

Hanna Myllylä

Vesihuollon suunnitteluohje

Suunnittelukäytännöt pääkaupunkiseudulla

Tekijä Otsikko	Hanna Myllylä Vesihuollon suunnitteluohje
Sivumäärä Aika	Suunnittelukäytännöt pääkaupunkiseudulla 58 sivua + 3 liitettä 3.5.2012
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaajat	Alue- ja kunnallistekniikan yksikön päällikkö Helmer Berndtson (Ramboll Finland Oy) Yliopettaja Kalle Rajantie (Hämeen ammattikorkeakoulu)
<p>Pääkaupunkiseudun kunnissa, Espoossa, Helsingissä, Kauniaisissa ja Vantaalla, on ollut omat käytäntönsä vesihuollon suunnittelussa. Näiden kuntien vesilaitosten yhdistyessä Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY Vesihuolloksi, tuli tarve yhtenäistää kuntien suunnittelukäytäntöjä.</p> <p>Insinöörityön tavoitteena oli laatia Verkostosuunnittelukäytännöt-ohje pääkaupunkiseudun kuntien vesihuollon suunnittelukäytäntöjen yhtenäistämiseksi. Pääkaupunkiseudun suunnittelukäytännöt kartoitettiin ja niistä linjattiin yhtenäiset ohjeet. Kartoitus tehtiin Ramboll Finland Oy:n alue- ja kunnallistekniikan yksikön suunnittelijoiden kokemusten ja tietojen perusteella.</p> <p>Tavoitteena oli laatia ytimekäs suunnitteluohje, josta tarvittava tieto löytyy nopeasti. Verkostosuunnittelukäytännöt-ohje sisältää vesihuoltoverkon mitoituksen, vesihuoltoverkon materiaalit, vesihuoltoverkon laitteet ja varusteet sekä vesijohtojen ja viemäreiden menetelmä saneerauksen. Tiiviin ohjeen tueksi insinöörityöraporttiin sisällytettiin yleistä tietoa vesihuollosta sekä laajemmat ohjeet vesihuoltoverkon mitoituksesta ja vesihuoltoverkon osien sijoittelukäytännöistä.</p> <p>Verkostosuunnittelukäytännöt-ohje osoittautui odotettua laajemmaksi, eikä se näin ollen ehtinyt kokonaisuudessaan valmistua insinöörityöprosessin aikana. Suunnitteluohjeesta laadittiin luonnosversio insinöörityöraporttia varten.</p> <p>Suunnitteluohjeen laatimista jatketaan insinöörityön valmistuttua ja siihen lisätään ohjeita, mitä asioita tulee ottaa huomioon rakentamiskäytäntöjä, alituksia, avo-ojia suunnitellessa, sekä mitä erityisvaatimuksia suunnitelmille asetetaan. Lisäksi Verkostosuunnittelukäytännöt-ohjetta tullaan jatkossa päivittämään, kun suunnittelukäytännöt pääkaupunkiseudulla muuttuvat.</p>	
Avainsanat	mitoitus, suunnittelukäytännöt, vesijohto, vesihuolto, viemäri

Author Title	Hanna Myllylä Guidelines for Water Supply and Sewerage Planning
Number of Pages Date	58 pages + 3 appendices 3 May 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Construction
Instructors	Helmer Berndtson, Head of Department, Municipal Engineering (Ramboll Finland Oy) Kalle Rajantie, Principal Lecturer (HAMK)
<p>There have been individual planning systems of water supply and sewerage in the metropolitan area of Finland, in the cities of Espoo, Helsinki, Kauniainen and Vantaa. When the waterworks of each of the cities were united together, demand occurred for a uniform planning system.</p> <p>The purpose of this thesis was to compile guidelines for the water supply and sewerage planning for a uniform planning system. Planning systems of the metropolitan area were surveyed by using the knowhow and experiences of the municipal designers of Ramboll Finland.</p> <p>The aim was to create compact easy-to-use instructions and make the information easily available. The guidelines for water supply and sewerage planning include the dimensioning of the water supply and sewerage, materials, equipment, supplies and renovation of the water supply and sewerage network. To support the compact instructions this thesis includes broader instructions for the dimensioning of the water supply and sewerage and placement systems. Furthermore, common information about water supply and sewerage is provided.</p> <p>Guidelines for planning water supply and sewerage proved to be broader than expected so they were not entirely completed during this study. A draft of the instructions for the report of this thesis was created.</p> <p>Compiling of the instructions for planning water supply and sewerage will be continued after finishing this thesis. In future the instructions will be updated as the planning system changes.</p>	
Keywords	dimensioning, planning system, water pipe, sewer pipe, water supply and sewerage

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyön tausta ja tavoite	1
1.2	Insinööriyön rajaukset ja mahdolliset ongelmat	1
1.3	Toteutusmenetelmät	3
1.4	Ramboll Finland Oy	3
2	Vesihuolto	4
2.1	Vesihuollon määritelmä	4
2.2	Vesihuollon merkitys	4
2.3	Vesihuoltoa koskeva lainsäädäntö	6
2.4	Vesihuollon osapuolet ja vastuujako	8
2.5	Vesihuoltoprosessi lyhyesti	10
2.6	Vesihuoltoverkon osat	12
2.6.1	Vesijohtoverkko	12
2.6.2	Viemäriverkko	15
3	Suunnittelu osana vesihuollon ja infran rakentamista	16
3.1	Suunnittelun tavoitteet	16
3.2	Suunnitteluprosessi lyhyesti	18
3.3	Vesihuollon suunnittelun tasot	19
3.3.1	Vesihuollon tekniset suunnitelmatasot	20
3.3.2	Vesihuollon suunnittelu maankäytön suunnittelussa	22
3.4	Suunnitelmat	24
3.5	Suunnittelua tukevat julkaisut ja suunnitteluohjelmat	28
3.5.1	Olemassa olevat ohjeet ja julkaisut	28
3.5.2	Vesihuollon suunnitteluohjelmat	29
4	Vesihuollon suunnittelukäytännöt pääkaupunkiseudulla	30

4.1	Suunnitteluohjeen kuvaus	30
4.2	Vesihuoltoverkon mitoitus	30
4.2.1	Vesijohtoverkon mitoitus	30
4.2.2	Jätevesiviemärin mitoitus	35
4.2.3	Hulevesiviemärin mitoitus	38
4.2.4	Sekavesiverkon mitoitus	41
4.2.5	Paineviemärin mitoitus	42
4.2.6	Pumppaamon mitoitus	43
4.3	Vesihuoltorakenteiden sijoittelukäytännöt	44
4.3.1	Vesijohdon ja viemäreiden korkeusasemat ja putkiristeilyt	44
4.3.2	Tarkastuskaivot	46
4.3.3	Hulevesikaivot	47
4.3.4	Hulevesiputket	48
4.3.5	Ylivuotorakenteet	49
4.3.6	Hulevesiviemärin purku vesistöön	50
4.3.7	Tonttiliitokset	51
4.4	Vesihuoltoverkostojen saneeraus	52
5	Yhteenveto	54
	Lähteet	56
	Liitteet	
	Liite 1. Verkostosuunnittelukäytännöt-ohje	
	Liite 2. Colebrookin nomograamit	
	Liite 3. Viemäriputken huuhtoutuvuus -käyrästöt	

Lyhenteet

Ø	Esimerkiksi putken tai kaivon nimellishalkaisija. Esim. Ø 800 mm. Vaihtoehtoinen merkintä DN 800 mm.
B	Betoni. Materiaalimerkintä.
Br	Betonin lujuusluokka. Raudoitettu betoni. Esim. B/EK-Br.
Cr	Betonin lujuusluokka. Raudoittamaton betoni. Tunnetaan myös merkintänä B, joka on myös betonin materiaalimerkintä. Sekaannusten välttämiseksi käytetään lujuusmerkinnän B sijaan Cr-merkintää. Esim. B/EK-Cr.
DN	Esimerkiksi putken tai kaivon nimellishalkaisija. Esim. DN 800 mm. Vaihtoehtoinen merkintä Ø 800 mm.
Dr	Betonin lujuusluokka. Raudoitettu betoni.
EK	Betoniputkinormijärjestelmä, jossa on määritelty suomalaiset betoniputkien ja -kaivojen lujuus-, mitta-, tiiviys- ja tuotannon laadunvalvontamääräykset. Esim. B/EK-Cr.
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
EPDM	Ethylene propylene diene monomer. Eteeni-, propeen- ja dieeni-monomeereistä koostuva kumi. Putken kumitiivistemateriaali.
h	Putken hitsiliitos. Esim. T/h-PN10.
HST	Haponkestävä teräs.
HSY	Helsingin seudun ympäristöpalvelut kuntayhtymä. Tässä insinöörityössä HSY:llä tarkoitetaan HSY:n Vesihuoltopalveluita.
k	Putken kumitiivisteliitos. Esim. PVC/k-PN10.

LPS	Low Pressure Sewer. Paineviemäri. Tuotemerkki.
mvp	Metrin vesipatsaan aiheuttama paine. Kuvaa veden painetasoa vesijohtoverkossa.
NBR	Nitrile butadiene rubber. Nitrilikumi. Putken kumitiivistemateriaali.
PE	Polyeteeni. Muovi, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
PN	Paineputken paineluokka. Kuvaa putken sisäisen ylipaineen kestävyttä. Esim. PN10, jolloin putki kestää 10 baarin (bar) ylipaineen.
PP	Polypropeeni. Muovi, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
PUX	Polyuretaani. Muovi. SG-putken erikoispinnoite.
PVC	Polyvinyylikloridi. Muovi, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
Qmax	Betoninen viemäriputki, jossa on munan muotoinen poikkileikkausprofiili.
RST	Ruostumaton teräs.
SDR	Standard Diameter Ratio. Putken nimellisen ulkohalkaisijan ja seinämävahvuuden suhdeluku. Esim. Putken nimellinen ulkohalkaisija on 110 mm ja seinämän paksuus 10 mm, jolloin putki on SDR 11.
SG	Pallografiittivalurauta, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
SN	Rengasjäykkyys. Viettoviemärien luokittelu. Esim. SN 8, jossa putken rengasjäykkyys on 8 kN/m ² .
ST	Suunnittele ja toteuta -urakka. Urakointimuoto, jossa urakoitsija suunnittelee projektin ja myös toteuttaa sen.
T	Teräs. Käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.

1 Johdanto

1.1 Insinööriyön tausta ja tavoite

Vuoden 2010 alussa Espoon, Helsingin, Kauniaisten ja Vantaan vesilaitokset sekä Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunnan jätehuolto ja seutu- ja ympäristötieto YTV yhdistyivät. Syntyi HSY, Helsingin seudun ympäristöpalvelut kuntayhtymä. Tästä tapahtumasta seurasi, että yksi HSY:n toimialoista, HSY Vesihuolto, otti vastuulleen toteuttaa neljän edellä mainitun pääkaupunkiseudun kunnan vesihuoltoprosessit.

Näissä neljässä kunnassa on tähän asti ollut omat käytäntönsä ja tottumuksensa vesihuollon suunnittelussa. Tämä näkyy esimerkiksi mitoituksessa käytettyjen arvojen ja käytettyjen putkimateriaalien eroissa. HSY:n yhdistymisen myötä halutaan yhtenäistää ja linjata selkeämmät suunnittelukäytännöt, sekä koota ne vesihuollon suunnittelijan työtä tukevaksi ohjeeksi. Ohjetta varten on tarpeen ensin kartoittaa vesihuollon suunnittelukäytännöt pääkaupunkiseudulla, jonka jälkeen HSY päättää käytäntöjen linjauksesta.

Verkostosuunnittelukäytännöt-ohjeesta halutaan tiivis ja ytimekäs. Se on tarkoitettu suunnittelijan muistilistaksi vesihuollon suunnittelukäytännöistä, eikä siinä selosteta yksityiskohtaisesti, kuinka vesihuolto tulisi suunnitella. Ytimekkään ohjeen rinnalla käytetään muita vesihuollon suunnittelua koskevia julkaisuja, kuten Infra RYL 2010 ja RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkon suunnittelu, joissa käsitellään laajemmin vesihuollon suunnittelua.

1.2 Insinööriyön rajaukset ja mahdolliset ongelmat

Tässä insinööriyössä keskitytään pääkaupunkiseudun vesihuollon suunnittelukäytäntöihin. *Vesihuolto*-luvussa käydään läpi yleisiä asioita koskien vesihuoltoa. Lukijalle määritellään, mitä vesihuollolla tarkoitetaan ja mikä sen merkitys on. Lisäksi kuvataan lyhyesti vesihuoltoon liittyvät lait ja osapuolet sekä osapuolten tehtävät ja vastuujako. Sen jälkeen selostetaan lyhyesti vesihuoltoprosessi eli kuinka raakavesi kiertää vesihuoltojärjestelmän läpi ja päättyy lopulta takaisin vesistöön. Lopuksi tutustutaan yleisellä tasolla hieman vesihuoltoverkoston osiin.

Suunnittelu osana vesihuollon ja infran rakentamista -luvussa keskitytään vesihuollon suunnitteluun. Aluksi määritellään, mitkä ovat vesihuollon suunnittelun tavoitteet. Sen jälkeen kuvataan lyhyesti suunnitteluprosessi ja sen vaiheet, sekä käydään läpi, minkälaista vesihuollon suunnittelua eri suunnittelutasoilla tehdään. Tässä luvussa kerrotaan myös, minkälaisia eri suunnitelmia vesihuollon suunnittelusta laaditaan. Luvun loppuksi mainitaan muutamia suunnittelua tukevia julkaisuja ja muita ohjeita sekä vesihuollon suunnitteluohjelmia.

Verkostosuunnittelukäytännöt-ohjeeseen (liite 1) syvennytään neljännessä luvussa. Ohje on hyvin tiivis paketti, joten sen sisältöä on tarvetta selventää. *Verkostosuunnittelukäytännöt*-ohjeessa käsitellään vesihuoltoverkon mitoitus, materiaalit, osat ja laitteet sekä vesihuoltoverkon saneeraus. Ohjeesta rajautuvat pois vesihuoltolaitokset, säiliörakenteet sekä jätevedenpuhdistamot.

Neljännessä luvussa *Vesihuollon suunnittelukäytännöt pääkaupunkiseudulla* selitetään tarkemmin liitteenä olevan ohjeen sisältämä vesihuoltoverkon mitoitus sekä ohjeesta kootut vesihuollon pysty- ja vaakasuntaista suunnittelua koskevat käytännöt. Vesihuoltoverkon materiaalit, osat ja laitteet sekä saneeraus jäävät ytimekkäiksi osikseen ja ne löytyvät liitteenä olevasta ohjeesta.

Verkostosuunnittelukäytännöt-ohjetta ei voida sellaisenaan käyttää pääkaupunkiseudun ulkopuolisten alueiden vesihuollon suunnitteluun, sillä jokaisella vesihuoltolaitoksella on omat käytännöt toiminta-alueensa vesihuollon suunnittelulle.

Verkostosuunnittelukäytännöt-ohjeen haasteena on sen laajuus sekä monet osapuolet. Jotta ohje ei tulisi liian laajaksi, pyritään siihen sisällyttämään vain vesihuoltosuunnittelijan kannalta oleelliset asiat. Pääkaupunkiseudun vesihuollon suunnittelukäytäntöjen eroavaisuuksia on havaittu esimerkiksi tonttiliittymien suunnittelussa. Todellisena haasteena voi olla käytäntöjen yhtenäistäminen kentällä.

On myös mahdollista, että *Verkostosuunnittelukäytännöt*-ohje ei ehdi valmistua kokonaan tämän insinööriyöprosessin aikana. Tällöin ohjeesta laaditaan luonnosversio.

1.3 Toteutusmenetelmät

Espoon, Helsingin, Kauniaisten ja Vantaan vesihuollon suunnittelukäytännöt kartoitetaan Ramboll Finland Oy:n alue- ja kunnallistekniikan yksikön suunnittelijoiden kokemusten perusteella. Käytännöt kootaan yhteen ohjeeksi, josta lähetetään luonnoksia tasaisin väliajoin HSY:n edustajille, jotka puolestaan kommentoivat luonnoksia.

Rambollin ja HSY:n asiantuntijoista koostuvan työryhmän kesken järjestetyissä kokouksissa kommentit käydään läpi ja tehdään päätökset, mitkä suunnittelukäytännöt otetaan pääkaupunkiseudun yhteisiksi käytännöiksi. HSY toimii ohjeen tilaajana, joten lopullinen päätäntävalta on sillä. Ohjeen rakenteen pohjana käytetään RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu -julkaisua. Suunnitteluohje laitetaan insinööriyön liitteeksi.

1.4 Ramboll Finland Oy

Ramboll on rakennusalan asiantuntijayritys, joka tarjoaa korkealaatuista teknistä suunnittelua, konsultointia, tuotekehitystä sekä liiketoiminnan palveluja useilla toimialoilla. Vuonna 1962 perustettu Viatek liittyi 1990-luvun alussa ruotsalaiseen Scandiaconsult-konserniin. Vuonna 2003 Scandiaconsult ja tanskalainen Ramboll yhdistyivät ja yrityksestä tuli osa kansainvälistä Ramboll-konsernia. Nykyään Ramboll Groupilla on yli 200 toimistoa 23 maassa. Ramboll Finlandilla on 26 toimipistettä ympäri Suomea.

Tämä insinööriyö tehdään Ramboll Finland Oy:n alue- ja kunnallistekniikan yksikölle, joka laatii vesihuollon teknisiä selvityksiä, yleissuunnitelmia sekä rakennussuunnitelmia asunto- ja teollisuusalueille, mutta myös pienemmille alueille, kuten yksittäiselle kadulle tai vesihuoltolinjalle.

Espoon alue- ja kunnallistekniikan yksikössä työskentelee tällä hetkellä 40 kunnallisteknistä suunnittelijaa. HSY:n konsultteina toimivat myös muiden Suomessa sijaitsevien Rambollin toimipisteiden kunnallistekniset suunnittelijat.

[1; 2.]

2 Vesihuolto

2.1 Vesihuollon määritelmä

Vesihuoltolaissa vesihuolto on määritelty tarkoittamaan vedenhankintaa eli veden johdamista, käsittelyä ja toimittamista talousvetenä käytettäväksi sekä viemärointiä eli jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista ja käsittelyä [3].

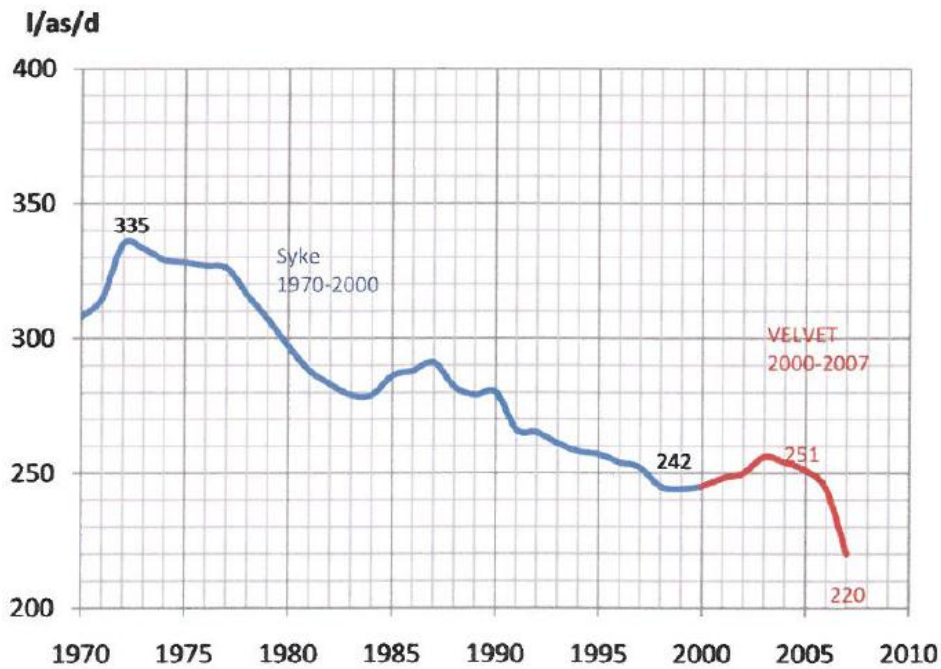
Tässä insinööriyössä tarkastellaan vain vesihuoltoverkostoja eli vesijohtoverkostoja, hule-, jäte- ja sekavesiviemäriverkostoja, jolloin veden käsittelyprosessit ja -laitokset jäävät tarkastelun ulkopuolelle. Hulevesillä tarkoitetaan sadevesiä ja lumen sulamisvesiä.

2.2 Vesihuollon merkitys

Vesihuolto on vesihuoltolain mukaan järjestettävä kohtuullisin kustannuksin niin, että laadultaan hyvää talousvettä olisi riittävästi saatavissa ja viemärointi olisi terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen. [3.]

Yleisen terveydenhoidon vuoksi on tarpeellista rakentaa vesihuoltojärjestelmiä ja ylläpitää niitä. Ensisijaisena vaatimuksena on, että vettä toimitetaan käyttäjille riittävä määrä. Ihmisen elimistö tarvitsee noin 2–3 litraa puhdasta juomavettä vuorokaudessa. Suomessa veden ominaiskäyttö asukasta kohden on keskimäärin 220 litraa vuorokaudessa. Veden ominaiskäyttö koostuu talousveden lisäksi palvelutoimintojen ja teollisuuden vedenkäytöstä, yleisestä vedenkäytöstä eli sammutusvesistä ja katujen pesuvesistä, sekä vuotovesistä. Näin ollen todellinen vedenkäyttö asukasta kohden on pienempi, kuin mitä ominaiskäytön arvo antaa aluksi ymmärtää.

Kuten kuvasta 1 voidaan huomata, vedenkulutus on Suomen Ympäristökeskuksen (SYKE) ja ympäristöhallinnon vesihuoltolaitostietojärjestelmän (VELVET) tilastojen mukaan laskenut vuodesta 1972, jolloin vedenkäyttö Suomessa oli suurimmillaan, jopa 335 l/as/d. Euroopassa veden keskimääräinen kulutus asukasta kohden on 200–300 litraa päivässä, joten Suomi sijoittuu tilastojen keskivaiheille. Pohjois-Amerikassa keskimääräinen vedenkulutus on jopa 575 l/as/d, kun Afrikan Mosambikissa, se on alle 10 l/as/d. [4, s. 19; 5, s. 239; 6, s. 32; 7, s. 34.]



Kuva 1. Veden keskimääräinen ominaiskäyttö Suomessa vuosina 1970–2007 [4, s. 20].

Toisena vaatimuksena on veden hyvä laatu. Veden on täytettävä hygieeniset, esteettiset ja tekniset laatuvaatimukset. Vesi ei esimerkiksi saa sisältää mikrobeja, eikä myrkyllisiä aineita. Se ei saa olla sameaa tai siinä ei saa olla hajua tai makua, eikä se saa vahingoittaa vedenkäyttäjien putkistoja. [4, s. 106.]

Veden kuluttaminen johtaa väistämättä jätevesien syntymiseen. Terveystieteistä syistä sekä ympäristön pilaantumisen estämiseksi jätevesien kerääminen ja käsittely ennen vesistöihin takaisin purkamista on tarpeellista. Yhdyskunnan alueelta poisjohdettavat vedet koostuvat asumisen jätevesistä, teollisuuden jätevesistä, hulevesistä sekä viemäriin pääsevistä vuotovesistä. [5, s. 457.]

Hulevesien pois johtaminen eli kuivatus voidaan jakaa alueelliseen kuivatukseen ja rakenteelliseen kuivatukseen. Pintavedet poistetaan alueellisella kuivatuksella, joka toteutetaan hulevesiviemäröinnillä. Tällöin estetään katujen tulviminen sekä veden pääsy kiinteistöihin. Rakenteellisella kuivatuksella tarkoitetaan kadun päällysy- ja alusrakenteen kuivatusta, joka voidaan toteuttaa kadun alusrakenteen yläosan kallistuksilla, avo-ojilla tai salaojituksella. [8, s. 119.]

2.3 Vesihuoltoa koskeva lainsäädäntö

Vesihuoltoa koskeva lainsäädäntö on laaja ja monitahoinen. Se voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, jotka ovat yleinen terveydenhoito, yhdyskunnan rakentaminen ja vesivarojen hyväksikäyttö ja suojelu.

Keskeisimpiä vesihuoltoa ohjaavia lakeja ovat:

- vesihuoltolaki (119/2001)
- vesilaki (587/2011)
- maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
- terveydensuojelulaki (763/1994)
- ympäristönsuojelulaki (86/2000)
- pelastuslaki (379/2011)
- laki tulvariskien hallinnasta (620/2010). [4, s. 100.]

Vesihuoltolaki (119/2001)

Edellä mainituista vesihuoltoa koskevista laeista tärkein on vesihuoltolaki. Sen tavoitteena on tarkentaa kuntien, vesihuoltolaitosten ja kiinteistöjen vastuita vesihuollon järjestämisessä ja hoitamisessa. Vesihuoltolain mukaan vastuu vesihuollon kehittämisestä on kunnalla. Kuitenkin pääkaupunkiseudulla Espoon, Helsingin, Kauniaisten ja Vantaan vesihuollon kehittämisen vastuu on HSY:llä. [3.]

Vesilaki (587/2011)

Vesilaki koskee vesien hankintaa. Se ohjaa varsinaista vedenottoa, mutta myös toimintaa, josta aiheutuu haittaa veden hankinnalle. Lisäksi vesilaki ohjaa jätevesien purkamista niin, ettei niistä aiheudu haittoja ympäristölle. Vesilain tavoitteena on ehkäistä ja vähentää vedestä ja vesiympäristön käytöstä aiheutuvia haittoja, sekä parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa. [9.]

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)

Maankäyttö- ja rakennuslaki ohjaa yleisesti rakentamista ja suunnittelua. Sen tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle. Toisena tavoitteena on edistää ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. Lisäksi tavoitteena on turvata suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus, monipuolinen asiantuntemus, avoin tiedottaminen käsiteltävissä olevissa asioissa sekä jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden valmisteluun. Maankäytön suunnittelutasoja, joissa vesihuollon suunnittelua tehdään, on kolme: maakuntakaavoitus, yleiskaavoitus ja asemakaavoitus. Kunta vastaa kahdesta viimeisestä kaavatasosta. [8, s.17; 10.]

Terveydensuojelulaki (763/1994)

Terveydensuojelulaki ohjaa muun muassa talousveden laatua. Kunnan terveydensuojeluviranomainen ja vesihuoltolaitos laativat yhteistyössä vesihuollon valvontatutkimusohjelman terveydensuojelulain mukaisesti. [11.]

Ympäristönsuojelulaki (86/2000)

Ympäristönsuojelulaki koskee kaikenlaista ympäristön pilaamista. Se on maaperän, veden ja ilman pilaantumisen torjumisen yleislaki. Sen mukaan aineen, melun, säteilyn tai hajun päästäminen ja jättäminen ympäristöön on haitallista. Ympäristön pilaamisen uhka edellyttää aina ympäristölupaa, jonka myöntää kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. Ympäristönsuojelulaki vaikuttaa vesihuollonsuunnittelussa muun muassa siihen, että jätevesiviemärit on oltava tiiviitä, sillä jätevesiä ei saa päästää luontoon ennen puhdistusta. Myöskään viemärihajuja ei saa päästää ympäristöön esimerkiksi kaivonkansien kautta. [12.]

Pelastuslaki (379/2011)

Pelastuslain yhtenä tavoitteena on turvata tärkeät toiminnot, joita onnettomuuden sattuessa tarvitaan. Tällä tarkoitetaan sammutusvesien toimittamista. Kunnan tehtävänä on järjestää alueellaan toimivan pelastustoimen tarpeisiin riittävästi sammutusvettä. Pelastuslain mukaisesti kuntien tehtävänä on järjestää pelastustoimen palvelujen tuot-

taminen yhteistoiminnassa keskenään valtioneuvoston määräämillä pelastustoimen alueilla, joita Suomessa on 22. [13.]

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010)

Lain tarkoituksena on vähentää tulvariskejä ja ehkäistä tulvista aiheutuvia vahinkoja. Maa- ja metsätalousministeriö valvoo ja ohjaa tulvariskien hallintaa yhteistyössä sisäasiainministeriön, liikenne- ja viestintäministeriön ja ympäristöministeriön kanssa.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus ELY:n tehtävänä on muun muassa huolehtia vesistöalueen ja merenrannikon tulvariskien hallinnasta ja tukea kuntia hulevesitulvariskien hallinnassa. Kunta osallistuu maakunnan liiton ja alueen pelastustoimen kanssa vesistöalueen ja merenrannikon tulvariskien hallinnan suunnitteluun, mutta kunnan tehtävänä on huolehtia myös alueensa hulevesitulvariskien hallinnasta. Kunta tekee alustavan arvioinnin aiheutuvista tulvariskeistä ja nimeää kunnan tulvariskialueet, sekä kokoaa ne tulvavaarakartaksi. Lisäksi kunta laatii hallintasuunnitelman merkittävälle tulvariskialueelle.

[14.]

2.4 Vesihuollon osapuolet ja vastuujako

Kunta

Kunta on vastuussa vesihuollon kokonaisuudesta. Sen tehtävänä on kehittää alueensa vesihuoltoa sekä osallistua vesihuollon alueelliseen kehittämiseen ympäröivien kuntien kanssa. Kunta määrittää vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen.

Kunnan on yhdessä vesihuoltolaitoksen kanssa laadittava ja ylläpidettävä vesihuollon kehittämissuunnitelmaa, jossa määritetään kunnan vesihuollon tavoitteet, niiden toteuttamiseksi tarvittavat toimenpiteet sekä aikataulu. Vesihuollon kehittämissuunnitelma sisältää muun muassa selvityksen vesihuollon nykytilasta, yhdyskuntarakenteen kehittymisestä, kehittämistarpeet ja toimenpideohjelman sekä arvioinnin kehitystoimenpiteiden vaikutuksista. Vesihuollon kehittämissuunnitelma on hyvä tarkistaa kunnan yleiskaavan laatimisen yhteydessä.

Kunnan vastuulla on huolehtia sammutusveden hankinnasta alueensa pelastuslaitoksen laatiman sammutusvesisuunnitelman mukaisesti. Kunnan tehtävänä on myös huolehtia sammutusvesisuunnitelmassa määriteltyjen sammutusveden ottoapaikoista luonnon-vesilähteillä. Kunta voi sopia alueensa pelastustoimen kanssa sammutusveden hankinnan vastuun siirtämisestä pelastuslaitokselle. [4, s. 30; 13.]

