

Marko Jormakka

HARMAAN JÄTEVEDEN KIERRÄTYS JA UUELLEEN KÄYTTÖ WC:N HUUH- TELUUN PIENTALOISSA

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Talotekniikan koulutus

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Marko Jormakka
Työn nimi	Harmaan jäteveden kierrätys ja uudelleen käyttö WC:n huuhteluun pientaloissa
Toimeksiantaja	Pipelife Finland Oy
Vuosi	Toukokuu 2021
Sivut	38 sivua, liitteitä 2 sivua
Työn ohjaaja(t)	Jarkko Kolehmainen Jarmo Huhta

TIIVISTELMÄ

Suomessa käytetään wc:n huuhteluun juomakelpoiseksi käsiteltyä vettä, ja muissa maissa puhtaasta vedestä on pulaa. Kotitalouksissa syntyvä jätevesi on mustaa jätevettä ja harmaata jätevettä. Mustaa jätevettä syntyy wc:n huuhtelusta, ja harmaata jätevettä muodostuu ruoanlaiton ja astioiden pesemisen yhteydessä sekä peseytymisessä, pyykinpesussa ja siivouksessa. Pääosa orgaanisesta kuormituksesta on mustassa jätevedessä, tästä syystä mustaa vettä ei voida kierrättää sen sisältämien epäpuhtauksien vuoksi.

Tämän työn tavoitteena oli selvittää, millainen viemäröintijärjestelmä tarvitaan, jos harmaajätevesi kierrätettäisiin ja käytettäisiin uudelleen pientalossa wc:n huuhteluun. Toisena tavoitteena oli laskea, paljonko olisi tällaisen järjestelmän rakentamis- ja käyttökustannukset sekä takaisinmaksuaika uudisrakentamisessa.

Tässä työssä suunniteltiin kaksoisviemäröintijärjestelmä, jossa harmaa jätevesi käytetään uudelleen wc:n huuhteluun. LVI-suunnitelmasta käy ilmi vesija viemäri-laitteistoissa käytettävät osat, tuotteet ja materiaalit, jonka perusteella laaditaan LVI-määräluettelo ja lasketaan järjestelmän rakentamiskustannukset materiaaleineen ja töineen sekä sen taloudellinen hyöty kuluttajalle.

Tämän työn perusteella todettiin, että kaksoisviemärijärjestelmän rakentamisen, käytön ja huollon kustannukset ovat suuremmat kuin kuluttajan saama taloudellinen hyöty. Suomessa ei ole tarvetta kaksoisviemärijärjestelmälle, sillä veden toimituksen ja jätevedenkäsittelyn kustannukset ovat nykytekniikalla toteutettuna erittäin alhaiset. Tällaisella järjestelmällä olisi globaalisia vaikutuksia, koska monet päivittäiset tuotteemme, joita käytämme, sisältävät vä-lillistä ns. piilovettä, ja tämä piilovesi, jonka me kulutamme voitaisiin hyödyn-tää maissa, joissa vedestä on pulaa. Suomessa vaikutukset olisivat lähinnä ekologisia.

Toimeksiantajalle tällainen järjestelmä voisi olla hyvä vientituote. Järjestel-mälle saattaisi löytyä kysyntää maissa, joissa puhtaasta juomavedestä on pu-laa tai sitä käytetään kestävämmästä. Suomessa hyödyllinen vain, jos laki määräisi tällaisen järjestelmän rakennettavaksi.

Asiasanat: Kaksoisviemäröinti, Jätevesi, Harmaavesi, Veden kierrätys

Degree	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Marko Jormakka
Thesis title	Recycling and reusing gray wastewater in a detached house for flushing a toilet
Commissioned by	Pipelife Finland Oy
Time	May 2021
Pages	38 pages, 2 pages of appendices
Supervisor	Jarkko Kolehmainen Jarmo Huhta

ABSTRACT

In Finland, we use potable water to flush toilets and in other countries there is a shortage of pure water. Wastewater generated in households is either black water or gray water. Black water is generated when we flush a toilet and gray water when we cook, wash dishes, clean and take a shower. The major part of the black water is organic and contains impurities, that is why it is not possible to reuse it. The first objective of this thesis was to solve which kind of sewerage system is needed to recycle and reuse gray water for flushing a toilet in detached houses. The second objective in new buildings was to calculate building, operation and maintenance costs and the payback period.

In this work a double sewerage system was designed where the gray wastewater is reused to flush the toilet seats. The water and sewer plan shows the amounts of products and materials which are used and based on that, an HVAC-material list was created and its building costs calculated and the economic benefits to householders.

Based on the work it was found that building, operation and maintenance costs are higher than the benefits to householders. In Finland, because of our modern technology of water supply and waste water treatment and its lower costs, there is no demand for double sewerage systems. Globally, this kind of sewerage system could have a strong influence because the water that we use is called indirect water and this water could be used in the countries where they have a shortage of pure water. In Finland the influence would be only ecological.

This kind of sewerage system could be a product Pipelife Finland Oy could export. Countries where there is a shortage of pure water and water is used unsustainably could have interest in this kind of sewerage system. In Finland, it is only useful if the law orders the construction of such a system.

Keywords: Double sewerage, Wastewater, Greywater, Reuse, Recycling of water

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	MÄÄRITELMÄT	9
2.1	Talousvesi	9
2.2	Hule- ja sadevesi	10
2.3	Jätevesi	11
2.4	Harmaavesi	12
3	LAIT, MÄÄRÄYKSET JA ASETUKSET	12
3.1	Vesihuoltolaki (119/2001)	12
3.2	Ympäristönsuojelulaki (527/2014).....	13
3.3	Talousjätevesiasetus (157/2017).....	14
3.4	Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteis-tosta (1047/2017) 16	
3.5	Terveystensuojelulaki (763/1994).....	17
4	JÄTEVESIJÄRJESTELMÄN SUUNNITELMA	18
5	JÄTEVESIVIEMÄRÖINTI	19
5.1	Sekaviemäröinti	20
5.2	Erillisviemäröinti.....	21
5.3	Kaksoisviemäröinti.....	21
6	KAKSOISVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN TOIMINTA	23
6.1	Harmaan veden suodatus.....	24
6.2	Käsitellyn veden varastointi välisäiliöön.....	25
6.3	Käsitellyn veden kierrätys uudelleen käytettäväksi	26
7	KAKSOISVIEMÄRÖINTIJÄRJESTELMÄN MITOITUS.....	28
7.1	Viemärlaitteiston mitoitus	28
7.2	Jakojohdon mitoitus	29
7.3	Kytöntäjäohdon mitoitus.....	29
7.4	Pumpun ja imuputken mitoitus.....	30

8	KAKSOISVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN KUSTANNUSLASKELMAT	31
8.1	Rakentamiskustannukset.....	31
8.2	Käyttö- ja huoltokustannukset.....	31
8.3	Takaisinmaksuaika	32
9	KAKSOISVIEMÄRÖINTIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELMA	33
9.1	Kaksoisviemäröintijärjestelmän rakentamiskustannukset	33
9.2	Kaksoisviemäröintijärjestelmän käyttö- ja huoltokustannukset	34
9.3	Kaksoisviemäröintijärjestelmän takaisinmaksuaika	35
10	POHDINTA	36
	LÄHTEET.....	38
	LIITTEET	

Liite 1. Kaksoisviemärjärjestelmän suunnitelma

Liite 2. LVI-määräluettelo

KUVALUETTELO

Kuva 1. Maakohtaisen vesijalanjäljen tekijät (WWF Suomi, Suomen vesijalanjälki 2012) ...	8
Kuva 2. Vuorokautinen vedenkulutus pientalossa (Motiva 2019).....	10
Kuva 3. Jäteveden tärkeimmät ominaisuudet (Drinan & Spellman 2013)	11
Kuva 4. Yksiviemärijärjestelmän periaate pientalossa	19
Kuva 5. Sekaviemärijärjestelmän periaate pientalossa.....	20
Kuva 6. Erillisviiemärijärjestelmän periaate pientalossa	21
Kuva 7. Integroitu (Roca Sanitario 2019) ja paikallinen harmaa-vesijärjestelmä (Inhabitat 2011).....	22
Kuva 8. Kaksoisviiemärijärjestelmän periaate pientalossa	22
Kuva 9. Bio-Bertta Harmaa-vesipuhdistamon toimintaperiaate (Pipelife Finland Oy)	24
Kuva 10. Pipelife umpisäiliö 5000 (Pipelife Finland Oy).....	25
Kuva 11. Pumppu kalvopainesäiliöllä ja painekeytkimellä (Taloon.com)	26
Kuva 12. PEM-paineputki (Onninen Oy 2020)	27
Kuva 13. PEX-putki (Stark) ja kupariputki (Onninen Oy 2020).....	27
Kuva 14. Imuputken pituuden vaikutus pumpun nostokokeuteen (Oy Grundfos Pump Ab)	30

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Kuormitusluku ja puhdistusvaatimukset (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry 2017)	14
Taulukko 2. Haja-asutuksen kuormitusluvun koostumus kuormituslajeittain: kuormituksen alkuperä sekä eri kuormituslajien määrät grammoina asukasta kohti vuorokaudessa (g/p d) ja niiden prosenttiosuudet (%) (Talousjätevesisasetus 16.3.2017/517)	15
Taulukko 3. Materiaaliluettelo	33
Taulukko 4. LVI-määräluettelon yhteenveto positioittain.....	34
Taulukko 5. Kaksoisviiemärijärjestelmän käyttö- ja huoltokustannukset vuodessa	35
Taulukko 6. Vuorokautinen vedenkulutus	36
Taulukko 7. WC:n huuhtelun kustannus	36

1 JOHDANTO

Vesi on uusiutuva luonnonvara, mutta siitä huolimatta sitä ei riitä kaikille. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) on arvioinut vuonna 2007, että vuoteen 2025 mennessä 1800 miljoonan ihmisen odotetaan elävän maissa tai alueilla, joilla on ”absoluuttista” vesipulaa ja kaksi kolmasosaa maailman väestöstä asuu veden ajoittaisesta puutteesta kärsivillä alueilla (The Food and Agriculture Organization 2019). Suomessa vesivarat ovat asukasluvuun ja veden käyttöön nähden runsaat. Pohjavettä on Suomessa lähes kaikkialla, ja uutta pohjavettä syntyy noin kuusi miljoonaa kuutiometriä vuorokaudessa. Kuitenkin suomalaisina veden käyttäjinä me vaikutamme epäsuorasti muiden maiden vesivaroihin. Sillä monet päivittäiset tuotteemme, joita käytämme, sisältävät välillistä ns. piilovettä. Tämä piilovesi, jonka me kulutamme, voitaisiin hyödyntää maissa, joissa vedestä on pulaa. (Opetushallitus 2020.)

Suomalaiset ovat tottuneita siihen, että juomakelpoista talousvettä meillä on aina ja reilusti saatavilla jokapäiväiseen käyttöön. Suomessa veden toimitus ja jätevedenkäsittely on nykyisessä mallissa niin halpaa, että jopa vessakin huuhdotaan juomakelpoisella vedellä. Harmaanveden hyödyntäminen wc:n huuhtelussa on vielä harvinaista Suomessa, vaikka nykytekniikalla suihkussa tai pesukoneessa kerran käytetty vesi olisi mahdollista kierrättää ja käyttää uudelleen. Japanissa suihkuveden kierrätys on jo käytössä, siellä kerrostoiloissa suihkuvesi kierrätetään ja käytetään uudelleen wc:n huuhteluun. Tällaiselle järjestelmälle olisi käyttöä myös muualla maailmalla, kuten esimerkiksi Yhdysvalloissa, Etelä-Euroopassa ja Aasian maissa, joiden vesivarat ovat hupenemassa. (Lindholm 2008.)

Harmaanveden kierrättämisellä suomalaiset voisivat edistää veden käytön kestävästä kehitystä ja vähentää vesijalanjälkeänsä ja samalla säästää veden käytön kustannuksissa. Vesijalanjälki mittaa vesivarojen kulutuksen määrää tietyssä ajassa, useimmiten kuutiometriä vuodessa, (m^3/v). Kuvassa 1 on havainnollistettu, mistä ja miten maakohtainen vesijalanjälki syntyy. Veden tehokkaalla käytöllä on ympäristöystävällisiä vaikutuksia ja myös taloudellisia vaikutuksia (WWF Suomi 2012). Tehokas vedenkäyttö, kuten esimerkiksi harmaanveden kierrätys, voi vähentää rakennuksen käyttökustannuksia vesi- ja jätevesimaksuissa, energialaskuissa sekä pihanhoitokustannuksissa.



