



# Kattosadevesien umpivirtausjärjestelmä

Verner Harjuntausta

OPINNÄYTETYÖ  
Maaliskuu 2019

Talotekniikan koulutus  
LVI

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutus  
LVI

HARJUNTAUSTA, VERNERI:  
Kattosadevesien umpivirtausjärjestelmä

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 5 sivua  
Maaliskuu 2019

---

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin kattosadevesien johtamiseen tarkoitettua umpivirtausjärjestelmää ja opittiin mitoittamaan kyseinen järjestelmä. Umpivirtausjärjestelmän kehitti suomalainen diplomi-insinööri Olavi Ebeling. Hänen kehittämänsä sadevesijärjestelmä on Suomessa unohdettu, maailmalla enemmän käytetty ja taas uudestaan Suomessa kiinnostusta herättänyt järjestelmä. Umpivirtausjärjestelmä koostuu umpivirtauskattokaivoista, putkistosta sekä järjestelmän ulospuhalluspisteestä. Toisin kuin perinteisessä kattosadevesijärjestelmässä, umpivirtausjärjestelmän putkisto on mitoitustilanteessa täynnä vettä.

Opinnäytetyöprosessin aluksi etsittiin informaatiota umpivirtausjärjestelmästä ja huomattiin nopeasti, että suomeksi ei tietoa ole helposti kovinkaan paljon saatavilla.

Umpivirtausjärjestelmää tutkittaessa ja laskettaessa huomattiin, että mahdollisesti järjestelmä jäi aikoinaan vähäiselle käytölle, koska sen suunnitteleminen oli vaativampaa ja hitaampaa kuin perinteisen painovoimaisen sadevesijärjestelmän. Nykyään voidaan suunnitteluohjelmilla laskea ja mitoittaa umpivirtausjärjestelmä yhtä helposti ja nopeasti kuin perinteinenkin sadevesijärjestelmä. Umpivirtausjärjestelmän etuna on, että se ei vaadi kaatoa vaakaputkissa, putkidimensiot ovat merkittävästi pienempiä sekä pystyputkien ja kaivantojen määrä vähenee.

---

Asiasanat: umpivirtaus, umpivirtausjärjestelmä, sadevesi, kattosadevesi, katto-  
kaivo, LVI

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
HVAC

HARJUNTAUSTA, VERNERI:  
Siphonic Roof Drainage system

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 5 pages  
March 2019

---

The aim of this thesis was to analyse the siphonic roof drainage system and learn to design the system. The siphonic drainage system was invented by the Finnish engineer Olavi Ebeling. It has been “forgotten” in Finland but is commonly used around the world. The siphonic drainage system consists of roof drains, piping and discharge point. Unlike the conventional roof drainage system, the pipe is full of water in the design condition.

In the beginning of the thesis process, information about the siphonic system was searched. It was soon discovered that there is not much information available in Finnish.

Studying and calculating the siphonic system we found out a potential reason why this system has not been used much in the past. The designing is slower and the calculating more difficult compared to the conventional system. Nowadays, we can calculate and design the siphonic system as fast as conventional system with computer programs. The siphonic system has the advantage that it does not need as many downpipes as the conventional system. Also, it requires smaller pipe dimensions and less excavations.

---

Key words: siphonic, conventional, HVAC, roof drains, discharge, piping

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	UMPIVIRTAUSJÄRJESTELMÄ .....	7
	2.1 Toimintaperiaate .....	8
	2.2 Virtaus putkessa.....	9
	2.2.1 Painovoimainen/kerroksellinen virtaus .....	9
	2.2.2 Tulppavirtaus .....	10
	2.2.3 Kuplavirtaus.....	10
	2.2.4 Umpivirtaus .....	11
	2.2.5 Pystyputki .....	11
	2.3 Mitoitussade .....	12
	2.4 Mitoitusperiaate.....	13
	2.4.1 Kertavastusten ekvivalenttiset putkipituudet.....	16
3	PUTKISTO.....	17
	3.1 Materiaali ja paineluokka.....	17
	3.2 Kattokaivo .....	17
	3.3 Suunnittelu ja asennus.....	18
	3.3.1 Supistus kytkentäjohdossa .....	19
	3.3.2 Kalteva liitosputki.....	19
	3.3.3 Kalteva vaakaputki (kaltevuus suurempi kuin 1:100).....	20
	3.3.4 Pystyputken halkaisijan suurentaminen.....	20
	3.4 Kannakointi ja eristys .....	21
	3.5 Huolto ja ylläpito.....	21
	3.5.1 Yleisesti .....	22
	3.5.2 Kattopinta .....	22
	3.5.3 Putkisto.....	22
4	KATTOSADEVESIJÄRJESTELMÄ TODELLISESSA KOHTEESSA ..	23
	4.1 Yleistä kohteesta.....	23
	4.2 Umpivirtausjärjestelmä.....	23
	4.3 Perinteinen sadevesiviemärijärjestelmä .....	24
	4.4 Normitunnit järjestelmittäin .....	24
	4.4.1 Umpivirtausjärjestelmä .....	24
	4.4.2 Perinteinen sadevesijärjestelmä .....	25
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	26
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET .....	30

Liite 1. Painehäviö mitoitusdiagrammi muoviputkelle. (RakMk D1 2007).	
30	
Liite 2. Putkiyhteiden kertavastuskertoimet. (RakMk D1 2007).....	31
Liite 3. Suunniteltu umpivirtausjärjestelmä todelliseen kohteeseen. ...	32
Liite 4. Suunniteltu perinteinen sadevesijärjestelmä kohteeseen.....	33
Liite 5. Viemäriputkien normituntitaulukko (Talotekniikka-alan työehtosopimus 1.5.2018 – 30.5.2020). .....	34

## 1 JOHDANTO

Tätä opinnäytetyötä lähdettiin tekemään tarkoituksena perehtyä kattosadevesien johtamiseen tarkoitettuun järjestelmään, umpivirtausjärjestelmään ja opetella mitoittamaan kyseinen järjestelmä.

Idea opinnäytetyöhön tulikin oikeasta Pirkanmaalaisesta hallirakennuskohteesta, johon oli tarkoituksena suunnitella umpivirtausjärjestelmä.

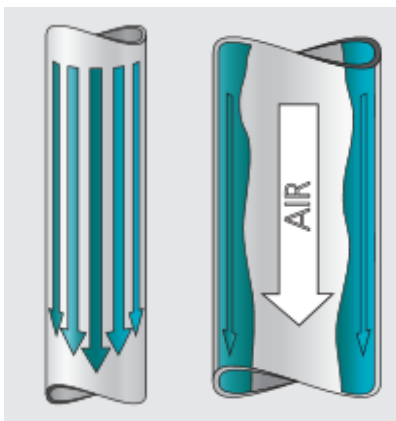
Tässä opinnäytetyössä on käyty lävitse, miten järjestelmä toimii, miten se mitoitetaan ja mitä pitää ottaa huomioon järjestelmää suunniteltaessa.

Vertailuksi kohteeseen suunniteltiin myös perinteinen sadevesijärjestelmä, jotta nähtäisiin paremmin, minkälainen ero suunnittelussa on ja miten putkidimensiot muuttuvat järjestelmien välillä.

## 2 UMPIVIRTAUSJÄRJESTELMÄ

Umpivirtausjärjestelmä (UV-järjestelmä) on alkujaan Suomessa vuonna 1968 Olavi Ebelingin toimesta kehitetty järjestelmä. Järjestelmään liittyvän kattokaivon Ebeling sekä Risto Lundén ovat patentoineet vuonna 1967 ja joka on tullut julkiseksi vuonna 1969 (FI41451 (B)). 1970 -luvun alussa umpivirtausjärjestelmä levisi nopeasti koko Skandinaviaan ja sitä on käytetty laajalti ympäri Eurooppaa. Umpivirtausjärjestelmää käytetään kattosadevesien pysty- sekä vaakaviemäröinneissä. UV-järjestelmän mitoitustilanteessa järjestelmän putkisto on täynnä vettä täyttösuhteella 1/1, kun taas perinteiset sadevesiviemärit ovat vain osittain täynnä. Perinteisen sadevesiviemäriin pystyviemäriin täyttösuhde on 1/3. UV-järjestelmässä voidaan tällä tavoin käyttää pienempiä putkikokoja. UV-järjestelmässä sadevesiputkien vaakaviemäreihin ei tarvitse asentaa kaatoja, mikä mahdollistaa pienemmän tilankäytön pitkissä hallirakennuksissa. Vaikka kaatoja ei välttämättä, suositellaan UV-järjestelmä asennettavaksi pienelle kaadolle kohti ulospuhalluspistettä. (Laiho 1992, UV-system n.d).

Kuvasta 1 nähdään periaatteena, että umpivirtausjärjestelmän putki on täynnä vettä mitoitustilanteessa, kun taas perinteisessä järjestelmässä putki täyttyy vain osittain vedestä. Tällä tavoin umpivirtausjärjestelmässä voidaan käyttää pienempiä putkidimensioita. (HydroMax 2009).



Kuva 1. Umpivirtausjärjestelmän sekä perinteisen kattosadevesijärjestelmän pystyviemäri mitoitustilanteessa. (HydroMax 2009).

