

Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) viemäriverkostojen suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa

Sanna Vienonen, Jyrki Laitinen, Riikka Vilpas



Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) viemäriverkostojen suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa

Sanna Vienonen, Jyrki Laitinen, Riikka Vilpas



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 17 | 2017

Suomen ympäristökeskus

Kestävä vesihuolto / Kulutuksen ja tuotannon keskus

Julkaisun otsikko: Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) viemäriverkostojen suunnittelussa,
rakentamisessa ja ylläpidossa

Kirjoittajat: Sanna Vienonen, Jyrki Laitinen, Riikka Vilpas

Vastaava erikoistoimittaja: Riina Antikainen

Rahoittaja/toimeksiantaja: Ympäristöministeriö

Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (SYKE)

PL 140, 00251 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Taitto: Riikka Vilpas

Kannen kuva: Sanna Rantanen, Pöyry Finland Oy

Julkaisu on saatavana vain internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke sekä
ostettavissa painettuna SYKE:n verkkokaupasta: syke.juvenesprint.fi

ISBN 978-952-11-4841-5 (PDF)

ISBN 978-952-11-4842-2 (nid.)

ISSN 1796-1726 (verkkojulk.)

ISSN 1796-1718 (pain.)

Julkaisuvuosi: 2017

TIIVISTELMÄ

Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) viemäriverkostojen suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa

Jätevesiviemärien suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa on käytettävä parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT). Viemäriverkostot eivät kuulu teollisuuden päästöjä koskevan IE-direktiivin (75/2010/EU) määrittelemiin toimialoihin, eikä niille voida varsinaisesti esittää parhaaseen käytettävissä olevaan tekniikkaan liittyviä päästötasoja. Siksi päätettiin laatia ympäristön kannalta parhaita käytäntöjä kuvaava raportti eli BEP. Selvitys laajentaa viemäriverkostojen ympäristökäytäntöjen tietopohjaa, mutta sen tarkoitus ei ole toimia sitovana ohjeena.

Viemäri-BEP -raportin tarkoituksena on antaa laaja-alainen käsitys siitä, mitä seikkoja on otettava huomioon, kun suunnitellaan, rakennetaan ja ylläpidetään viemäriverkostoja. Tarkoituksena on luoda hyvät lähtökohdat toimintatapojen yhtenäistämiseksi ja parhaiden käytäntöjen ottamiselle laajempaan käyttöön. Raportissa esitetään taustatietoa Suomen viemäriverkoston tilasta sekä niistä käytännöistä, jotka vaikuttavat viemäriin kuntoon ja sen ylläpitämiseen. Lisäksi tarkastellaan verkostojen ympäristönäkökohtia ja tuotetaan selkeä kuvaus parhaista käyttökelpoisista tekniikoista. Ensisijaisena tavoitteena on vähentää viemäreiden ylivuotojen aiheuttamaa kuormitusta vesistöihin ja pohjavesiin.

Selvitystä varten kerättiin tietoa kirjallisuudesta ja internetistä sekä alan asiantuntijoille suunnatulla kyselyllä ja asiantuntijahaastatteluin. Raportin kirjoittajina ovat toimineet Suomen ympäristökeskuksen tutkijat ja sitä on muokattu suunnittelijoiden, urakoitsijoiden sekä vesihuoltolaitosten edustajista koostuvan työryhmän toimesta. Hanketta on rahoittanut ympäristöministeriö.

Asiasanat: paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT), parhaat ympäristökäytännöt (BEP), viemäriverkot, viemärit, jätevedet, saneeraus, ylläpito, rakentaminen, jäteveden käsittely

SAMMANDRAG

Bästa miljöpraxis (BEP) i design, byggande och underhåll av avloppsnätet

Bästa tillgängliga teknik (BAT) ska användas i design, byggande och underhåll av avloppsnät. Avloppsnätet hör inte till de sektorerna som definieras i direktivet för industriutsläpp (75/2010/EU) och det är därmed egentligen inte möjligt att ange utsläppsnivåer relaterade till bästa tillgängliga teknik för dem. Därför beslutades det att utarbeta en beskrivning av bästa miljöpraxis, en sk. BEP-rapport (Avlopps-BEP). Utredningen utvidgar kunskapsbasen för miljöpraxis inom avloppssystem, men den avser inte att vara en bindande myndighetsbestämmelse.

Avlopps-BEP rapporten syftar till att ge en bred uppfattning om de faktorer som måste beaktas när man planerar, bygger och underhåller avloppssystem. Målet är att skapa en god grund för en harmonisering av praxis och en bredare användning av de bästa metoderna. I rapporten presenteras bakgrundsinformation om avloppsnätens kondition i Finland, samt de förfaranden som påverkar avloppens kondition och underhåll. Dessutom granskas miljöaspekter av nätverk och de bästa tillgängliga teknikerna beskrivs överskådligt. Syftet är i första hand att minska belastningen av överflöd från kloaker till vattendrag och grundvatten.

Underlaget till denna rapport har sökts från litteraturen och på Internet, samt med hjälp av förfrågan till och intervjuer av experter inom området. Rapportens författare inkluderar forskare från Finlands miljöcentral och den har modifierats av en grupp experter bestående av planerare, entreprenörer, samt representanter från vattentjänstverken. Projektet har finansierats av miljöministeriet.

Nyckelord: bästa tillgängliga teknik (BAT), bästa miljöpraxis (BEP), avloppsnät, avloppsvatten, sanering, underhåll, byggande, avloppsvattenhantering

ABSTRACT

Best environmental practices (BEP) for the design, construction and maintenance of sewer networks

When designing, constructing and maintaining a sewer network best available technology (BAT) has to be used. Sewer networks do not belong in the IE directive (75/2010/EU) concerning industrial emissions and it is impossible to define emission limits for them. Hence, a best environmental practices (BEP) report was prepared. This report gives more knowledge about the subject, but it will not be a binding rule.

