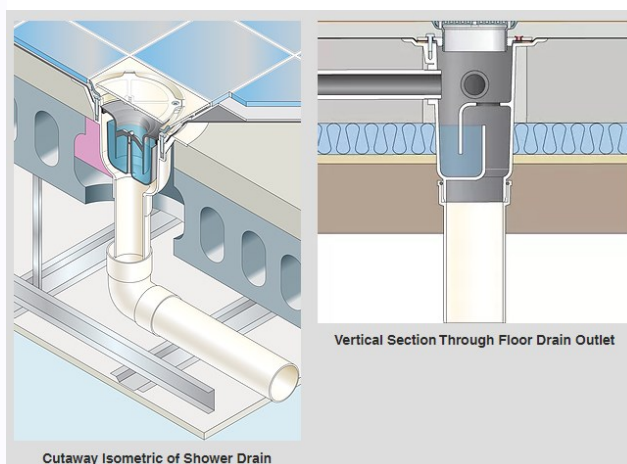
Vesilukko on viemäriverkoston osa, joka erottaa viemäritävän laitteen runkoviemärin sisäisestä, saastuneesta ilmatilasta. Se toimii U-mutkan täyttyessä vedellä estäen hajujen, mikrobien ja viemärikaasujen pääsemisen huonetilaan. (Kuva 7) Toiminnan takaamiseksi veden muodostama sulku tulisi olla vähintään 50mm syvä. (Ympäristöministeriö 478/2019, 6§). Viemärilaitteistossa ei saa esiintyä yli +/-400 Pa paineenvaihteluita. (Suomen RakMK D1 2007, 47). 50mm vesipatsas vastaa n.490 Pa painetta, joten vesilukon pitäisi oikein suunniteltuna toimia aina. Kalusteiden leikkauskuvat havainnollistavat vesilukot viemärikalusteissa. (Kuvat 8 ja 9). Viemäripisteessä on oltava puhdistettava vesilukko. (Ympäristöministeriö 1047/2017, 28§)



Kuva 7. Eri malliset hajulukot. P, Q ja S -lukot nimetään niiden muotojen mukaan. (Purani, A 2019)



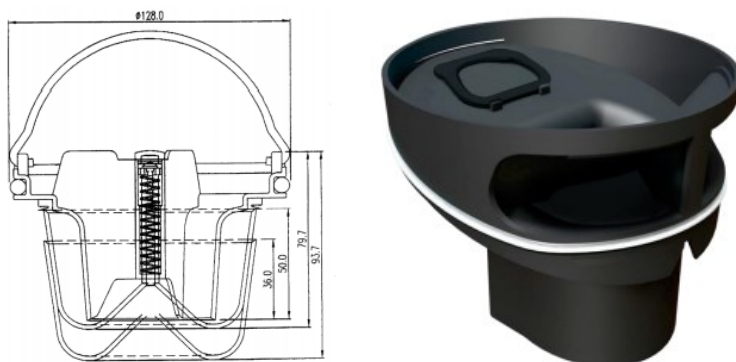
Kuva 8. WC-istuimen leikkauskuva (Wjcandee, 2014)



Kuva 9. Lattiakaivon leikkauskuvia. (Constructpartnershipin www-sivut)

3.1.1 Vedetön hajulukko

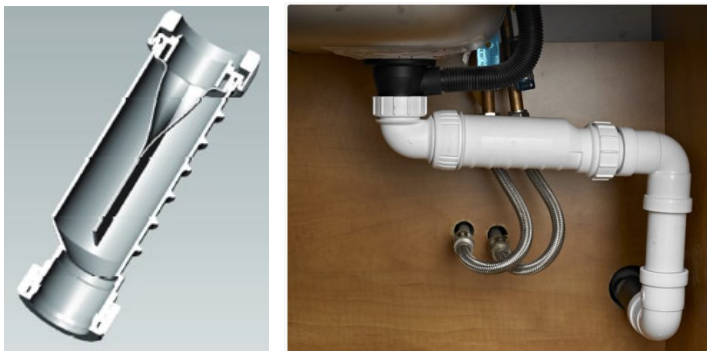
Vesilukon vesi voi pitkän käyttötauon jälkeen haihtua. Pienellä käytöllä oleviin tiloihin on olemassa myös ilman vettä toimivia hajulukkoja. Esimerkiksi jousikäyttöiset Vieser Erikoisvesilukko tai Purus NOOD-vesilukko. Näiden jousi venyy veden painosta, päästäen veden läpi. Vesilukon kuivuessa jousi palautuu ja puristaa lukon tiiviiksi.



Kuva 10 (vasen): PURUS NOOD Vesilukko (Purus www-sivut 2020)

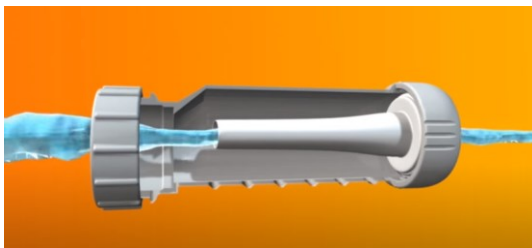
Kuva 11 (oikea): Vieser Erikoisvesilukko (Vieser www-sivut 2020)

On olemassa myös kuivana toimiva vesilukko, jossa on itsestään sulkeutuva sukka-mainen kalvo. Tämä tuo pesualtaan alle enemmän käytettävää kaappitilaa (Kuva 12).



Kuva 12: Wavin UK:n vedetön hajulukko (Swaffield, J. 2010, 146)

Kuva 13: Sukkamaisen vesilukon tilansäästö (Hep,O www-sivut 2020)

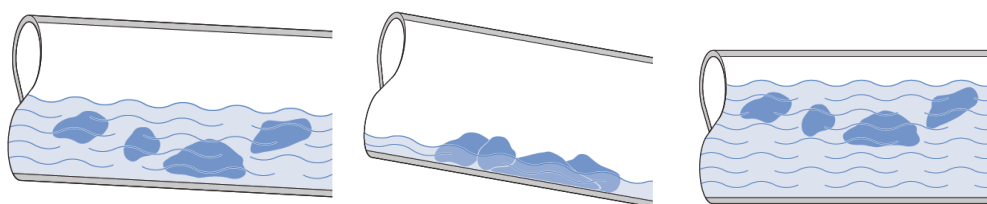


Kuva 14: Kalvo päästää lävitseen kalusteelta virtaavan veden (Wavin UK 2015)

3.2 Kaato

Viemärit suunnitellaan yleensä viettoviemäreiksi, joissa nestettä johdetaan painovoiman avulla alas putkistoa. Putkeen asetetaan tarpeeksi kallistusta haluttuun virtaus-suuntaan painovoiman avustamiseksi. Kaltevuus asetetaan järjestelmän ja palveltavan kalusteen mukaan niin, että se on vähimmäiskaltevuudeltaan määräysten mukainen. Kytkentäviemäreissä vähimmäiskaltevuus on normaalisti 10 %. Poikkeuksena alle 6 litran wc-huuhtelu, jonka jälkeen kytkentäviemäriin/vaakakokoojaviemäriin kaadon tulee olla 20 %. Vaakakokoojaviemäriin vähimmäiskaltevuutena voidaan erikoistapauksissa käyttää 60% kaatoa, edellyttäen ettei kokoojaan ole liitetty esim. wc-istuimia. (Suomen RakMK D1 2007, 5, 46, 47)

Liian pieni kaato voi aiheuttaa sen, ettei viemäripiste pysty kuljettamaan sille määritettyä virtaamaa. Tästä voi johtua kalusteen tulviminen, tukokset tai lappoilmio. Liian suuri kaato voi aiheuttaa veden nopeaan virtaukseen niin, että kiinteä jäte jää putkeen veden liikkuesssa edellä. Tästä voi kertyä tukos. Myös ”notkahdukset” ovat järjestelmälle haitallisia. Notkahduksen painumissa makaava vesi muodostaa virtaavalle vedelle esteen, johon törmätessään sen vauhti hidastuu ja kiinteä jäte kertyy pohjalle aiheuttaen lopulta tukoksen. (Hydro-physics www-sivut)

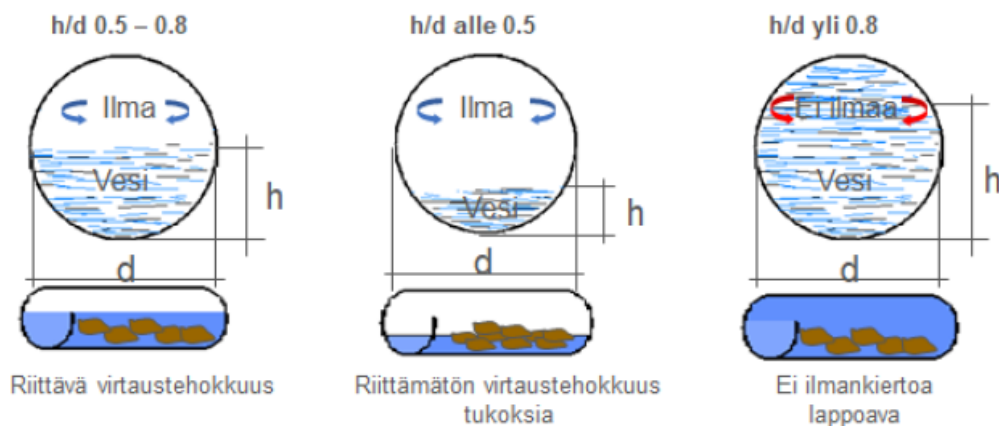


Kuvat 15, 16 ja 17: Jäteveden ja ilman virtaus, kun viemäriputkessa on optimaalinen kaato, liian suuri kaato tai liian pieni kaato. (Geberit 2019, 23)

3.3 Täyttösuhde

Täyttösuhteella tarkoitetaan sitä, kuinka suuri osa viemärin halkaisualasta on virtauksen aikana nestettä ja kuinka suuri osa ilmaa. Täyttösuhteen tulisi olla 0,5-0,8, jotta virtaus olisi optimaalinen. Liian suuri täyttö sen sijaan aiheuttaa lappoeffektin eli alipainetta perässään. Tämä alipaine saattaa vetää vesilukon tyhjäksi. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)

Täyttösuhteeseen vaikuttavat mm. putkikoko, jäteveden virtaama, wc-istuimen huuhtelumäärä ja viemärin kaato. WC-istuinten huuhtelumäärät ovat pienentyneet reilussa 100 vuodessa n. 40 litrasta jopa 4 litraan (Swaffield, J 2015). Pienentyneet WC-huuhtelumäärät voivat johtaa riittämättömään täyttösuhteeseen viemäreissä. Geberit on tutkinut Euroopan viemärijärjestelmiä ja todennut, että laajalti käytetty, halkaisijaltaan 90mm viemäri voisi olla parempi asuntohaarojen kytkentäputkikooksi, sillä sen halkaisija täyttyy helpommin, vieden jätettä suuremmalla virtauksella eteenpäin. Täyttösuhteen takia myös putken supistussyhteet tulisi asentaa putken ylä- tai keskitasolle. Näin pienempään putkeen saadaan myös riittävä määrä ilmaa. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)

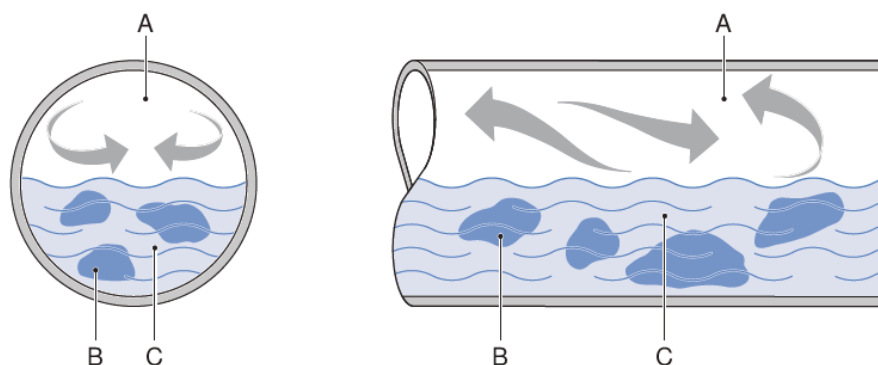


Kuva 18: Täyttösuhde ja virtaustehokkuus (Geberit, Sandblom sähköposti 9.10.2020)

3.4 Tuuletusviemäri

Riittävä tuuletus on koko viettoviemärijärjestelmän toiminnan ydin. Pystykokoojaviemäri ja/tai tilannekohtaisesti sen erillinen tuuletusviemäri viedään vesikaton yläpuolelle. Tuuletusviemärin päällimmäinen tarkoitus on tasata paineenvaihteluja viemärijärjestelmässä ja näin mahdollistaa jäteveden virtaus. Tuuletusviemärin tehtävänä on paineentasauksen lisäksi poistaa terveydelle haitallisia viemärikaasuja järjestelmästä.

Vesikatolla tuuletusviemäri saa korvausilmaa ja rakennuksen käyttäjät säästävät hajuhaitoilta. Tuuletusputken tulee olla helpoin korvausilmareitti viemärilaitteistolle, jotta paineenvaihtelu toteutuu sen kautta eikä esim. vesilukkojen kautta (Kaukola-Risku sähköposti 28.9.2020). Paineettomissa viemäreissä 1 m³ jätevettä tarvitsee jopa 35 m³ ilmaa toimiakseen tarkoituksenmukaisesti. Jätevesiviemärilaitteistossa pitää turvata ilman kulku koko viemärijärjestelmän läpi, jotta haitalliselta paineenvaihtelulta voidaan välttyä. (Sandblom sähköposti 9.10.2020)

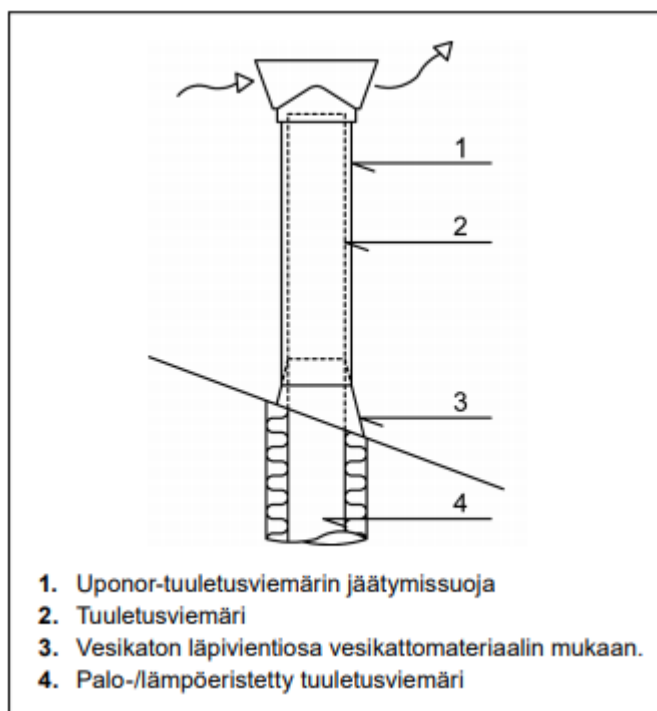


Kuva 19: Viettoviemäriissä kulkee kiinteää ainesta ja vettä alaspäin. Ilman pitää päästä kulkemaan niin ylös-, kuin alaspäin. (Geberit 2019, 20)

3.5 Jäätymissuoja ja päätelaitteen etäisyys pinnoista.

Tuuletusviemärin tulisi olla lämpöeristetty ullakkotilassa ja vesikatolla, jotta viemärikaasujen sisältämä vesihöyry ei kondensoidu ja jäädy tuuletusputkeen pakkasella. (NDSU www-sivut 2020) Hajuhaittojen ehkäisemiseksi se tulisi johtaa niin korkealle, että sen etäisyys katosta on vähintään 0,5 m, savuhormin aukoista ja jäteilmalaitteista 1 m. Vaakasuunnassa sen tulisi olla minimissään yläpuolella avattavasta ikkunasta 5m ja raitisilmasäleiköistä 8m etäisyydellä. (Suomen RakMK D1 2007, 22)

Tuuletusputken päähän tulisi asentaa jäätymissuoja, joka estää viemärilaitteistoa jäätymästä ja vaikeuttaa lumen pääsyä putkeen. Jäätymissuojan vaakaosa tehostaa tuuletusviemärin toimintaa ja parantaa ilmanvaihtuvuutta viemärijärjestelmässä. Kuva 20 havainnoi hyvin jäätymissuojan toimintaa.