## 2.1 Toimintaperiaate

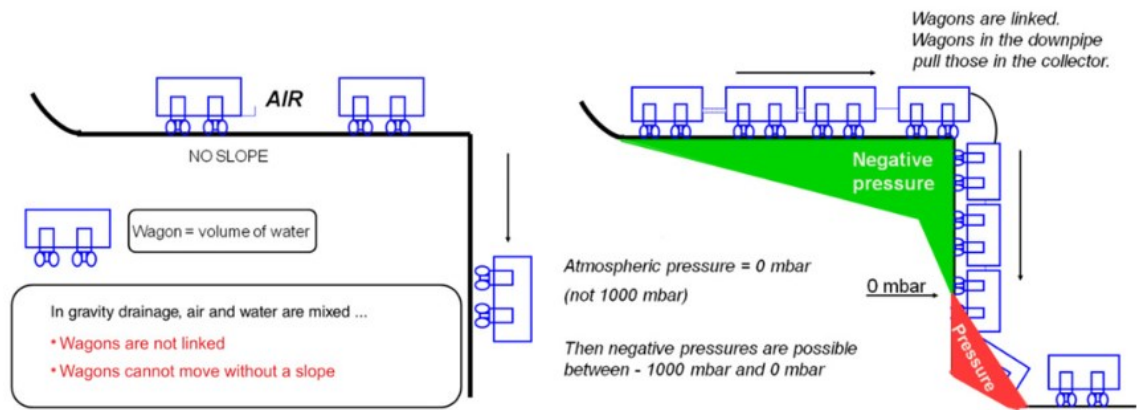
Umpivirtausjärjestelmän toimintaperiaate perustuu siihen, että mitoitustilanteessa kattosadevesien yhtenäinen vesipatsas alkaa kattokaivosta ja päättyy järjestelmän loppupisteeseen eli ulospuhalluspisteeseen. Umpivirtausjärjestelmän toiminnan mahdollistaa UV-järjestelmään erityisesti suunnitellut kattokaivot sekä järjestelmän suunnittelussa käytetty mitoitusmenetelmä. (Laiho 1992).

UV-järjestelmän käyttövoimana toimii korkeusero  $H$  kattokaivon ja ulospuhalluspisteen välillä. Korkeuserosta aiheutuva paine ( $P_a$ ) kertoo, kuinka paljon kokonaispainehäviötä  $\Delta P$  järjestelmässä on käytettävissä. Kokonaispainehäviöön lasketaan mukaan umpivirtausjärjestelmän kattokaivon, viemäriputken kitkavastuksen, viemäriputken kertavastuksien sekä ulospuhalluspisteen aiheuttamat painehäviöt. (Laiho 1992).

UV-järjestelmän ulospuhalluspiste on järjestelmän päätepiste, josta sadevesiviemärit jatkuvat eteenpäin perinteisinä viettoviemäreinä. Tavallisesti UV-järjestelmän ulospuhalluspisteenä toimii pystyviemärin alapään puhdistusyhde tai varsinainen sadevesikaivo. (Laiho 1992).

Kuvassa 2 voidaan hyvin nähdä havainnollistus umpivirtausjärjestelmän toimintaperiaatteesta. Mikäli putkessa on ilmaa, ei putkeen muodostu yhtenäistä vesipatsasta eikä alipainetta pääse syntymään. Tässä tilanteessa vesi vaatii, että putkessa on kaatoa, jotta se pystyy etenemään kohti ulospuhalluspistettä. (Siphonic Roof Drainage Association 2014).





KUVA 2. Umpivirtausjärjestelmän toimintaperiaatteen havainnollistus. (Siphonic Roof Drainage Association 2014).

Vesipatsaan muututtua yhtenäiseksi ja järjestelmän ilmattomaksi, linkittyy vesipatsas yhteen ja putkeen muodostuu alipaine, joka saa veden liikkeelle. Pystyputkessa oleva vesipatsas ”vetää” kokoojaputkessa olevaa vettä perässään alas kohti ulospuhalluspistettä. (Siphonic Roof Drainage Association 2014).

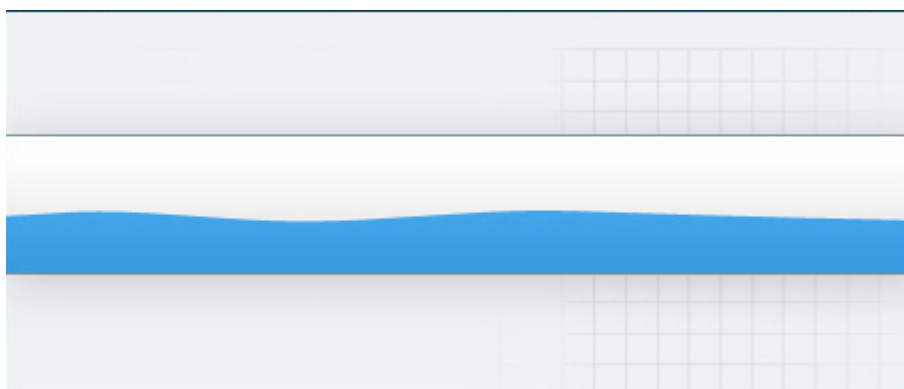
## 2.2 Virtaus putkessa

Umpivirtausjärjestelmässä esiintyy yleisesti 4 erilaista virtaustyyppiä vesivirran määrän sekä putkisto-osan sisähalkaisijan mukaan. Aluksi virtaus putkistossa on pientä kerroksellista ja lopuksi mitoitustilanteessa vesivirta on täyttänyt putken ja muuttunut umpivirtaukseksi, jossa ei ole enää ilmatilaa.

(HydroMax n.d)

### 2.2.1 Painovoimainen/kerroksellinen virtaus

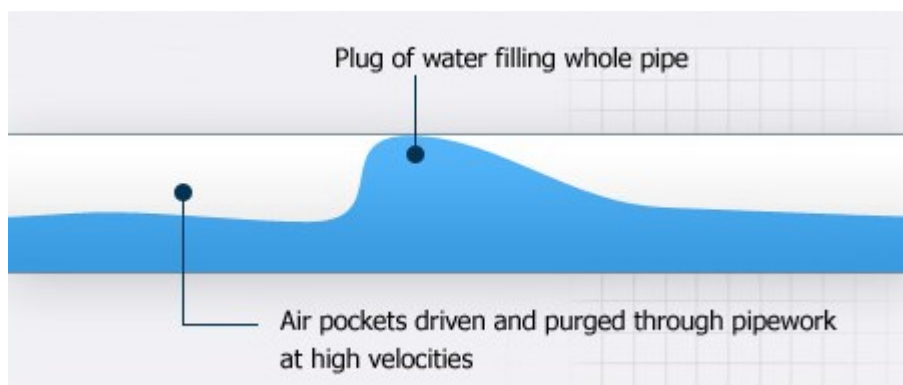
Vesivirran ollessa pieni putken halkaisijaan nähden, on putkessa pieni täyttöaste. Putken kaadon sekä painovoiman aiheuttamat nesteen ja kaasun virtaukset putkessa ovat matalat, jolloin vesi ja ilma pysyvät erillään toisistaan eivätkä sekoitu. Tässä tilanteessa viemäri toimii samalla periaatteella kuin perinteinen sadevesiviemäri. (PM Engineer 2000)



KUVA 3. Painovoimainen virtaus. (HydroMax n.d).

### 2.2.2 Tulppavirtaus

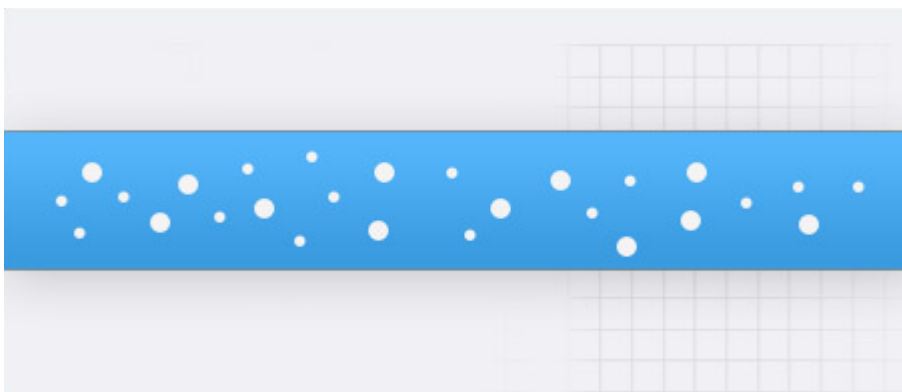
Vesivirran noustessa muuttuu virtaus tulppavirtaukseksi, jolloin ilma/kaasukuplat aikaansaavat nesteen epäjatkuvuuden putken yläosassa. Putken alaosassa neste virtaa keskeytymättä. (PM Engineer 2000).



KUVA 4. Tulppavirtaus. (HydroMax n.d).