The purpose of this BEP report is to give a wide understanding about issues to be taken into account when designing, constructing and maintaining sewer networks. The aim is to give a good basis for combining approaches and best practices to be applied. The report gives background information about the state of the Finnish sewer networks and the practices that have an effect on their state and maintenance. Environmental aspects of the networks are also assessed and the best available practices defined. One target is to decrease the load of sewer overflow and the load to surface and ground waters.

The study includes literature survey and also a questionnaire and interview to the specialists. This report has been written by researches and experts of Finnish Environment Institute and it has been processed with stakeholders like designers, constructors and water utilities. The report has been funded by Ministry of Environment of Finland.

Keywords: best available technology (BAT), best environmental practices (BEP), sewer systems, sewage, wastewater, reorganization, renovation, maintenance, construction, waste water treatment

ESIPUHE

Parhaat ympäristökäytännöt viemäriverkostojen suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa -raportin tarkoituksena on ollut tuottaa yhteistä tietopohjaa yhdyskuntien jätevesiviemäriverkostojen hyvistä ympäristökäytännöistä ja niihin liittyvistä menettelytavoista sekä yksilöidä olennaiset määräykset, ohjeet ja suositukset. Tavoitteena on vähentää viemäreiden ylivuotojen aiheuttamaa kuormitusta ympäristöön sekä viemäriin sisään tulevista vuodoista johtuvaa kuormitusvaihtelua ja sen aiheuttamia haasteita verkostossa ja jätevedenpuhdistamoilla. Raportin kohderyhminä ovat etenkin kunnat ja vesihuoltolaitokset sekä suunnittelijat, rakentajat ja alalla toimivat yritykset. Jätevesiviemäriverkostojen lisäksi sisältö on sovellettavissa myös sekaviemäriverkostoihin.

Raportissa luodaan katsaus Suomen viemäriverkostojen tilaan sekä niiden vuotojen ympäristövaikutuksiin. Tietoa on kerätty kirjallisuudesta ja internetistä sekä alan asiantuntijoille suunnatun kyselyn ja asiantuntijahaastattelujen avulla.

Raportin ovat kirjoittaneet Suomen ympäristökeskuksen tutkija Sanna Vienonen, ryhmäpäällikkö Jyrki Laitinen ja tutkimusinsinööri Riikka Vilpas. Raportin kirjoittamisen tueksi perustettiin vuoden 2016 alussa työryhmä, jossa oli edustettuina suunnittelijoita, urakoitsijoita sekä vesihuoltolaitosten edustajia. Työryhmän toimintaan ovat osallistuneet Ari Kangas (YM), Kia Aksela (WSP Finland), Kimmo Hell (Ramboll Finland), Matti Ojala (Sujutek Oy), Marko Jäntti (Järvenpään Vesi), Mika Rontu (VVY), Päivi Kopra (Nurmijärven Vesi), Jyrki Laitinen (SYKE), Riikka Vilpas (SYKE), Timo Laaksonen (SYKE) ja Sanna Vienonen (SYKE). Sen tehtävänä on ollut jakaa viemäriverkostoihin liittyvää tietopohjaa kirjoittajina toimineille SYKEN tutkijoille ja kommentoida raporttia kirjoitustyön edetessä.

Raportin laatimista on valvonut Vesihuoltoverkostojen tila ja riskien hallinta eli VERTI -hankkeen kanssa yhteinen ohjausryhmä, johon ovat kuuluneet Jaakko Sierla / Minna Hanski / Katri Vasama (MMM, pj), Osmo Seppälä (VVY), Risto Saarinen (Porvoon Vesi), Antti Auvinen (Vantaan kaupunki), Jorma Kaloinen (YM, alussa), Ari Kangas (YM, lopussa), Jarkko Rapala (STM), Riku Vahala (Aalto yliopisto), Tuija Laakso (Aalto yliopisto), Markku Maunula (SYKE) ja Jyrki Laitinen (SYKE, siht.).

Raporttia ovat kommentoineet kirjoitusvaiheessa työryhmän lisäksi Sanna Rantanen Pöyry Finland Oy:stä ja Maria Ruuska HSY:stä. Kommentteja ja kehittämissuhteita on saatu myös VVY:n jäsenlailta.

SISÄLLYS

1 Johdanto ja alueen raja	11
2 Viemäreitä koskevat ympäristönäkökohdat	12
3 Suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa huomioitavat seikat	16
3.1 Suunnittelu	16
3.1.1 Maankäyttö ja vesihuolto	16
3.1.2 Tekninen suunnittelu	17
3.1.3 Suunnitteluohjeet	20
3.2 Rakentaminen	20
3.3 Ylläpito	21
3.4 Rakentamis- ja saneerausmenetelmät	23
3.4.1 Auki kaivaminen	24
3.4.2 Sujutus	24
3.4.3 Pinnoitus	26
3.4.4 Panelointi	26
3.4.5 Vaakaporaus	26
3.4.6 Junttaus (pipe ramming)	28
3.4.7 Tarkastuskaivot	28
4 Ympäristön kannalta parhaat käytännöt, jotka tulee huomioida viemäriverkostojen suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa	30
4.1 Suunnittelu	30
4.1.1 Henkilöstö	30
4.1.2 Maankäyttö ja maaperäolosuhteet	31
4.1.3 Yksityiskohtainen suunnittelu	31
4.1.4 Verkoston mitoitus ja vastuurajat	32
4.1.5 Energia	32
4.2 Rakentaminen	32
4.2.1 Henkilöstö	32
4.2.2 Maanrakennustyöt	32
4.2.3 Valvonta	33
4.3 Ylläpito	33
4.3.1 Sijainti-, ominaisuus- ja kuntotiedot	33
4.3.2 Riskien huomiointi	33
4.3.3 Saneeraus	34
5 Yhteenveto	35
6 Kirjallisuutta	36
6.1 Laatuvaatimuksia ja ohjeita	36
6.2 Raportteja	37
6.3 Standardeja	38
6.4 Säädöksiä	39

VIEMÄRÖINTITEKNIIKAN TERMEJÄ

Käsitteiden yhtenäistämiseksi tähän on koottu viemäröintiin liittyvää sanastoa eri lähteistä, mm. Suomen standardoimisliitto SFS:n viemäröintitekniikan sanastosta (SFS-EN 16323).