Kuva 1. Maakohtaisen vesijalanjäljen tekijät (WWF Suomi, Suomen vesijalanjälki 2012)

Voimme pienentää vesijalanjälkeämme jokapäiväisessä elämässä esimerkiksi seuraavin keinoin ilman, että tarvitsee tehdä rakenteellisia tai toiminnallisia muutoksia kiinteistöissä.

- Älä juoksuta vettä vesihanasta tai suihkusta täydellä paineella. Pienempi virtaamakin riittää käsien pesuun ja peseytymiseen.
- Ota suihku kylvyn sijaan, koska ammekylpy kuluttaa vettä viisi kertaa enemmän kuin suihku. Suihkussa ollessasi älä juoksuta vettä sillä aikaa, kun hierot shampooa tai saippuaa.
- Älä pese astioita juoksevan veden alla. Aina kun on mahdollista käytä astianpesukonetta astioiden pesemiseen. Nykyisin astianpesukoneet kuluttavat vähän vettä ja ovat erittäin energiatehokkaita.
- Pese aina täysiä koneellisia tai käytä erilaisia säästö- ja vajaatäyttöohjelmia.
- Korjaa vuotava hana tai wc-istuin välittömästi.
- Säädä vesihanojen ja suihkujen virtaamat sopiviksi.
- Käytä sadevettä pihan kasteluun ja auton pesuun.

Mahdollisen peruskorjausremontin yhteydessä kannattaa vaihtaa vanhat vesikalusteet uusiin. Uudet hanat ja suihkut käyttävät noin 10 - 15% vähemmän vettä ja wc-istuimet jopa 80 % vähemmän kuin vanhat (Kuluttajaliitto 2019). Vanhemmissa wc-istuimissa huuhtelumäärät ovat 12 litraa, 9 litraa ja 6 litraa riippuen tuotantovuosista. Uusimmissa wc-istuimissa huuhtelumäärät ovat isossa huuhtelussa 4 litraa ja pienessä 2 litraa.

Tämän työn toimeksiantajana toimii Pipelife Finland Oy. Pipelife Finland Oy on muovisten putki- ja kaivotuotteiden, hulevesien hallintajärjestelmien, jätevesijärjestelmien, erottimien ja maalämpöratkaisujen sekä sähköasennus- ja kaapelinsuojatuotteiden toimittaja. Yritys valmistaa omilla tehtaillaan ratkaisuja talo- ja kunnallisteknisiin kohteisiin, sekä myös teollisuuden tarpeisiin, ja toimii myös muovituotteiden sopimusvalmistajana monille toimialoille.

Työn tavoitteena on tutkia harmaan veden kierrätystä kaksoisviemäröintijärjestelmällä. Tässä työssä suunnitellaan kaksoisviemäröintijärjestelmä pientaloon ja lasketaan sen rakentamiskustannukset, käyttö- ja huoltokustannukset sekä selvitetään tällaisen järjestelmän kustannushyöty kuluttajalle.

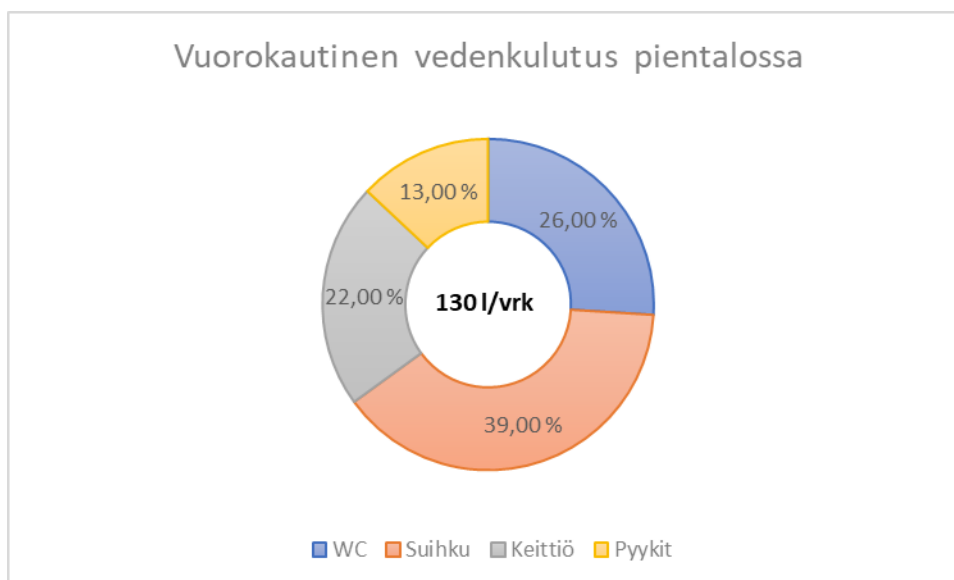
2 MÄÄRITELMÄT

2.1 Talousvesi

Talousvesi on ns. ”makeaa” usein pohja- tai pintavettä, jota käytetään kotitalouksissa juomavetenä, ruoan valmistuksessa tai muihin kotitaloustarkoituksiin, kuten peseytymiseen ja pesemiseen. Talousvettä käytetään myös elintarvikkeiden valmistukseen, jalostukseen, säilytykseen ja markkinoille saattamiseen. Talousveden laatua valvotaan säännöllisesti kunnan terveydensuojeluviranomaisen toimesta (Valvira 2019). Terveydensuojelulain 20 §:n mukaan talousvettä toimittavan laitoksen omavalvonnan ja talousveden viranomaisvalvonnan on perustuttava veden terveydelliseen laatuun vaikuttavien riskien arviointiin. Vesihuollon tehtävänä on korkealaatuisen ja turvallisen talousveden toimittaminen ihmisille. Talousvedessä ei saa olla mitään eliöitä, kuten esimerkiksi bakteereita, viruksia tai loisia, eikä haitallisia aineita sellaisina määrinä, että niistä voisi aiheutua vaaraa ihmisten terveydelle. Terveydensuojelun valvontaohjeistuksessa kerrotaan, että talousvettä tutkitaan talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annetun sosiaali- ja terveysministeriön

asetuksen (1352/2015, muutosasetus 683/2017) tai pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annetun sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (401/2001) mukaisesti. Talousveden laadun säännöllisellä valvonnalla kunnan terveydensuojeluviranomainen varmistuu, että talousveden laatu on talousvesiasetuksen vaatimusten mukaista.

Pientalossa asuva suomalainen kuluttaa vuorokaudessa keskimäärin 130 litraa talousvettä, josta wc:n huuhteluun kuluu 26 % veden määrästä eli noin 34 litraa (kuva 2). Tämä määrä vedestä voitaisiin säästää kierrättämällä harmaa-vesi uudelleen WC:n huuhteluun. Suihkuvettä kulutetaan 39 % vuorokautisesta veden määrästä, joka tekee noin 51 litraa, eli suihkuvettä saataisiin vuorokaudessa kerättyä riittävästi wc:n huuhtelua varten. (Motiva 2019.)



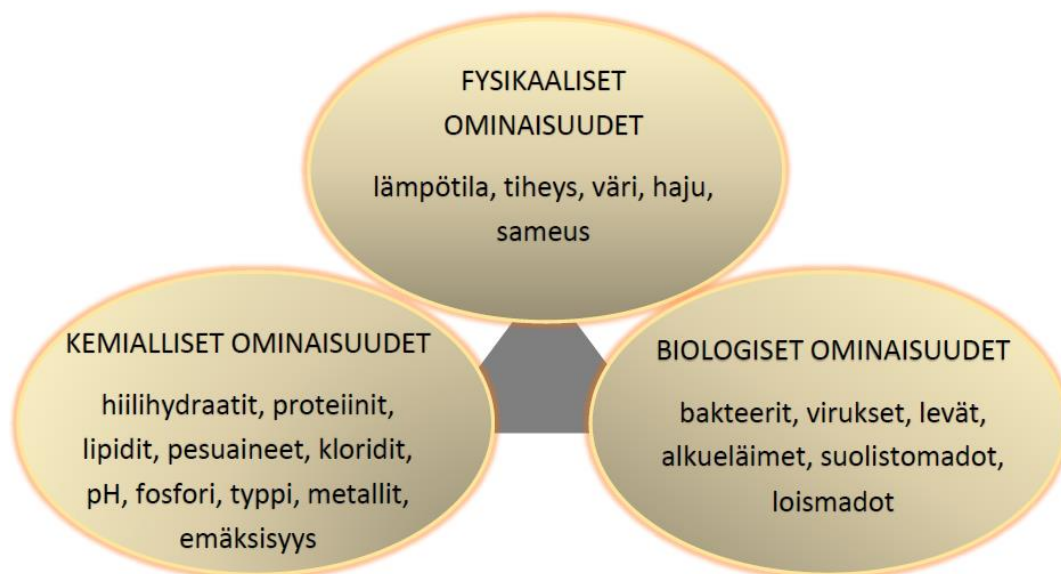
Kuva 2. Vuorokautinen vedenkulutus pientalossa (Motiva 2019)

2.2 Hule- ja sadevesi

Hulevesiksi kutsutaan sadevesiä ja lumen sulamisvesiä, jotka johdetaan pois kaduilta, katoilta ja muilta vastaavilta pinnoilta asuinalueilla, joissa vesien viemäröinti toteutetaan erillisviemäröinnillä. Kunnan tai kaupungin huleveden viemäröinti alueella sijaitseva kiinteistö on liitettävä vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriin. Jos kiinteistö ei sijaitse kunnan tai kaupungin hulevesiviemärintialueella, vesi ohjataan avo-ojaa pitkin kohti vesistöjä, puroihin, järviin ja meriin tai imeyttämällä se maaperään. Hulevettä ei saa johtaa toisen tontille tai kadulle. (HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut kuntayhtymä 2019.)

2.3 Jätevesi

Kotitalouksissa syntyvä jätevesi on mustaa jätevettä ja harmaata jätevettä. Mustaa jätevettä syntyy wc:n huuhtelusta. Pääosa orgaanisesta kuormituksesta on mustassa jätevedessä, minkä vuoksi mustaa vettä ei voida kierrättää sen sisältämien epäpuhtauksien vuoksi. Mustavesi johdetaan jätevedenpuhdistuslaitokseen, jossa siitä erotellaan orgaaninen aines, typpi, fosfori ja kiintoaine (Suomen ympäristökeskus SYKE 2019). Orgaaninen aines jaetaan biologisesti (biologinen hapenkulutus eli BOD (biochemical oxygen demand)) ja kemiallisesti hajoavaan (kemiallinen hapenkulutus eli COD (chemical oxygen demand)). Orgaaninen eli eloperäinen aines hajoaa ja kuluttaa vesistön happivarastoa aiheuttaen vesistön ekologisen tasapainon häiriintymistä. Fosfori ja typpi ovat ravinteita, jotka rehevöittävät vesistöä ja voivat tehdä pohjavedestä juomakelvotonta. Kiinteä aines, kuten uloste, levittää bakteereita ja viruksia, jotka voivat elää vesissä pitkään. Ihmisten käyttämät tavalliset pesu- ja puhdistusaineet voivat myös sisältää luonnolle haitallisia kemikaaleja. (Drinan & Spellman 2013.) Kuvassa 3 on kuvattu yhteiskunnan tuottaman jäteveden tärkeimmät ominaisuudet.



Kuva 3. Jäteveden tärkeimmät ominaisuudet (Drinan & Spellman 2013)

Jätevesien ominaisuudet jaotellaan fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. Fysikaaliset ominaisuudet jätevesille ovat lämpötila, tiheys, väri, haju ja sameus. Kemiallisia ominaisuuksia ovat orgaaniset aineet, kuten

hiilihydraatit, proteiinit, lipidit ja pesuaineet, sekä epäorgaanisia kloridit, pH, fosfori, typpi, metallit ja emäksisyys. Biologisia ominaisuuksia ovat bakteerit, virukset, levät, alkueläimet sekä suolisto- ja loismadot. (Drinan & Spellman 2013.)

2.4 Harmaavesi

Harmaavesi on yhteisnimitys kotitalouden jätevedelle, joka ei sisällä virtsaa tai ulostetta eikä muuta käymälässä syntyvää jätettä. Harmaata jätevettä muodostuu ruoanlaiton ja astioiden pesemisen yhteydessä sekä peseytymisessä, pyykinpesussa ja siivouksessa. Harmaan veden puhdistaminen on helpompaa kuin mustan veden, koska harmaat jätevedet muodostavat pääosan vesimäärästä, joten siihen riittää usein vain suodatus. Viemäreissä harmaavesi kuitenkin sekoittuu mustanveden kanssa, jolloin sekin pitää puhdistaa jätevedenpuhdistamoissa. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2019.)