### 2.2.3 Kuplavirtaus

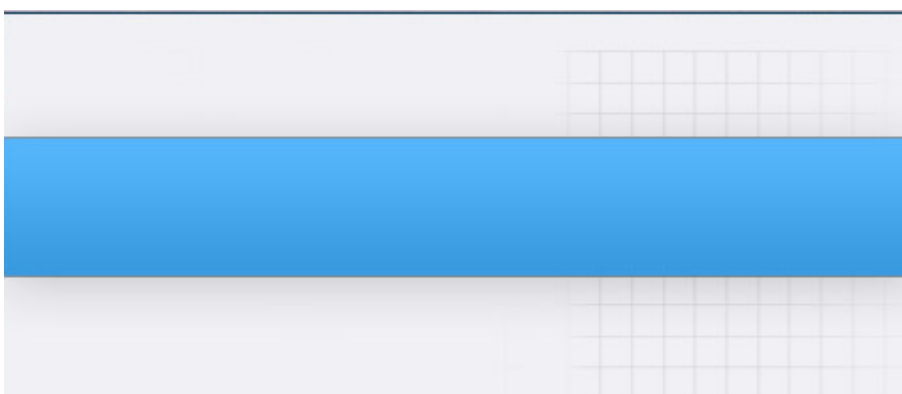
Vesivirran lähentyessä mitoitustilannetta, sekä virtauksen noustessa muuttuu virtaus putkessa kuplavirtaukseksi. Kuplavirtauksessa vesi täyttää lähestulkoon koko putken. Jäljelle jäävä ilma kulkeutuu eteenpäin putkessa pieninä kuplina. (PM Engineer 2000).



KUVA 5. Kuplavirtaus. (HydroMax n.d).

### 2.2.4 Umpivirtaus

Virtauksen saavuttaessa mitoitusvirtaaman ja putkiston ollessa täynnä vettä, muuttuu virtaus laminaariseksi virtaukseksi. Laminaarisessa virtauksessa vesi virtaa tasaisesti eteenpäin putkessa ja seassa ei ole enää ilmakuplia. Laminaarisella virtauksella on suurin virtausnopeus. (PM Engineer 2000).

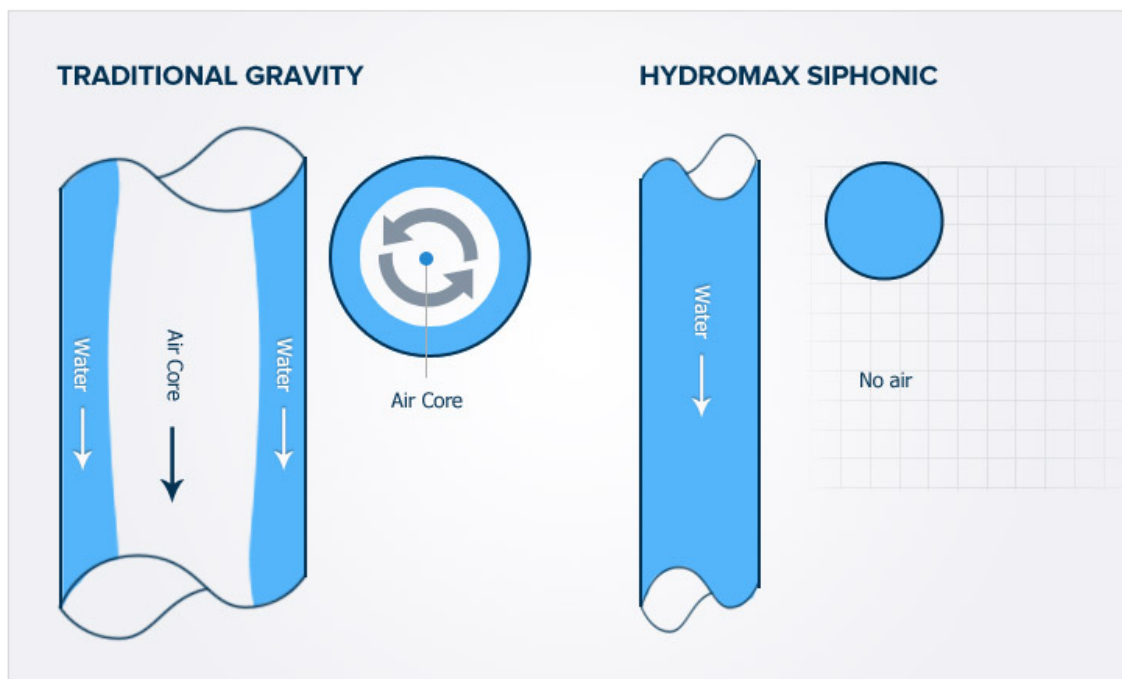


KUVA 6. Umpivirtaus. (HydroMax m.d).

### 2.2.5 Pystyputki

Kuvasta 8 nähdään virtauksen ero perinteisen ja umpivirtausjärjestelmän pystyputkessa. Kuvan vasemmanpuoleinen putki havainnollistaa perinteisen sadevesiviemäriin virtausta putkessa. Ilman ja veden sekoitus aiheuttaa pyörteen put-

kessa, joka hidastaa putkessa tapahtuvaa vedenvirtausta. Kuvassa oikeanpuoleinen putki on umpivirtausjärjestelmän putki. Putki on täynnä vettä ja ilma ei ole aiheuttamassa pyörrettä ja virtauksen hidastumista. (HydroMax n.d).



KUVA 7. Vasemmalla perinteisen sadevesiviemäriin pystyputki, jossa putken keskiossa on täynnä ilmaa ja vesi kulkee putken reunoilla. Oikealla umpivirtausjärjestelmän pystyputki on täynnä vettä mitoitusilanteessa. (HydroMax n.d).

### 2.3 Mitoitussade

Mitoitussateena nykyisin kumotussa Rakentamismääräyskokoelman osassa D1 2007 ohjeistetaan, että suurimpana hetkellisenä virtauksena eli mitoitussateena  $q_s$  käytetään yleensä  $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , joka on hyvä yleisarvo sadevesiä mitoitetessa, mikäli toista tietoa ei ole. Paikallisen viranomaisen luvalla voidaan käyttää myös mitoitussateen arvoja  $0,010 - 0,020 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$  tulvimisen haitallisuuden mukaan. (RakMk D1 2007).

Sadevesiviemäriin mitoitukseen vaikuttaa myös mitoitettavan alueen pinnan rakenne. Pinnan rakennetta kompensoidaan valumiskertoimella  $k$ . Esimerkiksi tiheillä päällysteillä, kuten katot, asfaltit ja betonit valumiskerroin on 1,0. Päällystämättömillä pinnoilla, kuten nurmikoilla valumiskerroin on 0,3. (RakMk D1 2007).

## 2.4 Mitoitusperiaate

UV-järjestelmän putki katolta sadevesikaivosta alas ulospuhalluspisteeseen on täynnä vettä, jolloin toimii tätä korkeuseroa vastaava vesipatsaan paino järjestelmän käyttövoimana. Korkeuserosta aiheutuva paine on käytettävissä järjestelmän kokonaispainehäviöön. (Laiho 1992, Siphonic Roof Drainage Association 2015)

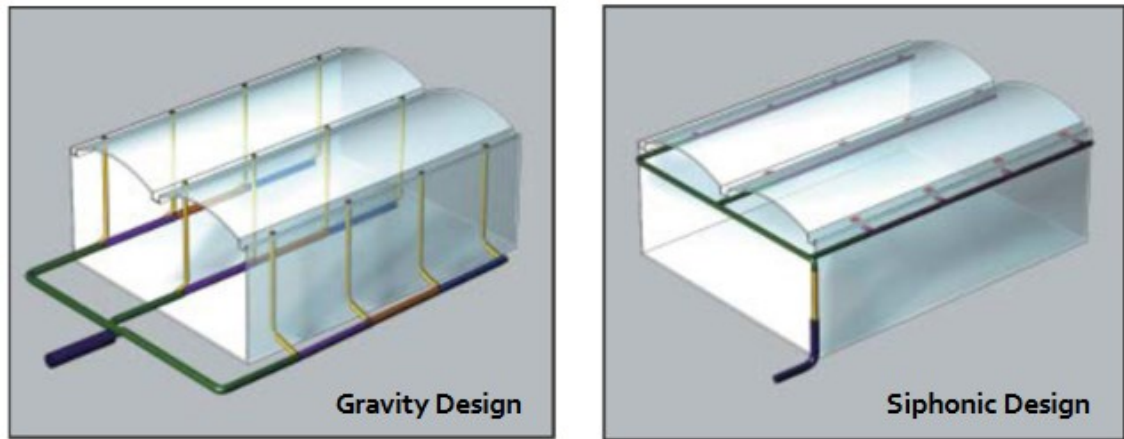
UV-järjestelmää mitoittaessa ollaan virtausteknisesti tilanteessa, jossa käyttövoima on etukäteen määrätty ja mitoitus tehtävänä on määrittää putkikoot siten, että korkeuserosta syntyvä käyttövoima riittää putkien kokonaispainehäviöihin ulospuhalluspisteeseen saakka (UV-järjestelmän mitoitusta voidaan verrata vesijohdon mitoitukseen). Mitoituksen aluksi pitää viemärijohdon sisähalkaisija jontekin valita, jotta painehäviöt voidaan määrittää ja verrata niitä olemassa olevaan käyttövoimaan. (Laiho 1992).

Käyttövoimana toimiva korkeusero  $H$  voidaan muuttaa paineyksiköiksi seuraavan yhtälön mukaisesti:

$$H = 1 \text{ m} = 1 \text{ mvp} = 10 \text{ kPa} = 10\,000 \text{ Pa.} \quad (1)$$

Toimiakseen, umpivirtausjärjestelmän kokonaispainehäviöiden  $\Delta P$  tulee olla pienempiä kuin korkeuseron aiheuttaman paineen, eli yhtälöllä ilmaistuna UV-järjestelmän pystyviemärin toiminta näyttää seuraavalta:

$$\Delta P \leq H. \quad (2)$$



KUVA 8. Perinteinen (gravity) sadevesi- ja umpivirtausjärjestelmä (siphonic). (Siphonic Roof Drainage Association 2014).