Erillisviemäröintijärjestelmä	Järjestelmä, jossa yhdyskuntajätevesien ja sade- ja sulamisvesien viemäröinti on eriytetty
Hulevesi	Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinoilta pois johdettavaa sade- tai sulamisvettä
Imeytyminen	Veden suotautuminen maahan
Jätevesijärjestelmä	Jätevesien keräämiseen, johtamiseen, käsittelyyn ja purkamiseen tarkoitettu järjestelmä
Liitoskaivo (rajakaivo)	Liittämiskohdassa voi olla kaivo, joka rajaa kiinteistön viemärijärjestelmän julkisesta viemärijärjestelmästä
Pohjavesialue	Geologisin perustein rajattavissa oleva alue, jolla sijaitseva maaperän muodostuma tai kallioperän vyöhyke mahdollistaa merkittävän pohjaveden virtauksen tai vedenoton
Pumppaamo	Rakennukset, rakenteet ja laitteistot, joita käytetään jäteveden kuljettamiseen nousujohdossa tai muuten korotetaan jäteveden korkeutta (tai korkeustasoa)
Sekaviemäröintijärjestelmä	Viemäröintijärjestelmä, joka on suunniteltu johtamaan sekä yhdyskuntajätevesiä että sade- ja sulamisvesiä samassa putkistossa
Tonttivilmäri	Liitoskohdan ja kiinteistön välinen jätevesivilmäri
Tonttivilmäriin liittämiskohta	Tonttivilmäriin ja julkisen viemärijärjestelmän liittämiskohta, jossa laitoksen kunnossapitovelvollisuus katsotaan päättyväksi ja kiinteistön kunnossapitovelvollisuus alkavaksi
Vesihuollon toiminta-alue	Vesihuoltolain 3 §:n 4 kohdassa tarkoitettu maantieteellinen alue, jolla vesihuoltolaitos huolehtii vesihuollosta sen mukaan kuin vesihuoltolaissa säädetään
Viemäriverkosto	Yleensä maanalainen putkisto tai muu sellainen rakenne jäteveden johtamiseksi useammasta kuin yhdestä lähteestä
Vuotovesi	Epätoivottu virtaus viemärijärjestelmässä
Vuoto (sisäänpäin)	Viemäriin tai viemärijärjestelmään epätoivottu virtaus, joka johtuu pohja- tai pintaveden sisäänpääsystä viemärijärjestelmään
Vuoto (ulospäin)	Jäteveden hallitsematon vuotaminen viemärijärjestelmästä ympäröivään maaperään
Ylivuoto (ulospäin)	Jäteveden vuotaminen pumppaamolta tai puhdistamolta vesistöön ylivuotorakenteen kautta

1 Johdanto ja alueen raja

Yksi Suomen ympäristönsuojelulain (527/2014) yleisistä periaatteista on parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) periaate. Sen mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavalle toiminnalle vaaditun ympäristöluvan lupamääräysten tulee perustua parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan. Lisäksi ympäristönsuojeluasetuksessa määrätään, että toiminnanharjoittajan tulee sisällyttää lupahakemukseen arvio parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltamisesta suunnitellussa toiminnassa (713/2014, 3§). Ympäristönsuojelulain perusteella annetun yhdyskuntajätevesiasetuksen (888/2006, 3§) mukaan jätevesiviemärien suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa on käytettävä parasta käyttökelpoista tekniikkaa.

Vuonna 2014 valmistui yhdyskuntien jätevedenpuhdistusta koskeva parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) käyttöä koskeva raportti ¹, jonka teetti ympäristöministeriö ja sen toteuttajana toimi Suomen ympäristökeskus SYKE. Raportissa esitetyt kansalliset BAT-päätelmät tehtiin laaja-alaisen asiantuntijaryhmän toimesta. Viemäriverkostot rajattiin selvityksessä käsittelyn ulkopuolelle, mutta tunnistettiin tarve tarkastella niitä erikseen. Myös vesihuoltoverkostojen tilaa ja riskien hallintaa käsittelevän, maa- ja metsätalousministeriön rahoittaman, VERTI -hankkeen (2015 - 2016) taustaselvityksissä todettiin, että viemäriverkostojen ylläpitoa varten olisi tehtävä BAT-selvitys.

BAT-periaatteen toteutumista ei ole ollut helppo osoittaa jätevesien käsittelyssä tai johtamisessa ja sen määrittelmä onkin jäänyt hieman epäselväksi tässä yhteydessä. Ympäristöluvassa viemäriverkoston kohdistuvat lupamääräykset on koettu ongelmallisiksi – erityisesti silloin, kun ympäristöluvan hakijana ei ole viemäriverkoston omistaja. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoille laaditut BAT-suositukset olisi tarpeen laajentaa koskemaan myös viemäriverkostoja, pumppaamot mukaan lukien.