Pesuveudet johdetaan puhdistamon esiselkeytyskammioon, jossa siitä erotellaan kiintoaineet, tämän jälkeen vesi johdetaan ilmastuskammioon eli reaktoriin, jossa vettä ilmastetaan mikrobitoiminnan aktivoimiseksi. Ylijäämäliete ohjataan takaisin reaktoriin. Puhdistettu vesi johdetaan avo-ojaan tai imeytetään maaperään. (Pipelife Finland Oy 2019.)

3 LAIT, MÄÄRÄYKSET JA ASETUKSET

Kaksoisviemärijärjestelmä suunnitellaan ja toteutetaan valtioneuvoston lakien ja asetusten mukaisesti. Näistä oleellimmat ovat vesihuoltolaki, ympäristönsuojelulain luku 16, talusjätevesiasetus sekä asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistosta.

3.1 Vesihuoltolaki (119/2001)

Vesihuoltolaki määrittää, kuinka vesihuoltolaitoksen tulee toimia ja mikä on kiinteistön omistajan vastuu kiinteistönsä vesihuollosta. Vesihuoltolakia sovelletaan elinkeino- ja vapaa-ajantoiminnan sekä asutuksen vesihuoltoon. Vesihuoltolain tarkoitus on turvata ihmisille riittävä määrä puhdasta ja terveellistä talousvettä, sekä asianmukaisesti toteutettu viemärointi. Tämä tarkoittaa sitä, että talousvesi tulee olla juomakelpoista, sitä on oltava saatavilla riittävä

määrä, eikä viemäröinti saa aiheuttaa ympäristölle haittaa. (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.)

Jos kiinteistö sijaitsee vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella on kiinteistön omistajan liityttävä vesihuoltolaitoksen hallinomaan vesijohtoon ja jätevesiviemäriin. Taajama-alueen ulkopuolella olevan kiinteistön ei tarvitse liittyä kunnalliseen vesijohtoon, jos kiinteistöllä on käytettävissään riittävästi muulla tavoin saatavaa terveellistä talousvettä esim. pullotettua vettä tai kaivo. Taajama-alueen ulkopuolella olevan kiinteistön ei tarvitse myöskään liittyä jätevesiviemäriin, jos kiinteistössä ei ole käytössä vesikäymälää ja sen jäteveden käsittely on toteutettu ympäristösuojelulain mukaisesti muulla tavoin. Kiinteistön omistaja tai haltija on vastuussa oman kiinteistönsä vesihuollosta sen mukaisesti, mitä vesihuoltolaissa ja muussa laissa säädetään. Kiinteistön omistaja tai haltija vastaa vesihuoltolaitteistostaan liittymiskohtaan saakka ja siitä eteenpäin vastuu on vesihuoltolaitoksella. Kiinteistön omistajan tai haltijan on huolehdittava, että vesihuoltolaitteisto on suunniteltu, rakennettu ja sijoitettu niin, että se on yhteensopiva vesihuoltolaitoksen laitteiston kanssa. Kiinteistön omistajan on myös huolehdittava, että sitä on huollettu, kunnostettu ja käytetty siten, ettei se aiheuta haittaa terveydelle, ympäristölle ja vesihuoltolaitoksen laitteille (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.)

3.2 Ympäristönsuojelulaki (527/2014)

Ympäristönsuojelulain (527/2014) luvussa 16 § asetetaan jätevesien yleinen puhdistamisvelvollisuus ja annetaan kriteerit, joiden mukaisesti puhdistamisvelvollisuudesta voidaan poiketa. Jätevedet on johdettava ja käsiteltävä kiinteistössä siten, ettei ne aiheuta ympäristölle vaaraa. Kiinteistöllä tulee olla sen käyttöön ja olosuhteisiin soveltuva jätevesien käsittelyjärjestelmä. Jäteveden puhdistusvaatimus koskee kaikkia jätevettä tuottavia kiinteistöjä, jotka eivät ole liittyneet viemäriverkoston. Ympäristönsuojelulaissa määritellään perustason puhdistusvaatimukset orgaanisen aineen, kokonaisfosforin ja -typen osalta. Laissa ei määrätä käytettävää puhdistuslaitteistoa, vaan annetaan tavoiteltavat puhdistustehot prosenttilukuina, joita verrataan asetuksessa määriteltyyn kuormituslukuun. Kiinteistön omistaja tai haltija voi itse valita käytettävän puhdistuslaitteiston, jolla puhdistusvaatimukset toteutuu. (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry 2017.)

Laki määrittää alimman hyväksytyt perustason puhdistusvaatimukselle. Puhdistusvaatimuksen myötä ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 80 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 70 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 30 prosenttia verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen (taulukko 1). (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry 2017.)

Taulukko 1. Kuormitusluku ja puhdistusvaatimukset (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry 2017)

	Kuormitusluku, g/hlö/vrk	Perustason puhdistusvaatimus, %	Ohjeellinen puhdistusvaatimus, %
Orgaaninen aine	50	80	90
Kokonaisfosfori	2,2	70	85
Kokonaistyyppi	14	30	40

Jätevesiä ei tarvitse puhdistaa, mikäli syntyvän jäteveden määrä on niin vähäistä, että siitä ei aiheudu ympäristölle vaaraa. Tällaisia nk. vähäisiä jätevesimääriä syntyy usein esimerkiksi vapaa-ajan asunnoilla, jotka ovat kantoveden varassa ja joissa ei ole käytössä vesikäymälää eikä muitakaan vesivarusteita. Vähäiset jätevesimäärät voidaan johtaa hallitusti maahan ilman puhdistamista, mutta suoraan vesistöön ei vähäisiäkään jätevesiä saa johtaa. (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry 2017.)

3.3 Talousjätevesiasetus (157/2017)

Talousjätevesiasetusta sovelletaan talousjäteveden johtamiseen ja käsittelyyn ympäristönsuojelulain (527/2014) 16 luvussa tarkoitetuissa tilanteissa. Talousjätevesiasetuksessa määritellään laskennallinen yhden henkilön käsittelemättömän jäteveden kuormitus orgaanisen aineen, kokonaisfosforin ja kokonaistypen osalta, joita puhdistusvaatimukset koskevat (taulukko 1). Asetuksen liitteessä säädetään haja-asutuksen kuormitusluvun koostumuksesta kuormituslajeittain. Liitteessä on määritelty kuormituksen alkuperä ja gramma määrät sekä prosenttiosuudet eri kuormituslajeille yhtä asukasta kohden vuorokaudessa (taulukko 2). (Talousjätevesiasetus 16.3.2017/157.)

Taulukko 2. Haja-asutuksen kuormitusluvun koostumus kuormituslajeittain: kuormituksen alkuperä sekä eri kuormituslajien määrät grammoina asukasta kohti vuorokaudessa (g/p d) ja niiden prosenttiosuudet (%) (Talousjätevesiasetus 16.3.2017/517)

Kuormituksen alkuperä	Kuormituslaji					
	Orgaaninen aine, (BHK7)	Kokonaisfosfori	Kokonaistyyppi			
			g/p d	%	g/p d	%
Uloste	15	30	0,6	30	1,5	10
Virtsa	5	10	1,2	50	11,5	80
Muu	30	60	0,4	20	1	10
Kuormitusluku	50	100	2,2	100	14	100

Talousjätevesiasetuksessa määritellään mitä jätevesijärjestelmästä laaditun selvityksen on sisällettävä. Selvityksessä tulee olla tiedot jätevesien muodostumispaikkojen, jätevesijärjestelmän osien ja purkupaikan sijainnista sekä arvio muodostuvien jätevesien määrästä ja laadusta perusteluineen. Selvityksen perusteella tehdään jätevesijärjestelmää koskeva suunnitelma. Suunnitelmassa on otettava huomioon kiinteistön käyttö, sekä rakennusten elinkaari. Suunnitelman tulee sisältää tiedot jätevesien määrästä, laadusta, tiedot jätevesijärjestelmästä ja sen mitoituksesta. Asemapiirroksesta tulee selvittää putkien- ja laitteiden sijainnit, sekä käsitellyn jäteveden purkupaikan sijainti. Myös huoltokohteiden sijainti tulee selvittää asemapiirroksista, kuten myös kaikista rakennuksista, veden ottopaikoista ja pinta- ja pohjavesistä, jotka ovat jätevesijärjestelmän vaikutuspiirissä. Tarvittaessa suunnitelman tulee sisältää myös arvio järjestelmän toiminnasta kun pinta- ja pohjavedet ovat korkeimmillaan. (Talousjätevesiasetus 16.3.2017/157.)

Kiinteistön omistajalta tulee löytyä jätevesijärjestelmästä käyttö- ja huolto-ohjeet. Siitä tulee selvittää suunnittelijan ja rakennuttajan yhteystiedot, tiedot kohteista, jotka vaativat säännöllistä huoltoa ja tarkkailua, tiedot huolto- ja tarkkailutoimista, huoltovälistä sekä tiedot miten vikatilanteissa tulisi toimia. (Talousjätevesiasetus 16.3.2017/157.)

Asetuksessa säädetään ohjeellinen eli ankarampi puhdistustaso mahdollisia kuntakohtaisia ympäristönsuojelumääräyksiä varten alueille, jotka ovat herkkiä pilaantumiselle. Ohjeellisen puhdistusvaatimuksen myötä ympäristöön aiheu-

tuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 90 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 85 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 40 prosenttia verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen (taulukko 1). (Talousjätevesiasetus 16.3.2017/157.)

3.4 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta (1047/2017)

Tämä asetus tuli voimaan 1 päivänä tammikuuta 2018 ja korvasi Rakentamismääräyskokoelman osa D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007. Asetus koskee uudisrakentamisen, laajennuksen, saneerauksen ja käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä rakennettavien vesi- ja viemärlaitteistojen suunnittelua ja rakentamista. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017.)

Kaikkien kiinteistön suunnittelussa mukana olevien suunnittelijoiden on omalta osaltaan varmistettava tehtäviensä mukaisesti, että suunniteltava rakennus täyttää käyttötarkoituksen mukaisesti vesi- ja viemärlaitteistojen turvallisuuden, terveellisyyden, käyttövarmuuden, kestävyys- ja energiatehokkuuden vaatimukset. Vesi- ja viemärisuunnitelmasta on käytävä ilmi vesi- ja viemärlaitteistoissa käytettävät osat, tuotteet ja materiaalit. Jotta laitteisto voidaan suunnitella teknisesti toimivaksi ja välttyä korroosiolta on erityissuunnittelijalla oltava tiedossa millaista on vesilaitteistoon johdettavan veden laatu. Vesilaitteistoon voi johtaa vain talousvedelle asetetut laatuvaatimukset täyttävää vettä, joka ei sisällä haju- ja makuhaittoja eikä terveyttä vaarantavia aineita. Vesilaitteistossa käytettävien tuotteiden on oltava talousveden johtamiseen soveltuvia. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017.)

Jokainen vesijärjestelmä tulee olla erillinen, ne ei saa olla suorassa yhteydessä vesihuoltolaitoksen verkostoon liitetyn vesilaitteiston kanssa. Vesilaitteiston on toimittava niin, ettei veden takaisinimeytymistä tapahdu, eikä nesteet ja kaasut pääsee tunkeutumaan pilaantuneesta maaperästä takaisin verkostoon. Diffuusiosuojattua putkea tulee käyttää, jos vesijohto sijaitsee pilaantuneessa maaperässä tai pilaantumisvaara on olemassa.

(Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017.)

Rakennuksen jätevesilaitteisto ei saa aiheuttaa terveydelle vaaraa, eikä muutakaan haittaa, kuten hajuhaittaa, viemäriin tulvimista, melua tai haittaa ympäristölle. Kiinteistöllä syntyvä jätevesi on johdettava vesihuoltolaitoksen viemäriin tai umpisäiliöön tai joko kiinteistökohtaisesti puhdistettavaksi esimerkiksi panospuhdistamossa. Jätevesiviemäri on suunniteltava siten, että viemäriin koko suurenee virtaussuunnassa ja ettei jätevesien takaisinimeytymistä pääse tapahtumaan. Kiinteistölle tulee suunnitella ja asentaa pumppaamo, jos jätevesiä ei voida johtaa pois viettoviemärillä tai jos viemäripiste sijaitsee padotuskorkeuden alapuolella. Pumppaamon on oltava vesitiivis, maapaineen kestävä sekä tuuletettu, eikä se saa aiheuttaa hajuhaittaa. Pumppaamon toimintavarmuuden varmistamiseksi ja huoltotöiden helpottamiseksi, siinä on oltava käyttöhäiriöilmaisoin ja pumppaamo on sijoitettava niin, että se voidaan helposti huoltaa ja tarkastaa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017.)