Vesihuoltolaitos

Vesihuoltolaitos huolehtii toiminta-alueensa yhdyskunnan vesihuollosta ja siitä, että sen toimittama talousvesi täyttää sille terveydensuojelulaissa asetetut laatuvaatimukset. Sen on myös tarkkailtava raakaveden määrää sekä jakeluverkon vuotovesien määrää. Vesihuoltolaitos omistaa vesihuoltoverkon ja siihen liittyvät laitteet. Vesihuoltolaitos omistaa myös verkossa olevan veden kiinteistön vesimittariin asti.

Vesihuoltolaitos ei ole vastuussa kiinteistöjen liittymisvelvollisuuden valvonnasta, sillä se toimii palveluntuottajana. Vesihuoltolaitoksen tulee kuitenkin määrätä liittämiskohdat jokaista verkostoonsa liittyvää kiinteistöä varten. Liittämiskohta määritellään tarkasti kiinteistökohtaiseen liitoskohtalausuntoon. Vesihuoltolaitos tekee varsinaisen tontti-johtojen liitostyön vesihuoltoverkkoon.

[3; 4, s. 31; 15, s. 25.]

Vesihuoltolaitoksen vastuulla on huolehtia sammutusveden toimittamisesta vesijohtoverkosta sammutusvesisuunnitelmassa määritellyllä tavalla. Lisäksi vesihuoltolaitoksen on huolehdittava palopostien ja sammutusvesiasemien kunnossapidosta. [13.]

Kiinteistö

Kiinteistön omistaja tai haltija vastaa kiinteistönsä vesihuollosta ja on vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella velvollinen liittymään vesihuoltoverkkoon. Kiinteistön ei kuitenkaan ole pakko liittyä hulevesien ja perustusten kuivatusvesien poisjohtamiseksi hulevesiverkkoon, jos alueella ei ole sitä varten tarkoitettua verkkoa tai jos kiinteistö voi muulla hyväksyttävällä tavalla hoitaa kuivatuksen ja saa siihen viranomaisen myöntämän vapautuksen. Kiinteistön omistaja on vesihuoltolaitoksen asiakas, joten hänellä on kuluttajan suoja.

Kiinteistön omistaja on vastuussa kiinteistön vesihuoltolaitteistosta vesihuoltoverkon liittämiskohtaan asti. Kiinteistön vesihuoltolaitteisto on oltava yhteensopiva vesihuoltoverkon laitteiston kanssa. Kiinteistön omistajan tulee sallia vesihuoltolaitoksen edustajan tarkastaa verkostoon liitettävän kiinteistön laitteiston. [3.]

Valvontaviranomaiset

Valvontaviranomaisen tehtävänä on valvoa kiinteistöjen liittymisvelvollisuuden toteutumista. Ympäristönsuojeluviranomainen voi antaa kiinteistölle vapautuksen liittymisvelvollisuudesta, jos esimerkiksi liittymisestä aiheutuisi kohtuuttomat kustannukset kiinteistölle tai kiinteistöllä on oma kaivo ja jätevesien puhdistus on kiinteistön alueella toteutettavissa. Vapautuksen myöntämistä edeltää vesihuoltolaitokselle, kiinteistölle ja ELY:lle järjestetty tilaisuus tulla kuulluksi. Ympäristönsuojeluviranomaisen on pyydetävä vapauttamisesta kunnan terveydensuojeluviranomaisen lausunto. Kunnan rakennusvalvontaviranomainen hyväksyy kiinteistön vesihuoltolaitteiston suunnitelmat. [3; 15, s. 24–25.]

Pelastuslaitos

Pelastuslaitoksen tulee laatia sammutusvesisuunnitelma yhteistyössä alueensa kuntien ja vesihuoltolaitosten, sekä näille vettä toimittavien vesilaitosten kanssa. Sammutusvesisuunnitelman hyväksyy pelastustoimi. HSY:n alueella toimivat Helsingin kaupungin pelastuslaitos, Keski-Uudenmaan pelastuslaitos ja Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos. [13.]

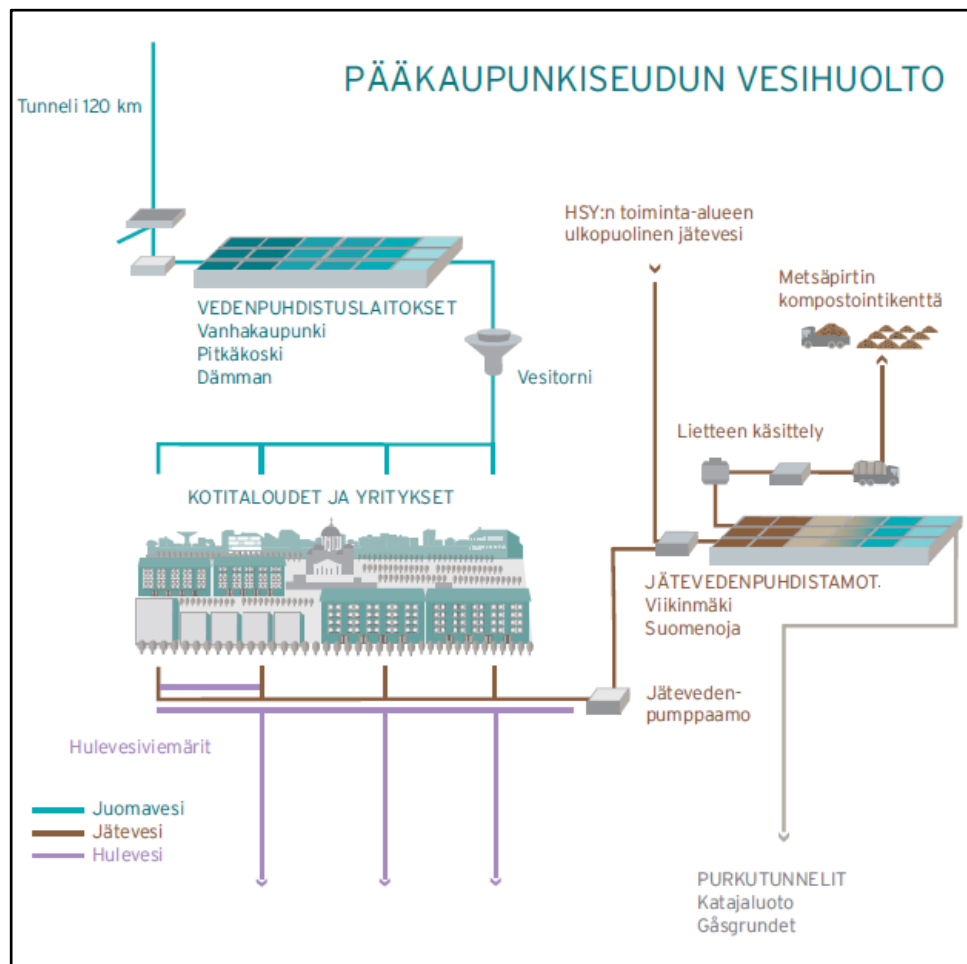
2.5 Vesihuoltoprosessi lyhyesti

Vesihuoltoprosessi voidaan jakaa vesilaitoksen tehtäviin ja viemärlaitoksen tehtäviin. Kuva 2 esittää vesihuoltoprosessia pääkaupunkiseudulla, jossa vesihuollosta vastaa HSY. Vesilaitos alkaa siitä pisteestä, jossa vesi otetaan käyttöömme luonnonmukaisesta ympäristöstään joko pohjavedenottamalla tai pintavedenottamalla. Raakavesi johdetaan vedenkäsittelylaitokselle, jossa vedestä poistetaan monivaiheisin puhdistusprosessin ihmisen terveydelle haitalliset aineet, kuten vedessä oleva kiintoaine, tauteja aiheuttavat mikrobit ja myrkylliset aineet.

Tämän jälkeen juomakelpoinen vesi johdetaan käyttäjille. Vesilaitoksissa veden siirtäminen tapahtuu yleensä paineellisten putkien välityksellä. Paine saadaan aikaan koneellisesti pumpaamalla tai ylävesisäiliöiden eli vesitornien avulla. Vesisäiliöt täytetään yöaikaan, jolloin vedenkulutus on pienintä ja säiliöt tyhjenetään verkkoon päivisin, jolloin vedenkulutus on vastaavasti suurinta. Suurimman vedenkäytön aikana verkkoon johdetaan vettä sekä vesisäiliöstä, että vedenkäsittelylaitokselta.

Vesilaitos päättyy siihen pisteeseen, jossa vesi luovutetaan sen varsinaiselle käyttäjälle, kotitalouksille ja palveluille. Tämä kohta on määritelty tarkasti vesilaitoksen ja asiakkaan välisessä sopimuksessa.

[5, s. 295–296; 16, s. 14.]



Kuva 2. Pääkaupunkiseudun vesihuoltoprosessi [17].

Viemärilaitos alkaa usein jo tonttijohdosta ja päättyy vesistöön johtavaan purkuputken päähän. Viemäri-vesien kerääminen ja johtaminen käsittelylaitoksille tapahtuu yleensä painovoiman avulla, eli putkikaltevuuksia hyväksi käyttäen. Runkoviemäreiden rakennuskustannusten alentamiseksi viemäreissä käytetään osittain myös paineellisia viemäreitä. Paineellinen viemärointijärjestelmä sopii erityisesti ranta-asutukseen ja kallioisiin maastoihin.

Yhdyskunnan alueelta kerätään jäteveden lisäksi hulevedet. Viemärointi voidaan järjestää erillisviemäroinnillä tai sekaviemäroinnillä. Erillisviemäroinnissä kotitalouksien ja teollisuuden jätevedet kootaan jätevesiviemäriin ja hulevedet hulevesiviemäriin. Hulevedet voidaan purkaa suoraan luontoon puhdistusprosessien ohii.

Sekaviemäroinnissä jäte- ja hulevedet kulkeutuvat samassa viemärissä jätevedenpuhdistamolle asti. Sekavesiviemärointi on ollut kaupunkien, kuten Helsingin, tiheään rakennettujen keskusta-alueiden pääasiallinen viemärointijärjestelmä. Putkisaneerauksen yhteydessä pyritään siirtymään sekavesiviemäroinnistä erillisviemärointiin, eikä uusia sekavesiviemärialueita enää rakenneta. Poikkeuksena ovat ahtaat keskusta-alueet, joiden katurakenteeseen ei ole tilanpuutteen vuoksi mahdollista rakentaa erillisviemärointiä. Sekavesien on virrattava puhdistusprosessin läpi ennen luontoon purkamista.

Jätevedenpuhdistamolla vesi käsitellään monivaiheisilla puhdistusprosesseilla. Vedestä eroteltu liete kuljetetaan lietteenkäsittelylaitokselle ja sieltä esimerkiksi kompostointikentälle. Puhdistettu vesi johdetaan takaisin vesistöihin purkutunneleita tai purkuputkia pitkin.

[4, s. 118; 5, s. 453–456.]

2.6 Vesihuoltoverkon osat

2.6.1 Vesijohtoverkko

Putket

Vesijohtoverkko koostuu käyttötarkoituksensa mukaan luokitelluista kolmenlaisista putkista, jotka ovat päävesijohdot, jakelujohdot ja tonttijohdot. Päävesijohdot johtavat

vettä käsittelylaitoksilta käyttöalueille. Päävesijohtoihin ei suoraan liitetä tonttivesijohtoja, vaan niistä erkanee jakelujohtoja, jotka sijoitetaan katualueelle, lähelle käyttökohteita. Jakelujohdosta vesi johdetaan tonttijohtoa pitkin kiinteistöihin. Vesijohtovesi virtaa verkossa paineellisena, joten putkien on kestettävä vesijohtoverkossa olevaa painetta. Pääkaupunkiseudulla suunnittelukäytäntönä on käyttää vesijohtojen putkimateriaaleina muovia (PE tai PVC), pallografiittivalurautaa (SG) tai terästä. [4, s. 25–26; 5, s. 306–307.]

Venttiilit ja valvontalaitteet

Vesijohtoverkkojen painetasoja ja virtaamia hallitaan erilaisilla venttiileillä, kuten sulkua-, paineenalennus- ja ilmanpoistovenntiileillä [4, s. 77].

Sulkuventtiilejä on montaa eri mallia, jotka eroavat toisistaan toiminnalliselta periaatteeltaan, käyttötavaltaan ja sijoittelultaan. Sulkuventtiileiden sijoitus on huomioitava, jotta niillä pystytään kontrolloimaan vesijohdon häiriötilanteita, esimerkiksi putkirikkoja. Sulkuventtiilejä sijoitetaan yleensä putkien risteyskohtiin, sekä pitkille osuuksille sopivien välimatkoin. Sulkuventtiilillä voidaan tarvittaessa sulkea vesijohtoveden virtaus esimerkiksi kahden sulkuventtiilin väliltä. Yksisuunta-venttiilit eli takaiskuventtiilit eroavat sulkuventtiilistä siten, että se päästää veden virtaamaan vain yhteen suuntaan.

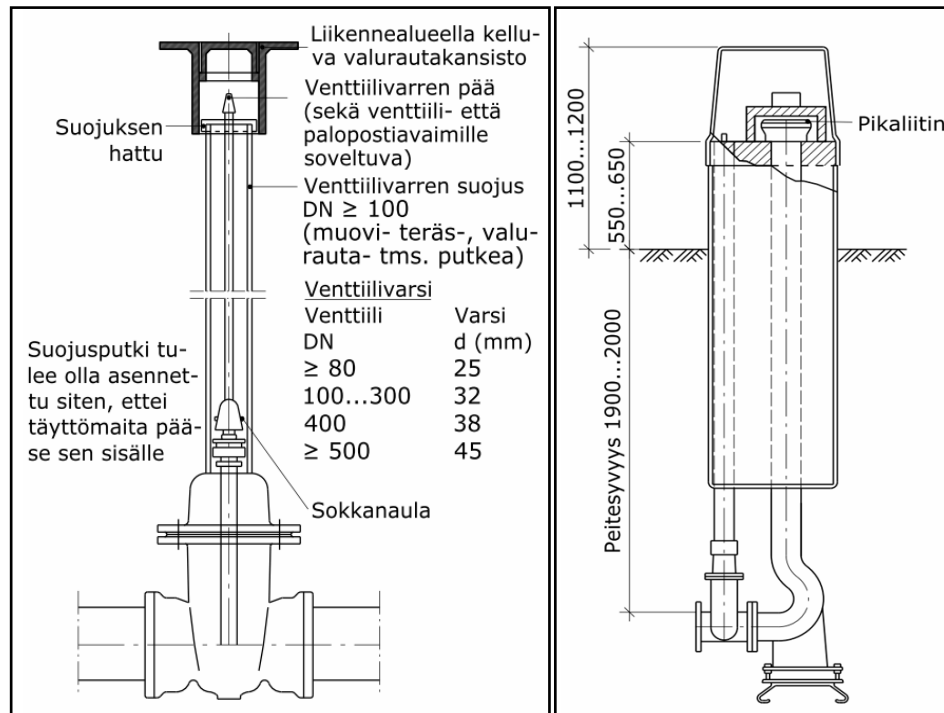
Jakeluverkon suurin suositeltava paine 700 kPa (7,0 bar). Paineenalennus-, paineenpito- ja paineensäätöventtiilejä käytetään paineellisissa vesijohdoissa, kun halutaan säädellä pienemmän alueen vesijohdon painetta.

Vesijohdosta poistetaan ilmanpoistovenntiilillä suuret ilmamäärät putken täyttövaiheessa tai käytön aikana. Suuret ilmamäärät voivat pahimmassa tapauksessa vaikeuttaa veden virtaamista putkessa ja näin ollen pienentää putken kapasiteettia. Toinen tehtävä on päästää ilmaa vesijohtoon esimerkiksi silloin, kun vesijohto halutaan tyhjentää tai kun vesijohdossa vallitsee alipaine. Ilmanpoistovenntiili on yksitehoinen, kun se päästää ilman virtauksen vain ulospäin putkesta, ja kaksitehoinen silloin, kun se päästää ilmaa molempiin suuntiin.

Vedenjakelujärjestelmän valvontalaitteilla mitataan vesijohtoverkon painetta ja virtaamaa. Yleensä nämä valvontalaitteet sijoitetaan laitekaivoihin. Vedenjakelujärjestelmän

laitekaivot ovat vesitiiviitä, kuivia tiloja, jotka helpottavat huolto- ja ylläpitotoimenpiteitä. Vedenjakelujärjestelmän valvontalaitteisiin voidaan myös lukea kuuntelulaitteet, joilla pystytään havaitsemaan vesijohdon vuodot. Kuuntelulaitteet vaativat metallisen yhteyden vesijohtoon 200...300 m välein. Metalliseksi yhteydeksi sopii tavallinen sulkuventtiilin kara tai jokin muu kiinteä vesijohdon laite.

[5, s. 320; 19, s. 78–83; 20.]



Kuva 3. Esimerkki sulkuventtiilistä [18].

Kuva 4. Esimerkki palopostista [18].

Palopostit ja sammutusvesiasemat

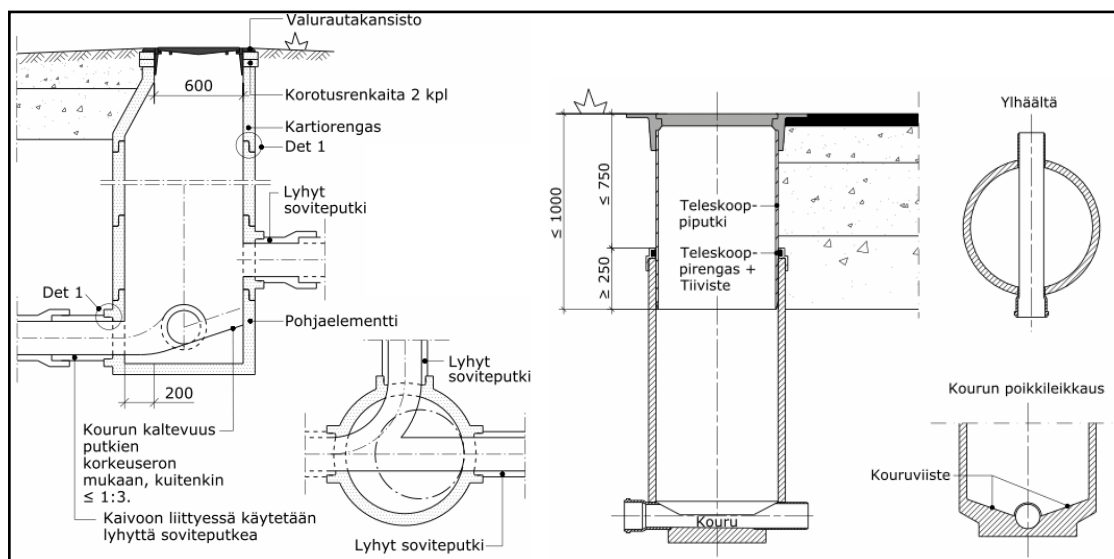
Palolaitosten sammutusveden ottoa varten vesijohtoverkkoon sijoitetaan paloposteja tai sammutusvesiasemia. Sammutusvesiasemia ja paloposteja voidaan käyttää myös esimerkiksi vesijohtoverkon käyttöönotossa ja huoltotoimenpiteissä vesijohdon huuhteluun. [20.]

2.6.2 Viemäriverkko

Putket

Viemäriverkko muodostuu tonttviemäreistä, kokoojaviemäreistä sekä pääviemäreistä. Tonttviemäri johtaa jätevedet kiinteistöltä kokoojaviemäriin, joka yleensä sijaitsee ka-tualueella. Kokoojaviemäri kokoaa nimensä mukaan tonttien jätevedet ja johtaa ne pääviemäriin, joka kuljettaa jätevedet jätevedenpuhdistuslaitoksiin. Yleensä viemäri-putket ovat viettoviemäreitä, joissa vesi virtaa painovoimaisesti. Joissakin tapauksissa viemäri-vedet joudutaan pumppaamaan jätevedenpumppaamalla paineviemäriin. [4, s. 26–27.]

Pääkaupunkiseudulla suunnittelukäytäntönä on käyttää viettoviemäreiden putkimateri-aalina muovia (PVC tai PP) tai betonia. Putket liitetään toisiinsa erilaisilla vesitiivillä liitoksilla. [20.]



Kuva 5. Betoninen ja muovinen tarkastuskaivo [18].

Kaivot

Viemäriverkon kaivot ovat tarkastus- tai hulevesikaivoja. Viemäriin sijoitetaan kunnossapitoa varten tasaisin välimatkoin tarkastuskaivoja (kuva 5), joissa on umpinai- set valurautakansistot. Erityisesti viemäriin pysty- ja vaakasuuntaiseen taitekohtaan ja putkien risteyskohtiin tulee sijoittaa tarkastuskaivo. Tonttviemärit liittyvät yleiseen viemäriin tarkastuskaivojen kautta. Ritiäkantiset hulevesikaivot keräävät hulevedet

kaduilta ja ohjaavat ne hulevesiverkon tarkastuskaivon kautta runkolinjaan. Jätevesikaivot ovat betonia tai muovia. Hulevesiverkon tarkastuskaivot ovat betonia tai muovia, mutta hulevesikaivot ovat betonia. Teleskooppikaivot (kuva 5) ovat muovisia kaivoja, joiden yleisimmin käytetty koko on alaosan halkaisijaltaan 560 mm ja yläosan halkaisijaltaan 500 mm. [4, s. 26–27; 20.]

Jätevedenpumppaamot

Paineviemäriä joudutaan käyttämään gravitaatiojärjestelmissä esimerkiksi silloin, kun jätevesi tulisi johtaa alemmasta maaston kohdasta korkeammalle. Toisena esimerkkinä on tilanne, jossa maasto on tasainen ja viemäröintimatka pitkä. Riittävän putkikaltevuuden saamiseksi gravitaatioputki jouduttaisiin sijoittamaan hyvinkin syvälle, jolloin paineвиemäri saattaisi tulla edullisemmaksi vaihtoehdoksi. [4, s. 121; 5, s. 470.]

Pumppaamot ovat joko osittain tai kokonaan maanalaisia rakenteita. Maanalaisessa osassa on imuallas, josta pumppu pumppaa jäteveden paineellisessa viemäriputkessa haluttuun paikkaan. Pumpun lisäksi pumppaamon laitteisiin kuuluu muun muassa esipuhdistus-, ilmanvaihto-, käynnistin- ja hälytinlaitteet. [5, s. 487–488.]

3 Suunnittelu osana vesihuollon ja infran rakentamista

3.1 Suunnittelun tavoitteet

Vesihuollon suunnittelun tavoitteena on toimiva vesihuolto. Vesihuollon suunnittelu käsittää projektikohtaisesti hule- ja jätevesiviemäreiden ja vesijohdon suunnittelun tai pelkästään osa näistä. Vesihuollon suunnitteluun sisältyy yleensä myös uuden katurakenteen suunnittelu tai vanhan saneeraus. Sekä vedenjakelujärjestelmien että viemäröinnin toimintavarmuuteen on jo suunnitteluvaiheessa kiinnitettävä huomiota.

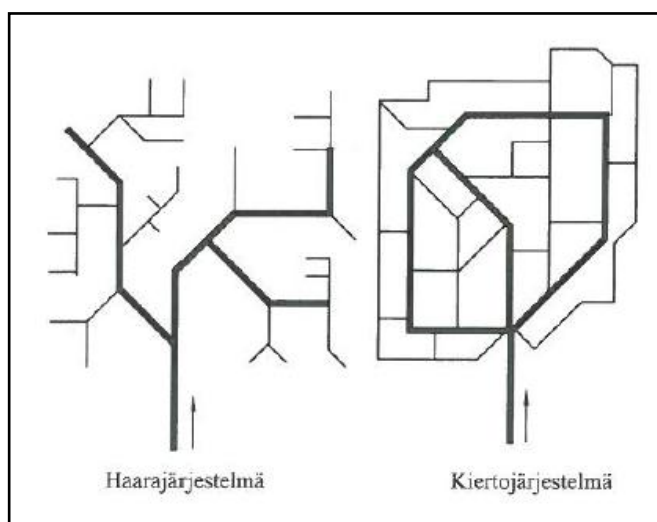
Vesijohtoverkko

Vesijohtoverkon suunnittelun tavoitteena on varmistaa, että vettä toimitetaan riittävä määrä asutukselle ja palveluille sekä yleiseen käyttöön. Veden on myös täytettävä sille asetetut laatuvaatimukset. Veden laatuun kiinnitetään huomiota raakaveden puhdistus-

laitoksissa, mutta myöskään vesijohtoverkossa laatu ei saa huonontua. Esimerkiksi putkimateriaalista tai sen läpi ei esimerkiksi saa liueta vesijohtoveteen haitallisia aineita. Vesihuoltojärjestelmissä käytetään voimassa olevien (SFS-EN) standardien mukaisia osia, laitteita ja varusteita.

Vedenjakelujärjestelmän toimintavarmuus on turvattava. Toisin sanoen vesijohtoverkko on suunniteltava niin, että se toimii kaikkialla verkossa, minimoidaan toimintahäiriöt ja eristetään niiden vaikutukset mahdollisimman pienelle alueelle. Käytännössä tämä tarkoittaa venttiileiden riittävän määrän käyttöä. Toimintavarmuuden turvaamisella tarkoitetaan vesijohtoverkon paineolojen suunnittelua. Vesijohtoverkoston paineen tulee olla riittävä ja painevaihtelut mahdollisimman pienet, jotta vesijohto palvelisi käyttäjiä toivotulla tavalla.

Jakeluverkko voidaan toteuttaa kierto- tai haarajärjestelmänä (kuva 6), mutta ensisijaisesti pyritään käyttämään kiertojärjestelmää. Sen etuna on, että jakeluverkon jokaisessa kohdassa vettä tulee vähintään kahdesta suunnasta, jolloin voidaan käyttää pienempää putkikokoa kuin haarajärjestelmässä. Kiertojärjestelmässä vesi on kiertävässä liikkeessä koko ajan, mikä vähentää veden laadun heikkenemisen riskiä, putken jääytymisen riskiä sekä putken korroosiota. Lisäksi kiertojärjestelmässä voidaan putkirikon sattuessa eristää häiriö mahdollisimman pienelle alueelle sulkuventtiileiden avulla, jolloin vedenjakelujärjestelmän toimintavarmuus turvataan. Haarajärjestelmää voidaan käyttää esimerkiksi haja-asutusalueilla. [5, s. 295–296; 16, s. 14; 19, s. 77.]



Kuva 6. Vesijohdon haara- ja kiertojärjestelmä [5, s. 296].

Vedenjakelujärjestelmän aiheuttamat kustannukset tulee minimoida, mutta kuitenkin toimivuudesta tinkimättä. Myös vedenjakelujärjestelmän rakentamiseen, käyttöön ja ylläpitoon on kiinnitettävä jo suunnitteluvaiheessa huomiota, jotta niiden suorittaminen olisi mahdollisimman taloudellista ja tarkoituksenmukaista. [5, s. 294.]

Viemärointi

Viemäroinnin suunnittelun tavoitteena on kiinteistöjen jäte-, hule- ja kuivatusvesien poisjohtaminen. Suunnittelijan on varmistettava viemäroinnin toimintavarmuus, mikä tarkoittaa muun muassa sitä, että viemäriverkko on mitoitettava ja sijoitettava maastoon oikein. Lisäksi on valittava viemärointitapa eli onko kyseessä erillis- vai sekaviemärointi, painovoimainen vai paineellinen viemärointi. [4, s. 115.]

Tavoitteena on myös pyrkiä käyttämään olemassa olevien viemäreiden kapasiteetti mahdollisimman hyvin hyödyksi. Viemärit on oltava tiiviitä, jotta jätevesi ei pääse piilaamaan ympäristöä, sillä viemäroinnillä pyritään osaltaan rajoittamaan vesistöjen piilaantumista. [21, s. 87–88.]

3.2 Suunnitteluprosessi lyhyesti

Suunnitteluprojektin alkuvaiheessa määritellään tärkeimmät työvaiheet ja mahdolliset välitavoitteet. Myös suunnittelun lähtötiedot on oltava kattavat heti alusta lähtien. Jos lähtötiedoissa kuitenkin ilmenee puutteita tai eri osapuolten suunnitelmissa ilmenee ristiriitaisuuksia, tulee niistä informoida välittömästi asianomaisia. Suunnittelun aikainen yhteydenpito alueen muihin suunnittelijoihin ja sidosryhmiin, on välttämätöntä, jotta toteuttamisen yhteensovittaminen esimerkiksi liikenteeseen ja ympäröiviin rakennuskohteisiin olisi saumatonta. Esimerkiksi työn aikana pidetään yhteiskokouksia, joissa projektin tilannetta käydään yhdessä läpi.

Vesihuollon rakentaminen tai saneeraaminen liittyy usein myös kadun rakentamiseen tai saneeraukseen. Tällöin suunnitteluun osallistuvat myös muiden tekniikka-alojen asiantuntijat. Geotekniikan asiantuntijan osaamista tarvitaan tulkitsemaan maaperätutkimuksen tuloksia, jotta katurakenteet suunnitellaan maaperään soveltuvaksi. Liikenteen tekniikan asiantuntija laatii esimerkiksi liikenteenohjaussuunnitelmat, jolloin liikenteenohjauslaitteiden, kuten portaaleiden, maanalaiset rakenteet tulee sovittaa yhteen

vesihuoltojärjestelmien kanssa. Maisemasuunnittelun asiantuntija suunnittelee katualueen ilmeen, kuten viheriöt ja kiveykset, jolloin hän tarvitsee tarkkoja tietoja esimerkiksi kaivojen ja hulevesikourujen sijainnista.

Suunnittelija laatii vaaditut suunnitelmat sopimuksen mukaisesti, jonka jälkeen suunnitelmat hyväksytetään ja projekti voidaan päättää ja kohde rakentaa.

3.3 Vesihuollon suunnittelun tasot

Vesihuollon suunnittelun lähtökohtana on esimerkiksi vanhojen vesihuoltorakenteiden saneeraus tai uusien asuinalueiden toteuttaminen kaavan mukaisesti maankäytön kehittyessä. Tekniset suunnitelmat jaetaan yleensä kolmeen vaiheeseen: esisuunnitelmiin, yleissuunnitelmiin ja yksityiskohtaisiin rakennussuunnitelmiin. Maankäytön suunnittelussa on kolme tarkkuustasoa: maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava. Kuviossa 1 on esitetty, kuinka maankäytön suunnittelutasot ja tekniset suunnitelmatasot ajoittuvat toisiinsa nähden. [4, s. 52–58, 71; 8, s. 16.]