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamot ja viemäriverkostot eivät kuulu teollisuuden päästöjä koskevan IE-direktiivin (Teollisuuden päästöjen yhdenmukaista ehkäisemistä ja vähentämistä koskeva direktiivi, 75/2010/EU) määrittelemiin toimialoihin, joten niille annettujen lupamääräysten ei tarvitse perustua BAT-päätelmiin. Koska viemäriverkostoille ei varsinaisesti voida esittää parhaaseen käytettävissä olevaan tekniikkaan perustuvia päästöraja-arvoja, päätettiin laatia BEP eli ympäristön kannalta parhaita käytäntöjä kuvaava raportti. Selvitys laajentaa viemäriverkostojen ympäristökäytäntöjen tietopohjaa, mutta sen tarkoitus ei ole toimia sitovana ohjeena. Siten tässä raportissa esitetyt lukuarvot ja tekniikat eivät ole suoraan sovellettavissa määräyksiksi, vaan viemäriverkostoja tulee tarkastella tapauskohtaisesti.

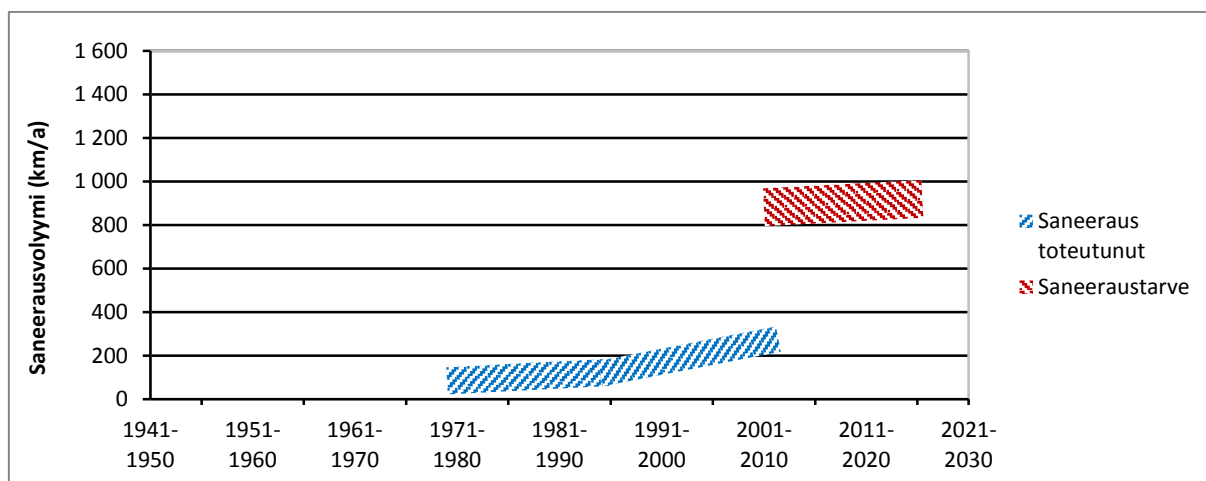
Raportti on rajattu käsittelemään vain yhdyskuntien jätevesiviemäriverkostoja, jolloin sen ulkopuolelle jäävät tonttiviläykset sekä hulevesiviemäriverkot. Sekä jäte- ja hulevettä johtavat sekaviläykset että yleisellä alueella sijaitsevat tonttiviläykset on kuitenkin huomioitu.

¹ Laitinen, J., Nieminen, J., Saarinen, R., Toivikko, S., 2014. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) - Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot. Suomen ympäristö 3/2014.

2 Viemäreitä koskevat ympäristönäkökohdat

Yhdyskuntien viemäriverkostoista tapahtuu vuosittain vuotoja ja ylivirtaamajaksojen aikaisia juoksu-
tuksia ympäristöön. Joidenkin vesistöjen kohdalla viemäriverkostoista ja pumppaamoista tulevien puh-
distamattomien jätevesien osuus vesistön kuormituksessa on ollut merkittävä. Vantaanjoen valuma-
alueen jätevesiyliivuodot -hankkeessa tarkasteltiin tarkemmin ylivuotoihin johtavia riskejä ja parhaita
käytäntöjä pumppaamoilla ². Riskien arviointia on tehty laajamittaisesti myös laitosten Sanitation Safety
Planeissa (SSP), jota varten on kehitetty vuoden 2016 alussa käyttöön otettu ohjelmisto.

Viemäriverkoston tilaa on kartoitettu Suomessa vuonna 1992 maa- ja metsätalousministeriön ra-
hoittamassa selvityksessä Vesihuoltoverkoston nykytila ja saneeraustarve (YVES), joka päivitettiin
vuonna 2008 ³ (Kuva 1). Uudempaa arviota saneeraustarpeesta tai saneerausvelasta ei ole tehty, mutta
tilastojen perusteella saneeraus määrä on pysynyt suunnilleen samana, eikä tilanne ole näin ollen kor-
jaantunut. Uusimman Rakennetun omaisuuden tila (ROTI) -raportin ⁴ mukaan vesihuollon korjaus- ja
korvausinvestointien volyymi on liian pieni sekä omaisuuden arvon säilyttämiseksi että toimintavar-
muuden turvaamiseksi. Tarvittavaksi korjausinvestointien tasoksi on arvioitu vähintään 2–3 % sekä
pääoma-arvoon että verkostopituuteen suhteutettuna. Viemäreiden kokonaispituuden kehitys materiaali-
tyypeittäin on esitetty kuvassa 2.