Tavallisesti UV-järjestelmän mitoitus etenee seuraavalla tavalla:

1. Lasketaan yksittäisille kaivoille mitoitusvesivirta kaavan 3 mukaisella tavalla, jossa  $q_v$  on mitoitusvirtaama per kaivo ja  $k$  on valumiskerroin (katoilla  $k = 1,0$ )

(RakMk D1 2007):

$$q_v = 0,015 \frac{\text{dm}^3/\text{s}}{\text{m}^2} \cdot k \cdot A \quad (3)$$

2. Lasketaan käytössä oleva käyttövoima  $H$  mitoitettavalle putkiosuudelle. Käyttövoima  $H$  on mitoitettavan putkisto-osan pystysuora korkeusero mitoituskohdan alku- ja loppupisteen välillä ilmaistuna paineen yksiköissä yhtälön 1 mukaisesti.
3. Arvioidaan karkeiden laskelmien, mitoitustaulukon (esim. liite 1 ja 2) ja päättelyn avulla mitoitettavan putkisto-osan sisähalkaisija  $d_s$ , jolla mitoitusta lähdetään aluksi kokeilemaan.
4. Lasketaan mitoitettavan putkisto-osuuden kokonaispainehäviö. Kokonaispainehäviöllä tarkoitetaan mitoitettavan putkisto-osuuden putken aiheuttamaa sekä kertavastusten (esim. kulmien, käyrien, ja haarojen) aiheuttamaa yhteenlaskettua kokonaispainehäviötä.

Painehäviö putkessa saadaan suoraan mitoitusdiagrammista (liite 1 ja 2), kun tiedetään putken sisähalkaisija  $d_s$  sekä virtaama  $q_v$  ( $\text{dm}^3/\text{s}$ ). Kertavastusten  $\zeta$  aiheuttama painehäviö (Pa) saadaan kaavalla 4, kun tiedetään virtausnopeus  $v$  (m/s), kertavastuskerroin sekä virtaavan nesteen tiheys ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Kertavastuskerroin määräytyy liitteen 3 mukaan.

$$\Delta p = \zeta \cdot \rho \cdot \left( \frac{v^2}{2} \right). \quad (4)$$

5. Lasketaan mitoittavalle putkisto-osuudelle sallittu painehäviö pituutta kohti  $R_{sal}$ , jonka korkeuserosta aiheutuva käyttövoima sallii putkisto-osuudella olevan. Putkisto-osuudelle sallittu painehäviö pituutta kohti saadaan kaavasta 5, jossa  $H$  on korkeuseron aiheuttama käytössä oleva paine ja  $l$  on mitoittavan putkisto-osan pituus.

$$R_{sal} = \frac{H}{l}. \quad (5)$$

6. Toimiakseen, järjestelmän kitkapainehäviön  $R$  tulsee olla samansuuruinen tai pienempi kuin sallitun kitkapainehäviön  $R_{sal}$ .

$$R \leq R_{sal}. \quad (6)$$

Toisinsanottuna, kaavan 6 mukaan UV-järjestelmän viemärin eri putkisto-osuuksien putkikoot on valittava siten, että mitoittavan putkiosuuden kokonaispainehäviö ei nouse korkeammaksi kuin korkeuserosta aiheutuva käytettävissä oleva paine.

Yleensä mitoittavan putkisto-osan sisähalkaisijan arvaus onnistuu vähäisellä laskennalla ja kokemuksen avulla. Apuna voidaan käyttää myös karkeita ekvivalenttipituuksia. (Laiho 1992).

### 2.4.1 Kertavastusten ekvivalenttiset putkipituudet

Kertavastuksille voidaan käyttää myös karkeita ekvivalenttisia putkipituuksia eli suoraa putkea vastaavia pituuksia, jotka vastinpituuksessa lisätään suoraan suoran putken pituuteen laskettaessa karkeita painehäviöitä. Ekvivalenttipituudet määrittävät putkisto-osan, taivutussäteen, sisähalkaisijan tai vaikkapa yhtenevässä virtauksessa tulevan virtauksen suunnan mukaan. Näitä pituuksia voidaan käyttää apuna karkeiden laskelmien aikana helpottamaan putken koon ”arvausta” (Laiho 1992).

TAULUKKO 1. Karkeat arviot ekvivalenttipituuksista mitoitettavalle putkisto-osuudelle

(Laiho 1992).

<b>Putkisto-osa</b>	<b>Pituus</b>
UV-kaivo	1 m
Käyrät, kpl	1 m
Yhtyvät virtaukset	
➤ läpimenevät	2 m
➤ kääntyvät	1 m
Ulospuhalluspiste	2 m



### 3 PUTKISTO

Umpivirtausjärjestelmän putkistolla on erilaiset putkistovaatimukset. Putkiston pitää kestää enemmän ali- sekä ylipainetta kuin perinteinen sadevesijärjestelmä. Suurin ero perinteiseen sadevesijärjestelmään lieneekin paineenkestovaatimus sekä putkimateriaali. UV-järjestelmän putkien vähimmäishalkaisijan  $d_i$  on oltava vähintään 32mm. (SFS-EN 12056-3 2001).

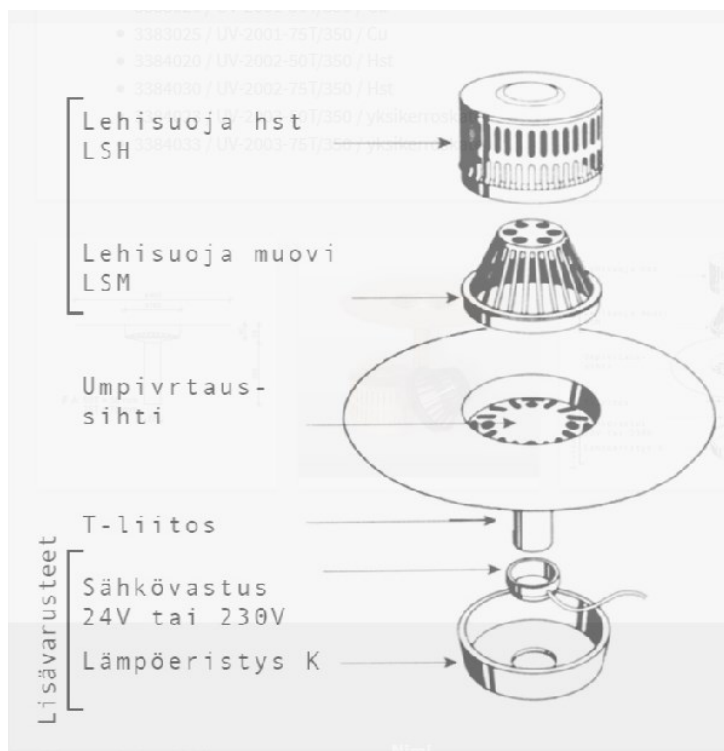
#### 3.1 Materiaali ja paineluokka

Umpivirtausjärjestelmässä voidaan yleisesti ottaen käyttää mitä tahansa putkimateriaalia, jossa on riittävät paineenkestoluokitukset. Suomessa on yleensä käytetty kupari-, PVC- tai PE-putkia. UV-järjestelmän putkiston paineenkestovaatimus nykyisin kumotussa RakMk D1:ssä on vähintään 300 kPa. Maailmalla putkimateriaalina on käytetty myös valurautaa, galvanoitua teräsputkea ja ruostumatonta terästä.

(Laiho 1992, RakMk D1 2007, Siphonic Roof Drainage Association 2015).

#### 3.2 Kattokaivo

Umpivirtausjärjestelmälle on oma erityinen umpivirtausjärjestelmälle suunniteltu kattokaivo (kuva 9). UV-kattokaivon toimintaperiaate eroaa perinteisestä sadevesiviemäriin kattokaivosta siten, että UV-kattokaivo on suunniteltu estämään ilman kulkeutuminen järjestelmään. (Laiho 1992, UVJ-Systems Oy n.d).



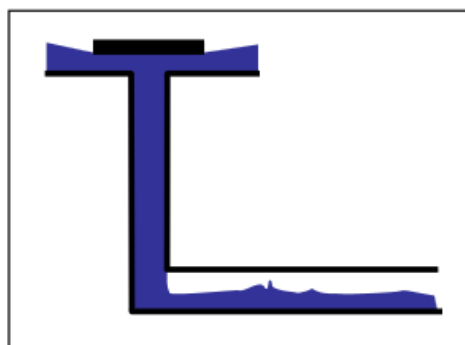
KUVA 9. Umpivirtauskaivo. (UVJ-Systems Oy).

UV-kattokaivoissa on syvennys eli kuppi ja sen päällä sijaitsee irrotettava sihti. Kattopinnalta valuva sadevesi virtaa UV-kattokaivon kuppiin, joka alkaa täyttymään. Umpivirtaus alkaa silloin, kun kupin kaikki reiät jäävät veden alle. Materiaalina kattokaivoissa käytetään yleensä kuparia tai haponkestävää terästä. (Laiho 1992, RT-38713 2017, UVJ-Systems Oy n.d).