Kuvio 1. Maankäytön suunnittelutasojen ja teknisten suunnitelmatasojen ajoittuminen toisiinsa nähden.

3.3.1 Vesihuollon tekniset suunnitelmatasot

Esisuunnittelu

Esisuunnittelun tarkoituksena on määritellä suunnittelutehtävä nykytietojen ja ennusteiden pohjalta, laatia vaihtoehtoisia vesihuollon suunnitelmaluonnoksia sekä suorittaa suunnitelmaluonnosten välillä karkea kustannusvertailu. Esisuunnitelmien lähtötietoina käytetään saatavilla olevia kartta-aineistoja, tilastotietoja ja inventointituloksia. Esisuunnitelmat tulee kuitenkin esittää riittävän tarkasti, jotta voidaan tehdä toteuttamis päätös periaateratkaisusta. Valintaa toteutusvaihtoehtojen väliltä ei kuitenkaan tehdä vielä esisuunnitelmavaiheessa. Lisäksi laaditaan alustava aikataulu hankkeen toteuttamisesta.

Yleissuunnittelu

Esisuunnittelun jälkeen tarkempi suunnitelmataso on yleissuunnittelu, joka tehdään esisuunnitelmien pohjalta. Esisuunnitelmien maastotiedot ovat usein olleet puutteellisia ja esisuunnitelmat on jouduttu tekemään periaatetasolla niin, ettei suunnitelmaratkaisuja ole sidottu maastoon tarkemmin. Tällöin yleissuunnitelmavaiheessa täydennetään maastotutkimusaineistoa, mutta vielä ei ryhdytä perusteellisiin maastotutkimuksiin. Suunnitelmaratkaisuvaihtoehtoja voidaan tutkia ja vertailla vielä yleissuunnitelmavaiheessakin, jolloin tarkennetaan myös kustannusarviota. Sen jälkeen voidaan tehdä päätös, mikä vaihtoehdoista on edullisin.

Uudisrakennuskohteiden vesihuoltoverkkojen yleissuunnittelu on kannattavaa tehdä samanaikaisesti asemakaavan laatimisen kanssa, sillä viemärintiratkaisut voivat vaikuttaa kaavaan. Viemäriverkot pyritään kustannussyistä suunnittelemaan välttämättä pumppaamoiden rakentamista ja putkien sijoittamista syviin kaivantoihin. Tästä syystä vesihuoltoverkkojen ja katujen linjaus joudutaan suunnittelemaan viemäroinnin ehdoilla.

Yleissuunnitelmavaiheessa hahmotellaan vesihuoltoverkon yleisrakenne ja sijainti. Sen jälkeen määritellään suunnittelualueelle tulevat päävesijohdot, veden kulutus ja mitoitusvirtaamat, sekä vesijohdon tavoitteelliset painetasot, joita käytetään lähtötietoina yksityiskohtaisissa vesijohtosuunnitelmissa. Ensisijaisesti vedenkäytön määrän arvioin-

nissa käytetään tilastotietoa. Jos näitä tietoja ei ole lainkaan tai ne ovat puutteelliset, on tehtävä vedenkäytön määrän arviointi mitoituslaskelmilla. Vedenkäytön laskemiseen tarvittavat lähtötiedot ovat väestönkehitys, veden ominais- ja yksikkökäyttö sekä vedenkäytön vaihtelu. Vedentarpeen ennuste saadaan ominaiskäytön ja asukasluvun ennusteiden perusteella. Asukasluvun ennusteet saadaan kunnan kaavoituksen yhteydessä tehdyistä selvityksistä. Lisäksi yleissuunnitelmaan selvitetään kuntakohtainen sammutusvesisuunnitelma, vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen rajat ja vesihuollon kehittämistavoitteet. Yleissuunnitelma on yhtenäinen, lopullinen suunnitelma, jota täydennetään yksityiskohtaisemmilla suunnitelmilla.

[5, s. 236–238; 21, s. 135–136.]

Yksityiskohtainen rakennussuunnittelu

Yksityiskohtainen rakennussuunnittelu perustuu maastotutkimuksiin, huolelliseen rakennuskohteen toimintaedellytysten selvittämiseen sekä rakennustyön käytännönkokemukseen. Yksityiskohtaisen rakennussuunnittelun tavoitteena on laatia hankkeen toteuttamiseksi tarvittavat asiakirjat, jotta kohteen urakointi voidaan kilpailuttaa ja kohde voidaan rakentaa. Tarvittavat asiakirjat koostuvat yksityiskohtaisista piirustuksista, massa- ja hankintaluetteloista, tarkennetuista kustannusarvioista, työselostuksesta, turvallisuusasiakirjasta sekä muista detaljipiirustuksista, kuten mahdollisten pumppaamoiden ja paineenkorotusasemien suunnitelmista. Yksityiskohtaiset rakennussuunnitelmat noudattavat käytössä olevia normeja, viranomaisten määräyksiä ja yleisesti hyväksytyä esitystapaa.

Yksityiskohtainen rakennussuunnittelu tehdään asemakaavan laatimisen jälkeen. Vesihuoltosuunnittelun yhtenä yleisenä periaatteena onkin, että otetaan huomioon kunnan maankäytön ja toimintojen suunnittelu. Voimassa olevassa asemakaavassa määritellään tarkasti katualueen rajat ja mahdollisesti myös erityisiä määräyksiä vesihuoltorakenteiden sijoittelulle. Johtokartoista selviää nykyiset vesijohdot ja viemärit sekä kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohdot, sähköjohdot ja telekaapelit, joihin uudet vesihuoltojärjestelmät tulee yhteen sovittaa.

Alueesta tarvitaan myös maaperätietoja, joista saadaan selville suunniteltavan alueen maalajit. Heikosti kantavilla maalajeilla joudutaan miettimään pohjanvahvistusta katu-

rakenteiden ja vesihuoltorakenteiden painumien välttämiseksi. Maanpinnasta tarvitaan mittaustietoa, jotta kadun ja vesihuollon pysty- ja vaakasuuntainen suunnittelu voidaan tehdä niin, että uudet rakenteet liittyvät sujuvasti ympäristöönsä. Lähtötietoina voi käyttää myös hyväksi vanhoja katu- ja vesihuoltosuunnitelmia, kun muutetaan aiemmin rakennettuja katuja. Lisäksi hyvinä lähtötietoaineistoina toimivat alueesta otetut valokuvat.

[8, s. 42–44.]

Toisinaan ahtaissa katupoikkileikkauksissa on pakko tinkiä teknisestä tasosta. Lähtökohtaisesti vesihuolto kuitenkin suunnitellaan hyvän laadun mukaisesti. Saneerauskoh-teissa suunnittelijan tulee ottaa huomioon myös toteutettavuus, joka käsittää työnai-kaiset liikennejärjestelyt sekä rakentamisen vaiheittaisen etenemisen.[4, s. 71–75.]

3.3.2 Vesihuollon suunnittelu maankäytön suunnittelussa

Maakuntakaava

Maakuntakaava on useiden kuntien muodostamalle alueelle laadittu yleispiirteinen maankäytön suunnitelma. Maakuntakaavoituksessa laaditaan vedenhankintasuunnitelma sekä viemärointisuunnitelma. Vedenhankintasuunnitelmaan selvitetään nykyisen vedenkäytön tilanne sekä ennusteet vedenkäytön kehityksestä. Lisäksi raakaveden ja pohjaveden laatu ja vesivarojen riittävyys selvitetään saatavilla olevia tietoja hyväksi käyttäen. Vedenhankintasuunnitelmassa voidaan esittää vedenhankinta- ja puhdistuslaitosten alustavat tehot vedenkäytön kehitysennusteiden pohjalta.

Myös viemärointisuunnitelmaan selvitetään viemäroinnin nykytilanne sekä ennusteet. Viemärointisuunnitelmaan kuuluvat viemärointiselostus, kartat, piirustukset ja mahdolliset muut selvitykset. Viemärointisuunnitelmassa esitetään seudullisesti merkityksellisten pääviemäreiden, pumppaamoiden, puhdistamoiden ja purkupaikkojen sijainti- ja toteutusvaihtoehdot, sekä alustava mitoitus.

Kaavoitusta varten tarvitaan selvityksiä riittävän vedensaannin ja viemäroinnin toteutusmahdollisuuksista ja siitä, minkälaisia vaatimuksia ne asettavat maankäytön suunnittelulle. Lisäksi tehdään kustannusarvioita erilaisista vesihuollon toteutusvaihtoehdoista.

[4, s. 48–54.]

Yleiskaava

Yleiskaavavaiheessa maakuntakaavan vesihuoltosuunnitelmia tarkennetaan. Yleiskaavavaiheen vesihuollon suunnittelussa selvitetään yleiskaava-alueen vesihuollon nykytilanne, vedenkäytön ja viemäriveresimäärien ennusteet, vesivarat ja purkuvesistöt sekä alustavat suunnitelmat vesihuoltojärjestelmästä kustannusarvioineen ja -vertailuineen. Yleiskaava käsittelee kuntakohtaisia vesihuoltoasioita, mutta sitä tehdessä on huomioitava myös ympäröivien kuntien vesihuolto. Vesihuollon suunnittelussa tulee selvittää uusien vesihuoltoverkostojen liittyminen nykyiseen verkkoon sekä arvioida, minkälaisia vaikutuksia kaava-alueen ulkopuoliseen vesihuoltoverkkoon syntyy. Vesihuoltojärjestelmän suunnitelmat sisältävät vedenhankintasuunnitelman sekä viemärointisuunnitelman.

Yleiskaavavaiheen vedenhankintasuunnitelmassa esitetään suuremmille vesihuoltoon liittyville rakenteille, kuten vesisäiliöille ja vedenkäsittelylaitoksille alustavat tilanvaraukset. Vesihuoltoverkkojen sijainti esitetään pääpiirteisesti. Lisäksi laaditaan alustava kustannusarvio ja aikataulu.

Yleiskaavavaiheen viemärointisuunnitelmassa määritellään tarkemmin viemäriveresien käsittely ja purkupaikat. Nykyviemäroinnin tila, kapasiteetti ja sijainti selvitetään olemassa olevilla tiedoilla, sekä linjataan alustavasti uudet pääviemärit. Lisäksi viemäroinnistä laaditaan alustava kustannusarvio ja aikataulu.

[4, s. 55–57.]

Asemakaava

Asemakaava on Maankäyttö- ja rakennuslain (50 ja 51 §:t) mukaan laadittava alueiden käytön järjestämistä, rakentamista ja kehittämistä varten sitä mukaa kun kehitys vaatii.

Asemakaavavaiheessa selvitetään yleiskaavassa alustavasti esitetyt asiat yksityiskohtaisesti. Vesilaitosrakenteet, kuten vedenottamot, puhdistuslaitokset ja vesijohdot, selvitetään yksityiskohtaisesti, jotta rakennettaessa kaavan mukaan vesihuoltojärjestelmät voidaan toteuttaa samanaikaisesti muun rakentamisen kanssa. Alueesta tehdään tarkat maaperätutkimukset ja maastosta laaditaan tarkat mittaukset. Asemakaavoitusvaiheessa mietitään jo viemäröintimahdollisuuksia ja määrätään viemäreille alustavat korkeus-asetat.

Asemakaavoitusvaiheessa laaditaan vesihuollon toteutussuunnitelma, jossa mitoitussuunnitelmaa viimeistellään tontti- ja korttelitarkkuudella, suunnitellaan verkko tonttitarkkuudella minimoiden rakennuskustannukset, selvitetään mahdollisten mitoitussuunnitelmojen vaikutukset ja olemassa olevien rakenteiden nykytila. Yleiskaavatasoisen vesihuoltosuunnitelussa laaditut vedenkäytön ennusteet tarkistetaan asemakaavavaiheessa. Lisäksi selvitetään kaava-alueen rakentamisjärjestys vesihuollon kannalta ja laaditaan aikaisempien kaavatasojen kustannusarvioita tarkempi kustannusarvio.

Asemakaavan perusteella tehdään yksityiskohtaiset rakennussuunnitelmat. Asemakaavassa määritellään vesihuollon tarvitsemat tilavaraukset katualueilla. Lisäksi voidaan määrätä vesihuoltorakenteiden sijoittelua koskevia erityismääräyksiä, joita tulee noudattaa yksityiskohtaisia rakennussuunnitelmia tehdessä.

[4, s. 58–61; 8, s. 21–22.]

3.4 Suunnitelmat

Katusuunnitelma

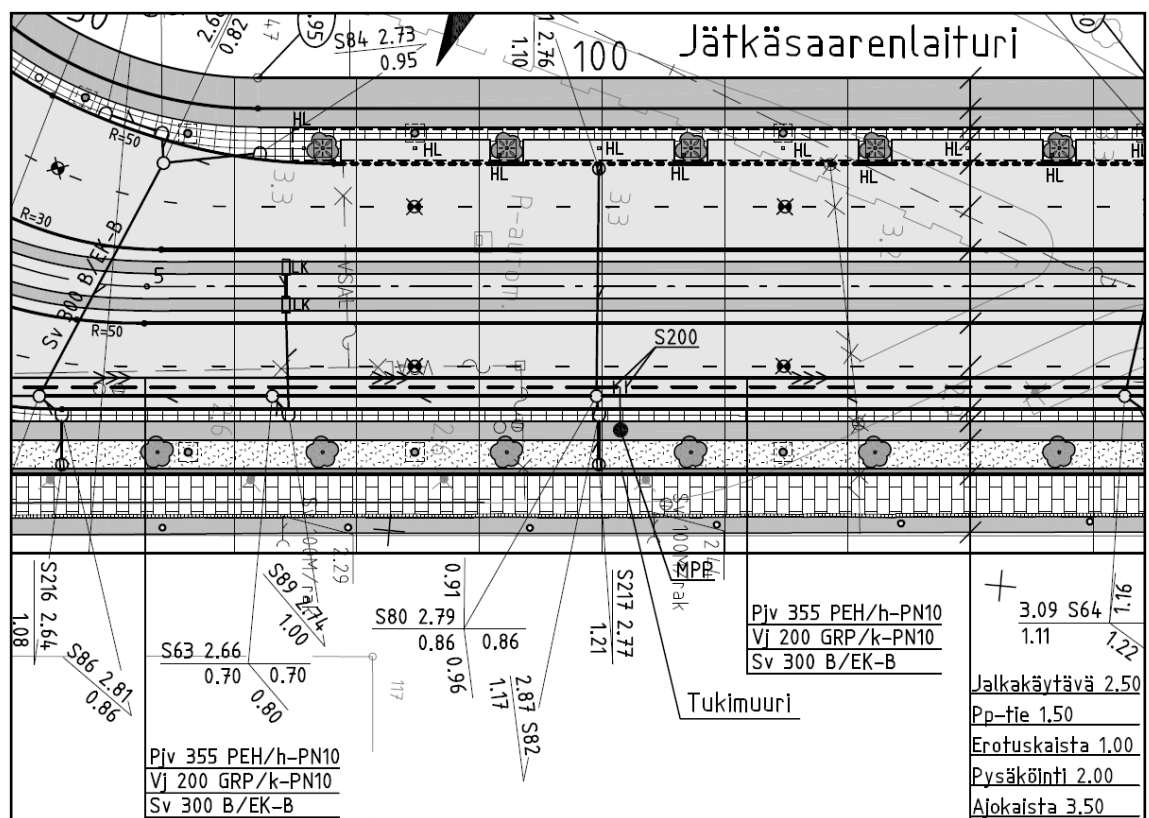
Katusuunnitelma on selkeä, värillinen suunnittelukohteen havainnekuva, jota käytetään asukastilaisuuksissa ja päätöksenteossa. Katusuunnitelmassa tulee esittää katualueen eri osien käyttötarkoitukset, esimerkiksi ajorata, jalkakäytävä ja viheralueet. Lisäksi katusuunnitelmasta tulee ilmetä, kuinka uusi katu sopeutuu vanhoihin rakenteisiin ja ympäristöönsä. Myös muun muassa kadun liikennejärjestelyt, kuivatus ja päällystysmateriaalit tulee esittää katusuunnitelmassa. Asioista, jotka eivät selviä katusuunnitelmasta, tehdään suunnitelmaselostus.

Katusuunnitelmasta tiedotetaan osallisia ja heille järjestetään tilaisuus tulla kuulluksi. Katusuunnitelma asetetaan nähtäville kahdeksi viikoksi, jonka aikana osallisilla on mahdollisuus kommentoida sitä. Katusuunnitelman hyväksyy kaupungin- tai kunnanvaltuusto, ellei se ole siirtänyt hyväksymisvastuuta jollekin toiselle taholle.

[8, s. 24–27.]

Tekniset piirustukset

Samanaikaisesti katusuunnitelman kanssa laaditaan rakennussuunnitelmat, joissa vesihuollon ratkaisut viimeistellään. Rakennussuunnitelmiin sisältyvät muun muassa asemapiirustus, tasauspiirustus, pituusleikkaus, poikkileikkaus, erikoispiirustukset tarvittaessa sekä kustannusarvio.



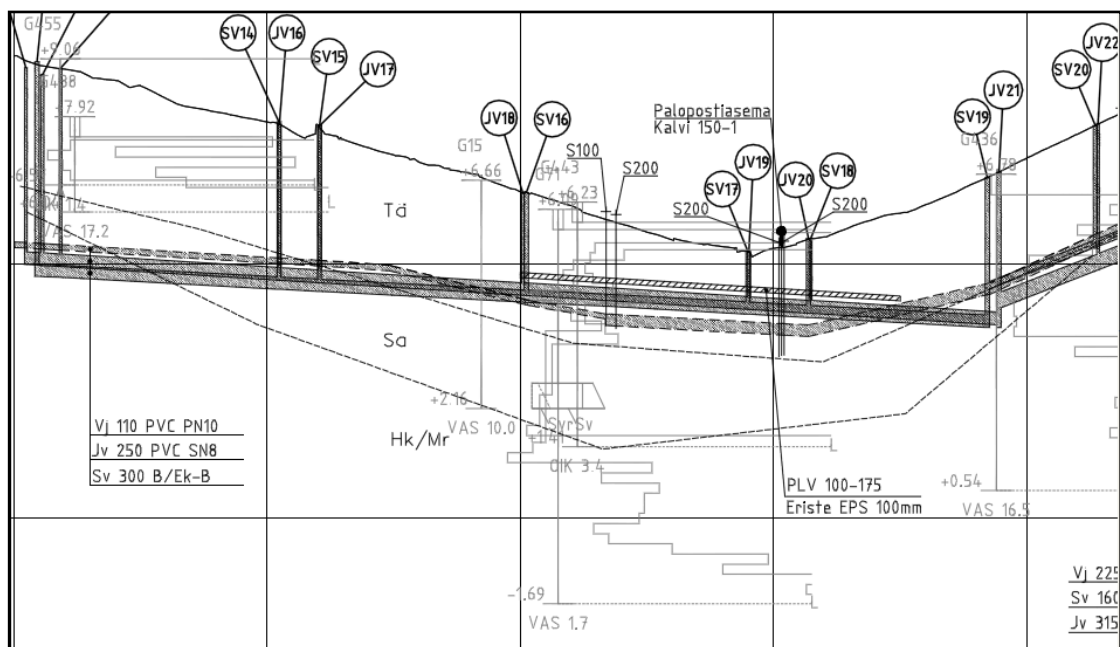
Kuva 7. Ote Jätkäsaarenlaiturin asemapiirustuksesta [22].

Asemapiirustuksessa suunnitelma-alue esitetään yleensä mittakaavassa 1:500 tai 1:1000. Asemapiirustuksesta tulisi saada selkeä kuva suunnitelma-alueesta ja sen sijoittumisesta ympäristöönsä. Asemapiirustuksessa (kuva 7) esitetään muun muassa

katualueen rajat, pituuspaalutus 10 tai 20 metrin välein, vesijohdot ja viemärit materiaaleineen ja kokomerkintöineen, viemäreiden ja kaivojen korkeusasemat, vesijohdon laitteet ja varusteet kokoineen sekä kourut. Uudet kaivot numeroidaan, jotta ne voidaan yhdistää kaivokohtaisiin kaivokortteihin.

Tasauspiirustus havainnollistaa suunnitelma-alueen kuivatusta. Tasauspiirustuksessa esitetään suunnitelma-alueen pintojen kaltevuudet tasauskäyrien avulla. Tasauspiirustus laaditaan yleensä mittakaavaan 1:200 tai 1:500. Siinä esitetään muun muassa katualue sekä hule- ja jätevesiviemärit sekä vesijohdot kuten asemapiirustuksessakin, kadun ja luiskien tasauskäyrät 10 cm välein.

Pituusleikkauksen pituusmittakaava 1:1000 ja pystymittakaava on 1:100 ja se esitetään mittalinjan tai keskilinjan kohdalta. Pituusleikkaus (kuva 8) on suunnitelma-alueen pituussuuntainen tarkasteluleikkaus 0-paalulta loppupaalulle. Siinä esitetään muun muassa maaston tiedot, tasausviiva korkeustietoineen, alkuperäinen maanpinta, vesijohdot ja viemärit korkeus-, materiaali- ja kokomerkintöineen, kaivot, risteävät johdot korkeus-, materiaali- ja kokomerkintöineen, kairaus- ja maaperätiedot sekä pohjanvahvistustavat.

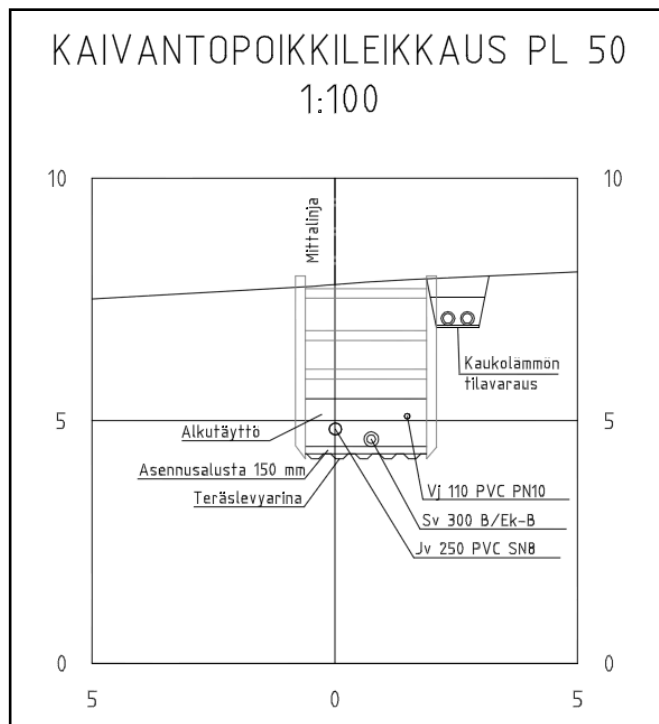


Kuva 8. Ote Otaniemen metroaseman pituusleikkauksesta [23].

Rakennepoikkileikkausten tarkoituksena on esittää kadun rakenne paaluluvun kasvusuuntaan katsottuna. Mittakaavana on yleensä 1:50 tai 1:100. Poikkileikkauksia laaditaan suunnitelma-alueesta tarvittava määrä. Poikkileikkauksessa esitettäviä asioita ovat muun muassa katualueen ja sen osien leveydet, kaivannot, vesihuoltojärjestelmien ja muiden maanalaisten rakenteiden sijainti sekä poikkileikkauksen eri osien paksuudet ja sivukaltevuudet.

Paalupoikkileikkaukset esitetään tapauskohtaisesti 10...20 m välein. Niissä esitetään lähes samat asiat kuin rakennepoikkileikkauksissa, muttei niin yksityiskohtaisesti. Vesihuollon järjestelmien osalta molemmat ovat samanlaisia.

Tarvittaessa voidaan laatia erikoispiirustuksia kuten vesihuollon yleisasemapiirustus. Siinä esitetään muun muassa hule- ja jätevesiviemärit ja kaivot, putkimateriaalit ja -koot sekä kaivojen korkeusasemat. Lisäksi siinä esitetään vesijohdot putkimateriaaleineen ja kokoineen sekä vesijohdon varusteet ja laitteet. Vesihuollon yleisasemapiirustuksessa esitetään myös poistettavat johdot ja viemärit.



Kuva 9. Ote Otaniemen metroaseman kaivantopoikkileikkauksesta [23].

Muita vesihuollon suunnitteluun liittyviä suunnitelmia ovat esimerkiksi johtosiirtokartta, kaivantosuunnitelma tai -poikkileikkaus (kuva 9), pohjatutkimuspiirustukset ja detaljipiirustukset erityisrakenteista, kuten pumppaamoista.

[8, s. 27–29; 24; 25.]

Vesihuollon suunnitteluun kuuluu myös kustannusten arviointi. Kustannusten arviointi tehdään Fore-kustannustenhallintaohjelmalla. Suunnitelmista lasketaan rakennusosien määrät, jotka syötetään Foreen. Se sisältää ajantasaiset hintatiedot 4000 rakennusosalle. [26.]

3.5 Suunnittelua tukevat julkaisut ja suunnitteluohjelmat

3.5.1 Olemassa olevat ohjeet ja julkaisut

Vesihuollon suunnittelua koskevia suunnitteluohjeita ja julkaisuja on laadittu useita. Esimerkkinä näistä ovat Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010, Suomen Rakennusinsinöörien Liiton RIL ry:n julkaisut, kuten RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu ja Suomen kuntatekniikan yhdistyksen Katu 2002.

InfraRYL 2010 osa 1, Väylät ja alueet -julkaisu käsittää infrarakentamisen yleisen laatuvaatimukset. Se on kirjallinen kuvaus käytettävästä rakennustavasta ja se määrittää rakennusteknisen laadun. Se sisältää rakenteiden toimivuusvaatimukset, joita voidaan käyttää suunnittelukriteereinä rakenteita suunniteltaessa ja mitoittaessa. Lisäksi se sisältää väylien ja alueiden tekniset vaatimukset, joita käytetään määriteltäessä rakennusosien ja työvaiheiden laatua. InfraRYL 2010 osa 2, Järjestelmät ja täydentävät osat -julkaisu sisältää muun muassa vesihuoltojärjestelmien tekniset vaatimukset. Teknisissä vaatimuksissa esitetään esimerkiksi urakoitsijalle ja valmistajalle velvoitteita sekä ohjeita työmaalle. [18; 27.]

RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu -julkaisu on jaettu kahteen osaan. Osa 1 käsittelee vesihuollon perusteita ja toiminnallisuutta yleisellä tasolla ja osa 2 käsittelee varsinaista vesihuoltoverkon mitoittamista ja suunnittelua tarkemmin. Tässä julkaisussa ei käsitellä hulevesiverkkoja, vaan ne sisältyvät KATU 2002 -julkaisuun. [4; 8.]

Tämä insinööriyön liitteenä oleva suunnitteluohje noudattaa edellä mainittuja ohjeita. Se kuitenkin eroaa aikaisemmin laadituista siten, että siinä on yksityiskohtaisempia mitoitusarvoja, jotka on sovittu käytettäväksi pääkaupunkiseudun vesihuoltosuunnittelussa.

3.5.2 Vesihuollon suunnitteluohjelmat

Vesihuoltoverkkojen suunnittelussa suunnittelijan apuna ovat suunnitteluohjelmat, joihin suunnittelijan on osattava syöttää haluamansa lähtötiedot, kuten putkien koot ja materiaalit, ja suunnitteluohjelmisto auttaa piirtämään esimerkiksi halutunlaisen putkikaivannon. Tämän insinööriyön tuloksena saatava suunnitteluohje toimii siis suunnittelijan tukena.

Vianova Systems Finland Oy on yhdyskuntatekniikan alan ohjelmistotalo, jonka päätuotteena on yhdyskuntatekniikan suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon kehitetty Novapoint ohjelmistoperhe. Novapoint Water and Sewer on työkaluohjelmisto nimensä mukaisesti vesihuoltojärjestelmien suunnittelua varten. [28.]

Bentelyllä on WaterCAD ja SewerCAD -ohjelmistot, jotka ovat erityisesti tarkoitettu vesijohdon mitoitukseen ja viemäriin mitoitukseen. MicroStation on Bentley'n CAD-ohjelmisto. MicroStationin kanssa yhteensopiva Terrasolid Oy:n Terra Pipe -työkaluohjelmisto on vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu-, mittaus- ja mallinnussovellus. [29; 30.]

Novapointilla ja MicroStationilla voidaan laatia putkiverkosta 3D-malli, jonka avulla on helppo tarkastella putkien ja kaivojen sijoittelua ja huomata helposti törmäyskohdat. Suunnitelmasta voidaan ohjelman avulla tulostaa karttakuva vesihuollosta, pituus- ja poikkileikkaukset sekä kaivokortit. [28; 29.]

Basepoint Oy:n FIKSU-kunnallistekniikan suunnitteluohjelmisto on AutoCAD-, AutoCAD Map 3D- ja AutoCAD Civil 3D -ohjelmistojen päälle tehty monipuolinen ohjelmisto, joka on tarkoitettu katu-, tie-, alue- ja vesihuoltosuunnitelmien laatimiseen. Myös tällä ohjelmistolla voidaan laatia tekniset piirustukset, niihin liittyvät koordinaatti- ja massalaskennat, kaivokortit, liittymisilmoitukset ja 3D-mallit. [31.]

4 Vesihuollon suunnittelukäytännöt pääkaupunkiseudulla

4.1 Suunnitteluohjeen kuvaus

Tässä luvussa syvennyttään *Verkostosuunnittelukäytännöt*-ohjeeseen (liite 3). Ohjeessa käydään läpi vesihuollon verkostosuunnittelukäytäntöjä pääkaupunkiseudulla ja se sisältää vesihuoltoverkon mitoituksen, vesihuoltoverkon materiaalit, laitteet ja varusteet sekä vesihuoltoverkon menetelmäsaneerauksen. Ohjeen tarkoituksena on toimia muistilistana vesihuollon suunnittelijalle, joten sen vuoksi siitä on laadittu tiivis. Ohjeeseen on koottu muun muassa mitoitusarvoja, putkikokoja ja -materiaaleja, putkikaltevuuksia ja ohjeita putkien, laitteiden ja kaivojen sijoittelusta ynnä muita pääkaupunkiseudun suunnittelukäytäntöjä.

Tässä luvussa on nostettu vesihuoltoverkon mitoitus ja osien vaaka- ja pystysuuntainen sijoittelu, sillä ne ovat oleellimmat asiat vesihuollon suunnittelua kunnallisteknisen suunnittelijan näkökulmasta.