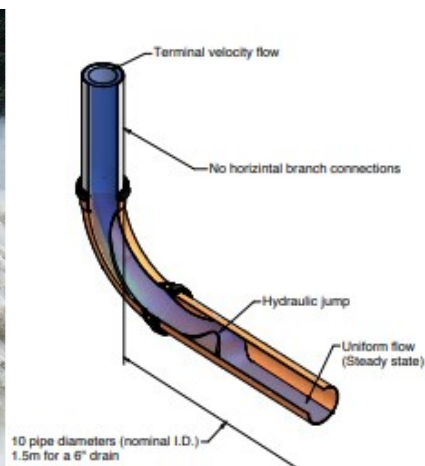


Kuva 20 (vasen): Uponor-jäätymissuojan toimintaperiaate. (Uponor 2019. 8.7, 77)

Kuva 21 (oikea): Uponor tuuletusviemärin jäätymissuoja. (Onninen www-sivut 2020)

3.6 Hydraulinen hyppy

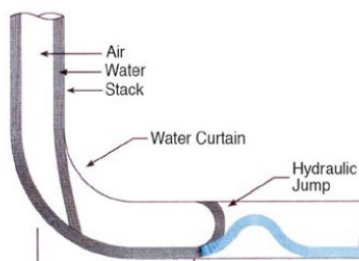
Hydraulinen hyppy (engl. Hydraulic Jump) on ilmiö, joka tapahtuu, kun suurella vauhdilla liikkuvan nesteen nopeus hidastuu äkillisesti. Kun pystykokoojaviemäri muuttuu vaakasuuntaiseksi, pystyviemäriässä kulkevan nesteen nopeus hidastuu ja neste kasaantuu pohjalle, aiheuttaen nestepinnan nousun aaltomaisen efektin, hydraulisen hypyn. Hydraulinen hyppy voi muodostaa vedestä männän, joka tukkii viemärin koko alaltaan, katkaisten viemärirungossa kulkevan ilmavylvään. Tämä aiheuttaa alaspäin virtaavalle ilmalle äkillisen esteen ja ilmamassan kertymisen putkiston alapäähän ylipaineen muodossa. Myös virtaussuunnassa eteenpäin muodostuu ylipainetta mäntäefektin puskiessa ilmaa ja nestettä edellään. Hydraulisen hypyn aiheuttama paineenvaihtelu voidaan kiertää ja tasata esimerkiksi **paineentasaushaaralla tai P.A.P.A-ylipaineen vaimentimella**. (Geberit 2020) (Aliaxis 2020)



Kuva 22 (vasen): Virtausnopeuden muutoksen aiheuttama hydraulinen hyppy padossa. (Structuresinsider www-sivut 2020)

Kuva 23 (oikea): Veden virtaus pystystä vaakaan aiheuttaa sekä ilmavylvään katkeamisen, että hydraulisen hypyn. Tämä aiheuttaa ilman takaiskun ja ylipainetta molempiin suuntiin. (Terrain 2011, 9)

Ø110	Flow rate [l/s]	Height of hydraulic jump [mm]
Max annular flow rate	10,665	193,9
Max flow rate	7,6	168,4
Closure	2,62	101,6
h/D = 0,70	1,33	71,3



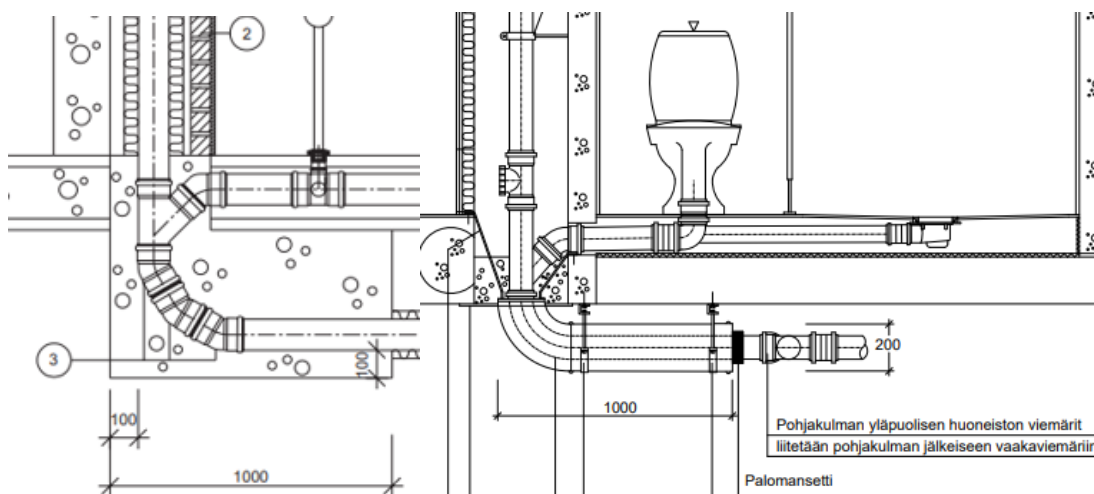
Kuva 24 (vasen): Aliaxiksen teettämä taulukko, josta käy ilmi rengasmaisen maksimivirtauksen, normaalin maksimivirtauksen, täysin sulkevan ja 0,7 täyttösuhteella mitoitettujen hydraulisen hypyn korkeudet. Ilmavylväs katkeaa arvion mukaan jo n. 2,5 l/s virtaamalla, joten paineentasaushaara on välttämätön. Taulukko on tehty 90° kulmalla, kaksi 45° kulmaa voivat erota tuloksiltaan. (Buitenhuis, M 2017)

Kuva 25 (oikea) Hydraulinen hyppy ja ilmavylvään katkaiseva vesiverho. (IAPMO 2015)

3.7 Pohjakulma

Yli kahden kerroksen pystyviemäripudotuksen jälkeen viemärisuunnan muuttuessa tulee asentaa loivakaarinen äänenvaimentimella varustettu pohjakulma. Äänenvaimennus pohjakulmalle tehdään usein betonivalulla, mutta myös asennusvalmiita osia on saatavilla. Betonivalulla toteutettava pohjakulma asuinkerrostalossa on Kuvan 26 mukaisesti ala-/välipohjaan kiinnittyvä 1m pitkä massiivirakenne, joka ympäröi viemärin minimissään 100mm suuntaansa. (Talotekniikkainfo www-sivut 2020, 5;25) Betonointi tukee rakenteellisesti viemärin pohjakulmaa paineiskuilta. (BESA 2017)

Alinta kerrosta ei tulisi asentaa kuvan 26 mukaisesti kiinni pystyviemärin runkoon, sillä pohjakulman kumpaankin suuntaan tulisi pitää liittymisvapaata vyöhykettä äkillisten paineenvaihteluiden aiheuttamien ongelmien vuoksi. Alimman kerroksen voi kuitenkin liittää betonoinnin jälkeiseen vaakaviemäriin turvallisesti. Yleensä betonoinnin jälkeen asennetaan palomansetti, vaikka sen tulisi periaatteessa sijaita heti palo-osaston muuttuessa katossa. Pohjakulmarakenteessa tulisi huomioida palo-osaston mukainen palonkestävyys.



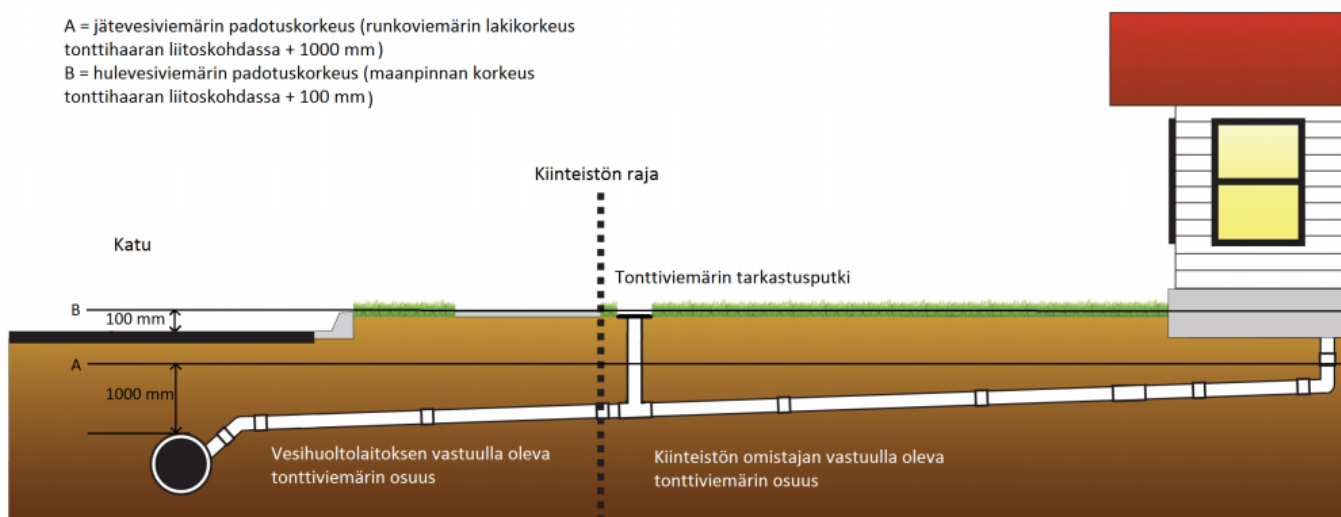
Kuva 26 (vasen): Leikkaus pohjakulman betonoinnista. Kuvassa myös paineteknisesti vaaravyöhykkeellä oleva ensimmäisen kerroksen liitos. (LVI 23-10311 2000, 7)

Kuva 27 (oikea): Leikkaus asennusvalmiista Uponor Decibel -pohjakulmasta. Alin kerros ei ole liitetty suoraan pystyviemäriin, vaan se kulkee vaakakokoojan rinnalla, kunnes se liitetään kokoojaan vasta pohjakulman jälkeen. (Uponor www-sivut 2020)

3.8 Padotuskorkeus

Padotuskorkeudella tarkoitetaan korkeutta, jolle verkoston viemäriveresi voi nousta viemärin normaalin vaihtelun kuormituksesta (Nokian Vesi www-sivut 2020). Paikallinen vesihuoltolaitos määrittelee sekä padotuskorkeuden, että viemärien liitoskohdat liitoskohtalausunnossa. Jos niitä ei ole määritetty, voidaan padotuskorkeutena käyttää jätevesiviemäroinnissä kunnallisviemäriverkoston yläpintaa liitoskohdassa +1000 mm ja sade-/hulevesiviemäroinnissä kadun tai liitoskohdan maanpinnan korkeutta +100 mm. (Kuva 28) Padotuskorkeus tulee mitata ja tarkastella rakennuksen alimman viemärikalusteen tasolle asti. (Talotekniikkainfo www-sivut 2020, 5/26)

Rakennuksen viemäripisteet tulisi suunnitella ja asentaa ensisijaisesti padotuskorkeuden yläpuolelle. Jos ne ovat padotuskorkeuden alapuolella, viemäriveresi pitää pumpata pumppaamon kautta. (Suomen RakMK D1 2007, 20) Viemärijärjestelmiin asennettavissa kaivoissa voi olla lisäksi padotusventtiili, joka estää virtauksen takaisin rakennukselle järjestelmän tulviessa.

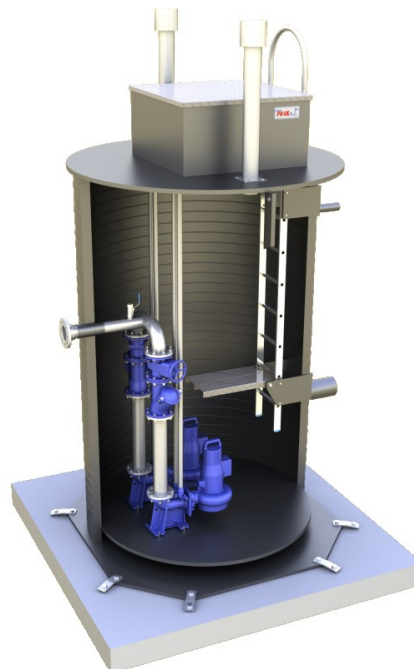
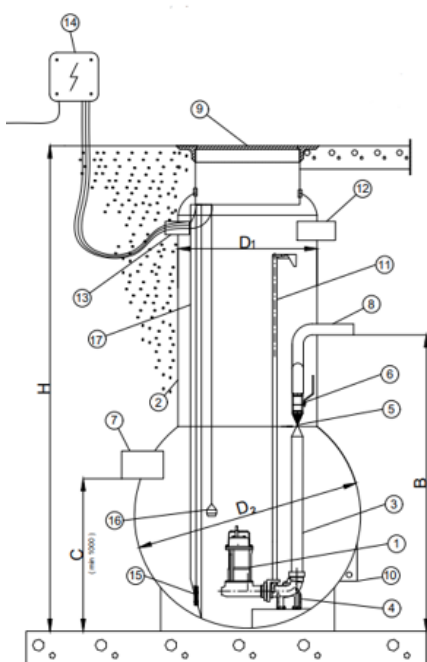


Kuva 28: Padotuskorkeuden määrittäminen, mikäli vesihuoltolaitos ei ole sitä kiinteistölle määritellyt. (Nokian Vesi www-sivut 2020)

3.9 Paineviemäröinti ja pumppaamot

Jos tarpeellisen kaadon järjestäminen ei ole mahdollista, tai jos viemäripisteet ovat padotuskorkeuden alapuolella, jätevedet pumpataan paineвиemäröinnillä. Pumppaamon tulee olla helppohuoltoinen, hajuhaitaton, maanpaineen kestävä ja vesitiivis. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 27§) Pumppaamot sijoitetaan ensisijaisesti ulkotiloihin. Jos rakennuksen jätevedet pumpataan, pitää pumppaamossa olla varalla tilakapasiteettiä ainakin kahden tunnin sähkökatkon jätevesivirtaaman verran. Jäteveden takaisinvirtaus pumppaamoon voidaan estää yksisuuntaventtiilillä.

Jäteveden pumppaamon on oltava tuuletettu omalla erillisellä tuuletusputkella. Suositus on, että se johdettaisiin rakennuksen vesikatolle saakka. Mikäli tuuletusputki johdetaan pihatasolle, asennusetäisyydet tulee olla huomioitu, jotta hajuhaittoja ei synny. (Talotekniikkainfo www-sivut 2020, 5/27) Pumppaamon tuuletusputkeen ei tule yhdistää muita viemärilaitteita. Yhdistäminen voisi johtaa ääni- ja paineongelmiin. Pumpun käyntiäänet voisivat johtua viemärin välityksellä. Pumpun tuottama paine voisi tuoda ongelmia muille samaan tuuletukseen liitetyille viemärilaitteille. Pumppaamon tuuletusputken reitti tarkastetaan putkiston sisäpuolisella kuvauksella ulkoilmaan asti.



Kuva 29 (vasemmalla): Esimerkinä Talokaivon VOIMA -kiinteistöpumppaamo. Pumpattava vesi rakennukselta tulee tuloyhteestä (7), pumppu (1) johtaa sen poistoyhteestä (8) ulos. Pumppaamo tuuletetään tuuletusyhteestä johdettavalla tuuletusputkella (12). (Talokaivo www-sivut 2020)

Kuva 30 (oikealla): 3D leikkauskuva 5200 PAVE Spiro jätevesipumppamosta (PA-VE www-sivut)

3.10 Puhdistusyhteet

Jätevesilaitteistoon on asennettava helposti käsiteltävät, suljettavat puhdistusaukot niin, että koko putkisto päästään tarvittaessa puhdistamaan. Tämä sisältää niin vaakakuin pystyviemärit (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 34§). Puhdistusyhteet tulisi sijoittaa hygieeniset ja terveydelliset näkökulmat huomioiden. Asuntojen välttämisen ja sekundääritilojen, kuten kellarien käyttö puhdistusyhteiden sijainneille olisi suotavaa. (Talotekniikkainfon www-sivut 2020, 6/34)

Viemärin pystyhormien alapäähän min. 400mm korkeudelle lattiantasosta asennetaan puhdistusyhde ja sille tarpeen mukainen vesi-, palo- ja äänieristetty tarkistusluukku. (Suomen RakMK D1 2007, 25)



Kuva 31 (vasemmalla): Geberit Silent -PP puhdistusyhteessä on putken muotoa mukaileva kierrekansi. Urat ohjaavat kannen aina oikein päin. Osan virtaviivaisuus ei aiheuta iskuja, virtaaman rikkoutumista tai suurta ääntä.

Kuva 32 (oikealla): Perinteinen puhdistusyhde. Haarakohta voi aiheuttaa ääntä ja virtaaman hajoamisen. (Talotuote.fi 17.9.2020)

4 ELEMENTTIRAKENTAMINEN

Korkean rakentamisen hyötysuhde on huono, sillä korkea rakentaminen on kallista, ja tehotonta. Jotta korkea rakentaminen saadaan järkevästi ja tehokkaasti suunniteltua, tulee tekniikan määrä ja asennusaika supistua minimiin. Myös teknisten tilojen tarve tulee minimoida korkeiden rakennusten kerroksissa. (Ainamo henkilökohtainen tiedonanto 2.10.2020.) Tekniikkakerrokset ovat tilaajille haaste hyväksyä, sillä he menettävät myytäviä/vuokrattavia neliöitä. Korkeaa rakentaessa heidän tulee hyväksyä tällainen järjestely. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)

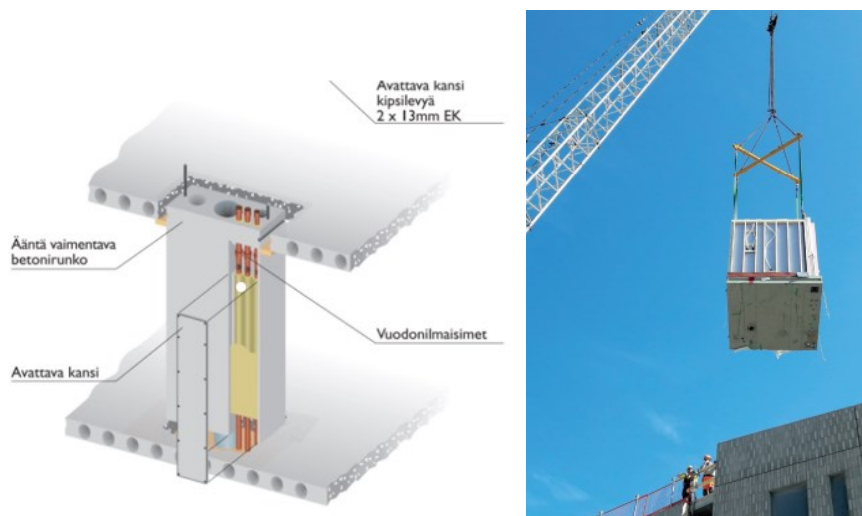
Hormielementit, lattiaelementit, asennusseinäelementit ja ennen kaikkea kylpyhuonemoduulit nopeuttavat projektin valmistumista, sillä miltei kaikki rakenteiden sisäinen tekniikka voidaan tehdä valmiiksi elementteihin ja moduuleihin, jotka vain yhdistetään työmaalla. LVI-tekniikalle tulee huomioida tarpeeksi suuri tilavaraus jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. (Simmonds 2015, 13) Asennuselementit esivalmistetaan tehtaalla, kuljetetaan työmaalle, jossa ne kootaan nopeasti ja laadusta tinkimättä. Elementteihin voidaan asentaa lähes kaikki tekniikka. Jos hormielementtiä ei voida käyttää, pitää suunnittelussa huomioida mm. ääni- ja palotekniikka. (Ainamo henkilökohtainen tiedonanto 2.10.2020.)



Kuva 33: Geberit WC elementti. Lattia on helppo putsata ja lattialämmitys on helppo asentaa. (Rakentaja www-sivut 2020)



Kuva 34: Geberit Duofix -elementtiseinä. Nopeuttaa kylpyhuoneasennuksia. (Geberit 2019, 31)



Kuva 35 (vasen): Elpo-horni talotekniikkaelementti. Nopeuttaa pystynousujen asennusta. Vaimentaa hormista johtuvaa ääntä. (Rudus www-sivut 2020)

Kuva 36 (oikea): Fira -kylpyhuonemoduuli. Rakennus nousee korkeuksiin todella nopeasti käyttäen kylpyhuonemoduuleja hyväksi. (Solla & Modeen 2019, 6)



Kuva 37 (vasen): Fira -kylpyhuonemoduulin tekniikka. (Solla & Modeen 2019, 6)

Kuva 38 (oikea): Fira -kylpyhuonemoduuli. (Firamodules www-sivut 2020)

5 VIEMÄRIMATERIAALIEN OMINAISUUDET

Viemärijärjestelmissä on testattu useita eri materiaaleja. Jotkut materiaalit on hylätty, joitain on kehitetty ja uusia on varmasti tulossa. Viemärimateriaalin valintaan vaikuttaa käyttökohteiden erilaiset kriteerit viemäroinnille. Usein käytettyjä viemärimateriaaleja ovat erilaiset muovimateriaalit, valurauta ja ruostumaton teräs. Kupariputkea käytetään yksittäisten koneiden kondenssiveden johtamiseen lattiakaivoon. Jos viemärilaitteistoon ei ole asennettaessa tai kohdekohtaisessa suunnittelussa tullut virheitä, se elinikä on yleensä yhtä kauan kuin vesijohdoilla eli noin 30-50 vuotta.