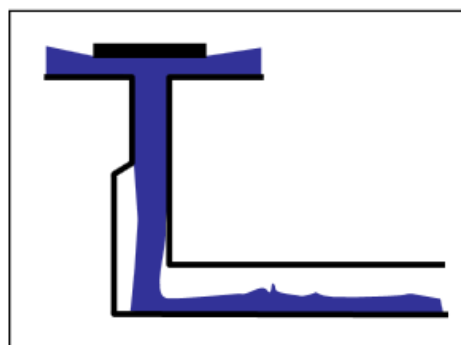
### 3.3 Suunnittelu ja asennus

Suunnittelussa luotetaan siihen, että putki täyttyy mitoitustilanteessa täyteen vettä. Joissain tilanteissa tämä ei kuitenkaan välttämättä tapahdu huolimattoman suunnittelun tai asennuksen johdosta. Erona perinteiseen sadevesiviemärointiin, voidaan UV-järjestelmän putkiston viemäriputken kokoa myös pienentää virtausuunnassa. Mikäli putki ei täyty mitoitustilanteessa ja umpivirtausta ei saada aikaiseksi joihinkin putkisto-osiin, voi syy olla esimerkiksi supistussyhteen asentaminen väärään kohtaan putkistoa tai putken asentaminen liian suurelle kaadolle. (SFS-EN 12056-3 2001, Siphonic Roof Drainage Association 2015).

### 3.3.1 Supistus kytkentäjohdossa



Good – Tail filled in vertical

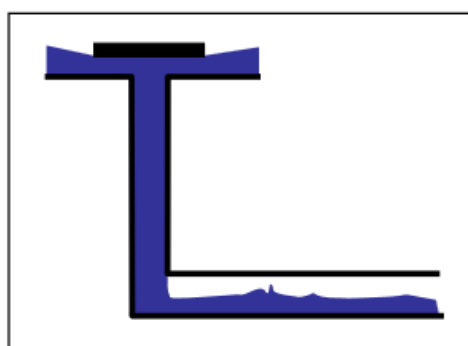


Bad – Tail may fail to fill

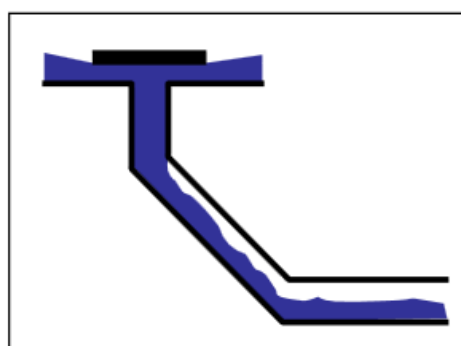
KUVA 10. Supistusyhte pystyliitosputkessa. Vasemmanpuoleinen putki täyttyy horisontaalisti niin kuin pitääkin. Oikeanpuoleinen putki saattaa jäädä täyttymättä huonosti sijoitetun supistusyhteen takia. (Siphonic Roof Drainage Association 2015).

Mikäli kaivon tuleva liitosputki on liian suuri, umpivirtauskaivosta tuleva vesi ei pysty täyttämään sitä, jolloin kaivo toimii vain osalla mitoitetusta virtaamasta. Yleisesti ottaen putken supistaminen 1 putkikokoa suuremmaksi on kuitenkin hyväksyttävää. (Siphonic Roof Drainage Association 2015).

### 3.3.2 Kalteva liitosputki



Good – Tail filled in vertical

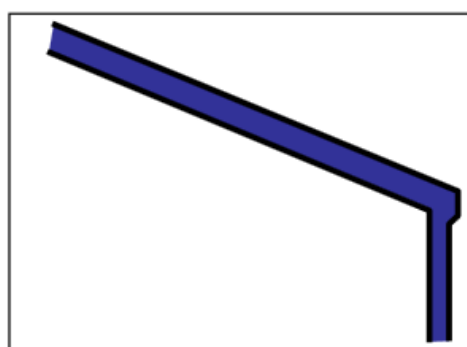


Bad – Tail may fail to fill

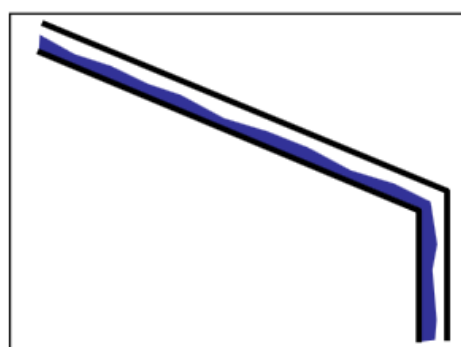
KUVA 11. Kalteva liitosputki. Vasemmanpuoleisessa kuvassa putki täyttyy tasaisesti horisontaalisesti. Oikeanpuoleinen putki saattaa jäädä täyttymättä kunnolla. (Siphonic Roof Drainage Association 2015).

Mikäli liitosputki tehdään kaltevaksi kuvan 11 tavoin, on suuri riski, että vedenvirtaus nousee liian korkeaksi putkessa ja putki jää täyttymättä kokonaan vedestä. Tällöin viemäri toimii painovoimaisen viemärin tavoin ja järjestelmä ei mahdollisesti saavuta ollenkaan umpivirtausta ja eikä myöskään parasta tehokkuuttaan. (Siphonic Roof Drainage Association 2015)

### 3.3.3 Kalteva vaakaputki (kaltevuus suurempi kuin 1:100)



Good – Siphonic action  
Promoted by smaller downpipe



Bad – System may stay in gravity

Kuva 12. Kalteva vaakaputki. Vasemmanpuoleinen putki täyttyy täyteen, putken täyttymistä on tehostettu supistamalla pystyputken kokoa. Oikeanpuoleinen putki saattaa jäädä täyttymättä eikä saavuta umpivirtausta. (Siphonic Roof Drainage Association 2015).

Samasta syystä kuin on syytä välttää kaltevia liitosputkia, on syytä välttää myös yli 1:100 kaadolla olevia vaakaputkia. Umpivirtausjärjestelmän vaakaputket on syytä asentaa vaakatasoon. Mikäli vaakaputki on asennettava suurelle kaadolle, voidaan pystyputken halkaisijaa pienentämällä pakottaa putki täyttymään vedestä, jolloin virtaus muuttuu umpivirtaukseksi. (Siphonic Roof Drainage Association 2015).

### 3.3.4 Pystyputken halkaisijan suurentaminen

Halkaisijan suurentamista pystyputkissa olisi syytä välttää. Putken halkaisijan suurentaminen pystyputkessa on riski, koska umpivirtaus saattaa katketa. Umpivirtauksen katkeaminen tarkoittaa kyseisellä kohtaa sitä, että järjestelmällä on

käytössä vähemmän korkeuseron aiheuttamaa käyttövoimaa, koska putken laajenemiskohta toimii tässä tilanteessa järjestelmän ulospuhalluspisteenä. Putken laajenemiskohdassa viemäri muuttuu umpivirtauksen katketessa periaatteeltaan perinteiseksi sadevesiviemäriksi. (Siphonic Roof Drainage Association 2015).

### **3.4 Kannakointi ja eristys**

Umpivirtausjärjestelmä ei juurikaan eroa periaatteeltaan kylmästä käyttövedestä, eikä sen kannakoinnista tai eristyksestä ole suoranaista ohjetta. Umpivirtausjärjestelmän putkiston kannakoinnissa sekä eristämisessä voidaankin soveltaa kylmän käyttövesiputken kannakointi- sekä eristysohjeita. Putki kulkee usein lämpimässä sisätilassa ja putkessa kulkee varsinkin syksyisin ja keväisin kylmää sadevettä, joka eristämättä voi aiheuttaa putken kondensoimista ja pahimmassa tapauksessa vesivahingon. Johtuen lämpötilaerosta putken ulkopinnan ja ympäröivän ilman välillä, on kondensoiminen otettava huomioon eristettäessä. Eristyksessä on myös otettava huomioon perinteiseen sadevesiviemäriin nähden korkeampi virtausnopeus ja tästä johtuvat virtausäänet. Varsinkin asuinrakennuksissa, mikäli virtauksesta johtuva ääni nousee liian korkeaksi, pitää viemäri myös äänieristää esim. koteloinnilla tai eristämällä.

### **3.5 Huolto ja ylläpito**

Samoin kuin perinteinen kattosadevesijärjestelmä vaatii myös umpivirtausjärjestelmä huoltoa ja ylläpitoa toimiakseen parhaalla mahdollisella tavalla. Ilman ylläpitotehtäviä saattaa järjestelmä pahimmillaan olla kokonaan poissa käytöstä ja kykenemätön kuljettamaan kattosadevesiä alas katolta sadevesiviemäriin. (American Society of Plumbing Engineers 2013).

### 3.5.1 Yleisesti

Voisi helposti luullaan, että umpivirtausjärjestelmä vaatii enemmän kunnossapitoa, koska putkidimensiot ovat pienempiä, mutta todellisuudessa perinteinen kattosadevesijärjestelmä vaatii suurinpiirtein yhtä paljon huoltamista. Suuren virtausnopeuden ansiosta voidaan umpivirtausjärjestelmän putkistoa pitää yleisesti ottaen itsestään puhdistuvana. Eniten huoltotehtävää vaativat järjestelmän kattokaivot sekä niiden puhtaanapito, jotta järjestelmän tehokkuus ei kärsi. Kattokaivot tulisivatkin tarkastaa ainakin 2 kertaa vuodessa. Alueilla, joissa on runsaasti puustoa ja lehtiä, tulisi kaivot tarkastaa vieläkin useammin. (American Society of Plumbing Engineers 2013).