4.2 Vesihuoltoverkon mitoitus

Tässä osiossa annetaan vesijohtoverkolle ja viemäriverkolle mitoitusarvoja, joita käytetään pääkaupunkiseudun vesihuoltoverkkoa mitoittaessa.

4.2.1 Vesijohtoverkon mitoitus

Vesijohtoverkko mitoitetaan verkkojen mallinnusohjelmilla jo yleissuunnitteluvaiheessa, mutta mitoitus tulee tarkistaa yksityiskohtaisia rakennussuunnitelmia tehdessä. Lisäksi yksittäiset putket mitoitetaan usein laskukaavojen tai nomogrammin avulla. Mitoituslaskelmien periaatteena on ratkaista verkon painetasot ja painehäviöt, kun tiedetään mitoitusvirtaamat, syötöt verkkoon ja tunnetut painetasot.

Vesijohtoverkkoa ei mitoiteta nykyhetken vedenkulutuksen arvoilla, koska yhdyskuntarakenne kehittyy ja laajenee jatkuvasti. Sen vuoksi vesijohtoverkon mitoitus perustuu vedenkäytön suuruuden, vaihtelun ja jakautumisen ennusteisiin. Nämä ennusteet pohjautuvat asutuksen, palvelutoimintojen ja teollisuuden laajuuden ennusteisiin, sekä veden ominaiskäytön kehityksen ennusteisiin. Ennusteita laadittaessa tulee käyttää

hyväksi vesihuoltolaitoksen tilastoja veden käytön määrästä sekä eriasteisten kaavojen yhteydessä tehtyjä tutkimuksia. Vesihuoltoverkon osien tekninen ikä voi olla 50...100 vuotta, mutta luotettavia ennusteita vedenkulutuksen kehityksestä on vaikea tehdä niin pitkälle ajalle. Pääkaupunkiseudulla ennustejakson pituutena käytetään 30 vuotta. [5, s. 237; 20.]

Vedenkäytön suuruutta kuvaa veden ominaiskäytön arvo, joka saadaan kun vesilaitoksen vuorokaudessa toimittama vesimäärä jaetaan alueen asukasluvulla. Todellinen vedenkäyttö asukasta kohden on kuitenkin pienempi, sillä ominaiskäyttö koostuu osatekijöistä, joita ovat asutuksen, työpaikkojen ja teollisuuden veden yksikkökäytöt sekä yleisen vedenkäytön osuus. [19, s. 16.]

Pääkaupunkiseudulla asutuksen yksikkökäytön arvona käytetään 140 l/as/d. Työpaikkojen käyttöarvona käytetään 70 l/työpaikka/d. Työpaikkojen vedenkulutus voidaan vaihtoehtoisesti laskea myös perustuen kerrosneliöihin ja toiminnan luonteesta riippuviin vedenkäyttöarvoihin, jolloin liike- ja toimistorakennusten veden käyttöarvona käytetään 4 l/k-m²/d, ja koulujen ja päiväkotien veden käyttöarvona käytetään 7 l/k-m²/d. Yleisen vedenkulutuksen, eli laskuttamattoman veden arviona, käytetään 15 m³/km/d. Vaihtoehtoisesti voidaan perustaa yleisen vedenkulutuksen määrä asukaslukuun, jolloin käytetään arvoa 50 l/as/d. [20.]

Yleissuunnitelmavaiheen laajoissa tarkasteluissa ei välttämättä tiedetä suunniteltavasta alueesta muuta kuin asukasmäärä. Jos tarkempia tietoja alueen rakenteesta ei ole käytävissä, voidaan käyttää arviota verkostoon pumpatun veden määrälle 250 l/as/d. Ellei asukasmäärää ole muuten saatavissa, kaava-alueen asukasmäärä voidaan arvioida kaavassa esitetyn asumisväljyyden ja asuinkerrosneliöiden perusteella. Esimerkiksi Helsingissä asumisväljyyden tyyppillinen arvo on noin 40 k-m²/as. [19, s. 15; 20.]

Vedenkäyttö vaihtelee vuodenaikojen välillä sekä vuorokausirytmien mukaan. Esimerkiksi talvella ei tarvita kasteluvettä toisin kuin kesäaikaan ja yöllä vettä käytetään vähemmän kuin päivällä. Jotta vesihuoltojärjestelmien suunnittelun tavoite saavutettaisiin ja vettä olisi käyttäjille tarvittava määrä tarjolla, vesijohtoverkon mitoittaa tilanne, jossa veden kulutus on suurinta. Pääkaupunkiseudulla mitoitusvirtaamana käytetään suurinta tuntikäyttöä eli huipputuntikulutusta. Huipputuntikulutus saadaan kaavasta 1.

$$Q_{\text{hmax}} = k_h * k_d * \frac{Q_d}{24} \quad (1)$$

jossa Q_{hmax} on huipputuntikulutus (l/s), k_h on maksimituntikerroin, k_d on maksimivuorokausikerroin ja Q_d on keskimääräinen vedenkäyttö vuorokaudessa (l/as/d). Kaava voidaan esittää myös tiivistetyimmässä muodossa, kuten kaavassa 2.

$$Q_{\text{hmax}} = \text{huippukulutuskerroin} * Q_{\text{ominaisk}} \quad (2)$$

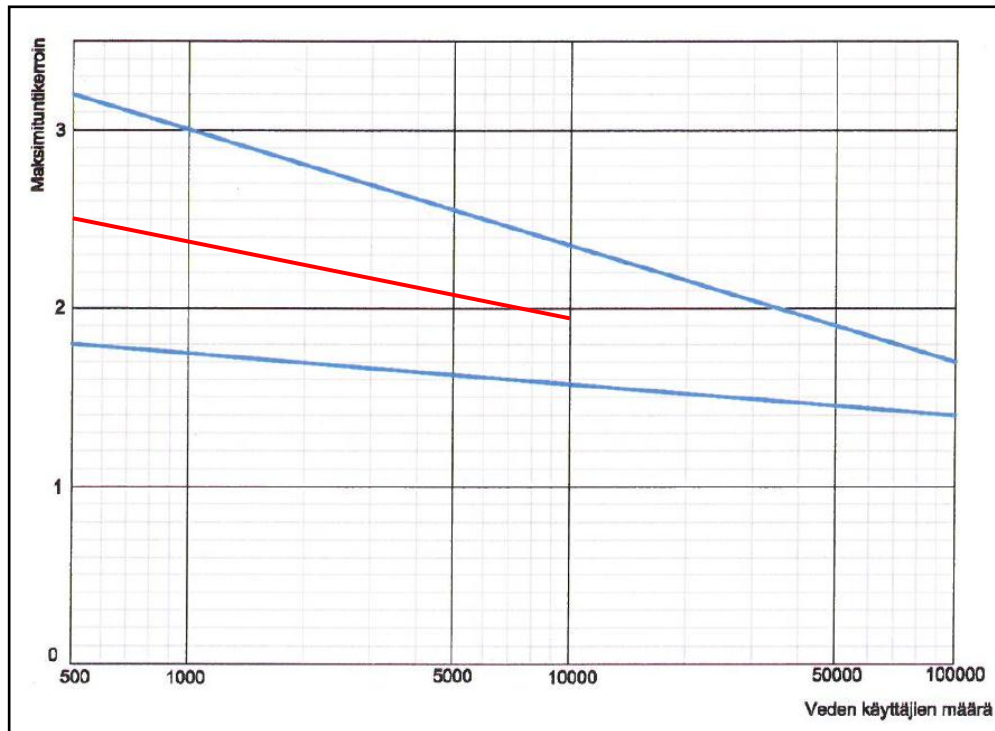
jossa

$$\text{huippukulutuskerroin} = k_h * k_d \quad (3)$$

$$Q_{\text{ominaisk}} = \text{veden ominaiskäyttö} = \frac{Q_d}{24} \quad (4)$$

Käyttökertoimet kuvaavat vedenkäytön vaihteluja ja ne ovat sitä suurempia, mitä pienemmästä alueesta on kysymys. Käyttökertoimet perustuvat kokemukseen. Pääkaupunkiseudulla maksimivuorokausikertoimena käytetään arvoa 1,2. Maksimituntikerroin saadaan kuviosta 2.

Kuviossa 2 vaaka-akselilla esitetään veden käyttäjien määrä ja pystyakselilla maksimituntikerroin, jonka arvot sijoittuvat kahden sinisen viivan välille. Pääkaupunkiseudun käytäntönä on, että alle 10 000 asukkaan alueilla maksimituntikerroimena käytetään puolen välin, eli punaisen viivan, alapuolella olevia arvoja. [20.]



Kuvio 2. Maksimituntikerroin [5, s. 23].

Pelastuslain (379/2011) mukaan HSY on vastuussa sammutusveden toimittamisesta, joten sammutusvedet on otettava huomioon vesijohtoverkoston mitoituksessa. HSY:n alueen pelastuslaitoksien sammutusvesisuunnitelmat ovat tekeillä ja ne ovat käytössä vuodesta 2013 alkaen. Siihen asti käytetään Kuntaliiton verkkojulkaisua *Opas sammutusvesisuunnitelman laatimiseksi*, jonka tietojen perusteella on laadittu taulukko 1. Kiinteistöjen sprinklereiden vedentarvetta ei huomioida vesijohtoverkon mitoituksessa.

Taulukko 1. Sammutusvesimäärät [32, s. 13].

Jakelualueen rakenne	Sammutusvesimäärä	
Omakoti- ja pientalo-alue		Pääsääntöisesti palolaitoksen oma kalusto
Kerrostaloalue	30...40 l/s	Palopostin runkojohto 150 - 200 mm Palovesiasema tai luonnonveden ottopaikka 0 - 2 km päässä
Liike- ja teollisuusalue	≥ 90 l/s	Palovesiaseman runkojohto 300 mm Useiden vesilähteiden yhteiskäyttö

Alueilla, joilla on erityisen suurien vesimäärien vaativia kiinteistöjä, kuten tehtaita, tulee mitoitus tilanne arvioida erikseen. Myös vesitorneja syöttävien runkolinjojen mitoituksessa otetaan huomioon vesitornin täyttötilanne.

Jokaisessa vedenkäyttötilanteessa tulee vesijohtoon paineen olla kaikille vedenkäyttäjille riittävä. Vesijohtoverkon normaalipaine on 2,5...7,0 bar tonttijohdon liitoskohdassa. Mikäli verkostopaine jää kiinteistön liitoskohdassa alle 2,5 bar, esimerkiksi tilanteessa, jossa tontti sijaitsee katualuetta paljon korkeammalla, järjestetään paineenkorotus HSY:n ohjeiden mukaisesti.

Vesijohtoputken painehäviöt lasketaan niin sanotulla Hardy-Crossin menetelmällä, joka on esitetty kaavassa 5.

$$h = L * 0,54 \sqrt{\frac{Q}{0,278 * C * d^{2,63}}} \quad (5)$$

jossa h on painehäviö (mvp), L on putken pituus (m), C on Hazen-Williamsin kerroin (taulukko 2) ja d on putken sisähalkaisija (m).

Taulukko 2. Hazen-Williamsin kertoimet eri putkimateriaaleille [19, s.37].

Putken materiaali	C-arvo
Asbestisementti	140
Betoni	120...140
Galvanoitu putki	120
Kupari	130...140
Messinki	130...140
Muovi	140...150
Teräs	110...120
Valurauta	130

Yleisten vesijohtojen minimiputkikokona käytetään Ø 63 mm putkea. Veden virratessa paineellisessa putkessa, putken kaltevuuteen ei kiinnitetä suurta huomiota. Mutta kooltaan \geq Ø 300 mm yleisten vesijohtojen tavoitteellinen minimikaltevuus on 2 ‰, jotta putki saadaan tarvittaessa tyhjennettyä.

[5, s. 245, 269–270; 20.]

4.2.2 Jätevesiviemäriin mitoitus

Mitoituksen lähtötietoina määritetään aikaväli, jonka aikana esiintyvä suurin tuntivirtaama mitoitaa viemäriin. Oikein mitoitettu jätevesiviemäri johtaa 20...40 vuoden aikana esiintyvän suurimman tuntivirtaaman ja on itsestään huuhtoutuva kerran vuorokaudessa. Pääkaupunkiseudulla viemäri mitoitetaan 30 vuoden aikana esiintyvän suurimman tuntivirtaaman mukaan. Aikaväli on samanpituisempi kuin ennustejakson pituus vesijohtoverkkoa mitoittaessa.

Lisäksi lasketaan mitoitusvirtaamat sekä otetaan huomioon vaiheittain etenevän rakentamisen vaatimukset. Tämä tarkoittaa, että varmistetaan viemäriin huuhtoutuvuus myös alueen rakentamisen aikana, jolloin jätevesivirtaamat ovat vielä pieniä.

Viemäreiden mitoitusehdot ovat:

- putken riittävän kokoinen halkaisija mitoitusvirtaaman johtamiseen
- putken minimikaltevuus huuhtoutumisen varmistamiseksi
- putken maksimikaltevuus putken eroosion välttämiseksi
- eri putkimateriaalien asettamat vaatimukset
- viemäröintitavan valinta.

Yleissuunnitteluvaiheessa tarkistetaan verkoston kapasiteetin riittävyys myös nykyisen verkoston osalta purkupisteelle asti. Purkupisteenä voi olla esimerkiksi kokoojaviemäri, pumppaamo tai puhdistamo.

Jätevesiviemäriin mitoitusvirtaama koostuu jätevesivirtaamasta ja vuotovesistä. Kun kyseessä on erillisviemäröinti, jolloin hulevesiä ei johdeta jätevesiviemäriin, jätevesiviemäriin mitoitusvirtaama saadaan kaavasta 6.

$$Q_{vmit} = Q_{jmit} + Q_{pmit} \quad (6)$$

jossa Q_{vmit} on jätevesiviemäriin mitoitusvirtaama (l/s), Q_{jmit} on jätevesivirtaama (l/s) ja Q_{pmit} on vuotovesien määrä (l/s).

Jätevesivirtaama voidaan laskea kaavalla 7, mutta tällöin on kuitenkin muistettava, että vesijohtoveden ominaiskäyttö koostuu osatekijöistä, joten siihen sisältyy myös teollisuuden vedenkäyttö.

$$Q_{jmit} = \frac{k_h * k_d * P * Q_{ominaisk}}{3600 * 24} \quad (7)$$

jossa Q_{jmit} on jätevesivirtaama (l/s), k_h on maksimituntikerroin, k_d on maksimivuorokausikerroin, P on viemärintialueen asukasmäärä ja $Q_{ominaisk}$ on vesijohtoveden ominaiskäyttö (l/as/d).

Vuotovedet ovat vesiä, jotka pääsevät viemäriin esimerkiksi pintavaluntana kaivon kannen reiän kautta tai vuotavien liitosten ja putkihalkeamien kautta. Vuotovesien määrä vaihtelee viemäriverkon kunnon ja iän mukaan, mutta uusilla alueilla vuotovedet voidaan arvioida kaavalla 8.

$$Q_{pmit} = 0,2 * L \quad (8)$$

jossa Q_{pmit} on vuotovesien määrä ja L on viemäriin pituus (m).

Putkikaltevuudeksi valitaan alustava arvo, joka myöhemmin tarkistetaan. Usein putken kaltevuus myötäilee kadun kaltevuutta, niin että viemäriputken peitesyvyys täyttyy. Viemäriin peitesyvyyden on vähintään oltava 1,80 m viemäriin vesijuoksusta maanpintaan.

Putken kapasiteetti voidaan valita Colebrookin nomogrammeista (liite 2). Ensimmäinen nomogrammi on putkille, joiden k -arvo eli karkeusluku on 0,2. Toinen nomogrammi on putkille, joiden k -arvo on 1,0. Mitä pienempi k -arvio, sitä liukkaampi putken sisäpinta on. Nomogrammin vasemmassa pysty akselissa on paineputkea mitoittaessa painehäviön arvot ja gravitaatioputkea mitoittaessa putken kaltevuuden arvot ‰:na. Mitoitusvirtaaman ja putkikaltevuuden avulla nomogrammistä voidaan lukea teoreettinen putken sisähalkaisija, joka pyöristetään ylöspäin lähimpään putkikokoon. Tämän jälkeen taulukosta luetaan virtausnopeus. Pääkaupunkiseudulla jätevesiviemäriin minimiputkikoko on Ø 200. Putkikokojen minimikaltevuuksia on pidettävä silmällä valittaessa putkikokoa.

Tätä varten on laadittu taulukko 3, jossa on esitetty pääkaupunkiseudulla käytetyt eri putkikokojen minimikaltevuudet.

Taulukko 3. Putkien minimikaltevuudet [20].

Putkikoko	Minimikaltevuus
Ø 200	7 ‰
Ø 250	6 ‰
Ø 300	5 ‰
Ø 400	3,5 ‰
Ø 500	3,0 ‰
Ø 600	2,5 ‰
Ø 700 - 800	2 ‰
Ø 1000	1,5 ‰
≥ Ø 1200	1 ‰

Putken koon valinnan jälkeen varmistetaan viemärin huuhtoutuvuus. Virtausnopeus tulisi putken huuhtoutuvuuden kannalta olla vähintään 0,6 m/s ja putken eroosion kannalta enintään 5,0 m/s.

Jätevesiviemärin huuhtoutuvuus voidaan tarkistaa esimerkiksi käyrästöjen avulla (liite 3). Käyrästön pystyakselilla on virtaama, ja vaaka-akselilla on energiaviivan kaltevuus eli putken kaltevuus. Jokaiselle käyrässä esiintyvälle putkikoolle on kaksi käyrää, ylä- ja alaraja. Putki on todennäköisesti huuhtoutuva, jos virtaama ja kaltevuus kohtaavat putkikoon ylemmän käyrän yläpuolella, jolloin hankausjännitys on $\geq 1,5 \text{ N/m}^2$. Putki ei todennäköisesti ole huuhtoutuva, jos virtaama ja kaltevuus kohtaavat putkikoon alemman käyrän alapuolella, jolloin putken hankausjännitys on $\leq 1,0 \text{ N/m}^2$.

Saneerauskohteissa putkikoko tarkistetaan ensisijaisesti esimerkiksi alueen pumppaamoista saaduilla virtaamatiedoilla tai niiden puuttuessa mitoituslaskelmilla. Mitoituslaskelmissa vuotovesien vaikutus huomioidaan kertomalla laskennallinen virtaama arvolla 1,2. Jos näin lasketun mitoitusvirtaaman arvoksi saadaan $\geq 500 \text{ l/s}$, tulee virtaama tarkistaa virtaamamittauksilla.

[5, s. 457–466; 19, s. 45–52; 20.]

4.2.3 Hulevesiviemärin mitoitus

Hulevesiviemärit mitoitetaan mitoitussateelle, eli suurimmalle sadevesimäärälle, joka vaatii välitöntä poisjohtamista. Viemäreitä ei kuitenkaan ylimitoiteta niin, että rankimpienkin sateiden vedet mahtuisivat viemäreihin. Sen sijaan mitoitussateen yllättäviä rankkasateita varten mitoitetaan ja suunnitellaan tulvareitit tulvariskien hallintalain mukaisesti. Pääkaupunkiseudulla hulevesiviemärit mitoitetaan sateelle, jonka rankkuus on 150 l/s/ha, mikä vastaa noin kerran kahdessa vuodessa toistuvaa 10 minuuttia kestävää sadetta. Kuten jätevesiviemärin mitoituksessakin, yleissuunnitteluvaiheessa verkoston kapasiteetin riittävyys purkupisteelle saakka tarkistetaan myös nykyisen verkoston osalta. [5, s. 460; 20.]

Suurilla valuma-alueilla, esimerkiksi 10...100 ha, tarkistetaan, käytetäänkö virtaaman mitoittajana rankkasadetta vai lumen sulamista. Näistä valitaan suurempi. Valuma-alue tarkoittaa aluetta, jolta vesiuoman tietyn poikkileikkauksen läpi virtaavat vedet kertyvät. Rankkasateen aiheuttama virtaama lasketaan kaavalla 9.

$$Q_{\text{hmit}} = i * \varphi * F \quad (9)$$

jossa Q_{hmit} on hulevesivirtaama (l/s), i on mitoitussateen rankkuus (l/s/ha), φ on valumakerroin ja F on valuma-alueen pinta-ala (ha).

Sateen rankkuudella tarkoitetaan tietyn kokoiselle alueelle lyhyessä ajassa satanutta vesimäärää. Sateen kesto on sama kuin mitoitettavalle viemärointialueella esiintyvä pisin virtausaika. Valumakerroin kuvaa, kuinka suuri osa sadevedestä imeytyy maahan ja kasveihin, ja kuinka suuri osa otetaan huomioon kuivatusta mitoittaessa. Valumakerroimia on listattu taulukoihin 4 ja 5.

Taulukko 4. Valumakertoimia pinnan laadun mukaan [8, s. 120].

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, runsaasti kasvillisuutta	0,15
Kallioinen metsä	0,15
Niitty, pelto, puutarha	0,10
Tasainen tiheäkasvuinen metsä	0,05

Taulukossa 4 on listattu valumakertoimia pinnan laadun mukaan. Mitä paremmin pinta imee vettä itseensä, sitä pienempi valumakerroin. Taulukossa 5 on listattu valumakertoimia alueen laadun mukaan. Mitä suurempi osa alueesta on huonosti itseensä vettä imevää pintamateriaalia, kuten asfalttia tai kiveystä, sitä suurempi on valumakerroin.

Taulukko 5. Valumakertoimia alueen laadun mukaan [8, s. 120].

Alueen laatu	Valumakerroin
Umpinaiset kerrostalokorttelit/ kestopäällysteiset pihat	0,80
Umpinaiset kerrostalokorttelit/ sorapäällysteiset ja istutuksia sisältävät pihat	0,70
Avoimet kerrostalokorttelit	0,60–0,40
Rivitaloalueet ja vastaavat	0,35
Omakotialueet/pienet tontit	0,30–0,25
Omakotialueet/suuret tontit	0,25–0,20
Urheilu- ja leikkikentät	0,20
Suurehkot puistoalueet, joutomaa	0,10–0,05

Hulevesiviemärin putken kapasiteetti ja kaltevuus mitoitetaan samalla tavalla kuin edellä esitetty jätevesiviemärin putki. Hule- ja sekavesiviemäreille on asetettu yhteinen taulukko 6, jossa esitetään eri putkikokojen minimikaltevuudet.

Taulukko 6. Hule- ja sekavesiviemäreiden minimikaltevuudet pääkaupunkiseudulla [20].

Putkikoko	Minimikaltevuus
Ø 300	5 ‰
Ø 400	3,5 ‰
Ø 500	3,0 ‰
Ø 600	2,5 ‰
Ø 700 - 800	2 ‰
Ø 1000	1,5 ‰
≥ Ø 1200	1 ‰

Laajojen alueiden huleveden kokoojaviemäreitä mitoittaessa on otettava huomioon veden virtausaika mitoitettavan alueen etäisimmästä kohdasta mitoituskohtaan eli huleveden viipymä. Jos veden virtausaika etäisimmästä kohdasta mitoituskohtaan on pienempi kuin sateen kesto, mitoituskohdan virtaamiin vaikuttaa koko valuma-alueen sadevedet sateen aikana. Laajoilla alueilla virtausmatkan ja virtausajan kasvaessa mitoitussateen suuruus pienenee. Tällöin voidaan viemärissä kulkevan vesimäärän pieneminen ottaa huomioon kertomalla hulevesivirtaama (kaava 9) niin sanotulla hidastumiskertoimella (kaava 10).

$$\Psi = \frac{1}{\sqrt[n]{A}} \quad (10)$$

jossa Ψ on hidastumiskerroin, A on viemäröintialue (ha) ja n on 8, jos maaston keski- kaltevuus on suurehko, n on 5...6, jos maasto on kohtalaisen kalteva ja n on 4, jos maasto on laakea.

Hulevesiviemärin mitoituksessa huomioidaan kunnan hulevesistrategia tai -ohjelma.

[5, s. 462–463; 8, s. 119–121.]

Tulvareitit

Tulvareiteistä vastaa kadunpitäjä. Alueen tasaus suunnitellaan siten, että tulvavedet ohjataan pintavaluntana katuverkkoa ja viheralueita pitkin avo-ojiin ja -uomiin. Esimerkiksi tiiviissä kaupunkirakenteessa tämä ei aina ole mahdollista ja silloin rakennetaan tulvamitoitettuja hulevesiviemäreitä tai hulevesikanaaleita. Erityistä huomiota tulvareiteillä on kiinnitettävä hulevesikaivojen sijoitteluun ja lukumäärään, kansistojen virtauskapasiteettiin sekä kitakansistojen käyttömahdollisuuksiin.

Tulvareitit ja -viemärit mitoitetaan kerran 50 vuodessa toistuvalla 10 minuutin kestoiselle rankkasateelle. Tulvareitin poikkipinta-ala on suunniteltava koko reitin matkalta niin, etteivät tulvavedet nouse tonteille. Jos tulvareitti sijaitsee tontilla, tulee uoman muoto ja pohjan korkeus määrittää.

[20.]

4.2.4 Sekavesiverkon mitoitus

Sekavesivirtaama saadaan kun lasketaan yhteen jätevesivirtaama, hulevesivirtaama ja vuotovedet, kuten kaavassa 11.

$$Q_{\text{sekav}} = Q_{\text{vmit}} + Q_{\text{hmit}} \quad (11)$$

jossa Q_{sekav} on sekavesivirtaama (l/s), Q_{vmit} on jätevesivirtaama (l/s) ja Q_{hmit} on hulevesivirtaama.

Sekavesiviemäriin mitoituksessa hulevesivirtaamaa laskiessa sateen rankkuutena käytetään arvoa 160 l/s/ha, mikä vastaa noin kahdessa vuodessa toistuvaa 10 minuutin rankkasadetta.

[20.]

4.2.5 Paineviemäriin mitoitus

Paineviemäriin mitoitus tehdään hyvin samalla tavalla kuin vesijohdonkin mitoitus, mutta painevisäriin mitoituksessa putkikoon valintaan vaikuttaa jäteveden laatu. Virtausnopeus (kaava 12) mitoituksvirtaaman pumppaustilanteessa määrittää painevisäriin putken halkaisijan.

$$v = \frac{Q_{vmit}}{A} \quad (12)$$

jossa v on virtausnopeus (m/s), Q_{vmit} on jäteveden mitoituksvirtaama (m³/s) ja A on putken poikkileikkausala (m²).

Mitoituksen lähtökohtana on virtausnopeuden tavoitearvo 1,0 m/s, mutta virtausnopeuden sallittu vaihteluväli on 0,7...1,3 m/s. Lyhyillä painevisäreillä virtausnopeuden sallittu vaihteluväli on 1,5...3,0 m/s. ≥ Ø 400 painevisäreillä virtausnopeudeksi sallitaan 1,4...1,5 m/s.

Painevisäriin minimiputkikokona käytetään Ø 110 mm ja minimikaltevuutena 2 ‰. Pienepainevisäriin mitoitetaan tapauskohtaisesti. Putken minimikoko on kuitenkin Ø 40 mm.

Paineiskut eli pumpun pysäytystilanteiden painevaihtelut ovat sitä suurempia, mitä suurempi on pumppaustilanteen virtausnopeus, eli silloin, kun on kyseessä pieni putki. Paineiskujen kannalta painevisäreissä on suositeltavampaa käyttää suurempia putkia.

Painevisäriin mitoituksessa optimoidaan investointi- ja energiakustannukset painevisäriin putken kokoa valittaessa. Pienen putken läpi pumppaaminen kuluttaa enemmän energiaa, kuin että pumpattaisi viemäriä samalla mitoituksvirtaamalla suuremman putken läpi. Toisaalta pienemmät putket voivat olla edullisempia kuin suuret.

[19, s. 57–58; 20.]

4.2.6 Pumppaamon mitoitus

Pumppaamon mitoitus vaatii erityisosaamista, joten pumppaamon mitoituksen tekee usein pumppaamon suunnittelija, ei kunnallistekninen suunnittelija. Pumppaamon suunnittelussa on kuitenkin rajapinta pumppaamon ja siihen liittyvien viemäreiden liitoskohdassa. Tämän vuoksi on selvennettävä, mitkä asiat ovat kenenkin vastuulla. HSY määrittelee hankekohtaisesti, mitoittaako varsinaisen pumppaamon konsultti vai HSY itse.

Kunnallistekninen suunnittelija määrittelee pumppaamon mitoitusta varten tarvittavat lähtötiedot ja kirjaa ne HSY:n laatimalle pumppaamon lähtötietolomakkeelle. Kunnallistekninen suunnittelija määrittelee suunnitelmissa pumppaamon tarkan sijainnin koordinaatein. Lisäksi kunnallistekninen suunnittelija määrittelee pumppaamolle tulevan mitoitusvirtaaman ja tuloviemäriin koon, jotka hän on selvittänyt jo viemäriä mitoittaessa. Myös tuloviemäriin materiaali on määriteltävä. Tuloviemäriin vesijuoksun korkeustaso pumppaamon liitoskohdassa sekä ylivuotokaivon koko ja korkeusasema tarvitaan pumppaamon mitoittamiseen. Lisäksi on määriteltävä pumppaamosta lähtevän paineviemäriin purkukaivon sijainti ja purkukorkeus.

Pumppaamon suunnittelija mitoittaa varsinaisen pumppaamon. Pumppaamon staattinen nostokorkeus tarkoittaa paineviemäriin purkuputken pään vesijuoksun ja pumpun välistä korkeutta. Pumppujen teho tarkoittaa sitä, kuinka paljon energiaa ja aikaa tietyn jätevesimäärän pumppaamiseen kuluu. Myös pumppaamon imualtaan tilavuus määritellään. Tässä kohdassa pohditaan, käytetäänkö niin sanottua pakettipumppaamaa eli valmista elementtiä vai paikalla valettua pumppaamaa. Pumppaamon suunnittelijan tehtävänä on myös määrittää pumppaamosta lähtevän paineviemäriin pituus, materiaali, halkaisija sekä paineluokka.