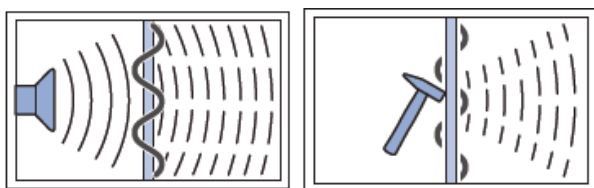
Valurautaviemärijärjestelmien laadut vaihtelevat, käsittelen luvussa valurautaa sekä yleisesti, että Saint-Gobain PAM valurautajärjestelmiä. Valuraudan etuja ovat massiivisuuden tuoma äänenvaimennus, palamattomuus, pieni lämpölaajeneminen, materiaalin lujuus ja -kesto. Valuraudan haasteet ovat kallis materiaali, suuren massan toimiva kannakointi, hidas asentaminen ja korroosio-ongelmat. Viemärimateriaaleina muoveista on käytetty polypropeenä (PP), polyeteeniä (PE) ja polyvinyylikloridia (PVC). PE on maailman käytetyin muovi. Se on pehmeä ja helposti työstettävä. PE ja PP muoveja voi hitsata. PP on kevyin yleisistä muovimateriaaleista. PVC on itsestään sammuvaa, palaessaan myrkyllistä muovia. Muovimateriaaleista on tehty erilaisia seoksia viemärimateriaaleiksi. Raskaita metalleja lisäämällä voidaan muoviviemärin massiivisuutta kasvattaa ja sen ääniominaisuuksia parantaa. Mineraalivahvisteista muoviviemäriä kutsutaan dB-viemäriksi (Kuva 39). Muovin etuja ovat kemikaalikestävyys, raaka-aineen hinta, kevyt materiaali ja helppo ja nopea asennus. Muovin haasteet ovat äänitekniikka, palotekniikka ja lämpölaajeneminen.



Kuva 39: Geberit muoviviemärijärjestelmien ominaisuuksia. (Geberit 2017, 3)

5.1 Äänitekniikka

Viemärlaitteistossa äänet muodostuvat ilmaäänestä ja runkoäänestä. Äänilähteestä johtuva ilman välityksellä kantautuva ääni on ilmaääntä. Rakenteessa värähtelynä kulkeva ääni on runkoääntä. Äänilähteitä voivat olla esimerkiksi WC-kalusteiden tai pesukoneen toiminta- tai käyttöäänät. Viemäriverkostossa syntyy pystyputkessa putousääntä, suunnanmuutoksissa iskeytymisääntä ja vaakaputkissa virtausääntä. (Geberit 2019, 10) Jos korkean rakennuksen yläkerrassa on ravintola, ongelmaksi voi koitua mahdollisesti viemärijärjestelmään johdetut jääpalat. (BESA 2017)



Kuvat 40 ja 41: Ilma- ja runkoäänen leviäminen. (Geberit 2019, 9)

Rakennuksille on asetettu käyttötärpeiden mukaan erilaisia äänitasovaatimuksia. Asuinrakennuksissa keskiäänitasovaatimus erilliskeittiölle on 33dB ja muille asuinhuoneille 28dB. Arvot koskevat huoneiston ulkopuolisia ääniä. Korkeassa rakentamisessa viemärlaitteiston tulisi olla ääntä vaimentavaa materiaalia esim. Geberit Silent Pro (Ainamo henkilökohtainen tiedonanto 2.10.2020).

Tila	Keskiäänitasovaatimus LA, eq, T (dB)	Enimmäisäänitasovaatimus LA, max (dB)
Erillinen keittiö	33	38
Muut asuinhuoneet	28	33

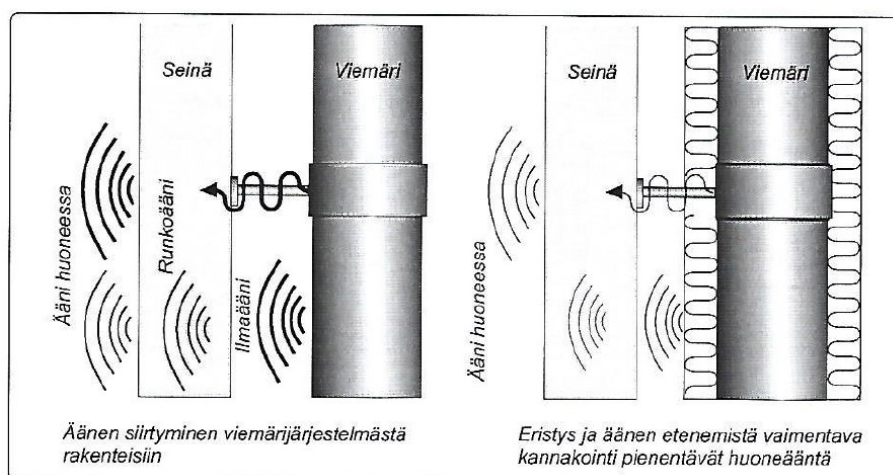
Kuva 42: Asuinhuoneiston äänitasovaatimukset (Saint-Gobain, 2018, 8)

Viemärijärjestelmät/-materiaalit tulisi testata todellista rakennetta vastaavan äänieristysstandardi DIN 4109 mukaisesti. DIN EN 14366 -testistandardin mukaiset laboratorio-olosuhteissa tehdyt mittaustulokset eivät välttämättä täyty samoin todellisessa rakennuksessa. Testistandardi DIN EN 14366 ei määrittele esim. kannakkeiden määrää tai mittauspisteitä tarpeeksi tarkasti, johtaen ylimääräisten kannakkeiden asentamiseen äänitekniiseen hallintaan. Eri massaiset viemärit eri standardeilla mitoitettuna saattavat antaa vääristyneen mielikuvan maallikolle. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)

Äänitasoja on helpointa hallita jo suunnitteluvaiheessa. Ääntä voidaan tietoisesti johdattaa toissijaisiin tiloihin sijoittamalla viemäritekniikka niiden viereiselle seinälle. Viemäreiden sijoittamista ääniteknisesti vaativien tilojen viereen tulisi välttää, sillä yön hiljaisina tunteina pienetkin äänet voivat olla häiritseviä. Vaativia tiloja ovat mm. opetus-, työ-, neuvottelu- ja makuuhuonetilat. (Talotekniikkainfo www-sivut 2020)

Ilmaääntä voidaan kontrolloida erilaisilla viemärijärjestelmillä. Nyrkkisääntönä massiivisempi materiaali vaimentaa ääntä enemmän. Valurauta on massiivisuutensa vuoksi ääniteknisesti etulyöntiasemassa, sen ominaispaino on jopa 7,4 g/cm³. Desibeli muoviviemärit ovat yleensä vajaa 2g/cm³ (Saint-Gobain www-sivut 2020). Suunnanmuutokset tulisi hoitaa mahdollisimman loivina kulmina äänitasomuutoksen minimoimiseksi. Suunnanmuutokset tulisi myös äänieristää. Tähän tarkoitukseen käy esimerkiksi Geberit Isol Flex on 17mm paksu äänieristematto, joka vastaa ÄE50 villaa. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020) Hormit ja tilat, joissa viemäriputket kulkevat tulisi ääneneristää joko rakenteeltaan, tai viemäriputken äänieristyksellä.

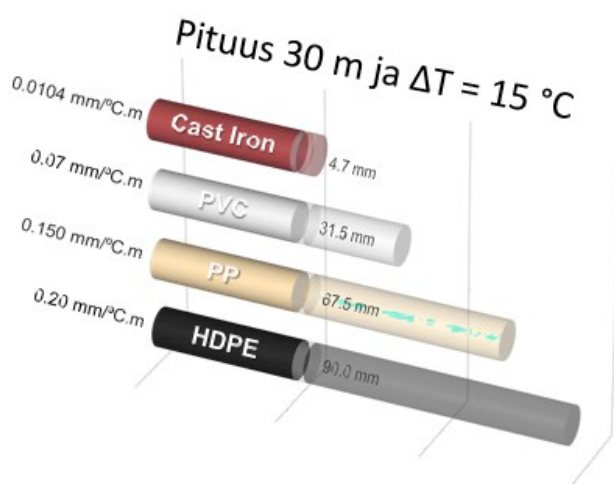
Äänisiltoja tulee välttää. Viemärit tulisi olla irti rakenteesta, jottei runkoääniä kuljettavia äänisiltoja synny. Ääntä aiheuttavat koneet ja laitteet eivät saisi olla seinään kiinnitettyinä. Koneille olisi hyvä asentaa tärinänvaimennus. (Harju 2016, 101). Valurautaputkissa pantaliitoksen kumitiiviste katkaisee putkirakenteessa kulkevan äänen. (Hakkarainen sähköposti 22.9.2020). Putkikannakkeet järjestelmästä riippumatta tulisi olla ääntä eristävät. Läpivientikohdissa putken rakenteista erottaminen käy hyvin palonkestävällä mineraalivillalla tai Geberit läpivientisukalla.



Kuva 43: Rakenneääntä saadaan kontrolloitua ääneneristyksellä ja ääntä eristävällä kannakoinnilla. (Harju 2016, 182)

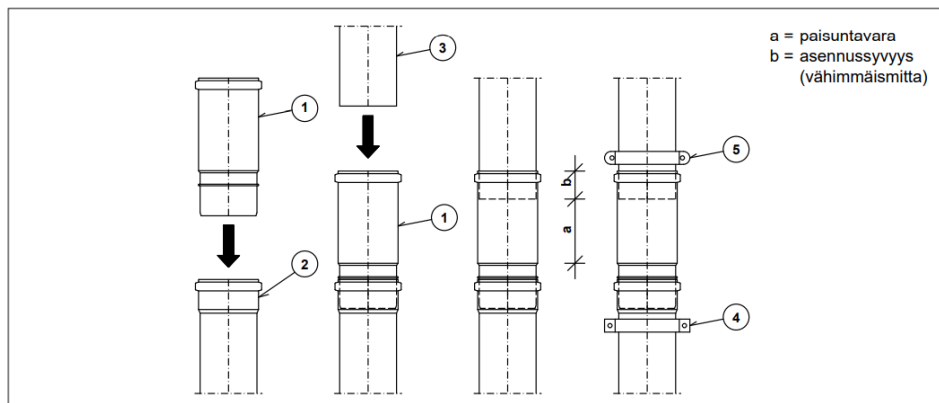
5.2 Lämpölaajeneminen

Valuraudan lämpölaajeneminen on todella pientä, samaa luokkaa kuin yleiset rakennusmateriaalit betoni ja teräs. Näin ollen valurautaviemärijärjestelmässä ei tarvitse ottaa huomioon lämpölaajenemista. (Saint-Gobain PAM www-sivut 2020) Kuten kuvan 44 lämpölaajenemiskertoimista voi päätellä, korkeassa rakennuksessa lämpölaajeneminen voi pidentää kokoojaviemäriä runsaasti.



Kuva 44: Valuraudan, polyvinyylikloridin, polypropeenin ja polyeteenin lämpölaajeneminen 30m pituisella putkella, kun lämpötilaero on $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Hakkarainen sähköposti 22.9.2020)

Viemärit lämpölaajenevat sisäisten ja ulkoisten lämpötilojen ja aineiden lämpötilojen vaikutuksesta. Tämä lämpölaajeneminen tulee ottaa huomioon viemärijärjestelmiä suunnitellessa ja rakentaessa. Muoviviemäriä asennettaessa muhviin tulee huomioida lämpölaajenemisvara (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020). Muhvin paisuntarajojen ylittyessä tulee käyttää paisuntayhdettä. (Uponor 2019. 7, 54)

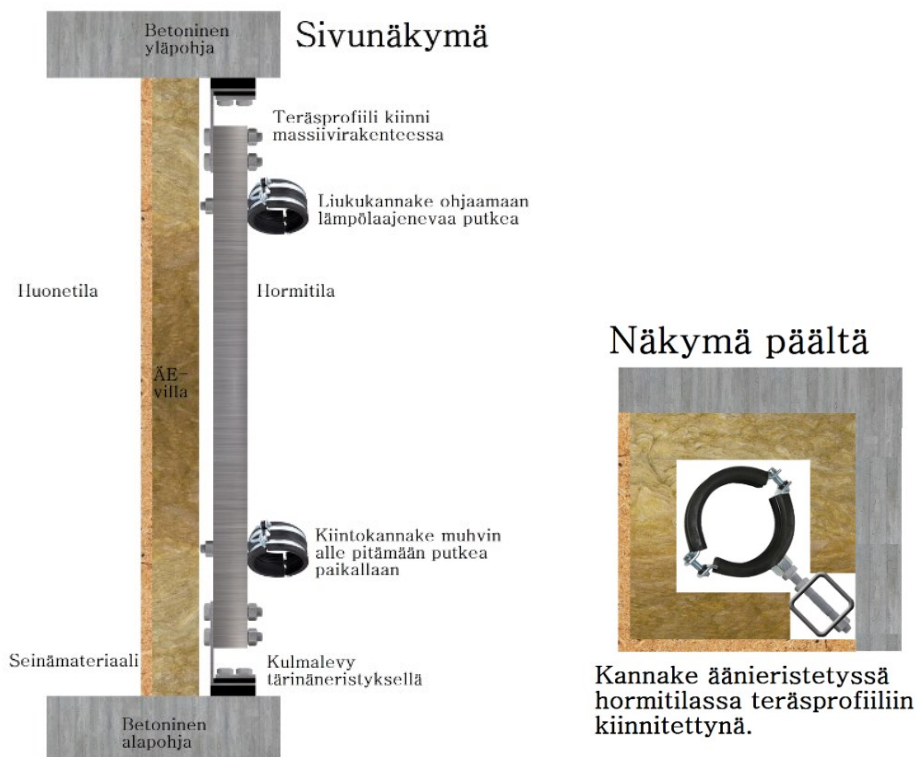


Kuva 45: Uponor Decibel- ja HTP -viemärin paisuntayhteiden asennus. (Uponor 2019. 7, 55)

5.3 Kannakointi

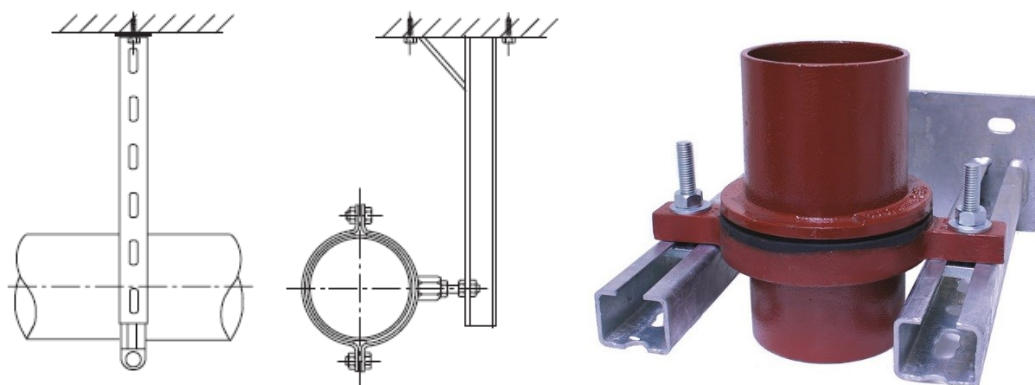
Korkeassa rakentamisessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota viemärijärjestelmien tarpeenmukaiseen kannakointiin. Kannakkeiden varusteineen tulee olla olosuhteissaan kyllin järeitä ja korroosionkestäviä. Kannakoinnin on kestettävä putkien, putkivarus- teiden, nesteen ja eristeen paino, sekä ulkoisten kuormitusten aiheuttamat rasitukset. Ulkoisia kuormituksia ovat muun muassa paineiskut, lämpöliike, nesteen virtaus ja syövyttävät olosuhteet. (Harju 2016, 96) Kannatuksen vaativin kohta on selvitettävä ja tutkittava. Kannakkeet pitää kiinnittää massiiviseen rakenteeseen tai vastaavaan rat- kaisuun, joka kestää järjestelmän painoa ja rasitusta. Tarvittaessa viemäri voidaan ank- kuroida tai tukea kerrosten väliin teräspalkilla. Kevyeen seinään kannakointi voi jopa vahvistaa runkoääniä. (Harju 2016, 96) (Talotekniikkainfo www-sivut 2020)

Kannakkeilla voidaan eliminoida viemärilaitteiston ääntä. Kumi kannakkeen ja putken välissä estää sekä äänen johtumista, että korroosiota (Harju 2016, 96). Mahdollinen kannakeratkaisu korkeaan rakentamiseen (Kuva 46) on ylä- ja alapohjaan kiinnitettävä kumieristeillä varustettu teräspalkkikannake. Kumieristeiden tärinäneston avulla ääni saadaan tapettua jo ennen sen johtumista rakenteisiin. (Ainamo henkilökohtainen tie- donanto 2.10.2020)



Kuva 46: Korkean rakentamisen mahdollinen kannakeratkaisu. (Jang 2020)

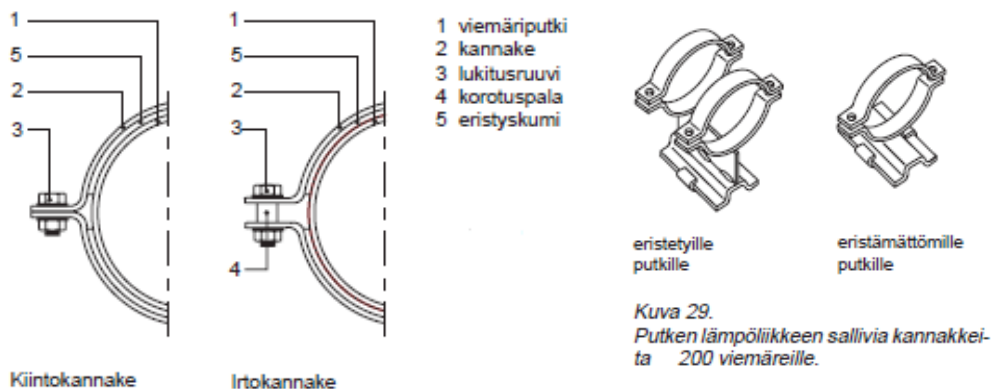
Kiintokannake eli kiintopidin asennetaan viemäriputkeen, kun kyseisen kohdan ei haluta liikkuvan. Korkean rakennuksen kokoojaviemärin suuri voima ja rasitteet on kohdistettava kiintokannakkeiden kautta massiivisille rakenteille, ei vaakaputken liitoskohtiin. Haara- ja kulmayhteet sekä muhvin juuri eivät saa liikkua, joten ne on hyvä kannakoida kiintokannakkeella. (Harju 2004, 172). Liukukannake eli irtopidin sallii lämpölaajenemisen aiheuttaman putken pituuden muutoksen. Liuku- ja kiintokannakkeilla voidaan ohjata lämpölaajenemisen suuntaa. (Harju 2016, 96)



Kuva 47 (vasen): Esimerkki kiintopisteestä vaakaviemäriille. (RT 84-10818 2004, 14)

Kuva 48 (oikea): Valmiskonsoli DN100 pystyviemärin kannatukseen (Pamline www-sivut 2020)

Pystyviemäri kannakoidaan joka kerroksen kohdalta äänenvaimennetulla kannakkeella. Kannakkeen voi korvata tapauskohtaisesti betonointi. Vaakaviemärin kannakkeet on oltava säädettävissä, jotta mahdollistetaan tarpeellinen kaato. Kannakkeiden määrä riippuu sekä putki-, että rakennemateriaaleista, vaadituista äänitasoista, järjestelmän painosta ja muista kohdekohtaisista tiedoista. Korkeassa rakennuksessa kannakkeille voidaan asettaa erityisvaatimuksia, joten kannakointi tulisi suunnitella rakennesuunnittelijan ja kannaketoimittajan kanssa yhteistyössä.