### 3.5.2 Kattopinta

Kattopinnat tulisi puhdistaa roskista, neulasista, lehdistä jne. ylimääräisestä jätteestä 2 kertaa vuodessa esimerkiksi samaan aikaan kattokaivojen puhdistuksen kanssa järjestelmän suorituskyvyn ylläpitämiseksi. Jos kattotasojä on alempana lähempänä maanpintaa, tulisi nämä katot tarkistaa useammin ja tarvittaessa puhdistaa. (American Society of Plumbing Engineers 2013).

### 3.5.3 Putkisto

Putkisto tulisi tarkistaa kausittain sinne kuulumattomien asioiden varalta. Tarkistuksen yhteydessä lehtisuojat, jos niitä on käytetty, tulisi vaihtaa tai korvata mikäli ne ovat vioittuneet tai hävinneet. Umpivirtauskaivojen sihdit tulisi myös tarkastaa ja puhdistaa. (American Society of Plumbing Engineers 2013).

## 4 KATTOSADEVESIJÄRJESTELMÄ TODELLISESSA KOHTEESSA

Umpivirtausjärjestelmän suunnittelu toteutettiin todelliseen kohteeseen Pirkanmaalaisen hallirakennukseen. Hallirakennukseen suunniteltiin myös perinteinen sadevesijärjestelmä vertailuksi kyseisessä rakennuksessa. Suunnittelussa kaivojen lukumäärä pidettiin samana ja katsottiin, minkälainen ero saatiin putkien halkaisijoissa sekä pystyputkien lukumäärässä sekä minkälainen kaato jouduttiin piisimpään vaakavetoon asentamaan. Liitteessä 3 on pohjakuva suunnitellusta umpivirtausjärjestelmästä kohteeseen ja liitteessä 4 on samaan rakennukseen suunniteltuna perinteinen sadevesiviemäröinti.

### 4.1 Yleistä kohteesta

Rakennus on noin 11m korkea, 110m pitkä ja 61m leveä yksitasoinen hallirakennus, jonka pohjoissivussa on kaksi- kolmikerroksinen toimisto-osa. Liiketiloja rakennuksessa on ensimmäisessä kerroksessa. Porrashuoneita rakennukseen tulee kolme, joista keskimmäiseen asennetaan hissi. Rakennus liitetään tontin maalämpöön. Hallirakennukseen suunniteltiin umpivirtausjärjestelmä kattosadevesien johtamiseen pois katolta.

### 4.2 Umpivirtausjärjestelmä

Kohteeseen suunniteltiin umpivirtausjärjestelmä. Umpivirtausjärjestelmän suunnittelu toteutettiin 30 kattokaivolla sekä 3 pystyputkella/ulospuhalluspisteellä. Materiaalina UV-järjestelmässä käytettiin hitsattavaa PEM- ja PEH -putkea. Pienimpänä putkidimensiona vaakavedoissa käytettiin 40mm PEM -putkea ja suurimpana putkenä käytettiin 90mm PEH -putkea. Pystyputkien putkikooksi saatiin 18,7 l/s virtaukselle 75mm PEH -putki, 33,9 l/s virtaukselle 90mm PEH -putki ja 40 l/s virtaukselle 110mm PEH -putki. Koska järjestelmä toimii korkeuserosta kaivon ja ulospuhalluspisteen välillä, suunniteltiin järjestelmän vaakaputket ilman kaatoa.

### 4.3 Perinteinen sadevesiviemärijärjestelmä

Perinteisen sadevesiviemärijärjestelmän suunnittelussa käytettiin muovista PVC viemäriputkea, ulkohalkaisijoiltaan putket olivat 110mm - 160mm. Perinteinen sadevesiviemäri suunniteltiin 1:100 kaadolle eli kaatoa tuli 1cm/1m suoraa putkea kohti.

Perinteisessä sadevesijärjestelmässä jouduttiin suunnittelemaan pystyputkia huomattavasti enemmän. Pystyputkia perinteisessä järjestelmässä tuli 8 kpl, joista 4 oli halkaisijaltaan 160mm ja loput 4 kpl halkaisijaltaan 110mm. Koska pystyputkia tuli enemmän kuin umpivirtausjärjestelmässä, vaatii perinteinen sadevesiviemäröinti enemmän myös maansiirtotyötä maanalaisten putkien kaivantojen kaivamiseen.

Pisimmälle vaakavedoksi pituutta saatiin noin 35 m eli tällä matkalla putkeen piti kaatoa saada vähintään 35cm. Joten sen lisäksi, että putkista tuli suurempia putkidimensioiltaan, piti myös huomioida järjestelmän vaatima kaato.

### 4.4 Normitunnit järjestelmittäin

Normitunnilla tarkoitetaan yksikköä, joka kertoo, kuinka monta kauan laskennallisesti tietyn osan tai yhden metrin putken asentamiseen menee. Normitunnin yksikkö on NH (normituntia). Normituntien laskennassa käytetään voimassa olevaa Talotekniikka-alan työehtosopimusta. Putkialan normitunti 1.6.2018 alkaen on 16,40 €/NH ja 1.6.2019 alkaen on normitunnin hinta 16,73 €/NH. Tässä kappaleessa olevat laskelmat on tehty taulukkoarvoilla ja ei sisällä normituntien lisiä.

#### 4.4.1 Umpivirtausjärjestelmä

MagiCAD -ohjelmasta laskemalla, saatiin umpivirtausjärjestelmälle taulukossa 2 nähdyt putkimetrit kutakin putkidimensiota. Putkimetrit on laskettu umpivirtauskaivojen lähdoistä lattiapintaan/ulospuhalluspisteeseen.



TAULUKKO 2. Umpivirtausjärjestelmän putkimetrit.

Putki	Metrit
PE40	50,9
PE50	41,3
PE63	119,6
PE75	85,5
PE90	44,9
PE110	11,4

Liitteessä 5 on taulukko normituntien laskennalle muovisille viemäriputkille liitostavasta riippumatta. Taulukon arvoja käyttämällä saatiin umpivirtausjärjestelmän putkiston asennukselle normitunteja yhteensä **90,1 NH**. Vuoden 2018 normituntihinnalla kyseinen asennustyö maksaisi 1477,64 € ja 2019 vuoden normituntihinnalla 1507,37€.

#### 4.4.2 Perinteinen sadevesijärjestelmä

Kohteeseen piirrettiin myös perinteinen sadevesijärjestelmä vertailuksi, ja Magi-CAD -ohjelmasta laskemalla saatiin taulukon 3 mukaiset putkimetrit perinteiselle sadevesijärjestelmälle. Putkien laskentaan on otettu huomioon vain kaivoista lähtevät ja lattiapintaan päättyvät viemäriputket samoin kuin umpivirtausjärjestelmässä.

TAULUKKO 3. Perinteisen sadevesijärjestelmän putkimetrit

Putki	Metrit
110	255,6
160	86,8

Liitteestä 5 saatujen arvojen perusteella saatiin järjestelmälle normitunteja yhteensä **97,6 NH**. Vuoden 2018 normituntihinnalla asennuksen hinnaksi muodostuisi 1600,64€ ja vuoden 2019 hinnalla 1632,85€.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Yleisesti ottaen umpivirtausjärjestelmä on melko tuntematon järjestelmä Suomessa, vaikka se on kotimainen keksintö. Umpivirtausjärjestelmän tuntemattomuus lieneekin siinä, että se on hitaampi ja monimutkaisempi mitoittaa, kuin perinteinen sadevesijärjestelmä ja on tästä syystä vähän unohtunut. Aikanaan on ollut helpompi käsin mitoittaa perinteinen painovoimainen sadevesijärjestelmä kuin lähteä mitoittamaan umpivirtausjärjestelmää. Nykypäivänä suunnittelukäyttöön löytyykin jo ohjelmistoja eri valmistajilta, jotka tekevät umpivirtausjärjestelmän mitoituksesta nopeaa. Euroopassa kyseinen järjestelmä on ollut laajemmassa käytössä, ja tämän takia suurin osa tiedosta onkin englannin kielellä.

Omat johtopäätökseni järjestelmästä onkin, että siinä olisi paljon potentiaalia kotimaisessa LVI-suunnittelussa ja järjestelmä itsessään on melko yksinkertainen. Toimintaperiaate perustuu luonnonlakeihin sekä virtauslaskelmiin. Koska järjestelmän pitää kestää painetta paremmin kuin perinteinen sadevesijärjestelmä, uskon että umpivirtausjärjestelmää laajemmin käytettäessä voidaan sadevesiviemäroinnistä johtuvia vesivahinkoja välttää tehokkaammin.

Umpivirtausjärjestelmää mitoittaessa, mikäli mitoitusohjelmia ei ole käytössä, tarvitsee tarkemmin tarkastella ja mitoittaa putkireitti pienemmissä osissa, mikä aiheuttaa, että käsin mitoittaessa vaatii järjestelmän mitoitus enemmän aikaa sekä laskelmia.