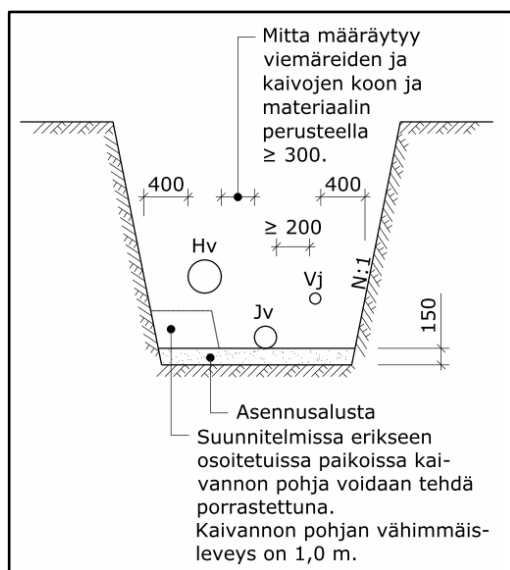
[20.]

4.3 Vesihuoltorakenteiden sijoittelukäytännöt

4.3.1 Vesijohdon ja viemäreiden korkeusasemat ja putkiristeilyt

Vesihuoltoverkostoja suunniteltaessa vesijohdon ja viemäreiden sijoitteluun kiinnitetään paljon huomiota. Sijoittelulla tarkoitetaan sekä pystysuuntaista että vaakasuuntaista sijoittelua. Korkeusasemaan vaikuttaa tonttien alin viemärointitaso, muut johdot, liittyminen rakennettuun verkkoon, jäätymissyvyys, maaperä sekä purojen ja ojien pohjatasot. Vaakasuuntaiseen sijaintiin vaikuttaa muun muassa maanpinnan muodot, katujen ja muiden johtojen sijainti sekä tonttien rajat. Vesijohtojen ja viemäreiden tarkka pystysuuntainen sijainti esitetään pituusleikkauksesta ja vaakasuuntainen sijainti esitetään poikkileikkauksissa sekä asemapiirustuksessa.

Pääkaupunkiseudulla vesijohdon, jonka rinnalla ei ole muita johtoja, ohjeellinen peitesyvyys putken laesta maanpintaan $\varnothing \leq 400$ mm putkilla on 2,0 m ja suuremmilla putkilla, $\varnothing > 500$ mm, ohjeellinen peitesyvyys on 2,0 m maanpinnasta putken keskelle. Jätevesiviemäriin, jonka rinnalla ei kulje muita johtoja, peitesyvyys mitattuna putken vesijuoksusta maanpintaan on riittävä, kun se on 1,8...2,0 m. Huleveden runkoviemäri, jonka rinnalla ei ole muita johtoja, sijoitetaan minimissään 1,8 m syvyyteen mitattuna viemäriin vesijuoksusta maanpintaan. Paineviemäriin minimipeitesyvyys putken laesta on 1,8 m. Joskus näiden minimipeitesyvyyksien noudattaminen ei ole mahdollista, jolloin suunnitellaan lämpöeristykset niihin kohtiin, joissa minimipeitesyvyys ei täyty.

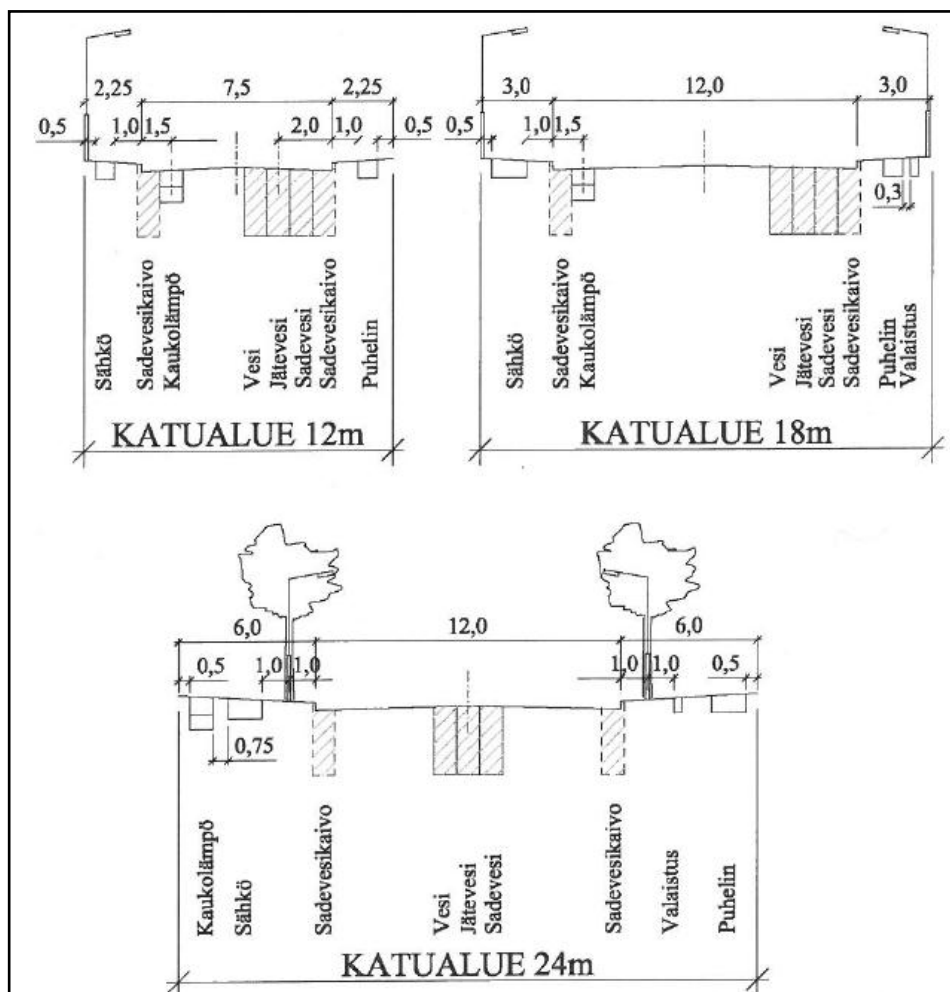


Kuva 10. Vesihuoltoputkien sijoitus kaivantoon ja kaivannon vähimmäismitat [27].

Vesijohdot ja viemärit pyritään sijoittamaan kaivantoon niin, että ne olisivat ylhäältä alaspäin mentäessä hulevesiviemäri korkeimmalla tasolla, sitten vesijohto ja alimpana jätevesiviemäri (kuva 10). Maaperän ollessa erityisen pehmeää tai kun putket perustetaan laatalle, voidaan joutua asentamaan putket samaan tasoon kustannusten vähentämiseksi.

Yleinen vesihuolto pyritään sijoittamaan katualueelle tai muulle yleiselle alueelle, ei siis tontille. Katualueelle sijoittuu usein vesijohdon ja viemärin lisäksi myös kaukolämpö- ja kaukojäähdytysputkia, sähkökaapeleita sekä puhelin- ja telekaapeleita. Runsaan maanalaisten rakenteiden vuoksi olisi hyvä noudattaa tiettyjä ohjeellisia poikkileikkauksia, joista esimerkkinä kuva 11. Poikkileikkauksissa on esitetty tilavaraukset edellä mainituille johdoille ja kaapeleille.

[20.]



Kuva 11. Vesihuollon sijoittuminen katualueelle [19].

virtaamistaan kaivosta huolimatta, eikä viemärivereden liete aiheuta tukoksia kerääntyessään kaivoon. Myös kulmakaivoissa, joissa viemäriinjan suunta muuttuu enemmän kuin 60°, lähtevän putken vesijuoksun korko suunnitellaan 50 mm alemmaksi kuin tulevan putken vesijuoksun korko. Kaivon pohjalle muotoillaan kouru, joka ohjaa viemärivereden oikeaan suuntaan, eikä virtausnopeus hidastu.

Siirryttäessä pienemmästä putkikoosta suurempaan, esimerkiksi kun tonttviemäri muuttuu kokoojaviemäriksi, muutos tapahtuu kaivoissa. Putkikoon muuttuessa korkeusasema suunnitellaan yleensä niin, että putkien laet ovat samalla korkeudella, niin sanotusti laet vastakkain.

[19, s. 106–107; 20.]

4.3.3 Hulevesikaivot

Hulevesikaivot ovat joko runkolinjassa käytettäviä kiinteäkantaisia tarkastuskaivoja tai ritiläkantaisia viiksikaivoja, jotka keräävät hulevedet kadulta ja ohjaavat ne tarkastuskaivojen kautta runkolinjaan. Pääkaupunkiseudulla käytäntönä on, että runkolinjassa ei ensisijaisesti käytetä ritiläkansia, mutta Espoossa ja Vantaalla tästä käytännöstä voidaan poiketa, jos katutila on hyvin kapea. Enintään kaksi hulevesikaivoa voidaan ketjuttaa toisiinsa ennen kuin ne liittyvät tarkastuskaivon. Katuluokissa 1–3, jotka ovat vilkkaasti liikennöityjä katuja, ja joukkoliikennekaduilla käytetään kitakaivoja. Ne ovat reunakivilinjan kanssa samaan linjaan asennettavia kaivoja, joita käytettäessä asfalttiin ei tarvitse tehdä painanteita. Lisäksi kitakaivo helpottaa kadun uudelleen asfaltointia.

Hulevesikaivoina käytetään sisähalkaisijaltaan 800 mm EK-järjestelmän betonikaivoja. Myös muovisia hulevesikaivoja voidaan käyttää, jos runkolinja on muovia ja kooltaan \emptyset 315 mm. Ritiläkaivoissa on oltava sakkapesä, joka on tilavuudeltaan \geq 300 l. Esimerkiksi \emptyset 800 mm betonikaivoissa on 600 mm syvä sakkapesä, johon kadulta huuhtoutuva hiekka jää, eikä näin ollen tuki putkia. Sakkapesä muodostuu siten, että kaivon pohjan korko on lähtevän putken vesijuoksusta 600 mm alempana. Jos ritiläkaivo joudutaan tilanpuutteen vuoksi suunnittelemaan ilman sakkapesää, tulee sen liittyä runkolinjaan sakkapesällisen tarkastuskaivon kautta. Jos hulevesikaivo yhdistetään seka-vesiviemäriin, tulee purkuputki varustaa hajulukolla, eli 90 astetta alaspäin kääntyvällä

muhvikulmayhteellä. Kulmayhteen materiaalina on PVC/k, jossa k tarkoittaa kumitiivistettä. Hajulukollisten kaivojen sakkapesä on 900 mm lähtöputken vesijuoksusta.

Ritiläkaivojen maksimikaivoväli on 50...60 m. Kadun alimmat kohdat vaativat yleensä tätä tiheämmän kaivovälin. Yhtä kaivoa kohden sallittu katupinta-ala riippuu kadun viettokaltevuudesta sekä kadun reunan niin sanotun vesinauhan sallitusta leveydestä. Jos viettokaltevuus on pieni, sallittu katupinta-ala kaivoa kohden on pienempi ja kaivoja tarvitaan useampi. Jos taas viettokaltevuus on suuri, sallittu katupinta-ala on suurempi ja alueen kuivatuksesta selvittää pienemmällä määrällä kaivoja.

Vesinauhaksi kutsutaan kadulle reunakiven reunaan virtaavasta hulevedestä syntyvää vesiuomaa. Mitä pienempi kadun kaltevuus, sitä leveämpi vesinauha syntyy. Normaalisti vesinauhan leveydeksi sallitaan 0,75 m. Kun katu on ahdas, ajotila on pieni ja jalankulku on vilkasta, eikä erotuskaistaa ole, vesinauhan leveydeksi sallitaan 0,5 m. Kun jalankulun ja ajoradan välissä on erotuskaista, voidaan vesinauhan leveydeksi sallia 1,0 m. Pääkaupunkiseudulla päällystetyn alueen pinta-ala hulevesikaivoa kohti on maksimissaan 500 m².

Ritiläkaivoja tulee sijoittaa kadun matalimpiin kohtiin, joihin vesi kerääntyy. Lisäksi ritiläkaivoja tulisi sijoittaa valumissuuntaan katsottuna ennen suojatietä, liikennesaarekkeen alapäähän keräämään kadun yli valuva vesi. Liittyvältä kadulta valuva vesi tulisi kerätä ennen kuin se valuu pääkadulle, joten liittyminen on hyvä sijoittaa ritiläkaivot.

[8, s. 124–125; 20.]

4.3.4 Hulevesiputket

Hulevesikaivon liitosputkella tarkoitetaan hulevesikaivon ja tarkastuskaivon välistä putkea (kuva 13). Hulevesikaivojen liitosputkina käytetään muoviputkia, tarkemmin sanottuna 250 PEH/h-PN10, 315 PEH/h-PN10 tai 315 PP/k-SN8 putkia. Ketjutettujen hulevesikaivojen liitosputket mitoitetaan tapauskohtaisesti. Liitosputken pituuskaltevuudeksi suunnitellaan ≥ 1 %, mutta poikkeustapauksissa myös 0,7 % on sallittu.



Kuva 13. Vasemmalla ja keskellä takana hulevesikaivot purkavat oikealla olevaan huleveden tarkastuskaivoon ja sitä kautta runkolinjaan [34].

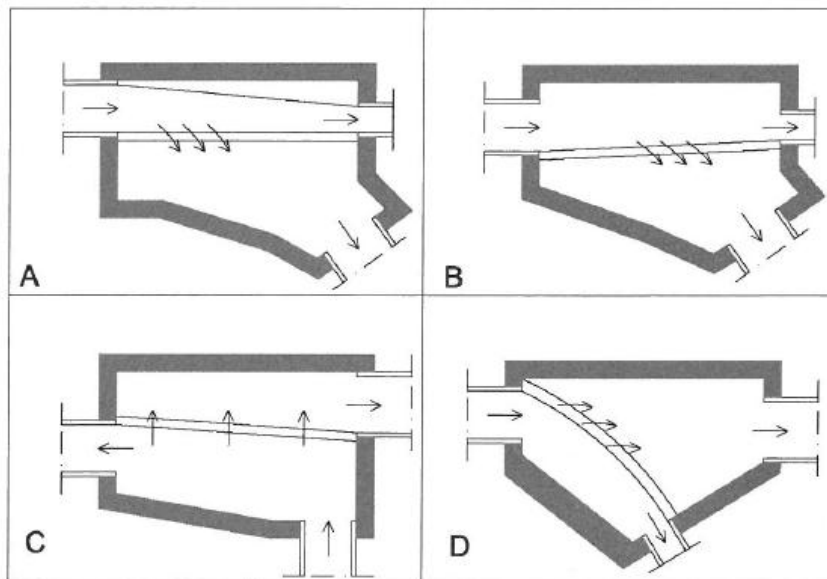
Liitosputken liittyessä toiseen ritiläkaivoon, putket liitetään laet vastakkain, eli putken laet tulevat samalle tasolle. Liitosputken vesijuoksun tulee kuitenkin olla vähintään 50 mm korkeammalla lähtevän putken vesijuoksusta. Liitosputken liittyessä sekavesiviemäriin putket liitetään laet vastakkain, mutta kuitenkin niin, että liitosputken vesijuoksu on vähintään 200 mm korkeammalla lähtevän putken vesijuoksusta. Liitokset tehdään myötävirtaan lähtevään putkeen nähden, jolloin viemäriveresi ohjautuu heti lähtevään putkeen, eikä virtausnopeus hidastu.

[20.]

4.3.5 Ylivuotorakenteet

Ylivuotorakenteet ovat sekavesiviemäriin toteutettavia ylivuotokaivoja, joiden avulla voidaan ohjata virtaamahuippujen aikaiset sekavedet esimerkiksi hule- tai tulvaviemäriin tai vesistöön virtaaman tasaamiseksi. Esimerkiksi rankkasateet aiheuttavat virtaamahuippuja. Ylivuotokaivoon suunnitellaan säädettävä ylivuotokynnys, jonka korkeutta voidaan tarvittaessa säädellä käsin tai koneellisesti. Kuvassa 14 on esitetty neljä ylivuotokaivon toimintaperiaatetta, joissa ylivuotokynnys on eri asennoissa veden virtauk-

seen nähden. Ne ovat kuvan mukaisessa järjestyksessä virtauksen suuntainen, virtaukseen nähden vinottainen, virtaukseen nähden kohtisuora sekä kaareva.



Kuva 14. Ylivuotokaivon toimintaperiaatteet [19].

Ylivuotokynnyksen suunnitteluun vaikuttavat muun muassa virtaama- ja vedenkorkeushuippujen suuruus ja niiden todennäköisyys, putkikoot ja -kaltevuus, padotuskorkeus, mahdollisista tulvista aiheutuvat vahingot ja haitat sekä purkuvesistö. Nämä asiat käydään läpi HSY:n kanssa ylivuotorakenteiden suunnittelun yhteydessä.

[5, s.482; 19, s. 114–115; 20.]

4.3.6 Hulevesiviemärin purku vesistöön

Viemäriputken tai -rummun purkaessa mereen vesipinnan alapuolelle esimerkiksi rantamuureissa tai satama-altaissa, putken korkeusasema suunnitellaan siten, että putken laki on vähintään 0,8 m alimman vedenpinnan alapuolella putken jäätymisvaaran takia. Putken pää ei saa toisaalta olla liian lähellä pohjaa, jotta vesi pääsee vapaasti purkautumaan. Purkuputken pää perustetaan siten, ettei putken edustalle pääse syntymään eroosiota tai kasaumia, jotka haittaavat hulevesiviemärin purkamista.

Purkuputken materiaalina käytetään betonia tai terästä. Terästä käytetään silloin, kun purkuputki sijoitetaan rakenteisiin, esimerkiksi rantamuriin ja -laituriin. Purkuputken minimikaltevuus on halkaisijaltaan ≤ 300 mm putkilla 4 ‰ ja > 300 mm putkilla 2 ‰.

Lähelle rantaa toteutetaan sakkapesällinen, betoninen huoltokaivo kooltaan $\geq \emptyset 800$, josta hulevesilinja voidaan tarvittaessa tulpata esimerkiksi viemäriin puhdistuksen ajaksi. Sakkapesän syvyys on oltava 600 mm.

[19, s.116–117; 20.]

4.3.7 Tonttiliitokset

Pientaloalueilla tonttijohdot suunnitellaan rakennussuunnittelun yhteydessä tontin rajalle asti ja niiden rakentamisesta sovitaan tontin omistajan kanssa kadun rakentamisen yhteydessä. Tonttijohtojen rakentaminen samanaikaisesti kadun rakentamisen yhteydessä on perusteltua geoteknisesti haastavissa kohteissa esimerkiksi silloin, kun kadun johtolinjat stabiloidaan.

Tonttviemärit liitetään yleisen viemäriin tarkastuskaivoihin. Putkiliitokset sallitaan vain poikkeustapauksissa ja putkiliitokset tehdään myötävirtaan. Viemäritunneleihin ei sallita tonttiliitoksia. HSY määrittää tonttviemäreiden liitos- ja padotuskorkeudet liitoskohtalausunnossaan. Liitoskorkeus kuvaa putken vesijuoksun korkeutta. Padotuskorkeudella tarkoitetaan korkeutta, jolle viemärivesi voi vesihuoltolaitoksen verkossa kiinteistön kohdalla enintään nousta. Rakentamalla padotuskorkeuden yläpuolelle varmistetaan, etteivät viemärit tulvi kiinteistöön.

Hule-, jäte- ja sekavesitonttviemäreiden kaivoihin tehtyjen liitosten korkeuksien periaatteet ovat seuraavat:

- Kun kaupungin runkoviemäri on $DN \leq 400$ mm, tonttijohtojen liitoskorkeus on +200 mm lähtevän putken vesijuoksusta.
- Kun runkoviemäri on $DN 500\text{--}600$ mm, tonttijohtojen liitos puoleen väliin lähtevän putken korkeudesta. Esim. runkoviemäri on $DN 500$, tonttijohtojen liitos tehdään +250 mm lähtevän putken vesijuoksusta.

- Kun runkoviemäri on $> DN 600$ mm, tonttijohdon liitoskorkeus on -300 mm lähtevän putken halkaisijasta. Esim. runkoviemäri on $DN 900$, tonttijohdon liitos tehdään $+600$ mm lähtevän putken vesijuoksusta.

Hule-, jäte- ja sekavesitonttiovienäreiden liitoskorkeuksien periaatteet putkiliitoksissa ovat seuraavat:

- Kun kaupungin runkoviemäri on $\leq DN 600$ mm, tonttijohdon liitos tehdään puoleen väliin runkoviemäriputkea. Esim. runkoviemäri on $DN 500$, tonttijohdon liitos tehdään $+250$ mm lähtevän putken vesijuoksusta.
- Kun runkoviemäri on $> DN 600$ mm, tonttijohdon liitoskorkeus on -300 mm lähtevän putken halkaisijasta. Esim. runkoviemäri on $DN 900$, tonttijohdon liitos tehdään $+600$ mm lähtevän putken vesijuoksusta.

Taulukossa 7 esitetään tonttiliittymien ohjeelliset putkikoot vesijohdolle, jäte- ja hulevesiviemärille. Koot riippuvat tontin asuntojen lukumäärästä.

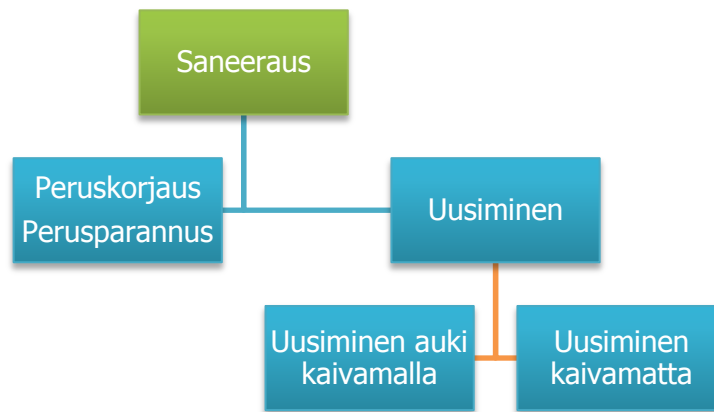
Taulukko 7. Tonttiliittymien ohjeelliset putkikoot [20].

Asuntojen lkm	Tonttivesij./ Ø	Jv / Ø	Hv / Ø
1 – 8	40	110	160 – 200
8 – 35	63	160	200 – 250
≥35	90	200	250

[19, s. 111; 20.]

4.4 Vesihuoltoverkostojen saneeraus

Vesihuoltoverkostojen saneeraus tarkoittaa vanhan rakenteen korjausta, parantamista tai uusimista (kuvio 3). Peruskorjauksessa vanha rakenne korjataan niin, että se toimii osana uutta kokonaisuutta. Perusparannuksessa tehdään laajoja huoltotoimenpiteitä, jotka pidentävät rakenteet kestoikä. Uusiminen tarkoittaa nimensä mukaan vanhan rakenteen korvaamista uudella ja se voidaan tehdä joko kaivamalla kaivanto auki tai sellaisin saneerausmenetelmin, joissa kaivantoa ei tarvita. Tällaista saneerausmenetelmää kutsutaan menetelmä saneeraukseksi.



Kuvio 3. Vesihuoltoverkostojen saneeraus [5].

Verkostosuunnittelukäytännöt-ohjeessa on lyhyesti kuvattu suositeltavien menetelmien toimintaperiaatteet sekä kerrottu, mitä asioita suunnittelijan on otettava huomioon vesihuollon saneerauksen suunnittelussa ja saneerausmenetelmän valinnassa.

Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavat tekniset tekijät, taloudelliset tekijät sekä ulkopuolisille aiheutuvat haitat. Teknisillä tekijöillä tarkoitetaan esimerkiksi painumalolosuhteita. Jos johtolinjassa on pahoja painumia, ei menetelmäsaneerausta pystytä tekemään, vaan saneeraus on tehtävä auki kaivamalla. Toisena esimerkkinä on puhdistustarve. Jotkut saneerausmenetelmät vaativat vanhan johtolinjan puhdistuksen korkeapaineella. Jos johtolinjassa on halkeamia tai siinä esiintyy syöpymistä, se ei välttämättä kestä korkeapaineellista puhdistusta.

Taloudellisilla tekijöillä tarkoitetaan esimerkiksi johdon ympäristössä tapahtuvia toimintoja, saneeraustyön kestoa ja tonttiliitosten määrää. Tilanteessa, jossa johdon ympäristössä tehdään muita maanrakennustöitä, kuten koko kadun saneeraustoimia, on johdon saneeraus auki kaivamalla perusteltua. Pitkäkestoiset saneeraustyöt lisäävät kustannuksia. Tonttiliitosten määrän vaikuttaa menetelmäsaneerausta valittaessa, sillä jotkut menetelmät vaativat tonttiliitosten auki kaivamisen ja joissakin tonttiliitosten tekeminen on vaikeaa ja kallista.

Vesihuollon saneeraus aiheuttaa aina jonkin asteisia haittoja ulkopuolisille. Ahtailla kaduilla liikennejärjestelyt putkikaivannon ohi voivat olla haastavia, kun taas vaihtoehtoiset saneerausmenetelmät, joissa kaivantoa ei ole, vievät huomattavasti vähemmän

tilaa. Myös tilanne kaivannossa, eli putkiristeilyt ja saneerattavan putken vieressä kulkevien johtojen ja kaapeleiden määrä, vaikuttaa saneerausmenetelmän valintaan.

[5, s. 648–651.]

5 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli yhtenäistää pääkaupunkiseudun vesihuollon suunnittelukäytäntöjä sekä laatia niistä *Verkostosuunnittelukäytännöt*-ohje. Pääkaupunkiseudun suunnittelukäytännöt kartoitettiin ja niistä linjattiin yhtenäiset ohjeet. Kartoitus tehtiin Ramboll Finland Oy:n alue- ja kunnallistekniikan yksikön suunnittelijoiden kokemusten ja tietojen perusteella.

Tavoitteena oli laatia ytimekäs suunnitteluohje, josta tarvittava tieto löytyy nopeasti. *Verkostosuunnittelukäytännöt*-ohje sisältää vesihuoltoverkon mitoituksen, vesihuoltoverkon materiaalit, vesihuoltoverkon laitteet ja varusteet sekä vesijohtojen ja viemäreiden menetelmäsaneerauksen. Tiiviin ohjeen tueksi insinööriyöraporttiin sisällytettiin yleistä tietoa vesihuollosta sekä laajemmat ohjeet vesihuoltoverkon mitoituksesta ja vesihuoltoverkon osien sijoittelukäytännöistä.

Ohjeen rakenne muuttui useaan otteeseen työn aikana ja osa asioista päätettiin siirtää muihin tekeillä oleviin ohjeisiin. Työn aikana pohdittiin myös kahden erillisen ohjeen tekoa, sillä joistakin asioista ei pystytty tekemään yhtenäisiä linjauksia näin lyhyessä ajassa. Toisessa ohjeessa olisi siis linjattu yhtenäiset seikat pääkaupunkiseudun vesihuollonsuunnittelukäytäntöihin ja toiseen ohjeeseen olisi eritelty eri kuntien käytännöt sellaisista asioista, joita ei voinut yhtenäistää esimerkiksi tiiviin kaupunkirakentamisen ja väljemmät rakentamisen osalta. Tämä jäi kuitenkin toistaiseksi toteutumatta.

Verkostosuunnittelukäytännöt-ohje osoittautui odotettua laajemmaksi, eikä se näin ollen ehtinyt kokonaisuudessaan valmistua insinööriyöprosessin aikana. Suunnitteluohjeesta julkaistiin luonnosversio insinööriyöraporttia varten. Luonnosta täydennetään sitä mukaa kun ohjeen linjauksista saadaan tehtyä päätökset.

Suunnitteluohjeen laatimista jatketaan insinööriyön valmistuttua ja siihen lisätään ohjeita, mitä asioita tulee ottaa huomioon rakentamiskäytäntöjä, alituksia, avo-ojia suunnitellessa, sekä mitä erityisvaatimuksia suunnitelmille asetetaan. Lisäksi *Verkostosuunnittelukäytännöt*-ohjetta tullaan jatkossa päivittämään, kun suunnittelukäytännöt pääkaupunkiseudulla muuttuvat.

Verkostosuunnittelukäytännöt-ohjeesta muodostui tavoitteen mukaisesti muistilista vesihuollon suunnittelukäytännöistä pääkaupunkiseudulla vesihuollon suunnittelijan käyttöön. Insinööriyöraportista muodostui laajempi katsaus vesihuoltoon ja raporttia voidaan käyttää esimerkiksi uuden vesihuoltosuunnittelijan perehdytysmateriaalina.

Lähteet

- [1.] Ramboll Finlandin organisaatio. Verkkodokumentti. Ramboll Finland Oy. <http://www.ramboll.fi/ramboll_finland_oy/organisaatio>. Luettu 20.3.2012.
- [2.] Rambollin historia. Verkkodokumentti. Ramboll Finland Oy. <http://www.ramboll.fi/ramboll_finland_oy/historia>. Luettu 22.3.2012.
- [3.] Vesihuoltolaki (119/2001). Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=vesihuoltolaki>>. Luettu 28.1.2012.
- [4.] RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, perusteet ja toiminnallisuus. 2010. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- [5.] RIL 124-2-2004 Vesihuolto II. 2004. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- [6.] Britschgi Ritva ym. 2007. Yhdyskuntien vedenhankinnan tulevaisuuden vaihtoehdot. Suomen ympäristö 27/2007. Suomen ympäristökeskus. <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=74888&lan=fi>>. Luettu 28.3.2012.
- [7.] Human development report 2006. Verkkodokumentti. United Nations Development Programme (UNDP). <<http://hdr.undp.org/en/media/HDR06-complete.pdf>>. Luettu 28.3.2012.
- [8.] Katu 2002, Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet, SKTY:n julkaisu nro 11. 2003. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- [9.] Vesilaki (587/2011). Verkkodokumentti. <[http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587?search\[type\]=pika&search\[pika\]=vesilaki](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587?search[type]=pika&search[pika]=vesilaki)>. Luettu 28.2.2012.
- [10.] Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999). Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=maank%3%A4ytt%3%B6-%20ja%20rakennuslaki>>. Luettu 28.3.2012.
- [11.] Terveystuojelulaki (763/1994). Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=terveydensuojelulaki>>. Luettu 3.3.2012.
- [12.] Ympäristönsuojelulaki (86/2000). Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ymp%3%A4rist%3%B6nsuojelulaki>>. Luettu 3.3.2012.

