
SEKAVIEMÄRISTÄ ERILLISVIEMÄRIKSI

Teknis-taloudellisia tarkasteluja



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Visamäki, kevät 2015

Karri Lehto



VISAMÄKI

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Ympäristötekniikka

| | | |
|------------------|---|-------------------|
| Tekijä | Karri Lehto | Vuosi 2015 |
| Työn nimi | Sekaviemäristä erillisviemäriksi: Teknis-taloudellisia tarkasteluja | |

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsittelee vesihuoltoa koskevan lainsäädännön muutoksia ja saneerausprosessia sekaviemäröinnistä erillisviemäröinniksi. Aihe on tällä hetkellä hyvin ajankohtainen sekaviemärien poiston kuuluessa kuntien ja vesihuoltolaitosten tärkeimpiin tavoitteisiin, mutta samalla ongelmia luovat riittämättömät investointirahat ja alhainen saneerausvauhti. Vesihuoltoa koskeva lainsäädäntö on viime vuosina kokenut suuria muutoksia vesi-, vesihuolto- sekä maankäyttö- ja rakennuslakien osalta. Opinnäytetyön alussa käsitellään näitä muutoksia, joista on pyritty kokoamaan selkeä kokonaisuus erityisesti viemäröinnin vastuita ja hulevesiä koskevien lainkohtien osalta. Lainsäädännön muutosten tavoitteena on ollut selkeyttää kuntien ja vesihuoltolaitosten välisiä vastuita ja toimintaa, mutta mitään yhtenäistä toimintamallia ei ole vielä julkaistu.

Erillisviemäröinti rakennetaan yleensä vanhan sekaviemäröinnin käyttöään päättymisen lähestyessä ja kannattavinta on toteuttaa saneeraus yhdessä muun kunnallistekniikan kanssa. Alueelle jälkeempään rakennetun erillisviemäröinnin ongelmaksi on muodostunut alhainen kiinteistöjen liittymisprosentti. Erillisviemäröinnin sijaan hulevesien hallinta voidaan toteuttaa myös vaihtoehtoisilla menetelmillä jopa taloudellisemmin ja tehokkaammin. Näiden tarpeen tarkasteluun on kiinnitettävä enemmän huomiota ja esimerkiksi uudisrakentamisessa järkevällä maankäytön suunnittelulla voidaan vaikuttaa merkittävästi vaihtoehtoisten tapojen hyödyntämismahdollisuuksiin. Suomessa hulevesien luonnonmukaisesta hallinnasta ei ole vielä kattavaa tutkimustietoa eikä kokemusta, mutta ulkomailla runsaasti käytettäviä luonnonmukaisia hallintamenetelmiä on alettava hyödyntämään myös täällä.

Sisällön keräämiseen on hyödynnetty laajasti internet-julkaisuja, kirjallisuutta ja yhteistyötä vesihuoltolaitosten asiantuntijoiden kanssa. Lisäksi oma kokemus vesihuoltoverkoston saneeraustyömaalta on edesauttanut työn tekemistä. Työn toimeksiantajana toimii Tampereen Vesi.

Avainsanat vesihuolto, saneeraus, sekaviemäri, erillisviemäri, hulevesi

Sivut 48 s. + liitteet 7 s.

VISAMÄKI

Degree Programme in Construction Engineering
Environmental Engineering

| | | |
|-------------------------------------|--|------------------|
| Author | Karri Lehto | Year 2015 |
| Subject of Bachelor's thesis | Conversion of a combined sewer system to a separate sewer system: Technical and financial analysis | |

ABSTRACT


The purpose of this Bachelor's thesis was to discuss the latest changes in the water management legislation and the renovation process of a combined sewer system to a separate sewer system. The thesis was commissioned by Tampere Water. The topic is very current due to the actions of water companies, which aim to get rid of the combined sewer systems. The actions face problems like insufficient investing resources and too slow a pace of renovations. Water management legislation has undergone major changes in recent years. The aim was to compile all the changes in the legislation, especially the ones concerning the responsibilities of sewerage management and storm waters. The purpose of the new legislation was to simplify the actions and responsibilities of water management between municipalities and water companies. However, no common operation model has been published yet.

The material for the thesis was collected from internet publications and literature related to the field. The author's own experience in working on a renovation site of water supply systems and cooperation with the consultants were also utilized.

The result of the thesis show that when an old combined sewer system is approaching the end of its working life, it's usually replaced by a separate sewer system at the same time as the renovation of other municipal infrastructure. A low percentage of property connections has become a problem in populated areas, where the separate sewer system has been retrofitted afterwards. Alternative methods can be used in storm water management instead of separate sewer systems even more economically and efficiently. More attention has to be paid to utilizing these alternative methods. A rational land-use planning can have a significant effect on the use of the alternative methods. There is not sufficient research data on or experience in natural storm water management in Finland. Natural management is largely used abroad and it should also be utilized in Finland.

Keywords water management, renovation, combined sewer system, separate sewer system, storm water

Pages 48 p. + appendices 7 p.



SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 1 |
| 2 | LAINSÄÄDÄNNÖN MUUTOKSET..... | 2 |
| 2.1 | Uusi vesilaki 2011..... | 2 |
| 2.1.1 | Muutokset 2013 ja 2014..... | 3 |
| 2.2 | Vesihuoltolain muutokset 2014..... | 4 |
| 2.3 | Maankäyttö- ja rakennuslain muutokset 2014..... | 5 |
| 3 | VIEMÄRÖINTI..... | 6 |
| 3.1 | Verkosto..... | 6 |
| 3.1.1 | Viemäriverkostojen nykytila..... | 6 |
| 3.1.2 | Verkostoon liittyminen..... | 7 |
| 3.2 | Sekaviemäröinti..... | 8 |
| 3.3 | Vuotovedet..... | 9 |
| 3.4 | Erillisviemäröinti..... | 9 |
| 3.5 | Huleveden laatu..... | 10 |
| 3.6 | Viemärijärjestelmien vertailu..... | 11 |
| 4 | VIEMÄRÖINNIN SUUNNITTELU..... | 12 |
| 4.1 | Lähtötiedot..... | 12 |
| 4.2 | Suunnitteluprosessi..... | 12 |
| 4.3 | Teknisen suunnittelun osatekijät..... | 16 |
| 4.4 | Jätevesiviemärin mitoitus..... | 17 |
| 5 | HULEVESI..... | 20 |
| 5.1 | Luonnonmukainen hallinta..... | 20 |
| 5.1.1 | Luonnonmukaisen hallinnan suunnittelutasot..... | 20 |
| 5.1.2 | Maankäyttö..... | 21 |
| 5.1.3 | Hallintamenetelmiä..... | 21 |
| 5.2 | Hulevesiviemärin mitoitus..... | 25 |
| 5.3 | Ilmastonmuutoksen vaikutukset hulevesijärjestelmiin..... | 31 |
| 6 | SEKAVIEMÄRISTÄ ERILLISVIEMÄRIKSI..... | 32 |
| 6.1 | Verkostojen saneeraus..... | 32 |
| 6.2 | Saneerausmenetelmän valinta..... | 34 |
| 6.3 | Saneerauksen syitä ja tavoitteita..... | 35 |
| 6.3.1 | Verkostojen kunto..... | 35 |
| 6.3.2 | Verkostojen toimivuus ja tunnusluvut..... | 35 |
| 6.4 | Hyötyjä ja haittoja..... | 39 |
| 6.5 | Hulevesiverkkoon liittyminen..... | 39 |
| 6.6 | Vastuunjako hulevesijärjestelmistä..... | 41 |
| 6.7 | Kustannukset..... | 41 |
| 6.7.1 | Esimerkkilaskelma kustannusjakaumasta..... | 42 |
| 6.8 | Hankkeeseen ryhtyminen..... | 44 |
| 7 | POHDINTA..... | 44 |

| | |
|---------|---|
| Liite 1 | Colebrookin nomogrammi, $k=0,2$ |
| Liite 2 | Colebrookin nomogrammi, $k=1,0$ |
| Liite 3 | Jätevesiviemärin huuhtoutuvuus |
| Liite 4 | Jätevesivirtaamataulukko, Hyvinkään Vesi |
| Liite 5 | Vedenkulutus, Hyvinkään Vesi |
| Liite 6 | Jäte- ja hulevesiverkosto, Hyvinkään Vesi |
| Liite 7 | Energiankulutustaulukko, Hyvinkään Vesi |

1 JOHDANTO

Vanhan vesilain oltua voimassa yli 50 vuotta sitä ajanmukaistettiin vuonna 2011 ja siihen tehtiin asetuksen muutos vuonna 2014. Vesilaki koskee lähinnä vesiympäristöä ja vesivaroja. Sisällöllisesti vesilaki ei kokenut suuria muutoksia, vaan sen rakenne nykyaikaistettiin. Myös vesihuoltolaki sekä maankäyttö- ja rakennuslaki on kokenut suurehkoja muutoksia vuonna 2014. Lainsäädännön muutokset koskevat suurilta osin kunnan toimintatapoja ja vastuita. Toinen suuri muutos lainsäädäntöön oli hulevesisäännösten siirtäminen omaksi luvuksi vesihuoltolaista maankäyttö- ja rakennuslakiin.

Hulevesiä ovat rakennetuilta pinnoilta valuvat sade- ja sulamisvedet sekä perustusten kuivatusvedet. Näiden poisjohtaminen tapahtuu pääosin erillisviemäreillä, joissa jätevedet ja hulevedet virtaavat omissa putkissaan. Vain vanhahkojen kaupunkien keskustoissa on enää käytössä sekaviemärintiä, jossa jätevedet ja hulevedet sekoittuvat. Varsinkin sekaviemärijärjestelmät ovat alttiita riskeille ja niiden ylivuodot voivat aiheuttaa merkittäviä riskejä ympäristölle. Ongelmallisia ovat myös sekaviemäriin päätyvät hulevedet. Opinnäytetyössä ei käsitellä pelkästään näiden viemärintijärjestelmien eroja ja saneerausta sekaviemäroinnistä erillisviemäroinniksi, vaan siinä on pyritty tuomaan esille myös hulevesien vaihtoehtoisia hallintakeinoja ja niiden hyödyntämistä.

Työssä tarkastellaan erillisviemäroinnin ja sille vaihtoehtoisten menetelmien tarpeellisuutta, toiminnollisuutta ja taloudellisuutta. Erillisviemäroinnin rakentaminen on kuitenkin kallista, ja ongelmia aiheuttavat hulevesien laatu ja kiinteistöjen liittäminen hulevesiviemäriin. Vaikka erillisviemäroinnin rakentaminen ei aina ole kustannustehokasta, perustellaan sen rakentaminen alueen kuivatuksen selvällä parantumisella tai vuoto- ja hulevesien vähentämisellä jätevesiviemäreistä. Vaikka hulevesien luonnonmukainen hallinta olisi paras vaihtoehto hulevesien käsittelemiseksi, varsinkin saneerattavilla sekaviemärialueilla niiden hyödyntäminen hulevesiviemärien sijaan on haasteellista rajallisen maankäytön takia. Uudisrakennusalueilla hyödyntäminen on helppoa, kunhan se otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Työssä on esitelty yleisiä suunnittelu- ja mitoituskäytäntöjä jäte- ja hulevesiviemärien osalta.

Työn tavoitteina on selventää lukijalle, miksi sekaviemäroinnin poistaminen on kannattavaa, milloin erillisviemärinti on paras ratkaisu ja miten kuntien ja vesihuoltolaitosten välinen toimintamalli muuttuu lainsäädännön muutosten alla. Muutosten taustalla ovat lainsäädännön muutokset, joiden mukaan kokonaisvastuu hulevesien hallinnasta ei enää kuulu vesihuoltolaitosten toimintaan. Näiden ansiosta kunnan toimivaltaa on saatu tehostettua yksinkertaistamalla ja yhtenäistämällä. Vesilaitosyhdistys ei ole vielä julkaissut yhtenäistä toimintamallia kunnan ja vesihuoltolaitoksen välisen sopimuksen tueksi. Tällä hetkellä toimintamallit eroavat paljon toisistaan, koska määräävänä tekijänä toimii aina kunnan ja vesihuoltolaitoksen välinen sopimus.

2 LAINSÄÄDÄNNÖN MUUTOKSET

2.1 Uusi vesilaki 2011

Yli 50 vuotta voimassa ollut vesilaki uudistui vuoden 2012 alusta. Uusi vesilaki (587/2011) tuli voimaan 1.1.2012 ja samalla kumottiin vanha vesilaki (264/1961). Uusi vesilaki on hyvin samankaltainen kuin edeltäjänsä, mutta pykäläiä on karsittu reilusti. Lain soveltamisala ja peruseriaatteet ovat säilyneet suurin piirtein ennallaan, vain rakennetta ja sanastoa on uudistettu sekä otettu huomioon hallinnon muutokset. Suurimmat muutokset koskevat vesilain mukaista lupa-asian käsittelyä, jonka tarkoituksena on nopeuttaa lupamenettelyä. Katselmustoimituksesta ja lopputarkastuksesta on luovuttu, joiden sijaan lupahakemuksille on asetettu tiukemmat vaatimukset, mikä tarkoittaa parempaa valmistelua hakijalta. (Liikennevirasto 12/2013, 7.) Aikaisempi selvitysmenettely ja katselmustoimitus on korvattu erityisen selvityksen hankkimisella. Vesilain uudistuksen katsotaan selkeyttäneen ja ajanmukaistaneen vesialueiden ja vesivarojen käyttöä ja suojelua koskevia säännöksiä. Kunnan tehtävät lain toimeenpanossa säilyivät pääosin samoina. Aluehallintovirasto toimii vesilaissa tarkoitettuna lupaviranomaisena, kun taas vesilain mukaiset laillisuusvalvontatehtävät kuuluvat edelleen ELY-keskukselle ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. (Ympäristöministeriö 2012, 10.)

Vesilain yleistavoitteina on edistää, järjestää ja sovittaa yhteen vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä niin, että se olisi yhteiskunnallisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä. Myös veden ja vesiympäristön käytöstä aiheutuvia haittoja on tarkoitus ehkäistä ja vähentää sekä parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa.

Vesilain peruskäsitteissä, kuten virtaavien vesien määritelmässä, on tapahtunut muutoksia aiempaan lakiin nähden. Uudessa laissa on yhdenmukaistettu vesitaloushankkeita koskevaa sääntelyä. Ilmoittamismenettelyn ilmoitusvelvollisuus on laajennettu koskemaan myös vedenottoa ja vähäistä suurempaa ojitusta, joka toimitetaan ELY-keskukselle. Luvanvaraisuutta koskevassa sääntelyssä on luovuttu yleiskieltoihin perustuvasta sääntelystä, ja se jakautuu nykyään hankkeen vaikutuksiin perustuvaan yleiseen luvanvaraisuuteen ja luetteloon niistä hankkeista, joille on aina haettava lupa. Pohjavesiesiintymien ja puroumien luonnontilan säilymisen asemaa on entisestään korostettu vanhaan lakiin nähden, millä pyritään näiden luonnontilan säilyttämiseen. Suurin muutos luvanvaraisten hankkeiden luetteloon on se, että ruoppausten luvanvaraisuuden rajana on nykyään 500 m³:n ruoppausmassa. Lakiin on lisätty valvonnallinen ilmoitus ELY-keskukselle 30 vuorokautta ennen toiminnan aloittamista, kuten ruoppausta, ruoppausmassan sijoitusta, maa-ainesten ottamista vesistön pohjasta sekä pinta- ja pohjaveden ottamista. Vastaavanlainen ilmoitus on myös tehtävä muulle kuin vähäiselle ojitukselle 60 vuorokautta ennen toiminnan aloittamista. Lupien myöntämisen arviointi säilyy pääosin muuttumattomana ja lupaan liittyvät säännökset on asetettu vastaamaan lain soveltamiskäytännön muutoksia. Luvan tarkistamisen säännökset eivät ole enää kytketty vain tiettyihin hanketyyppeihin, vaan niiden soveltaminen ratkaistaan tapauskohtaisesti hankkeen luonteen ja vaikutusten perusteella. (Ympäristöministeriö 2012, 10.)

Hanketyyppien lukujen rakenne on muuttunut. Vesistön järjestelyä koskevan luvun tilalle on tullut keskivedenkorkeuden pysyvää muuttamista koskeva luku, jossa on uudistettu erityisesti sen nostamista koskevaa sääntelyä. Myös ojituksen, säännöstelyn ja vesivoiman hyödyntämistä koskevat vaikutukset on säädetty omissa luvuissaan. Jäteveden johtamista koskevat säännökset puolestaan on siirretty ympäristönsuojelulakiin. (Ympäristöministeriö 2012, 10.)

Uudessa vesilaissa vesioikeudellisia eli aikaisemmin ojitus-, järjestely- ja säännöstely-yhtiön sekä uittoyhdistyksen nimellä kutsuttuja yhteisöjä koskevat säännökset on koottu lain 12. lukuun, kuten myös kiinteistöoikeudelliset säännökset omaansa. Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen tehtävät ja toimivalta ojitusasioissa, kuten erimielisyystilanteissa, laajenivat hiukan, koska ojitustoimitus tulee tarpeelliseksi, jos asiasta ei voida sopia ja hyödynsääjia on vähintään kolme aikaisemman kahden sijasta. Ojitukseen liittyen vesilain sekä maankäyttö- ja rakennuslain suhdetta selkeytettiin niin, että oikeus ojittaa toisen maalla sen sijaitessa asemakaava-alueella myönnetään eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta maankäyttö- ja rakennuslain nojalla. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset ojitusasiat ratkaisee kunnan määräämä viranomainen. Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen toimivaltaa vähensi tutkimusluvan myöntämisen siirtäminen aluehallintovirastolle. Valvontaviranomaisen toiminnassa on lähestytty ympäristönsuojelulain menettelyjä. (Ympäristöministeriö 2012, 11; Kunnat.net 2011.)

2.1.1 Muutokset 2013 ja 2014

Elokuussa 2013 hallitus esitti eduskunnalle vesilain muuttamista siten, että tulviin ja kuivuuteen varautuminen paranisi. Muutosesitys on osa sää- ja vesiolojen muutoksiin, erityisesti ääri-ilmiöiden yleistymiseen, varautumista, ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen edistämistä. Lakiesityksen mukaan ELY-keskus tekisi tarvittaessa selvityksen niistä toimista, joilla tulvista ja kuivuudesta aiheutuvia vahinkoja voitaisiin estää. Muutos olisi koko vesistöalueen tai sen osan osalta entistä kattavampi, ja esimerkiksi vedenpinnan säännöstelyluvan haltija saisi ehdotuksia ELY-keskukselta vedenkorkeuksiin ja virtaamiin vaikuttavista toimista tulvan tai kuivuuden uhattessa. Lisäksi vesistön vedenkorkeuksiin ja virtaamiin vaikuttavien hankkeiden lupamääräyksiä voitaisiin tarkistaa tai antaa uusia määräyksiä, jos tulvien ja kuivuuden aiheuttamien vahingollisia vaikutuksia ei voitaisi muuten estää. Eduskunta hyväksyi muutosesityksen mukaisen lain vesilain muuttamisesta joulukuussa 2013. (HE 87/2013 vp.)

Syyskuun alussa 2014 vesilakiin tuli voimaan asetuksen muutos, joka toi vesiosuuskunnille uusia tehtäviä ja velvoitteita. Asetus koskee yli kymmenen kuutiota tai 50 ihmiselle vettä toimittavia vesiosuuskuntia, vaikka niillä ei olisi omaa vedenottamoaa. Uusi asetus velvoittaa vesiosuuskunnat parempaan veden laaduntarkkailuun ja täten säännölliseen näytteenottoon valvontasuunnitelman nojalla. Lisää tehtäviä tuo myös pakollinen erityistilannesuunnitelma poikkeustilanteille sekä desinfiointivalmiuden ylläpitäminen. (Vesilain muutos tuo velvoitteita. Hankasalmen Sanomat 3.12.2014).

2.2 Vesihuoltolain muutokset 2014

Jäte- ja hulevesiverkostot tulevat ilmastonmuutoksen tuomien sateiden rankkuuden kasvamisen ja kevätlumien nopean sulamisen takia altistumaan entistä kovemmalle rasitukselle. Vuotovedet yleensä kaksin- tai kolminkertaistavat jätevesiviemäreiden kautta puhdistamoille tulevat virtaamat, ja tämän takia puhdistamoja joudutaan suunnittelemaan liian suuriksi. Vuonna 2014 uudet vesihuolto-, sekä maankäyttö- ja rakennuslaki selkeyttivät kunnan vastuuta hulevesien kokonaihallinnasta, joiden mukaan kunnan on kehitettävä hulevesien pidättämistä, imeyttämistä ja tulvareittejä. Ensisijaisesti helpointa tämä on uusien alueiden kaavoituksen yhteydessä. (ROTI yhdyskuntatekniikka 2015, 32).

Eduskunta hyväksyi lait vesihuoltolain muuttamisesta kesäkuussa 2014 ja se tuli voimaan 1.9.2014. Uudistuksen tavoitteena on varmistaa turvalliset ja kohtuuhintaiset vesihuoltopalvelut sekä parantaa hulevesien kokonaihallintaa sään ja vesiolojen ääri-ilmiöiden lisääntyessä ja päällystettyjen pintojen määrän kasvaessa yhdyskunnissa. Uudistuksessa vesihuollon merkitystä hieman muutettiin ja vesihuollon piiristä poistuivat hulevesien ja perustusten kuivatusvesien poisjohtaminen ja käsittely. Muutokset liittyvät erityisesti vesihuollon kehittämiseen, hulevesien hallintaan, kiinteistöjen liittymisvelvollisuuteen, talouteen ja kilpailuneutraliteettiin. (HE 218/2013). Vesihuollon kehittämissuunnitteluvaihe poistui vesihuoltolaista, mutta kehittämisen velvoite muilla tavoin jatkuu. Kehittämissuunnitelma kuitenkin toimii hyvin kunnan apuvälineenä vesihuollon kehittämisen suunnalle, jossa tarkastellaan muun muassa vesihuollon nykytilaa, periaatteita, tavoitteita ja suunnitelmia vesihuollon kehittämistarpeista ja -toimenpiteistä. (Ympäristöopas 2008, 9).

Hulevesipalvelut, vesihuollon kehittäminen, järjestäminen ja siitä huolehtiminen pysyvät vesihuoltolaissa, mutta hulevesien viemärointi ja muu hallinta siirtyi maankäyttö- ja rakennuslakiin. Huleveden viemäroinnissä (17 a, b, c §) kunta voi vesihuoltolaitoksen kanssa päättää huleveden viemäroinnin vastuun siirrosta vesihuoltolaitokselle. Päätöstä edellyttää, että vesihuoltolaitos pystyy huolehtimaan viemäroinnistä taloudellisesti ja asianmukaisesti. Lisäksi vesihuollon maksut tulee pysyä kohtuullisina vesihuollon kustannusten kattamiseksi. Uuden lain mukaan hulevesiviemäroinnin alueella sijaitseva kiinteistö on liitettävä hulevesiverkostoon. Liittämisvelvollisuudesta vapauttamisesta säädetään 17 c §:ssä ja ne vastaavat lain 11 §:ää ja sen muutoksia. Vapauttamisen tulee perustua liittämisen kohtuuttomuuteen tai muuhun hulevesien hallintakeinoon, ja lisäksi taajamaan ulkopuolella liittämisvelvollisuudessa on useampia vapauttamissäädöksiä. (Kuntaliitto 2014, Rontu).

Hulevesien johtaminen vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin kielletään vesihuoltolain 17 d §:ssä. Tässä kohdassa jätevesiviemäriä tarkoitetaan sekä jäteveden johtamiseen tarkoitettua erillisviemäriä, että sekaviemäriä. Lain tarkoituksena on, että tulevaisuudessa sekaviemäreistä ja erityisesti hulevesistä jätevesiviemäreissä päästään eroon. Pykälän toisessa momentissa säädetään poikkeuksista tähän kohtaan, jossa kaikkien momentissa mainittujen edellytysten täyttyessä kiinteistö voidaan liittää sekaviemäriin hulevesien poisjohtamiseksi. Edellytyksinä on, että sekaviemäri on rakennettu ennen

vuotta 2015 ja sen mitoituksessa on otettu huomioon hulevesien johtaminen ja että vesihuoltolaitos pystyy huolehtimaan sekaviemäriin johdetusta hulevedestä taloudellisesti ja asianmukaisesti. Hulevedet voidaan poistaa myös muilla keinoilla, jolloin kiinteistöä ei tarvitse liittää sekaviemäriin. (Kuntaliitto 2014, Rontu). Liittämismääräyksen (10 ja 11 §) mukaan taajaman ulkopuolella kiinteistöllä ei ole liittämismääräystä viemäriin, jos kiinteistön vesihuolto on järjestetty asianmukaisesti ennen toiminta-aluepäättöstä tai kiinteistöllä on käytössä vain kuivakäymälä.