Kaikki vesipisteet tulee varustaa puhdistettavin vesilukoin, jotta viemärihajut eivät pääse leviämään. Viemäri on myös tuuletettava vesikatolle asti ulottuvalla tuuletusviemärillä. Tuuletusviemäri on lämpöeristettävä, jos se sijaitsee kylmässä ullakkotilassa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017.)

3.5 Terveydensuojelulaki (763/1994)

Sosiaali- ja terveysministeriö valvoo ja ohjaa terveydensuojelulain toteuttamista ja säännösten toimeenpanoa ja valvontaa hoitaa sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvira. Tämän lain tarkoituksena on väestön ja yksilön terveyden ylläpitäminen ja edistäminen sekä ennaltaehkäistä, vähentää ja poistaa sellaisia elinympäristössä esiintyviä tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa. (Terveydensuojelulaki 19.8.1994/763.)

Kaikki toiminta, joka vaikuttaa elinympäristön terveyteen ja turvallisuuteen on valvonnan alaisista. Laissa sanotaan, että elinympäristöön vaikuttavan toiminnan harjoittajan on toteutettava myös omaa valvontaa (Terveydensuojelulaki

19.8.1994/763). Tämä tarkoittaa sitä, että on tunnistettava, seurattava ja valvottava omaa toimintaansa niin, ettei siitä aiheudu terveydellisiä haittoja elinympäristölle.

4 JÄTEVESIJÄRJESTELMÄN SUUNNITELMA

Jos kiinteistöä ei ole liitetty vesihuoltolaitoksen viemäriin, jätevedet on johdettava ja käsiteltävä ennen ympäristöön päästämistä siten, ettei niistä aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa. Jokaisen kiinteistön haltijan on huolehdittava, että kiinteistöllä on selvitys jätevesijärjestelmästä sekä käytössä olevan jätevesijärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet. Jos kiinteistö sijaitsee vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella, kiinteistön on liityttävä laitoksen vesijohtoon ja viemäriin, ellei liittymisestä ole myönnetty vapautusta.

Kiinteistön jätevesijärjestelmästä pitää olla suunnitelma. Jos sitä ei ole, siitä on tehtävä selvitys ja sen jälkeen mahdollinen suunnitelma. Selvityksen perusteella asukkaat ja viranomaiset voivat arvoida, täyttääkö jätevesijärjestelmä sille asetetut uudet vaatimukset vai pitääkö jätevesien käsittelyä tehostaa (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry 2017). Tiedot selvitykselle asetetuista vaatimuksista on kerrottu jätevesiasetuksessa (157/2017) ja sen liitteessä 1 (taulukko 2). Talousjätevesiasetuksen mukaan suunnitelma tulee tehdä silloin, kun kiinteistölle rakennetaan uusi jätevesijärjestelmä tai vanhaa järjestelmää laajennetaan tai puhdistusta tehostetaan. Suunnitelma tulee liittää rakennus- tai toimenpidelupahakemukseen. Suunnitelman tulee olla yksityiskohtainen, jotta järjestelmä pystytään rakentamaan ohjeiden ja määräysten mukaisesti ja rakentamisen aikana valvoa. Suunnitelmassa esitetään seuraavat asiat (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry 2017):

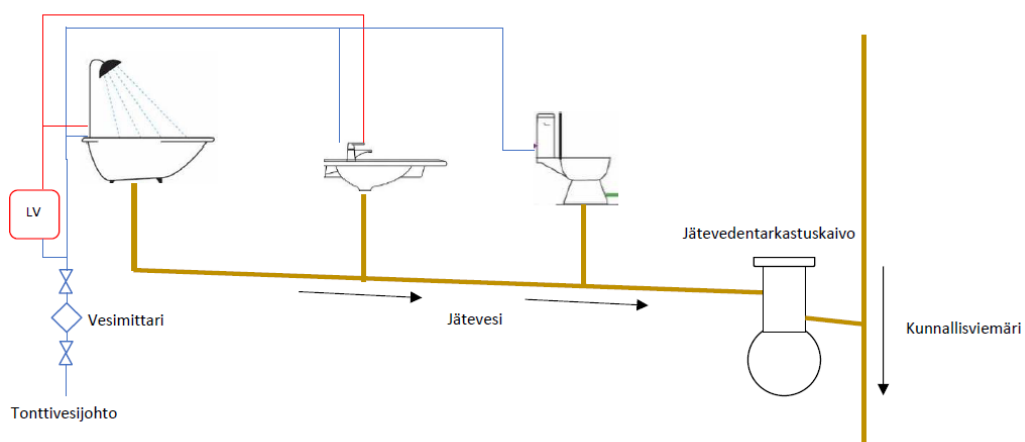
- Asemapiirros
- Selvitys tontista ja rakennuksista
- Jätevesijärjestelmän rakenne ja toimintaperiaate
- Suunniteltu puhdistustulos
- Arvio jätevesien ympäristökuormituksesta.

Haja-asutusalueen jätevesisuunnittelu vaatii osaamista, ja sen hallitsevat parhaiten vesihuoltoon perehtyneet suunnittelijat, jotka tekevät tarvittavat

selvitykset paikan päällä. Suunnittelijalla on oltava säännösten mukainen kelpoisuus, jos rakentaminen tai korjaus- ja muutostyö edellyttää rakennus- tai toimenpidelupaa. Rakennusvalvontaviranomainen arvioi sille ilmoitetun suunnittelijan kelpoisuuden hankekohtaisesti suunnittelutehtävän vaativuuden perusteella ja varmistaa, että rakentamaan ryhtyvällä on käytettävissään riittävä asiantuntemus jäteveden puhdistusjärjestelmän suunnittelusta ja rakentamisesta, suunnitelma täyttää asetuksen vaatimukset sekä suunnittelija että työmaan työnjohto ovat päteviä. Lisäksi rakennusvalvontaviranomainen voi tarvittaessa tarkistaa rakentamisen lupahakemuksen käsittelyn yhteydessä, että suunnitelmassa on selvitetty riittävän hyvin maasto-olot, sekä pinta- ja pohjavesiolot ja että suunniteltu jätevesijärjestelmä soveltuu kiinteistölle sekä suunnitelmassa on otettu huomioon järjestelmän hoito ja huolto. Kunnan valvontaviranomainen ei vastaa hankkeesta, vaan vastuu on aina rakennustoimeen ryhtyvällä kiinteistön omistajalla tai -haltijalla. (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry 2017.)

5 JÄTEVESIVIEMÄRÖINTI

Jätevesien käsittelyjärjestelmä on tyypillisesti yksiviemärijärjestelmä, jossa kiinteistön jätevedet ohjataan kokoojaviemäriä pitkin kunnalliseen viemäriin (kuva 4). Muita käytössä olevia viemärijärjestelmiä ovat sekaviemäröinti, erillisviemäröinti ja kaksoisviemäröinti.



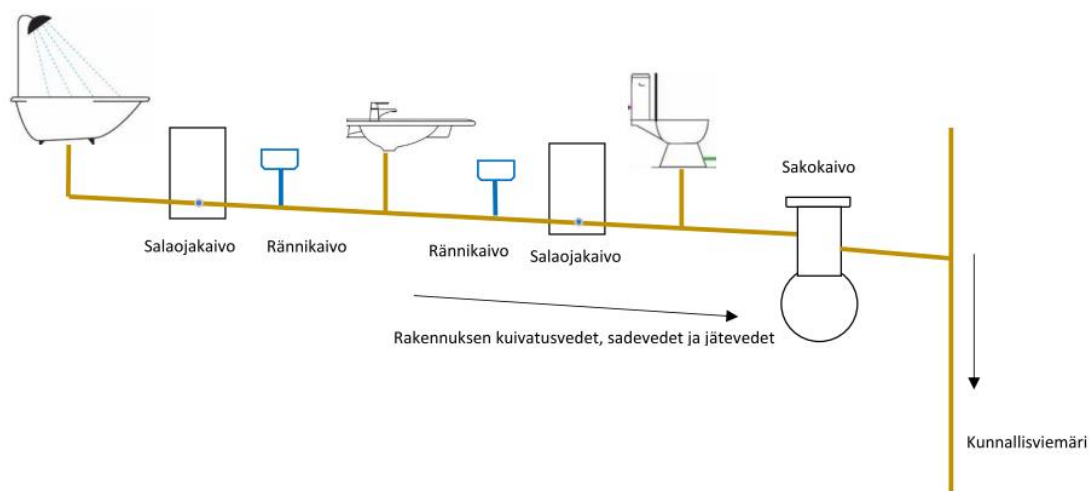
Kuva 4. Yksiviemärijärjestelmän periaate pientalossa

Talon viemäripisteiltä tuleva harmaa- ja mustajätevesi ohjataan yhteiseen kokoojaviemäriin ja talon ulkopuolella sijaitsevaan jätevedentarkastuskaivoon.

Jätevedentarkastuskaivolta jätevedet ohjautuvat kunnalliseen jätevesiviemäriin ja sitä pitkin jätevedenkäsittelylaitokselle tai haja-asutusalueella tontilla sijaitsevaan viemäri-vesien käsittelyjärjestelmään.

5.1 Sekaviemäröinti

Sekaviemäröinti on viemärijärjestelmä, jossa sekä jätevedet että hulevedet johdetaan samassa viemärissä (kuva 5). Sekaviemärijärjestelmiä on vielä käytössä enimmäkseen vain vanhojen kaupunkien keskustoissa. Sekaviemäreiden suosio laski, ja niiden rakentaminen väheni, kun jätevedenpuhdistamot yleistyivät. Hulevesien johtaminen sekaviemärissä johti siihen, että puhdistamoja jouduttiin mitoittamaan suurille virtaamille, ja se aiheutti lisäkustannuksia, koska laitoksen kapasiteettia piti lisätä. Sekaviemärin etuna on hyvä itsepuhdistuvuus suurten ajoittaisten hulevesivirtaamien vuoksi. (Karttunen 1999.)

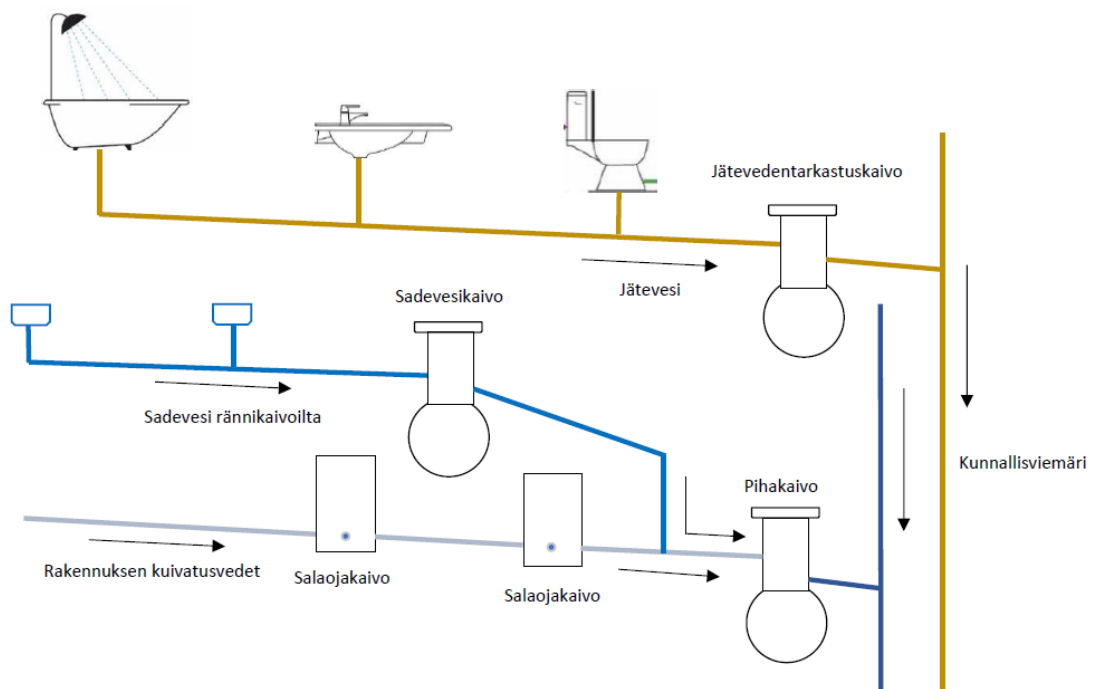


Kuva 5. Sekaviemärijärjestelmän periaate pientalossa

Sekaviemärit on alunperin mitoitettu kuljettamaan jäteveden lisäksi myös sadevedet vastaanottaviin vesistöihin. Sekaviemäröintijärjestelmässä jätevedet puhdistettiin sakokaivojen avulla tai niitä ei puhdistettu ollenkaan. Sekaviemärijärjestelmässä talon viemäripisteiltä tulevat jätevedet sekä tontin hulevedet ohjataan samassa kokoojaviemärissä tontilla sijaitsevaan sakokaivoon ja sieltä vastaanottaviin vesistöihin tai kunnalliseen viemäriin.