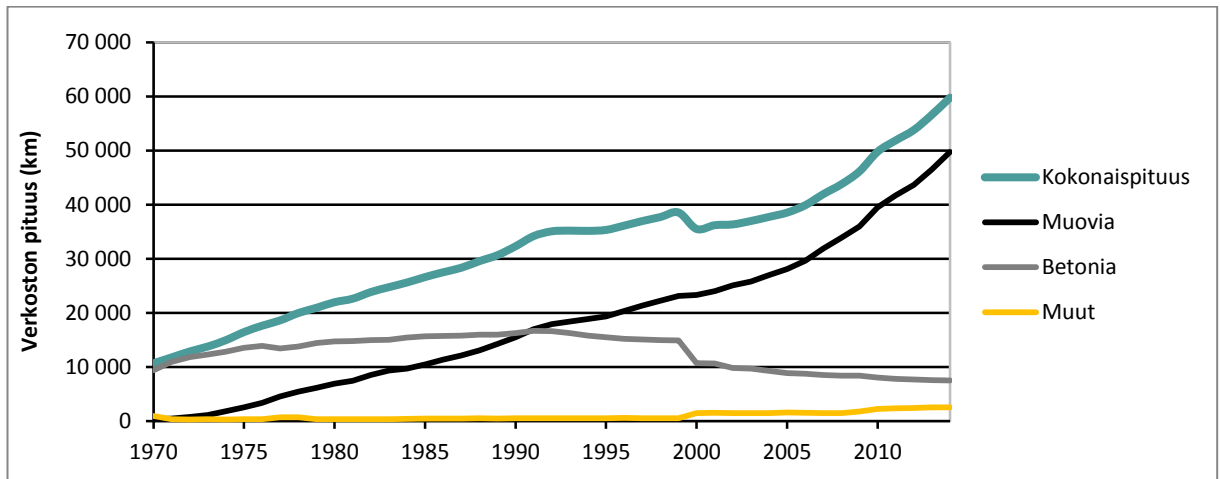
Kuva 1. Viemäreiden saneerauksen volyymi ja saneeraustarve ³.

Viemäriverkoston tilaa voidaan arvioida mm. rakennusajankohdan ja putkimateriaalin perusteella. Tarkempaa tietoa saadaan jo melko yleisesti tehtävistä putkistojen kuvauksista, joissa putkea ei tarvitse kaivaa esiin sekä huoltotoimien yhteydessä tehtävistä kuntohavainnoista. ROTI-raportin ⁴ mukaan ver-
koston teknistä kuntoa koskeva tieto on usein puutteellista, mikä vaikeuttaa saneeraustoimenpiteiden
kohdentamista ja ajoitusta. Lisäksi vesihuoltolaitoksen ja kunnan välinen yhteistyö ja viestintä saattavat
olla puutteellisia. Myös vuotovesien määrä ja viemäritukokset ovat merkittäviä indikaattoreita verkoston
tilasta ja saneeraustarpeesta.

² Urho, A., 2011. Vantaanjoen valuma-alueen jätevesiyliivuodot. Esiselvitys ja toimenpideohjelma. HSY:n julkaisuja 2/2011.

³ FCG, 2008. Vesihuoltoverkoston nykytila ja saneeraustarve, YVES -tutkimuksen päivitys 2008. MMM 2312-C9259.

⁴ RIL, 2017. Rakennetun omaisuuden tila ROTI 2017.



Kuva 2. Viemäreiden kokonaispituuden kehitys (2000-luvun tiedot perustuvat arvioon) ⁵.

Viemäriverkoston vuotovesimäärän osuus vuonna 2013 oli 41,0 % lasketun jäteveden määrästä (n= 31 laitosta) ⁶, eikä siinä ole havaittavissa merkittävää muutosta aikaisempiin vuosiin verrattuna. Viemäriverkoston vuotovedet ovat pääosin sinne kuulumattomia sade- ja kuivatusvesiä, jotka johtuvat viemäriin esimerkiksi verkoston vuotojen tai sadevesiviemäriiliitosten kautta. Tunnusluku kuvaa muun kuin vesihuoltolaitoksen laskuttaman jäteveden määrää viemäriverkostossa. Korkea vuotovesien osuus indikoi viemärin huonoa kuntoa, mutta on huomioitava, että sekaviemäriverkostossa tunnuslukua nostavat myös runsaat sateet. Joissakin Suomen kaupungeissa on osittain käytössä vielä sekaviemäröinti, jossa jätevedet sekä sade- ja kuivatusvedet johdetaan samassa viemärissä. Runsassateinen vuosi lisää viemäriverkkoon vuotavia vesiä ja erityisesti sekavesiviemärissä johdettavan veden määrää. Mahdollisia virhelähteitä ovat mittarivirheet joko jätevedenpuhdistamolla tai kiinteistöjen vesimittareissa ⁶.