2.3 Maankäyttö- ja rakennuslain muutokset 2014

Maankäyttö- ja rakennuslakiin lisättiin hulevesiä koskevat erityiset säännökset (13 a luku), joita sovelletaan rakennetulla alueella maan pinnalle, rakennuksen katolle tai muulle pinnalle kertyvien hulevesien hallintaan. Säännökset koskevat myös perustusten kuivatusvesiä. Hulevesien hallinnan siirtämisellä maankäyttö- ja rakennuslakiin tavoiteltiin hallinnan kehittämistä kaavoituksen keinoin, jolla suunnitelmallinen hallinta onnistuu parhaiten esimerkiksi viivyttämällä ja imeyttämällä hulevesiä niiden kerääntymispaikoilla. Ensisijaisena tarkoituksena on kuitenkin, että kiinteistöjen hulevedet hoidettaisiin jo niiden syntypaikalla. Yhteenvedona, ensisijainen vaihtoehto hulevesien hallinnalle on kiinteistön omistajan tai haltijan oma vastuu, toissijaisena hulevesien johtaminen kunnan hulevesijärjestelmään. (Kuntaliitto 2014, Rontu).

Hulevesisäännöksiä valvoo kunnan määräämä taho ja liittymiskohdan kiinteistön hulevesijärjestelmän liittämiseen kunnan hulevesijärjestelmään näyttää kunnan määräämä viranomainen. Säännökset, toisin sanoen määräykset, voivat koskea esimerkiksi hulevesien määrää, laatua, imeyttämistä, viivyttämistä, tarkkailua tai hulevesijärjestelmään liittämistä. Kunnan määräämä taho voi myös uuden lainkohdan mukaan ratkaista yleensä naapurien välisiä hulevesistä johtuvia riitatilanteita määräyksiä antamalla. Kunta voi periä julkisoikeudellista hulevesimaksua, jonka tarkoituksena on kattaa hulevesijärjestelmän kustannukset. Hulevesimaksusta voidaan sopia vesihuoltolaitoksen kanssa niin, että vesihuoltolaitos perii vesilaskun yhteydessä hulevesimaksun kunnalle. On tärkeää, että maksut tulee selvästi erotella toisistaan laskun yhteydessä. (Kuntaliitto 2014, Rontu).

Esimerkki siitä, mitä lakimuutosten edellyttämänä toimenpidelista kunnalle voisi sisältää:

- hulevesiä koskevien säännöksiä toteutumista valvovan tahon (monijäseninen toimielin) määrääminen
- hulevesien hallinnan järjestäminen asemakaava-alueella
- vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen hyväksyminen
- häiriötilanteeseen varautumisen suunnitelma 31.12.2016 mennessä vesihuoltolaitoksen toimesta
- liittymismääräyksen liittyvän viranomaisen määrääminen
- hulevesien viemäroinnistä päättäminen vesihuoltolaitoksen kanssa
- julkisoikeudellisesta hulevesimaksusta päättäminen
- vesihuollon kirjanpidon eriyttäminen ja muut vesihuoltolain kohdan 20 §:n mukaiset vaatimukset (Kuntaliitto 2014, Rontu).

Lain tavoitteena voidaan pitää sitä, että hulevesikustannuksia ei jatkossa hoidettaisi vesi- ja viemärimaksuilla, vaan erillisillä hulevesimaksuilla.

Hulevesien lisäämisen lisäksi maankäyttö- ja rakennuslakiin tehtiin muutoksia suunnittelua, rakennustyönjohtoa ja viranomaisvalvontaa koskeviin säännöksiin. Selkeytetyillä muutoksilla helpotettiin näiden yhtenäistä soveltamista ja säännösten sisältö pysyy pääosin ennallaan. Uudet säännökset koskien suunnittelu- ja työnjohtotehtävien vaativuusluokkia, suunnittelijoiden ja työnjohtajien kelpoisuutta ja hyväksyntää sekä kelpoisuuden arviointia muodostanevat rakentamisen keskeisen, entistä paremman laatujärjestelmän. Vaativuusluokitusten pienellä hiomisella on tavoiteltu selkeämpää ja yhtenäisempää luokitusten käyttöä, joiden avulla määritetään myös suunnittelu- ja johtotehtävissä tarvittava osaaminen. Viranomaisvalvontaa koskevaa sääntelyä on myös selkeytetty sen edellisen hajanaisen luonteen takia. (SKOL 2014).

3 VIEMÄRÖINTI

3.1 Verkosto

Vesihuoltolaitosten verkostot koostuvat vesijohtoverkostosta, jätevesiviemäri- ja hulevesiviemäriverkostoista sekä pumppaamoista. Suomessa vesijohtoverkosta on yli 90 000 kilometriä ja jäte- ja hulevesiviemäriverkosta yli 45 000 kilometriä. Lukemiin eivät sisälly kiinteistöjen tonttijohdot. (VVY, verkostot ja pumppaamot).

Suomessa on eniten käytössä kahta viemärijärjestelmää, sekaviemäröintiä ja erillisviemäröintiä. Muita vähemmän käytettyjä järjestelmiä ovat kaksoisputkijärjestelmä sekä paine- ja imuviemäröintijärjestelmä (RIL 124-2-2004, 453). Sekaviemäröinnissä sekä jäte-, että hulevedet johdetaan samassa viemärissä jätevedenpuhdistamolle ja hulevedet esimerkiksi lähimpään vesistöön tai imeytysalueelle. Yleensä sekaviemäröinti on vielä käytössä kaupungin vanhimmilla keskusta-alueilla, mutta muualla on siirrytty erillisviemäröintiin. Viemärit pyritään suunnittelemaan siten, että jäteveden virtaama olisi kohti puhdistamo. Jos tämä ei ole mahdollista, voidaan vesi pumpata eteenpäin paineviemäreissä.

3.1.1 Viemäriverkostojen nykytila

Viemäreistä noin 24 % on rakennettu betonista, noin 71 % muovista ja noin 5 % muista materiaaleista. Vesijohdoista noin 30 % ja viemäreistä noin 37 % on yli 30 vuotta vanhoja. Vanhimmissa vesijohdoissa on vielä runsaasti valurautaisia putkia ja yli 20 vuotta vanhat viemärit ovat pääsääntöisesti betonia. Maa- ja metsätalousministeriön YVES-tutkimuksen mukaan viemärien vuotuinen saneeraus määrä on 0,6 % verkostopituudesta. Tähän suhteutettuna viemäreitä on saneerattu noin 270 kilometriä vuodessa. Vesi- ja viemärilaitosyhdistyksen mukaan saneeraus määrä on suurin piirtein sama, noin 0,8 % putkipituudesta (2006). YVES-tutkimuksen mukaan uutta vie-

märiä rakennetaan noin 950 kilometriä vuodessa ja niiden vuosikustannukset ovat noin 113 miljoonaa euroa. 270 kilometrin saneerauksen vuosikustannukset ovat noin 51 miljoonaa euroa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2008, 3 6 8 9).

Huono- tai erittäin huonokuntoisten viemärien osuus verkostosta on noin 12 % ja saneeraus määrää tulee lähivuosina nostaa noin kahteen prosenttiyksikköön verkoston toimintakunnon ylläpitämiseksi. Tämä tarkoittaa noin 900 kilometrin vuosivauhtia viemäriverkoston saneerauksissa ja niihin tarvittaisiin noin 200 miljoonaa euroa enemmän varoja kuin nykytasolla (Maa- ja metsätalousministeriö 2008, 19). Uusimman tiedon, tässä tapauksessa ROTI 2015 – tutkimuksen mukaan vesihuoltoverkostojen saneerausvauhtia on kiihdytettävä kolmeen prosenttiyksikköön verkostopituudesta seuraavan kymmenen vuoden ajaksi, jotta verkostojen pitkän aikavälin toimintavarmuus säilytettäisiin edes nykyisellä tasolla (ROTI yhdyskuntatekniikka 2015, 37).

ROTI 2015 – tutkimuksen mukaan vesihuoltoverkostojen ikääntyminen jatkuu, vaikka kunnissa onkin havahduttu järjestelmälliseen saneeraustoimintaan. Suurimmat haasteet ovat puutteelliset verkostotiedot ja pahimmillaan puutteita on myös sijainti-, materiaali- ja ikätiedoissa. Lisäksi haasteen aiheuttaa laitosten puutteelliset verkoston kunnon seurantamenetelmät ja ainoastaan 50 prosenttia tiedoista on digitaalisessa muodossa. Kehitystä tulee nopeuttamaan vesihuoltolaki, joka vaatii kaikkien verkostojen sijaintitietojen olevan sähköisessä muodossa vuoden 2016 loppuun mennessä. Verkostojen keski-ikä ovat alentaneet uusien vesiosuuskuntien rakentamat verkostot, joita viimeisen kymmenen vuoden aikana on jouduttu taloudellisista syistä liittämään osaksi kuntien laitoksia. (ROTI yhdyskuntatekniikka 2015, 31).

3.1.2 Verkostoon liittyminen

Yhteisviemärointi on yleensä aina helpoin ratkaisu kiinteistönomistajalle huolehtia jätevesistä kiinteistökohtaisten ratkaisujen sijaan. Yhteisviemärointi tarkoittaa joko kunnalliseen verkostoon, kyläpuhdistamoon tai jätevesiosuuskuntaan liittymistä. (VVY, verkostot ja pumppaamot).

Liittymisprosessit ovat erittäin kuntakohtaisia, mutta pääsääntöisesti prosessi alkaa siten, että asiakas toimittaa liitoskohtalausunnon kunnan vesihuoltoviranomaiselle. Hyväksytyt päätökset tulevat asiakkaan maksaa liittymismaksu vesijohto- ja/tai viemäriverkostoon liittyessä. Asiakkaan tulee hakea rakennuslupaa rakennusvalvonnasta ja toimittaa hyväksyttäväksi KVV-suunnittelijan tekemät kiinteistön vesi- ja viemärisuunnitelmat sekä allekirjoitettu liitoskohtalausunto. Kun vesi- ja viemärisuunnitelmat on hyväksytty rakennusvalvonnassa, tekevät asiakas ja kunnan vesihuoltoviranomainen liittymissopimuksen. Jos tonttijohtoja ei ole rakennettu etukäteen, voi asiakas pyytää tarjouksen tonttijohtojen rakennuttamisesta joko vesihuoltolaitokselta tai joltain muulta urakoitsijalta. Kiinteistön omistajan on huomioitava, että liittymismaksun lisäksi tonttijohtojen rakentamisesta tontin rajalle aiheutuu merkittävä rakennuskustannus. Tontin kaivantotyöt

tekee asiakkaan valitsema urakoitsija, mutta vesijohtojen asennustyön suorittaa vesihuoltolaitos. Lopuksi liitostyöt vesi- ja viemäriverkoston sekä vesimittarin asennus tilataan vesihuoltolaitokselta.

Kunnallisen viemäroinnin laajenemista säätelee vesihuoltolaki (681/2014). Kun viemärointialuetta halutaan laajentaa, tulee kunnan ensin kuulla kiinteistönomistajia. Vesihuoltolaitoksen tulee pystyä huolehtimaan vastuulleen olevasta toiminta-alueesta asianmukaisesti ja taloudellisesti. Viemäroinnin toiminta-alueeksi otetulla alueella on liittymisvelvollisuus kyseiseen verkostoon ja tällöin kiinteistöä koskee vesihuoltolaki eikä haja-asutuksen jätevesilainsäädäntö ja sen poikkeamismahdollisuudet. (JT-hanke: Kunnallinen viemärointi n.d.). Verkostoon liittymisestä voidaan tietyissä tilanteissa myöntää määräaikaista liittymisvapauksia kun katsotaan, että olisi kohtuutonta vaatia kiinteistöltä välitöntä liittymistä viemäriverkostoon.

3.2 Sekaviemärointi

Vesihuoltolaitoksilla on usein käytössään sekaviemärointiä varsinkin kaupunkialueiden vanhoissa verkosto-osissa, mutta niistä pyritään pääsemään eroon viemärisaneerauksen yhteydessä. Ongelmia muodostavat viemäriverkostojen vuotovedet, kiinteistöjen kuivatus- ja hulevesien johtaminen jätevesiviemäriin. Toisaalta satunnainen runsas juoksevan veden määrä helpottaa kiintoaineksen kulkeutumista ja estää tukoksia. Tulvien aiheuttamien ongelmien lisäksi tulvavesien kuormitus jätevedenpuhdistamoille vaikuttaa puhdistetun jäteveden laatuun ja purkuvesistön kuormitukseen. Näiden hulevesien takia puhdistamoja on jouduttu uudelleenmitoittamaan suurille virtaamille. Ainoa ratkaisu ongelmaan saattaa olla uuden hulevesiviemäriverkoston rakentaminen. Joka tapauksessa ratkaisu lisää huomattavasti laitosten ja kiinteistön omistajien investointitarpeita, oli kyseessä sitten uuden järjestelmän rakentaminen tai kiinteistökohtainen ratkaisu. (Ympäristöopas 2008, 16).

Hulevesiä on perinteisesti pidetty puhtaina, mutta sekaviemäristä se saattaa poistua entistäkin likaisempana. Puhdistamojen purkuvedet eivät ole koskaan täysin puhtaita ja huonontuvat entisestään esimerkiksi ohijuoksuutusten yhteydessä. Silloin kun hulevesien päätyminen sekaviemärijärjestelmän kautta puhdistamolle ei johda ylivuotoihin ja koetaan, että hulevedet jopa puhdistuvat, voidaan se laskea sekaviemäroinnin ainoiksi hyödyiksi. Rakennettuja ja päällystettyjä pintoja pitkin virtaavat hulevedet voivat joskus osoittautua todella epäpuhtaiksi erilaisten ravinteiden ja raskasmetallien takia.

Sekaviemäroinnin poistaminen kuuluu useiden vesihuoltolaitosten kehittämissuunnitelmiin. Sekaviemäroidyn alueen saneeraus erillisviemäroinniksi on erittäin kallis, mutta ainoita tehokkaita keinoja vuotovesien vähentämiseksi. Ongelmana on, että kiinteistöltä tulevia jäte- ja hulevesiä ei erotella, vaikka katu-alueella olisikin käytössä erillisviemärointi. Useimpien epäoikeudenmukaiseksi kokemat sekaviemärointimaksut on otettu käyttöön ongelman estämiseksi, mutta tulokset ovat olleet laihoja. (Seppinen 2010). Joissakin kunnissa on otettu käyttöön hulevesimaksut, koska lain mukaan

hulevesijärjestelmään on liityttävä, jos sellainen on. Ongelmana ovat kuitenkin ne alueet, joille hulevesijärjestelmä on rakennettu jälkikäteen ja kiinteistöillä on vielä käytössään sekaviemäröinti.

3.3 Vuotovedet

Vuotovesillä tarkoitetaan jätevesiviemäriin päätyvää vettä, joka ei sinne kuulu. Vuotovesiksi lasketaan viemärien seinämien, kaivojen seinämien ja pohjan läpi päätyvää vettä. Myös muualta jätevesiviemäriin pääsevä vesi esimerkiksi pintavedet lasketaan vuotovesiksi. Seinämien läpi pääsevä vesi on yleensä maa- tai pohjavettä. Vuotovesi pääsee sisään jätevesiviemäriin muun muassa kaivojen kansien läpi, katto- ja kuivatusvesien liittynnoista ja muista vuotokohdista. Hulevesiviemäriin ja vesijohdon vuotovedet voivat päätyä jätevesiviemäriin maaperän kautta niiden sijaitessa ylempänä. Sekaviemäröidyllä alueella suurin osa vuotovesistä on peräisin kaivojen ja viemäriputkien vuotokohdista. Vuotokohtien paikallistaminen vaatii vesihuoltolaitokselta esimerkiksi savu- tai väriainekokeiden suorittamista. (Seppinen 2010). Viemäri-vesien virtaamamittauksilla ja pumppaamojen virtaamaseurantojen perusteella voidaan viemäriin tuleva vuotovesi määrittää, kun alueen talouskäyttöön, yleiseen käyttöön ja teollisuuden tarkoituksiin tuleva vesimäärä tiedetään (RIL 237-2-2010, 48). Vesihuoltolaitosten toimia sekaviemärien muuttamisesta erillisviemäreiksi pyritään vauhdittamaan asettamalla puhdistamoiden ympäristöluville ehtoja vuotovesien, ylivuotojen ja ohijuoksutusten vähentämisestä.

Vuotovesien määrä voi pahimmillaan olla vuotuisella tasolla jopa 50 % jätevedenpuhdistamolle tulevasta virtaamasta, joka johtaa puhdistamojen lisääntyneisiin kustannuksiin. Vuotovedet aiheuttavat jätevedenpuhdistamoilla veden lämpötilan laskua, millä on negatiivisia vaikutuksia puhdistusprosesseihin, erityisesti typen poistoon. On hullunkurista, että puhdistamot joutuvat investoimaan isompiin ja parempiin järjestelmiin hule- ja vuotovesien takia, joita ei välttämättä tarvitsisi edes puhdistaa. Kun hule- ja vuotovedet saadaan paremmin hallintaan, ovat investoinnit tavallaan väliaikaisia verkostojärjestelmien muuttuessa. Pääsääntöisesti puhtaat vuotovedet voitaisiin antaa imeytyä syntypaikoilleen tai valua vesistöihin. (RIL 124-2-2004, 464 465).

Jos vuotovesiä vastaava määrä ei päätyisi ollenkaan viemäriin, purkautuisi se jossain muualla suoraan vesistöön esimerkiksi pohjavetenä. Vuotavat viemärit voivat aiheuttaa pohjaveden pinnan alenemista varsinkin niiden välittömässä läheisyydessä, mutta ajan kanssa myös laajemmin. Tällöin helposti kokoonpuristuvat maalajit voivat aiheuttaa maanpinnan painumista, ja niin edelleen putkirikkoja. (Karttunen 1999, 144).

3.4 Erillisviemäröinti

Erillisviemäröinnissä hulevedet johdetaan omissa putkissaan erillään jätevedestä. Hulevesijärjestelmällä pyritään pintojen nopeaan kuivatukseen ja pois johtamiseen. Vanhoja kuivatusratkaisuja, kuten avo-ojia on korvattu maanalaisilla hulevesiviemäreillä maankäytön tiivistyessä.

Usein erillisviemäroinnin rakentaminen tulee viimeistään ajankohtaiseksi silloin, kun vuotovesiä halutaan vähentää tai puhdistamoja ei enää haluta mitoittaa suurille vesimäärille. Sadannan lisääntymisen takia myös nykyinen kapasiteetti saattaa olla riittämätön. Erillisviemäröidyltä alueelta puhdistamolle tuleva virtaama on tasaisempi kuin sekaviemäröidyltä alueelta, koska esimerkiksi rankkasateet eivät vaikuta niin paljoa virtaamaan. Erillisviemäröidyllä alueella myös viemärien ylivuotojen ja kellaritulvien riski on huomattavasti pienempi. Erillisviemäreitä alettiin rakentamaan kaupunkeihin 1960-luvulta lähtien, koska kasvaneita virtaamia ei pystytty enää kokonaisuudessaan johtamaan jätevedenkäsittelyyn. Allastilavuudet eivät enää riittäneet ja vesimäärät aiheuttivat aktiivilietteen pois huuhtoutumista. Jätevedenpuhdistamoille harmia aiheuttavat myös kylmät lumien sulamisvedet, koska ne häiritsevät biologisia puhdistusprosesseja aiheuttaen täten laatuongelmia ja lisää kustannuksia.

Jos hulevesiä ei pureta vesistöihin, hulevesiviemäroinnin avulla talteen kerätyllä vedellä on myös hyötykäyttömahdollisuuksia, esimerkiksi puistojen ja golfkenttien kastelussa tai pölynsidonnassa. Ongelmaksi muodostuu niiden saatavuus kuivien olosuhteiden aikaan, jolloin tarve olisi suurinta. Ongelmaa on pyritty ratkaisemaan erilaisilla hulevesien varastointijärjestelmillä.

3.5 Huleveden laatu

Huleveden laatu vaihtelee jonkin verran valuma-alueen maankäytöstä ja saateiden intensiteetistä riippuen. Hulevesien mukana kulkeutuvien haitta-aineiden esiintymiseen liittyy usein läpäisemättömien pintojen suuri määrä ja vilkas liikenne. Tutkimusten mukaan erityyppisten alueiden, kuten asuin-, teollisuus- ja paikoitusalueiden välillä ei esiinny tilastollisesti suuria eroja, kun teollisuusalueella ei toimi raskasta teollisuutta, vaan Helsingille tyypillisiä pienyrityksiä ja muuta pienteollisuutta. Yleisestä laatutasosta poikkeavia paikallisia alueita saattaa esiintyä kun puhutaan perinteisestä raskaammasta teollisuudesta tai erittäin vilkkaasti liikennöidyistä katualueista. Päästöjä hulevesiin aiheutuu yleisesti liikenteestä ja rakennusmateriaaleista näillä kaikilla aluetyypeillä. (Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2014, 59).

Hulevesien laadun tarkasteluun ja haitta-aineiden tutkimiseen on herätty viime vuosina varsinkin paljon liikennöidyillä alueilla ja laajoilla paikoitusalueilla, missä läpäisemättömän pinnan osuus on suurempi kuin kaupunki-alueella keskimäärin. Helsingin kaupungin hulevesistrategian tutkimuksen mukaan Helsingin alueen hulevedet sisältävät pääsääntöisesti typpeä, fosforia, kloridia, raskasmetalleja kuten sinkkiä ja kuparia sekä öljyhiilivetyjä. Näiden vähentämiseksi hulevesistä, tarvitaan erityishuomiota ja lisäselvityksiä. Pääsääntöiset lähteet näille haitta-aineille olivat satunnaiset jätevesipäästöt, katusuolaus, liikenne- ja paikoitusalueet, lumensulamisvedet ja rakennusmateriaalit. Tutkimuksen mukaan purovesissä sähkönjohtavuus, kloridi, sulfaatti, kiintoaine ja ravinnepitoisuudet olivat pääsääntöisesti suurempia kuin hulevesissä, kun taas metallipitoisuudet olivat korkeampia hulevesissä. Raja-arvot ja ympäristölaatuunormit ylittyivät pääasiassa suurien paikoitusalueiden tyyppisillä alueilla, joten voi olla perusteltua, että suurten

paikoitusalueiden kuten logistiikka-alueiden, kauppakeskusten parkkipaikojen ja varikoiden hulevedet puhdistettaisiin luonnonmukaisilla käsittelyjärjestelmillä ennen vesistöön johtamista. (Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2014, 3 4). Vesien laatua tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon, että hulevedet saattavat sekoittaa muilta osavaluma-alueilta tulevien vesien kanssa ennen vesistöön purkamista ja näin ollen mahdolliset haitta-ainepitoisuudet laimenevat.

Viime vuosina huleveden laadusta on saatu runsaasti seurantatietoa. Hulevesien laatuksymyksiin pinta- ja pohjavesien ohella on kiinnitetty huomiota usean kunnan tehdessä omia hulevesiohjelmia ja -strategioita. Pelkkien hulevesien haitta-aineille ei ole annettu raja-arvoja Suomen lainsäädännössä, vaan raja-arvot koskevat ainoastaan vesistössä mitattuja haitta-aineita.