Kuva 49 (vasen): Kiinto- ja irtokannakkeet (RT 84-10818 2004, 11)

Kuva 50 (oikea): Kannakkeet lämpölaajenemiselle (RT 84-10818 2004, 13)

5.4 Palotekniikka

Viemäri tulisi sijoittaa palamattoman rakenteen sisään betoniin tai vastaavaan. Se voidaan myös paloeristää tarvittaessa. Läpiviennit on oltava kulloinkin palo-osastointiluokan mukaisia. Muoviviemärit varustetaan palomanseteilla palo-osastojen muuttuessa.

Saint-Gobain valurautaviemärijärjestelmä saanut palotesteissä luokituksen A2-s1-d0 (palamaton rakennustuote, matala savunmuodostus, ei tippuvia palavia pisaroita) Se ei levitä paloa eikä muodosta myrkkyykaasuja (Hakkarainen sähköposti 22.9.2020). Valurautaviemäriin lämmönjohtavuus on kuitenkin muovimateriaaleja huomattavasti suurempi. Nesteen puuttuessa tai haihtuessa valurautaviemärijärjestelmästä se voi toimia savupiippumaisesti kiihdyttäen paloa ja johtaen polttavan kuumia savukaasuja viemärijärjestelmään. Muoviviemärit eristetään toisista palo-osastoista palomanseteilla, joten ne eivät levitä paloa muihin palo-osastoihin. Muoviviemärit kestävät normaalikäytön lämpötiloja hyvin, hetkellisesti myös kuumia lämpötiloja. Geberit muoviviemärit eivät pala vaan ne sulavat (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020). PVC-muovi on itsestään sammuvaa, mutta palaessaan myrkyllistä muovia (Fluorotech 2012). Muoviviemäriin läpiviennit tulisi palomansetin lisäksi varustaa esim. Geberitin ääneneristyskallalla, joka erottaa viemäriin ympäröivästä rakenteesta, estäen runkoäänien leviämisen. Ääneneristyskallalla toimii yhdessä palokatkomansetin kanssa. (Ainamo henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2020)



Kuva 51 (vasen): Hilti palokatkomansetti (Hilti www-sivut 2020)

Kuva 52 (keskellä): Hilti palokatkomansetti asennettuna (Hilti www-sivut 2020)

Kuva 53 (oikea): Geberit läpivientisukka (Ainamo henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2020)

Palonkestävyys (sulamislämpötila)

PE	PP	PVC	Cast iron
85°C<Tf<140°C	145°C<Tf<170°C	Tf>180°C	Tf>1000°C

Kuva 54: Eri materiaalien palonkestävyksiä. (Hakkarainen sähköposti 22.9.2020).

5.5 Paineen kesto

Korkea rakentaminen asettaa vaatimuksia viemärimateriaalin ja varsinkin niiden liitosten paineen kestolle, jotta viemäriosat eivät pääse vuotamaan tai irtoamaan rungostaan. Viemärilaitteiston tulee kestää nestemassan painoa mahdollisessa padotustilanteessa. Jopa muhvillinen viemärijärjestelmä kestää padotustilannetta 5 m vesipatsaaseen asti. Vesipatsaan kertymistilanteessa jätevesi tulee oletettavasti ulos jo alimman kerroksen viemärikalusteista ennen kuin järjestelmä pettää, joten jätevesijärjestelmissä laitteiston paineenkesto ei ole niin suuri ongelma. Sadevesiviemärijärjestelmissä sen sijaan laitteisto on haasteellinen, sillä sen tulisi kestää rankan sateen aiheuttama rasitus täydellä putkella. Sadevesilaitteistossa edes hitsattu muoviviemäri ei kestä yli 30m vesipatsaan vastaavaa 3 barin painetta. Yli 8 kerroksen sadevesiviemärinä käytetäänkin usein ruostumattomasta teräksestä valmistettua viemärilaitteistoa.

Viemärilaitteiston vaatimus +/-400 Pa

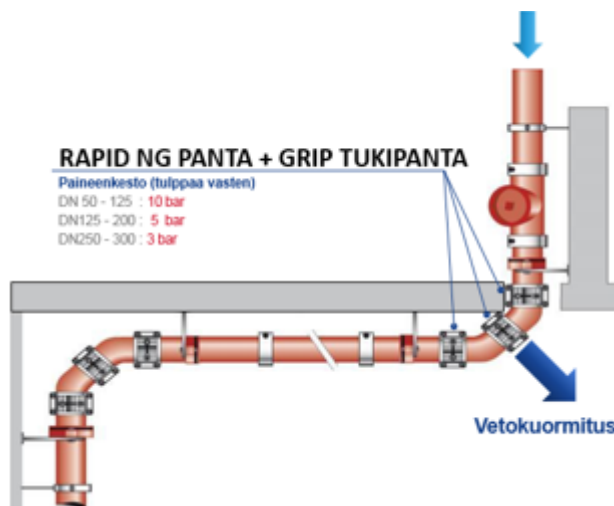
Vesilukko 50mm H₂O = 490 Pa

Muhvilliset viemärijärjestelmät: 0,5 bar = 5100 mm H₂O

Muhvilukollinen muoviviemäri: 2 bar = 20400 mm H₂O

Hitsatut muoviviemärijärjestelmät: 3 bar = 30600mm H₂O

Saint-Gobain Rapid NG DN50-125 Pantalitiitosjärjestelmä: 10 bar =101980 mm H₂O



Kuva 55 (Vasen): Geberit Muhvilukko. Nostaa muhviluokituksen muoviviemärin paineenkestävyyden 0,5:stä 2 bariin. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)

Kuva 56 (Oikea): Saint Gobain PAM Rapid -järjestelmän paineenkesto (Hakkarainen sähköposti 22.9.2020).

5.6 Kemikaalikestävyys

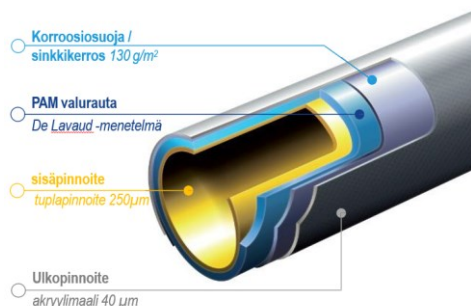
Muoviputki on hyvin kemikaalinkestävää, joten se on sisäisen korroosiopaineen osalta paras vaihtoehto viemärimateriaalille. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020) Muovi voi kemiallisesti korroosioitua erilaisten liuottimien ja öljyjen johduessa viemäriin. PP kestää äärimmäisen hyvin liuottimia, emäksisiä ja happoja, joten sitä käytetään myös teollisuuden prosessiputkistoissa. Ei kestä bensiiniä. PE kestää normaalilämpötilassa eri liuottimia, suolaliuoksia ja laimeita happoja, mutta heikosti voimakkaita happoja. PVC kestää happoja, emäksiä, alkoholeja, bensiiniä ja suolaliuoksia. (Fluorotech 2014) (Vink www-sivut 2020)

Valurautaviemäriin sisäpinnalla on epoksikerros, joka suojaa valurautaa eri kemikaaleilta. Valurautaputki pitää käsitellä katkaisun jälkeen tarkoitukseen soveltuvalla suojamaalilla korroosion estämiseksi. Viemärikaasut eivät ole pelkästään terveys- ja hajuriski, vaan ne myös syövyttävät valurautaputket ajan saatossa. Jos valurautaputken epoksikerros on vaurioitunut, viemärikaasut voivat tehdä valuraudasta heikon jo paljon ennen sen teknistä käyttöikää. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)



Kuva 57 (vasen): Valurautaisen pohjaviemäriin syöpyminen (Harju P 2007, 133).

Kuva 58 (oikea): Erään kohteen 11-vuotta vanha valurautaviemäri, jonka epoksipinnoitteessa oli säästetty kustannuksissa. Valuraudan käyttöikä pienenee huomattavasti pinnoitteen vaurioituessa (Ainamo henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2020).

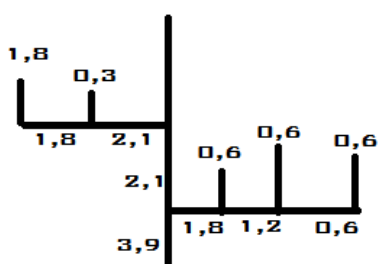


Kuva 59 (oikea): Saint-Gobain PAM SMU Plus -valurautaputket suunniteltu kestäämään vaativissa olosuhteissa (Hakkarainen sähköposti 22.9.2020).

6 VIRTAAAMA JA PUTKIKOKO

6.1 Normivirtaama ja mitoitusvirtaama

Normivirtaamalla tarkoitetaan viemäripisteestä johdettavan jätevesivirtaaman ohjearvoa. Viemärilaitteisto mitoitetaan kapasiteetiltaan kuljettamaan 1,5 kertaisesti sille määritellyn vesivirtaaman (Suomen RakMK D1, 46). Kaikille yleisimmille viemärilaitteille on asetettu normivirtaaman oletusarvo. Viemäripisteiden normivirtaamat löytyvät liitteestä 1. Viemäripisteeltä johdetaan normivirtaama. Kun kytkentäputkeen liittyy muita viemärilaitteita, näiden normivirtaamat summataan yhteen. Näin lasketaan normivirtaamien summa. KytKentäputkien liittyessä runkoviemäriin, kytkentäputken normivirtaamien summa lisätään runkoviemäriin siihenastiseen summaan. (Kuva 60)



Kuva 60: Normivirtaamien summa

Ei ole mitenkään todennäköistä, että normivirtaamien summan tavoin kaikkia kalusteita käytettäisiin yhdenaikaisesti. Tämän takia laskemme käyttöluokan mukaan mahdollisen samanaikaisuuden, jonka perusteella saamme määriteltä todennäköisen virtaaman, mitoitusvirtaaman. (Suomen RakMK D1 2007, 46). Mitoitusvirtaaman määrittäminen rakennuksen käyttötarkoituksen ja normivirtaamien summan perusteella löytyy liitteestä 2.

Mitoitusvirtaaman tulee olla minimissään suurimman laitekohtaisen normivirtaaman verran. (Suomen RakMK D1 2007, 47). Esimerkiksi jos asuintalon normivirtaamien summa on 5 l/s, tällöin mitoitusvirtaama olisi taulukon mukaan n.1,2 l/s. Jos järjestelmässä on kuitenkin WC-istuin, jonka normivirtaama itsessään on jo 1,8 l/s, tämä määrittää myös mitoitusvirtaamaksi 1,8 l/s. Mitoitusvirtaaman lisäksi putkikoko ei saa pienentyä virtaussuunnassa. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 25§)

6.2 Pystykokoojaviemäri

Maksimivirtaama pystykokoojassa on Geberit Supertube -suunnittelukäsikirjan mukaan $Q_{\max}$. Tämä saadaan selville seuraavalla kaavalla, jossa K on käyttöluokkakerroin ja DU on normivirtaamien summa.

$$Q_{\max} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

Kuva 61: Kaava pystykokoojan maksimivirtaaman määrittämiseksi. (Geberit 2019, 7)

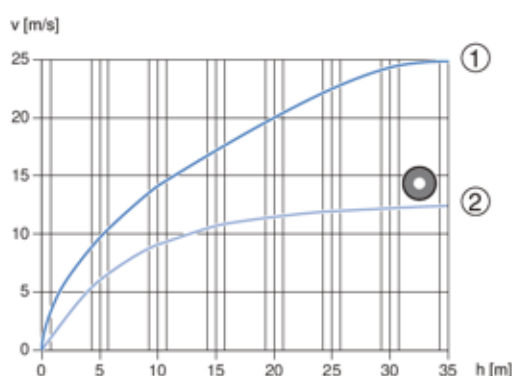
Käyttötapa ja kiinteistötyyppi	K
Epäsäännöllinen käyttö: esim. asuinrakennukset, majatalot/vierastalot, toimistot	0,5
Säännöllinen käyttö: esim. sairaalat, koulut, ravintolat, hotellit	0,7
Toistuva käyttö: esim. yleiset WC:t, suihkutilat	1,0
Erityinen käyttö: esim. laboratoriot	1,2

Kuva 62: Käyttöluokkakertoimet (Geberit 2019, 6)

Pystyviemärin suunnanmuutoksia tulee välttää. Jos suunnanmuutos on kuitenkin tehtävä, siitä ei saa koitua äänihaittaa, tukoksia tai takaisinvirtausta. (Suomen RakMK D1 2007, 25) Suunnanmuutos pitää hoitaa mahdollisimman loivana äänen minimoimiseksi.

2.1.1 Virtausnopeus pystykokoojissa

Pystykokoojissa saavutetaan 35 metrin korkeuden jälkeen maksimivirtausnopeus, joka on n. 13 m/s. Pystykokoojassa esiintyvien kitkahäviöiden ja ilmanvastuksen vuoksi virtausnopeus ei ylitä tätä arvoa.



Kuva 1: Teoreettinen virtausnopeus ja virtausnopeus pystykokoojissa

- v Virtausnopeus [m/s]
- h Putoamiskorkeus [m]
- 1 Teoreettinen virtausnopeus $v_{\max} = \sqrt{2g \cdot h}$
- 2 Virtausnopeus pystykokoojissa (vesikalvo ja ilmapatsas)

Kuva 63: Geberit: Suunnittelukäsikirja. 2019.

6.3 KytKentäputken suunnittelu

Geberitin mukaan useaa kalustetta palvelevan kytKentäputken voi suunnitella 4m asti tuulettamattomana. Tämän jälkeen tarvitaan lisätuuletusputki, joka liitetään joko pystyputkeen tai viedään erikseen katolle. (Geberit 2020, 34) SMRMK mukaiset max. vaakapituudet tuulettamattomille yli DN50 putkille ovat 10m (Suomen RakMK D1 2007, 48). KytKentäviemärin liitoskohdan alapinnan ja vesilukon vedenpinnan välinen korkeus pitää olla minimissään 100mm. (Suomen RakMK D1 2007, 21)

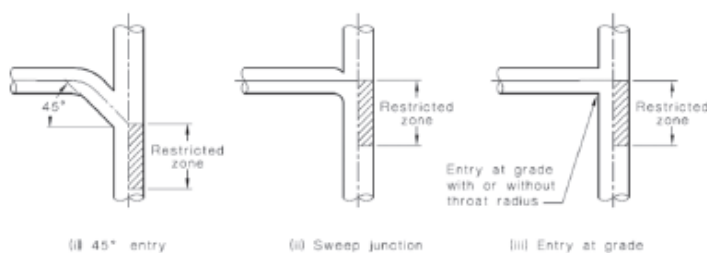
Liitokset pystyrunkoviemäriin tehdään yleensä Y haaralla eli 45° haaralla ja 45° käyrällä. Tämä on kuitenkin Geberitin tutkimuksen mukaan ongelmallinen, sillä tämä haarakohta voi täyttösuhteeltaan olla täynnä vettä, aiheuttaen lappoeffektin. Tutkimusten perusteella T-mallinen kappale on Y-haaraa turvallisempi pystykokoojaan liittyessä. Pyöristetty luo suoraa T-haaraa paremman virtauskuvion ja vähemmän ääntä (Kuva 64). Paras haaravaihtoehto on Geberit PE Sovent-kerroshaarajärjestelmä, sillä se pitää haaran täysin erillisessä tilassa ylhäältä tulevista runkovesistä.



Kuva 64: Geberit Silent Pro pystyviemärin kytKentähaara pyöristetyllä kulmalla. (Geberit 2017, 50)

Vaakakokoojan viemäriiliitoksen tulisi aina olla 45° kulmassa jouhevan ja ohjatun virtauksen luomiseksi. Suora T-kappale vaakakokoojassa voi johdattaa virtaaman kahden suuntaan. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)

Haaran jälkeen viemärin vastakkaiselle seinämälle tulisi jättää asennuksilta vapaata tilaa, jotta ilmatiet pysyvät vapaina ja virtaama kerkeää tasoittua. (Aliaxis 2017)



Kuva 65: Haaran alapuoliset asennusvapaat tilat riippuvat kulmavalinnoista. (Aliaxis 2017)

6.4 Tuuletusviemärin koko

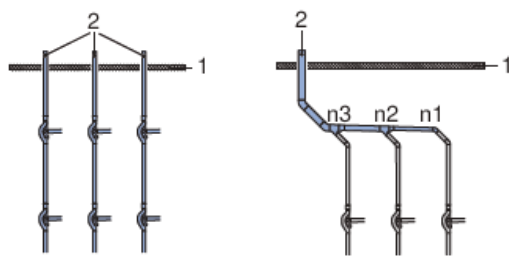
Viemäreiden on oltava yhteydessä rakennuksen vesikaton yläpuolelle ulottuvaan tuuletusviemäriin (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 28§). Paineenvaihteluiden helpottamiseksi viettoviemäri mitoitetaan vaakaviemäriässä 0,5 ja pystyviemäriässä 0,2 täyttösuhteelle. (Suomen RakMK D1, 46) Tuuletusviemärin koon määrittämiselle ei ole Suomessa annettu tarkempaa ohjetta. Kun viemärin normivirtaama ylittää 5 l/s, DN100 putki mitoitusohjeiden mukaan pitäisi riittää, mutta ei ole mainittu, mihin asti se riittää esim. korkeissa rakennuksissa.

Normivirtaamien summa dm ³ /s	Vähimmäis- putkikoko DN
≤ 5	70
> 5	100

Kuva 66: Tuuletusviemärin mitoitus (Suomen RakMK D1, 51)

Tuuletusviemärin kaato tulisi olla 5%. Huoneiston puolella oleva tuuletusviemäri suunnitellaan kuten sen palvelualueen viemäri. Ullakolla ja kylmissä tiloissa tuuletusviemäri lämmöneristetään, ettei vesihöyry jäädy talvella putken pintaan (Talotekniikkainfo www-sivut 2020. 5, 28). Suomen ohjeiden mukaan kolme pystykokoojaviemäriä voidaan liittää yhdeksi vesikaton läpi meneväksi tuuletusviemäriksi. Ohjeissa ei kuitenkaan ole mainittu/huomioitu tuuletusviemärin koon kasvattamista. Korkeassa rakennuksessa tuuletusviemäreitä ei lähtökohtaisesti tulisi yhdistää, mutta jos yhdistämiseen kuitenkin päädytään, tulee putkikokoa suurentaa jokaisessa liittoksessa. (Ainamo henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2020.)