- [13.] Pelastuslaki (379/2011). Verkkodokumentti.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=pelastuslaki>>. Luettu 8.3.2012.
- [14.] Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010). Verkkodokumentti.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100620?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=tulvariskien>>. Luettu 8.3.2012.
- [15.] HSY:n vesihuollon yleiset toimitusehdot. 2010. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY.
<http://www.hsy.fi/vesi/Documents/Hinnat_sopimusehdot/HSY_Vesi_Toimitusehdot_2010.pdf>. Luettu 28.3.2012.
- [16.] RIL 124 Vesihuolto. 1981. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- [17.] Vesi tulee Päijänteestä. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. <<http://www.hsy.fi/vesi/juomavesi/Sivut/vesituleepaijanteesta.aspx>>. Luettu 4.2.2012.
- [18.] InfraRYL 2010, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 2, Järjestelmät ja täydentävät osat. 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- [19.] RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkon suunnittelu, Mitoitus ja suunnittelu. 2010. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- [20.] Verkostosuunnittelukäytännöt, HSY:n vesihuolto, Helsinki, 30.3.2012.
- [21.] Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu. 1979. Kaupunkiliiton julkaisu B63. Helsinki: Kirjapaino Oy Nova.
- [22.] Jätkäsaarenlaituri, asemapiirustus. 2010. Ramboll Finland Oy.
- [23.] Otaniemen ratatunneli ja asema, kaivantopoikkileikkaus ja pituusleikkaus. 2011. Ramboll Finland Oy.
- [24.] Ohje vesihuollon yleisasemapiirustuksen sisällöstä ja ulkoasusta. 2005. Helsingin Vesi.
- [25.] Katusuunnitelman ja kadun rakennussuunnitelmien sisältö. 2011. Helsingin kaupunki. Rakennusvirasto.
- [26.] Fore. <http://www.fore.fi>. Luettu 26.3.2012.
- [27.] InfraRYL 2010, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1, Väylät ja alueet. 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

- [28.] Tietoa Vianovasta. Verkkodokumentti. Vianova Systems Finland Oy. <<http://www.vianova.fi/index.php/Tietoa-Vianovasta#.Tyz0Y-TxeDd>>. Luettu 4.2.2012.
- [29.] Sustaining infrastructure. 2012. Verkkodokumentti. <<http://www.bentley.com/en-US/>>. Luettu 24.3.2012.
- [30.] Terra Pipe, Vesi- ja viemäriverkostojen suunnittelusovellus. Verkkójulkaisu. Terra Solid. <http://www.terrasolid.fi/system/files/TerraPipe_fin.pdf>. Luettu 24.3.2012.
- [31.] Kunnallistekniikan suunnitteluohjelmisto. Verkkodokumentti. Basepoint Oy. <http://www.basepoint.fi/?page_id=119>. Luettu 1.4.2012
- [32.] Opas sammutusvesisuunnitelman laatimiseksi. 2011. Kuntaliiton verkkójulkaisu. Suomen Kuntaliitto. <http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2556>. Luettu 8.3.2012.
- [33.] Jätkäsaaren vesihuoltopiirustus. 2012. Ramboll Finland Oy.
- [34.] Senaatintorin lähtötietoaineisto. 2011. Valokuvamateriaali. Ramboll Finland Oy.



HSY:n vesihuolto VERKOSTOSUUNNITTELUKÄYTÄNNÖT

Sisälllys

1	Esipuhe	5
2	Vesihuoltoverkostojen mitoitus	5
2.1	Vesijohtoverkon mitoitus	5
2.2	Jätevesiverkon mitoitus	7
2.3	Hulevesiverkon mitoitus	8
2.4	Sekavesiverkon mitoitus	9
2.5	Paineviemäriin mitoitus	9
2.6	Pumppaamon mitoitus	9
2.7	Viemäreiden minimikaltevuudet kokoluokittain	10
2.7.1	Hule- ja sekavesiviemärit	10
2.7.2	Jätevesiviemärit	11
2.8	Vesijohtojen ja paineviemäreiden minimikaltevuudet ja -putkikoot	11
2.9	Viemäreiden padotuskorkeudet	11
2.10	Vesijohdon ja viemäreiden korkeusasemat ja putkiristeilyt	12
3	Vesihuoltoverkostojen materiaalit uudisrakentamisessa	13
3.1	Vesijohdot	13
3.1.1	Putket	13
3.1.2	Putken sisä- ja ulkopuoliset pinnoitteet	14
3.1.3	Putkiliitosten materiaalit	15
3.2	Viettoviemärit	15
3.2.1	Jätevesiviemärit	16
3.2.2	Hulevesiviemärit	16
3.2.3	Sekavesiviemärit	16
3.3	Paineviemärit	17
3.4	Kumitiivisteet	17
3.5	Kaivot	17
3.5.1	Tarkastuskaivot	17
3.5.2	Hulevesikaivot	18
3.5.3	Paineviemäriin purkukaivot	19
3.5.4	Satulakaivot	19
3.6	Suojaputket	19

4	Vesihuoltoverkoston laitteet ja varusteet	21
4.1	Vesijohtoverkot	21
4.1.1	Sulkuventtiilit	21
4.1.2	Paineenalennus-, paineenpito-, paineensäätö- ja yksisuuntaventtiilit	21
4.1.3	Vedenjakelujärjestelmän valvontalaitteet	22
4.1.4	Ilmapoistoverkoston laitteet	22
4.1.5	Vesijohtoverkon laitekaivot	23
4.1.6	Palopostit	23
4.1.7	Huuhteluhaarat ja -postit	25
4.1.8	Tyhjennyshaarat	25
4.1.9	Vesijohtojen ja paineviemäreiden tuenta	26
4.2	Hulevesi-, jätevesi- ja sekavesiviemärit	27
4.2.1	Tarkastuskaivot	27
4.2.2	Hulevesikaivot	27
4.2.3	Hulevesiputket	28
4.2.4	Kansistot	29
4.2.5	Ylivuotorakenteet	29
4.2.6	Hulevesiviemärin purku vesistöön	29
4.2.7	Sukellusviiemärit	30
4.3	Lämpöeristys	30
4.4	Tonttiliitokset	30
4.5	Pumppaamot	32
4.5.1	Jätevedenpumppaamot	32
4.5.2	Hulevesi- ja tulvapumppaamot	33
5	Vesijohtojen ja viemäreiden menetelmäsaneeraus	33
5.1	Yleistä	33
5.2	Vesijohtojen menetelmäsaneeraus	33
5.2.1	Pakkosujutus	34
5.2.2	Pitkäsujutus	35
5.2.3	Muotoputkisujutus	35
5.2.4	Sementtilaastivuoraus	36
5.3	Viemäreiden menetelmäsaneeraus	36
5.3.1	Pitkäsujutus	37
5.3.2	Pätkäsujutus	37
5.3.3	Sukkasujutus	38
5.3.4	Muotoputkisujutus	38

5.3.5	Pakkosujutus	38
5.3.6	Suuntaporaus, vaakaporaus	38
5.3.7	Mikrotunnelointi	39
5.4	Viemärikaivojen menetelmäsaneeraus	39
5.5	Saneeraustyön aikainen väliaikainen verkko	40
6	Rakentamiskäytäntöjä	41
6.1	Kaivannot	41
6.2	Putkien perustaminen ja pohjanvahvistus	41
6.3	Hylättävät johtolinjat	41
7	Alitukset	41
7.1	Vesistönalitukset	41
7.2	Väylien, ratojen ja katujen alitukset	41
7.3	Suojaputket	41
7.4	Suuntaporaus, vaakaporaus	41
7.5	Kallioporaus	41
8	Avo-ojat	41
8.1	Avo-ojan minimileveys, -kaltevuus ja luiskakaltevuudet	41
8.2	Rummut	41
9	Suunnitelmat	41
9.1	Lähtötiedot	41
9.2	Luvat	41
9.3	Laadittavat suunnitelmat ja asiakirjat	41

Liitteet

Liite 1. HSY:n tyyppiirustukset

Liite 2. Yhteystietoluettelo

Liite 3. Ohje vesihuollon yleisasemapiirustuksen laatimisesta

1 Esipuhe

Espoon, Helsingin, Kauniaisten ja Vantaan vesilaitokset yhdistyivät 1.1.2010 HSY:n vesihuolloksi. Yhdistymisen myötä syntyi tarve yhtenäistää vesihuoltokäytäntöjä pääkaupunkiseudulla.

Kaikki yleiset ohjeet ovat voimassa (ks. s. 41). Verkostosuunnittelukäytäntöohjeessa on esitetty yleisiä ohjeita täydentäviä suunnittelukäytäntöjä ja -ratkaisuja em. ohjeeseen.

Ohjeen laadintaan osallistuivat HSY:n vesihuollosta Tuomo Heinonen, Jukka Saarijärvi, Sini Lehtonen, Saara Neiramo, Raisa Kyrönseppä, Tiia Lampola, Mitja Huttunen, Laura Kuismin, Inka Ruotsalainen, Minna Järvenpää ja Pentti Janhunen sekä Ramboll Finland Oy:stä Helmer Berndtson, Mauri Myyrä, Kimmo Hell ja Hanna Myllylä.

2 Vesihuoltoverkoston mitoitus

Vesijohtojen ja jätevesiviemäreiden mitoituksessa käytetään vesihuoltoverkkojen suunnittelu *RIL 237-2-2010* -julkaisua. Hulevesiverkon mitoituksessa käytetään *Katu 2002* -julkaisua ja *Kuntaliiton Hulevesiopasta*. Vesihuoltoverkoston mitoituksessa ennustejakso on 30 vuotta. Maankäytön muutokset varmistetaan kaavoittajalta ja otetaan huomioon suunnittelussa.

Tässä ohjeessa muoviputken halkaisijalla tarkoitetaan nimellisulkohalkaisijaa ja muiden putkien halkaisijalla tarkoitetaan nimellissisähalkaisijaa. Verkoston mitoituksessa käytetään putken todellista sisähalkaisijaa.

2.1 Vesijohtoverkon mitoitus

Käyttövesi- ja jätevesimäärät lasketaan asukasmäärään, työpaikkojen määrään ja/tai rakennusten kerrosaloihin perustuvan veden ominaiskulutuksen sekä yleisen vedenkulutuksen ja vedenkulutukseltaan merkittävien teollisuuskiinteistöjen avulla. Erityisliittymät tulee ottaa huomioon erikseen sekä vuorokautista vedenkulutusta että tuntikohtaisia maksimivirtaamia laskettaessa.

Asutuksen ominaisvedenkulutuksena käytetään 140 l/as/d.

Työpaikkojen ominaisvedenkulutuksena voidaan käyttää 70 l/työpaikka/d. Työpaikkojen vedenkulutus voidaan vaihtoehtoisesti laskea myös perustuen kerrosneliöihin ja toiminnan luonteesta riippuviin vedenkäyttöarvoihin. Liike- ja toimistorakennuksien veden käyttöarvona käytetään 4 l/k-m²/d. Koulujen ja lasten päiväkotien veden käyttöarvona käytetään 7 l/k-m²/d. Suurkuluttajien ja erityisliittyjät vedenkulutus on arvioitava aina erikseen.

Yleisen vedenkulutuksen arviona käytetään 15 m³/km/d, kun suunnitellaan laajahkoa verkostoaluetta ja verkoston kokonaispituus pystytään mielekkäästi määrittelemään. Vaihtoehtoisesti voidaan laskuttamattoman veden määrä perustaa asukaslukuun, jolloin käytetään arvoa 50 l/as/d. Yleinen vedenkulutus on suurimmaksi osaksi verkostovuotoja, joka on tasaista vuorokauden ympäri eli sen osalta ei käytetä huippukulutuskerroimia.

Yleissuunnitelmatason laajoissa tarkasteluissa voidaan käyttää arviona verkostoon pumpatun veden määrää 250 l/as/d, mikäli lähtötietoja alueen rakenteesta tarkempaa mitoitusta varten ei ole käytettävissä. Kaava-alueen asukasmäärä voidaan arvioida kaavassa esitetyn asumisväljyyden ja asuinkerrosneliöiden perusteella, ellei sitä ole muuten annettu. Esimerkiksi Helsingissä asumisväljyyden tyyppillinen arvo on noin 40 k-m²/as.

Mitoitusvirtaamana käytetään veden huipputuntikulutusta [l/s] (= veden ominaiskulutus x huippukulutuskerroin). Huippukulutuskerroin saadaan kertomalla vedenkulutuksen maksimivuorokausikerroin maksimituntikertoimella. Kertoimet ovat sitä suurempia, mitä pienemmästä mitoitettavasta alueesta on kysymys. Kertoimina käytetään kokeusperäisiä kertoimia. HSY:n koko toiminta-alueen maksimivuorokausikerroin on 1,2. Maksimituntikertoimina käytetään RIL 237-2-2010, kuvan 3 mukaisia kertoimia kuitenkin niin, että alle 10 000 asukkaan alueilla kuvassa esitetystä vaihteluvälistä käytetään puolenvälin alapuolella olevia arvoja.

Vesijohtoverkoston mitoituksessa on huomioitava pelastuslaitosten sammutusvesisuunnitelmat, jotka laaditaan vuodesta 2013 alkaen. Kunnes HSY:n toiminta-alueen sammutusvesisuunnitelmat ovat käytössä, voidaan sammutusvesimäärinä käyttää Kuntaliiton

verkkojulkaisussa Opas sammutusvesisuunnitelman laatimiseksi esitettyjä vesimäärätarpeita erilaisissa tulipaloissa. Kiinteistöjen sprinklereiden vedentarvetta ei huomioida vesijohtoverkon mitoituksessa

Vesitorneja syöttävien runkolinjojen mitoituksessa on huomioitava myös vesitornin täyttötilanne. Alueilla, joilla on erityisliittyjiä, tulee mitoitus tilanne arvioida erikseen. Virtaamamittareiden mitoituksessa on otettava huomioon myös minimivirtaamat.

Vesijohtomitoituksen normaali verkostopaine on 2,5...7,0 bar tonttijohdon liitoskohdassa. Mikäli verkostopaine jää kiinteistön liitoskohdassa alle 2,5 bar, järjestetään paineenkorotus HSY:n ohjeiden mukaan.

Suunnittelualueen verkosto ja suunnittelu aluetta syöttävä olemassa oleva verkosto mallinnetaan tarvittaessa. HSY ylläpitää koko toiminta-alueen verkostomallia.

2.2 Jätevesiverkon mitoitus

Yleissuunnitteluvaiheessa tarkistetaan verkoston kapasiteetin riittävyys purkupisteelle, esim. kokoojaviemäriin, pumppaamolle tai puhdistamolle, asti myös nykyisen verkoston osalta. Tarkastelussa hyödynnetään olemassa olevat verkostomallit.

Jäteveden mitoitusvirtaama saadaan uusilla alueilla lisäämällä veden huipputuntikulukseen vuotoveden osuus $0,2 \text{ l/s} \times \text{johtokilometri}$.

Jätevesiverkon huuhtouma on tarkistettava, ks. RIL237-2, kohta 2.2.3.

Saneerauskohteissa putkikoko tarkistetaan ensisijaisesti esim. pumppaamoista virtaam tiedoilla, tai niiden puuttuessa mitoituslaskelmilla. Mitoituslaskelmissa vuotovesien vaikutus huomioidaan kertomalla laskennallinen virtaama arvolla 1,2. Jos näin lasketun mitoitusvirtaaman arvoksi saadaan $\geq 500 \text{ l/s}$, tulee virtaama tarkistaa virtaamamittauksilla.

2.3 Hulevesiverkon mitoitus

Hulevesi on maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettavaa sade- ja sulamisvettä. Hulevesiin luetaan myös perustusten kuivatusvedet. Suurilla valuma-alueilla on tarkistettava onko virtaaman mitoittava tekijä lumen sulaminen vai rankkasade.

Yleissuunnitteluvaiheessa tarkistetaan verkoston kapasiteetin riittävyys purkupisteelle saakka myös nykyisen verkoston osalta.

Mitoitusvirtaaman laskentaperiaatteet on esitetty KATU 2002 -julkaisun kohdassa 3.10 Kuivatus, s. 120.

- $Q = i \times \Psi \times F$

Q on virtaama (l/s)

i on mitoitusateen rankkuus (l/s/ha)

Ψ on valumakerroin

F on valuma-alueen pinta-ala (ha)

Hulevesiviemärit mitoitetaan sateelle 150 l/s/ha, mikä vastaa noin kerran kahdessa vuodessa toistuvaa rankkasadetta, jonka kesto on 10 min. Valumakertoimet on taulukoitu pinnan ja alueen laadun mukaan KATU 2002 -julkaisun kohdassa 3.10, s. 120. Mitoitusateen kesto isoilla alueilla valitaan etäisimmän kohdan huleveden virtausajan perusteella.

Hulevesiverkko mitoitetaan valitulle mitoitusateelle. Mitoitusateen ylittäviä rankkasateita varten mitoitetaan ja suunnitellaan tulvareitit, joiden suunnittelusta vastaa kadunpitäjä.

Yksittäistä hyväkuntoista ja toimivaa hulevesiviemäriä ei saneerata automaattisesti, vaikka mitoituslaskelmien perusteella sen kapasiteetti ei olisi riittävä. Näissä tapauksissa laaditaan riskiarvio.

Alueen tasaus suunnitellaan siten, että tulvavedet ohjataan pintavaluntana katuverkkoa ja viheralueita pitkin avo-ojiin ja -uomiin. Poikkeustapauksissa rakennetaan tulvami-

tettuja hulevesiviemäreitä tai hulevesikanaaleita. Tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota hulevesikaivojen sijoitukseen, kaivojen lukumäärään, kansistojen virtauskapasiteetteihin ja kitakansistojen käyttömahdollisuuteen.

Tulvaviemärit ja -reitit mitoitetaan kerran 50 vuodessa toistuvaa 10 minuutin rankkasateelle. Tulvareitin poikkipinta-ala on suunniteltava koko reitin matkalta niin, etteivät tulvavedet nouse tonteille. Jos tulvareitti sijaitsee tontilla, tulee uoman muoto ja pohjan korkeus määrittää. Mitoituksessa huomioidaan Helsingin kaupungin hankkeissa Helsingin hulevesistrategia, Espoon kaupungin hankkeissa Espoon hulevesiohjelma ja Vantaan kaupungin hankkeissa Vantaan hulevesiohjelma. Tulvareiteistä vastaa kadunpitäjä.

2.4 Sekavesiverkon mitoitus

Sekavesiviemärit mitoitetaan huleveden ja jäteveden yhteenlasketulle virtaamalle. Virtaamat lasketaan kohtien 2.2 ja 2.3 periaatteiden mukaisesti.

Sateen rankkuutena käytetään arvoa 160 l/s/ha, mikä vastaa noin kerran kahdessa vuodessa toistuvaa rankkasadetta, jonka kesto on 10 min.

2.5 Paineviemäriin mitoitus

Paineviemäriin mitoituksessa optimoidaan investointi- ja energiakustannus.

- Mitoituksen lähtökohtana on virtausnopeuden tavoitearvo 1,0 m/s, mutta virtausnopeuden sallittu vaihteluväli on 0,7...1,3 m/s.
- Lyhyillä paineviemäreillä sallittu vaihteluväli on 1,5 ... 3,0 m/s.
- DN 400 ja sitä isommilla putkilla virtausnopeus voi olla 1,4...1,5 m/s.

Pienpaineviemärit (esim. LPS) mitoitetaan tapauskohtaisesti. Minimikoko kuitenkin Ø40.

2.6 Pumppaamon mitoitus

HSY määrittelee hankekohtaisesti, onko pumppaamon mitoituksesta vastuussa konsultti vai HSY itse.

Luonnos 30.3.2012

Kunnallistekninen suunnittelija määrittelee seuraavat asiat:

- pumppaamon sijainti koordinaatein
- pumppaamolle tuleva mitoitusvirtaama
- tuloviemäriin koko ja materiaali
- tuloviemäriin vesijuoksun korkeustaso pumppaamon liitoskaivossa
- paineviemäriin purkukaivon sijainti ja purkukorkeus.

Tiedot kirjataan HSY:n pumppaamon lähtötietolomakkeelle.

Pumppaamon suunnittelija määrittelee seuraavat asiat:

- pumppaamon staattinen nostokorkeus
- pumppujen tuotto
- pumppaamon koko ja tyyppi (paikalla valettu / pakettipumppaamo)
- paineviemäriin pituus, materiaali, halkaisija ja paineluokka
- jätevesipumppaamon imualtaan tilavuus
- ylivuodon koko ja korkeusasema.

2.7 Viemäreiden minimikaltevuudet kokoluokittain

Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty uudisrakentamisessa käytettävät minimikaltevuudet. Saaneerauskohteissa ja johtosirroissa voidaan joutua tyytymään pienempiin kaltevuuksiin.

2.7.1 Hule- ja sekavesiviemärit

Hule- ja sekavesiviemäreiden runkolinjojen minimiputkikoko on Ø 300 mm.

Taulukko 1. Hule- ja sekavesiviemäreiden minimikaltevuudet.

Putkikoko	Minimikaltevuus
Ø 300	5 ‰
Ø 400	3,5 ‰
Ø 500	3,0 ‰
Ø 600	2,5 ‰
Ø 700 - 800	2 ‰
Ø 1000	1,5 ‰
≥ Ø 1200	1 ‰

2.7.2 Jätevesiviemärit

Jätevesiviemäreiden minimiputkikoko on Ø200.

Taulukko 2. Jätevesiviemäreiden minimikaltevuudet.

Putkikoko	Minimikaltevuus
Ø 200	7 ‰
Ø 250	6 ‰
Ø 300	5 ‰
Ø 400	3,5 ‰
Ø 500	3,0 ‰
Ø 600	2,5 ‰
Ø 700 - 800	2 ‰
Ø 1000	1,5 ‰
≥ Ø 1200	1 ‰

2.8 Vesijohtojen ja paineviemäreiden minimikaltevuudet ja -putkikoot

Yleisten ≥300 vesijohtojen tavoitteellinen minimikaltevuus on 2 ‰. Yleisten vesijohtojen minimiputkikoko on Ø 63.

Paineviemäreiden minimikaltevuus on 2 ‰ ja minimiputkikoko on Ø 110. Paineviemärit pyritään suunnittelemaan nousevaksi.

2.9 Viemäreiden padotuskorkeudet

Viemäreiden padotuskorkeudet määritellään kiinteistökohtaisissa HSY:n liitoskohtalauseunoissa.

- Jätevesiviemäriin padotuskorkeus on lähtevän putken laki +1.0 m.
- Hule- ja sekavesiviemäriin padotuskorkeus on maanpinta +0.1 m.
- Nykytilanteessa padotuskorkeus Helsingin alueella on aina vähintään +1.5 m (absoluuttinen korkeus merenpinnasta N43 korkeusjärjestelmässä).

Koko pääkaupunkiseudulla siirrytään 1.12.2012 yhteiseen N2000 korkeusjärjestelmään. Muutokset ovat seuraavat:

- Helsingissä N2000 = N43 + 0.305 m
- Espoossa N2000= N60 + 0.247 m
- Vantaalla N2000= N43 + 0.313m.
- Ehdotus: uusien alueiden viemäreiden alin padotuskorkeus N2000 korkeusjärjestelmässä on jatkossa +2.0 m.

2.10 Vesijohdon ja viemäreiden korkeusasemat ja putkiristeilyt

Ohjeelliset putkien optimikorot alueverkossa:

- Pelkkä vesijohto, rinnalla ei muita johtoja: peitesyvyys putken laesta pienillä putkilla (≤ 400 mm) 2,0 m ja suuremmilla (> 500 mm) 2,0 m putken keskelle.
- Pelkkä jätevesiviemäri, rinnalla ei muita johtoja: syvyys noin 1,8–2,0 m maanpinnasta vesijuoksuun on riittävä, ellei esim. liittyvän tontin liittymiskorosta johdun syvennetä.
- Pelkkä hulevesiviemäri, rinnalla ei muita johtoja: syvyys 1.8 m maanpinnasta vesijuoksuun
- Painejätevesiviemäriin asennussyvyys on vähintään 1.8 m putken lakeen.

Poikkeustapaukset suunniteltava erikseen, esim. lämpöeristyksen tarve, jos peitesyvyys ei ole riittävä.

Katualue, yhdistelmä sv + jv + vj: Pyritään esim. Katu 90 kadunrakennuksen teknisten ohjeiden kuvassa 5.11 esittämään järjestykseen ylhäältä päin sv, vj, jv, jolloin jv tulee syvimmälle. Laatalle perustettaessa voidaan joutua asentamaan putket samaan tasoon.

Lisäksi putkien koroissa on huomioitava mm.:

- Risteilyt muiden putkien ja rakenteiden kanssa
- Tonttien liittymisjohtojen onnistuminen
- Liittyminen rakennettuun viemäriverkkoon.

Kaivamalla saneerattavien viemäreiden korkeusasemassa on huomioitava vanhat liitoskohtalausunnot.

Suunnittelussa on huomioitava myös maan epätasaisesta painumisesta, ponttien nostosta tms. aiheutuvat putkien korkeusaseman muutokset erityisesti kun suunnitellaan putkia pienillä kaltevuuksilla. Tarvittaessa viemärilinjoihin suunnitellaan ennakkokorotukset, joissa huomioidaan em. seikoista johtuvat rakentamisen jälkeiset epätasaiset painumat.

3 Vesihuoltoverkoston materiaalit uudisrakentamisessa

Käytettävät materiaalit hankitaan pääsääntöisesti HSY:n kilpailuttamista hankintapaikoista. Materiaalien tekniset vaatimukset on otettu huomioon HSY:n hankinta-asiakirjoissa, joten niitä ei esitetä suunnitelmissa. HSY toimittaa pyydettyä tekniset vaatimukset esim. ST-urakkaa varten.

3.1 Vesijohdot

3.1.1 Putket

Taulukko 3. Yleisissä vesijohdoissa käytetyt putkimateriaalit ja putkikoot.

Putken koko	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 63 – 315	PE-PN10	63, 90, 110, 160, 200, 315, 400, 500, 630
Ø 110 – 315	PVC/k-PN10	110, 160, 225, 315
Ø 100 – 1000	SG/k-PN10	100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000
Ø 600 – 1000	T/h-PN10	600, 800, 1000

Taulukko 4. Tonttijohdot käytetyt putkimateriaalit ja putkikoot.

Putken koko	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 40 – 225	PE-PN10	40, 63, 90, 110, 160, 225
Ø 100 – 200	SG/k-PN10	100, 150, 200

Vesijohtoverkko kokonaisuutena (putket, osat, varusteet) mitoitetaan paineluokkaan PN10, mutta erityiskohteissa, kuten tunneleissa ja vesistöalituksissa, huomioidaan valitseva paine ja käytetään tarvittaessa paineluokkaa PN16. Putkimateriaalin valinnassa

on huomioitava alueen erityisolosuhteet. Esim. raskaasti liikennöidyillä alueilla, pilaantuneissa maissa ja huoltamoiden läheisyydessä on käytettävä metallisia putkia.

- Erityiskohteissa voidaan käyttää HST- tai RST-putkea.
- Silta-asennuksissa käytetään PE tai HST-putkea.
- Halkaisijaltaan \varnothing 400–630 PE-putkea käytetään vesistöalituksissa. Maa-asenteisten PE-putkien maksimihalkaisija on 315 mm.
- Muovilinjoissa käytetään valurautaisia T-haaroja.
- PE-vesijohtolinjoissa voidaan käyttää ruiskupuristettuja tai valurautaisia putkikäyriä.

PE-putkien materiaaliominaisuudet:

- $\varnothing \leq 63$ PE 80 PN10, SDR 11
- $\varnothing \geq 90$ PE 100 PN10, SDR 17
- PN16 SDR 11.

PE-vesijohtoputkien ulkopinnassa on sininen merkkiväri.

3.1.2 Putken sisä- ja ulkopuoliset pinnoitteet

Taulukko 5. Putken sisä- ja ulkopuoliset pinnoitteet.

Putken materiaali	Ulkopinnoite	Sisäpinnoite
PE	erikoistapauksissa suojakuori	-
PVC	-	-
SG	sinkkialumiini + epoksi, sinkki + bitumi tai PE-kalvo	sementtilaasti
Teräs	PE tai polyuretaani	sementtilaasti
HST	-	-

- SG-putken $\varnothing \leq 600$ kulmakappaleiden sisäpuolinen pinnoite on epoksia ja $\varnothing \geq 600$ kulmakappaleiden sisäpuolinen pinnoite on sementtilaastia.
- Teräsputken kulmakappaleiden sisäpuolinen pinnoite on sementtilaastia.

Teräs- ja SG-putkien ulkopuolisen pinnoitteen valinnassa täytyy huomioida myös maan aggressiivisuus ja katodisuojausten tarve. Maan aggressiivisuus perustuu maaperän ominaisvastukseen ja se tulee selvittää. Esimerkkinä aggressiivista maista ovat suope-
räiset maat, savikot, vanhat merenpohjat ja saastuneet maaperät. Aggressiivisuuden perusteella päätetään katodisuojausten tarve ja valitaan putken suojapinnoite.

Ensisijaisesti SG-putkissa käytetään ulkopinnoitteena sinkkialumiini-pinnoitetta puolilä-
päisevällä epoksinpinnoitteella, joka on riittävä maaperään, jonka ominaisvastus on vä-
hintään 500 Ω /cm. Tätä pienemmillä ominaisvastuksilla käytetään erikoispinnoitteita
esim. PE- tai PUX-pinnoitteita.

Teräsputkissa on ulkopinnoitteena 3 mm:n PE-pinnoite, mutta erikoiskohteissa sen
paksuudeksi valitaan 6 mm:ä.

Katodisuojausta käytetään teräsputkilla, kun pelkkä putken pinnoite ei anna riittävää
suojausta. Katodisuojausten tarve tulee selvittää myös kohdissa, joissa ollaan sähkönjake-
lun muuntoasemien (> 110 kV) läheisyydessä. Niissä tulee selvittää mm. hajavirrat
linjalta. Tarkempaa tietoa asiasta saa sähköyhtiöltä. Selvitysten perusteella putkitoimit-
taja määrittää tarvittavan suojauksen putkille.

Maaperän aggressiivisuus voi vaikuttaa myös suojabetonin vahvuuteen esim. paikalla-
valetuissa kaivoissa.

3.1.3 Putkiliitosten materiaalit

Laippaliitoksissa kaikki liitoksen osat, kuten irtolaipat, pultit, mutterit ja aluslevyt tulee
olla haponkestävää terästä (HST).

3.2 Viettoviemärit

- Dr-luokan betoniputkea käytetään syväasennuksissa ja erikoistapauksissa.
- Valurautaputkea käytetään erikoistapauksissa, joissa putkelta vaaditaan suurta
kestävyyttä tai kulutuksenkestävyyttä esim. kun putkella on suuri pituuskalte-
vuus.