Todellisessa kohteessa suunniteltaessa umpivirtausjärjestelmä, saatiin putkikoja pienennettyä siten, että suurin umpivirtausjärjestelmän putki oli ulkohalkaisijaltaan 110mm, kun taas perinteisessä sadevesiviemäroinnissä suurin ulkohalkaisijaltaan oleva putki oli 160mm. Pienin putki umpivirtausjärjestelmässä oli ulkohalkaisijaltaan 40mm, kun vastaavasti perinteisessä järjestelmässä pienin putkikoko oli ulkohalkaisijaltaan 110mm.

Pystyviemäreiden lukumäärä saatiin umpivirtausjärjestelmällä vähennettyä 8 kappaleesta 3 kappaleeseen, joten kaivuutöiden määrä pohjaviemäreitä merkittävästi vähenee. Suurissakin rakennuksissa rakennuksen muodosta, koosta ja

korkeudesta riippuen voidaan mahdollisesti kattosadevedet johtaa yhdelläkin pystyviemärillä ja ulospuhalluspisteellä sadevesiviemäriin, mutta nämä ovat yksilöllisiä asioita kohteesta riippuen.

Internetissä useat tuotevalmistajat lupasivat jopa 45% säästöjä kustannuksissa, kun sadevesiviemäröinti tehdään umpivirtausjärjestelmällä. Putkimetrien ja putkidimensioiden avulla laskettiin työhön kuluva aika normitunteina. Umpivirtausjärjestelmälle normitunteja kului 90,1 NH ja perinteiselle sadevesijärjestelmälle 97,6 NH. Umpivirtausjärjestelmän asennuksessa kului siis noin 7,5 tuntia (1 työpäivä) vähemmän aikaa ja normituntilaskelmilla saatiin umpivirtausjärjestelmän putkiston asennukselle noin 125€ edullisempi hinta verrattuna perinteiseen sadevesijärjestelmään. Vuoden 2019 normituntihinnan mukaan verrattaessa tämä tekee asennuksen osuudelle kyseisessä kohteessa noin 7,7% edullisempaa hintaa. Materiaalikustannukset ovat todennäköisesti umpivirtausjärjestelmässä suuremmat. Kyseisessä kohteessa umpivirtausjärjestelmän suurin etu hinnoittelussa lienee maansiirtotöistä aiheutuvat säästöt.

## LÄHTEET

American Society of Plumbing Engineers. 2013. Siphonic Roof Drainage. Luettu 18.12.2018. [https://www.aspe.org/sites/default/files/webfm/pdfs/ASPE\\_45\\_approved\\_for\\_public\\_review.pdf](https://www.aspe.org/sites/default/files/webfm/pdfs/ASPE_45_approved_for_public_review.pdf)

Esa-Matti Laiho. 1992. Sadevesiviemärin mitoitus. LVI-tekniikka- ja insinöörilutuksen oppimateriaali.pdf. 10.10.1992.

HydroMax. 2009. Siphonic Rainwater Drainage. Luettu 4.1.2019. <http://www.andersonmechanical.net/downloads/Siphonic%20Rainwater%20Drainage.pdf>

HydroMax. n.d. How Does HydroMax siphonic drainage works. Luettu 4.1.2018. [http://www.hydomax.com/144\\_HowdoesHydroMaxSiphonicDrainageWork.html](http://www.hydomax.com/144_HowdoesHydroMaxSiphonicDrainageWork.html)

PM Engineer. 2000. The Principles of Siphonic Roof Drainage. Luettu 18.12.2018. <https://www.pmengineer.com/articles/86914-the-principles-of-siphonic-roof-drainage>

RT tuotetieto 38713. 2015. Sadeveden poisto. Luettu 18.12.2018. [https://www.rttuotetieto.fi/pub/media/resources/37747\\_RT-tuotekortti\\_38713.pdf](https://www.rttuotetieto.fi/pub/media/resources/37747_RT-tuotekortti_38713.pdf)

SFS-EN 12056-3. 2001. Rakennusten painovoimaiset viemärijärjestelmät, Osa 3: Sadevesijärjestelmät, Suunnittelu ja laskenta. Luettu 18.12.2018. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/385603.html.stx>

SRDA, Siphonic Roof Drainage Association. 2014. An Introduction to Siphonic Drainage Systems. Luettu 18.12.2018. [http://www.siphonic-roof-drainage.co.uk/images/SRDA\\_An\\_introduction\\_to\\_siphonic\\_drainage\\_Nov2014\\_lowres.pdf](http://www.siphonic-roof-drainage.co.uk/images/SRDA_An_introduction_to_siphonic_drainage_Nov2014_lowres.pdf)

SRDA, Siphonic Roof Drainage Association. 2015. A Guide to Siphonic Roof Drainage. Luettu 18.12.2018. [http://www.siphonic-roof-drainage.co.uk/images/SRDA\\_Guide\\_to\\_Siphonic\\_Drainage2015.pdf](http://www.siphonic-roof-drainage.co.uk/images/SRDA_Guide_to_Siphonic_Drainage2015.pdf)

Suomen rakentamismääräyskokoelma D1, RakMk D1. 2007. Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistot, Määräykset ja ohjeet. Luettu 18.12.2018. [https://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1\\_2007.pdf](https://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1_2007.pdf)

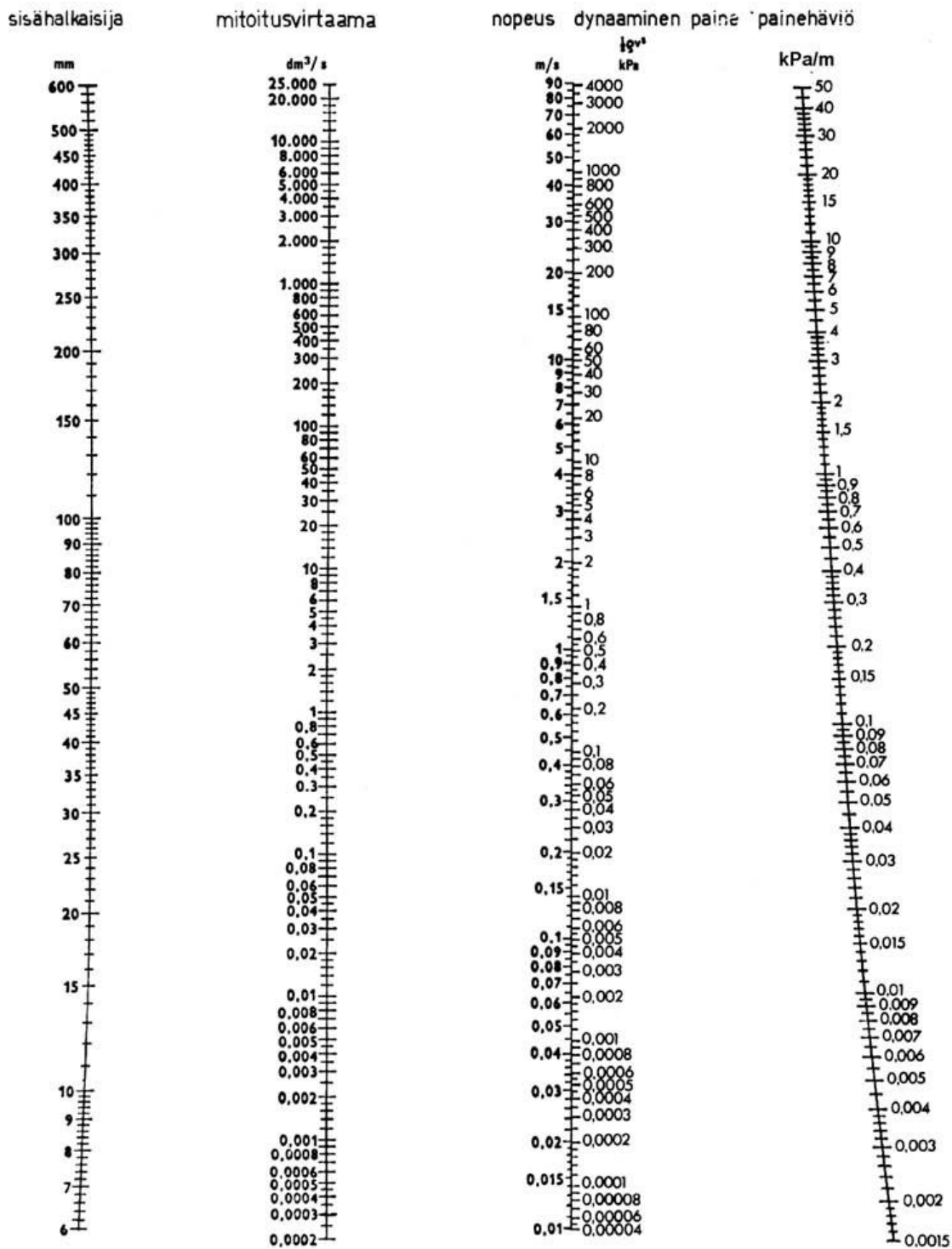
Talotekniikka-alan työehtosopimus. 2018. 1.5.2018 – 30.4.2020. Luettu 29.1.2019. <https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2018/06/Talotekniikka-alan-ty%C3%B6ehtosopimus-1.5.2018%E2%80%9330.4.2020.pdf>

UVJ-Systems Oy. n.d. Luettu 18.12.2018. <https://kattokaivot.com/fi/tuotteet/umpivirtauskaivo-b>

UV-System. n.d. Background. Luettu 10.11.2018. <http://www.uv-system.com/background.html>