3.6 Viemärijärjestelmien vertailu

Sekaviemärintijärjestelmän lukuisten ongelmien lisäksi se ei ole edes halvin viemärintimenetelmä silloin, kun erillisviemärintin hulevedet käsitellään luonnonmukaisesti tai johdetaan avo-ojissa. Tällöin jätevedenpuhdistamoille ei aiheudu lisäkustannuksia hulevesistä, eikä erillistä hulevesiviemäriverkostoa tarvitse rakentaa. Sekaviemäreissä johdettujen vesien laatu ja määrä vaihtelevat huomattavasti enemmän kuin erillisviemäreissä ja aiheuttavat näin ollen paljon enemmän räsitusta. Rankkasateista johtuvia ohijuoksutuksia ja kellaritulia ei yleensä esiinny lainkaan erillisviemärintinissä. Sekaviemärintinissä rankkasateiden aikaiset virtausvedet saattavat päätyä puhdistamattomina vesistöön tulvakynnysten ylityttyä. Erillisviemärintinissä tätä ei todellisia poikkeustilanteita lukuun ottamatta tapahdu, joten sen katsotaan olevan vesistönsuojelun kannalta parempi. Vesiensuojelun kannalta erillisviemärintin puhtaamman mielikuvan asema sekaviemärintiin verrattuna on kuitenkin kaventunut, koska pintavesien valunnan mukana vesistöihin kulkeutuu paljon lika-ainesta ja erityisesti vesistöille haitallisia ravinteita ja raskasmetalleja. Hulevesien käsittely voidaan toteuttaa sekajärjestelmään helposti liitettävällä käsittelyjärjestelmällä, jonka toteuttaminen tulee halvemmaksi ja on yksinkertaisempaa, kuin erillinen käsittelyjärjestelmä. Erillisviemärintijärjestelmässä puhdistamot eivät tarvitse hiekanerotinta, mikä laskee kustannuksia, mutta erillinen käsittelyjärjestelmä tulee silti kalliimmaksi. (RIL 124-2-2004, 453 454 455 456 457).

Sekaviemärintin eduksi voidaan laskea sen halpa toteutus täyteen erillisviemärintiin verrattuna. Erillisviemärinti tulee halvemmaksi siinä tapauksessa, kun hulevesiä ei johdeta putkistoverkostoissa vaan niiden johtaminen ja käsittely toteutetaan joko avo-ojilla tai jo syntylähteellä. Suuremmat investoinnit sekaviemärintin sijasta erillisviemärintiin kannattavat pidemmällä aikavälillä ja tulevaisuuden kasvavia sademääriä vastaan. Sekaviemärintin etuna voidaan pitää putkiston tuulettumista, koska putket ovat kuivalla säällä suurimmaksi osin ilman täyttämiä. Tämä vähentää korrosioaurioita, jotka aiheutuvat hapettomista olosuhteista, kuten myös pahaa hajua. Lisäksi tulvavesien huuhtova vaikutus puhdistaa putkia tehokkaasti. (RIL 124-2-2004, 453 454 455 456 457).

Viemäröinti voidaan myös toteuttaa osittaisella erillisviemäröinnillä, joka on edullisempi vaihtoehto kuin koko sekaviemäröinnin muuttaminen erillisviemäröinniksi. Siinä kaduilta valuille hulevesille rakennetaan oma hulevesiviemäri, jolla saadaan aikaan osittainen jätevesien ja hulevesien erottelu. Tämä on nopeampaa ja edullisempaa kuin jätevesien ja hulevesien erottaminen kokonaan toisistaan. Varsinkin jos kiinteistöt huolehtivat itse omista hulevesistään, kyseistä tapaa on ainakin hyvä harkita. Lisäksi pieni hulevesien määrä jätevesiviemäriissä parantaa sen huuhtoutumista. Osittainen erottaminen voidaan myös toteuttaa siten, että kiinteistöiltä tuleville hulevesille rakennetaan uusi viemäri. (Harju 2009).

4 VIEMÄRÖINNIN SUUNNITTELU

4.1 Lähtötiedot

Viemäröinnin suunnittelu pitää sisällään hule- ja jätevesiviemäreiden suunnittelun tai osan näistä. Viemäröinnin lisäksi saneeraus- tai uudishankkeeseen lisätään myös vesijohtoverkot sekä uuden katurakenteen suunnittelu tai vanhan saneeraus, jotta kaikki kaivettavan alueen tekniikka voidaan yhtäaikaisesti toteuttaa tai uusia mahdollisimman kustannustehokkaasti. Viemäröinnin suunnittelijan on varmistettava viemäröinnin toimintavarmuus, joka yksinkertaisuudessaan tarkoittaa viemäröinnin mitoittamista ja sijoittamista oikein viemäröintitapaan nähden.

Suunnittelu edellyttää aina mahdollisimman paljon lähtötietoja ja pitkän aikavälin tilastotietojen hyödyntäminen helpottaa yleissuunnittelua. Tarvittavien lähtötietojen laajuus riippuu saneerauksen tavoitteista, mutta yleisellä tasolla lähtötiedot voivat olla seuraavia:

- *karttamateriaali, jonka mittakaava sopii suunnitelman tarkkuusasteeseen*
- *johtotiedot, jotka täydentävät karttamateriaalia johtojen ja johtoverkon varusteiden ominaisuuksista ja kunnosta*
- *laitostiedot, jotka kertovat pumppaamoiden, säiliöiden, käsittelylaitosten yms. rakenteiden tyypistä, kapasiteetista, toiminta-periaatteesta, toiminnasta ym.*
- *tiedot luonnonolosuhteista, joita ovat sääolosuhteet, maaperä- ja pohjavesiolosuhteet ja vesimäärätiedot, joiden tulisi perustua todellisiin mitattuihin määriin*
- *muut tiedot, joita ovat aluetta koskevat kaavat ja kaavoitussuunnitelmat*
- *alueen muuhun kunnallistekniikkaan liittyvä rakennustoiminta*
- *muut verkostoja ja maankäyttöä koskevat päätökset ja suunnitelmat* (Karttunen 1999, 200).

4.2 Suunnitteluprosessi

Suunnitteluprojektin alussa kootaan mahdollisimman kattavat lähtötiedot ja määritetään työvaiheet tavoitteineen. Eri osapuolien suunnitelmat on hyvä tarkistaa mahdollisten ristiriitojen ilmaantumisen välttämiseksi ja koko pro-

jektin ajan yhteydenpito muihin suunnittelijoihin ja sidosryhmiin on välttämätöntä. Hyvä yhteydenpito esimerkiksi kokousten merkeissä varmistaa muiden osa-alueiden, kuten liikennejärjestelyjen toteuttamisen mahdollisimman sujuvasti. Muita vesihuollon rakentamiseen tai saneeraamiseen liittyviä toimijoita voivat olla muun muassa geotekniikan ja maisemasuunnittelun asiantuntijat. (Myllylä 2012).

Vesihuollon suunnittelu koostuu usein teknisen suunnittelun lisäksi myös maankäytön suunnittelusta. Tekniset suunnitelmat jaetaan kolmeen vaiheeseen; esisuunnitteluun, yleissuunnitteluun ja yksityiskohtaiseen rakennussuunnitteluun. Maankäytön suunnittelu sisältää kolme tasoa; maakuntakaavan, yleiskaavan ja asemakaavan, jotka ajoittuvat suunnitelmapiirustuksessa teknisten suunnitelmien esi- ja yleissuunnittelun kanssa samaan vaiheeseen. (RIL 237-1-2010, 71).

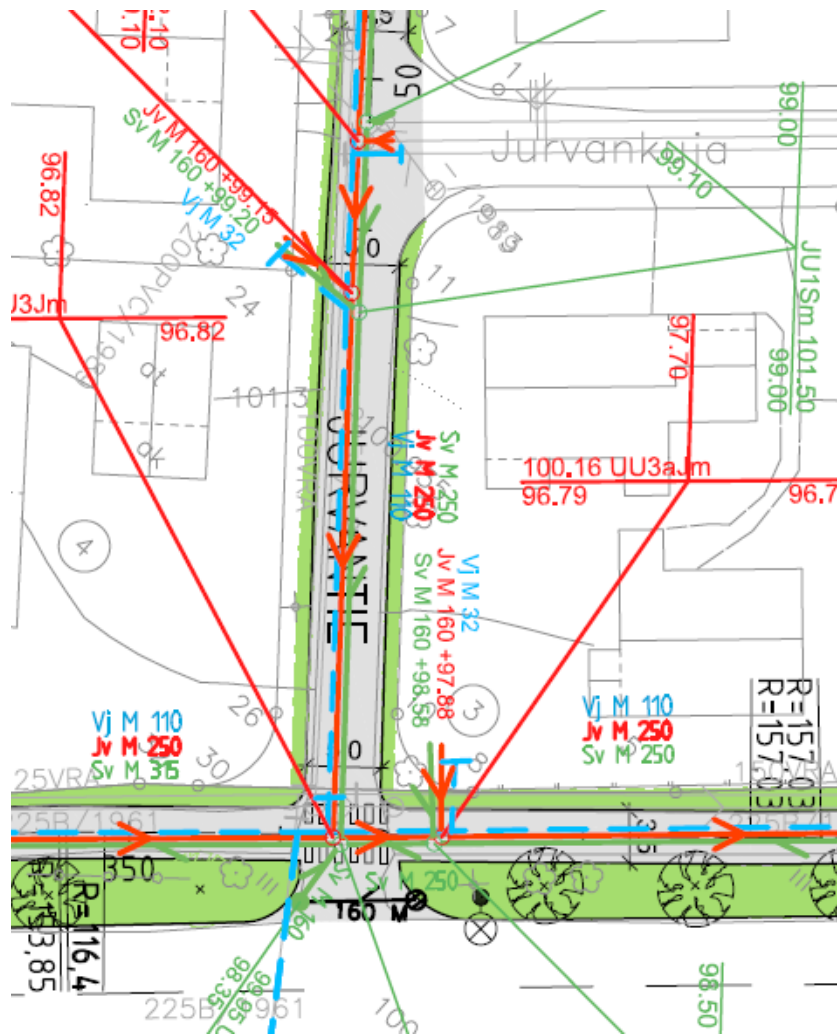
Esisuunnittelussa keskitytään lähinnä lähtötietojen perusteella laadittaviin luonnoksiin, joiden välillä voidaan tehdä jo alustavaa kustannusvertailua. Toteutusvaihtoehtojen luonnosten välillä valintapäätös tehdään myöhemmin, mutta tässä vaiheessa on hyvä olla jo valmiina alustava aikataulu hankkeen toteuttamisesta. (Myllylä 2012).

Yleissuunnittelu on esisuunnittelua asteen verran tarkempaa suunnittelua, joka tehdään esisuunnitelmien perusteella. Toteutusvaihtoehtoja voidaan vertailla vielä tarkemmin yleissuunnitteluvaiheessa, jolloin kustannus- ja aikatauluarvioita voidaan tarkentaa päätöstä helpottamaan. Uudiskohteiden suunnittelu kannattaa tehdä samanaikaisesti asemakaavan laatimisen kanssa, koska viemärointiratkaisut voivat vaikuttaa kaavaan. Kustannusyistä on viemäriverkot tärkeää suunnitella välttämättä pumppaamoiden rakentamista ja putkien sijoittamista syviin kaivantoihin, mikäli mahdollista. Yleissuunnittelussa määritetään verkon sijainti ja yleisrakenne. Mitoituksessa tarvittavaan vedenkäytön määrän arviointiin käytetään yleensä tilastotietoa, mutta jos sellaista ei ole käytettävissä, mitoituslaskelmia varten tarvitaan muun muassa sellaisia tietoja kuten väestönkehitys, veden ominais- ja yksikkökäyttö sekä vedenkäytön vaihtelu. (Myllylä 2012).

Yksityiskohtaisen rakennussuunnittelun tavoitteena on laatia hankkeen toteuttamiseksi tarvittavat asiakirjat, jotta sen mahdollinen urakointi voidaan kilpailuttaa. Tarvittavia asiakirjoja ovat:

- yksityiskohtaiset piirustukset
 - asemapiirustus
 - tasauspiirustus
 - pituusleikkaukset
 - poikkileikkaukset
 - massa- ja hankintaluettelot
 - tarkennetut kustannusarviot
 - työselostus
 - turvallisuusasiakirja
 - pumppaamojen ym. detaljipiirustukset
- (Myllylä 2012).

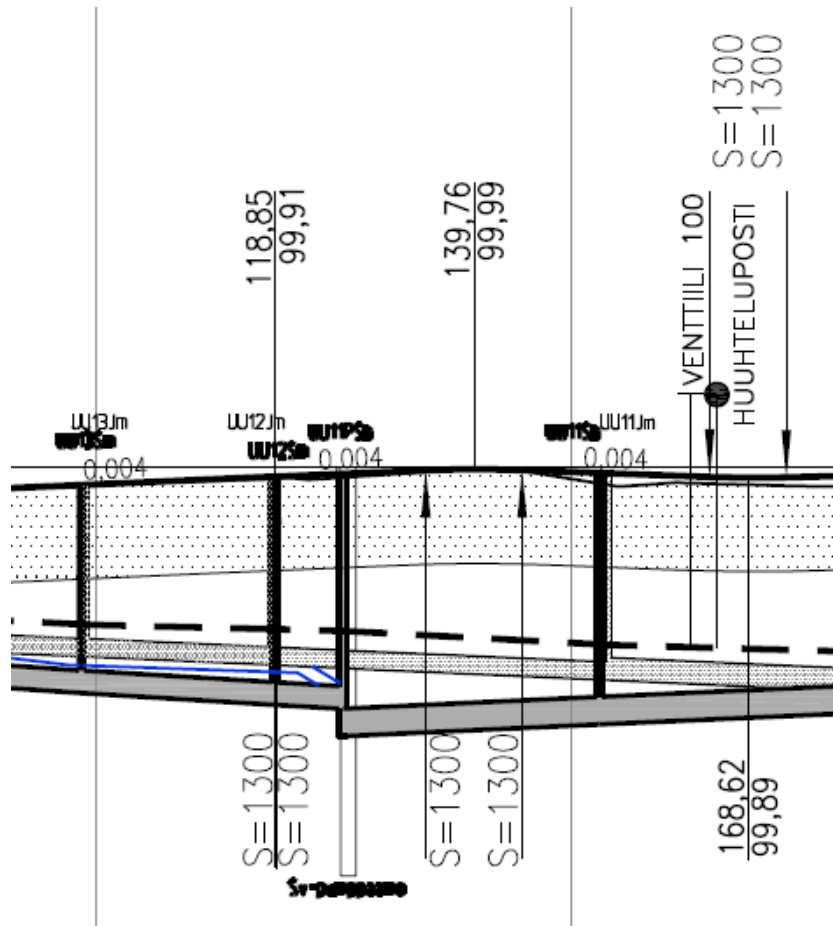
Jos kyseessä on saneerauskohte, tarvitaan voimassa oleva asemakaava, josta selviää mm. tiealueen rajat, sähköjohdot, telekaapelit sekä kauko-
lämpö- ja kaukojäähdytysputket. Alueesta tarvitaan myös maastotutkimus-
ten maaperätiedot maalajien selvittämiseksi. Asemapiirustuksessa alue esi-
tetään yleensä mittakaavassa 1:500 tai 1:1000 ja siinä on esitetty selvästi
kuva suunnitelma-alueesta ja sen sijoittumisesta ympäristöön. Asemapiirus-
tuksessa esitetään muun muassa katualueen rajat, pituuspaalutus, vesijohdot
ja viemärit materiaaleineen ja kokomerkintöineen, viemäreiden ja kaivojen
korot, vesijohdon laitteet ja varusteet kokoineen sekä tonttiliittymät. (Myl-
lylä 2012).



Kuvio 1. Ote Hyvinkäänkylän vesihuoltosuunnitelman asemapiirustuksesta, jossa vanhaa sekaviemäriä korvattiin erillisviemäriellä. Vanha sekaviemäri linja pysyi osittain käytössä uuden järjestelmän rakentamisen ajan. (Hyvinkään kaupunki, kuntatekniikan arkisto).

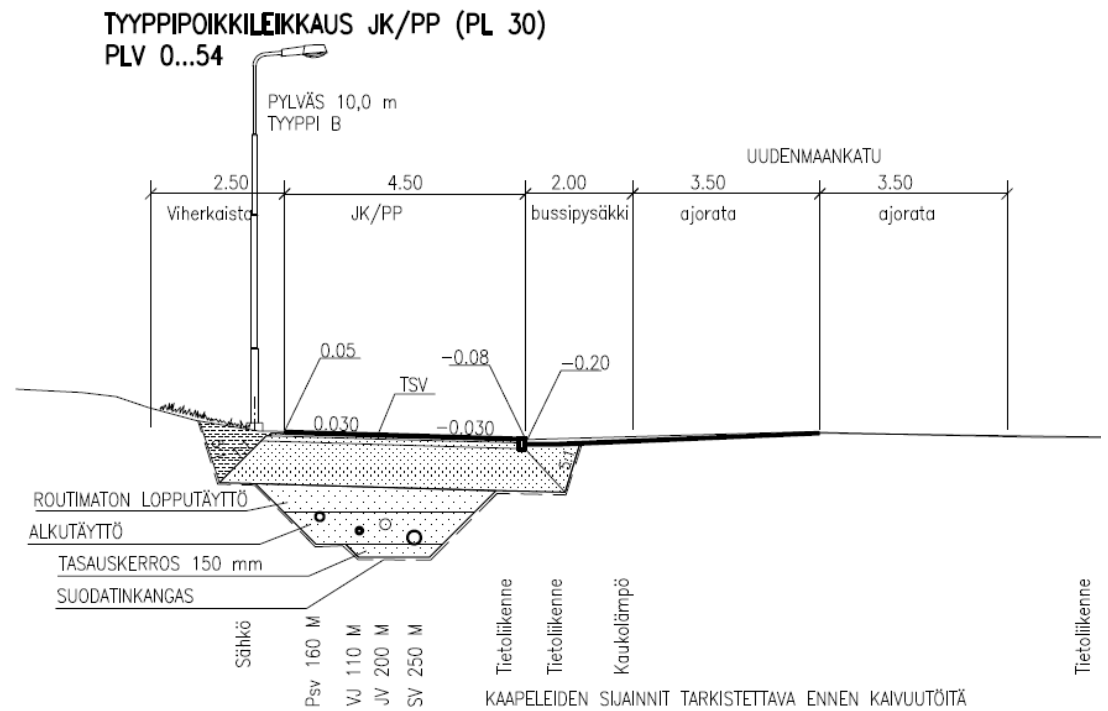
Tasauspiirustuksessa esitetään suunnitelma-alueen pintojen kaltevuudet tassauskäyrillä, joka kuvaa alueen kuivatusta. Piirustuksen mittakaava on yleensä 1:200 tai 1:500. Pituusleikkauksen pituusmittakaava on 1:1000 ja pystymittakaava 1:100. Pituusleikkaus on suunnitelma-alueen pituussuuntainen leikkaus 0-paalulta loppupaalulle ja siinä esitetään muun muassa maaston tiedot, tasausviivan korkeus, alkuperäinen maanpinta, vesijohdot

ja viemärit materiaali-, korko- ja kaltevuustietoineen sekä kaivot ja muut varusteet. (Myllylä 2012).



Kuvio 2. Ote Hyvinkäänkylän Uudenmaankadun pituusleikkauksesta. Jätevesiviemäri virtaa painovoimaisesti oikealle ja hulevesiviemäri painovoimaisesti vasemmalle kuvan pumppaamolle asti, jonka jälkeen paineellisesti eteenpäin. (Hyvinkään kaupunki, kuntatekniikan arkisto).

Poikkileikkaus esittää kadun rakenteen paaluluvun kasvusuuntaan katsottuna, jonka mittakaava on yleensä 1:50 tai 1:100. Poikkileikkauksia voi olla useita ja niissä esitetään ainakin katualueen ja sen osien leveydet, kaivannot, vesihuoltojärjestelmien ja muun maanalaisen tekniikan sijainti sekä eri rakenteiden tiedot ja kaltevuudet. (Myllylä 2012).



Kuvio 3. Ote Hyvinkään Uudenmaankadun tyyppipoikkileikkauksesta (Hyvinkään kaupunki, kuntatekniikan arkisto).

Putkirikko ja sen saneeraus vilkasliikenteisen ajoväylän alla voi aiheuttaa merkittäviä kustannuksia verrattuna siihen, että putkisto sijaitsee vähemmän liikennöidyn ajokaistan alla (Pöyry 2011, 44). On suositeltavaa, että mahdollisuuksien mukaan putkisto rakennettaisiin näin. Tyyppipoikkileikkauksen (kuvio 3) mukaan nähdään, miten putkisto on rakennettu kevyen liikenteen väylän alle. Tähän on vaikuttanut myös se, että tonttiliitoksia on suurimmaksi osin ollut vain tiealueen kevyen liikenteen väylän puolella.

4.3 Teknisen suunnittelun osatekijät

Viemäroinnin suunnittelua pitää tarkastella koko vesihuollon prosessin kannalta, koska tarvitaan tarkat tiedot vedenkäyttäjistä. Suunnitteluprosessin kaikissa vaiheissa on otettava huomioon vesihuoltojärjestelmälle asetettavat vaatimukset kuten luotettavuus, joustavuus, työvoimavaatimukset, hoito- ja valvontavaatimukset sekä kustannukset. Vesihuollon osatekijät voidaan esittää seuraavasti:

- vesilähde
- vedenottolaitteet
- vedenpuhdistamo
- vedenjakelujärjestelmät
- vedenkäyttäjät
 - vedenkäyttöennusteet
 - mitoitusvesimäärät
 - vedenlaatuvaatimukset
 - painevaatimukset
- viemärintijärjestelmät
 - viemäriverkon mitoitus

- pumppaamoiden suunnittelu
 - hulevesien hallinta ja käsittely
 - jätevedenpuhdistamo
 - käsittelyprosessin valinta
 - yksikköoperaatioiden ja – prosessien suunnittelu
 - laitossuunnittelu
 - ympäristövaikutukset
 - purkuputki
 - purkuvesistö
 - purkupaikan valinta
 - jäteveden ja huleveden vesistövaikutusten selvittäminen
- (RIL 124-2-2004, 235).

4.4 Jätevesiviemäriin mitoitus

Jätevesiviemärit mitoitetaan pääsääntöisesti tietokonemallinnuksilla, mutta lyhyesti jätevesiviemäreiden mitoitus lähtee liikkeelle jäteveden virtaaman laskemisella ja mitoitusvirtaamana käytetään yleensä alueelle toimitettavan veden määrää eli maksimivirtaamaa. Vedenkulutus on korkeimmillaan niinä vuorokaudenaikoina kun ihmiset heräävät ja tulevat töistä. Kun jätevesivirtaamaan ominaiskulutukseen sisällytetään alueella mahdollisesti sijaitsevan teollisuuden veden käyttö, tarkoittaa se että suuria teollisuuden kulutusvaihteluja ei esiinny. Viemäreiden maksimivirtaamaa laskiessa tarvitaan kahta kerrointa, jotka määräytyvät alueen vedenkäyttäjien määrästä. Maksimivuorokausikäyttökerroin k_d ja maksimituntikäyttökerroin k_h kuvaavat vedenkäytön vaihteluja. Kertoimien suuruus riippuu alueen koosta eli mitä pienempi alue, sitä suuremmat kertoimet ovat. (RIL 237-2-2010, 45 46 47).

Taulukko 1. Maksimivuorokausi- ja tuntikäyttökertoimien oletusarvoja.

| Asukasmäärä P | Maksimivuorokausikäyttökerroin k_{dmax} | Maksimituntikäyttökerroin k_{hmax} |
|------------------|---|--------------------------------------|
| < 10 000 | 1,8...1,5 | 2,4...2,0 |
| 10 000 – 30 000 | 1,5...1,4 | 2,0...1,7 |
| 30 000 – 100 000 | 1,4...1,3 | 1,7...1,6 |
| > 100 000 | 1,3 | 1,6...1,5 |

Jäteveden hetkellinen maksimivirtaama lasketaan seuraavasti:

$$Q_{max} = \frac{k_{dmax} \times k_{hmax} \times Q_d \times P}{3600s \times 24h} \quad (1)$$

- Q_{max} on mitoituksessa käytettävä jäteveden hetkellinen maksimivirtaama, jonka yksikkö on l/s
- P on alueen asukasmäärä
- Q_d on veden ominaiskäyttö vuorokaudessa. Vedenkäytön määrä ja vaihtelut toiminta-alueella tulee selvittää, ja ellei paikkakohtaisia arvoja määritetä tai niitä ei ole olemassa, voidaan käyttää seuraavia arvoja:

Taulukko 2. Veden ominaiskäyttö ja sen vaihtelut (RIL 237-2-2010, 22).

| Rakennustyyppi | Veden ominaiskäyttö l/as/d | | | |
|------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | Vuosi 2010 | | Ennuste vuodelle 2030 | |
| | Keski- määrin | Vaihtelu- väli | Keskimää- rin | Vaihtelu- väli |
| Pientaloalueet | 130 | 100...150 | 140 | 100...160 |
| Kerrostaloalueet | 210 | 140...260 | 200 | 120...250 |

Veden ominaiskäyttö kerrostaloalueella jaetaan vielä käyttömuotojen mukaan. Veden ominaiskäyttö yhteensä ilman teollisuusvettä on 150–250 l/as/d. Tästä asutuksen talousveden osuus on noin 100–170 l/as/d, palvelutoimintojen vedenkäytön osuus 30–50 l/as/d ja yleisen veden eli laskuttamattoman veden osuus 20–30 l/as/d. Ominaiskäytön kokonaisarvoon vaikuttaa tilapäisesti paikkakunnalla olevien henkilöiden määrä teollisuusveden lisäksi. (RIL 237-2-2010, 22).