Geberit PE Sovent-yhteillä varustetut pystykokoojat on tuuletettava yksittäin katon kautta. Jos tuuletusputkia pitää yhdistää, jokaisessa haarakohdassa tuuletusputken koon pitää kasvaa. (Geberit 2019)



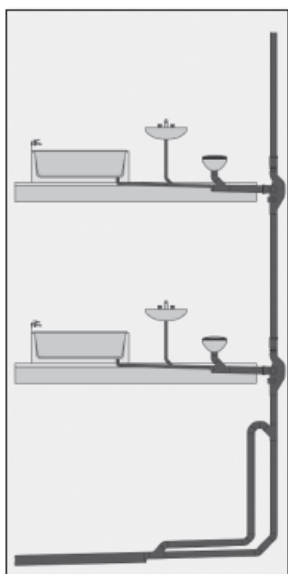
Kuva 67: Tuuletusputkea ei tulisi lähtökohtaisesti yhdistää korkeissa rakennuksissa. (Geberit 2019)

7 INNOVATIIVISET RATKAISUT

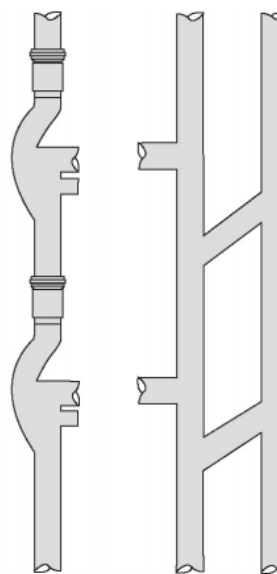
Viemäriosien tuotevalmistajat ympäri maailmaa ovat huomanneet viemärijärjestelmissä piilevät ongelmat, niinpä he ovat alkaneet kehittää omia innovatiivisia keinoja järjestelmän toimivuuden parantamiseksi. Yksiputkijärjestelmä on todettu pohjaltaan hyväksi ja tilaa säästäväksi ratkaisuksi. Näin ollen suurin osa ratkaisuista on kehitetty yksiputkijärjestelmän pohjalta.

7.1 Sovent -kerroshaarajärjestelmät

Soment-kerroshaarajärjestelmä mahdollistaa perinteistä yksiputkijärjestelmää suuremman virtaaman pienemmällä putkikoolla. Tiettyyn virtaamaan asti se myös eliminoi tarpeen erilliselle tuuletusputkelle. Geberit PE Sovent käyttöalueena yli 5-kerroksiset kerrostalot. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020) Yksiputkijärjestelmä Sovent-tyyppisillä kerroshaaroilla toteutettuna vaatii aina kolme elementtiä: Sovent-kerroshaaran jokaiseen kerrokseen, paineentasaushaaran pohjakulmalle sekä vesikatolle johdetun tuuletusputken (Aliaxis www-sivut 2020). Geberit PE Sovent ja Akatherm HDPE Stack-Aerator valmistetaan polyeteenimuovista, SE Sovent kerroshaara on tehty valuraudasta. (Geberit 2019) (Akatherm 2020) (SE Sovent 2019)

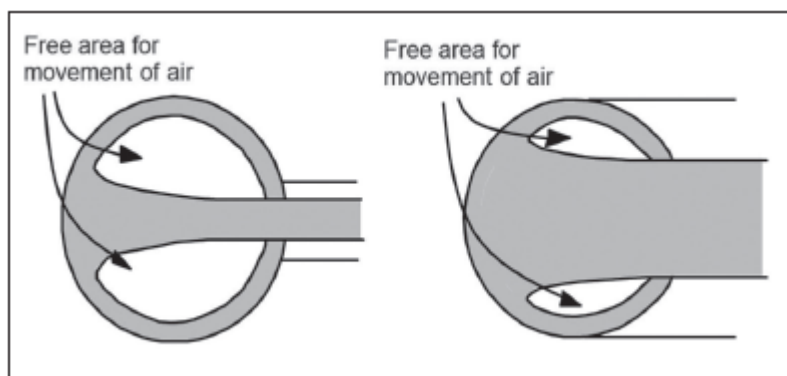


Kuva 68 (vasen). Sovent-yksiputkijärjestelmä (Aliaxis 2017, 102)



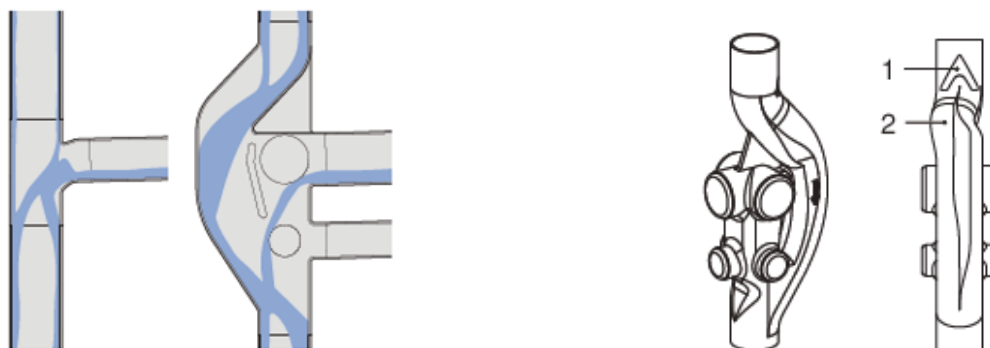
Kuva 69 (oikea): Sovent-järjestelmä korvaa viemärin tuuletusputken tarpeen (Akatherm 2020)

Normaalissa pystykokoojaviemärissä kerroshaarat tuovat epäsäännöllisiä jätevesivirtaamia pystynousuun, joista varsinkin wc-istuinten virtaamat ovat potentiaalisia tukkimaan ilmareitit. (Kuva 70)



Kuva 70. Kerroshaarasta purkautuva vesi pystyviemäriin. (Aliaxis 2017)

Suvent-järjestelmä perustuu ilmapatsaan säilyttämiseen läpi viemärin. Sovent-kerroshaara pitää erillään pysty- ja vaakasuunnista tulevat virtaukset pitäen samalla molempien korvausilmareitit avoinna. Ilmareittien pysyessä avoinna järjestelmään ei kerry ali- eikä ylipainetta. Yhteen väliseinä estää myös ylhäältä laskeutuvien epäpuhtauksien ja roiskeiden pääsyn haaraputkeen. (Geberit Supertube Suunnittelukäsikirja 2019, 11)



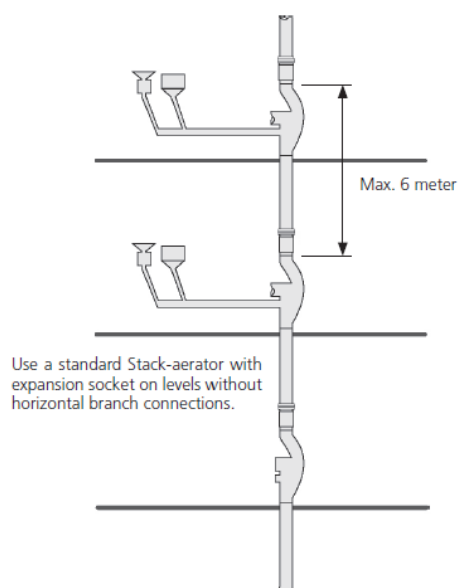
Kuva 71 (vasen): Geberit PE Sovent -yhteen virtaus verrattuna perinteiseen ratkaisuun. (Geberit 2019)

Kuva 72 (oikea): Geberit PE Sovent muotoilu. 1: Virtauksenjakaja. 2: Pyörrevyöhyke. (Geberit 2019)

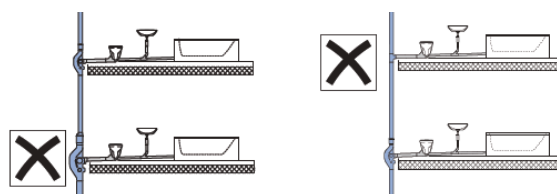
Geberit PE Sovent on virtausoptimoitu. Sen virtauksenjakaja ohjaa vettä järjestelmässä ja pyörrevyöhyke hoitaa rengasmaisen virtauksen runkoon. (Geberit 2019) Rengasmaisen virtaus tulee hitaasti pystyputkea alas, mahdollistaen suuremman vesimassan samanaikaisen virtauksen ilmapatsaan pysyessä ennallaan. Vakaa ilmapatsas säilyy katkeamattomana estäen vesimännän koostumisen maksimoiden viemärijärjestelmän kapasiteetin.

Geberit PE Sovent sekä Akatherm HDPE-yhteet mahdollistavat liittymisen kolmelta eri sivulta yhteensä kuudesta eri kohdasta. Vastakkaisia liitäntöjä ei kuitenkaan suositella missään viemärijärjestelmässä, sillä tämä voisi aiheuttaa virtausteknisiä ongelmia. (Akatherm www-sivut 2020) (Geberit 2019) Geberit Sovent -kerroshaara on kooltaan suurempi kuin T-, tai Y-haara, joten se tarvitsee hieman normaalia yksiputkijärjestelmää suuremman tilan hormiin. Sen käyttökohteet tulee suunnitella mahdollisuuksien mukaan, kuitenkin huomioiden Sovent -osan tilantarpeen.

Geberitin ohjeen mukaan Sovent-pystykokoojaan tulee asentaa virtausteknisistä syistä kerroshaaroiksi vain Sovent -yhteitä. Sovent-yhteiden tulee olla keskenään samankokoisia. Näin ollen perinteisten kytkentäviemärien liittäminen Soventin kanssa samaan runkoon on kiellettyä. Näiden lisäksi Geberitin ohjeet neuvovat, ettei alipaineventtiileitä tule yhdistää heidän Sovent-järjestelmäänsä (Geberit 2019). Akathermin mukaan kerroshaara tulisi asentaa maksimissaan 6 m välein ja joka kerrokseen, vaikkei kerroksessa olisikaan viemärihaaroituksen tarvetta. (Akatherm 2020)



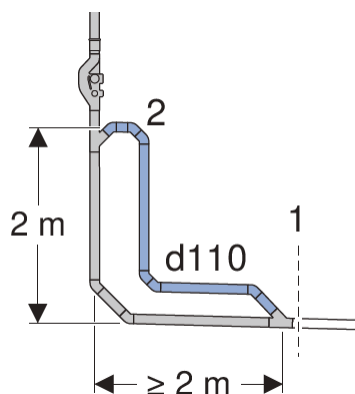
Kuva 73: Liitosten maksimivälit (Akatherm 2020)



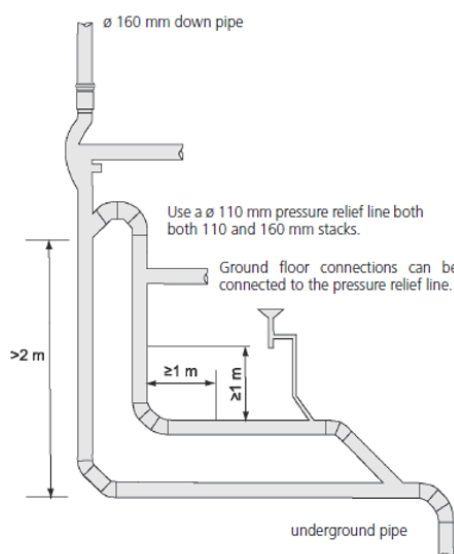
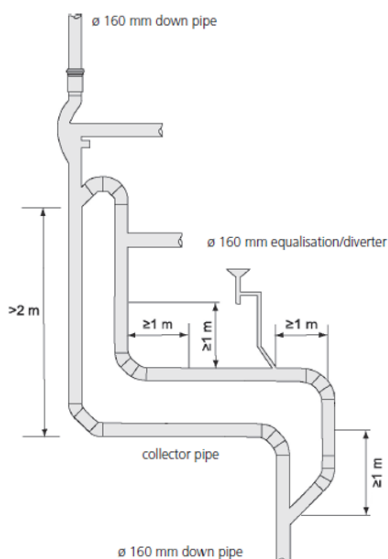
Kuva 74: Kiellettyjä liitoksia. (Geberit 2019)

7.1.1 Paineentasaushaara

Sovent-järjestelmässä 10m korkean pystykokoojaviemärin pohjalla vaakasuuntaiseen virtaukseen siirryttäessä tulee hydraulisen hypyn ja vesiverhon aiheuttamien äkillisten paineiskujen takia olla paineentasaushaara. Sen avulla voidaan ylläpitää ilman vapaa liikkuminen järjestelmässä ja ohittaa pohjakulman ongelmalliset paine-erot. Paineentasaushaaran tulee olla samaa putkikokoa kuin pystykokoojan. Alimman kerroksen kytkennät voidaan liittää paineentasaushaaraan, sillä niiden virtaama on paineentausputken täyttösuhteen osalta niin pieni. Pohjakulman liitännävapaat vyöhykkeet pitää huomioida, sillä niihin kytketyt liitännät voivat kärsiä erilaisista ääni- ja paineongelmista. Esimerkkejä liitännävapaista vyöhykkeistä on kuvissa 76, 77 ja 78.



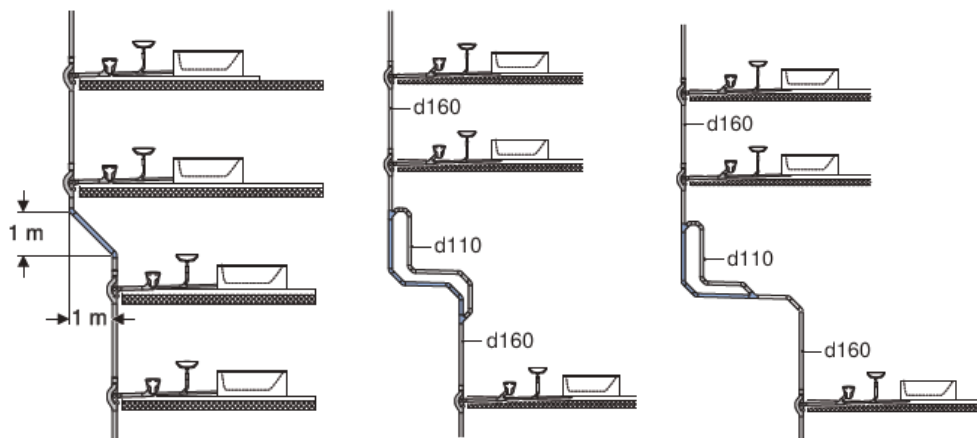
Kuva 75: Geberit PE Sovent d160-järjestelmän kokoojaputken suunnanmuutos pystysuuntaisesta vaakasuuntaiseksi. Paineentasaushaaran koko on d110 ja liitännävapaat vyöhykkeet 2m kulmasta kumpaankin suuntaan. (Geberit 2019)



Kuva 76 (vasen): Paineentasaushaara pystykokoojan suunnanmuutoksessa, kun suunnanmuutoksessa käytetään yli 45° kulmia tai jos suunnanmuutosputken pituus ylittää 1,5m. (Akatherm 2020. 5.7.)

Kuva 77 (oikea): Paineentasaushaara pystykokoojaviemärin pohjalla. (Akatherm 2020. 5.9.)

Sivuttaissiirtymät Geberit PE Sovent järjestelmässä tulee tehdä heidän ohjeidensa mukaan. 1m sivuttaissiirtymään asti ei tarvita lisätoimenpiteitä, suunnanmuutos toteutetaan maksimissaan 45° käyrillä (Kuva 78). 1-2m erillisellä paineentasaushaarallaan kuvan 79 mukaisesti. Yli 2m pystykokoojan sivuttaissiirtymä kuvan 80 mukaisesti paineentasaushaaralla varustettuna. (Geberit 2019)



Kuva 78: (Geberit 2019, 24) Kuva 79: (Geberit 2019, 27) Kuva 80: (Geberit 2019, 28)

7.1.2 Geberit PE Sovent kapasiteetti

Taulukko 5: Geberit PE Soventin kuormitettavuus perinteisiin pystykokoojajärjestelmiin verrattuna

Nro	Viemäröintijärjestelmä	Mitta d	Tuuletusputken mitta d	Maksimivirtaamat (DU) (K = 0,5)	Maksimimitoitus- virtaama (l/s)
1	Yksiputkijärjestelmä ja 88,5°:n haarayhde	110	–	64	4,0
		125	–	135	5,8
		160	–	361	9,5
1	Yksiputkijärjestelmä ja 88,5°:n pyöristetty haarayhde	110	–	108	5,2
		125	–	231	7,6
		160	–	615	12,4
2	Suora tai epäsuora rinnakkaistuu- letettu järjestelmä ja 88,5°:n ha- arayhde	110	56	108	5,2
		125	75	231	7,6
		160	90	615	12,4
2	Suora tai epäsuora rinnakkaistuu- letettu järjestelmä ja pyöristetty 88,5°:n haarayhde	110	56	185	6,8
		125	75	400	10,0
		160	90	1037	16,1
3	Geberit PE Sovent	110	–	576	12,0
		160	–	1156	17,0

Kuva 81: Geberit PE Soventin kapasiteetti verrattuna yleisiin viemärijärjestelmäratkaisuihin. (Geberit 2019, 13)

7.2 Geberit Supertube -järjestelmä

Geberit Group, Sveitsiläinen yhtiö on yksi Euroopan markkinoiden johtavista saniteetitilatuotteiden valmistajista. He ovat kehittäneet järjestelmän, jota kutsutaan Geberit Supertubeksi. Tämä järjestelmä perustuu jätevesiviemärin virtauksen ohjauksen optimointiin kussakin vaiheessa laitteistoa. Supertube-järjestelmässä ilmapatsas pysyy katkeamattomana läpi järjestelmän, näin myöskään haitallisia paineenvaihteluita ei synny ja järjestelmän viemärointikapasiteetti kasvaa. Koska järjestelmässä ei synny haitallisia paineenvaihteluita, ei ole myöskään tarvetta ali- tai ylipaineventtiileille.