5.2 Erillisviemäröinti

Erillisviemäröinti on viemärijärjestelmä, jossa jätevedet ja hulevedet johdetaan erillään toisistaan (kuva 6). Hulevesijärjestelmällä pyritään pintojen nopeaan kuivatukseen ja pintavesien pois johtamiseen. Vanhoja kuivatusratkaisuja, kuten avo-ojia, on korvattu maanalaisilla hulevesiviemäreillä maankäytön tiivistyessä. (Karttunen 1999.)



Kuva 6. Erillisviemärijärjestelmän periaate pientalossa

Erillisviemärijärjestelmässä talon viemäripisteiltä tulevat jätevedet ohjataan omassa kokoojaviemärissä jätevedentarkastuskaivolle ja sieltä kunnalliseen viemäriin tai pienpuhdistamoihin. Sadevedet ohjataan sadevedentarkastuskaivolle ja sieltä yhteiseen kokoojaviemäriin, johon yhdistyy myös rakennuksen kuivatusvedet. Hule- ja sadevedet ohjataan pihakaivon kautta hulevesiviemäriin, avo-ojaan tai maaimettämöön.

5.3 Kaksoisviemäröinti

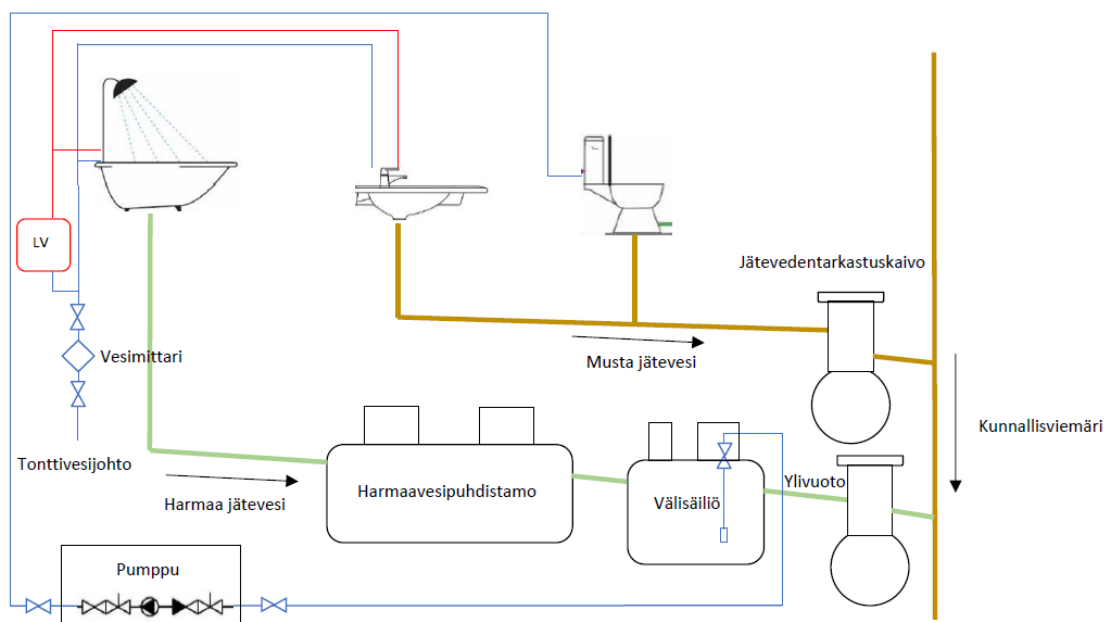
Kaksoisviemärijärjestelmässä vessan jätevedet ohjataan kunnallisviemäriin tai kerätään umpisäiliöön, välisäiliöön tai kuivakäymälään. Pesu- ja talousvedet eli harmaat vedet käsitellään erikseen maapuhdistamossa, harmaavesipuhdistamossa tai harmaavesisuodattimessa. Kaksoisviemäröinnillä harmaata vettä

pystytään hyödyntämään, kun se otetaan talteen väli- tai umpisäiliöön, josta se kierrätetään wc:n huuhteluun, joko keskitetysti tai paikallisesti (Suomen ympäristökeskus SYKE 2015). Kuvassa 7 esimerkki integroidusta ja paikallisesta harmaaavesijärjestelmästä, tällaisia järjestelmiä käytetään esim. USA:ssa ja Japanissa.



Kuva 7. Integroitu (Roca Sanitario 2019) ja paikallinen harmaaavesijärjestelmä (Inhabitat 2011)

Kiinteistön omistajalla säästyy rahaa säiliön tyhjennyskustannuksissa, kun maapuhdistamossa käsitellään ainoastaan harmaat jätevedet, ja vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella, kun käsiteltyä talousvettä ei tarvitse käyttää wc:n huuhteluun. Kuvassa 8 on esitetty keskitetty kaksoisviemäroinnin periaate.



Kuva 8. Kaksoisviemärijärjestelmän periaate pientalossa

Kaksoisviemärijärjestelmässä suihkulta tuleva harmaaajätevesi ohjataan omassa viemärissä harmaavesipuhdistamoon ja muilta viemäripisteiltä tulevat jätevedet ohjataan omassa kokoojaviemärissä kunnalliseen viemäriin tai pienpuhdistamoihin. Käsitelty harmaavesi varastoidaan välisäiliöön, josta se pumpataan uudelleen käytettäväksi wc:n huuhteluun. Kaksoisviemärintijärjestelmässä kumpikin viemärijärjestelmä on oma järjestelmänsä, eikä niillä ole yhteyttä toisiinsa.

Pääasialliset käyttökohteet harmaalle jätevedelle ovat ulkona pihojen ja istutusten kastelu ja sisätiloissa vessojen ja urinaalien huuhtelu. Käsiteltyä harmaata vettä voidaan käyttää myös auton pesussa ja rakentamisessa, kuten betonin sekoituksessa tai teollisuudessa voimalaitosten jäähdyttämiseen.

Harmaata vettä on yleisesti käytetty maataloudessa sekä kotitalouksissa ja kunnallistalouksissa pihojen, puistojen ja ruohokenttien kasteluun. Australiassa harmaalla vedellä kastellaan esimerkiksi krikettikenttiä, Jordaniassa, Kyproksella, Yhdistyneissä kansakunnissa harmaata vettä käytetään pihojen, puistojen ja puutarhojen kasteluun ja USA:ssa ja Japanissa sillä huuhdellaan myös wc:t (CSBE 2003).

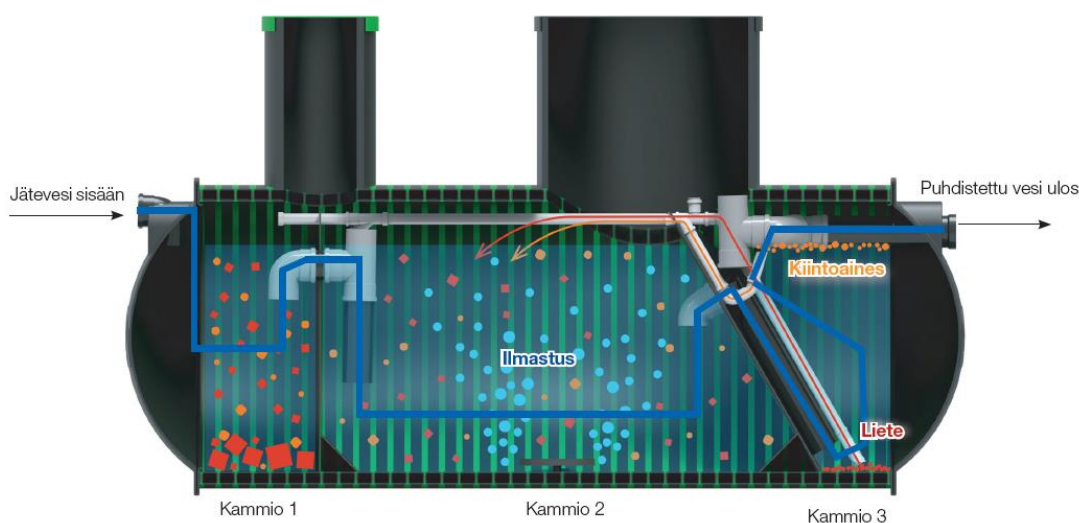
Kotitalouksissa harmaata vettä ei tuoteta tasaisesti, joten sitä pitää kerätä säiliöön. Säiliöstä käsitelty harmaavesi voidaan kierrättää wc:n huuhteluun. Ennen uudelleen käyttöä harmaavesi kuitenkin pitää suodattaa. Vaikka harmaavesi suodatetaan, siitä huolimatta viemäriin saattaa kulkeutua likaa. Likaantuessaan wc:n huuhteluventtiilit ja osat kaipaavat huoltoa useammin kuin puhtaassa talousvesijärjestelmässä. (Lindholm, A. 2008.)

6 KAKSOISVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN TOIMINTA

Pienet määrät harmaata jätevettä voidaan usein imeyttää hallitusti maaperään yksinkertaisen imeytyskuopan tai harmaille vesille tarkoitetun harmaavesisuodattimen kautta. Jos harmaassa vedessä on mukana keittiöjätevesiä, esikäsitely pienessä saostussäiliössä on tarpeen, jotta siitä saadaan rasva eroteltua (Suomen ympäristökeskus SYKE 2019). Tämän jälkeen jätevedet voidaan johtaa imeytyskuopan tai harmaavesisuodattimen kautta maaperään tai välisäiliöstä uudelleen käytettäväksi.

6.1 Harmaan veden suodatus

Harmaavesipuhdistamon toiminta perustuu aktiivilieteprosessiin. Harmaa-
vesipuhdistamossa jätevettä ilmastetaan ja kierrätetään jatkuvasti puhdis-
tamon käyttöjaksojen mukaan. Tämä varmistaa parhaan mahdollisen puhdis-
tustuloksen. Harmaavesipuhdistamo käynnistyy itsestään noin 4-8 viikon käyt-
töjakson aikana ja puhdistusprosessin aikana siihen ei tarvitse erikseen lisätä
kemikaaleja. Seuraavassa kuvassa 9 esitellään puhdistusprosessin toiminta
kammioittain. Säiliön kokonaistilavuus on 600 litraa. (Pipelife Finland Oy.)



Kuva 9. Bio-Bertta Harmaavesipuhdistamon toimintaperiaate (Pipelife Finland Oy)

Kammiossa 1 tapahtuu esiselkeytys. Kammio yhdenmukaistaa jäteveden vir-
tausnopeuden seuraavien kammioden kanssa. Esiselkeytyksessä jätevedestä
erotetaan kiintoaine. Erotus tapahtuu mekaanisesti, jonka aikana suuremmat
kiintoaineet laskeutuvat kammion pohjalle. Vesi johdetaan kammion seinässä
sijaitsevan läpiviennin kautta toiseen kammioon. (Pipelife Finland Oy.)

Kammio 2 toimii ilmastuskammiona eli reaktorina. Kammiossa jätevettä puh-
distetaan biologisesti ilmastamalla. Ilmastus tuottaa riittävästi happea aktiivi-
lietteen mikro-organismeille hajottaen jätevesiaineksen vedeksi ja hiilidioksi-
diksi. Ilmastus toteutetaan kammion pohjassa olevalla ilmastusalustalla, jolle
tarvittava ilma pumpataan ilmapumpun letkun avulla. Puhdistettu vesi kulkee
putken kautta kolmanteen kammioon. (Pipelife Finland Oy.)