Viettoviemäriin kaltevuus ei saa olla liian pieni eikä liian suuri. Jos kaltevuus on liian pieni, virtaama ei kasva tarpeeksi suureksi huuhtoakseen pohjalle laskeutuneen kiintoaineksen. Jos kaltevuus on liian suuri, veden suuri virtausnopeus kuluttaa putkea mekaanisesti. Minimikaltevuuden tavoitteena on, että virtaama riittää kiintoaineksen huuhtoutumiseen ainakin keran vuorokaudessa. Kun viemäriin liittyneiden määrä on yli 3 000 asukasta, lasketaan mitoitusvirtaama seuraavasti (RIL 237-2-2010, 47):

$$Q_{jhuuht} = \frac{k_{dmin} \times k_{hmax} \times Q_d \times P}{3600s \times 24h} \quad (2)$$

- Q_{jhuuht} on viemäriin mitoitusvirtaama määrittäessä putkikokoa
- k_{dmin} on minimivuorokausikäyttökerroin
- $k_{dmin} \times k_{hmax}$ on likimain yksi, joten ne voidaan jättää kyseisessä kaavassa huomioimatta
- P on alueen asukasmäärä

Viemäriin huuhtoutuvuustarkastelu tehdään noin 20–30 %:n osuudella mitoitusvirtaamasta.

Jätevesiviemäriin mitoitusvirtaama sisältää jätevesimäärän lisäksi vuotovesimäärän. Vuotovesimäärä arvioidaan yleisesti käyttämällä 0,3–0,6 litraa sekunnissa vuotovettä johtokilometriä kohti. Mitoitusarvona se voidaan muuttaa arvoon 25–50 l/m/d. Jos kuivatusvesiä johdetaan jätevesiviemäriin, pitää myös tämä ottaa huomioon mitoituksessa. Sekaviemäriin mitoituksessa on huomioitava, että viemäriin on johdettava hule-, sulamis- ja jätevedet samanaikaisesti. Kun edellä mainitut osatekijät on laskettu, voidaan putkien koon mitoittaminen aloittaa. Viemäri mitoitetaan 20–40 vuoden aikana esiintyvän suurimman tuntivirtaaman mukaan ja teknisenä käyttöikänsä pidetään tavallisesti 50–100 vuotta. Viettoviemäriin kapasiteettia laskiessa tarvitaan aikaisemmin laskettua mitoitusvirtaamaa. Sen jälkeen määritetään johtolinjan kaltevuus, ja jos pienimpiä sallittuja kaltevuuksia ei voida myö-

hemmin esitettävän huuhtoutumisen tarkastelun perusteella määrittää, voidaan käyttää taulukon kolme ohjeellisia arvoja. Huuhtoutumista ei kuitenkaan saa kasvattaa keinotekoisesti putkikokoa kasvattamalla, koska tällöin hankausjännitys pienenee ja huuhtoutuvuus todellisuudessa huononee. (RIL 237-2-2010, 49 50).

Taulukko 3. Jätevesiviemäreiden suositeltavia minimikaltevuuksia (RIL 237-2-2010, 50).

| Putken halkaisija | Pienin suositeltava kaltevuus | Minimikaltevuus | Huuhtoutumista vastaava virtaama minimikaltevuudella |
|-------------------|-------------------------------|-----------------|--|
| mm | ‰ | ‰ | l/s |
| 150 | 8,0 | 5,0 | 1,9 |
| 200 | 7,0 | 4,5 | 2,5 |
| 300 | 6,0 | 3,0 | 6 |
| 400 | 5,0 | 2,5 | 9 |
| 500 | 4,0 | 2,0 | 14 |
| 600 | 3,0 | 1,6 | 25 |
| 800 | 2,0 | 1,3 | 35 |
| >800 | 1.5 | 1,0 | - |

Tämän jälkeen määritetään putkikoko, joka on Colebrookin nomogrammien (liite 1 ja 2) mukaan paras mahdollinen johtamaan mitoitusvirtaama käytetyllä putkilinjan kaltevuudella. Kaltevuutta määrää myös kadun kaltevuus, niin että putken peitesyvyys täyttyy. Peitesyvyyden tulee olla vähintään 1,8 metriä viemäriputken vesijuoksusta maanpintaan. Ensimmäisen nomogrammin k-arvo on 0,2, joka tarkoittaa putkimateriaalin sisäpinnan karkeutta. Mitä pienempi k-arvo on, sitä liukkaampi putken sisäpinta on. Nomogrammin vasemmasta pystyakselista luetaan viettoviemäriä mitoitettaessa kaltevuus (‰) ja paineviemäriä mitoitettaessa painehäviö. Vaaka-akselin eli mitoitusvirtaaman ja kaltevuuden perusteella luetaan teoreettinen putken sisähalkaisijan koko, joka pyöristetään ylöspäin lähimpään kokoon. Näiden tietojen perusteella saadaan taulukosta vielä luettua virtausnopeus nomogrammin oikeasta alakulmasta. Yleensä suurin virtausnopeus saa olla enintään 2,5–3,0 m/s, koska suuremmilla nopeuksilla viemäri vahingoittuu. Tämän jälkeen tarkistetaan viemärin huuhtoutuminen joko siihen tarkoitettulla käyrästä (liite 3), tai sen voi laskea seuraavalla kaavalla (RIL 237-2-2010, 49 50 51):

$$T = \gamma \times g \times l \times R \quad (3)$$

- T on hankausjännitys, N/m²
- γ on veden tiheys, 1 000 kg/m³
- g on gravitaatiovoima, 9,81 m/s²
- l on putken kaltevuus, m/m
- R on hydraulinen säde (m), $R=A/p$ (m), jossa
 - A on putken vesipoikkileikkauksen pinta-ala, m²

- p on märkäpiiri, m

Jos hankausjännityksen arvo T on edellä mainittujen jäteveden virtaamien arvoilla laskettuna yli $1,5 \text{ N/m}^2$, on jätevesiviemäri todennäköisesti itsessään huuhtoutuva (RIL 237-2-2010, 50).

5 HULEVESI

5.1 Luonnonmukainen hallinta

Hulevesiä ovat kaduilta, pihoilta ja katoilta valuvat sade- ja sulamisvedet sekä kiinteistöjen perustusten kuivatusvedet. Yleensä hulevedet kootaan hulevesiviemäriin ja johdetaan vesistöihin tai ojiin. Rakennettu ympäristö vaikuttaa merkittävästi veden luonnolliseen kiertokulkuun, koska normaalisti sadannasta huomattava osa imeytyy maaperään pohjavedeksi ja virtaa hiljalleen kohti vesistöjä. Mitä enemmän rakennetulla alueella on läpäisemätöntä pintaa, sitä nopeammin ja runsaammin sadevedet synnyttävät pintavaluntaa. Noin kaksi kolmasosaa taajamien valuma-alueiden läpäisemättömistä pinnoista on katuja, muita väyliä ja pysäköintialueita, jotka on yleensä liitetty alueen hulevesi- tai sekaviemärointiin. (Hulevesiopas 2012, 18).

Hulevesien hallinnalla pyritään parantamaan rakennettujen alueiden luonnollista hydrologista kiertoa, tavoitteena palauttaa valunnan ja imeytymisen laatu samaksi, kuin se oli ennen rakentamista. Paras tulos saavutetaan laaja-alaisella kokonaisratkaisulla, jolla estettäisiin hulevesien muodostumisen ongelmat ja valunnan kautta hulevesiin kohdistuvaa laatuhaittaa (Hulevesiopas 2012, 19). Luonnonmukaisen hallinnan suurin etu verrattuna hulevesiviemärointiin on hulevesien laadun paraneminen ja yleensä pienemmät kustannukset.

Hulevesien tavoitteiden, kuivatuksen, tulvien torjunnan ja pohja- ja pintavesien suojelun perusteiksi on kunnissa muodostunut hulevesien kokonaisvaltaisen hallinnan seuraavat asiat:

- *hulevesien muodostumisen estäminen;*
- *hulevesien määrän vähentäminen eli käsittely ja hyödyntäminen synty-paikalla;*
- *johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä;*
- *johtaminen yleisillä alueilla oleville hidastus- ja viivytyalueille, esimerkiksi kosteikkoihin;*
- *johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta* (Hulevesiopas 2012, 20).

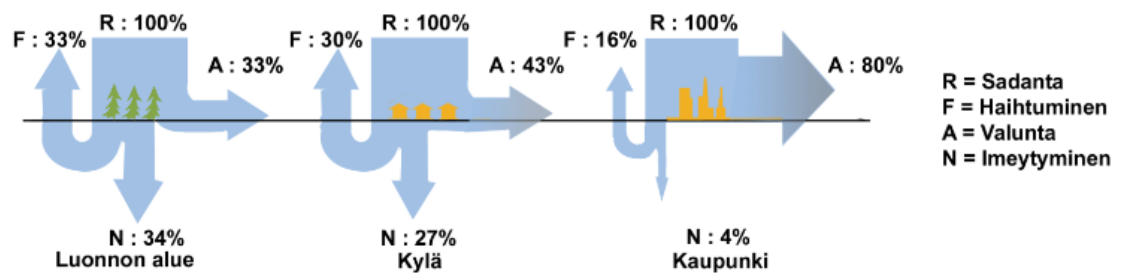
5.1.1 Luonnonmukaisen hallinnan suunnittelutasot

Luonnonmukaisen hallinnan suunnittelussa on eri tasoja ja yleiskaavoituksen suunnittelun yhteydessä kartoitetaan valuma-alueet ja keskitytään laajamittaiseen suunnitteluun. Luonnonmukaista hallintaa voidaan alkaa suunnitella vasta kunnallisteknisellä tasolla, mutta se edellyttää valuma-alueeselvitysten laatimista. Kiinteistökohtaiset ja muut paikalliset ratkaisut eivät

tätä välttämättä vaadi. Yleiskaavoituksen jälkeen seuraava taso on asema-kaavoitukseen liittyvä hulevesien hallintasuunnittelu ja kunnallistekninen yleissuunnittelu. Lähiympäristösuunnittelun taso sisältää katu-, viher- ja korttelialueiden rakennussuunnittelun ja niiden hulevesien hallinnan suunnittelun. (Sito 2013)

5.1.2 Maankäyttö

Maankäytöllä voidaan vaikuttaa tehokkaasti hulevesien laatuun ja sitä kautta vastaanottavien vesistöjen kuormitukseen. Lämpäsemättömien pintojen määrällä on suuri merkitys hulevesiä vastaanottaviin vesistöihin, kun niihin joutuu haitallisia ravinteita ja muita haitta-aineita. Päälystettyjen ja lämpäsemättömien pintojen määrän noustessa vasta 30 %:iin valuma-alueesta, aiheutuu purkuvesistölle jo välttämättömiä vaikutuksia, joihin vaikuttaminen on erittäin vaikeaa. Kiintoaineen ja orgaanisen aineen kulkeutuminen vesistöön voidaan estää muun muassa hulevettä pidättämällä ja viivytämällä. (Syke 2009). Hulevesien hallintamenetelmiä on esitetty kappaleessa 5.1.3.



Kuvio 4. Yhdyskuntarakenteen vaikutus sadannan tuoman veden kiertokulkuun (Sito 2013: Hulevesien luonnonmukainen käsittely).

Kuvion 4 mukaan yhdyskuntarakenteella on huomattavia vaikutuksia veden luonnolliseen hydrologiseen kiertoon. Luonnollisesti imeytymisen, valunnan ja haihtumisen suhde pitäisi olla suurin piirtein tasan. Tiiviisti rakennetulla kaupunkialueella vettä lämpäsemätöntä pintaa voi olla jopa 80–90 prosenttia, jolloin imeytyminen maaperään estyy, pintavalunta lisääntyy ja virtaamat viemäristössä kasvavat. Hulevesiä vastaanottavan puron tai ojan eroosio lisääntyy huomattavasti ja vedenlaatu huononee. Vettä lämpäsemättömien pintojen määrällä katsotaan olevan suora yhteys taajamapurojen tilaan. Hulevesien kokonaisvaltaisen hallinnan tavoitteena hulevesien muodostumisen estäminen onnistuu parhaiten, kun lämpäsemättömien pintojen osuus pidetään alhaisena ja lämpäsemättömien pintamateriaalien sijasta aletaan käyttää vettä lämpäseviä pintamateriaaleja.

5.1.3 Hallintamenetelmiä

Hulevesien hallintamenetelmiä voivat olla esimerkiksi imeyttäminen pohjavedeksi, suodattaminen maaperässä, suodattaminen ja johtaminen maan

pinnassa, johtaminen ja viivyttäminen avouomissa, viivyttäminen ja pidättäminen kosteikoissa, viivyttäminen purojen tulva-alueilla ja virtauksen hidastaminen ranta-alueilla. Menetelmiä kutsutaan luonnollisiksi hallintamenetelmiksi, joiden pitäisi olla suunnittelussa aina ensisijaisia vaihtoehtoja viemärijärjestelmälle. Imeyttämistä voidaan toteuttaa jättämällä rakentamattomia luonnonalueita helposti vettä läpäiseville maa-alueille. Esimerkiksi kattovesiä voidaan imeyttää painanteissa ja imeytyskaivannoissa (allas, luiska, kaivo) omalla tontilla, joissa vesi imeytyy pikkuhiljaa maaperään täyttämällä pohjavesivarantoja ja edesauttamalla luonnollista hydrologista kiertoa. Veden tilapäisestä noususta sateella ja sulannan yhteydessä, sekä maan vedenläpäisykyvystä tarvitaan suunnitelma ja arvio. Pohjavesialueella hulevesien laadusta ja maaperän puhdistuskyvystä tarvitaan arvio, mikäli muitakin hulevesiä kuin melko puhtaita kattovesiä imeytetään. Suunnitelmaan tulee myös liittää arvio mahdollisista ylivuotoreiteistä. Likaantuneet pintavedet esimerkiksi tiealueilta johdetaan biopidätysalueille, joissa puhdistusvaikutusta on tehostettu muun muassa humuspitoisella pintamaalla ja kasvillisuudella. Eristäminen muovikalvolla tai savisuojuuksella voi olla tarpeen ja erittäin likaisten hulevesien käsittelyssä voidaan joutua käyttämään esikäsittelyä hiekan- ja öljynerotuskaivoissa ennen varsinaista käsittelyä. Pohjavesialueella sijaitseville pääteille tehdään usein pohjaveden suojaus, jolla estetään mahdollisia onnettomuuksia ja maantiesuolan vaikutuksia johtamalla pintavedet pois pohjavesialueelta. (Hulevesiopas 2012, 19 82 83).



Kuva 1. Hulevesien luonnonmukaista hallintaa kerrostaloalueella (Syke 2009).

Maaperässä suodattamisessa hulevesiä johdetaan maa-ainesten läpi ja samalla hulevesien virtausta eteenpäin viivytetään tehokkaasti. Likaisten hulevesien tapauksissa käytetään yleensä biopidätyskaistoja, joiden on todettu pidättävän lähes 100 % raskasmetalleista. Maasuodatuksen etuna voidaan pitää sitä, että se toimii lähes yhtä hyvin kylmien talvisateiden yhteydessä kuin kesällä, huolimatta routaantuneesta pintakerroksesta. Imeytys- ja suodatusalueiden ylivuotovedet voidaan johtaa pintavalutuksena maan pinnalla

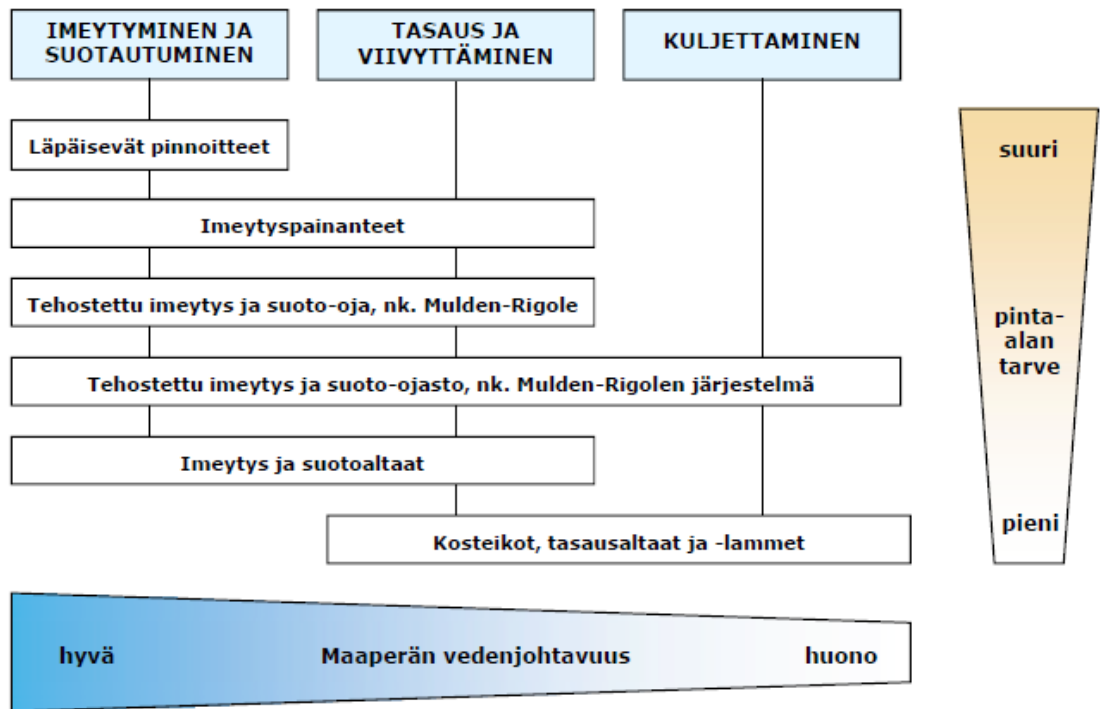
tai toissijaisesti hulevesiviemäriksi. Huleveden hallinnassa on tärkeää muistaa, että hulevesien virtausnopeutta tulee hidastaa, jotta mukana kulkeutuva kiintoaines laskeutuisi ennen vesistöön pääsemistä. Ennen ojan päätymistä vesistöön, voidaan virtausta hidastaa muun muassa mutkittavalla uomalla suiston tapaan. Ojien kaivaminen, käyttö ja kunnossapito vaativat luvan aluehallintovirastolta, jos toimenpide voi aiheuttaa pilaantumista, kuten ravinneainesten kulkeutumista ja lisääntymistä. Vesialueasiat käsittelee puolestaan ELY-keskus. (Hulevesiopus, 2012, 83-84).

Kasvillisuuden hyödyntäminen hulevesien vähentämisessä on helppoa ja tehokasta. Veden tehokas pidättyminen ja haihtuminen vähentävät maanpinnalle päätyvää vettä, ja näiden lisäksi kasvillisuuden juuristo lisää maaperän huokoisuutta eli läpäisevyyttä. Huokoinen maakerros kerää myös hyvin vesien tuomat epäpuhtaudet ja näitä vettä läpäiseviä pintoja tulisi käyttää mahdollisimman paljon hyödyksi. Muitakin vettä läpäiseviä pintoja voidaan hyödyntää piha- ja parkkialueilla hulevesien vähentämiseksi. Piha-alue voidaan päällystää vettä läpäisevällä kiviaineksella, esimerkiksi sepelillä tai soralla. Nopeasti suositaan kasvattaneet viherkatot yleistyvät tiiviisti rakennetuilla kaupunkialueilla, ja niiden tuomat hyödyt näkyvät selvästi myös asumisessa. Viherkaton eristeominaisuus tasaa lämpötilanvaihteluja niin talvella kuin kesälläkin, parantaen samalla viihtyisyyttä ja alueen mikroilmastoa. (Viherympäristö 2012, 54).



Kuva 2. Vettä läpäisevä pihakiveys (Rudus 2015: Vettä läpäisevät päällysteet hulevesien hallinnassa).

MENETELMIEN VALINTA



Lähde: B. Lording & A. Nothnagel 1999. *Bauen mit dem Regenwasser. Aus der Praxis von Projekten. IBA Emscher Park, München, s. 106*

Ramboll Finland - Yritysesittely

Kuvio 5. Hulevesien luonnonmukaisten hallintamenetelmien valinta (Syke 2009).

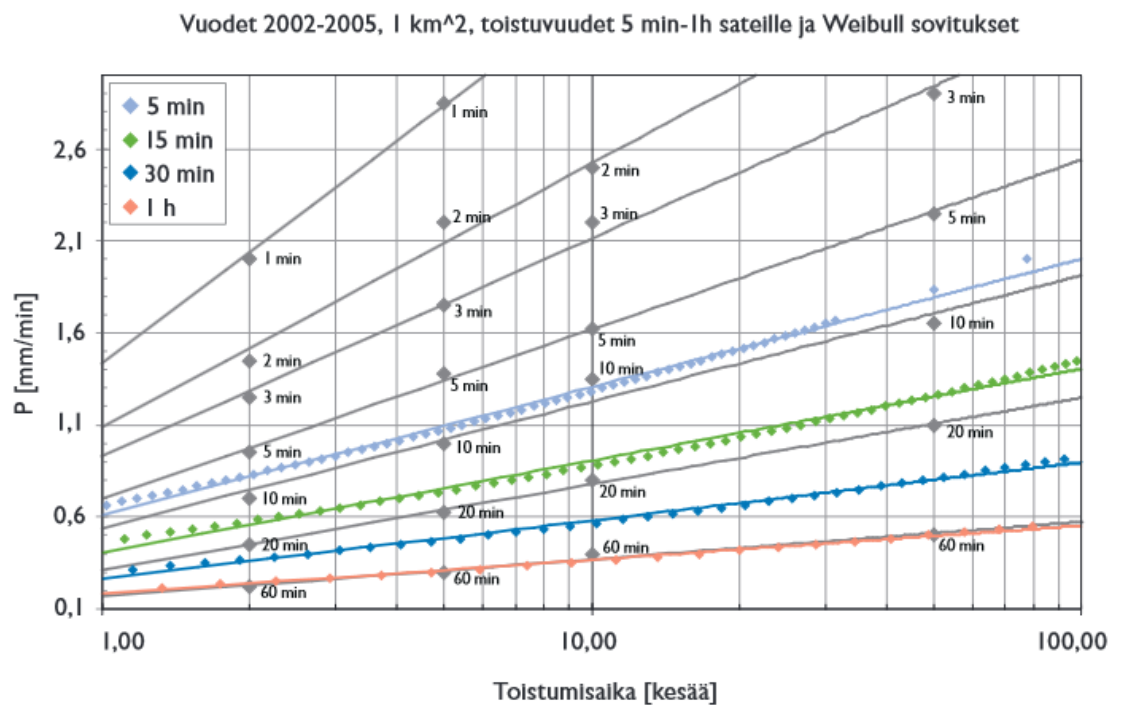
Menetelmien valinnassa (kuvio 5) tulee kiinnittää huomiota myös ympäristön erityispiirteisiin kuten maaperään, pohjavesialueisiin, paikallisiin vesistösuhteisiin ja vaikutusalueella sijaitseviin suojelualueisiin, jotka vaikuttavat käytävissä olevien menetelmien määrään ja sovellettavuuteen. Eri tyyppiset hulevedet vaativat erilaisia menetelmiä, esimerkiksi haitta-aineita sisältävät vedet vaativat erillisen kemiallisen tai biologisen puhdistusprosessin ennen vesistöön johtamista.



Kuva 3. Mulden-Rigole -rakenne (viittaus kuvioon 5), jossa imeytys tapahtuu suoto-ojassa (Sito 2013: Hulevesien luonnonmukainen käsittely).

5.2 Hulevesiviemäriin mitoitus

Vaikka nykyajan mitoitus tapahtuu pääosin tietokonemallinnuksilla, voidaan hulevesiviemärit yksinkertaisesti mitoittaa mitoitusasteella, joka tarkoittaa suurinta poisjohdettavaksi mitoittavaa sadevesimäärää. Viemäreitä ei kuitenkaan ylimitoiteta, vaan rankimpien sateiden aikana tulviminen sallitaan lyhytaikaisesti. Mitoitusasteessa otetaan huomioon sateen rankkuus, kestoaika ja toistuvuus. Sateen rankkuus voidaan arvioida kuviosta 6. Yleensä käytetään arvoa 150 l/s/ha, mikä vastaa noin kerran kahdessa-kolmessa vuodessa toistuvaa 10 minuutin sadetta. Valitun toistumisajan ja sateen keston mukaan kuviosta voidaan lukea mitoitusasteen rankkuudet (mm/min) vasemmasta pystyakselista.