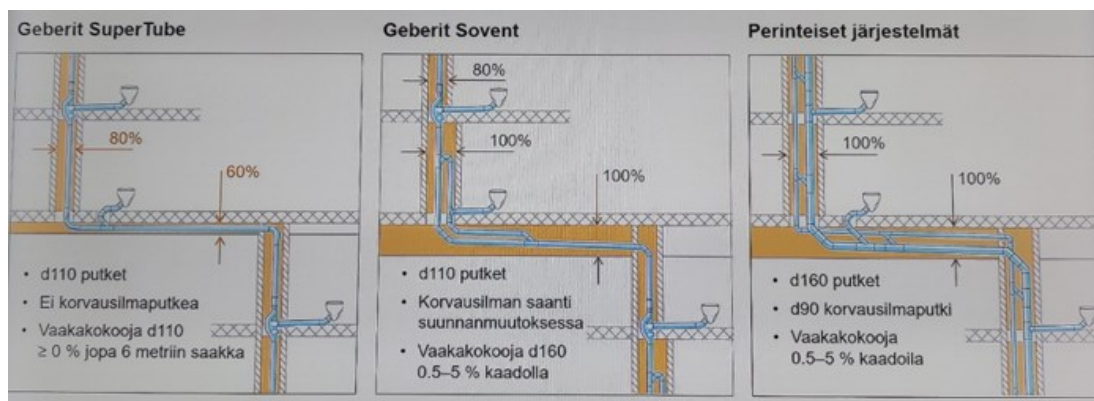
Kuva 82 (vasen): Geberit Supertube-järjestelmän havainnekuva, virtaus on optimoitu niin, että ilmapatsas pysyy ehjänä läpi koko systeemin. (Geberit 2020)

Kuva 83 (oikea): Geberit-Supertube-järjestelmän osat (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)

Geberit Supertube koostuu kolmesta eri virtausoptimoidusta osasta (Kuva 83). Nämä ovat Geberit PE Sovent-kerroshaara, Geberit PE BottomTurn -pohjakulma ja Geberit PE BackFlip -kulmayhde. Sovent-kerroshaarajärjestelmää lukuunottamatta Supertube-järjestelmän osia ei tule käyttää erikseen, vaan aina järjestelmäkokonaisuutena. Järjestelmässä ei saa tehdä pystyrungon koon muutoksia, sillä tämä voi hajottaa virtauksen ohjatun liikkeen. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)

Geberit Supertube -järjestelmä säästää arvokasta tilaa huonekorkeudessa ja hormi-koossa eliminoimalla tarpeet suurille putkikoille, paineentasaushaaroille ja pystyviemärin vaakasiirron kaadoille (Kuva 84). Tällä ratkaisulla myytävät neliöt säästyvät

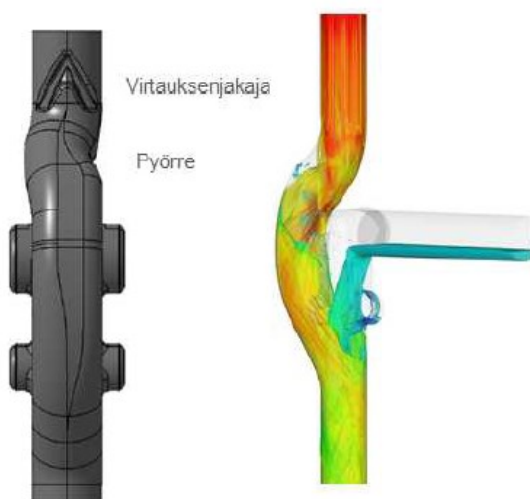
ja järjestelmän tilantarve on huomattavasti perinteistä järjestelmää pienempi. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)



Kuva 84: Geberit Supertube-järjestelmän tilansäästö (Geberit 2020)

7.2.1 Geberit PE Sovent

Sovent -järjestelmät selitetty kohdassa 7.1. Geberit PE Sovent on patentoitu ja virtausoptimoitu osa.



Kuva 85: Geberit PE Sovent yhteen virtauksen tietokonesimulointi. (Geberit Sandblom sähköposti 9.10.2020.)

7.2.2 Geberit PE BottomTurn -pohjakulma

Geberit PE BottomTurn -pohjakulma on virtausoptimoitu niin, että sen virtauksenjakaja ohjaa Geberit PE Sovent osalta tulevan rengasmaisen virtaaman ennen vesiverhon muodostumista putkiseinämän myötäisesti pohjakulman takareunaan. Näin ohjattuna jätevesivirtaama muuttuu vaakaosalla laminaariseksi virtaukseksi putken pohjalle säilyttäen ilmapatsaan ehjänä läpi putken. Täyttösuhde pysyy toimivana eikä virtauksen ohjauksen johdosta synny hydraulista hyppyä.

Geberit PE BottomTurn -pohjakulman ohjainkanava on loivan kulman pohjalla oleva kapeahko ura. Virtauksen päätyessä ohjainkanavaan, vesimassan käytettävissä olevan alan pienentyminen johtaa virtausnopeuden kasvuun. Virtausnopeuden nousun takia pohjakulmalle tuleekin niin sanottu ”heittopituus”, jonka ansiosta Geberit Supertube-järjestelmässä on mahdollista suorittaa 6m vaakasiirto 0% kaadolla. Ilman kaatoa asennettava vaakaputki tuo huoneisiin lisää käytettävissä olevaa korkeutta kuvan 84 mukaisesti. 6m vaakasiirron jälkeen viemärin kaato suoritetaan normaalien suunniteluohjeiden mukaisesti. Geberit PE BottomTurn on mahdollisesti betonista pohjakulmaa parempi vaihtoehto niin ääni-, kuin paloteknisesti. Betoninen pohjakulma voi estää ääneen liikkeen ja peilata sen takaisin järjestelmän pystykokoojaviemäriin. Paloteknisesti Geberit PE BottomTurn -pohjakulma on suotuisa, sillä siihen voi asentaa palomansetin heti osastoinnin muuttuessa, kuten paloteknisten ohjeiden mukaan pitäisikin toimia. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)

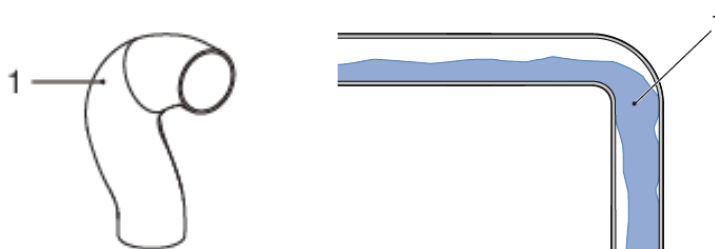


Kuva 86 (vasen): Valokuva Geberit PE BottomTurn -pohjakulmasta. Ohjauskanava erottuu hyvin.

Kuva 87 (oikea): Geberit PE BottomTurn -pohjakulman virtauksen tietokonesimulointi. (Geberit Sandblom sähköposti 9.10.2020)

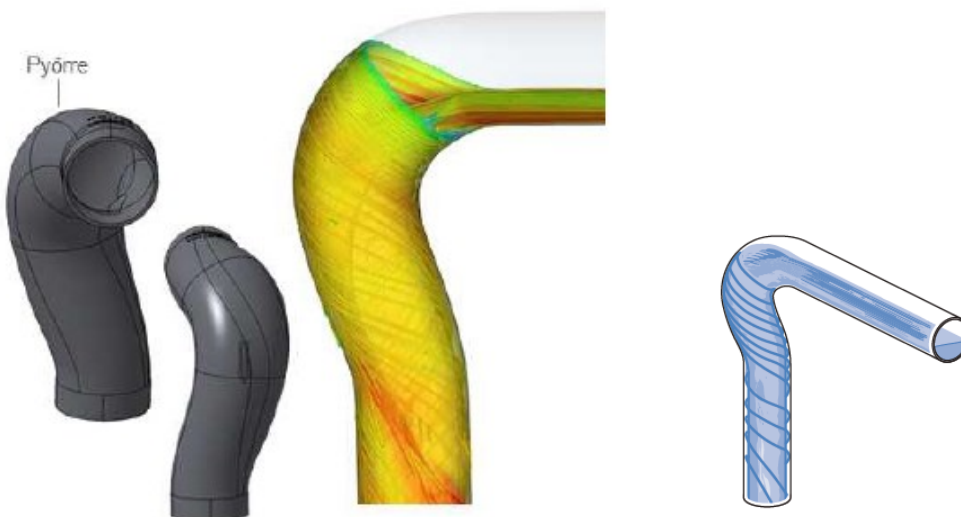
7.2.3 Geberit BackFlip -kulma

Geberit BackFlip osan virtausteknisesti optimoitu muotoilu ohjaa Geberit PE Bottom-Turn -pohjakulman jälkeisen laminaarisen virtauksen jälleen pyörremäiseksi virtaukseksi. Muutos vaakaviemäristä takaisin pystyviemäriksi toimii ohjaamalla jäteveden virtauksen BackFlip -kulman muotoilun avulla pystyputkiston seinille. BackFlip -kulman avulla ilmapatsaan ehjänä säilyminen voidaan taata myös vaakasuunnasta pystysuuntaan siirtyessä. (Sandblom henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020)



Kuva 88 (vasen): Geberit PE BackFlip -kulmayhteen rakenne, jossa pyörrevyöhyke on merkitty numerolla 1. Veden saavuttaessa pyörrevyöhykkeen sen virtaus muuttuu laminaarisesta pyörremäiseksi. (Geberit 2019)

Kuva 89 (oikea): Hydraulinen mäntä syntyy myös virtaussuunnan muuttuessa vaakasuuntaisesta pystysuuntaiseksi. (Geberit 2019, 39)



Kuva 90 (vasen): Geberit PE BackFlip -kulmayhteen virtauksen tietokonesimulointi. (Geberit Sandblom sähköposti 9.10.2020)

Kuva 91 (oikea): Geberit HDPE BackFlip kulman virtaus. (Geberit 2019, 41)

7.2.4 Geberit Supertube kapasiteetti

Geberit Supertube ei lisää Geberit PE Soventin maksimikapasiteettia, mutta säästö tulee sen pienestä tilantarpeesta sivuttaissiirtymän kaadon ja paineentasaushaaran tarpeen poistuessa. (Geberit 2019)

Yhde/järjestelmä	Pystykokoojan sivuttaissiirtymän pituus	Haara- ja kytkentäviemäri	Maksimimitoitusvirtaama	Putken halkaisija
Geberit PE Sovent	Kork. 1 m	Haara- tai kytkentäviemäreitä sivuttaissiirtymän jälkeen	12 l/s (d110)	d110
			17 l/s (d160)	d160
Geberit SuperTube	1–6 m	Haara- tai kytkentäviemäreitä sivuttaissiirtymän jälkeen	12 l/s	d110
	Yli 6 m	Haara- tai kytkentäviemäreitä sivuttaissiirtymän jälkeen	Kork. 4,4 l/s ¹⁾	d110
			Yli 4,4 l/s ¹⁾	d160 tai 2x d110
		Ei haara- tai kytkentäviemäreitä sivuttaissiirtymän jälkeen	Kork. 4,4 l/s ¹⁾	d110
			4,4–7,1 l/s ¹⁾	d125
			Yli 7,1 l/s ¹⁾	d160
Geberit PE Sovent	1–2 m	Haara- tai kytkentäviemäreitä sivuttaissiirtymän jälkeen	17 l/s	d160
	Yli 2 m	Haara- tai kytkentäviemäreitä sivuttaissiirtymän jälkeen	17 l/s	d160

Kuva 92: Geberit Sovent ja Supertube kapasiteetit eri asennustilanteissa (Geberit 2019, 23)

7.3 Alipaineventtiilit

Alipaineventtiili eli AAV (Air Admittance Valve) tasaa viemärijärjestelmään koostuvaa alipainetta päästämällä sille tarvittaessa korvausilmaa stabiloimaan painetasoja. Normaali- ja ylipainetilanteessa alipaineventtiili on sulkeutunut, eristäen huoneilman viemäristä. Alipaineventtiiliä käytetään Suomessa yleensä tuulettuvan pystykokooja-viemärin rinnalla helpottamaan tuuletusteknisesti hankalia tai pitkiä tuulettamattomia viemärihaaroja. Laadultaan toimivaksi todettua ja testattua alipaineventtiiliä voidaan käyttää kattaamaan tuuletustarve yksittäisissä kohteissa paikallisen viranomaisen luvalla. (Vieser [www-sivut 2020](#)) (Talotekniikkainfo [www-sivut 2020](#)) Alipaineventtiileitä voidaan hyödyntää korkeassa rakentamisessa vastaamaan paine-eroihin lähellä tasauksen tarvetta. Tuuletuksen vasteaikaan palaan kohdassa 7.4.

Alipaineventtiilin tulisi avautua aina ennen vesilukkojen paineenkestoa 50mm H₂O=490Pa, sekä ennen viemärilaitteiston paineenkestoa +/-400 Pa. Erään valmistajan mukaan heidän alipaineventtiilinsä avautumispaine on 0-3 Pa, kun taas toisen valmistajan mukaan heidän avautumispaineensa on -70Pa. Tässä tulee pohtia, voiko 0 Pa avautumispaine tarkoittaa sitä, että venttiili voi olla avoimena normaalitilanteessa. Vieser One-AAV on EN12380 standardin mukaan CE merkitty tuote, joka on ilmatiivis 500Pa ylipaineeseen saakka. Se toimii -20°C - +60°C lämpötiloissa. (Kaukola-Risku sähköposti 28.9.2020)



Kuvat 93, 94 ja 95: Havainnointi Vieser One-AAV:n toiminnasta niin alipainetilanteessa (vasen), kuin ylipainetilanteessa (keskellä). Vieser One -alipaineventtiili (oikea). (Vieser [www-sivut 2020](#))

7.3.1 Alipaineventtiilin sijoitus

Alipaineventtiilin pitää olla sijoitettu niin, että se saa tarpeeksi korvausilmaa. Jos venttiili ei saa tarpeeksi korvausilmaa, voi tämä aiheuttaa vesilukkojen tyhjenemisen. AAV tulisi sijoittaa kaikkien sen palvelualueeseen kuuluvien kalusteiden ylimmän mahdollisen vedenpinnan yläpuolelle toiminnan varmistamiseksi ja. Alipaineventtiilin sijoituksessa ja tuotteen valinnassa tulee ottaa huomioon jäätymisriski, melu- ja hajuhaitat sekä vaihdettavuus ja huollettavuus. (Talotekniikkainfo [www-sivut 2020, 5/28](#))

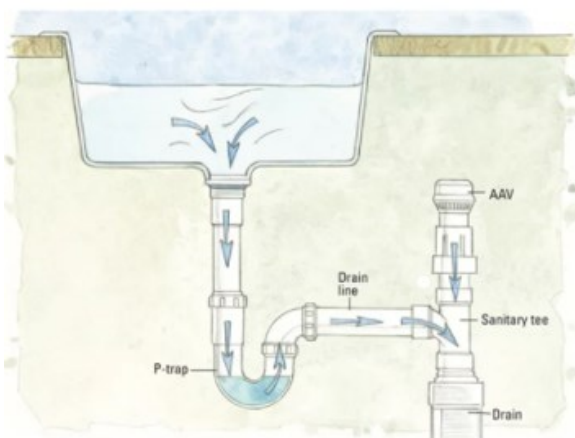
Yleinen alipaineventtiilin sijoituspaikka on pesualtaan alla, mahdollisesti allaskaapissa. Sen tulee kuitenkin olla ylimmän vesilukon pinnan yläpuolella. Vieser One -alipaineventtiili on muotoiltu neliskanttiseksi, mahdollistaen siistin nurkka-asennuksen (Kaukola-Risku henkilökohtainen tiedonanto). Aliaxis Studor -alipaineventtiileille on suunniteltu myös seinäkotelo. Tämä mahdollistaa seinän sisäisen piiloasennuksen, josta ilma kulkee ja huolto on helppoa. Alipaineventtiilin irrottaminen mahdollistaa helpon reitin viemäritukoksen poistamiseksi.



Kuva 96 (vasen): Seinäkotelon ja alipaineventtiilin sijoitus.



Kuva 97 (oikea): Seinäsyvennys venttiilille. (Homedepot [www-sivut 2020](#))

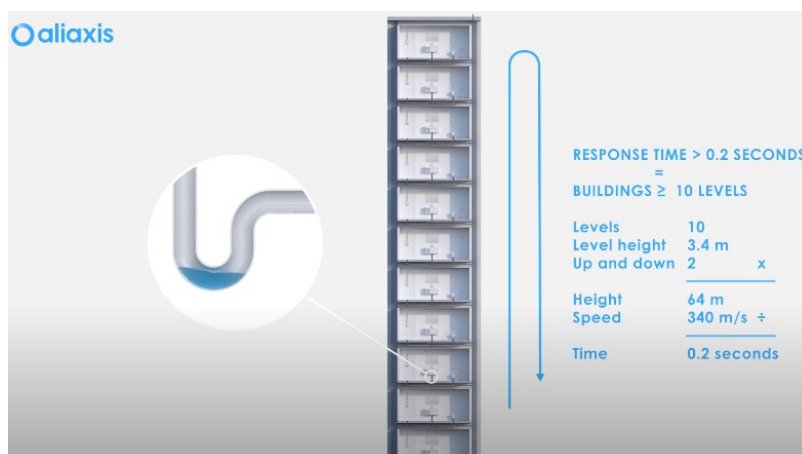


Kuva 98: AAV:n eli alipaineventtiilin toiminta ja sijoitus pesualtaan alla (BHG [www-sivut 2020](#))

7.4 Aliaxis Studor aktiivinen tuuletusviemärijärjestelmä

Aliaxis on suuri yhtiö, jolla on globaalisti yli 16000 työntekijää ja noin 3,1 miljardin liikevaihto. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Brysselissä, Belgiassa. (Aliaxis 2018) Aliaxis on kehittänyt korkeaan rakentamiseen viemärijärjestelmän, joka korjaa paineenvaihtelut nopeasti. Heillä on lisäksi ratkaisu, jonka avulla vesikatto vapautuu viemärointitekniikasta ja sen läpivienneistä. Aliaxis Studor aktiivinen tuuletusviemärijärjestelmä (Aliaxis Studor Active Drainage Ventilation) perustuu paineiden tasaamiseen kipupisteissä. On paljon tutkittua tietoa siitä, missä kohtaa laitteistoa on riski ali- tai ylipaineen muodostumiselle. Tätä tietoa hyödyntämällä voidaan suunnitella paineentasauspäätelaitteita kriittisiin pisteisiin tasapainottamaan laitteiston paine. Tähän tarkoitukseen SSPS-järjestelmässä (Studor Single Pipe System) käytetään alipaineventtiileitä ja ylipaineenvaimentimia. Yksiputkijärjestelmä on noin puolet rinnakkaistuuletettua järjestelmää halvempi vaihtoehto.