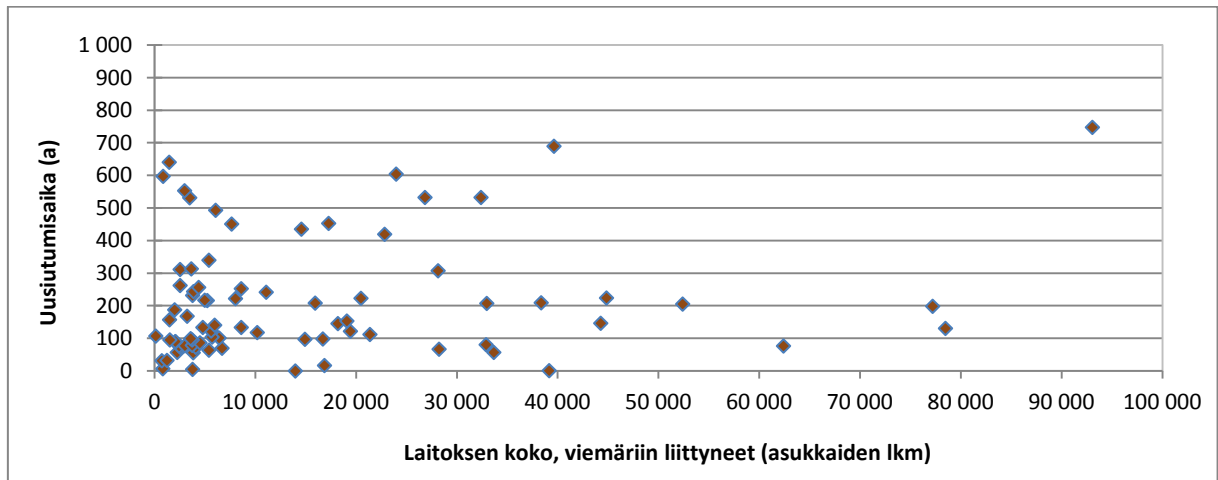
Viemäriverkoston runkoviemärien tukosten määrässä ei ole havaittavissa suurta muutosta vuodesta 2011 (12,5 kpl/100 km/vuosi) vuoteen 2013 (9,9 kpl/100 km/vuosi) (n= 30 laitosta) ⁶. Tukoksena pidetään putken tukkeutumista tai padottamista siten, että se joudutaan avaamaan äkillisesti vahingon estämiseksi. Tukosten määrä kuvaa viemäreiden ja niiden kunnossapidon toimivuutta sekä putkien kuntoa. Tukosten suuri määrä viittaa siihen, että viemäriverkosto on altis tukkeutumiselle (huono itsepuhdistavuus) tai että, huollon määrä on viemäreiden kuntoon nähden riittämätön. Osa tukoksista voi johtua viemäriverkoston romahtamisesta tai rikkoutumisesta. Tukosten määrän merkittävänä virhelähteenä ovat vesihuoltolaitoskohtaiset tulkinnot siitä, millainen tukos kirjataan järjestelmään. Laskentaohjeiden mukaan kirjattaviksi tukoksiksi lasketaan vain ne, jotka vaativat välittömiä toimenpiteitä tukoksen poistamiseksi ⁶. Tukkeumat johtuvat usein verkostojen painumisesta sekä verkostoon kuulumattomien asioiden, kuten pienten esineiden, oksien tai juurien takertumisesta putkeen. Tukkeutumukset voivat siis viitata viemärin huonoon kuntoon, mutta koska ne voivat johtua myös verkostoon kuulumattomasta esineestä, ei niiden avulla välttämättä kuitenkaan saada selville verkoston todellista kuntoa. Tukkeumien raportoinnin yhteyteen onkin tärkeää kirjata, mikä tukkeuman on aiheuttanut. Tukkeumien määrän sijaan on tärkeämpää kiinnittää huomiota tukkeuman aiheuttajaan.

Yhtenä viemäriverkon kuntoa kuvaavana tunnuslukuna käytetään verkoston uusiutumisaikaa. Se lasketaan jakamalla viemäriverkoston kokonaiskilometrimäärä vuosittain saneeratuilla verkostokilometreillä. Tilanne voi vaihdella vuosittain riippuen mm. investoinneista ja äkillisistä pistemäisistä saneeraustarpeista. Saneerausohjelmaa noudattavilla laitoksilla vaihtelu ei ole välttämättä kovinkaan merkittävää. Usean laitoksen kuvaajasta (Kuva 3) voidaan kuitenkin päätellä, että viemäriverkoston

⁵ SYKE, 2016. Vesihuoltolaitostietojärjestelmä VELVET.

⁶ VVY, 2014. Vesihuoltolaitosten tunnuslukujärjestelmän raportti 2013. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 36.

uusiutumisaika on useita satoja vuosia ja että laitoksen koolla ei näyttäisi olevan merkitystä uusiutumisaikaan.



Kuva 3. Viemäriverkoston uusiutumisaika suhteessa laitoksen kokoon ⁷. Joillakin laitoksilla uusiutumisaika voi olla jopa yli 1 000 vuotta.

Viemäriverkoston heikolla kunnolla ja sen aiheuttamilla vuodoilla ympäristöön saattaa olla suuri paikallinen merkitys ihmisten terveydelle sekä pohjaveden ja lähivesistöjen laadulle. Seuraukset voivat olla merkittäviä etenkin tiheästi asutuilla alueilla tai pohjavesialueilla. Kadulle vuotavalla jätevedellä on suora hygieeninen haitta; riski sairastumiselle on ilmeinen, jos esimerkiksi pikkulapset tai kotieläimet joutuvat kosketuksiin jäteveden kanssa tai jalankulkijat kuljettavat bakteereja ja viruksia kengissään kotiinsa. Maan sisään vuotaessaan jätevesi aiheuttaa riskin ihmisten terveydelle, jos jätevesi joutuu kosketuksiin vedenotossa hyödynnettävän pohjaveden kanssa tai esimerkiksi vuotavien vesijohtojen kautta. Pintavesiin joutuessaan puhdistamaton jätevesi kuormittaa ympäristöä ravinteilla, kiintoaineella sekä bakteereilla ja viruksilla. Viemärivuotoa ei välttämättä havaita, jos kuntoselvityksiä ei tehdä säännöllisesti. Tällöin pitkäaikainen vuoto saattaa aiheuttaa ison vahingon etenkin pohjavesille ja siten ihmisten terveydelle.

Viemäriverkoston tukkeutuminen ja esimerkiksi liian pitkät linjat suhteessa virtaamaan voivat johtaa siihen, että muodostuu rikkivetyä, joka aiheuttaa hajuhaitan lisäksi korroosiota putkistossa. Rikkivedyn muodostumisen kannalta tärkeimmät tekijät ovat jäteveden happipitoisuus, sulfaatin määrä, lämpötila, pH sekä orgaanisen aineksen määrä ja laatu. Rikkivedyn muodostumiseen vaikuttavat edellä mainittujen lisäksi myös viemäriin tekniset ominaisuudet, kuten putken koko, virtaaman syvyys, jäteveden virtausnopeus sekä viipymä viemäriin ^{8, 9}. Viemäreiden heikon kunnan tai viemäreiden huollon laiminlyönnin lisäksi kapasiteetin ylittyminen on riski jäteveden vuotamiselle ympäristöön.