Kuvio 6. Sateiden rankkuus ja toistumisaika Suomessa. Kuvion intensiteetit ovat hieman nousseet sateiden kasvun myötä ja tarkat, päivitetty arvot voidaan lukea taulukoista 4 ja 5 (Suomen ympäristö 2008, 63).

Ilmastonmuutoksen aiheuttaman sadannan kasvun takia mitoittaminen muuttuu. Hulevesiviemärien käyttöikä voi olla 50–100 vuotta ja mitoituksen tarkasteluväli 20–40 vuotta. Tämän vuoksi käytetään hieman korotettuja arvoja ilmastonmuutoksesta aiheutuvan sadannan ja rankkuuden kasvun takia. Uusien hulevesiviemärien mitoituksessa onkin suositeltavampaa käyttää taulukkojen 4 ja 5 korotettuja arvoja, kuin kuvion 6 hieman vanhentuvia/vanhentuneita arvoja. Ilmastonmuutoksen ja alueen rakentumisen aiheuttamien mitoitusvirtaamien kasvu on noin 20 %. Mitoitustoistuvuuksina voidaan myös käyttää todennäköisyyksiä välillä 1/2a–1/10a (50 % –10 %). Mitoituksessa käytettävä keskimääräinen intensiteetti voi johtaa yllättäviin tilanteisiin, koska sateiden ajallinen muoto vaihtelee. Monimutkaisempien mallinnusohjelmien käytöllä vältetään kyseinen ongelma, koska se mahdollistaa muuttuvien sateiden käytön. Mallinnusohjelma ottaa huomioon hydrologisen valuma-aluemallin ja hydraulisen verkostomallin, jossa valuma-

aluemalli kertoo hulevesien muodostumisen ajan ja määrän, ja verkostomalli kuvaa huleveden etenemistä verkostossa. Mallilla saadaan tulosteena ajan suhteen muuttuva hulevesivirtaama mistä tahansa järjestelmän kohdasta. (Hulevesiopas 2012, 206 209 210).

Taulukko 4. Sateen intensiteetit (mm/min) keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle Etelä-Suomessa, ottaen huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus (Hulevesiopas 2012, 210).

| Keskimääräinen intensiteetti mm/min | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | Sateen kesto | | | | | | | | |
| Toistuvuus | 5 min | 10 min | 15 min | 30 min | 1 h | 3 h | 6 h | 12 h | 24 h |
| 1/1a | 0,84 | 0,58 | 0,56 | 0,36 | 0,24 | 0,13 | 0,08 | 0,05 | 0,03 |
| 1/2a | 1,20 | 0,86 | 0,72 | 0,44 | 0,30 | 0,15 | 0,09 | 0,06 | 0,04 |
| 1/3a | 1,32 | 0,94 | 0,80 | 0,52 | 0,34 | 0,17 | 0,10 | 0,06 | 0,04 |
| 1/5a | 1,56 | 1,08 | 0,88 | 0,60 | 0,38 | 0,18 | 0,12 | 0,07 | 0,04 |
| 1/10a | 1,68 | 1,30 | 1,12 | 0,72 | 0,46 | 0,22 | 0,14 | 0,08 | 0,05 |

Taulukko 5. Sateen intensiteetit (l/s/ha) keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle Etelä-Suomessa, ottaen huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus (Hulevesiopas 2012, 210).

| Keskimääräinen intensiteetti l/s/ha | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | Sateen kesto | | | | | | | | |
| Toistuvuus | 5 min | 10 min | 15 min | 30 min | 1 h | 3 h | 6 h | 12 h | 24 h |
| 1/1a | 140 | 96 | 94 | 60 | 40 | 22 | 13 | 8,3 | 5,0 |
| 1/2a | 200 | 144 | 120 | 73 | 50 | 25 | 16 | 10 | 6,0 |
| 1/3a | 220 | 156 | 133 | 86 | 56,4 | 28 | 17 | 10,6 | 6,2 |
| 1/5a | 260 | 180 | 146 | 100 | 64 | 30 | 19 | 11,6 | 7,0 |
| 1/10a | 280 | 216 | 187 | 120 | 77 | 36 | 23 | 13,1 | 8,3 |

Mitoitusvirtaamaan huomioidaan lisäksi imeytyminen. Valuma-alueen ominaisuudet vaikuttavat siihen, kuinka suuri osa sadevesistä muuttuu hulevesiksi. Hulevesiviemärien käsimitoituksessa tulee ottaa huomioon, että valumakertoimien alimpia arvoja ei tulisi koskaan käyttää, koska valumakerroin ei ole vakio. Muodostuvien hulevesien osuus sademäärästä yleensä kasvaa sateen rankkuuden ja kestoajan kasvun myötä. (Hulevesiopas 2012, 208). Valumakertoimen arvoja pinnan laadun mukaan voidaan lukea kuvio 7.

**Valumakertoimen arvot
pinnan laadun mukaan
(Katu 2002)**

| Pinnan laatu | Valumakerroin |
|-------------------------------|---------------|
| Katto | 0,90 |
| Betoni ja asfaltti | 0,80 |
| Tiivissaumainen kiveys | 0,80 |
| Kiveys hiekkasaumoin | 0,70 |
| Hyväkuntoinen soratie | 0,50 |
| Nurmetettu luiska | 0,50 |
| Paljas laakeahko kallio | 0,40 |
| Sorakenttä ja -käytävä | 0,30 |
| Puistomainen piha | 0,20 |
| Puisto, runsas kasvillisuus | 0,15 |
| Kallioinen metsä | 0,15 |
| Niitty, pelto, puutarha | 0,10 |
| Tasainen tiheäkasvuinen metsä | 0,05 |

**Kaupunkiolosuhteisiin
soveltuvat alueelliset
valumakertoimet (Katu 2002)**

| Alueen laatu | Valumakerroin |
|---|---------------|
| Umpinaiset kerrostalokorttelit/kesto- päällysteiset pihat | 0,80 |
| Umpinaiset kerrostalokorttelit/sora- päällysteiset ja istutuksia sisältävät pihat | 0,70 |
| Avoimet kerrostalokorttelit | 0,60–0,40 |
| Rivitaloalueet tai vastaavat | 0,35 |
| Omakotialueet/pienet tontit | 0,30–0,25 |
| Omakotialueet/suuret tontit | 0,25–0,20 |
| Suurehkot puistoalueet, joutumaat | 0,10–0,05 |

Kuvio 7. Valumakertoimien arvoja (Viherympäristö 2012, 55).

Valumakertoimen ja mitoitussateen rankkuuden perusteella voidaan laskea viemäriin virtaama Q (RIL 124-2-2004, 461):

$$Q = q \times \varphi \times A \quad (4)$$

- Q on viemäriin mitoitusvirtaama, l/s
- q on mitoitussateen rankkuus, l/s/ha
- φ on valumakerroin
- A on valuma-alueen pinta-ala, ha

Tavanomaisesti on mitoitusvirtaamaa laskettaessa käytettävä keskimääräistä valumakerrointa, koska mitoitusalueen rakenne on usein vaihteleva. Tällöin valumakertoimelle lasketaan keskiarvo seuraavasti, kun halutaan käyttää useampaa osa-aluetta. (RIL 124-2-2004, 462):

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_n \times A_n}{A} \quad (5)$$

- φ on valumakerroin
- φ_n on osa-alueen valumakerroin
- A_n on osa-alueen pinta-ala, ha
- A on valuma-alueen pinta-ala, ha

Varsinaiseen hulevesien johtamisen suunnitteluun tarvitaan valumakertoimen ja pinta-alan lisäksi hulevesivalunnan kertymisaika, johon vaikuttavat virtausreitien pituus ja virtausnopeus. Kertymisajalla tarkoitetaan veden virtausnopeutta tai aikaa, joka alkaa valuma-alueen alkupisteestä ja loppuu valuma-alueen purkupisteeseen. Kertymisaika voidaan yleistetysti määrittää taulukkojen 6 ja 7 perusteella, joka ei kuitenkaan vastaa todellisuutta, koska

niihin vaikuttavat muun muassa virtausreitien kaltevuus, virtausvastukset ja vesisyvyys. (Hulevesiopus 2012, 209).

Taulukko 6. Virtausnopeuksia (Hulevesiopus 2012, 209).

| Virtausreitti | Ohjeellinen virtausnopeus (m/s) |
|---------------|---------------------------------|
| Putket | |
| – pienet | 1,5 |
| – suuret | 1,0 |
| Ojat | 0,5 |
| Maasto | 0,1 |

Taulukko 7. Kestoajoja erikokoisilla valuma-alueilla (Tielaitos 1993, 13).

| Valuma-alueen pinta-ala | Mitoitussateen kestoaja |
|-------------------------|-------------------------|
| < 2 ha | 5 min |
| 2...5 ha | 10 min |
| 5...20 ha | 20 min |
| 20...100 ha | 60 min |

Toinen tapa kertymisaikaa vastaavan tekijän määrittämiselle on hidastumiskerroin. Hidastumiskertoimella otetaan huomioon alueen laajuus, muoto ja muut tekijät, jotka vaikuttavat hidastumiseen. Jos huleveden virtausaika lähtöpisteestä purkupisteeseen on lyhempi kuin mitoitussateen kestoaja, ehtii sateen aikainen virtaamaa vaikuttaa koko valuma-alueeseen samanaikaisesti ja tällöin hidastumista ei tarvitse ottaa huomioon. Hidastuminen voidaan ottaa huomioon kertomalla aikaisemmin laskettu viemäriin virtaama Q :n arvo hidastumiskertoimella ψ , joka lasketaan seuraavasti (RIL 124-2-2004, 462):

$$\psi = \frac{1}{n\sqrt{A}} \quad (6)$$

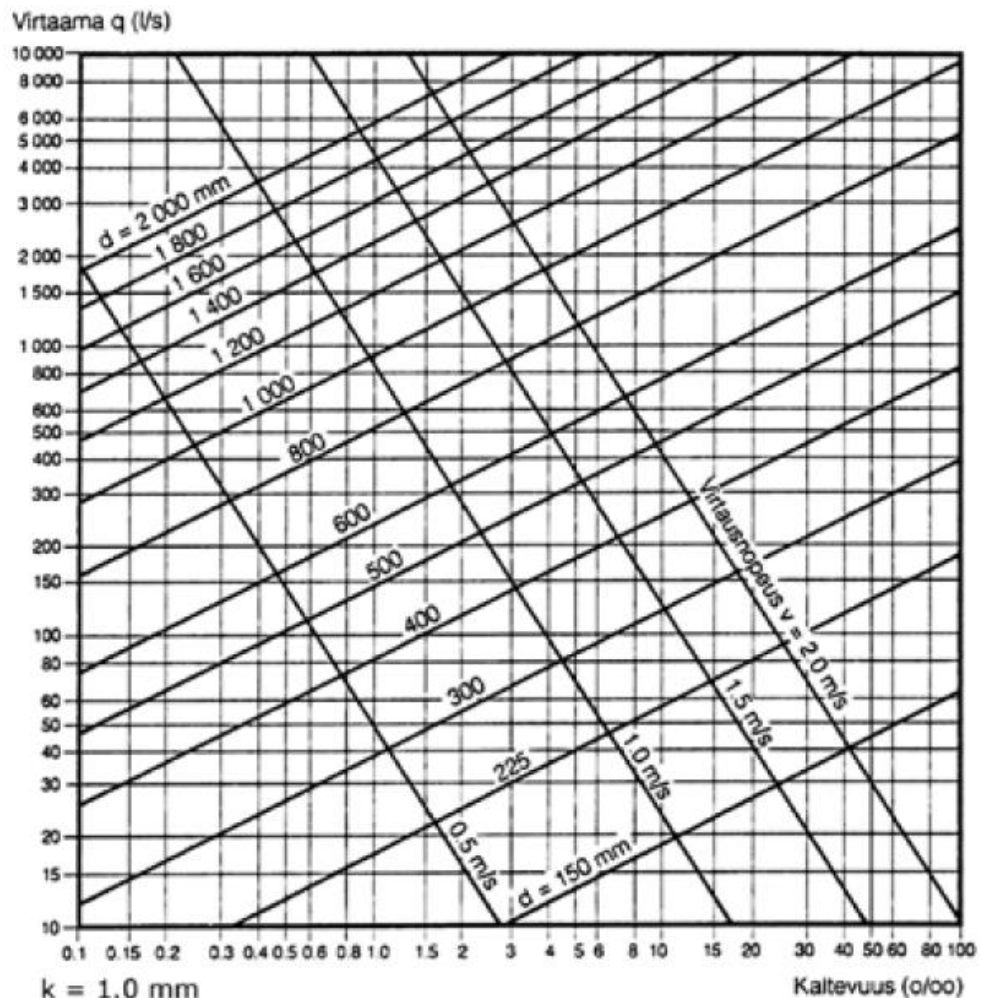
- ψ on hidastumiskerroin
- A on viemäriintialueen pinta-ala, ha
- n on arvo, joka määräytyy alueen keskikaltevuuden perusteella,
 - 8 = maaston keskikaltevuus on suuri ja veden virtausaika mitoituskohtaan on lyhyt
 - 6...5 = maasto on kohtalaisen kaltevaa
 - 4 = maasto on laakeaa tai pitkänomainen

Ylläolevaa kaavaa käytetään pääsääntöisesti, kun valuma-alue on suuri. Hidastumiskerroin voidaan laskea myös viemäristön yläpuolisen pituuden perusteella (RIL 124-2-2004, 463):

$$\psi = \frac{1}{\sqrt[n]{l}} \quad (7)$$

- ψ on hidastumiskerroin
- l on yläpuolisen viemärin pituus satoina metreinä
- n on arvo, joka määräytyy alueen keskikaltevuuden perusteella,
 - o 3,5 = maasto on hyvin kaltevaa
 - o 3,0 = maasto on kohtalaisen kaltevaa
 - o 2,5 = maasto on laakeaa

Putkikoon mitoitus tulee tehdä niin, että padottumiselta ja virtausnopeuden liialliselta kasvamiselta vältytään. Poikkeustapauksiakin löytyy, joissa hulevesiviemärin putket on mitoitettu niin sanotuiksi tulvaputkiksi alueen erityisominaisuuksien perusteella. Suunnittelukohteen sijoittuminen ja kytkeytyminen jo olemassa olevaan verkostoon on huomioitava varsinkin putkikokoa mitoittaessa, koska se ei saa aiheuttaa esimerkiksi tulvia ala- tai yläpuolisille verkosto-osille. Putkikoon määrittävät aiemmin laskettu mitoitusvirtaama, putkikaltevuus ja putkimateriaalin karkeudesta aiheutuva virtausvastus. Putken karkeudelle eli virtausvastukselle voidaan käyttää arvoa $k = 1,0 \text{ mm}$ (Colebrook, kuvio 8). Colebrookin nomogrammilla mitoittaessa tarvittava putken koko määräytyy mitoitusvirtaaman ja arvioidun kaltevuuden perusteella. (Hulevesiopas 2012, 210 211).



Kuvio 8. Colebrookin nomogrammi. Virtaama q (l/s) vasen pystyakseli ja kaltevuus ‰ (mm/m) vaaka-akseli. (Hulevesiopas 2012, 211).

Nomogrammi osoittaa täyden putken välityskyvyn tietyllä sisähalkaisijalla ja kaltevuudella. Koska käsinlaskentaan liittyy usein epävarmuuksia, valitaan alustavaksi putkikooksi nomogrammin osoittamaa teoreettista putkikokoa seuraava isompi dimensio tai kasvatetaan kaltevuutta. (Hulevesiopas 2012, 211).

Muita yleisesti käytettyjä menetelmiä viemärien mitoitukselle ovat Hazen-Williamsin ja Manningin kaavat ja niistä johdetut nomogrammit. Hazen-Williamsin kaavaa käytetään erityisesti paineviemärien ja vesijohtojen virtaushäviöitä laskettaessa. Hazen-Williamsin kaavaa sovelletaan putkille, joiden sisähalkaisija on ≥ 50 mm ja virtausnopeus ≤ 3 m/s. Hazen-Williamsin kertoimen C -arvot vaihtelevat välillä 40–150 siten, että 40 vastaa vanhaa betoniputkea ja 150 uutta, sileää muoviputkea. Manningin kaava on yleinen viemäreiden, kanavien, kourujen ja avouomien mitoituksessa, ja soveltuu myös putkivirtausten laskemiseen. Manningin kaavasta johdetuissa nomogrammeissa on huomioitu valmiiksi likimääräinen viemäriin huuhtoutumiseen vaadittava vedennopeus ja viemäriin kaltevuus. (RIL 124-1-2003, 142–145).

Toisin kuin jätevesiviemäriä, hulevesiviemäriin pienintä kaltevuutta ei tarvitse määrittää huuhtoutumisen kannalta suurten virtaamavaihtelujen takia. Hulevedet kuitenkin johdetaan viemäriin sakkapesällisten kaivojen kautta, jotta kiintoainesta ei kulkeutuisi viemäriin pienillä virtaamilla sedimentoitumisen estämiseksi. Taulukon 8, pienimpien ja suurimpien kaltevuuksien perusteella, pienillä putkilla minimikaltevuuden tulee olla suurempi kuin suurilla putkilla. Maksimikaltevuus ei saa ylittää putken kestokykyä eli sitä pistettä, kun putki alkaa kulua virtauksen voimasta (suurin virtausnopeus 5 m/s). Virtausnopeus putkessa on yleensä aina suurempi kuin purkupisteen ojassa tai vesistössä. Tämän takia purkautumisveden eroosiovaikutus tulee ottaa huomioon eroosiosuojauksella niin pitkälle, että virtausnopeus on laskenut riittävästi. (Hulevesiopas 2012, 211–212).

Taulukko 8. Hulevesiviemäriin pienimpien ja suurimpien kaltevuuksien suositukset. Arvot eivät koske kiinteistökohtaisia putkikaltevuuksia, joissa minimikaltevuutena käytetään 10 ‰:a. (Hulevesiopas 2012, 212).

| Putkikoko (mm) | Minimikaltevuus (‰) | Maksimikaltevuus (‰) |
|-------------------|------------------------|-------------------------|
| 200 | 4,5 | 120 |
| 300 | 3,0 | 70 |
| 400 | 2,5 | 50 |
| 500 | 2,0 | 40 |
| 600 | 1,6 | 30 |
| 800 | 1,0 | 20 |
| 1200 | 1,0 | 15 |
| 1600 | 1,0 | 10 |

Hulevesiviemäriin tulviessa tulee ottaa huomioon, että tulvivasta vedestä ei aiheudu haittaa suurimmalle sallitulle korkeudella asti, joka on kymmenen

senttiä katutasosta eli hulevesikaivon kannesta ylöspäin. Ympäristöä suunniteltaessa on tärkeää muistaa tämä hulevesiviemärin mahdollisen padottumisen yläraja. Tulvareitit rakennetaan yleensä maanpäällisesti, mutta jos tila ei riitä tai tulvavedet ohjautuvat väkisinkin rakennuksia päin, voidaan ne rakentaa erityistilanteissa maanalaisena tulvamiotoitetuiksi hulevesiviemäreiksi. (Hulevesiopas 2012, 212-216).

5.3 Ilmastonmuutoksen vaikutukset hulevesijärjestelmiin

Ei ole varmaa kuinka suuresti ilmastonmuutos tulee kuormittamaan hulevesijärjestelmiä Suomessa. Suurin riski on sadannan intensiteetin kasvaminen, mikä lisää järjestelmien vahinkoriskiä. Sadannan kasvu ja sadannan intensiteetin lisääntyminen ovat ilmastonmuutoksen tuomia muutoksia, joista sadannan kasvu ei välttämättä ole niin suuri riski kuin intensiteetin kasvu. Ensimmäisenä tulee lähteä liikkeelle mitoitusperusteiden tarkastamisella, joka tarkoittaa sekä olemassa olevien, että uusien kuivatusjärjestelmien tarkastamista. Ilmastonmuutoksen vaikutukset saattavat vaikuttaa järjestelmiin eri tavalla rannikolla kuin sisämaassa, joten mitoitusperusteet tulee miettiä myös paikkakohtaisesti. Mitoitusperusteiden tarkastamisen lisäksi tulee vesien johtaminen tarvittaessa suunnitella uudelleen. (Suomen ympäristökeskus 2008, 93).

Ongelmaksi muodostuvat jo vuosikymmeniä sitten rakennetut järjestelmät ja niiden riittämätön kapasiteetti lisääntyvien vesien poisjohtamiseksi. Uudenlaisten kuivatusjärjestelmien ja vanhan olemassa olevan verkoston toimiva yhdistäminen on erittäin haastavaa. Uusilla järjestelmillä tarkoitetaan esimerkiksi menetelmiä kuten veden pidätysaltaita, imeytysrakenteita ja kosteikkoja. Jos vanhojen ja uusien järjestelmien yhdistely onnistuu kustannustehokkaasti, voidaan sitä pitää hyvänä vaihtoehtona. Jos yhdisteleminen onnistuu, voidaan järjestelmien uudelleenrakentamista pitää vaihtoehtona. Järjestelmän uusiminen ei kuitenkaan ole kannattavaa pelkästään ilmastonmuutoksen vaikutusten ehkäisemisen kannalta, vaan muun saneeraukseen johtaneen syyn rinnalla. Mitoitusperusteet on tärkeää pitää ajan tasalla, jolloin saneerauksen yhteydessä ne voidaan toteuttaa vastaamaan uusia standardeja. Purkuvesistön olosuhteiden tarkastuksen lisäksi on varmistettava, että putkien kokojen vaihtelevuus ei aiheuta padottumista eli alajuoksussa sijaitseva putkikoko ei ole pienempi kuin yläjuoksun. (Suomen ympäristökeskus 2008, 93).

Ilmastonmuutos tuo mukanaan vesistöjen ja pohjaveden pinnannousua, joka vaikuttaa myös maaperään. Maaperän vesipitoisuuden kasvaessa huokosvedenpaine nousee ja kuormitus kasvaa, joiden takia maan lujuus käärii. Tällöin rakenteiden lujuuslaskelmien tarkastaminen tulee ajankohtaiseksi varsinkin taajamissa. Kaupungit ovat suurilta osin päällystettyjä, joten tilanne on lähes päinvastainen. Ellei vettäläpäiseviä pintoja käytetä, sadanta muuttuu lähes kokonaan pintavalunnaksi ja kuormittaa näin ollen hulevesijärjestelmiä. Päällystetyissä kaupungeissa ongelmana on, että maan vesipitoisuus ja pohjaveden pinta laskevat, joka voitaisiin estää luonnonmukaisemmilla hulevesien käsittelymenetelmillä. (Suomen ympäristökeskus 2008, 93).

Rankkasateiden yleistyminen tulee aiheuttamaan huollon ja kunnossapidon tarpeen tihentymistä kuormituksen kasvaessa. Kuivatus- ja hulevesijärjestelmien käyttöikä voi vaihdella rajusti suunnitellusta. Järjestelmien vahinkoriskiä ja alueiden tulvariskiä voidaan vähentää myös ohjaamalla ylivirtaamia sellaisille alueille, missä tulviminen aiheuttaa vähiten vahinkoa esimerkiksi yleisille piha-alueille. Näin voidaan välttää välttämätön tarve suurentaa vesien poisjohtamisen kapasiteettia ja ehkäistä pahimpia vahinkoriskejä. Toisaalta kyseisessä tilanteessa tilapäinen tulva-alue voi pysyä kauan kosteana ja altistua hulevesien kuljettamille haitta-aineille. (Suomen ympäristökeskus 2008, 100 101).

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat vaikutukset lisäävät voimakkaita sateita enemmän kuin keskimääräisiä, aiheuttaen ongelmia erityisesti taajamissa. Taajamien tulvavesien korkeudet on yleensä määritetty padotuskorkeuden avulla, mutta vähäisten ojien tulvakorkeuksia ei. Ensisijaisesti suositellaan luonnonmukaisten menetelmien liittämistä yhdeksi vanhojen järjestelmien kanssa uudistamisen ja tehostamisen sijaan, jotka ovat liian hitaita ja kalliita prosesseja. Ulkomailla kapasiteettien riittämättömyysongelmaa on lähestytty hieman erilailla, keskittyen tasoittamaan hulevesien kokonaisvirtaamia pidättämällä huippuvirtaamia yhdessä hulevesien laadun tarkkailun kanssa, jolloin kaikki hulevedet eivät kuormita järjestelmiä yhtä aikaa edes tulvan sattuessa. (Suomen ympäristökeskus 2008, 106).