Passiivisesti tuulettetussa viemärijärjestelmässä paine-eroja tasaa vesikatolle johdettu tuuletusputki. Korkeassa rakennuksessa tuuletusputki ei itsessään riitä korvausilman tarpeeseen. Aliaxisin mukaan vesilukot voivat tyhjentyä, jos korvausilman vasteaika on yli 0,2 sekuntia. Tuuletuksen vasteaika voi ylittyä jo tuuletusreitillä ollessa yli 64m pitkä (kuva 99) (Aliaxis High-Rise Building Solutions 2019). Studorin systeemin avulla järjestelmä saadaan pidettyä +/- 100 Pa painetasossa, joka on paljon alle vesilukkoihin vaikuttavan +/- 400 Pascalin. Tämä järjestelmä toimii myös yli 100-kerroksisissa rakennuksissa. (White, S 2007)



Kuva 99: Korkean rakennuksen passiivisen tuuletuksen pitkä vasteaika voi aiheuttaa vesilukkojen tyhjenemistä ja sen kautta terveys- ja hajuhaittoja. (Aliaxis High-Rise Building Solutions 2019)

7.4.1 Studor Alipaineventtiilit

Alipaineventtiilien toiminta selitetty luvussa 7.3. Alixis Studor valmistaa useita erilaisiin tiloihin sopivia alipaineventtiileitä. Niillä on kaikilla nopea vasteaika, ne sulkeutuvat täysin ja ne ovat huoltovapaita. Alipaineventtiilit ovat suojattu tuholaisien varalta (Studor www-sivut 2020). Redi-Vent on yksittäisen kalusteen alipaineventtiili. Mini-Ventiä voidaan käyttää yksittäisen asunnon tai kytkentähaaran tasapainottamiseen sisä-, tai ulkotiloissa. Tec-Vent on itsestään sammuvaa ja paloteknisesti kestävämpää materiaalia. Sitä suositellaan julkisiin tiloihin, kuten sairaalat, koulut ja lentokentät. Maxi-Vent sopii suuren korvausilmamäärän ja pakkasenkestävyyden puolesta korvaamaan tuuletusputken.



Kuva 100: Eri tarkoituksiin soveltuvat Aliaxis Studor alipaineventtiilit. (Studor 2016)

Aliaxis Studor alipaineventtiilit kestävät vähintään 10000 Pa ylipainetta, joka vastaa n. 1 metrin vesipatsasta. Tämä mahdollistaa asentamisen jopa padotuskorkeuden alapuolelle. -70 Pascalin toimintapaine varmistaa, että korvausilmaa saadaan jo paljon ennen vesilukkojen tyhjenemistä eli -490 Pascalia. Toimintalämpötila mahdollistaa myös ulkoasennukset. Ulos sijoitettavalle venttiilille kuitenkin suositeltavaa asentaa tuotevalmistajan ulkoasennusta varten suunniteltu alumiinisuoja.

	Aliaxis Studor alipaineventtiilit		
	Mini-Vent	Tec-Vent	Maxi Vent
Liitäntä (DN)	32-50	75-110	75-110
Ilman virtauskapasiteetti (l/s)	7,5	7,5	32
Toimintalämpötila °C	-20 - + 60	-20 - + 60	-40 - + 60
Toimintapaine (Pa)	-70	-70	-70
Max ylipaineentiiviys (Pa)	10000	10000	10000

Taulukko 1: Studor alipaineventtiilien ominaisuuksia. Tiedot Studor www-sivuilta 17.10.2020.

7.4.2 Tuuletusputken korvaus Maxi-Ventillä

Maxi-Vent on suurille korvausilmamäärille tarkoitettu alipaineventtiili. Sillä voidaan korvata vesikatonle johtuva tuuletusputki. Näin katto saadaan viemärlaitteistoista tyhjäksi ja hyödynnettyä muulla tavoin, esimerkiksi aurinkopaneeleilla. Kun vesikaton läpivienttiä ei tehdä, säästytään läpiviennin lämpöhäviöiltä, vesieristykseltä ja muilta asennuskustannuksilta.

Ympäristöministeriön asetuksen mukaan viemäriin on oltava yhteydessä vesikaton yläpuolelle ulottuvaan tuuletusviemäriin, joten ainakin yksi viemäriin tuuletusputki pitää johtaa vesikatonle asti. (Ympäristöministeriö 1047/2017, 28§) Kaikkia tuuletusputkia ei siis voi korvata Maxi-Vent ratkaisulla Suomessa.

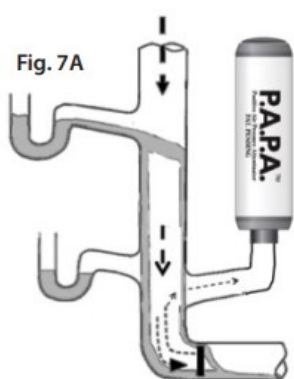


Kuva 101: Korkean rakennuksen vesikattotilan voisi hyödyntää muilla tavoin Maxi-Vent alipaineventtiilin avulla. (Aliaxis High-Rise Building Solutions 2019)

7.4.3 P.A.P.A. Ylipaineenvaimennin

P.A.P.A (Positive Air Pressure Attenuator) ylipaineenvaimennin on suunniteltu eliminoimaan ylipaineen haittavaikutukset korkeissa rakennuksissa. P.A.P.A:a käytetään yhdessä alipaineventtiilien kanssa luomaan kokonaisvaltainen verkosto paineenvaihteluiden tasapainottamiseksi. (PHPI www-sivut 2020)

P.A.P.A ylipaineenvaimennin toimii seuraavasti: suunnanmuutoksesta tai vastaavasta johtuva nopeasti kulkeva ylipaineaalto muodostuu ongelmakohdassa ja ylipaine peilautuu takaisin viemärijärjestelmään. P.A.P.A -haaran tulisi olla ensimmäinen haara, johon ylipaine kohdistuu. Ylipaineesta johtuen P.A.P.A:n sisällä oleva rakko alkaa laajentua ja ottaa vastaan ylipainetta tehden vaimenninreitistä helpoimman reitin ilmalle. Valtaosa ilmasta kulkee siis helpointa reittiä vaimentimen kautta. Ylipaineenvaimennin reagoi alle 0,01 sekunnissa, absorboiden paineaallon energian ja palauttamalla ilman takaisin järjestelmään normaalitilassa vesilukkoja vahingoittamatta. (Studor 2016, 30)



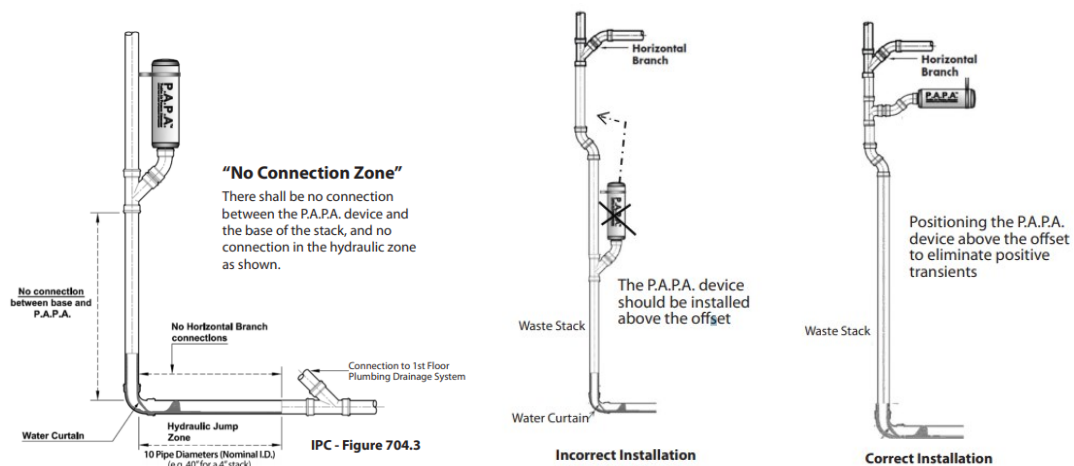
Kuva 102 (vasen): Ylipaine kulkeutuu helpointa reittiä vaimentimelle. (Studor 2016, 30)

Kuva 103 (oikea): P.A.P.A. -vaimentimet pystykokoojien alapäissä. (PlumbingConnection 2012)

P.A.P.A. -vaimennin painaa n. 2,3 kiloa ja sen ilmakapasiteetti on n. 3,8 litraa. Painonsa takia se on kannakoitava erikseen ja tukevasti. Ylipaineenvaimentimia voidaan liittää sarjaan maksimissaan 4 kappaletta. P.A.P.A on testattu 5 PSI paineessa toimivaksi (n. 35 kPa). Laitteelle ei ole korkeus tai virtaamarajoituksia. Korkeassa rakennuksessa tarvitaan enemmän ylipaineventtiileitä järjestelmän alapäähän, mutta kerrosmäärän kasvaessa myös joidenkin kerrosten välille tulee asentaa P.A.P.A.

Vaimenninta ei ole suunniteltu korjaamaan jatkuvaa ylipainetta järjestelmässä vaan se tulee selvittää ja korjata muilla keinoilla.

P.A.P.A -vaimentimella tulee olla suojaetäisyys pohjakulmasta toiminnan takaa-
miseksi. Sen ja ongelmakohdan välillä ei saa olla muita liitoksia.



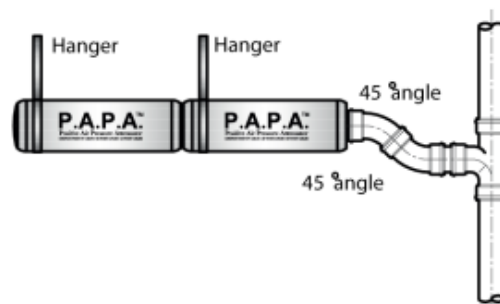
Kuva 104 (vasen): Pohjakulman liitântävapaa vyöhyke. (Studor 2016, 45)

Kuva 105 (keskellä): P.A.P.A:n virheellinen asennus, jossa suunnanmuutosta ei ole huomioitu.

Kuva 106 (oikea): P.A.P.A:n oikeaoppinen asennus suunnanmuutoksen yläpuolelle. (Studor 2016, 36)



Kuva 107 (vasen): P.A.P.A -ylipaineenvaimennin näytillä MCE Milan -messuilla. (Studor, 2018)



Kuva 108 (oikea): Sarjaan kytketyt vaimentimet. Laite voidaan asentaa joko vaaka- tai pystyasentoon. (Studor 2016, 32)

7.4.4 Aliaxis Studor aktiivisen tuuletusviemärijärjestelmän kapasiteetti

Aliaxis Kaakkois-Aasian esityksen mukaiset kapasiteettivertailut yksiputkijärjestelmälle, rinnakkaistuulettutulle yksiputkijärjestelmälle ja Aliaxis Studor aktiiviselle tuuletusviemärijärjestelmälle. Esityksestä selviää, että aktiivinen tuuletusjärjestelmä vastaa kokoojakapasiteetiltaan rinnakkaistuulettua järjestelmää, mutta koska sen haarat ovat myös tuulettuja, niitä ei tarvitse mitoittaa tuulettamattomina. (Aliaxis 2019)

Primary Ventilation

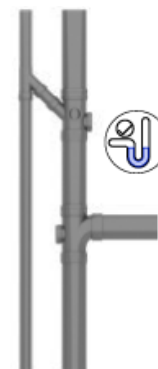
	Stack size (mm)	Maximum capacity (l/s)*	
		Square branches	Swept branches
Primary ventilated stack	110	4.0	5.2
	160	9.5	12.4



Kuva 109 ja 110: Yksiputkijärjestelmän virtaamakapasiteetit. (Aliaxis 2019, 4)

Secondary Ventilation

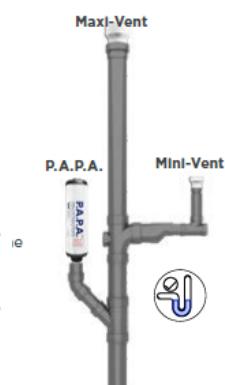
	Stack size (mm)	Secondary vent size (mm)	Maximum capacity (l/s)*	
			Square branches	Swept branches
Secondary ventilated stack	110	50 / 75	5.6	7.3
	160	75	12.4	18.3



Kuva 111 ja 112: Rinnakkaistuulettutun yksiputkijärjestelmän virtaamakapasiteetit (Aliaxis 2019, 4)

Active Drainage Ventilation

	Stack size (mm)	Maximum capacity (l/s)*
P.A.P.A. capacity	110	7.3
	160	18.3



Kuva 113 ja 114: Aliaxis Studor Aktiivisen tuuletusviemärijärjestelmän virtaamakapasiteetit. (Aliaxis 2019, 5)

8 LOPPUPÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO

Lopputulena voidaan todeta, että jokainen kohde on yksilöllinen korkeutensa, sijaintinsa, käyttöluokkansa ja muiden projektikohtaisten kriteerien osalta. Eri vaihtoehtoja viemäri- ja tuuletuslaitteistoille tulee punnita projektin alkuvaiheessa. Projektin aloituskokoukseen olisi korkeassa rakennuksessa hyvä ottaa mukaan talotekniikkakonsultti, joka huolehtisi LVI-tekniikalle tarpeenmukaiset tekniikkakerrokset tai vastaavat tilanvaraukset. Laaja viemärimateriaalivalikoima antaa runsaasti vaihtoehtoja projektikohtaisesti kevyestä muovista massiiviseen valurautaan. Muovi- ja valurautaviemäreiden heikkouksia on poistettu edistämällä tuotekehitystä ja luomalla uusia kestäviä ratkaisuja. Muoviviemäreistä esimerkiksi dB-viemärijärjestelmät ovat valurautajärjestelmiä kevyempiä, halvempia ja ääniteknisesti optimoituja.

Korkeassa rakennuksessa eri järjestelmiä ja elementtirakentamista hyödyntämällä voidaan suunnitella materiaali- ja kustannustehokkaita rakennuksia. Yksiputkijärjestelmää kehittämällä saadaan huomattavasti rinnakkaistuuletettua tai kaksiputkijärjestelmää halvemmat materiaali- ja asennuskustannukset, sekä enemmän hyödynnettäviä asuinneliöitä. Yksiputkijärjestelmiä, kuten Geberit PE Sovent, Geberit Supertube tai Aliaxis Studor Aktiivinen Tuuletusviemärijärjestelmä, tulisi hyödyntää korkean rakennuksen kohteissa. Sunnittelun alkaessa eri valmistajilta voi pyytää tarjouksia kohdekohtaisista järjestelmäkustannuksista.

Opinnäytetyössäni mainitsemat järjestelmät ja valmistajat eivät ole ainoat mahdolliset vaihtoehdot. Muilta valmistajilta voi löytyä myös vastaavia tuotteita tai uusia järjestelmiä, joista en ole löytänyt tietoa työstäessäni opinnäytetyötä. LVI-ala on jatkuvassa kehityksessä mm. asuinmukavuuden, tilantarpeen, ääni-, hygienian- ja energiavaatimusten perspektiiveistä. Opinnäytetyön jatkotutkimuksena voisi tehdä tarkemman kustannusarvion erilaisten materiaalien käytöstä ja vertailukelpoiset hinta arviot systeemeistä. Työtä voisi myös laajentaa sisällyttämään paineviemäröinnin, hulevesiviemärijärjestelmät tai rakennuksen ulkopuoliset viemärit. Myös energiatehokkuutta voisi käsitellä viemärijärjestelmissä esimerkiksi jäteveden lämmöntalteenoton kannattavuutta tai harmaan jäteveden uudelleenkäyttöä korkeissa rakennuksissa.

LOPPUKIITOKSET

Carl-Johan Sandblom	Geberit
Iiska Kaukola-Risku	Vieser
Pentti Harju	Penan Tieto-Opus Ky
Lars Vervoort	Aliaxis
Jouni Hakkarainen	Saint-Gobain
Teppo Kivioja	Satakunnan Ammattikorkeakoulu SAMK Oy
Jussi Ainamo	Sweco Talotekniikka Oy
Riina Heikkilä	Sweco Talotekniikka Oy
Timo Merikallio	
Sweco Talotekniikka Oy	
NRV16SPLVI	
Tomi Heinonen	
Seonmi Jang	
Susanna Helander	
Esa Helander	
Erno Helander	
Ystävät ja läheiset	
Satakunnan Ammattikorkeakoulu	
Konkuk University	

LÄHTEET

Ahti-Virtanen, J. 2019. Suomessa korkea on maltillista. Projektuutiset 11.1.2019. Viitattu 6.9.2020. <https://www.projektuutiset.fi/>

Ainamo, J. 2020. Sweco Talotekniikka, Helsinki. Henkilökohtainen tiedonanto 2.10.2020.

Ainamo, J. 2020. Sweco Talotekniikka, Helsinki. Henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2020.

Aliaxis. 2019. Studor Active Drainage Ventilation (with subtitles). Viitattu 15.9.2020 <https://www.youtube.com/watch?v=Uj1uZW9g6EE>

Aliaxis Annual Report 2018 Business Overview. Viitattu 6.10.2020 <https://aliaxis.com/>

Aliaxis High-Rise Building Solutions 25.6.2019. Studor Active Drainage Ventilation. Viitattu 17.10.2020.

Aliaxis South East Asia 9/2019: Active Drainage Ventilation. Viitattu 17.10.2020. <http://sea.aliaxis.com/>

Aliaxis Technical Papers. Lupa käyttää saatu Lars Vervoortilta 24.9.2020. sähköpostitse. Viitattu 16.10.2020.

Aliaxis www-sivut 2020. Viitattu 24.9.2020. <https://high-rise.aliaxis.com/>

BESA, Building Engineering Services Association, DRAINAGE. Päivitetty viimeksi 2017. Viitattu 29.8.2020 http://tallbuildings.thebesa.com/index.php/Get_started

Better Homes & Gardens www-sivut 2020. How to Install Air Admittance Valve. Viitattu 2.10.2020. <https://www.bhg.com/>

Buitenhuis, M. 2017. What happens at the base of the stack; The hydraulic jump theoretically explained. Aliaxis. Technical paper. 10/2017. Viitattu 29.9.2020.

Connelly, D. 2007. High-Rise Plumbing Desing: It's all the same, right? Newcomb&Boyd 27.5.2007. Viitattu 15.9.2020. <https://www.newcomb-boyd.com/>

Constructpartnership www-sivut 2020. Technical Illustrations. Viitattu 31.8.2020 <https://www.constructpartnership.co.uk/>

Dailycivil www-sivut 2020. System of Plumbing in Building. Viitattu 14.9.2020 <https://dailycivil.com/>

Emporis www-sivut 2020. Standard, Skyscraper (ESN 24419). Viitattu 6.9.2020 <https://www.emporis.com/>

Fira Modules www-sivut 2020. Tekniset ratkaisut, Innovatiivisia ratkaisuja: Kylpyhuonemoduuli. Viitattu 27.10.2020. <https://www.firamodules.com/>

FISE www-sivut 2020. Virhekortti: Tuuletusviemäreiden yhdistäminen, viemärihajut. Viitattu 29.8.2020 <https://fise.fi/>

Fluorotech. Teknisten muovien esite 1/2014. Viitattu 8.10.2020. <https://fluorotech.fi/>

Geberit 1/2018: Äänieristysstandardit: Hyödyllistä tietoa mittausmenetelmistä. Viitattu 18.9.2020.

Geberit 2019: Geberit Supertube: The space gaining system. Viitattu 19.10.2020.

Geberit 2019: Waste water Hydraulics: Competency Brochure. Viitattu 19.10.2020.