Sekaviemärit ovat lähinnä vanhojen kaupunkikeskusten rakenteita. Ne ovat ongelmallisia erityisesti rankkasateiden ja lumen sulamisen aikoihin, kun viemäreiden, pumppaamoiden ja jätevedenpuhdistamoiden kapasiteetti on monesti ääriarjoilla. Tällöin puhdistamatonta jätevettä voi päästä pumppaamoilta tai puhdistamoilta ylivuotona ympäristöön. Tällaisia tilanteita ei voida välttää niin kauan kuin kaupunkikeskustoissa on sekaviemäriverkostoja, joiden viemäri- ja pumppaamomitoituksissa ei ole huomioitu harvoin toistuvia huippuvirtaamia.

7 SYKE, 2016. Vesihuollon tietojärjestelmä VEETI.

8 Pitkonen, P., 2013. Selvitys rikkivetypitoisuuksista viettoviemäriin Mikkelissä. Kemikaalin syötön vaikutus rikkivetypitoisuuksiin. Opinnäytetyö, Mikkelin ammattikorkeakoulu.

9 Makkonen, E., 2015. Teollisuusjätevesien seuranta ja hallinta – tapauskohteena Jyväskylän seutu. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto.

Jätevedenpuhdistamoilla altaiden mitoitukset voivat olla riittämättömät. Ilmastonmuutoksen on ennustettu entisestään lisäävän ja voimistavan sään ääri-ilmiöitä ja siten esimerkiksi rankkasateiden määrää ja intensiteettiä etenkin syksyllä ja talvella. Lisäksi talvista ennustetaan tulevan leudompia, jolloin sekaviemäriin päätyy enemmän orgaanista ainesta pintavalunnan mukana, mikä voi lisätä viemäreiden huuhtelutarvetta. Pumppaamoiden ylivuotoja ja jätevedenpuhdistamoilla tapahtuvia ohituksia sekä niiden ympäristöriskejä ja varautumismahdollisuuksia on selvitetty tarkemmin mm. VVY:n ja Pirkanmaan ELY-keskuksen toimesta ^{10 11}.

Hulevesien pääsy viemäriverkostoon voi kapasiteetin rajoittamisen lisäksi heikentää jäteveden puhdistusprosessia laitoksella laimentamalla ja viilentämällä puhdistamolle tulevaa jätevettä. Etenkin talvella jäteveden viileneminen on ratkaisevaa ammoniumtyypen hapettumisen eli nitrifikaation kannalta heikentäen samalla kokonaistypenpoistoa. Sekaviemäröintiä tulisi saneerausten yhteydessä pyrkiä vähentämään merkittävästi. Toisaalta hulevesiviemäröinti edellyttää rakenteellisia korjauksia ja investointeja myös katujen ylläpitäjiltä eli kunnilta esim. hulevesikourujen, painanteiden tai muiden hallintajärjestelmien muodossa.



Kuva 4. Vesihuoltolaitokselle voi tulla merkittävä määrä hulevettä. © Toivo Lapinlampi

¹⁰ Castrén, J., 2015. Selvitys jätevesiohituksista. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 35.

¹¹ Siintoharju, P., 2016. Jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen ja jätevedenpuhdistamoiden ohitusten ympäristöriskit ja hallinta Pirkanmaalla. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen raportteja 11/2016.

3 Suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa huomioitavat seikat

3.1 Suunnittelu

3.1.1 Maankäyttö ja vesihuolto

Viemäriverkostojen rakentamisen lähtökohtina kunnissa ovat kaavoitus sekä olemassa oleva rakennuskanta ja vesihuoltoverkosto. Kaavoitetuilla alueilla kunta vahvistaa vesihuollon toiminta-alueet joko vesihuoltolaitoksen tai kunnan esittäminä. Toiminta-alue voi kattaa tarvittaessa myös kaavan ulkopuolisia alueita. Toiminta-aluetta määritettäessä tulisi ottaa huomioon kunnan yhdyskuntarakenteen muutos ja alueidenkäyttötavoitteet. Vesihuoltolain mukaan kunnan tulee kehittää vesihuoltoa alueellaan yhdyskuntakehitystä vastaavasti.

Tiivistyvä yhdyskuntarakenne, etenkin kasvavien kaupunkiseutujen reuna-alueilla, luo paineita tiivimmälle yhteistyölle maankäytön ja vesihuollon suunnittelussa. Yhdessä ilmastonmuutoksen kanssa se luo haasteita etenkin vesijohto-, jätevesiviemäri- ja hulevesiverkoston kapasiteetin riittävyydelle. Vesihuollon toteuttaminen ja muun infrastruktuurin rakentaminen on paljon nopeampaisempaa kuin alueen maankäytön suunnittelu tai kaavoitus. Alueidenkäyttö ei kuitenkaan saa toteutua vesihuollon määrittämänä tai toisinpäin, vaan alueiden kehittämistä on pohdittava mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, kokonaisvaltaisesti yhdessä maankäytön ja vesihuollon suunnittelijoiden kesken.

Kaavoituksen yhteydessä tulisi tehdä kaava-alueen katujen ja vesihuollon linjausten esisuunnitelma, jossa selvitetään periaatetasolla, miten katujen tasaukset ja vesihuolto olisi alueella toteutettavissa. Tällöin kaavoitusvaiheessa tiedetään, mihin tontteja kannattaa vesihuollon rakentamisen kannalta sijoittaa ja mitkä kaava-alueen osat vaativat esimerkiksi pumppausta joko kiinteistökohtaisesti tai vesihuoltolaitoksen verkostoon sijoitettavalla pumppaamalla. Valitettavan usein toimitaan siten, että vesihuollon suunnittelu aloitetaan vasta, kun asemakaava on vahvistettu tai on juuri tulossa voimaan. Jos vesihuolto huomioitaisiin jo kaavoituksen laadinnan yhteydessä, välttyttäisiin turhilta vesihuoltoon liittyviltä kaavamutoksilta.