Kammiossa 3 tehdään jälkiselkeytys, eikä vettä enää ilmasteta. Tällöin veteen vielä jääneet raskaat hiukkaset painuvat kammion pohjaan ja kevyet hiukkaset nousevat pintaan. Raskaat hiukkaset eli ns. ylijäämäliete imetään paineilmalla takaisin 2 kammioon eli reaktoriin, ja se käy puhdistusprosessin uudelleen läpi. Tämä tapahtuu samanaikaisesti reaktorin ilmastusjakson kanssa. Lisäksi kolmannesta kammioista vedenpintaan kertynyt kiintoaines poistetaan ilmanpaineella kerran vuorokaudessa. Kun vedestä on poistettu pintaan kertynyt kiintoaines ja pohjaan saostunut liete, voidaan puhdistettu vesi johtaa poistoputkea pitkin maastoon. (Pipelife Finland Oy.)

6.2 Käsitellyn veden varastointi välisäiliöön

Kaksoisviemäröinti vaatii välisäiliön, johon käsitelty harmaaavesi voidaan varastoida (kuva 10). Välisäiliöstä käsitelty harmaaavesi pumpataan uudelleen käytettäväksi wc:n huuhteluun. Säiliössä on ylitäyttymistä varten ylivuotoputki, jonka kautta ylimääräinen harmaaavesi johdetaan kunnalliseen jätevesiviemäriin. (Pipelife Finland Oy.)



Kuva 10. Pipelife umpisäiliö 5000 (Pipelife Finland Oy)

Pipelife Umpisäiliö 5000 soveltuu kotitalouksien ja vapaa-ajan asuntojen jätevesien varastointiin sekä kaksoisviemäröintikohteisiin, joissa pesuvesien käsittely on järjestetty. Säiliön tilavuus on 5000 litraa (Pipelife Finland Oy).

6.3 Käsitellyn veden kierrätys uudelleen käytettäväksi

Käsitelty harmaa-vesi pumpataan painekeytimellä varustetulla pumpulla wc:n huuhteluun (kuva 11) imuputkea pitkin (kuva 12). Pumppu sijoitetaan rakennuksen sisälle, koska se on ympärivuotisessa käytössä ja sen tulee olla helposti huollettavissa, sekä säältä suojassa.



Kuva 11. Pumppu kalvopainesäiliöllä ja painekeytimellä (Taloon.com)

Pumppu on varustettu kalvopainesäiliöllä, painemittarilla ja painekatkaisijalla, joka käynnistää ja sammuttaa pumpun käytön mukaan. Se soveltuu hyvin kohteisiin, missä veden käyttö on vähäistä mutta usein toistuvaa. Painesäiliö vähentää pumpun käynnistyksiä ja pidentää siten pumpun käyttöikä. (Oy Grundfos Pumput Ab.)

Painesäiliö varastoi paineistetun veden käyttövalmiiksi vähentäen pumpun käynnistyksiä ja pysäytyksiä varmistaen, ettei se käynnisty vähäisemmän kulutuksen aikana. Pumpussa on automaattinen käynnistys-pysäytys -toiminto, joka toimii painekeytimen ja painesäiliön ohjaamana. Kun hana avataan, pumppuun sisäänrakennettu painekeytin rekisteröi kulutuksen vaihtelun lukemalla säiliön painehäviötä ja vesi pääsee kulkemaan 5-tieventiilin läpi. Kun hana suljetaan, säiliö täyttyy paineistetulla vedellä ennen kuin pumppu pysähtyy. (Oy Grundfos Pumput Ab.)



Kuva 12. PEH-paineputki (Onninen Oy 2020)

Imuputki tehdään paineen kestävästä PEH-muoviputkesta, nk. siniraitaputkesta (kuva 12). Imuputkessa on sulkuventtiili huoltotöitä varten sekä pohjaventtiili säiliössä, joka estää roskien kulkeutumisen pumppuun. PEH-paineputki on valmistettu EN12201 standardin mukaisesti ja se on hyväksytty käyttöveden johtamiseen. (Pipelife Finland Oy.)

Pumppuryhmä tehdään kupariputkella ja kytkentäjohtot jakotukilta PEX-muoviputkella (kuva 13).



Kuva 13. PEX-putki (Stark) ja kupariputki (Onninen Oy 2020)

PEX-putki on ristosilloitettu putki, joka on tarkoitettu kylmän ja lämpimän käyttöveden johtamiseen, ne asennetaan rakenteiden sisään suojaputkessa. PEX-

putket kestävät hyvin korkeita ja matalia pH-arvoja ja suuria virtausnopeuksia. (Onninen Oy 2020.)

Kupariputkea saa maalattuna, muovi- ja kromipinnoitettuna, sitä voidaan käyttää kylmän ja lämpimän veden johtamiseen sekä lämmitysjärjestelmiin (Onninen Oy 2020). Kuparin antibakteerisen ominaisuuden ansiosta se ehkäisee bakteerien ja virusten kasvua vesijohtojärjestelmissä. Kupariputki voidaan liittää, joko juottamalla tai puristamalla ja se sopii monien materiaalien kanssa yhteen. Kupari on yleisesti käytetty putkimateriaali, koska se on kestävä, helposti taivutettava, paloturvallinen, tyyppihyväksytty ja sillä on laatusertifikaatti. (Scandinavian Copper Development Association 2018.)

7 KAKSOISVIEMÄRÖINTIJÄRJESTELMÄN MITOITUS

Kaksoisviemäröinti mitoitetaan ja suunnitellaan omakotitaloon, joka sijaitsee Jyväskylässä. Omakotitalo on kokonaispinta-alaltaan 150 m², ja tontin koko on 980 m². Talossa tulee asumaan 4-henkinen perhe. Viemäri suunnitellaan viettoviemäriksi.

7.1 Viemärlaitteiston mitoitus

Yhden perheen pientalon tonttviemärin vähimmäiskaltevuus on oltava 20 ‰. Viemärlaitteisto mitoitetaan siten, että viemäripiste pystyy viemäröimään 1,5-kertaisesti siihen johdetut vesipisteiden virtaamat ja että viemärlaitteistossa ei pääse esiintymään paineenvaihteluja (enintään ± 400 Pa), eikä viemärit tukkeudu, eikä niihin kerry lietettä. (Uponor Infra Oy.)

Jos kaikkia viemäripisteitä ei samanaikaisesti käytetä, on suurin todennäköinen mitoitusvirtaama pienempi kuin vesipisteiltä viemäriin johdettujen normivirtaamien summa. Mitoitusvirtaama ei saa olla pienempi kuin siihen johdetun suurimman viemäripisteen normivirtaama. Asuinhuoneiston suihkutilassa otetaan viemärin mitoituksessa huomioon vain suurin lattiakaivoon tuleva viemäripisteen normivirtaama. Tässä kohteessa se on suihku, jonka normivirtaama on 0,6 dm³/s. Omakotitalo kuuluu luokkaan 2, joten sen viemärin mitotusvirtaamaksi kaavaa 1 käyttäen saadaan 0,46 dm³/s. Koska mitoitusvirtaama on pienempi kuin siihen johdetun suurimman viemäripisteen virtaama, käytetään mitoituksessa normivirtaamaa 0,6 dm³/s. (Uponor Infra Oy.)

$$q_j = 0,585 \times Q_j^{0,45} \quad (1)$$

jossa

q_j = Mitoitusvirtaama (dm³/s)

Q_j = Normivirtaamien summa (dm³/s)

Lattiakaivoon johdettujen mitoitusvirtaamien summa saa olla enintään 1,2 dm³/s DN 70 lattiakaivossa. Maassa viemärin vähimmäiskoko tulee olla DN 70 (Uponor Infra Oy).

7.2 Jakojohdon mitoitus

Kaksoisviemärijärjestelmään liitettyjen vesipisteiden eli wc-istuimien normivirtaamien summa on 0,2 dm³/s ja suurin normivirtaama mitoitettavassa putkessa on 0,1 dm³/s. Jakojohdon mitoitusvirtaamaksi saadaan 0,16 dm³/s, kun jakojohdo mitoitetaan kaavan 2 mukaisesti. Jakojohdon mitoitusvirtaaman perusteella valitaan kohteessa käytettävä putkikoko, kun virtausnopeus putkessa on 2 m/s. (Talotekniikkainfo 2020.)

$$q = qN1 + 0,015(Q - qN1) + 0,17\sqrt{Q} - qN1 \quad (2)$$

jossa

q = Jakojohdon mitoitusvirtaama (dm³/s)

Q = Liitettyjen vesipisteiden normivirtaamien summa (dm³/s)

$qN1$ = Suurin normivirtaama mitoitettavassa putkessa (dm³/s)

1-perheen asuintalossa, jos jakojohdo mitoitettaessa normivirtaamien summa saadaan enemmän kuin 0,8 dm³/s voidaan jakojohdo mitoitaa normivirtaamalle 0,8 dm³/s. Tässä kohteessa tätä poikkeusta ei tarvitse huomioida. (Talotekniikkainfo 2020.)

7.3 KytKentäjohdon mitoitus

KytKentäjohdot mitoitetaan kaavalla 3. Mitoitukseen käytetään painehäviölaskentalomaketta, jonka avulla saadaan laskettua kytKentäjohdon ja

vesikalusteiden painehäviöt normivirtaamalla. Laskelman perusteella valitaan kytkentäjohtoon materiaali ja koko. (Talotekniikkainfo 2020.)

$$\Delta p_{nN} = \Delta p_{kN} + \Delta p_v \quad (3)$$

Δp_{nN} = Vesikalusteen ja sen kytkentäjohtoon yhteinen painehäviö normivirtaamalla (kPa)

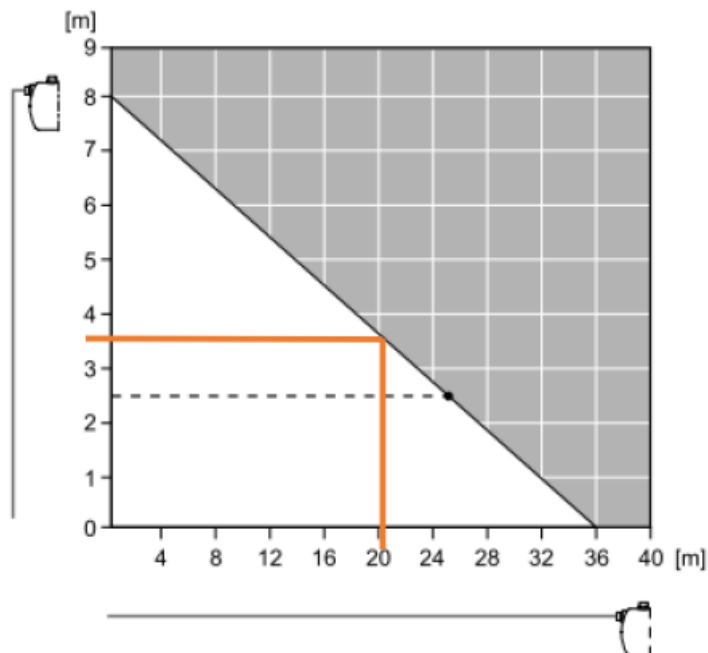
Δp_{kN} = Kytkentäjohtoon painehäviö normivirtaamalla (kPa)

Δp_v = Vesikalusteen painehäviö normivirtaamalla (kPa)

Painehäviölaskennan perusteella kytkentäjohtoksi valitaan DN15 pex-putki, jonka maksimipituus kytkentäjohtona on 15 m (Talotekniikkainfo 2020).

7.4 Pumpun ja imuputken mitoitus

Pumpun imuputki ja pumppu mitoitetaan pumpun toimittajan ohjeiden mukaisesti. Tässä kohteessa pumppu mitoitetaan imuputken vaakapituuden mukaisesti. Imuputken pituus on 20,1 m, jolloin pumpun nostokorkeus on maksimissaan 3,6 m (kuva 14). Tässä kohteessa alimman pisteen ja pumpun välinen nostokorkeus on 2,6 m. (Oy Grundfos Pumput Ab.)



Kuva 14. Imuputken pituuden vaikutus pumpun nostokorkeuteen (Oy Grundfos Pumput Ab)

Imuputken tulee olla vähintään kokoa 1” jos vaakapituus on yli 10 metriä tai imukorkeus yli 4 metriä. Tällä perusteella imuputken kooksi valitaan DN32 pem-putki. (Oy Grundfos Pumpput Ab.)