Hulevesiviemäreiden toimivuutta voidaan seurata tarkastelemalla kaivojen vedenkorkeuksia sekä putkien ja koko viemäriverkon täyttösuhdetta eri olosuhteiden aikana. Lisäksi ylitulvivien kaivojen määrä ja niiden tulvavaikutuksen kesto tulee selvittää. Veden laadun tarkkailu on hyvä liittää tarkasteluun, koska laatuongelmat tulevat kasvamaan hulevesien kasvavan määrän ja niiden tuomien epäpuhtauksien takia. Tarkastelussa ja suunnittelussa pitää myös muistaa kauaskantoisemmatkin vaikutukset ympäristön tilaan esimerkiksi hulevesien purkualueella. (Suomen ympäristökeskus 2008, 107).

6 SEKAVIEMÄRISTÄ ERILLISVIEMÄRIKSI

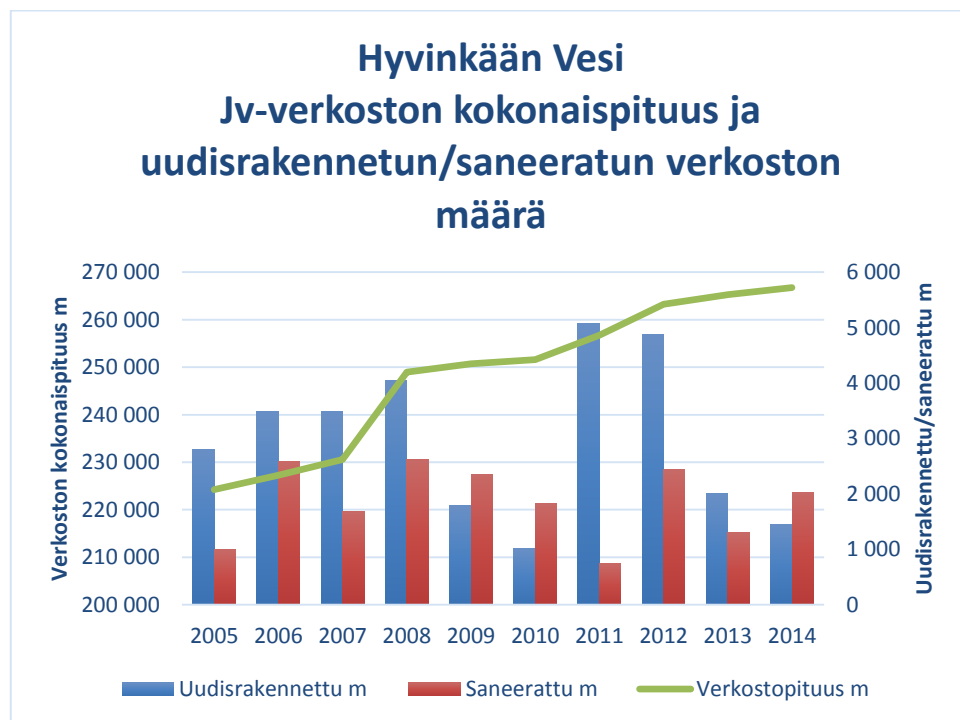
6.1 Verkostojen saneeraus

Verkostojen saneerausvauhti on aivan liian alhainen. Saneerauksiin sijoitettavien rahojen kasvattamisen lisäksi tulisi vaihtoehtoisten menetelmien käyttöä vuotovesien vähentämiseksi lisätä. Vaihtoehtoisia menetelmiä auki kaivamiselle ovat lukuisat kaivamattomat menetelmät, joiden lisäksi erillisviemärien sijaan hulevesien luonnonmukaista hallintaa tulisi suosia. Saneeraus toteutetaan joko uusimalla tai peruskorjauksella tai -parannuksella. Uusiminen voi tarkoittaa koko rakenteen tai sen osan uusimista kaivamalla tai kaivamattomilla menetelmillä. Perusparantamisella tarkoitetaan sellaisia huoltotoimenpiteitä, joilla pidennetään rakenteiden kestoikää. Peruskorjauksella vanhaa rakennetta korjataan siten, että se toimii osana uutta ja vanhaa kokonaisuutta.

Uudet saneerauskohteet päätetään yleensä edellisenä vuonna, jonka aikana ennen saneerauksen aloittamista aloitetaan mm. suunnitelmien laatiminen,

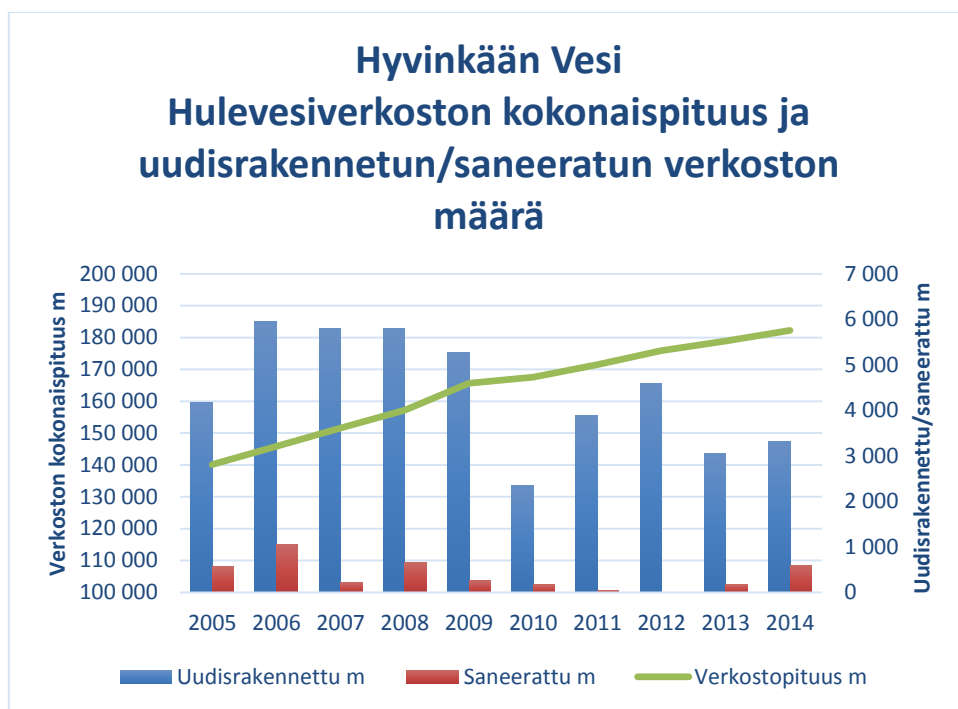
maastotutkimukset ja urakan kilpailutus. Vuoden aikana hoidetaan saneerausta ja hulevesiliittymiä koskeva tiedottaminen ja yhteydenpito kaikkien osapuolten välillä. Saneerauskohteet usein priorisoidaan hulevesiviemäri-verkoston nopean laajentamisen kannalta tai viemäriin käyttöön päättymisen lähenemisen mukaan. Sekaviemäriin elinikänsä liittyy monia tekijöitä kuten materiaalien, saumojen, asennuksen ja täytön laatu, maaperäolosuhteet sekä johdettavan veden laatu. Nykyään korkealaatuisten betoniputkien kohdalla tavoiteikä 100 vuotta voidaan saavuttaa, mutta varsinkin 1900-luvulla tehtyjen sekaviemäriinjien todellinen, tekninen käyttöikä on noin 50 vuotta.

Hyvinkäällä jätevesiverkosta on uudisrakennettu 30 019 metriä ja saneerattu 18 575 metriä vuosina 2005–2014 (kuvio 9). Verkostopituuteen lisättiin käyttöönotetut linjat vuosina 2008 (14 636 m) ja 2009 (5 113 m), jotka eivät näy uudisrakennettuna verkostona. Tarkasteluvuosina jätevesiverkoston kokonaispituus on kasvanut 42 466 metrillä, kun verkostoa on samalla myös poistunut käytöstä. Sekaviemärisaneerausten osuus jätevesiverkoston kaikista saneerauksista on ollut noin 80 %.



Kuvio 9. Jätevesiverkoston kokonaispituuden kehitys ja uudisrakennetun/saneeratun verkoston osuudet Hyvinkäällä vuosina 2005–2014 (Hyvinkään Vesi, laitoksen tieto).

Hyvinkään hulevesiverkoston saneeraustaso (kuvio 10) on pysynyt alhaalla, koska hulevesiverkoston kunto on vielä muuta viemäriverkosta parempi. Sekaviemärisaneerausten yhteydessä rakennetun hulevesiverkoston osuus uudisrakentamisesta on ollut huomattava. Hulevesiverkoston kokonaispituus on kasvanut tarkasteluvuosina 42 103 metriä ja vuonna 2008 verkostopituuteen lisättiin käyttöönotettu linja (3 100 m), joka ei näy uudisrakennettuna verkostona. Vuosina 2005–2014 hulevesiverkosta on uudisrakennettu 44 203 metriä ja saneerattu 3 745 metriä.



Kuvio 10. Hulevesiverkoston kokonaispituuden kehitys ja uudisrakennetun/saneeratun verkoston osuudet Hyvinkäällä vuosina 2005–2014 (Hyvinkään Vesi, laitoksen tieto).

6.2 Saneerausmenetelmän valinta

Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavat tekniset ja taloudelliset tekijät, sekä ulkopuolisille aiheutuvat haitat. Teknisiin tekijöihin voidaan laskea esimerkiksi olosuhteet, kuten painumaolosuhteet. Jos viemäriinjassa on painaumia, ei saneerausta pystytä välttämättä toteuttamaan kaivamattomilla menetelmillä eli menetelmäsaneerauksilla. Jotkut menetelmäsaneerausmenetelmät vaativat myös korkeapainepuhdistuksen ennen toteuttamista. Jos vanhassa viemäriinjassa ilmenee pahoja halkeamia tai se on pahoin korroosion syövyttämä, se ei kestä korkeapaineellista puhdistusta.

Taloudellisiin tekijöihin voidaan lukea mm. viemäriinjan ympärillä tapahtuvat toiminnot, työn kesto ja tonttiliitosten määrä. Viemäriinjan ympärillä tapahtuvilla toiminnoilla tarkoitetaan esimerkiksi muita maarakennustöitä. Viemärisaneerauksen yhteydessä on järkevää uusia koko kadun tekniikka, jos se on ajankohtaista muun tekniikan käyttöön päättymisen lähentyessä. Tällöin koko kadun saneeraus auki kaivamalla on perusteltua, mutta nostaa huomattavasti kustannuksia. Saneerausmenetelmää valitessa on muistettava, että usein menetelmäsaneerauksissakin joudutaan kaivamaan auki tonttiliittymät ja muita liitoksia aloitus- ja loppukohdan lisäksi. 100 metrin matkalla viisikin kuoppaa on jo lähestulkoon sama, kuin kaivaisi linjan kokonaisuudessaan auki. Menetelmäsaneerauksilla tonttiliitosten teko on usein kallista ja vaikeaa.

Menetelmäsaneeraukset vievät paljon vähemmän tilaa kuin koko linjan auki kaivaminen. Vaikka auki kaivaessa usein edetään pienissä pätkissä kerrallaan toisen kaivinkoneen täyttäessä samalla kaivantoa tekniikan uusimisen

jälkeen toisen koneen kaivaessa eteenpäin. Auki kaivaminen voi luonnollisesti aiheuttaa enemmän haittaa ulkopuolisille, kuten liikenteelle ja jalankulkijoille tilan käydessä vähiin. Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavat myös muun tekniikan kuten kaapeleiden, johtojen ja muiden putkien sijainti saneerattavaan viemäriin nähden. Risteävät ja toisiinsa nähden lähekkään sijaitsevat putket puutteellisilla sijaintitiedoilla aiheuttavat suuria haasteita auki kaivamiselle.

6.3 Saneerauksen syitä ja tavoitteita

6.3.1 Verkostojen kunto

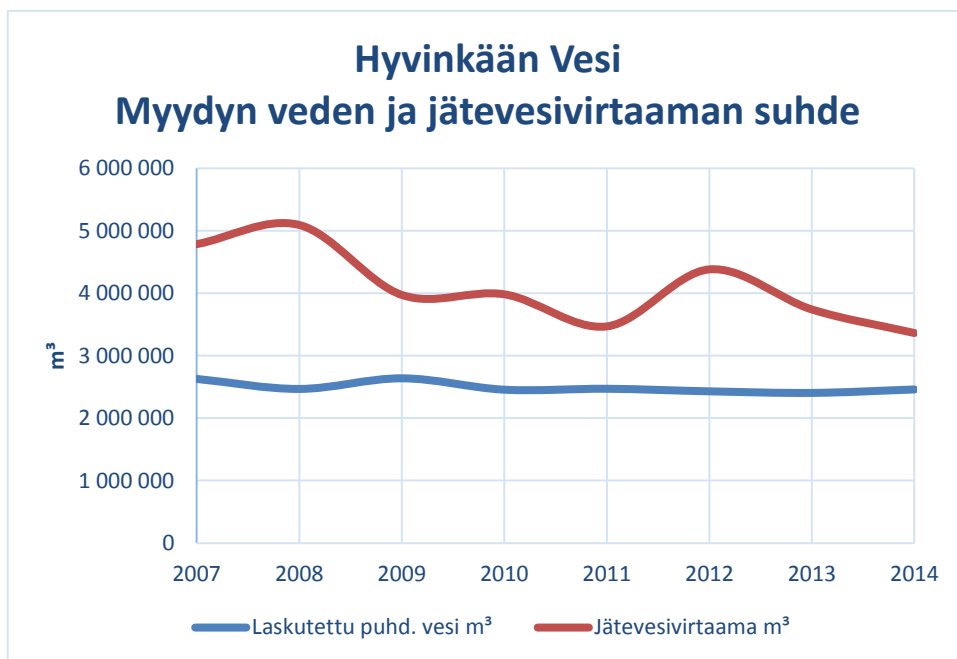
Nykyään saneerauskohteita päätettäessä on sekaviemäriin poistaminen yksi tärkeimmistä perusteluista. Sekaviemäriin saneerataan yleensä erillisviemäriksi kun se katsotaan hyvin huonokuntoiseksi. Sekaviemäriin saneeraustarpeeseen liittyvät usein tiiviysongelmat ja saneerauksilla pyritään aina vähentämään muun muassa vuotovesien määrää. Kaikki vähennettyä saadut vuoto- ja pintavedet ovat suoraan pois jätevedenpuhdistamon kustannuksista. Putkirikkojen ja muiden verkostovuotojen saneerauskustannukset muodostavat merkittävän menon vesihuoltolaitoksille, pelkästään vuotojen aiheuttamien saneerauskustannusten ollessa noin 15 % luokkaa liikevaihdosta, kun puhutaan viemäriin ohella myös vesijohtoverkosta. Sekaviemäriin luopuminen vähentää huomattavasti myös kellaritulvien riskiä. Muita syitä betoniviemäreiden huonoon kuntoon ovat muun muassa puiden juuret, jotka läpäisevät betoniset sekaviemäriputket helposti. Mikäli sekaviemäriverkossa on havaittavissa toiminnallisia häiriöitä ja vuotoja tietyissä osissa, on ainakin näissä paikoissa kannattavinta uusien vanha viemäri auki kaivamalla ja rakentaa samalla hulevesiviemäri.

Kun sekaviemäriin johdetaan pintavesiä, mutta sekaviemäriin kunto ei vielä vaadi saneerausta, on hulevesien luonnonmukaiset hallintamenetelmien lisääminen osaksi sekaviemärijärjestelmää paras vaihtoehto. Tässä tapauksessa sekaviemäriin johdetuista pintavesistä kannattaa hankkiutua eroon muilla keinoin kuin hulevesiviemäriin rakentamisella, mikäli maankäytön kannalta niin on mahdollista. Hulevesiviemäriin tarpeesta voidaan päästä kokonaan eroon avo-ojastolla ja luonnonmukaisella hallinnalla. Kun pintavesien johtamisen vähentymisestä sekaviemäriin päästään hyvin tuloksin eroon, on sekaviemäriin käyttöänsä päättyessä saneeraus helpompi toteuttaa hyödyntäen kaivamattomia saneerausmenetelmiä. Pintavesien vähentämiseksi kyseinen ratkaisu yhdessä luonnonmukaisen hallinnan kanssa on todennäköisesti selvästi taloudellisempi.

6.3.2 Verkostojen toimivuus ja tunnusluvut

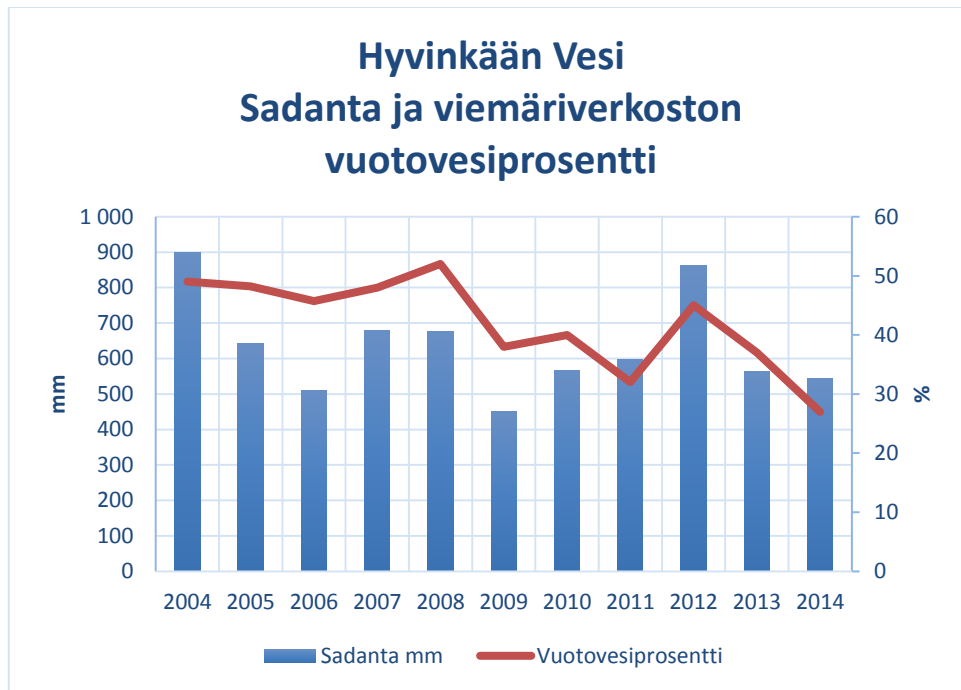
Lasketun veden määrän suhde on jätevedenpuhdistamolle tulevaan vesimäärään nähden keskimäärin noin 50–80. Erillisviemäriin ja verkostojen tiiviysparantamisella tätä eroa saadaan kavennettua. Sekaviemäriin alueiden muuttamisella erillisviemäriksi on saavutettu hyviä tu-

loksia ympäri Suomea ja useissa kaupungeissa viemärien vuotovesiprosentti on saatu laskemaan viime vuosina. Viemäriverkoston huono kunto ja riittämätön saneerausvauhti kuitenkin hidastavat tätä kehitystä. Hyvinkäällä (kuvio 11) veden myynti on viime aikoina hieman laskenut ja sitä myöten myös puhdistamoille tuleva jäteveden määrä. Myydyn veden ja jätevesivirtaaman suhde on erittäin karkeasti suuntaa antava viemäriverkoston kunnan arviointiin, mutta verkoston tiiviyyden paraneminen ja hulevesien väheneminen jätevesiverkostossa ovat selvästi nähtävillä kuviosta. Vuosien 2008 ja 2012 suuret sademäärät näkyvät selvästi jätevesivirtaaman profiilissa, joista voidaan helposti todeta sadeveden määrän vaikutus viemäriverkoston varsinaisiin vuotovesiin.



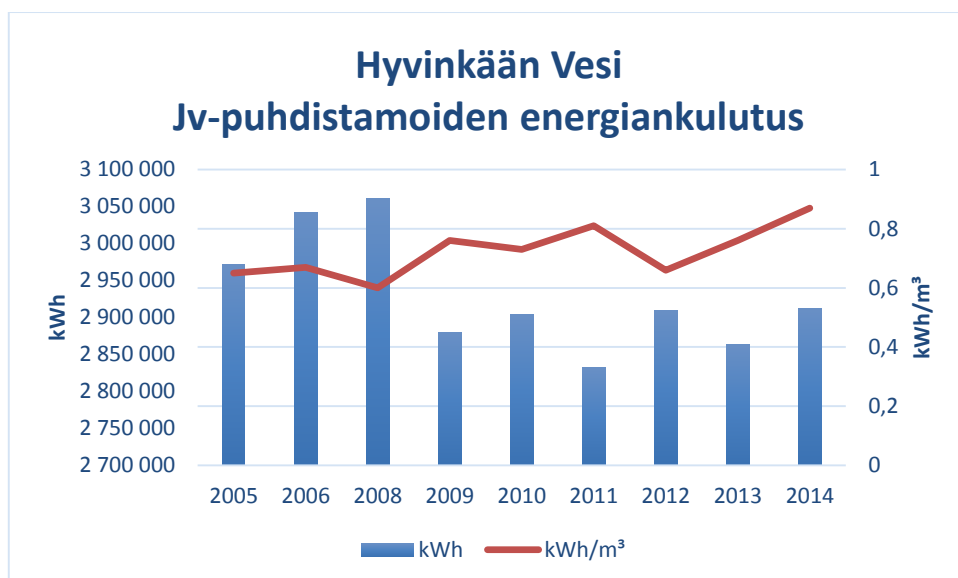
Kuvio 11. Laskutetun veden ja jätevesivirtaaman määrän kehitys Hyvinkäällä (Hyvinkään Vesi, laitossyksikön tieto).

Hyvinkään viemäriverkoston vuotovesiprosentti (kuvio 12) oli vuonna 2014 27,3 %. Vuotovesiprosentin laskuun viime vuoteen nähden ovat vaikuttaneet verkoston korjaustyöt ja sadannan normalisoituminen. Vuotovesiprosentti ei aina ole paras mittari verkoston kunnosta, vaan erityisesti vesijohtoverkostosta puhuessa putkirikkojen määrää voidaan pitää selkeämpänä ja toimivampana mittarina verkoston kunnan kehityksestä. Viemäriverkoston laskuttamaton vesimäärä antaa melko hyvän kuvan verkoston kokonaisvuotavuudesta, mutta yksittäisten vuotojen arviointi on hankalaa. Suurin yksittäinen kokonaisvuotavuuteen vaikuttava tekijä on sademäärä. Viemäriverkoston vuotovesiprosentin normaalitasona Suomessa voidaan pitää noin 30 %:a, joka oletuksellisesti kuvaa samalla vuotovesien osuutta puhdistamoiden ja pumppaamoiden energiankulutuksesta, jos kaikki vuotovedet kulkevat puhdistamoiden ja pumppaamoiden kautta.



Kuvio 12. Sadanta ja viemäriverkoston vuotovesiprosentti Hyvinkäällä vuosina 2004–2014. Sademäärät mitattu Kaltevan jätevedenpuhdistamolla. (Hyvinkään Vesi, laitossyksikön tieto).

Jätevedenpuhdistamon energiankulutukseen vaikuttavat muun muassa puhdistusvaatimukset, jätevesivirtaamien erot ja jäteveden laatu. Hyvinkään jätevesien puhdistus keskittyy Kaltevan jätevedenpuhdistamolle, joka on perinteinen aktiivilietelaitos. Muut Hyvinkään pienet jätevedenpuhdistamot ovat hyvin pelkistettyjä Kaltevan puhdistamoon verrattuna. Lietteen käsittelyllä ja sen ilmastuksella on suuri vaikutus puhdistamon kokonaisenergiankulutukseen, jonka tarpeeseen vaikuttavat eniten veden orgaanisen aineen määrä, veden lämpötila ja typenpoiston tarve. Puhdistamolla ilmastuksen energiankulutusta voidaan laskea muun muassa paremmilla esiselkeytysprosesseilla. Hyvinkään jätevedenpuhdistamoiden energiankulutus (kuvio 13) ei ole merkittävästi laskenut viime vuosina, mikä selittyy osittain laitosten kehittymisellä. Hyvinkäällä vuotovesien vähentyminen ja sitä kautta jätevesivirtaaman vähentymisen vaikutus on kuitenkin nähtävissä myös energiankulutuksessa. Energiankulutus kuutiota kohden on suuntaa antava, koska se ei kerro koko totuutta sademääriltään kuivilta vuosilta.