- Soikeaa putkea (Qmax tai vastaava) voidaan käyttää jäte- ja sekavesiviemäroidyillä alueilla virtausominaisuuksien optimoimiseksi, kun virtaaman vaihteluväli on suuri (esim. alueen vaiheittain rakentaminen).
- PP-putkina käytetään sisä- ja ulkopinnaltaan sileitä putkia, joihin käy PVC-putken osat.

3.2.1 Jätevesiviemärit

Taulukko 6. Jätevesiviemäreissä käytetyt putkimateriaalit ja koot.

Putken koko	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 200 – 400	PVC/k-SN8	200, 250, 315, 400
Ø 300 – 2000	B/EK-Br	300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000
	Qmax	300/450, 500/750

3.2.2 Hulevesiviemärit

Taulukko 7. Hulevesiviemäreissä käytetyt putkimateriaalit ja koot.

Putken koko	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 300	PVC/k-SN8	315
Ø 300	PP/k-SN8	315
Ø 300 – 2000	B/EK-Br	300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000

3.2.3 Sekavesiviemärit

Taulukko 8. Sekavesiviemäreissä käytetyt putkimateriaalit ja koot.

Putken koko	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 300	PVC/k-SN8	315
Ø 300	PP/k-SN8	315
Ø 300 – 2000	B/EK-Br	300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000
	Qmax	300/450, 500/750

3.3 Paineviemärit

Taulukko 9. Paineviemäreissä käytetyt putkimateriaalit ja koot.

Putken koko	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 110 – 630	PE/h-PN10	110, 160, 225, 315, 400, 500, 630
Ø ≥300	SG/k-PN10	300, 400, 500, 600, 800

- Vesistöalituksissa käytetään PE/h-PN10 tai PE/h-PN16 putkea.
- Tunneliasennuksissa käytetään tarvittaessa PN16 putkea.
- PE-putkina käytetään seinämäsarjan SDR 17(PN10) putkia ja erikoistapauksissa SDR 11(PN16) putkia, joiden materiaali on PE100.
- PE-viemäriputkien ulkopinnassa on ruskea merkkiväri.

3.4 Kumiivisteet

Muhvillisten putkien kumiivisteiden materiaalin valinnassa on huomioitava käyttöolosuhteet. Jos tiivisteeltä vaaditaan öljynkestoa tai maaperä on pilaantunut, on käytettävä erikoistiivisteitä.

EPDM on yleisesti käytetty tiivistemateriaali. Se on esim. SG-putkien ja jatkossa myös EK-putkitiivisteiden vakiomateriaali. EPDM:llä on hyvä lämmönkesto ja se kestää puhdistusnesteitä, emäksisiä nesteitä, synteettisiä hydraulisia nesteitä ja liuottimia, mutta se ei kestä öljyä, rasvaa ja polttoaineita.

NBR on öljynkestävä tiivistemateriaali (soveltuvuus: vesi, ilma, öljyt metaani, propaani, kerosiini, bensiini).

3.5 Kaivot

3.5.1 Tarkastuskaivot

Tarkastuskaivoina käytetään ensisijaisesti umpikannellisia ja sakkapesättömiä valmis-kaivoja.

Taulukko 10. Jäteveden tarkastuskaivot.

Linjan koko	Linjan materiaali	Kaivon koko ja materiaali
Ø 200-300	muovi	Ø 560/ 500 muovi tai Ø 800 betoni
Ø 400	muovi	Ø 800 muovi tai Ø 800 betoni
Ø 300-600	betoni	Ø 800 betoni
Ø 800	betoni	Ø 1000 betoni

Taulukko 11. Huleveden tarkastuskaivot.

Linjan koko	Linjan materiaali	Kaivon koko ja materiaali
Ø 315	muovi	Ø 560/ 500 muovi tai Ø 800 betoni
Ø 300-600	betoni	Ø 800 betoni
Ø 800	betoni	Ø 1000 betoni

- Ø 800 suuremmissa kokoluokissa rakennetaan suorille linjaosuuksille satulakaivot ja risteyskaivoihin betoniset elementti- tai valukaivot.

3.5.2 Hulevesikaivot

Hulevesikaivoissa käytetään ritilä- tai kitakansistoa. Sakkapesän tilavuus on oltava ≥ 300 l.

Taulukko 12. Käytetyt hulevesikaivojen koot ja materiaalit.

Kaivon koko	Materiaali	Huom.
Ø 800/500	PE	teleskooppikaivo
Ø 800	B/EK-Cr	sakkapesän syvyys $\geq 0,6$ m

- Muovisia hulevesikaivoja voidaan käyttää halkaisijaltaan Ø 315 muovisten runkolinjojen yhteydessä.
- Hulevesikaivon ja runkolinjan välisen liitosputken minimikoko on Ø 250.

3.5.3 Paineviemärin purkukaivot

Taulukko 13. Käytetyt paineviemärin purkukaivojen koot ja materiaalit.

Kaivon koko	Materiaali	Huom.
Ø 800	B/EK-Cr	Sulfaatin- ja rikkivedynkestävää betonia tai sisäpuolinen muovipinnoite ja pohjalle HST-levy.
Ø 800	PE	

- Betonikaivon sisäpinnoite voi olla PE tai vastaava muovipinnoite.

Purku on suunniteltava siten, ettei jätevesi roisku. Kaivon koko määräytyy tämän mukaan. Paineviemäri liitetään runkolinjaan rauhoituskaivon kautta. Jos runkoviemäri alkaa purkukaivosta, ei tarvita erillistä runkolinjan kaivoa.

3.5.4 Satulakaivot

Taulukko 14. Käytetyt satulakaivot.

Putken koko	Satulakaivon koko	Materiaali
Ø 800	Ø 600	B/EK-Cr
Ø 1000	Ø 800	"
Ø 1200-2000	Ø 1000	"

- Satulakaivoja voidaan käyttää jälkiliitoksissa $\geq \text{Ø } 800$ vanhoihin betoniputkiin.

3.6 Suojaputket

Suojaputkeen voidaan asentaa vain yksi putki. Suojaputkissa käytetään esimerkiksi PE-muovista valmistettuja keskittämisenrenkaita. Suojaputken materiaalina käytetään ensisijaisesti terästä tai betonia. Tonttijohtojen suojaputkina voidaan käyttää myös muovia, esim. raitiotiekiskojen alituksissa. Tien ja radan alituksissa suojaputkena käytetään tien/radan haltijan hyväksymää materiaalia. Tunkkauksessa käytetään ainoastaan teräksisiä suojaputkia. Seinämäpaksuus määritetään erikseen.

Luonnos 30.3.2012

Taulukko 15. Ohjeellisia aukikaivamalla asennettavien suoja-putken kokoja, kun vesijohto on valurautaa tai terästä.

Vesijohto/ SG (lukittu) tai teräs	Suoja-putki/ teräs	Suoja-putki/ betoni Br tai Dr	Suoja-putki/ muovi
Ø 100	273x5.0	225	225 PE-PN10
Ø 150	324x5.6	300	315 PE-PN10
Ø 200	406x6.3	400	400 PE-PN10
Ø 300	508x6.3	500	
Ø 400	610x6.3	600	
Ø 600	813x8.8	800	
Ø 800	914x10.0	1000	
Ø 1000	1220x12.5	1200	

Taulukko 16. Ohjeellisia aukikaivamalla asennettavien suoja-putken kokoja, kun vesijohto on muovia.

Vesijohto/ PE-PN10	Suoja-putki/ teräs	Suoja-putki/ betoni	Suoja-putki/ PE-PN10
Ø 40	101.6x3.6	225	110
Ø 63	101.6x3.6	225	160
Ø 90	219x4.5	225	160
Ø 110	219x4.5	300	200
Ø 160	273x5.0	300	315
Ø 225	323x5.6	400	
Ø 315	406x6.3	500	
Ø 400	508x6.3	600	
Ø 500	610x6.3	800	
Ø 630	711x8.8	800	

4 Vesihuoltoverkoston laitteet ja varusteet

4.1 Vesijohtoverkot

4.1.1 Sulkuventtiilit

Taulukko 17. Venttiilin tyyppi vesijohdon koon mukaan.

Vesijohdon halkaisija	Venttiili
$\varnothing \leq 400$	Kumiluistiventtiili
$\varnothing > 400$	Laipallinen läppäventtiili

- Sulkujen väli on harkittava tapauskohtaisesti huomioiden putkigeometria.
- Tontti- ja sprinklerijohtoihin tulee aina sulkuventtiili, joka sijoitetaan runkolinjan viereen. Sprinkleri-liitoksen molemmille puolille runkolinjaan asennetaan sulkuventtiilit.
- Lähtökohtaisesti vesijohtoristikon jokaiseen haaraan asennetaan sulkuventtiili.
- Palopostihaara pyritään sijoittamaan vesijohtoristikon yhteyteen. Mikäli paloposti ei ole vesijohtoristikon yhteydessä, palopostihaaran molemmille puolille runkolinjaan asennetaan sulkuventtiilit.
- Palopostihaaraan asennetaan etuventtiili, kun runkolinjan koko \geq DN 300.
- Maanpäällisiin palo- ja palovesiasemiin asennetaan aina etusulku.
- Tunneleihin sijoitettujen ja pystykuilujen yläpään sijoitettujen venttiileiden tulee olla kaukokäyttöisiä.
- Ei-kauko-ohjattavina, maa-asenteisina painerajaventtiileinä käytetään kumiluistiventtiilejä.

4.1.2 Paineenalennus-, paineenpito-, paineensäätö- ja yksisuuntaventtiilit

Venttiilit asennetaan ensisijaisesti lukittavalla kannella varustettuun HSY:n tyyppi-kaivoon ja viemäroidään ensisijaisesti hulevesiviemäriin (pumppaus/vietto).

Venttiilikaivon molemmille puolille asennetaan sulkuventtiilit. Lisäksi kaivossa, molemmin puolin venttiiliä, on oltava liitännät painemittareille.

4.1.3 Vedenjakelujärjestelmän valvontalaitteet

Vedenjakelujärjestelmän valvontalaitteita ovat paine- ja virtaamamittarit ja kuuntelupisteet. Kun vesijohdon putkikoko on ≥ 300 , tulee mittauksen tarve selvittää HSY:ltä (esim. vesistöalitukset).

Tunneliosuuksien pystykuilujen yläpään toteutetaan virtaamamittaus.

Kaikki kiinteät virtaamamittaukset ovat kaukovalvonnassa. Mittarit asennetaan ensisijaisesti tyyppikaivoon.

Vesijohdon kuuntelulaitetta varten vesijohtoon tarvitaan metallinen yhteys 200 - 300 m välein. Metallisena yhteytenä voi toimia esim. sulkuventtiilin kara tms. kiinteä yhteys, jonka kautta mittauslaite saadaan liitettyä vesijohtoon. Tarvittaessa vesijohtolinjaan rakennetaan erillisiä kaivoja, joista mittalaite voidaan kiinnittää vesijohtoputkeen. Kaivoon sijoitetaan myös paineenmittausyhde.

4.1.4 Ilmapoistoventtiilit

Vesijohdot

Ilmanpoistoventtiili asennetaan tarvittaessa johto-osan ylimpään kohtaan siirtolinjojen yhteyteen. Ilmanpoistoventtiili asennetaan ensisijaisesti tyyppikaivoon. Jakeluverkon ilmanpoisto hoituu yleensä kiinteistöjen vesijohtoliitosten kautta. Ensisijaisesti ylätaiteissa käytetään kaksitoimisia venttiileitä. Yksitoimisia venttiilejä voidaan käyttää pienissä pystytaitteissa. Erikoispaikoissa käytetään kolmitoimista ilmanpoistoventtiiliä tai kolmitoimista paineiskuventtiiliä. Ilmanpoistoventtiili voidaan korvata lievässä ylätaiteessa palopostilla, jos ilmanpoistoa tarvitaan vain käyttöönoton ajan. Kaksi- ja kolmitoimiset ilmanpoistoventtiilit ovat automaattisia ja yksitoimiset käsikäyttöisiä. Tunnelijohtojen pystykuilujen yläpäässä on haara käyttöönottoa ja häiriötilanteita varten.

Suurten linjojen (DN ≥ 600) ilmanpoistolaitteet mitoitetaan linjan täyttöö ja tyhjentämistä varten.

Paineviemärit

Paineviemäriin DN ≥ 300 ylätaitteisiin, ei kuitenkaan kaikkiin ylätaitteisiin, asennetaan jätevesikäyttöön soveltuvat kaksitoimiset ilmanpoistovenitit. Ilmanpoistovenitit mitoitetaan tapauskohtaisesti ja pituusprofiilin mukaan.

4.1.5 Vesijohtoverkon laitekaivot

- Liikennealueella käytetään betonisia laitekaivoja (EK-kaivonrenkaita tai paikalla valettuja). Liikennealueen ulkopuolella voidaan käyttää myös muovi- tai lujitemuovisia valmiskaivoja. Betonikaivot viemäroidään, mutta muovikaivoja ei viemäroidä.
- Mitoitus on tarkistettava myös nosteelle.
- Paikallavalukaivoihin suunnitellaan pumppauspotero.
- Kaivo lämpöeristetään yläosastaan 1,2 metriä.
- Kansistojen tulee olla lukittavia ja vesitiiviitä.
- Laitekaivon kulkuaukon koko $\varnothing \geq 550$ mm.
- Tikkaiden tarve selvitetään (kiinteä tikas vai irtotikas).
- Kaivojen tuuletustarve selvitetään. Ensisijaisesti käytetään painovoimaista tuuletusta.
- Mikäli kaivoon tulee muun varustuksen takia sähköliittymä, valaistuksen tarve harkitaan.
- Betoniset mittarikaivot $\varnothing \geq 1000$ mm.
- Ilmanpoistokaivot $\varnothing \geq 1000$ mm, syvyys $\geq 1,5$ m.
- Tyhjennyskaivot $\varnothing \geq 800$ mm. Tyhjennyskaivosta riittävä purkulinja tai riittävä kaivo josta vesi pumpataan pois.
- Laitekaivoon on asennettava yksi tai kaksi DN 25–50 sulkuventtiileillä varustettuja liitospisteitä paineenmittausta tms. varten.
- HSY:n tyyppiirustusluettelo (Liite 1.)

4.1.6 Palopostit

Palopostien sijainnit ja tuottovaatimukset tullaan määrittämään pelastuslaitoksien laatimissa sammutusvesisuunnitelmissa. HSY:n alueella toimii Länsi-Uudenmaan, Keski-

Uudenmaan ja Helsingin kaupungin pelastuslaitokset. Toistaiseksi noudatetaan nykykäytäntöä, joka on seuraava:

- *Paloposti* on yleisnimitys venttiilillä ja liittimellä varustetusta vesijohtoverkon osasta, joka on tarkoitettu sammutusveden ottamiseen. Tuottovaatimus ≥ 10 l/s, ≥ 600 l/min.
- *Maapaloposti* on maahan asennettu paloposti, jonka maanpäällinen näkyvä osa on palopostia peittävä kansi. Niiden käyttämiseksi tarvitaan palopostikalustoa, kuten palopostin avaimia ja pystyputki.
- *Maanpäällinen paloposti* on vesijohtoverkon runkolinjaan liitetty nousuputki ja liitin, jonka käyttämiseksi ei tarvita palopostikalustoa.
- *Rakennuspaloposti* on rakennukseen asennettu, jäätymiseltä suojattu paloposti, jota voidaan käyttää rakennuksen ulkopuolelta.
- *Seinäpaloposti* on alkusammutukseen tarkoitettu paloposti, joka on varustettu paloletkulla ja suihkuputkella.
- *Palopostiasema* on yhdellä tai useilla nousuputkilla ja liittimillä varustettu, suu- ralle vesimäärälle mitoitettu paloposti, joka on tarkoitettu palokunnan käyttöön. Tuottovaatimus ≥ 20 l/s, ≥ 1200 l/min.

Palopostiasemille järjestetään vedensyöttö kahdesta suunnasta siten, että venttiilijärjestelyillä on mahdollisuus sulkea toinen syöttölinja.

Sulkuventtiilit asennetaan siten, että on mahdollista huuhdella runkolinjoja kaikista paloposteille tai palopostiasemille johtavista suunnista. Lähtökohtaisesti palopostit sijoitetaan katujen risteyskohtiin niin, että suurin vedenottoetäisyys on noin 150 metriä keskusta- ja liikekeskusalueilla, noin 200 metriä kerrostaloalueilla ja noin 300 m pientaloalueilla. Palopostiasemat sijoitetaan niin, että suurin vedenottoetäisyys tiheästi rakennetuilla alueilla on noin 500 metriä. Palopostit tulisi sijoittaa erotuskaistoille tai jalkakäytävälle. Palokaluston tulee päästä vähintään 20 m päähän palopostia ja 5 m päähän palopostiasemaa.

Palopostit:

- Helsingissä paloposteina käytetään HSY:n omaa mallia olevia maanalaisia paloposteja. Palopostin ympärille rakennetaan betoniset suojarenkaat DN 600. Pa-

lopostin pohjalta tehdään poistoviemäröinti DN 110 lähimpään hulevesi- kaivoon.

- Espoossa, Vantaalla ja Kauniaisissa palopostit ovat maanpäällisiä, esim. KALVI 150-1.

Palopostiasemat:

- Espoossa, Vantaalla ja Kauniaisissa käytetään jäätymiseltä suojattuja maanpäällisiä palopostiasemia, esim. KALVI 150-1 tai KALVI 150-2.
- Helsingissä palopostiasemina käytetään maapaloposteja.
- Keskusta-alueilla palopostiasemat pyritään toteuttamaan rakennuspaloposteina.

4.1.7 Huuhteluhaarat ja -postit

Erillisiä huuhteluhaaroja rakennetaan lähinnä päävesijohtojen ja vesijohdon siirtolinjojen yhteyteen. Vesijohdon jakeluverkoston huuhtelu pyritään järjestämään palopostien kautta. Huuhteluhaaraan ja sen molemmin puolin runkolinjaan asennetaan sulkuventtiilit. Huuhteluhaara sijoitetaan kaivoon, joka viemäroidään painovoimaisesti tai pumpataan ensisijaisesti hulevesiviemäriin. Kaivon koko on vähintään Ø 1000.

Vesijohdoille DN \geq 400 suunnitellaan ja mitoitetaan tarvittavat huuhtelu- ja ilmanpoistojärjestelmät käyttöönottoa varten. Huuhteluhaarasta poisjohtuvalle vedelle on suunniteltava poistoreitti.

4.1.8 Tyhjennyshaarat

Tyhjennyshaaroja sijoitetaan DN \geq 600 johto-osan alimpiin kohtiin lähinnä päävesijohtojen ja siirtolinjojen yhteyteen. Tyhjennyshaaraan ja sen molemmin puolin runkolinjaan asennetaan vesijohdonsulkuventtiilit. Tyhjennettävässä johto-osassa tulee olla myös riittävän ilmamäärän läpäisevä ilmaventtiili tms. korvaavan ilman saamiseksi tyhjennyksen yhteydessä.

Tyhjennyshaara sijoitetaan kaivoon, joka viemäroidään ensisijaisesti hulevesiviemäriin. Tyhjennyshaaran ja viemärin mitoitus tulee tarkistaa.

Paineviemäriin ei tehdä tyhjennyshaaroja.

4.1.9 Vesijohtojen ja paineviemäreiden tuenta

- Kulmat, T-haarat, venttiilit, tulpatut putkenpäät ja supistukset tuetaan. Tarve ja mitoitus tarkistetaan InfraRYL 2006, Osa 2, Kuva 31300:K11, s. 58 ja kohta 31300: T6...T9, s. 57.
- Yleisimmät tuentatavat ovat teräsbetoninen kulmatuki, vetoa kestävät liitokset (laippa, hitsi, lukkomuhvi ja muhvilukko), ponttiseinä ja ankkurointi.
- Tuet ja lukitukset mitoitetaan 1,5-kertaiselle nimellispaineelle (1,5 x 10 bar=15 bar).
- Tuennat ja lukituspituudet on mitoitettava, kun putkikoko \geq DN 400.
- Kaikkien päätytulppien lukituspituudet on mitoitettava.
- SG-paineputket DN \leq 300 tuetaan ensisijaisesti lukkotiivistein ja DN \geq 400 tuetaan ensisijaisesti vetoa kestävin lukkomuhvein.
- PVC-paineputket DN \leq 315 tuetaan ensisijaisesti muhvilukoilla, ≥ 60 asteen kulmissa, T-haaroissa ja päätytulppauksissa käytetään lisäksi betonitukea.
- Ruiskupuristettuja PE-kulmia ja -osia ei tarvitse yleensä erikseen tukea.
- Hitsaamalla liitettyä maa-asenteista teräsputkea ei tarvitse yleensä tukea.

Jos tuenta hoidetaan vetoa kestäville liitoksilla, täytyy kaikki putkiliitokset olla vetoa kestäviä yli 12 metrin matkalla kulman molemmin puolin, jotta tukivoima siirtyy putkea ympäröivään maaperään (kitka) ennen vetoa kestäväntä liitosta. Liityttäessä ole-massa olevaan putkeen, täytyy tuenta suunnitella tapauskohtaisesti. Lähtökohtaisesti liitokseen suunnitellaan teräsbetoninen kulmatuki tms. Vetoa kestävää liitosta ilman erillistä tukea voidaan käyttää, mikäli varmistetaan, että myös vanha putkilinja on vetoa kestävä yli 12 metrin matkalla liitoksesta.

Suojaputkiasennuksissa liitoksen täytyy kestää myös vedon tai työnnön aiheuttama mekaaninen rasitus. Pelkkä lukkomuhvi kestää vain veden paineen.

Työaikainen tuennan tarve täytyy selvittää ja suunnitella, kun kaivetaan paineellisen johdon sulkuventtiilin tai kulman läheisyydessä.

4.2 Hulevesi-, jätevesi- ja sekavesiviemärit

4.2.1 Tarkastuskaivot

- Tyypikuva InfraRYL 31200, s. 13, s. 33.
- Tarkastuskaivojen keskinäisen etäisyyden tulisi olla noin 50 m. Maksimi kaivoväli on 60 m (kunnossapito).
- Runkolinjan kaivot suunnitellaan siten, että lähtevän putken korko on 20 mm tulevan putken korkoa alempana.
- Kulmakaivoissa, joissa viemäriin suunta muuttuu jyrkästi ($\geq 60^\circ$), lähtevän putken korko suunnitellaan 50mm tulevan putken korkoa alemmaksi.
- Putkikoon muutokset hoidetaan kaivoissa, putkien korkeusasema suunnitellaan yleensä periaatteella "laet vastakkain".
- Kaivon halkaisija \varnothing 800 mm, kun putkikoko \leq 600 mm. Suuremmilla putkilla kaivon halkaisija on putken halkaisija + 200 mm. Kaivon pohjaosan halkaisija voi olla suurempikin, jos putkiliitokset niin edellyttävät.
- Viemäriliitosten toteuttamiskelpoisuus on tarkistettava esim. kaivovalmistajien kaivolaskureilla tms. Liitosten onnistuminen on varmistettava myös liityttäessä rakennettuun kaivoon.
- Kaivot on sijoitettava niin, että tonttiliitokset onnistuvat (kaivot limittäen).

4.2.2 Hulevesikaivot

Helsingin alueella hulevesikaivot ja niiden liitosputket runkolinjan tarkastuskaivoon saakka kuuluvat HKR:lle. Espoossa ja Vantaalla käytäntö on vaihteleva. Espoossa hulevesikaivot ovat HSY:n kunnossapidossa.

Runkolinjaan ei tehdä ritiläkaivoja. Helsingissä tästä ei poiketa, mutta Espoossa ja Vantaalla voidaan poiketa riittämättömän katutilan johdosta. Katuluokissa 1–3 ja joukkoliikennekaduilla käytetään kitakaivoja.

Niiden hulevesikaivojen purkuputket, jotka liittyvät sekavesiviemäriin, varustetaan hajulukolla eli 90 asteen muhvikulmayhteellä. Kulmayhteen materiaali on PVC/k. Vesilukollisten kaivojen sakkapesän syvyys 800 mm vesijuoksusta.

Jos hulevesikaivo joudutaan suunnittelemaan ilman sakkapesää, tulee sen liitos runkolinjaan tehdä sakkapesällisen kaivon kautta. Mikäli hulevesiviemäriin liitetään ns. puolirumpu, niin siihen tehdään sakkapesällinen kaivo ennen varsinaista liitoskaivoa (tarkastuskaivoa). Enintään kaksi hulevesikaivoa voidaan ketjuttaa ennen niiden liitosta tarkastuskaivoon.

Ritiläkaivojen maksimi kaivoväli on 50–60 m. Kadun alimmat kohdat vaativat yleensä tiheämmän kaivovälin.

Yhtä kaivoa kohti sallittu katupinta-ala riippuu kadun viettokaltevuudesta. Jos viettokaltevuus on pieni, on yhdelle kaivolle sallittu valuma-alueen pinta-ala pienempi, kuin viettokaltevuuden ollessa suuri. Maksimi päällystetty pinta-ala kaivoa kohti on 500 m².

4.2.3 Hulevesiputket

Hulevesikaivojen liitosputkena käytetään 250 PEH/h-PN 10, 315 PEH/h-PN10 tai 315 PP/k-SN8 putkea. Liitosputken pituuskaltevuus $\geq 1 \%$ m (poikkeustapauksissa 0,7 %). Ketjutettujen hulevesikaivojen liitosputket mitoitetaan tapauskohtaisesti.

Liitosputken asennussyvyys on vähintään 1.6 m normaalitapauksessa. Putkiristeilyt muun kunnallistekniikan kanssa on tarkistettava. Esim. jos kadulle on tulossa kaukolämpö- tai kaukojäähdytysputkia, on purkuviemärit suunniteltava tarvittaessa syvemmälle putkiristeilyjen onnistumiseksi. Poikkeustapauksissa putki voidaan asentaa myös pinnempaan huomioiden peitesyvyys, tällöin putken kaltevuudeksi $\geq 3 \%$.

Liitosputki liitetään runkoviemäriin tarkastuskaivossa. Liitokset tehdään myötävirtaan lähtevään putkeen nähden.

Liitoskorkeus hulevesiviemäriin on laet vastakkain tai vähintään ≥ 50 mm lähtevän putken vesijuoksusta. Liitoskorkeus sekavesiviemäriin on laet vastakkain tai vähintään ≥ 200 mm lähtevän putken vesijuoksusta.

4.2.4 Kansistot

Liikennöitävällä alueella käytetään kelluvia valurautakansistoja Ø 600, joiden kuormitusluokka on D400 (400 kN). Kiveys- ja nurmialueilla käytetään kiinteitä kansistoja.

4.2.5 Ylivuotorakenteet

Sekavesiviemäriverkoston toteutetaan ylivuoto erikseen sovittaviin kohtiin. Ylivuoto toteutetaan esim. ylivuotokaivona hule- tai tulvaviemäriin tai vesistöön. Ylivuotokaivoon suunnitellaan säädettävä ylivuotokynnys esim. settipato, jotta kynnyksen korkeutta voidaan tarvittaessa säätää. Ylivuotoputken purkupäähän asennetaan läppä estämään veden virtaus sekavesiviemäriin.

Ylivuotojen korkeusasemat, padotuskorkeudet, purkutasot mereen yms. käydään läpi HSY:n kanssa.

Pumppaamoiden ylivuodot: ks. kohta 4.5.1.

4.2.6 Hulevesiviemärin purku vesistöön

Käytettävät putkimateriaalit ovat betoni tai teräs. Terästä käytetään, kun purkuputki sijoitetaan rakenteisiin esim. rantamuurit ja -laiturit.

Lähelle rantaa toteutetaan sakkapesällinen huoltokaivo $\geq \text{Ø } 800 \text{ B}$, josta hulevesilinja voidaan tarvittaessa tulpata esim. viemäriin puhdistuksen ajaksi. Sakkapesän syvyys 0,6 m.

Jos viemärin tai rummun purku mereen tulee vesipinnan alapuolelle (esim. rantamuurit, satama-altaat), niin putken korkeusasema suunnitellaan siten, että putken laki on $\geq 0,8 \text{ m}$ veden pintaa (alivesi) alempana putken jäätymisvaaran takia.

4.2.7 Sukellusviemärit

Poikkeuksellinen rakenne. Käyttö harkitaan tapauskohtaisesti toiminnallisen tarkastelun perusteella.

4.3 Lämpöeristys

Ensisijaisesti vesijohdot ja viemärit suunnitellaan siten, että niiden asennussyvyys on niin suuri, ettei lämmöneristystä tarvita.

Lämpöeristyksen tarve tulee tarkistaa huomioiden jäätymisriskiä lisäävät seikat, mikäli vesijohdon tai paineviemäriin asennussyvyys maanpinnasta putken lakeen on alle 2,0 m ja viemäreiden asennussyvyys vesijuoksusta maanpintaan on alle 1,6 m. Jäätymisriskiä lisäävät asennus kalliokanaaliin, pieni putken halkaisija ja virtaus ja ympäröivän alueen lumettomuus. Lämpöeristeenä käytetään vettä imemätöntä suulakepuristettua polystyreenisolumuovilevyä, jonka puristuslujuus on ≥ 200 kPa.

Routivassa maaperässä lämpöeriste asennetaan putken yläpuolelle tasona. Lämpöeristeen leveys määritetään siten, että lyhin eristämätön reitti maanpinnasta putkeen tulee olla routarajaa vastaava.

Routimattomassa maaperässä lämpöeriste voidaan toteuttaa myös puolikotelona, jolloin myös putken sivuille asentaa pystysuorat lämpöeristeet yläpuolisen lämpöeristeen lisäksi. Kalliokanaaleissa lämpöeriste toteutetaan kotelona putkien ympärille.

Siltaan tms. rakenteisiin asennettavat vesijohdot ja paineviemärit tulee lämpöeristää ja saattolämmittää. Saattolämmityksen yhteydessä lämpöeriste ulotetaan koko putken ympärille kotelona. Saattolämmityksestä laaditaan sähkösuunnitelma, jossa määritetään mm. lämmityskaapelin tyyppi, tarvittavat kaapeloinnit, anturit, ohjausyksikkö, jakokaappi ja sähköliittymän sijainti.

4.4 Tonttiliitokset

Pientaloalueilla tonttijohdot suunnitellaan kadun rakennussuunnittelun yhteydessä tontin rajalle saakka ja niiden rakentamisesta sovitaan kadun rakentamisen yhteydessä.

Suunnitelmiin merkitään myös tonttijohtojen korot. Muilla alueilla varmistetaan tonttiliitosten onnistuminen.