8 KAKSOISVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN KUSTANNUSLASKELMAT

8.1 Rakentamiskustannukset

Rakentamiskustannukset lasketaan Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimuksen mukaisia normituntikertoimia käyttäen. Työehtosopimuksessa on jokaiselle asennettavalle yksikölle määritelty asennusaika (normitunti) ja sille normituntikerroin. Asennuksien urakkasummat lasketaan kaavalla 4. (LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry ja Rakennusliitto ry 2018.)

$$US = NHS \times NHK \quad (4)$$

jossa

US = Urakkasumma (€)

NHS = Normituntien summa (NH)

NHK = Normituntikerroin (16,73 €/NH)

8.2 Käyttö- ja huoltokustannukset

Laitteiden käyttö ja niiden huoltaminen aiheuttavat kustannuksia. Sähkön hinta on ainoa järjestelmän käytöstä aiheutuva kustannus ja se lasketaan kaavalla 5 (MAOL-taulukot 2019). Sähkön hinta muodostuu energian hinnasta ja sähkön siirto hinnasta (Alva-konserni).

$$E = P \times t \quad (5)$$

jossa

E = Sähköenergia (kWh)

P = Laitteen teho (kW)

t = Käyntiaika (h)

Huoltokustannukset koostuvat säiliöiden tyhjentämisestä ja järjestelmään liitettyjen laitteiden huollosta. Kaksoisviemärijärjestelmän huoltokustannukset lasketaan kaavalla 6. Vuosikustannus saadaan, kun vuotuinen huoltokertojen määrä kerrotaan huoltokerran hinnalla (Saaranen, P., Kolttola, E. & Pösö, J. 2016).

$$\epsilon_v = lkm \times \epsilon \quad (6)$$

jossa

ϵ_v = Vuosikustannus (€)

lkm = Huoltokertojen määrä (krt/v)

ϵ = Huoltokerran hinta (€/krt)

8.3 Takaisinmaksuaika

Kaksoisviemärijärjestelmän rakentamis-, käyttö- ja huoltokustannukset huomioidaan takaisimaksulaskelmassa. Takaisinmaksuaika lasketaan yksinkertaistetulla takaisinmaksuajan menetelmällä kaavan 7 mukaisesti. Takaisinmaksuaika saadaan, kun järjestelmän rakentamisesta aiheutuneet kulut (investointimeno) jaetaan vuotuisella nettotulolla. (Saaranen, P., Kolttola, E. & Pösö, J. 2016.)

$$TMA = \text{Investointimeno} \div \text{vuotuinen nettotulo}$$

$$TMA = (US + \epsilon_y) \div [S_v - (E + \epsilon_v)] \quad (7)$$

jossa

TMA = Takaisinmaksuaika (v)

US = Urakkasumma (€)

ϵ_y = Laitteiden ja materiaalien yhteishinta (€)

E = Sähköenergian ja sähkönsiirron vuotuinen hinta (€)

ϵ_v = Vuotuiset huoltokustannukset (€)

S_v = Vuotuinen veden käytön säästö (€)

9 KAKSOISVIEMÄRÖINTIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELMA

LVI-suunnitelma pohjautuu aina tilaajan tarpeisiin ja vaatimuksiin, ja se toteutetaan lakia, määräyksiä ja ohjeita noudattaen. Viemäri- ja vesijohdot suunnitellaan Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta (1047/2017) mukaisesti. Kaksoisviemärintisuunnitelma tehdään omakotitaloon, joka sijaitsee Jyväskylässä. Talossa tulee asumaan 4-henkinen perhe. Omakotitalo on kokonaispinta-alaltaan 150 m², ja tontin koko on 980 m². Liitteestä 1 löytyy tuloste omakotitalon kaksoisviemärintijärjestelmän suunnitelmasta. Suunnitelman selkeyttämiseksi siinä ei esitetä muita järjestelmiä eikä muita putkistoja, vain kaksoisviemärijärjestelmään liittyvät. Asennuksessa käytettävät laitteet ja materiaalit on luetteloituna taulukossa 3. Asennuksissa käytettävät laitteet ja materiaalit asennetaan asennusohjeiden ja LVI-suunnitelmien mukaisesti.

Taulukko 3. Materiaaliluettelo

Putkisto / osa	Tuote / Materiaali	Toimittaja
Viemäriputket ja osat	HT PP Nordic	Pipelife
Harmaavesipuhdistamo	Bio-Bertta	Pipelife
Välisäiliö	Umpisäiliö 5000	Pipelife
Imuputki	PEM-paineputki	Pipelife
Pohjaventtiili	Messinki / RST	HELA
Pumppu	JP 4-47 PT-H	Grundfos
Jakojohto	Kupariputki Cupori	Cupori
Jakotukki PEX-liittimin	Messinki	Onninen
Kytkenäjohto	PEX-putki suojaputkessa	Uponor
Liittimet	Messinki	Onninen
Sulkuventtiilit	Messinki	Onninen

9.1 Kaksoisviemärintijärjestelmän rakentamiskustannukset

LVI-suunnitelmasta käy ilmi vesi- ja viemärlaitteistoissa käytettävät osat, tuotteet ja materiaalit, jonka perusteella laaditaan LVI-määräluettelo ja lasketaan järjestelmän rakentamiskustannukset materiaaleineen ja töineen. Kustannukset lasketaan vain kaksoisviemärintijärjestelmän osalta. Hinta on lisäkustannehinta omakotitalon perinteiseen yksiviemärijärjestelmään verrattuna, eikä hinnassa oteta huomioon maanrakennuskustannuksia. Materiaalit ja laitteet on hinnoiteltu Onninen 2020 -hinnasto mukaisesti ja työn osuuden laskentaan on käytetty Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimuksen mukaisia normituntikertoimia. LVI-määräluettelossa on eriteltyä suunnitelman

mukaiset materiaali määrät ja niiden asennukseen käytettävä työn osuus sekä kaksoisviemäröintijärjestelmän rakentamisen kokonaiskustannus. Rakentamiskustannukset on laskettu kaavalla 4. Taulukossa 4 on yhteenveto järjestelmän rakentamiskustannuksista pääpositioittain. Pääpositioita ovat viemärit, viemärlaitteet ja vesijohdot. Liitteessä 2 tarkempi erittely materiaaleista ja työstä.

Taulukko 4. LVI-määräluettelon yhteenveto positioittain

MATERIAALIT (Onninen 2020)		TYÖ	YHTEENSÄ
Materiaali / Tuote / Posi- tio	Materiaali hinta yhteensä (€)	Työhinta yh- teensä (€)	Rakentamiskustannuk- set (€)
Viemärit	777,65 €	156,38 €	934,03 €
Viemärlaitteet	5 015,00 €	92,02 €	5 107,02 €
Vesijohdot	1 179,59 €	183,13 €	1 362,71 €
YHTEENSÄ alv 0%	6 972,24 €	431,52 €	7 403,75 €
alv 24%	1 673,34 €	103,56 €	1 776,90 €
YHTEENSÄ sis. alv	8 645,57 €	535,08 €	9 180,66 €

Materiaalien hinnat ovat alv 0 % listahintoja. Kun materiaalien hintoihin lisätään arvonlisävero 24 % hinnaksi tulee 8645,57 €. Lasketut hinnat eivät ole urakointiliikkeen ostohintoja vaan tukkurin listahintoja, joista urakointiliike saa vuosisopimuksen mukaisen alennuksen. Työn osuus on laskettu putki- ja ilmastointialan normituntikertoimella 16,73 €/NH. Työn hinnaksi saadaan 431,52 € alv 0 %, ja kun hintaan lisätään arvonlisävero 24 %, työn hinnaksi saadaan 535,08 €. Laskemalla materialikustannukset ja työkustannus yhteen arvonlisäverolliseksi kokonaishinnaksi saadaan 9180,66 €. Rakentamiskustannuksen kokonaishintaan LVI-urakointiliike lisää vielä yrityksen kiinteät kulut, muut kulut ja tavoitekatteen. Tässä tutkimuksessa ei oteta huomioon yrityksen vuosialennuksia, yritystoiminnan kuluja eikä tavoitekatetta.

9.2 Kaksoisviemäröintijärjestelmän käyttö- ja huoltokustannukset

Laitteiden huoltotoimet tulee suorittaa laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeiden mukaisesti. Järjestelmän käyttö- ja huoltokustannukset koostuvat seuraavista kuluista:

- sähkön käytön kulut
- säiliöiden tyhjennys lietteestä 1 kertaa 2 vuodessa
- pohjaventtiilin puhdistus ja huolto tarpeen mukaan

- pumpun huolto tarpeen mukaan
- wc:n huuhteluventtiileiden puhdistus ja huolto tarpeen mukaan.

Taulukkoon 5 on koottu kaksoisviemärijärjestelmän käyttö- ja huoltokulut yllä mainitun listan mukaisesti. Pumput kuluttavat sähköä 376 kWh/vuosi. Sähkön hinta on noin 0,065 €/kWh ja sähkön siirtohintaa noin 0,066 €/kWh, nämä hinnat sisältävät perusmaksut, sähköverot ja muut maksut. Sähkön käytön vuotuinen kustannus lasketaan kaavalla 5. Sähkön kustannus vuodessa on $376 \text{ kWh/vuosi} * (0,066 \text{ €/kWh} + 0,065 \text{ €/kWh}) = 49,26 \text{ €}$. Säiliöt tyhjenetään lietteestä kerran kahden vuoden aikana ja järjestelmän laitteita huolletaan tarpeen mukaan, järjestelmän huoltokustannukset lasketaan kaavalla 6. Vuotuinen huoltokustannus on $105,07 \text{ €} + 40,00 \text{ €} = 145,07 \text{ €}$. Järjestelmästä kertyy käyttö- ja huoltokustannuksia vuoden aikana noin 194,33 €.

Taulukko 5. Kaksoisviemärijärjestelmän käyttö- ja huoltokustannukset vuodessa

Toimenpide	Vuosikustannus (€)	
Sähkö	49,26	Vesipumppu ja ilmapumppu (376kWh/vuosi)
Tyhjennys	105,07	Umpisäiliö ja Bio-Bertta (1krt/2 vuodessa)
Laitteiden huolto	40,00	Laitteiden huolto (1 krt/vuosi)
YHTEENSÄ	194,33 €	

9.3 Kaksoisviemäröinti järjestelmän takaisinmaksuaika

Kaksoisviemärijärjestelmän takaisinmaksuaika saadaan, kun järjestelmän rakentamisesta aiheutuneet kulut (investointimeno) jaetaan vuotuisella nettotulolla. Seuraavasta taulukosta 6 selviää 4-henkisen perheen vuorokautinen vedenkulutus, jonka mukaan takaisinmaksulaskelma tehdään. Suihkussa käyntiin 4-henkisen perhe käyttää vuorokaudessa noin 203 litraa talousvettä ja wc:n huuhteluun noin 135 litraa. Suihkussa käynti tuottaa enemmän harmaata vettä kuin wc:n huuhteluun käytetään vuorokauden aikana, joten tuo 135 litraa voidaan kokonaisuudessaan kierrättää. Tämän perusteella voidaan laskea, että vuodessa wc:n huuhteluun perhe käyttää $356 \text{ pv} * 135 \text{ litraa/pv} = 48131 \text{ litraa vettä}$.

Taulukko 6. Vuorokautinen vedenkulutus

Vedenkulutus (L/vrk)	Henkilömäärä (kpl)	WC 26,00 %	Suihku 39,00 %	Keittiö 22,00 %	Pyykit 13,00 %
130	1	33,80 L	50,70 L	28,60 L	16,90 L
520	4	135,20 L	202,80 L	114,40 L	67,60 L

Omakotitalo sijaitsee Jyväskylän vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella. Taulukkoon 7 on laskettu 4-henkisessä perheessä wc:n huuhteluun käytetty veden kustannus 1 vuoden ajalta. Kierrättämällä suihkussa käyttämänsä harmaanveden, perhe säästää vuoden aikana vesi- ja jätemaksuissa, kun perusmaksut on maksettava $94,34 \text{ €} + 96,26 \text{ €} = 190,60 \text{ €}$.