Kuvio 13. Hyvinkään jätevedenpuhdistamoiden (Kalteva, Kaukas, Ridasjärvi, Veikkari) energiankulutus vuosina 2005–2014, pois lukien vuosi 2007. Ridasjärven puhdistamo poistui käytöstä vuoden 2013 alussa. (Hyvinkään Vesi, laitossyksikön tieto).

Viemäri-vesien pumppaukset voivat nostaa energiankulutusta huomattavasti, johon vaikuttavat suuresti sekaviemärointi ja vuotovesien määrä. Sen lisäksi, että sekaviemärointi nostaa puhdistamoiden jätevesimäärää, se nostaa myös pumppauksen tarvetta ja käyttöaika. Hyvinkäällä jätevedenpumppaamoiden osuus energiankulutuksesta (kuvio 14) on pieni, koska paineputkien pituudet ja korkeuserot ovat pieniä. Vaikka pumpattavan jäteveden määrä on laskenut viime vuosina, pumppaamoiden kehitys, niiden määrän kasvu ja siirtolinjat ovat nostaneet energiankulutusta.



Kuvio 14. Hyvinkään jäteveden verkostopumppaamoiden (ei Veikkari) energiankulutus vuosina 2007–2014 (Hyvinkään Vesi, laitossyksikön tieto).

Pumppaamoiden energiankulutuksessa ei ole huomioitu Veikkarin pumppaamo, jonka kautta 45 % Hyvinkään jätevesistä kulkee Kaltevan jätevedenpuhdistamolle. Vuonna 2008 Kaltevaan tuli yli viisi miljoonaa kuutiota

jätevettä, mikä näkyy niin pumppaamoiden, kuin puhdistamoiden energiankulutuksessa selvänä piikkinä. Jätevesipumppaamoiden päivittäinen seuranta on tärkeää niiden mahdollisten häiriöiden huomaamiseksi, joista valvontajärjestelmä ei hälytä.

6.4 Hyötyjä ja haittoja

Sekaviemärisaneerauksilla saavutetut hyödyt ovat pääsääntöisesti hulevesien erottaminen ja vuotovesien vähentäminen. Kaikissa kohteissa vuotovesien vähentämisen tulokset eivät ole olleet toivotunlaisia, koska myös muoviputkissa ja varsinkin niiden liitoskohdissa on esiintynyt paljon vuotoja. Erityisiä ongelmakohtia ovat esimerkiksi muovi- ja betoniputkien väliset liitokset saneerausalueiden rajoilla. Muoviputken liitos betonikaivoon on erittäin vaikeaa saada täysin tiiviiksi. Myös vääränlaiset hulevesiliitännät aiheuttavat runsaasti ongelmia varsinkin niillä alueilla, missä on ennen ollut käytössä sekaviemärointi. Saneeraus saattaa tuoda esiin suunnittelussa tapahtuneita virheitä, kuten vääriä korkoja. Tonttiliittymät uuteen hulevesiverkkoon on joskus hyvin vaikeaa saada kohtaamaan uuden linjan kanssa ja vaatii näin ollen tarkkaa suunnittelua sekä liittymäkohtien selvittämistä.

Saneeraustyön hyvällä laadulla varmistetaan verkoston toimivuus, kun huolimattoman työn tunnusmerkit täyttäviä takakaatoja, huonoja liitoksia ja huonon täytön aiheuttamia ongelmia ei esiinny. Saneeraustavoista auki kaivaminen ja laadukas asennus varmistavat samalla myös putkien pohjien ja täyttöjen laadun, mikä ehkäisee painumia. Vastaavasti huono työn laatu voi vaikeuttaa ja hidastaa seuraavaa saneerausta huomattavasti.

Hulevesien purku tapahtuu usein lähimpään vesistöön tai siihen johtavaan ojaan. Purkupaikan olosuhteet on hyvä tarkistaa ajoittain, koska ne voivat muuttua. Esimerkiksi yhden tapauksen purkupaikkana toimineen pellon kuivatusoja oli maanviljelijän toimesta muutettu salaojitukseksi, joka myöhemmin aiheutti hieman lähialueen tulvimista. Suuret virtaamat ja virtausnopeuksien kasvu voivat aiheuttaa nopeaa eroosiota valuma-alueille ja purku-uomissa. Tämän seurauksena vesistöihin kulkeutuvan kiintoaineksen määrä lisääntyy ja purkualue liettyy helpommin. Ongelmallisinta on purkupaikan ja vesistön kannalta kuormituksen lisääntyminen pitkäkestoiseksi ja jatkuvaksi. Huleveden kokonaishallinnan kannalta purkupaikan arviointi ja sen tilanteen seuranta tehdään usein turhan hätäisesti.

6.5 Hulevesiverkkoon liittyminen

Ennen vuotta 1980 rakennetuilla saneerausalueilla liittymisaste hulevesiverkkoon on ollut keskimäärin vain 10–15 %:n tasolla, koska mitään liittymispakkoa ei ole. Luku on hyvin paljon alueen rakennusajankohdasta riippuvainen, mutta harvemmin ennen sekaviemäroidyllä alueella sadevedet ja jätevedet on pidetty erillään toisistaan tontin rajalle asti. Hulevesiviemäriin liittymiseen jälkeinpäin jätetään kuitenkin varaus viemällä hulevesiverkkoon vievä putki tontin rajalle. Kuntien hulevesien kehittämissuunnitelmissa tulisikin ottaa huomioon hulevesien vähentäminen jätevesiviemäreissä kei-

noilla kuten hulevesien imeyttämällä tonteilla, mikäli tämä maaperän puolesta on mahdollista. Hulevesien johtaminen jätevesiviemäriin ei kuitenkaan ole huono asia pienissä määrin, koska ne parantavat jätevesiviemärin huuhtelevuutta. Näin ollen muutaman kiinteistön jäädessä liittämättä hulevesiviemäriin ei ole huono asia, vaan parantaa jätevesiviemärin toiminnollisuutta. Kuntien tulisi ottaa huomioon, että uusien saneerauksien yhteydessä mahdollisimman monen kiinteistön hulevedet ja jätevedet erotetaan samalla, jotta hulevesien määrän kasvaminen uusissa jätevesiviemäreissä pysäytettäisiin, kun on kyseessä sekaviemäröidyn alueen saneeraus erillisviemäröinniksi. Myös aiemmin saneerattujen alueiden kiinteistöjen hulevedet joudutaan kuitenkin ennemmin tai myöhemmin erottamaan jätevesiverkoista.

Uusilla saneerausalueilla tulisi ensisijaisesti aina imeyttää hulevedet tontilla, joka tulisi huomioida myös kaavamääräyksissä. Kun kiinteistön omistaja haluaa imeyttää hulevedet tontillaan, tulee hänen toimittaa vapautushakemus liittymisvelvollisuudesta. Imeytys voidaan hoitaa niin, että katto- ja kuivatusvedet menevät imeytykseen ja autopihan hulevedet kunnan verkoon ilman lisämaksuja.

Hulevesien erottamista voidaan jouduttaa eri keinoin. Huleveden tonttijohdotomaksuihin voidaan myöntää alennuksia tai niistä voidaan luopua kokonaan, jos kiinteistö liittyy hulevesiverkkoon saneerauksen yhteydessä tai määrätyn ajan kuluessa, esimerkiksi vuoden sisällä. Rakennusvalvonnan edellyttämistä suunnitelmavaatimusten luopumisella voidaan jouduttaa liittymisprojektia hulevesiverkkoon, jos kiinteistöllä on hulevesijärjestelmä ja sen liittäminen hulevesiverkkoon voidaan toteuttaa pienellä muutostyöllä tontin rajalla. Suunnitelmista ja lupamenettelystä voidaan myös myöntää alennuksia, jos kiinteistöllä ei ole hulevesijärjestelmää, mutta se toteutetaan samalla alueen saneerauksen yhteydessä tai saneerausta seuraavan vuoden aikana. Jos kiinteistö edelleen johtaa hulevetensä jätevesiviemäriin kiinteistölle voidaan määrätä korotettu jätevesimaksu, hulevesi- ja jätevesimaksun sijaan, ja korotus voi olla kaksinkertainen. Tiedottaminen kyseisistä asioista tulee hoitaa ajoissa, jotta kiinteistöjen omistajilta vaadittavat saneerauksen aikaiset toimenpiteet ja seuraukset ovat tiedossa.

Hulevesiviemäriin liittymättömien kiinteistöjen määrä on hyvä selvittää ja jakaa ohjaustoimenpiteet tasaisesti, jotta kokonaisuus ja työmäärä saadaan pysymään hallittavina. Ensisijaisesti on lähdettävä liikkeelle sieltä, missä viemäritulvien vaikutukset ovat suurimmat. Kartoittamista hankaloittaa aikanaan sadevesiviemäriin liittyneiden tai liittymättömien kiinteistöjen puuttuvat tiedot. Sadevesiviemäriin liittyneiden tietoja ei pääsääntöisesti näy vesilaitoksen asiakastietokannoissa eikä kaupungin tietojärjestelmissä, mutta johtotietokartoittajan aineistolla ja kiinteistöjen omistajien tiedoilla selvittäminen voidaan aloittaa. Kiinteistön omistajan luvalla tilanne voidaan helposti tutkia seuraamalla ja kokeilemalla esimerkiksi hulevesikaivon virtaamaa. Lisäksi on olemassa useita tekniikoita, joilla tilanne voidaan selvittää.

6.6 Vastuunjako hulevesijärjestelmistä

Uusi vesihuoltolaki ja hulevesiä koskevat maankäyttö- ja rakennuslain säännösten tavoitteena on ollut selkeyttää kaupunkien/kuntien ja vesihuoltolaitosten vastuunjako koskien hulevesiä. Vesilaitosyhdistys tulee lähiaikoina julkaisemaan sopimusmallin kaupunkien/kuntien ja vesilaitosten väliseen toimintaan ja vastuihin. Vastuiden jaot voivat poiketa paljonkin toisistaan, koska ne ovat kuntakohtaisia ja erikseen sovittuja, mutta esimerkiksi malli voisi olla se, että kaupunki/kunta vastaa hulevesien järjestämisen suunnittelusta ja sen rakentamisesta uudisalueille. Näin ollen vesilaitoksen vastuu uudisrakentamisesta saattaa siirtyä kaupungille/kunnalle vanhan käytännön sijasta. Myös vanhan hulevesilinjan saneeraus voidaan siirtää kaupungin/kunnan vastuulle, mutta hulevesilinjan rakentaminen sekaviemärialueelle säilyttää vesihuoltolaitoksen tehtävänä. Avo-ojien ja muiden avojärjestelmien kunnossapito saattaa siirtyä kokonaisuudessaan kaupungin/kunnan tehtäväksi ja näiden kaikkien kaupungin/kunnan vastuiden kustannukset katettaisiin investointi- ja hoitobudjetista. Hulevesiputkilinjojen ja niihin liittyvien rakenteiden kunnossapidon hoitaisi vesihuoltolaitos, koska niiden hoitokustannukset voidaan kattaa hulevesimaksuilla. Esimerkkinä vastuunjako voisi näyttää seuraavalta:

Kaupungin/kunnan vastuut hulevesijärjestelmistä

- suunnittelu
- rakentaminen uudisalueille
- vanhojen hulevesilinjojen saneeraus
- avojärjestelmien kunnossapito

Vesihuoltolaitoksen vastuut hulevesijärjestelmistä

- hulevesijärjestelmien rakentaminen sekaviemäröidyille alueille
- hulevesiputkilinjojen kunnossapito

6.7 Kustannukset

Vesihuollon osuus yhdyskuntarakentamisen kustannuksista on huomattava. Vesihuollon osuus liikkuu 35–65 %:n välillä katujen ja vesihuollon yhteisissä kustannuksissa. Katujen ja vesihuollon osuus koko yhdyskunnan toteuttamiskustannuksista on puolestaan vaan noin 10 %. Eniten katujen ja vesihuollon toteuttamisen kustannuksiin vaikuttavat maasto, maaperän laatu, kaivantosyvyys ja maankäytön tehokkuus. Maankäytön tehokkuus on suurin vesihuollon toteutuskustannuksiin vaikuttava tekijä asukasta kohden. (RIL 124-1-2003, 67).

Viemäriyömaan kustannukset koostuvat pääosin työpalkoista, materiaaleista, koneista, kuljetuksista ja muista menoista. Työmailla ollaan siirtymässä yhden työnumeron järjestelmään, koska työmailla on lähes mahdotonta erotella maarakennustöiden kustannukset muista kustannuksista nykyisillä toimintatavoilla. Jako kustannuksista voidaan tehdä suunnittelun kustannusarvion yhteydessä.

Hulevesiviemäriin rakentamisen kustannustehokkuus riippuu pitkälti rakentamisen kustannuksista ja jätevesiviemäriin päätyvien hulevesien aiheuttamista kustannuksista. Jos jätevedenpuhdistamo laskuttaa vesihuoltolaitosta jokaisesta jätevesikuutiosta, on silloin vuotovesien vähentämisellä saavutettava taloudellinen hyöty suurempi, kuin että vesihuoltolaitos omistaisi jätevedenpuhdistamon. Sekaviemäriverkon saneerauksen erillisjärjestelmäksi voidaan arvioida maksavan noin 500 euroa metriltä, mutta se on erittäin riippuvainen muun muassa kaivuusyvytydestä ja muista olosuhteista.

Sekaviemäröidyn ja erillisviemäröidyn alueen kunnossapidon kustannuksissa ei ole suuria eroja, mutta verkoston kunnolla on suuri merkitys kunnossapitotoimien luonteeseen, joita yleensä ovat vuotojen paikkaamiset ja tukosten avaamiset. Verkoston säännöllinen huoltaminen ennaltaehkäisee joitakin ongelmia, mutta resurssit eivät ole aina riittäviä. Pelkästään sekaviemäröidyn alueen rutiläkaivojen huolto ja hiekan poisto lisää arviolta 25 %:a kunnossapidon kustannuksia. Viemäriverkoston toiminnan valvonta on viime vuosina ottanut suuria harppauksia ja esimerkiksi jätevesipumppaamoiden kaukovalvontajärjestelmien tehokkaalla hyödyntämisellä viemärivirtaamien poikkeamat voidaan helposti ja nopeasti havaita.

6.7.1 Esimerkkilaskelma kustannusjakaumasta

Esimerkkilaskelma kuvaa viiden miljoonan euron investointimäärärahan jakautumisesta kadun ja vesihuoltoverkoston rakentamiseen ja saneeraukseen vuodessa. Mallien välinen muutos selittyy vesihuolto-, maankäyttö- ja rakennuslain muutoksista, ja että vastuu hulevesistä on siirtynyt pääosin kunnalle (kuvio 15 ja 16). Hulevedet eivät enää kuulu vesihuoltolaitoksen toimintaan, mutta tässä esimerkissä vesihuoltolaitoksen vastuulle kuuluu hulevesijärjestelmien rakentaminen sekaviemäröidylle alueelle. Esimerkissä oletetaan, että veden kustannukset kuuluvat vesihuoltolaitokselle ja kadun kustannukset kunnalle. 1/3 hulevesistä tarkoittaa sekaviemäröidyn alueen sadevesilinjoja ja hulevesijärjestelmien rakentamista sekaviemäröidylle alueella, jotka pysyvät vesihuoltolaitostoiminnassa. 2/3 hulevesistä eli hulevesijärjestelmien rakentaminen uudisalueille kuuluu kunnan vastuulle.

NYKYTILANNE "VANHA MALLI"

VESI + KATU
5 000 000 €



VJ 30 % 825 000 €
JV 35 % 962 500 €
HV 35 % 962 500 €

RAK 50 % 1 125 000 €
TEKN 10 % 225 000 €
VIIM 40 % 900 000 €

Kuvio 15. Esimerkki tämän hetken investointimäärärahojen jakautumisesta kadun ja sähöuoloverkoston rakentamiseen vuodessa. VJ=vesijohto, JV=jätevesi, HV=hulevesi, RAK=rakentaminen, TEKN=tekniikka, VIIM=viimeistely (mm. asfaltointi, reunakivet, katuvalot ja vihertyöt).

TULEVA "UUSI MALLI"

VESI + KATU
5 000 000 €



VJ 39 % 825 000 €
JV 46 % 962 500 €
(1/3)HV* 15 % 320 850 €

RAK 39 % 1 125 000 €
TEKN 8 % 225 000 €
VIIM 31 % 900 000 €
(2/3) HV 22 % 641 650 €

* sekaviemärialueiden sadevesilinjat

Kuvio 16. Esimerkki uuden mallin mukaisen investointimäärärahojen jakautumisesta kadun ja vesihuoltoverkoston rakentamiseen vuodessa. VJ=vesijohto, JV=jätevesi, HV=hulevesi, RAK=rakentaminen, TEKN=tekniikka, VIIM=viimeistely.

6.8 Hankkeeseen ryhtyminen

Erillisviemäröinnin tarvetta arvioidaan monesta näkökulmasta. Vanhan sekaviemäröinnin riittävän hyvä toiminta voi lykätä erillisviemäröinnin rakentamista tai vaihtoehtoisia menetelmiä sekaviemäröinnin rinnalle voidaan toteuttaa kustannustehokkaasti. Sekaviemäriin joutuvien ns. puhtaiden vesien alkuperä pitää aina selvittää. Vuotovesien ja hulevesien määrien suhteella voidaan arvioida sekaviemäröinnin saneeraustarvetta tai erillisviemäröinnin rakentamistarvetta. Taloudellista kannattavuutta arvioidaan yleensä sekaviemäröinnistä luopumisen ansiosta vähentyneen veden puhdistuskustannussäästöillä, joita verrataan investointikustannuksiin. Hulevesien erottaminen voi tuoda suuria säästöjä jätevedenpuhdistamoille, koska jäteveden mukana tulevat määrällisesti suuret ja kylmät hulevedet vaativat puhdistusprosesseineen huomattavasti energiaa. Erillisviemäröinnin tarpeen arvioinnissa on otettava huomioon myös ympäristölliset tekijät seka- ja erillisviemäröntien välillä, kuten ylivuotojen ja ”likaisten” hulevesien vaikutukset ympäristölle. Vesistöön johdettavien jätevesien tulee täyttää ohitukset ja ylivuodot huomioon ottaen ympäristöluvan mukaiset vaatimukset.

7 POHDINTA

Vesihuollon vastuut ja rahaliikenne osoittautui vaikeasti tulkittavaksi, koska lakimuutokset ja niihin liittyvä julkinen kannanotto aiheuttaa runsaasti keskustelua ja mielipiteitä. Vesilaitosyhdistyksen toimesta julkaistava sopimusmalli tulee selkeyttämään tätä tilannetta, ainakin lähtökohtaisesti. Paljon ihmetystä on aiheuttanut kulujen siirto kunnalle/kaupungille niin, että vesihuoltolaitos saa kuitenkin pitää keräämänsä maksut niin kuin ennenkin. Toki kuntien rahapolitiikassa on paljon eroja, mutta tässä opinäytetyössä esitettyssä mallissa on vielä epäselvyyksiä tämän osalta. Kuntien ja vesihuoltolaitosten tulisi panostaa enemmän saneerausinvestointien priorisointiin sen sijaan, että saneerataan niin paljon kuin budjetista riittää. Saneerauksiin tarkoitettuja investointirahoja kannattaa sijoittaa myös kuntotutkimuksiin ja saneerauspäätöksentekoon ohjaaviin muihin tutkimuksiin. Näin voidaan saavuttaa parempi tulos toimivan vesihuoltoverkoston ylläpitoon.

Jätevesiviemäriverkoston hulevesikuormituksen vähentämiseksi kiinteistöjen hulevesien irrottaminen jätevesiviemäriverkosta on avainasemassa. Ongelmia aiheuttavat kiinteistöjen sekaviemärijärjestelmät, jolloin rakennettava hulevesiviemäristä ei saada täyttä hyötyä, ellei samalla saneerata kiinteistön sekaviemärijärjestelmää. Kiinteistöjen aktiivisuuteen hulevesien erottelamisesta jätevesistä tulisi kiinnittää erityishuomiota. Riittävän hyvällä tiedottamisella, kustannusten minimoinnilla sekä kiinteistökohtaisten tarpeiden, että vaivan huomioon ottamisella ja helpottamisella on katsottu olevan huomattavia vaikutuksia aktiivisuuteen.

Hulevesien luonnonmukaisten hallintamenetelmien käyttö mahdollisuuksien mukaan voidaan toteuttaa jopa edullisemmin kuin hulevesiviemärointi, varsinkin tilavilla alueilla ja uudisalueilla. Ensisijaisesti luonnonmukainen hallinta on parempi vaihtoehto hulevesiviemäriin rakentamiselle, kun tarkoituksena on vähentää sekaviemäriin päätyvää hulevesimäärää, mutta sen rakentaminen ja ylläpito on haastavaa. Luonnonmukaisten hallintakeinojen käyttämisellä on huomattavan positiivisia vaikutuksia vesistöihin päätyvän huleveden laatuun verrattuna viemärointiin.

Opinnäytetyössä keskityttiin enemmän verkostojen kokonaisvaikutuksiin, kuin itse saneeraustyöhön sekaviemäristä erillisviemäriksi, koska saneerauskohteet ja -menetelmät on aina ratkottava tapauskohtaisesti. Hulevesiviemäroinnin rakentaminen on edelleen kannattava vaihtoehto sekaviemäroinnille, jos alueella johdetaan runsaasti pintavaluntavesiä viemäriin. Vieläkin suositeltavampaa olisi luonnonmukaisten hallintamenetelmien käyttäminen, mutta niiden hyödyntäminen kaipaa vielä runsaasti jatkotutkimustoimenpiteitä Suomessa. Jos luonnonmukainen hallinta osattaisiin toteuttaa edullisesti, voisi se ratkaista ongelmaa suuremmassa mittakaavassa, kun yhä edullisempia saneerausmenetelmiä kaivataan verkostojen saneerausvauhdin kasvattamiseksi.

LÄHTEET

Harju K. 2009. Vuotovedet ja niiden seuraukset jätevesiviemäriissä. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kemiantekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

HE 218/2013. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi vesihuoltolain sekä maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta. Viitattu 21.2.2015.

HE 87/2013 vp. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi vesilain muuttamisesta. Viitattu 21.2.2015.

Helsingin kaupungin ympäristökeskus 12/2014: Huleveden laatu Helsingissä, 3 4 59. Viitattu 6.4.2015. <http://www.hel.fi/static/ymp/julkaisut/julkaisu-12-14.pdf>.

Hulevesiopas 2012. Suomen kuntaliitto, Helsinki 2012.

Hyvinkään kaupunki, kuntatekniikan arkisto, 2014.

Hyvinkään Vesi, laitoksen arkisto, 2015.

JT-hanke: Kunnallinen viemärointi n.d. Viitattu 25.2.2015. <http://www.jatevesitieto.fi/kunnallinen-viemarointi.html>.

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

Karttunen E. 2003. RIL 124-1 Vesihuolto I. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Vammalan kirjapaino Oy, Helsinki 2003.

Karttunen E. 2004. RIL 124-2 Vesihuolto II. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Vammalan Kirjapaino Oy, Helsinki 2004.

Karttunen E. 2010. RIL 237-1 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Perusteet ja toiminnallisuus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärven Offset Oy. Helsinki 2010.

Karttunen E. 2010. RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Mitoitus ja suunnittelu. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärven Offset Oy, Helsinki 2010.

Kuntaliitto, internet-sivut. Uusi vesilaki voimaan vuoden alusta – oletko valmis, 27.10.2011. Viitattu 20.2.2015. <http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/uutisia/2011/Sivut/2011-10-27-vesilain-muutos.aspx>.

Kuntaliitto 2014, Rontu K. Kuntamarkkinat 12.9.2014: Hulevedet ja vesihuoltolaki - Hulevedet eivät ole enää vesihuoltoa. Viitattu 21.2.2015. <http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tapahtumat/aineisto/2014/kuntamarkkinat/ayk-kuma-2014/hulevedet/RontuKirsi.pdf>.

Laki vesihuoltolain muuttamisesta 681/2014. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140681>. 22.8.2014.

Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 41/2014. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140041>. 17.1.2014.

Liikenneviraston ohjeita 12/2013, Vesilaki väylähankkeissa, 7. Viitattu 20.2.2015. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-12_vesilaki_vaylahankkeissa_web.pdf.