Geberit 9/2019. Suunnittelukäsikirja. Viitattu 18.9.2020.

Geberit Finland www-sivut 2020. Geberit virtaustekniikka. Viitattu 29.8.2020.
<https://www.geberit.fi/>

Geberit Silent-Pro Tekninen esite 1.1.2017. Viitattu 17.10.2020.

Geberit-viemärijärjestelmät: Siistiä hävittämistä. 12/2017. Viitattu 17.10.2020

Hakkarainen, J sähköposti 22.9.2020. Saint-Gobain PAM.

Harju, P. 2004. Talotekniikan perusteet 1. Penan Tieto-Opus Ky. Viitattu 3.9.2020

Harju, P. 2007. Viemäröintitekniikan oppikirja. Penan Tieto-Opus Ky. Viitattu 3.9.2020.

Harju, P. 2016. Vesi- ja viemäröintitekniikka. Penan Tieto-Opus Ky. Viitattu 12.10.2020.

Harju, P. 2020. Penan Tieto-Opus Ky, Kouvola. Henkilökohtainen tiedonanto 9.10.2020.

Helsinki. Ohjekortit: Korkean rakentamisen rakentamistapaohje 2018. 14.12.2018. Viitattu 8.9.2020. <https://www.hel.fi/helsinki/fi>

Hengitysliitto www-sivut 2020. Sisäilmaongelmat: Kaasumaiset epäpuhtaudet; Viemäri ja muut hajut. Viitattu 2.9.2020. <https://www.hengitysliitto.fi/fi>

Hepvo www-sivut 2020. Hepvo waterless valve. Viitattu 11.10.2020.
<http://hepvo.com/>

Hilti www-sivut 2020. CFS-C P ensiluokkainen palokatkomansetti. Viitattu 14.10.2020. <https://www.hilti.fi/>

Home Depot www-sivut 2020. Studor Mini Recess Box with Grille. Viitattu 2.10.2020. <https://www.homedepot.com/>

Hydro-physics www-sivut 2020. Common problems. Viitattu 21.9.2020. <http://www.hydro-physics.com/>

Jang, S. 14.10.2020. Korkean rakentamisen mahdollinen kannakeratkaisu.

Kaukola-Risku, I. 2020. Tekninen myyntipäälikkö, Vieser, Espoo. Henkilökohtainen tiedonanto 25.9.2020.

Kaukola-Risku, I sähköposti 28.9.2020. Vieser. Korkeat rakennukset Powerpoint. Viitattu 16.10.2020.

Kentucky Department of Environmental Protection. 2012. Thrust Blocks. 31.7.2012. Viitattu 15.9.2020. <https://kyocp.wordpress.com/>

LVI 20-10328. Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekkinen suunnittelu ja äänenvaimennus. 2001. Helsinki. Rakennustieto.

LVI 20-10348. Putkistojen Asennus. 2004. Helsinki. Rakennustieto.

LVI 23-10311. Muoviviemärin palo- ja äänitekkinen asennusohje. 2000. Rakennustieto.

NDSU www-sivut 2020. North Dakota State University. Extension and AG Research News. Now is Time to Protect Sewer Vents From Freezing. 20.10.2014. Viitattu 23.9.2020. <https://www.ndsu.edu/>

Nokian Vesi www-sivut 2020. Padotuskorkeus. Viitattu 9.9.2020. <http://www.nokianvesi.fi/>

Onninen www-sivut 2020. Uponor Jäätymissuoja. Viitattu 23.9.2020

Pamline www-sivut 2020. Valmiskonsoli DN100. Viitattu 17.10.2020

<https://www.pamline.fi/>

PA-VE www-sivut 2020. 5200 Spiro pumppaamot, jätevesi. Viitattu 22.9.2020.

<https://pa-ve.fi/>

PHPI www-sivut 2020. Professional Heating and Plumbing Installer. Managing air pressure in drainage systems. Viitattu 14.9.2020 <https://phpionline.co.uk/>

PlumbingConnection. 28.08.2012. Pressure Attenuators – Seven years on. Viitattu 17.10.2020. <https://plumbingconnection.com.au/>

Purani, A. 2019. What are the Different Types of Traps in Plumbing? Viitattu 30.8.2020.

Purus www-sivut 2020. Nood vesilukko Viitattu 1.9.2020. <https://www.purus.fi/>

Rajput, K. 2020. 'What is Plumbing; Systems of Plumbing: Difference Between One Pipe, Two Pipe, Single Stack, and Single Stack Partially Ventilated: How to Choose of Plumbing System.' 27.7.2020. Civiljungle www.sivut. Viitattu 13.9.2020. <https://civiljungle.com/>

Rakentaja www-sivut 2020. Turha pelko – seinä wc:n huolto ei tarkoita seinän purkamista. Viitattu 15.10.2020. <https://www.rakentaja.fi/>

RT84-10818. Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2004. Rakennustieto.

Rudus www-sivut 2020. Elpo-hormit. Viitattu 15.10.2020. <https://www.rudus.fi/>

Saint-Gobain Pamline www-sivut 2020. Viitattu 13.10.2020. <https://www.pamline.fi/>

Sandblom, C-J. 2020. Myynti-insinööri, Geberit, Vantaa. Henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2020.

Sandblom, C-J sähköposti 9.10.2020. Geberit korkean rakentamisen viemärijärjestelmät -kuvia. Viitattu 17.10.2020.

Simmonds, P. 2015. ASHRAE Design Guide for Tall, Supertall and Megatall Building Systems. ASHRAE, CTBUH. Viitattu 4.9.2020

Solla, J & Modeen, E. 2019. Betoni: As Oy Espoon Hansakallion Helmi; Fira Modules kylpyhuonemuodulit. Viitattu 27.10.2020. <https://betoni.com/>

Stein, R. 2003. In Hong Kong Apartment Tower, SARS Virus Spread Through Plumbing. Viitattu 30.8.2020. <http://www.washingtonpost.com>

Steven White, Technical Director, Studor Limited. High-Rise testing of drainage systems on two of the world's tallest test towers. CTBUH: Research Paper. Viitattu 17.10.2020. <https://global.ctbuh.org/>

Structuresinsider www-sivut 2020. Post: All you need to know about your hydraulic jump lab report. Viitattu 29.9.2020. <https://www.structuresinsider.com/>

Studor. 13.3.2018. MCE Milan was a milestone for Studor product range. Viitattu 17.10.2020. <https://studor.net/en/>

Suomen RakMK D1: Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 1.9.2020

Swaffield, J. 2010. Transient Airflow in Building Drainage Systems. London and New York: Spon Press. Viitattu 29.8.2020

Talokaivo www-sivut 2020. Jätevesipumppaamot. Viitattu 22.9.2020. <https://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/>

Talotekniikkainfo 2020. Vesi- ja viemärilaitteistot opas 10.6.2020. Viitattu 9.9.2020. <https://www.talotekniikkainfo.fi/>

Talotuote.fi www-sivut 2020. Puhdistusyhdyt. Viitattu 17.9.2020.

<https://www.talotuote.fi/>

Taloturva www-sivut 2020. Monien suomalaiskotien valurautaviemärit hajoamispiisteessä. Viitattu 15.10.2020. <https://www.taloturva.fi/>

Terrain: Above Ground Drainage Systems. 9/2011. Dubai Municipality. Terrain Drainage Design. Viitattu 17.10.2020. <https://www.middleeast.polypipe.com/>

Uponor 2/2019: Kiinteistöviemärointi: Suunnittelu- ja asennusohje Uponor Decibel ja HTP-kiinteistöviemärijärjestelmille. Viitattu 23.9.2020.

Vieser. 2015. Vieser One alipaineventtiili / Vakuumventil / Airvalve. Viitattu 1.10.2020. <https://www.youtube.com/watch?v=46xFr-cuHL4>

Vieser One alipaineventtiili / Vakuumventil / Airvalve. Viitattu 1.10.2020. <https://www.youtube.com/watch?v=46xFr-cuHL4>

Vink Finland www-sivut 2020. Tarkista kemiallinen kestävyys putkistoa suunnittellessa. Viitattu 15.10.2020. <https://www.vink.fi/>

Wavin UK. 2015. Waterless Trap System Overview. Viitattu 11.10.2020. <https://www.youtube.com/watch?v=DGJWz6ozQ3o>

White, S. 2017. Technical Paper. Offsets in Building Drainage Systems; How to keep the system ventilated. Aliaxis. 10/2017. Viitattu 29.9.2020.

White, S. 2017. Technical Paper. Purpose of a High-Rise Drainage and Ventilation system: The fundamentals. Viitattu 14.9.2020.

White, S. 2017. Technical Paper. Vertical Flow in High-rise Drainage Systems; How water and air interact. Aliaxis. 10/2017. Viitattu 24.9.2020.

Winconsin Department of Health Services www-sivut 2020. Sewer Gas. Viitattu 2.9.2020. <https://www.dhs.wisconsin.gov/>

Wjcandee, 2014. 'Toilet bowl doesn't completely fill with water'. Terry Love. Forum. 15.01.2014. Viitattu 31.8.2020. <https://terrylove.com/>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten jätevesilaitteistoihin tarkoitettujen vesilukkojen olennaisista teknisistä vaatimuksista. 2019. 9.4.2019/478. Viitattu 8.9.2020.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. 2017. 22.12.2017/1047. Viitattu 8.9.2020.

Viemäripisteiden normivirtaamat. (Suomen RakMK D1 2007, 47)

3 Viemäripisteiden normivirtaamat

Viemärilaitteiston mitoituksessa käytetään taulukon 1 mukaisia normivirtaamia.

TAULUKKO 1.

Mitoituksessa käytettävät viemäripisteiden normivirtaamat.

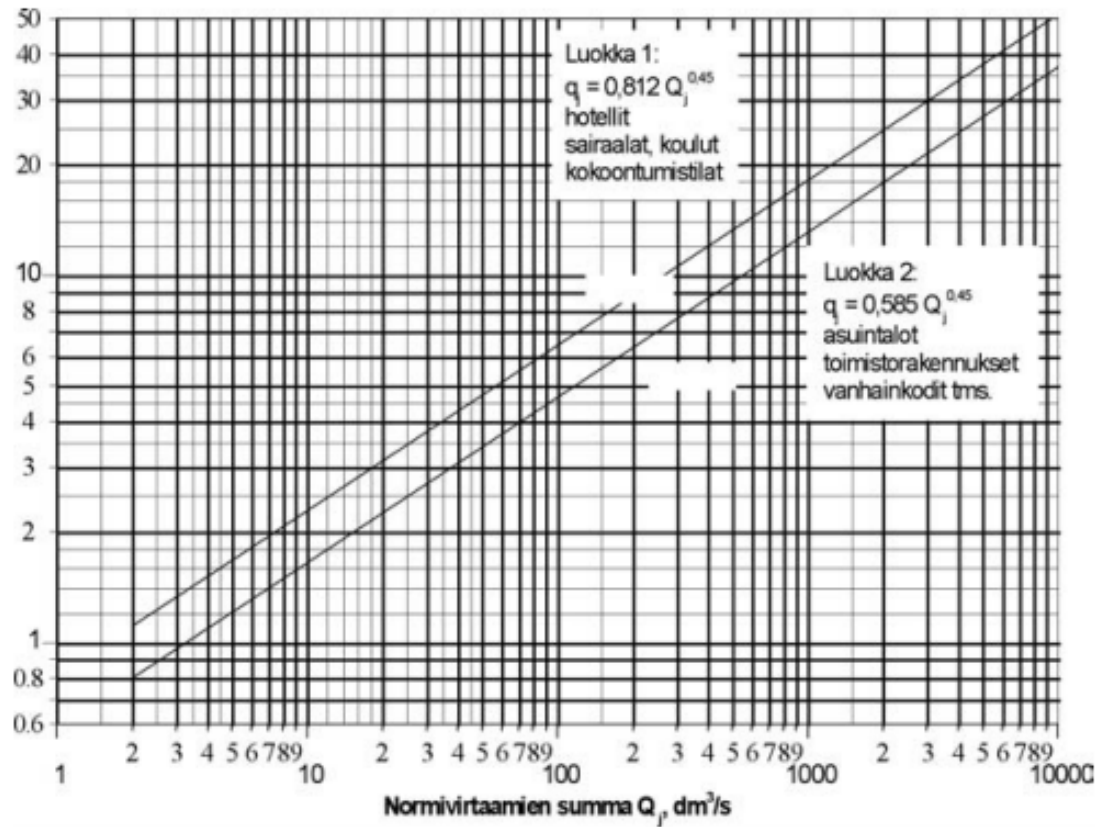
Viemäripiste ¹⁾	Normivirtaama dm ³ /s	Huomautus
Pesuallas	0,3	
Pesuistuin	0,3	
Kylpyamme tai suihkuallas	0,9	
Suihku	0,6	
WC-istuin	1,8	
Astianpesuallas	0,6	
Astianpesuallas ammattikäyttö, 2-altainen	0,6	Ravintolassa rasvan- erottimen kautta.
Astianpesuallas ammattikäyttö, 3-altainen	0,9	
Astianpesukone, kotitalous	0,6	1)
Astianpesukone, ravintola	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Pesukone, kotitalous	0,6	1)
Pesukone, talopesula tai vastaava	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Tasapohja-allas tai kaatoallas	0,6	
Urinaali huuhteluventtiilillä	0,6	
Urinaali huuhteluhanalla	0,3	
Huuhteluallas, sairaala	1,8	
Pesukouru/metri (samanaikaisuuskerroin 1)	0,4	0,3 dm ³ /s pesupaikka
Juoma-allas	-	Virtaamia ei oteta huomioon mitoituksessa.
Sylkyallas	-	
Lattiakaivo DN 50	≤ 0,9 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 75 (DN70)	≤ 1,5 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 110 (DN100)	≤ 1,8 dm ³ /s ²⁾	

¹⁾ Ei oteta mitoituksessa huomioon viemäroitaessa toisen vesipisteen vesilukkoon.

²⁾ Viemäripisteiden normivirtaamien enimmäissumma, joka voidaan viemäroidä lattiakaivon kautta. Laskettu normivirtaamien summa otetaan huomioon viemärin mitoituksessa. Asuinhuoneiston, hotellin tms. märkätilassa otetaan viemärin mitoituksessa huomioon vain suurin lattiakaivoon tuleva viemäripisteen normivirtaama.

LIITE 2

Viemärin mitoitusvirtaama y-akselilla, normivirtaamien summa x-akselilla. Viemärin mitoitusvirtaaman riippuvuus normivirtaamien summasta. (Suomen RakMK D1 2007, 48)

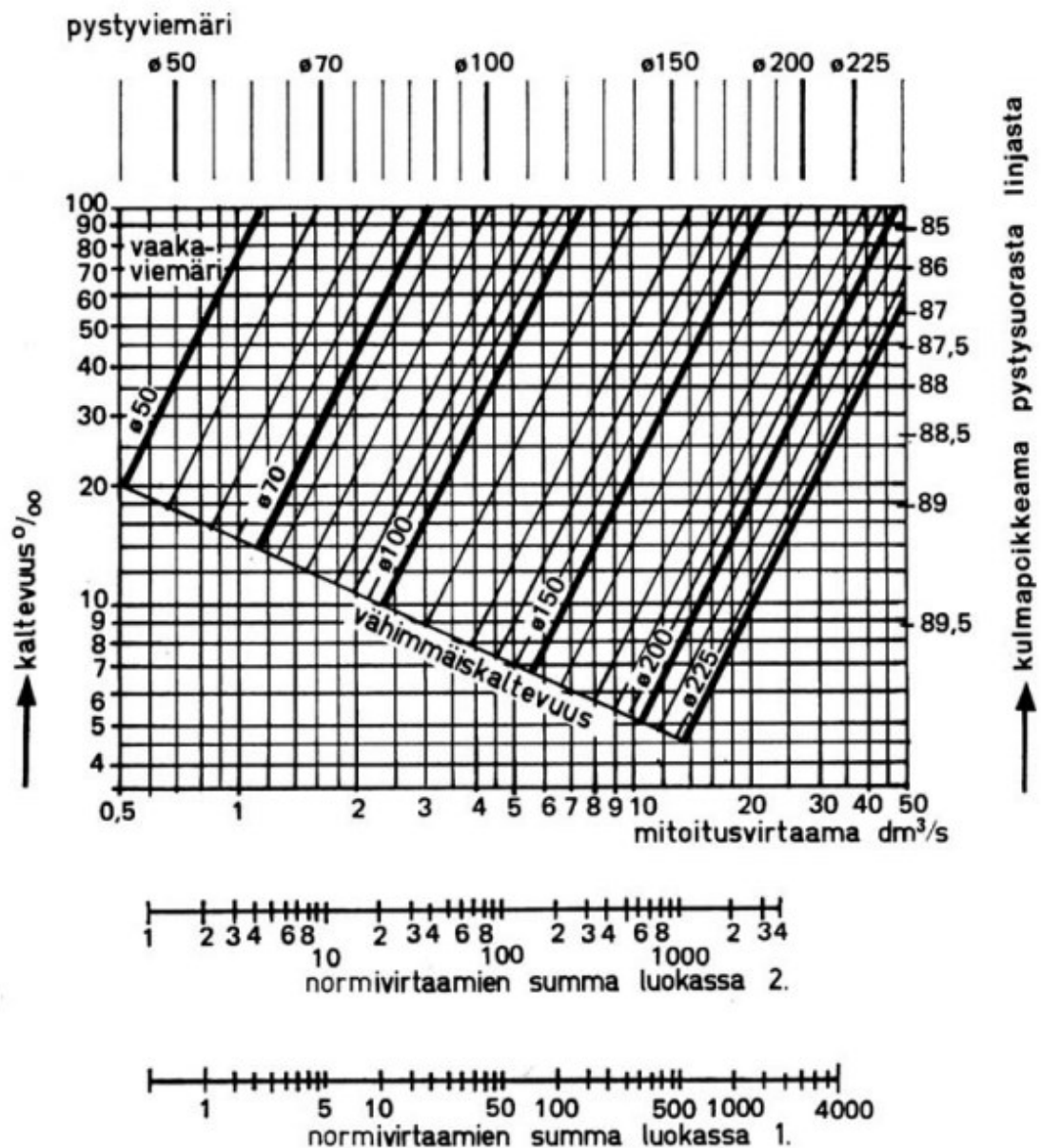


Kuva 1. Viemärin mitoitusvirtaaman riippuvuus normivirtaamien summasta.

LIITE 3

Tuuletetun viettoviemärin koon ja kaadon määrittäminen valurautaputkelle.

Y-akselilla kaato, X-akselilla mitoitusvirtaama, viemärin sisämitat merkitty diagrammiin. (Suomen RakMK D1 2007, 49)



Tuuletetun viettoviemärin koon ja kaadon määrittäminen muoviputkelle.

Y-akselilla kaato, X-akselilla mitoitusvirtaama, viemärin sisämitat merkitty diagrammiin. (Suomen RakMK D1 2007, 50)