Taulukko 7. WC:n huuhtelun kustannus

	Hinta	Määrä		Summa
Perusmaksu vesi (€/kk)	12,40	12	kk	148,80 €
Perusmaksu jätevesi (€/kk)	12,40	12	kk	148,80 €
Vesimaksu (€/m ³)	1,96	48,13	m ³	94,34 €
Jätevesimaksu (€/m ³)	2,00	48,13	m ³	96,26 €
YHTEENSÄ alv 24%				488,20 €

Kuten laskelmista huomataan, 4-henkisen perheen säästö vesilaskussa vuoden aikana on $190,60 \text{ €}$ (taulukko 7) ja kaksoisviemärijärjestelmän vuotuiset käyttö- ja huoltokustannukset ovat $194,33 \text{ €}$ (taulukko 5). Nettotuotto jää negatiiviseksi, koska käyttö- ja huoltokustannukset ovat suuremmat kuin säästö vesilaskussa $190,60 \text{ €} - 194,33 \text{ €} = -3,73 \text{ €}$. Tämän tutkimuksen perusteella voimme siis todeta, että kaksoisviemärijärjestelmän rakentaminen ei tuo 4-henkiselle perheelle säästöä vaan lisäkuluja rakentamisen, käyttö- ja huolto- toimien myötä, eikä näin ollen rakentamiskustannuksia saada takaisinmaksetuksi tällaisella järjestelmällä.

10 POHDINTA

Tämän työn tavoitteena oli selvittää, millainen viemärointijärjestelmä tarvitaan, jos harmaajätevesi kierrätettäisiin ja käytettäisiin uudelleen pientalossa wc:n huuhteluun, sekä laskea, paljonko olisi tällaisen järjestelmän rakentamis- ja käyttökustannukset uudisrakentamisessa ja mikä olisi sen takaisinmaksuaika. Tässä työssä todettiin, että kaksoisviemärijärjestelmän rakentaminen lisää ra-

kentämisen kustannuksia ja että järjestelmän käyttö- ja huoltokulut ovat suuremmat kuin 4-henkisen perheen säästö vesilaskussa. Tutkimustulokset osoittivat, että tällaisenaan ja tässä koko luokassa järjestelmä ei maksa itseään takaisin eikä tuo rahallista hyötyä kuluttajalle.

Suomessa talousvedeksi soveltuvaa vettä on runsaasti tarjolla ja veden toimitus ja jätevedenkäsittely on nykyisessä mallissa niin halpaa, ettei kaksoisviemärijärjestelmälle Suomessa ole tarvetta. Kuitenkin suomalaisina veden käyttäjinä me vaikutamme epäsuorasti muiden maiden vesivaroihin, sillä monet päivittäiset tuotteemme, joita käytämme, sisältävät välillistä ns. piilovettä. Tämä piilovesi, jonka me kulutamme, voitaisiin hyödyntää maissa, joissa vedestä on pulaa. Tällainen järjestelmä voisi olla hyvä vientituote. Järjestelmälle saattaisi löytyä kysyntää maissa, joissa puhtaasta juomavedestä on pulaa tai sitä käytetään kestävästi.

4-henkisen perheen taloudessa suihkussa käynti tuottaa noin 203 litraa harmaata vettä vuorokaudessa, josta 135 litraa käytetään suodattamisen jälkeen wc:n huuhteluun. Säiliöiden yhteistilavuus on 5600 litraa. Säiliöihin kertyy vuorokaudessa harmaata vettä noin 69 litraa, joten se täyttyy 81 vuorokaudessa. Harmaan veden kapasiteettia ei kokonaisuudessaan voida hyödyntää, ja se joudutaan ohjaamaan ylivuotoviemärin kautta kunnalliseen viemärijärjestelmään. Lisätutkimuksen aiheeksi voisi ajatella sen, kuinka koko harmaavesi- ja sadevesikapasiteetti voitaisiin hyödyntää kotitaloudessa. Millaisella järjestelmällä tämä olisi mahdollista ja tuottaisiko järjestelmä niin paljon säästöä, että rakentamisen kustannukset saataisiin takaisin maksetuksi?

LÄHTEET

Opetushallitus. 2020. Suomen luonnonvarat. Vesi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.oph.fi/fi/oppimateriaali/luovasti-luonnonvaroista/suomen-luonnonvarat/vesi> [viitattu 14.9.2019].

The Food and Agriculture Organization. 2019. Land & Water. Water scarcity. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.fao.org/land-water/water/water-scarcity/en/> [viitattu 14.9.2019].

Lindholm, A. 2008. Harmaavedessä voi piillä Suomen vientivaltti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/1074300903/Harmaavedessa+voi+piilla+Suomen+vientivaltti> [viitattu 17.9.2019].

WWF Suomi. 2012. Suomen vesijalanjälki. Globaalikuva suomalaisen vedenkulutuksesta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://wwf.fi/me-diabank/2306.pdf> [viitattu 17.9.2019].

Kuluttajaliitto. 2019. Vastuullinen kuluttaminen. Vedenkulutus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kuluttajaliitto.fi/tietopankki/vastuullinenkuluttaminen/sahko-vesi-lampo-ja-vastuullinen-kuluttaminen/vedenkulutus/> [viitattu 17.9.2019].

Motiva. 2019. Vedenkulutus taloyhtiössä. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tieto_ energian_ ja_ vedenkulutuksesta/vedenkulutus_ taloyhtiossa [viitattu 17.9.2019].

Valvira. 2019. Talousvesi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/talousvesi> [viitattu 20.10.2019].

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.

Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry. 2017. Jätevesiopas. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://vesiensuojelu.fi/jatevesi/> [viitattu 16.11.2019].

Talousjätevesi asetus 16.3.2017/157.

Terveydensuojelulaki 19.8.1994/763.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017.

HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut kuntayhtymä. 2019. Mitä hulevesi on?. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/kodinve-siasiat/hulevesi/Sivut/default.aspx> [viitattu 22.11.2019].

Drinan, J. & Spellman, F. 2013. Water and Wastewater Treatment. A Guide for the Nonengineering Professional. Second Edition. Yhdysvallat: CRC Press.

Suomen ympäristökeskus SYKE. 2019. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi-FI> [viitattu 22.11.2019].

Lindholm, A. 2008. Harmaavedessä voi piillä Suomen vientivaltti. *Turun Sanomat*. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/1074300903/Harmaavedessa+voi+piilla+Suomen+vientivaltti> [viitattu 17.08.2008].

Scandinavian Copper Development Association. 2018. Putkijärjestelmät. Kuparin käyttö LV-sovelluksissa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://copperalliance.fi/kayttokohteet/putkijarjestelmat/> [viitattu 01.05.2021].

Uponor Infra Oy. s.a. Uponor-kiinteistöviemärintäkirja. Suunnittelu- ja asennusohje.

Talotekniikkainfo. 2020. Vesi- ja viemärlaitteistot -opas. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennusten-vesi-ja-viemarilaitteistot-opas> [viitattu 10.06.2020].

Pipelife Finland Oy. s.a. Bio-Bertta harmaavesipuhdistamo. Tuote-esite.

Karttunen, E. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.

Ympäristöministeriö. 2007. D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet.

Suomen ympäristökeskus SYKE. 2015. Hyvä jätevesien käsittely. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry ja Rakennusliitto ry. 2018. Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus. Vaasa: Rakennustieto Oy.

MAOL-taulukot. 2019. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.

Alva-konserni. s.a. Sähköä kotitalouksille. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.alva.fi/kuluttajille/sahko/> [viitattu 09.04.2021].

Saaranen, P., Kolttola, E. & Pösö, J. 2016. Liike-elämän matematiikka. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Onninen Oy. 2020. Hinnasto.

Oy Grundfos Pumput Ab. Grundfos JP-pumput. Tuote-esite.

LVI-MÄÄRÄLUETTELO
Kaksoisviemäröintijärjestelmä

MATERIAALIT (Onninen 2020)							TYÖ (Taloteknikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus 2018-2020)				YHTEENSÄ
Materiaali / Tuote / Positio	LVI-numero	Koko	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta (€/yksikkö)	Materiaali hinta yhteensä (€)	Normitunti (h/yksikkö)	Kokonaistunt (h)	TES urakkatuntihinta (€/h)	Työhinta yhteensä (€)	Rakentamiskustannukset (€)
Viemärit			1	erä	363,19 €	777,65 €	0,70	9,34	118,11 €	156,38 €	934,03 €
Muhviviemäri 3m	2410164	75	26,7	m	8,70 €	232,29 €	0,25	6,68	16,73 €	111,67 €	343,96 €
Muhviviemäri 3m	2410166	110	8,9	m	14,50 €	129,05 €	0,28	2,49	16,73 €	41,69 €	170,74 €
Muhvikulma 45°	2430226	110	7	kpl	10,40 €	72,80 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	72,80 €
Muhvikulma 45°	2430224	75	3	kpl	6,96 €	20,88 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	20,88 €
Muhvihaara 45°	2450448	110-110	1	kpl	23,80 €	23,80 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	23,80 €
Supistusyhde	2470112	110-75	1	kpl	8,83 €	8,83 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	8,83 €
Tarkastusputki	2610210	200x110	1	kpl	290,00 €	290,00 €	0,17	0,17	17,73 €	3,01 €	293,01 €
Viemärlaitteet			1	erä	5 015,00 €	5 015,00 €	5,50	5,50	33,46 €	92,02 €	5 107,02 €
Harmaavesipuhdistamo	3625428	110	1	kpl	3 095,00 €	3 095,00 €	3,00	3,00	16,73 €	50,19 €	3 145,19 €
Umpisäiliö 5000 L	3625427	110	1	kpl	1 920,00 €	1 920,00 €	2,50	2,50	16,73 €	41,83 €	1 961,83 €
Vesijohdot			1	erä	930,33 €	1 179,59 €	2,31	10,95	451,71 €	183,13 €	1 362,71 €
PE-paineputki	1812023	32	20,1	m	2,55 €	51,26 €	0,35	7,04	16,73 €	117,70 €	168,95 €
Putkiläpivienni kuminen	2024305	20-35	1	kpl	7,95 €	7,95 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	7,95 €
Muoviputken liitin 90° SK	1925132	1x32	1	kpl	31,50 €	31,50 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	31,50 €
Kaksoisnippa UK/UK	1571306	1"	1	kpl	6,89 €	6,89 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	6,89 €
Palloventtiili SK	3796012	1"	1	kpl	33,90 €	33,90 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	33,90 €
Puserusliitin UK	1551124	1x28	1	kpl	18,70 €	18,70 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	18,70 €
CU-nippa juotettava UK	1573134	1x28	1	kpl	10,20 €	10,20 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	10,20 €
Kupariputki	1581023	28	1,5	m	18,70 €	28,05 €	0,43	0,65	16,73 €	10,79 €	38,84 €
Pohjaventtiili	ABK094	1"	1	kpl	10,40 €	10,40 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	10,40 €
Väliiitin muovi - messinki	1923140	1 1/4x35	1	kpl	20,30 €	20,30 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	20,30 €
Puserusliitin UK	1551128	1 1/4x35	3	kpl	26,80 €	80,40 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	80,40 €
Palloventtiili	3711115	1 1/4	1	kpl	45,50 €	45,50 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	45,50 €
Kupariputki	1581126	35	5,2	m	27,60 €	143,52 €	0,43	2,24	16,73 €	37,41 €	180,93 €
Kapillaarikäyrä	1500209	35	1	kpl	7,86 €	7,86 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	7,86 €
Pumppuventtiili	4012152	1 1/4x35	1	kpl	136,00 €	136,00 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	136,00 €
Supistusnippa	1570717	1 1/4x1	1	kpl	8,01 €	8,01 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	8,01 €
Kaksoisnippa UK/UK	1571306	1"	2	kpl	6,89 €	13,78 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	13,78 €
Yhdistäjä UK/SK	1574606	1"	2	kpl	44,80 €	89,60 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	89,60 €
Pumppu	4732540	1"	1	kpl	360,00 €	360,00 €	0,60	0,60	16,73 €	10,04 €	370,04 €
CU-nippa juotettava UK	1573134	1x28	1	kpl	10,20 €	10,20 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	10,20 €
Kupariputki	1581023	28	0,5	m	18,70 €	9,35 €	0,38	0,19	16,73 €	3,18 €	12,53 €
Kapillaarikäyrä	1500208	28	1	kpl	3,10 €	3,10 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	3,10 €
Palloventtiili	3796012	1"	1	kpl	33,90 €	33,90 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	33,90 €
Supistus kaksoisnippa	1570913	1x3/4	1	kpl	8,79 €	8,79 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	8,79 €
Messinki hattu	1571805	3/4	1	kpl	5,15 €	5,15 €	0,00	0,00	16,73 €	0,00 €	5,15 €
PEX-putki suojaputkessa	2012617	15	2	m	2,64 €	5,28 €	0,12	0,24	16,73 €	4,02 €	9,30 €
YHTEENSÄ alv 0%						6 972,24 €				431,52 €	7 403,75 €
alv 24%						1 673,34 €				103,56 €	1 776,90 €
YHTEENSÄ sis. alv						8 645,57 €				535,08 €	9 180,66 €