Maa- ja metsätalousministeriö: Vesihuoltoverkostojen nykytila ja saneeraustarve, 3 6 8 9 19. YVES-tutkimuksen päivitys 2008. Viitattu 21.2.2015. http://www.mmm.fi/attachments/vesivarat/5xAhDyJGF/YVES2008-raportti_300408.pdf.

Myllylä H. 2012. Vesihuollon suunnitteluohje. Metropolia ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Pöyry Finland Oy 2011, 44. HSY Vesi, Tampereen Vesi, Vesi- ja viemäri-laitosyhdistys: Verkostosaneerausten vaikuttavuuden arviointi. Viitattu 24.3.2015. http://www.vvy.fi/files/1441/Loppuraportti_11042011_verkostosaneerauksen_vaikutustenarviointi.pdf.

Rakennetun omaisuuden tila ROTI 2015 -hanke. Yhdyskuntatekniikka, 31 32 37. Viitattu 21.2.2015. Saatavilla: <http://www.roti.fi/fin/yhdyskuntatekniikka/>.

Rudus, internet-sivut. Vettä läpäisevät päällysteet hulevesien hallinnassa, 19.1.2015. Viitattu 28.2.2015. <http://ruduspihablogi.fi/?p=263#!>.

Seppinen J. 2010. Sekaviemärijärjestelmän hulevesikuormituksen vähentäminen. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Diplomityö.

Sito 2013. Hulevesien luonnonmukainen käsittely. Luonnonmukaisen hallinnan suunnittelutasot. Viitattu 28.2.2015. Saatavilla: www.sito.fi.

SKOL, internet-sivut. Maankäyttö- ja rakennuslain muutos voimaan 1.9.2014, 18.6.2014. Viitattu 21.2.2015. Saatavilla: <http://www.skolry.fi/tiedotteet/maank%C3%A4ytt%C3%B6-ja-rakennuslain-muutos-voimaan-192014>.

Suomen ympäristökeskus 31/2008, 63 93 100 101 106 107. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Viitattu 15.3.2015. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38381>.

Syke 2009. Hell K. Ramboll Finland Oy: Hulevedet iloksi kaupungeissa.

Tielaitos, kehittämiskeskus 1993, 13. Teiden suunnittelu IV. Tien rakenne 4. Helsinki 1993. Viitattu 8.3.2015. <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/kuivatus2140005.pdf>.

Vesilain muutos tuo velvoitteita. Hankasalmen Sanomat 3.12.2014, blogi. <http://www.hankasalmensanomat.fi/vesilain-muutos-tuo-velvoitteita/>.

Vesilaitosyhdistys VVY, internet-sivut. Verkostot ja pumppaamot n.d. Viitattu 21.2.2015. http://www.vvy.fi/vesihuolto_linkit_lainsaadanto/verkostot_ja_pumppaamot.

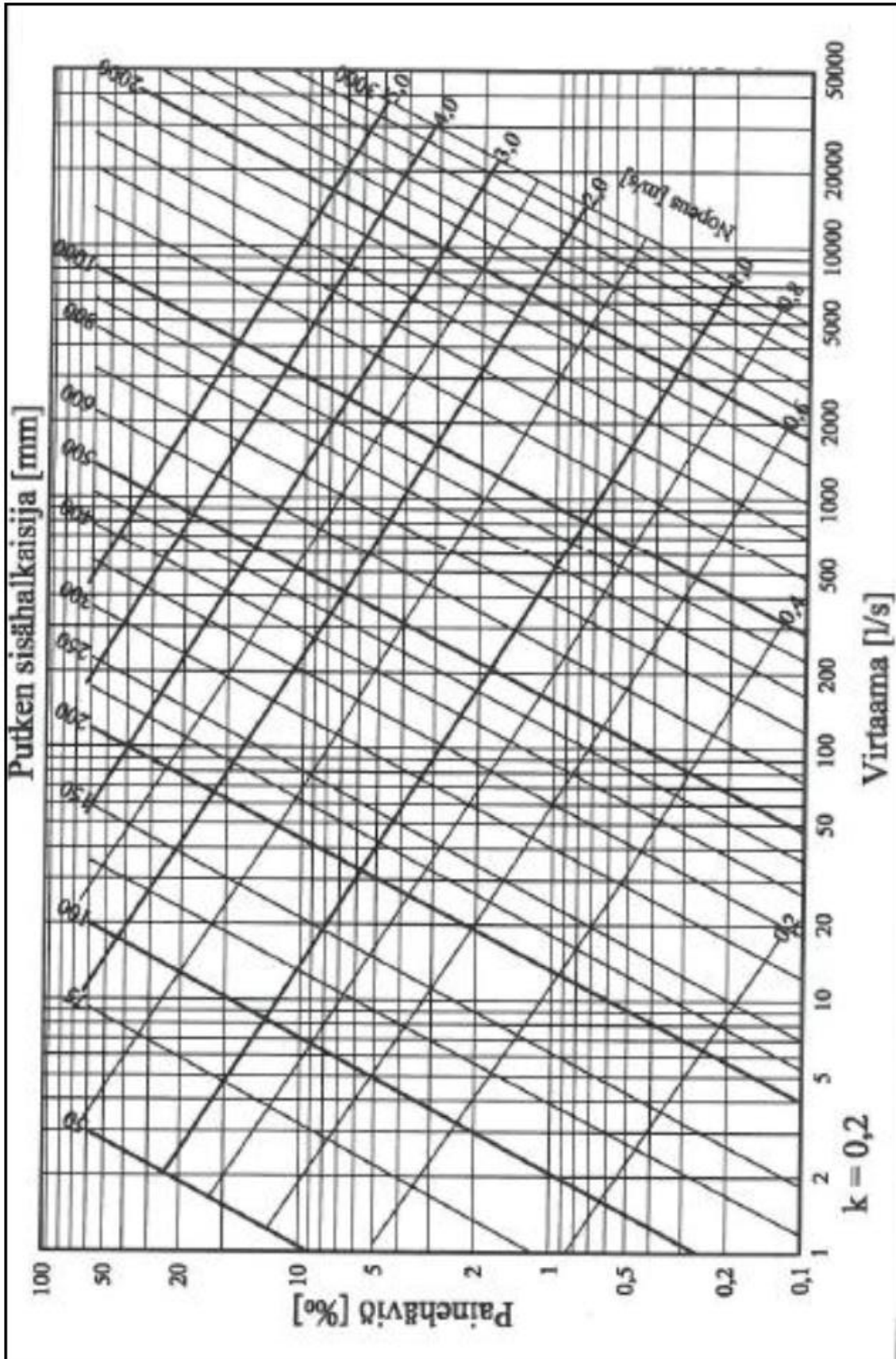
Vesilaki 27.5.2011/587. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>.

Viherympäristö 1/2012, 54. Hakola J. Luonnonmukainen hulevesien hallinta. Viitattu 28.2.2015. http://data.viherymparisto.fi/files/resourcesmodule/@random4f9681d9578d9/1335263738_Hakola_Hulevesi.pdf.

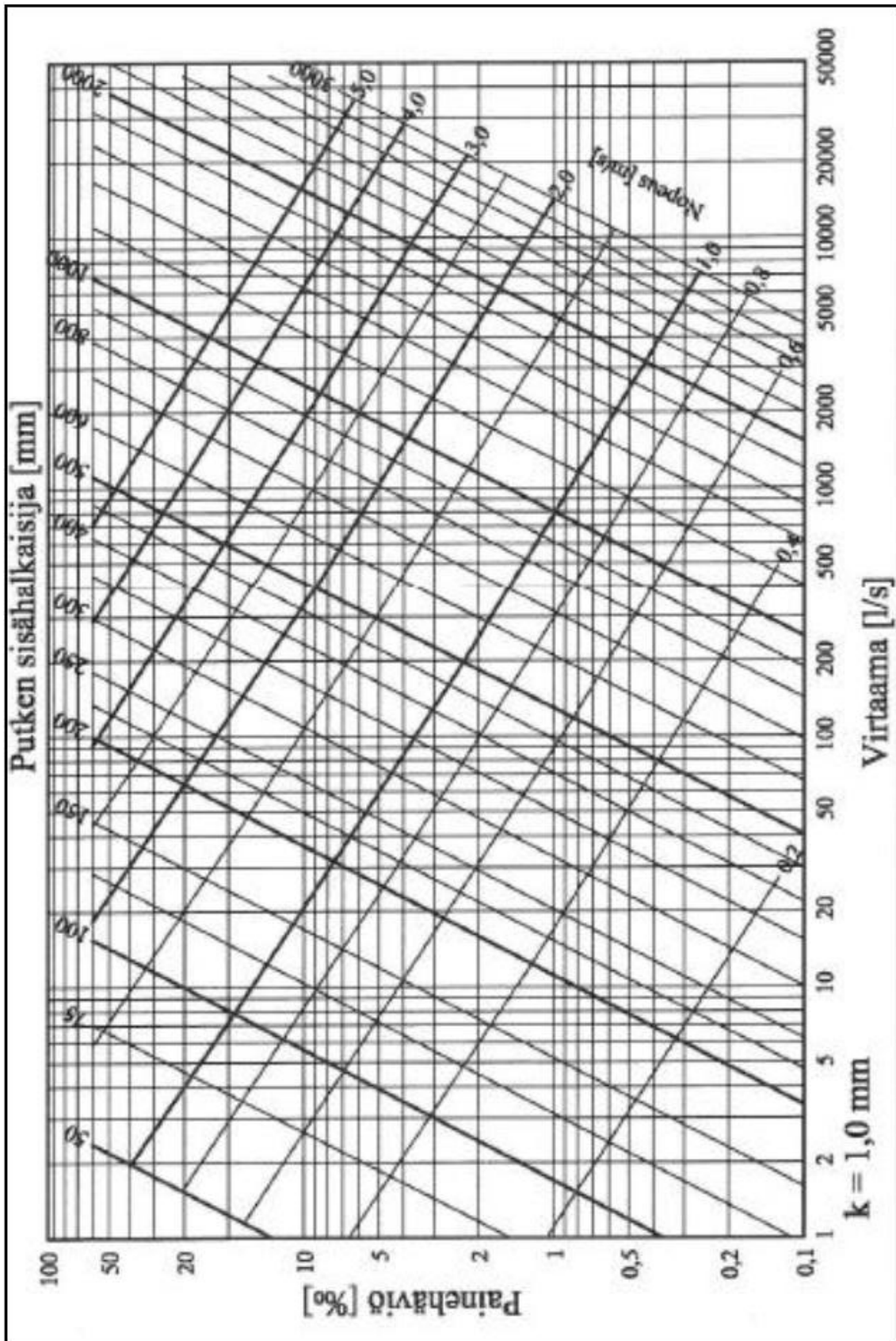
Ympäristöministeriön raporteja 1/2012. Uudistunut vesilaki 2011, 10 11. Viitattu 20.2.2015. Saatavilla: www.ymparisto.fi/julkaisut.

Ympäristöopas 2008. Pirkanmaan ympäristökeskus: Kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma – hyviä suunnittelukäytäntöjä. Tampereen yliopistopaino Oy, Tampere 2008.

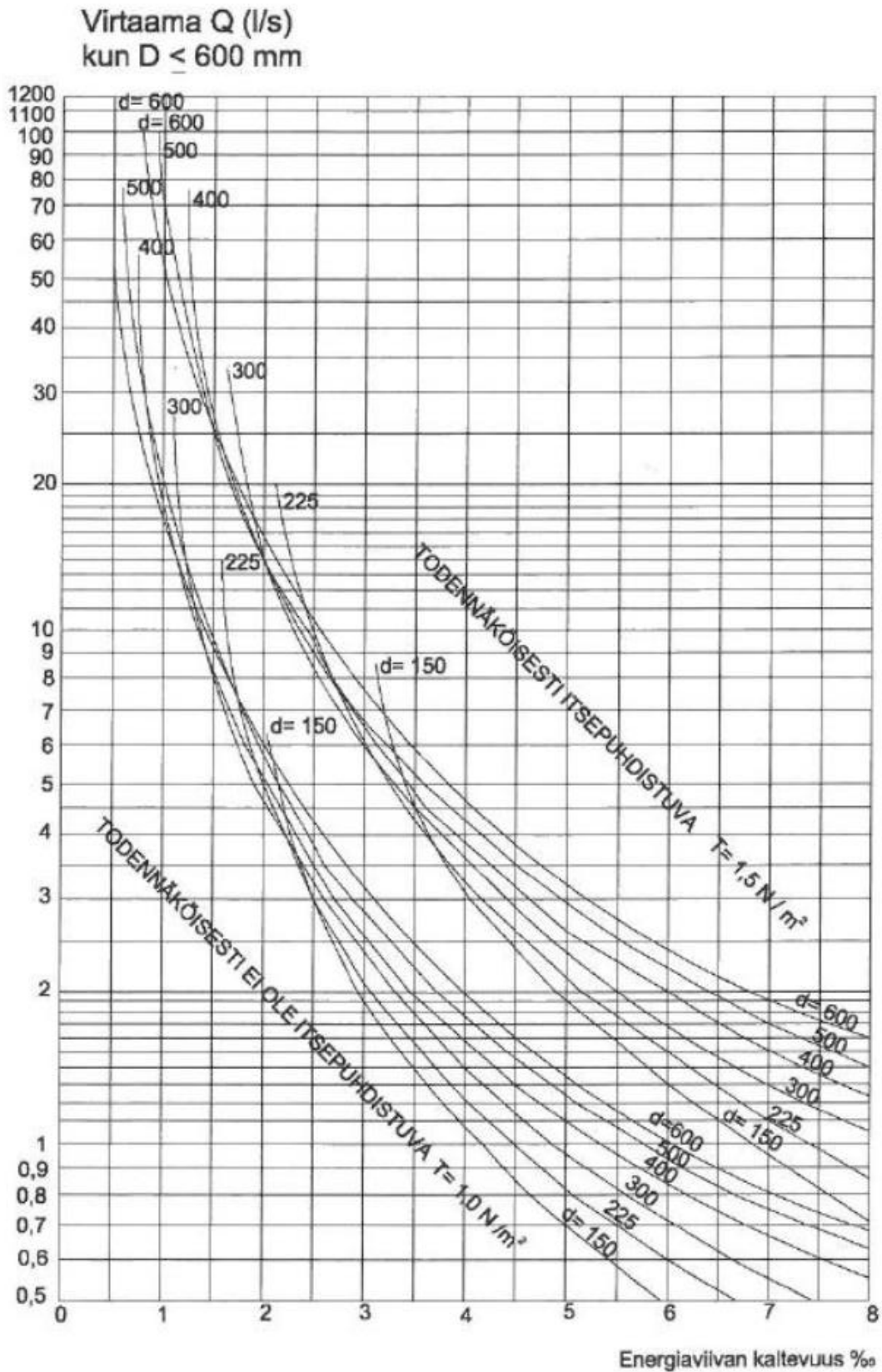
Colebrookin nomogrammi, $k=0,2$



Colebrookin nomogrammi, $k=1,0$



Jätevesiviemäriin huuhtoutumisen tarkastaminen, kun putken halkaisija on 150–600 mm ja $k=1,0$



Jätevesivirtaamataulukko, Hyvinkään Vesi

Virtaamat Kalteva ja veikkari jv

| | kalteva | lask. Jv | veikkari | % | vuoto- vesi | vv % |
|------|---------|----------|----------|----------|----------------|----------|
| 2000 | 4912076 | 2389208 | | 0 | 2522868 | 51,36052 |
| 2001 | 4450662 | 2421589 | | 0 | 2029073 | 45,59036 |
| 2002 | 4382450 | 2389876 | | 0 | 1992574 | 45,46712 |
| 2003 | 3535299 | 2410344 | | 0 | 1124955 | 31,82065 |
| 2004 | 4727270 | 2409367 | 1880546 | 39,7808 | 2317903 | 49,03259 |
| 2005 | 4537270 | 2349705 | 1863074 | 41,06156 | 2187565 | 48,21324 |
| 2006 | 4480850 | 2430888 | | 0 | 2049962 | 45,7494 |
| 2007 | 4786960 | 2474579 | 1816884 | 37,95486 | 2312381 | 48,30584 |
| 2008 | 5093610 | 2433920 | 2063500 | 40,51154 | 2659690 | 52,21621 |
| 2009 | 3974280 | 2462225 | 1602065 | 40,31082 | 1512055 | 38,04601 |
| 2010 | 3984710 | 2388040 | 1628972 | 40,88057 | 1596670 | 40,06992 |
| 2011 | 3471280 | 2375046 | 1507028 | 43,41419 | 1096234 | 31,58011 |
| 2012 | 4383100 | 2414938 | 1804460 | 41,16858 | 1968162 | 44,90342 |
| 2013 | 3741945 | 2348868 | 1549989 | 41,42201 | 1393077 | 37,22869 |
| 2014 | 3364895 | 2446012 | 1397591 | 41,53446 | 918883 | 27,30792 |

| milj m3 | | | | vuoto- vesi | |
|----------|----------|----------|------------|----------------|----------|
| kalteva | lask. Jv | veikkari | veikkari % | vesi | vv % |
| 4,912076 | 2,389208 | | 0 | 2,522868 | 51,36052 |
| 4,450662 | 2,421589 | | 0 | 2,029073 | 45,59036 |
| 4,38245 | 2,389876 | | 0 | 1,992574 | 45,46712 |
| 3,535299 | 2,410344 | | 0 | 1,124955 | 31,82065 |
| 4,72727 | 2,409367 | 1,880546 | 39,7808 | 2,317903 | 49,03259 |
| 4,53727 | 2,349705 | 1,863074 | 41,06156 | 2,187565 | 48,21324 |
| 4,48085 | 2,430888 | | 0 | 2,049962 | 45,7494 |
| 4,78696 | 2,474579 | 1,816884 | 37,95486 | 2,312381 | 48,30584 |
| 5,09361 | 2,43392 | 2,0635 | 40,51154 | 2,65969 | 52,21621 |
| 3,97428 | 2,462225 | 1,602065 | 40,31082 | 1,512055 | 38,04601 |
| 3,98471 | 2,38804 | 1,628972 | 40,88057 | 1,59667 | 40,06992 |
| 3,47128 | 2,375046 | 1,628972 | 46,92713 | 1,096234 | 31,58011 |
| 4,3831 | 2,414938 | 1,80446 | 41,16858 | 1,968162 | 44,90342 |
| 3,741945 | 2,348868 | 1,549989 | 41,42201 | 1,393077 | 37,22869 |
| 3,364895 | 2,446012 | 1,397591 | 41,53446 | 0,918883 | 27,30792 |

Vedenkulutus, Hyvinkään Vesi

| Veden kulutus | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| pumpattu vesi (m3) | 3 336 100 | 3 328 600 | 3 513 800 | 3 413 981 | 3 287 305 | 3 309 605 | 3 525 773 | 3534 144 | 3512 569 | 3322 643 | 3136 774 |
| laskutettu vesi (m3) | 2 806 419 | 2 707 874 | 2 769 390 | 2 858 384 | 2 666 541 | 2 837 346 | 2 769 076 | 3028 089 | 3068 090 | 2876 905 | 2566 703 |
| laskuttamaton vesi | 529 681 | 620 726 | 744 410 | 555 597 | 620 764 | 472 259 | 756 697 | 5060 55 | 4444 79 | 4457 37 | 5700 71 |
| laskuttamaton vesi % | 16 % | 19 % | 21 % | 16 % | 19 % | 14 % | 22 % | 14 % | 13 % | 13 % | 18 % |

| Veden kulutus Hyvinkää | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| pumpattu vesi (m3) | 3 185 204 | 3111 207 | 3136 377 | 3191 272 | 2976 865 | 2873 928 | 2849 753 | 2733 293 |
| laskutettu vesi (m3) | 2 629 607 | 2468 044 | 2639 589 | 2455 917 | 2470 807 | 2429 449 | 2404 015 | 2459 650 |
| laskuttamaton vesi | 555 597 | 6431 63 | 4967 88 | 7353 55 | 5060 58 | 4444 79 | 4457 38 | 2736 42 |
| laskuttamaton vesi % | 17 % | 20 % | 16 % | 23 % | 17 % | 15,5 | 15,6 | 10 |

Jäte- ja hulevesiverkosto, Hyvinkään Vesi

| Jätevesiverkosto | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| uudisrakennettu (m) | 2 798 | 3 498 | 3 479 | 4 043 | 1 791 | 1 016 | 5 066 | 4 870 | 2 005 | 1453 |
| saneerattu (m) | 997 | 2 586 | 1 684 | 2 610 | 2 358 | 1 832 | 745 | 2 435 | 1 295 | 2 033 |
| poistettu (m) | 997 | 3 063 | 1 856 | 2 931 | 2 358 | 1 977 | 745 | 5 824 | 1 295 | 2 033 |
| nettolisäys | 2 798 | 3 021 | 3 307 | 3 722 | 1 791 | 871 | 5 066 | 1 481 | 2 005 | 1 453 |

| Verkoston pituus (m) | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Kytäjänlinja otettu käyttöön | | | | 14636 | 0 | 0 | 0 | | | 0 |
| Ridasjärvenlinja otettu käyttöön | | | | 248962 | 250753 | 251624 | 256690 | 5113 | | 0 |
| verkoston kokonaispituus (m) | | | | 248962 | 250753 | 251624 | 256690 | 263284 | 265289 | 266742 |

| Sadevesiverkosto | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| uudisrakennettu (m) | 4 175 | 5 959 | 5 793 | 5 805 | 5 279 | 2 338 | 3 895 | 4 595 | 3 054 | 3 310 |
| saneerattu (m) | 563 | 1 051 | 223 | 652 | 258 | 172 | 45 | 0 | 183 | 598 |
| poistettu (m) | 563 | 1 341 | 223 | 841 | 258 | 535 | 45 | 183 | 183 | 598 |
| nettolisäys (m) | 4 175 | 5 669 | 5 793 | 5 616 | 5 279 | 1 975 | 3 895 | 4 412 | 3 054 | 3 310 |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| verkoston kokonaispituus | 140 149 | 145 818 | 151 611 | 157 227 | 165 606 | 167 581 | 171 476 | 175 888 | 178 942 | 182 252 |
| Kytäjänlinja otettu käyttöön | | | | 3100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | 160327 | 165606 | 167581 | 171476 | 175888 | 178942 | 182252 |

Energiankulutustaulukko, Hyvinkään Vesi

31.12

.2014

Energianku-
lutus

| | kwh | kwh/ m3 | Vesilaitos | puhd.v esi | puhdasvesi | | yhteensä |
|------|-------------------------------------|------------|------------|---------------|------------|-------------------|-----------|
| | | | | | kwh/ m3 | kwh /hen k. | |
| | Kalteva,Kaukas,Ridasja- ärvi,,JV | | | | | | |
| 2002 | 2 585 970 | | 2 169 385 | | 0,63 | | 4 755 355 |
| 2003 | 2 521 152 | | 2 255 746 | | 0,69 | | 4 776 898 |
| 2004 | 2 575 568 | | 2 253 745 | | 0,67 | 110 | 4 829 313 |
| 2005 | 2 971 457 | 0,65 | 2 247 682 | | 0,67 | | 5 219 139 |
| 2006 | 3 041 937 | 0,67 | 2 393 965 | | 0,68 | | 5 435 902 |
| 2007 | 3 15 2421 | | 2 418 889 | | 0,7 | 124 | 5 571 310 |
| 2008 | 3 060 576 | 0,6 | 2 214 198 | | 0,67 | 117 | 5 274 774 |
| 2009 | 2 879 654 | 0,76 | 2 305 316 | | 0,69 | 115 | 5 184 970 |
| 2010 | 2 904 017 | 0,73 | 2 552 122 | | 0,72 | 120 | 5 456 139 |
| 2011 | 2 83 2611 | 0,81 | 2 415 077 | | 0,68 | 115 | 5 247 688 |
| 2012 | 2 909 714 | 0,66 | 2 489 762 | | 0,71 | 118 | 5 399 476 |
| 2013 | 2 863 250 | 0,76 | 2 413 741 | | 0,73 | 114 | 5 276 991 |
| 2014 | 2 911 981 | 0,87 | 2 454 353 | | 0,78 | 116 | 5 366 334 |

Verkostopumppaamot(ei Veikkari)

| | | |
|------|---------|-----|
| 2007 | 191 909 | kwh |
| 2008 | 233 034 | kwh |
| 2009 | 170 128 | kwh |
| 2010 | 185 600 | kwh |
| 2011 | 176 000 | kwh |
| 2012 | 191 200 | kwh |
| 2013 | 203 811 | kwh |
| 2014 | 217 673 | kwh |