## LIITTEET

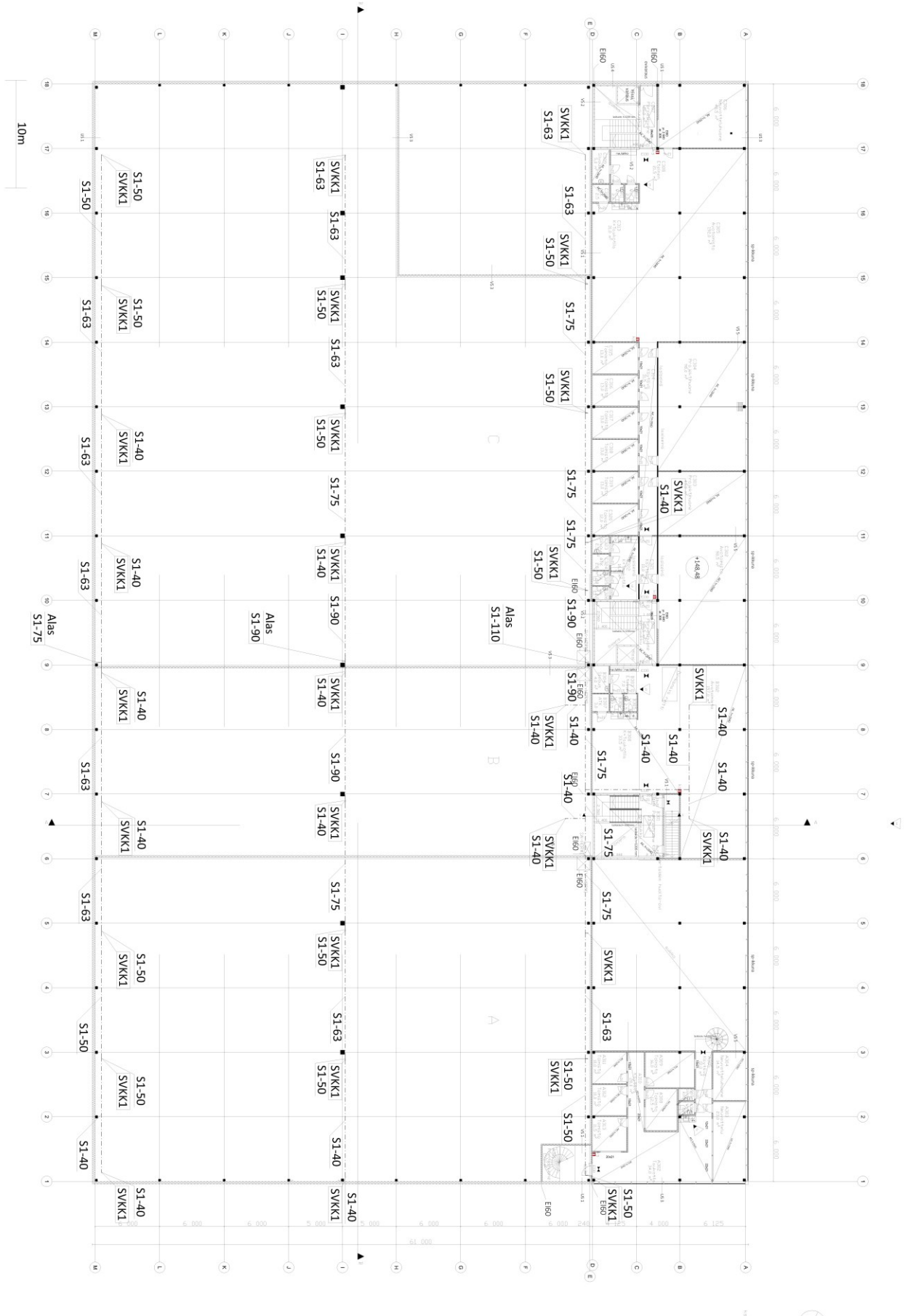
Liite 1. Painehäviö mitoitusdiagrammi muoviputkelle. (RakMk D1 2007).



## Liite 2. Putkiyhteiden kertavastuskertoimet. (RakMk D1 2007)

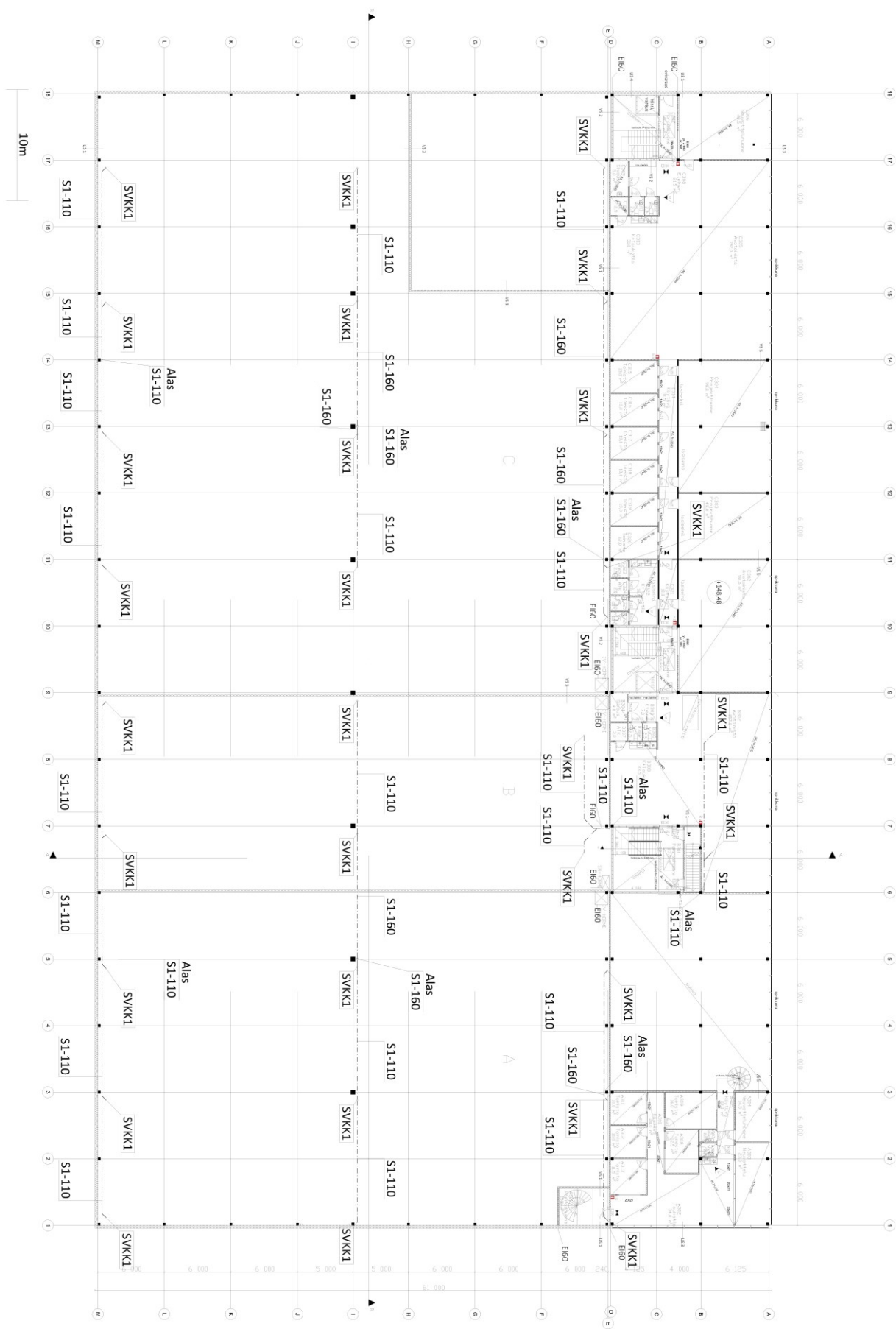
Putkiyhde	r/d tai virtaussuunta	Kertavastuskerroin	Huomaus
Käyrä	$r/d \leq 3$ $r/d > 3$	0,5 0,0	r on kaarevuussäde d on sisähalkaisija
Kulma	-	1,0	Kertavastuskerroin liittyy haarakohdan jälkeiseen virtausnopeuteen
Haara	Suunta 1-2 1-3	2,0 0,0	
	Suunta 2-1 2-3	3,0 3,0	
	Suunta 2-3 1-3	1,0 0,0	

Liite 3. Suunniteltu umpivirtausjärjestelmä todelliseen kohteeseen.





Liite 4. Suunniteltu perinteinen sadevesijärjestelmä kohteeseen.



Liite 5. Viemäriputkien normituntitaulukko (Talotekniikka-alan työehtosopimus 1.5.2018 – 30.5.2020).

**Mom. 6. HST- JA RST-VIEMÄRIT MUHVILIIHTOKSIN SEKÄ  
MUOVISET VIEMÄRITLIITOSTAVASTA RIIPPUMATTA,  
PAINEMUHVIPUTKET JA \*PÖLYNIMURIPUTKISTOT**

Sarake	1	2
Ulkohalkaisija Du	Sisälle NH/m	Ulos NH/m
- 75	0,25	0,15
- 110	0,28	0,17
- 160	0,30	0,19
- 200	0,33	0,21
- 250	0,39	0,23
- 315	0,44	0,25
- 400	0,50	0,30
- 500	0,61	0,36
- 630	0,72	0,39