Geoteknisesti tai toiminnallisesti vaativissa kohteissa voi olla perusteltua toteuttaa tonttijohdot kadun rakentamisen yhteydessä. Esim. tapauksissa kun kadun johtolinjat stabiloidaan tai ne sijaitsevat louhittavalla alueella.

Tonttiviemärit liitetään yleisen viemärin tarkastuskaivoon. Putkiliitokset sallitaan vain poikkeustapauksissa. Liitokset tehdään myötävirtaan runkoviemäriin nähden. Viemäritunneleihin ei sallita tonttiliitoksia.

HSY määrittää tonttiviemäreiden liitos- ja padotuskorkeudet liitoskohtalausunnossaan. Liitoskorkeuksien periaatteet ovat seuraavat:

Tonttijohtojen (jäte-, seka- ja hulevesi) liitoskorkeudet kaivossa:

- +200 mm lähtevän putken vesijuoksusta, kun kaupungin runkoviemäri \leq DN 400.
- Liitos puoleen putkeen, kun runkolinja DN 500–600. Esim. +250 mm lähtevän putken vesijuoksusta, kun kaupungin runkoviemäri on DN 500.
- Putken laki – 300 mm, kun runkoviemäri $>$ DN 600. Esim. +600 mm lähtevän putken vesijuoksusta, kun kaupungin runkoviemäri DN 900.

Tonttijohtojen (jäte-, seka- ja hulevesi) putkiliitokset:

- Liitos puoleen putkeen kun kaupungin runkolinja on \leq DN 600. Esim. putken vesijuoksu +250 mm, kun kaupungin runkoviemäri DN 500.
- Putken laki –300 mm, kun runkoviemäri $>$ DN600. Esim. +600 mm lähtevän putken vesijuoksusta, kun kaupungin runkoviemäri DN 900.

Taulukko 18. Tonttiliittymien ohjeelliset putkikoot suhteessa asuntojen lukumäärään.

Asuntojen lkm	Talovesij. / Ø	Jv / Ø	Hv / Ø
1–8	40	110	160–200
8–35	63	160	200–250
35–	90	200	250

Tonttviemäreiden putkikoot tarkistetaan ennen rakentamista tonttien vesijohto- ja viemäröintisuunnitelmista.

4.5 Pumppaamot

4.5.1 Jätevedenpumppaamot

Jäteveden pumppaamot ovat betonirakenteisia, kun $Q > 50$ l/s tai paineputki on $> \varnothing 160$ mm. Mitoitusvirtaaman määrittelyn jälkeen sovitaan pumppaamotyypistä HSY:n pumppaamoista vastaavien henkilöiden kanssa. Pienemmät pumppaamot ovat ensisijaisesti pakettipumppaamoita DN 1800/1600. Pakettipumppaamosta on laadittu HSY:n mallipiirustus.

Erikoistapauksissa voidaan pumppaamon toiminnan varmistamiseksi suunnitella pumppaamolle kaksi paineviemäriä.

Pumppaamolle suunnitellaan aina ylivuoto hulevesiviemäriin tai maastoon. Ylivuoto toteutetaan normaalitapauksessa asentamalla ylivuotoviemäri ennen pumppaamoja sijaitsevan jäteveden tarkastuskaivosta huleveden tarkastuskaivoon. Ylivuotoputken purkupäähän asennetaan läppä (esim. HST-läppä 7 asteen kulmaan) tai vaihtoehtoisesti ylivuotoputkeen asennetaan tehdasvalmisteinen läpällinen ylivuotokaivo estämään huleveden virtaus jätevesiverkostoon.

Pumppaamojen tuuletus huomioidaan suunnitelmissa. Keskusta-alueilla tuuletusputki pyritään johtamaan kiinteistöjen kautta katolle. Pumppaamolle suunnitellaan myös ajo-yhteys ja huoltopiha. Pihan kallistukset suunnitellaan niin, että ne viettävät pois päin pumppaamosta.

Ks. myös kohta 2.6 Pumppaamon mitoitus.

4.5.2 Hulevesi- ja tulvapumppaamot

Omistus ja kunnossapitovastuut ovat selvittelyn alla.

5 Vesijohtojen ja viemäreiden menetelmäsaneeraus

5.1 Yleistä

Vesijohdon, viemäreiden ja tarkistuskaivojen saneeraus voidaan toteuttaa aukikaivamalla perinteisin menetelmin tai menetelmäsaneerauksena ilman kaivantoa, jos verkoston toiminnallinen ja rakenteellinen kunto sen mahdollistavat.

5.2 Vesijohtojen menetelmäsaneeraus

Vesijohdon menetelmäsaneeraussuunnittelun lähtötietoina ovat verkoston ikä-, materiaali- ja kuntotiedot (vikatilastot, vuotoraportit).

Putkilinjoissa olevat mutkat, supistukset yms. ja varusteet, kuten sulkuventtiilit, T-haaraliitokset ja putkiin liittyvien sivu- ja tonttiliittymät vaikeuttavat menetelmäsaneerauksen tekemistä ja vaikuttavat saneerausmenetelmän valintaan. Menetelmäsaneerausta käytettäessä putkiliitoksien liitoskohdat ja kulmakappaleilla tehdyt mutkat tehdään auki kaivamalla.

Menetelmäsaneerauksesta johtuva putken dimension pieneneminen on otettava huomioon. Putkikapasiteetit selvitetään mallinnuksen ja/tai mitoituslaskelmien avulla kohdan 2.1 mukaan. Lisäksi on huomioitava eri saneerausmenetelmien vaatimat tilantarpeet, mm. sujutuskaluston vaatimat suuret kaivannot.

Tarvittaessa kadun ja alueen pintarakenteet on ennallistettava.

Seuraavia menetelmäsaneerauksia voidaan käyttää vesijohtojen menetelmäsaneerauksissa:

- Pakkosujutus
- Pitkäsujutus
- Muotoputkisujutus
- Sementtilaastivuoraus.

Seuraavia menetelmäsaneeraustapoja ei käytetä vesijohtojen saneerauksessa:

- Letkusujutus
- Sukkasujutus
- Pätkäsujutus
- Pitkäsujutus.

5.2.1 Pakkosujutus

Pakkosujutuksessa vanha putki rikotaan putkessa vedettävällä pakkosujutuslaitteella. Laitteessa oleva vetopää halkaisee vanhan putken ja vetää perässään uutta putkea vanhan tilalle.

- Pakkosujutusta käytetään, kun putken dimensio täytyy olla vastaava tai kokoluokkaa suurempi kuin nykyisen putken. Kokoluokat DN 100–400.
- Käytettävät putkimateriaalit:
 - SG-putki lukittavilla liitoksilla ja ulkopinnoitettu betonilla.
 - Puskuhitsattu PEH-PN10.
 - PE 100 suojakuorella (suojakuoren paksuus putkikoon mukaan vähintään 0,5...0,95 mm).
- Materiaalien vetolujuuden rajoitukset on huomioitava.
- Vetolaitteiston vaatima työkaivannon tilavaraus on vähintään 3 m x 10 m.
- Sivuliittymät ja tonttijohdot saneerataan pakkosujutuksen jälkeen auki kaivamalla.

5.2.2 Pitkäsujutus

Pitkäsujutuksessa vanhan putken sisälle vedetään uusi yhtenäinen, vanhaa putkea halkaisijaltaan pienempi putki.

- Pitkäsujutusta käytetään ensisijaisesti pienten vesijohtoputkien (DN 50–150) saneerauksissa. Putkikoko pienenee 1-2 putkikokoluokkaa pienemmäksi, joten tätä menetelmää voidaan käyttää, kun putkihalkaisijaa tai kapasiteettia on mahdollista pienentää.
- Käytettävät putkimateriaalit:
 - SG-putki lukittavilla liitoksilla
 - puskuhittattu PEH suojakuorella (suojakuoren paksuus putkikoon mukaan vähintään 0,5...0,95 mm)
 - Teräsputkia voidaan käyttää lyhyillä osuuksilla (mm. kun asennetaan suojaputkeen).
- Liukuaineiden tai -laitteiden käyttö on mahdollista.
- Materiaalien vetolujuuden rajoitukset on huomioitava asennustyön aikana.
- Vetolaitteiston vaatima työkaivannon tilavaraus isoilla putkilla, vähintään 3 m x 10 m, huomioitava.
- Varusteet, sivuliittymät ja tonttijohdot saneerataan pitkäsujutuksen jälkeen auki kaivamalla.
- Vanhan ja uuden putken välitila täytetään vaahtobetonilla tai polyuretaanilla.
- SG-putkien saneerauksessa käytetään keskitysrenkaita.

5.2.3 Muotoputkisujutus

Muotoputkisujutuksessa muoviputki asetetaan U-muotoon ja sujutetaan pitkäsujutuksen tavoin saneerattavaan putkeen. Tämän jälkeen uusi putki avataan lopulliseen pyöreään muotoonsa esimerkiksi höyryn avulla.

- Muotoputkea voidaan käyttää kokoluokissa DN 100–300 (saatavilla Suomessa) ja jos sallitaan poikkileikkauksen pienentäminen 10–15 %.
- Putkimateriaalina käytetään PE-muotoputkea, jonka paineluokka PN 10 ja materiaali PE 100.

- Varusteet, sivuliittymät ja tonttijohdot saneerataan sujutuksen jälkeen auki-kaivamalla.

5.2.4 Sementtilaastivuoraus

Sementtilaastivuorauksessa metallisten putkien (DN 80–500) sisäpinta pinnoitetaan sementtilaastikerroksella. Sementtilaastin paksuus määräytyy putkikoon mukaan, mutta on kuitenkin vähintään 3...6 mm. Sementtilaastivuorauksella käytetään sisäpuolisen korrosioaurioiden korjaamisessa. Menetelmän käyttö heikkorakenteisessa putkessa ei ole suositeltavaa, koska se ei lisää juurikaan putken rakenteellista lujuutta.

- Varusteet saneerataan vuorauksen jälkeen auki kaivamalla.
- Sivuliittymät ja tonttijohdot puhalletaan auki.
- Vuorattu putkiosuus on pois käytöstä muutamia vuorokausia.

5.3 Viemäreiden menetelmäsaneeraus

Viemäreiden menetelmäsaneeraussuunnittelun lähtötietoina ovat verkoston ikä-, materiaali- ja kuntotiedot (vikatilastot ja vuototutkimukset ja TV-kuvaukset).

Putkilinjoissa olevat mutkat, supistukset yms. ja varusteet, kuten putkiin liittyvät sivu- ja tonttiliittymät vaikeuttavat menetelmäsaneerauksen tekemistä ja vaikuttavat saneerausmenetelmän valintaan. Menetelmäsaneerausta käytettäessä putkiliitokset porataan saneeratun putken sisältä ja liitoksiin asetetaan hattuprofiili tai liitoskohta tehdään auki kaivamalla.

Menetelmäsaneerauksella ei voi korjata pahoja toiminnallisia virheitä, esim. painumia. Myös suuret rakenteelliset viat voivat estää sujutusmenetelmän käytön.

Sujutusmenetelmästä johtuva putken dimension pieneneminen on otettava huomioon. Putkikapasiteetit selvitetään virtaamamittauksilla ja/tai mallinnuksella/mitoituslaskelmin kohdan 2.2 mukaan.

Lisäksi on huomioitava eri saneerausmenetelmien vaatimat tilantarpeet, mm. sujutuskaluston vaatimat suuret kaivannot.

Tarvittaessa kadun ja alueen pintarakenteet on ennallistettava.

Seuraavia menetelmäsaneerauksia voidaan käyttää viemäreiden menetelmäsaneerauksissa:

- Pitkäsujutus
- Pätkäsujutus
- Sukkasujutus
- Muotoputkisujutus
- Pakkosujutus.

Kun vanhan putken viereen rakennetaan uusi käytetään seuraavia menetelmiä:

- Suuntaporaus (vaakaporaus)
- Mikrotunnelointi.

Seuraavia menetelmäsaneeraustapoja ei käytetä viemäreiden saneerauksessa:

- Letkusujutus.

5.3.1 Pitkäsujutus

- Vastaava menetelmä kuin vesijohdoilla, käytetään kokoluokissa Ø110 (tonttijohdot)...200.
- Putkimateriaalina käytetään suojakuorella varustettua PEH-PN10 -putkea. Flexoreniä ei käytetä.
- Välitila täytetään vaahtobetonilla tai polyuretaanilla. Välitilan täytöllä vähennetään välitilasta kaivoon johtuvia vuotovesiä.

5.3.2 Pätkäsujutus

Pätkäsujutuksessa vanhaan putkeen työnnetään tai vedetään kaivosta käsin noin 0,5 metrin mittaisia kumitiivisteellä varustettuja putkia. Pätkäsujutuksessa putken kapasiteetti putoaa huomattavasti, 1-2 kokoluokkaa.

- Pätkäsujutuksessa käytetään tarkoitukseen valmistettuja PP-putkia. Putken rengasjäykkyyden on oltava vähintään SN8.

- Putkessa olevat sivuliittymät ja tonttiliittymien liitoskohdat saneerataan sujutuksen jälkeen auki kaivamalla.
- Välitila täytetään vaahtobetonilla tai polyuretaanilla. Välitilan täytöllä vähennetään välitilasta kaivoon johtuvia vuotovesiä.

5.3.3 Sukkasujutus

Sukkasujutuksessa vanhaan putkeen sujutetaan nestemäisellä hartsilla kyllästetty huopakangassukka, joka veden- tai ilmanpaineen avulla asetetaan vanhan putken muotoon, jonka jälkeen sukka kovetetaan ja päät leikataan auki. Sukkasujutus ei pienennä putken kapasiteettia merkittävästi. Sujutuksessa käytetään erikoisvalmistettua materiaalia, joka on mitoitettu kohteeseen sopivaksi.

Putken sivuliittymät ja tonttiliitokset liitetään saneerattuun putkeen sujutuksen jälkeen joko poraamalla liitoskohtaan reikä ja asentamalla niihin hattuprofiili tai auki kaivamalla. Sukkasujutuksen materiaalin rengasjäykkyyden on oltava vähintään 4 kN/m².

5.3.4 Muotoputkisujutus

- Vastaava menetelmä kuin vesijohdolla.
- Putkimateriaalina käytetään PE-muotoputkea, jonka rengasjäykkyys on SN8.
- Varusteet, sivuliittymät ja tonttijohdot saneerataan sujutuksen jälkeen ensisijaisesti poraamalla ja hattuprofiililla.

5.3.5 Pakkosujutus

- Vastaava menetelmä kuin vesijohdolla.

5.3.6 Suuntaporaus, vaakaporaus

Pehmeiköillä voidaan käyttää suunta- tai vaakaporausta, liittyy yleensä rakentamattomien alueiden paineviemärikohteisiin. Myös viettoviemäri on poikkeustapauksissa mahdollista suuntaporata. Mahdolliset risteävät johdot ja kaapelit tulee aukikaivaa ennen porausta.

- Käytettävät putkimateriaalit:
 - SG-putki lukittavilla liitoksilla
 - Puskuhitsattu PEH-PN 10
 - PE 100 suojakuorella.
- Materiaalien vetolujuuden rajoitukset on huomioitava.
- Varusteet, sivuliittymät ja tonttijohdot liitetään porauksen jälkeen auki kaivamalla.

5.3.7 Mikrotunnelointi

Mikrotunneloinnissa uusi putki asennetaan vanhan putken viereen tai kokonaan uuteen paikkaan ohjautuvan kärkikappaleen avulla. Ensin kärkikappale ja työputki työnnetään haluttua reittiä pitkin kohteeseen, jossa kärkikappaleeseen liitetään uusi putki ja molemmat vedetään samaa tunnelia pitkin takaisin.

- Suuria viettoviemäreitä, kuten pääviemäreitä ($DN \geq 1000$) voidaan toteuttaa mikrotunnelointimenetelmällä.
- Materiaalina käytetään betonia tai lujitemuovia.
- Mikrotunneloinnissa vaaditaan asennuksia varten $\varnothing 5\text{--}8$ m lähtökaivo porauslaitetta ja putkien tunkkauslaitetta varten. Loppukaivon koko riippuu poralaitteen koosta.
- Mikrotunneli porataan yleensä muiden verkostojen alapuolelle.

5.4 Viemärikaivojen menetelmäsaneeraus

- Kaivojen saneerauksessa käytetään seuraavia menetelmiä:
 - Kaivon yläosan purku ja uusiminen
 - Pinnoitus ruiskubetonilla, epoksilla tai PE-pinnoitteella.
 - Pohjan uudelleen muotoilu
 - Kokonaan uuden kaivon rakentaminen.
- HSY on laatinut ruiskubetonoinnista erillisen työselostuksen suunnitelmakuviin.
- Saneerauksen yhteydessä kaivon yläosa (vähintään kartio) sekä kansisto uusitaan.

- Erikoistapauksissa betonikaivon sisään rakennetaan pienempi, DN 400–500, muovikaivo. Uuden kaivon ja putkien liitokset rakennetaan vuotamattomiksi.
- Suunnittelun osana kaivojen kunto tutkitaan ja määritellään kunnan perusteella kaivojen saneeraustarve.

5.5 Saneeraustyön aikainen väliaikainen verkko

Kaikissa menetelmäsaneerauskohteissa on suunniteltava ja mitoitettava väliaikainen, usein vaiheistettu, vedenjakelu ja viemäröinti. Väliaikaisen viemäröinnin mitoituksessa on huomioitava myös vuotovedet.

Väliaikaisten vedenjakelu- ja viemäröintijärjestelmien saneeraustöiden materiaali, sijainti ja mitoitus on määriteltävä. Huomioitava verkko-osuuden sulkemisesta johtuvat vedenjakelumuutokset sekä sprinklerilaitosten toiminta.

Väliaikaiseen verkkoon on jokaisen kiinteistön vedenjakelun liitoskohtaan ja runkolinjojen risteyksiin sijoitettava sulkuventtiili ja suorille osuuksille noin 200 m välein.

Seuraavat kohdat päivitetään myöhemmin.

6 Rakentamiskäytäntöjä

- 6.1 Kaivannot
- 6.2 Putkien perustaminen ja pohjanvahvistus
- 6.3 Hylättävät johtolinjat

7 Alitukset

- 7.1 Vesistöalitukset
- 7.2 Väylien, ratojen ja katujen alitukset
- 7.3 Suojaputket
- 7.4 Suuntaporaus, vaakaporaus
- 7.5 Kallioporaus

8 Avo-ojat

- 8.1 Avo-ojan minimileveys, -kaltevuus ja luiskakaltevuudet
- 8.2 Rummut

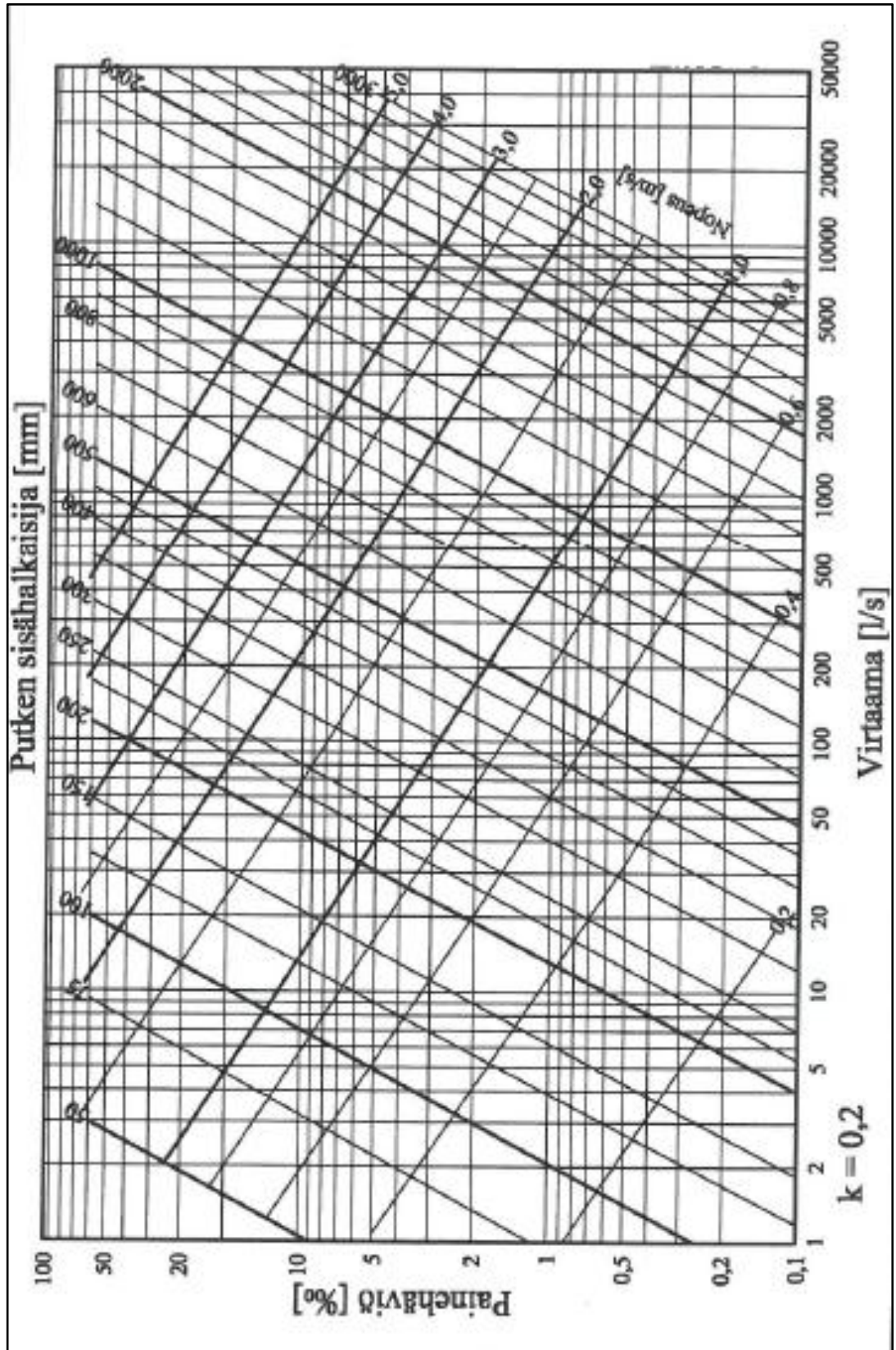
9 Suunnitelmat

- 9.1 Lähtötiedot
- 9.2 Luvat
- 9.3 Laadittavat suunnitelmat ja asiakirjat

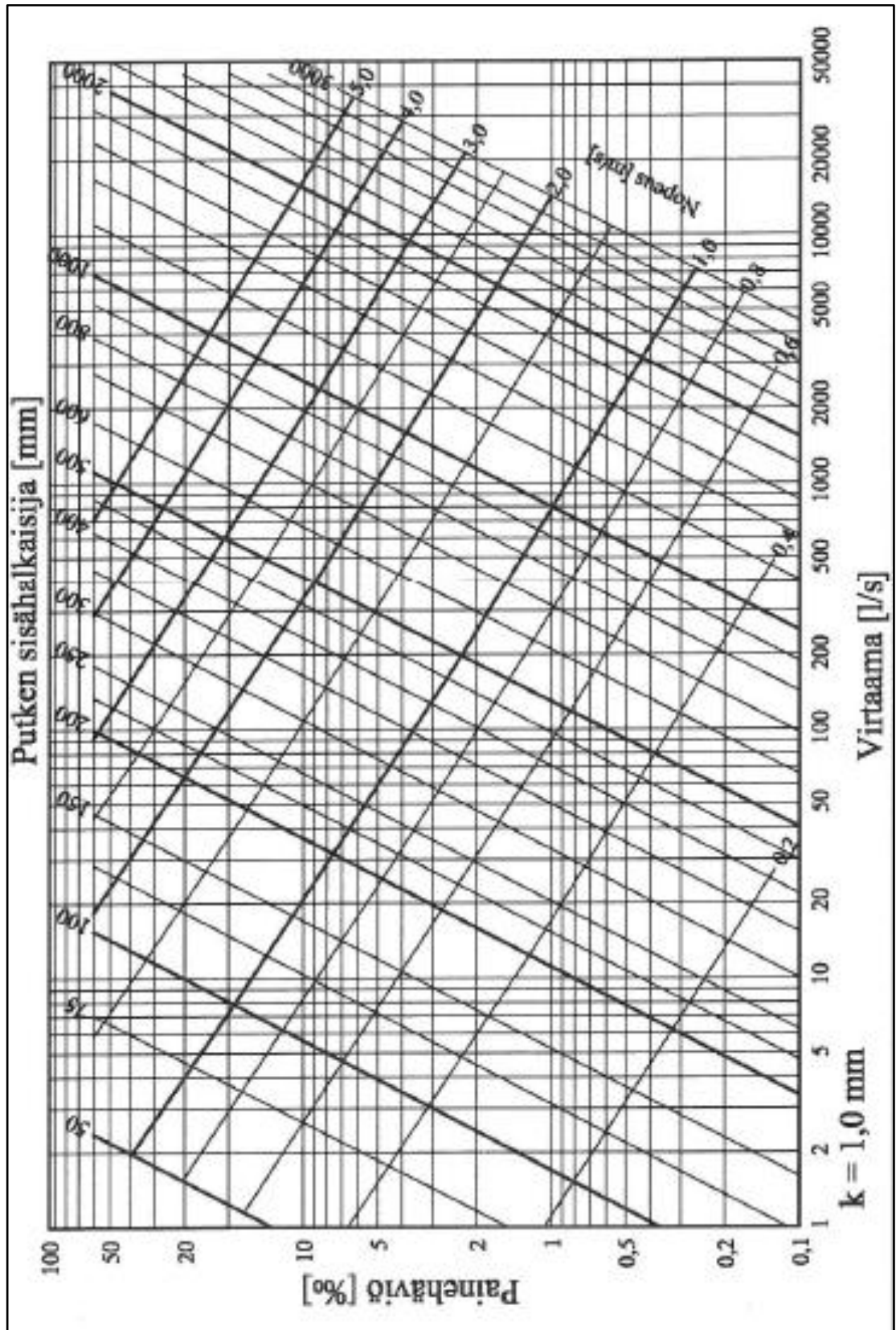
VOIMASSA OLEVAT OHJEET

- InfraRyl 2006
- InfraRYL2010
- RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelua
- RIL 124-2 Vesihuolto II
- RIL 77-2005 Maahan ja veteen asennettavat kestumuoviputket
- Katu 2002
- B 63 Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu
- VSY95
- HSY:n työselostusmalli

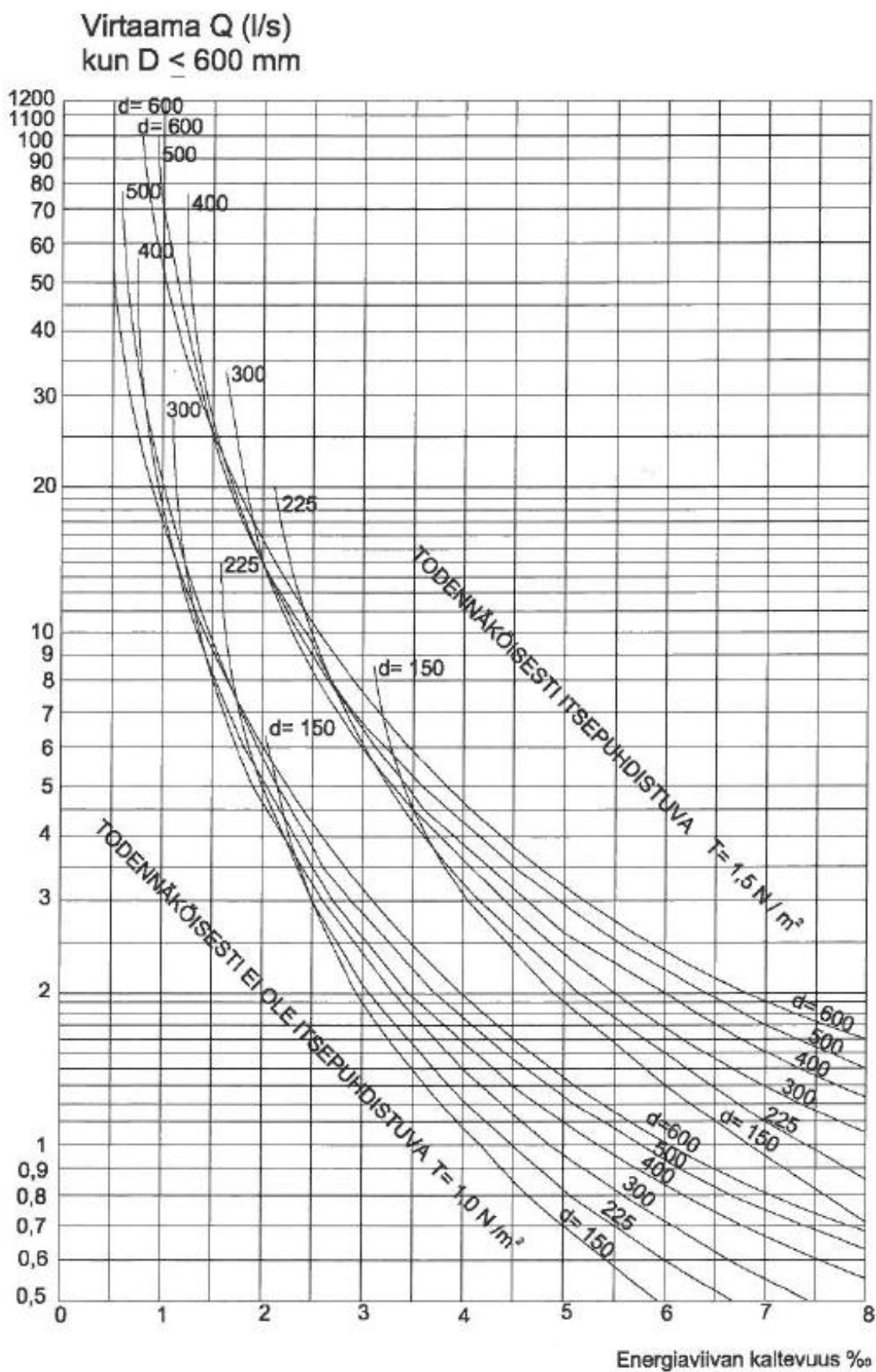
Colebrookin nomogrammi, $k=0,2$



Colebrookin nomogrammi, $k=1,0$



**Jätevesiviemärin huuhtoutuminen,
kun putken halkaisija on 150...600 mm ja $k=1,0$.**



**Jätevesiviemärin huuhtoutuminen,
kun putken halkaisija on ≥ 800 ja $k=1,0$.**