Vesihuoltoverkoston suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon myös muut toimijat, kuten sähkö- ja tietoliikenneverkoston ylläpitäjät sekä kaukolämmön ja maakaasun tuottajat, ja heidän verkostonsa alueen maankäytön suunnittelun tarpeiden osalta. Myös katujen kunnostustarve osana kunnallisteknistä suunnittelua on syytä huomioida. Sekä uuden alueen että saneerattavan katuosuuden suunnittelussa tulisi jo yleissuunnitteluvaiheessa huomioida tilavaraukset kaikkien mahdollisten toimijoiden infrastruktuurille. Esimerkiksi laajakaistadirektiivin toteutuksessa on huomioitava, että tietoliikennekaapeleiden asentamisella ei heikennetä vesijohto- ja viemäriverkostojen rakentamista tai ylläpidon edellytyksiä. Kunta voi ottaa aktiivisen roolin yhteistyöstä alueellaan, jotta suunnitelmista, tilavaraustarpeista yms. keskustellaan ajoissa kaikkien sellaisten osapuolten kanssa, joiden toimintaan niillä voi olla vaikutusta.

Eräs työkalu eri toimijoiden yhteistyön vahvistamiseksi on vesihuoltolaitoksen vuosittainen saneerausohjelma, joka voidaan jakaa muiden kunnallisteknisten toimijoiden käyttöön. Tällöin sekä kadun kunnossapidolla että muilla maanalaisten johtojen operaattoreilla (kaasu, kaukolämpö, sähkö ja tietoliikenne) on tiedossa, koska vesihuoltoverkostoja on tarkoitus saneerata milläkin katuosuudella. Kehitteillä on myös Viestintäviraston tarjoama sähköinen palvelu (www.verkkotieto.fi), jossa suunnitelmat voidaan jakaa. Hankkeita voidaan edelleen paremmin sovittaa yhteen, jos myös kadun kunnossapidosta vastaavalla taholla ja maanalaisten johtojen operaattoreilla on vastaavat vuosittaiset saneerausohjelmat. Vähintään vesihuollon ja katujen ylläpidon saneeraustarpeet on hyvä käydä läpi vuosittain ja priorisoida yhteiset tarpeet. Kustannuksia voidaan säästää yhteiskaivuhankkeissa, kun katua ei tarvitse kaivaa auki

moneen kertaan. Yhteistyön edistäminen on myös ns. yhteishankintadirektiivin (2014/61/EU) ja kansallisen verkkoinfrastruktuurin yhteisrakentamisesta ja -käytöstä annetun lain (276/2016) tavoitteena.

Vesihuoltolaitoksen ja kiinteistönomistajien välisten vastuukysymysten on oltava selkeitä. Selkeät vastuut helpottavat ja nopeuttavat saneerauksen suunnittelua kokonaisuutena. Kiinteistönomistaja on vastuussa tonttviemäristään liitoskohtaan asti ja useimmiten liitoskohta sijaitsee runkoviemäriin kyljessä. Muita vaihtoehtoja ovat kiinteistön raja tai rajan läheisyydessä sijaitseva liitoskaivo. Sopimusteknisiä eroja esiintyy kunnittain. Kiinteistön rajan läheisyydessä sijaitseva liitoskaivo olisi selkeä vastuu-kohta, koska vesihuoltolaitos suunnittelee verkoston rakentamisen ja saneeraukset kokonaisuutena kyseisellä katuosuudella. Tämä olisi hyvä ratkaisu myös verkoston huoltotoimien helppouden kannalta.

Liitoskohdasta ja vastuukysymyksistä riippumatta kunnat tai vesihuoltolaitokset voivat ottaa aktiivisen roolin myös tonttviemäreiden saneerausten vauhdittamisessa mm. viestinnän kautta. Vesihuoltolaitoksen viemärisaneerauksen yhteydessä voidaan samalla tarjota kiinteistönomistajille tonttviemäreiden saneerausta. Tämä on yhteinen intressi myös sen vuoksi, että hulevesien pääsy kiinteistöiltä viemäriverkostoon vähenee.

3.1.2 Tekninen suunnittelu

Vesihuoltolaitoksille, kunnille, alan konsulteille ja tuotevalmistajille suunnatun kyselyn (SYKE, 2016) mukaan viemäriverkoston saneeraustarpeen laukaisee yleensä putkirikko, putkitukokset tai muu kadun aukaisemista vaativa tapahtuma. Myös viemäritukosten ja -huuhteluiden määrä, kunnossapitokustannusten nousu, kapasiteetin riittämättömyys tai ylikapasiteetti maankäytön muutosten seurauksena sekä toimintaedellytysten turvaamisen tarve voivat antaa sykäyksen saneeraukselle. Verkoston kunto tulisi ottaa huomioon kokonaisvaltaisesti jo suunnitteluvaiheessa, jotta välttyään yllätyksiltä ja pystytään ennakoimaan verkoston huolto- ja saneeraustarve.

Viemäriverkoston saneerauksia tulee suunnitella ja toteuttaa ajantasaisen verkostotiedon pohjalta pitkäjänteisesti ja tiiviissä yhteistyössä eri osapuolten kanssa. Avoin ja ennakoiva viestintä saneeraustarpeista sekä toimenpiteiden aiheuttamista hyödyistä, häiriöistä ja taloudellisista vaikutuksista esimerkiksi vesihuoltomaksuihin edistävät hankkeiden valmistelua ja toteutusta. Työkalun tähän tarjoavat vesihuollon kehittämissuunnitelmat, jotka sisältävät myös verkostojen saneeraustarpeiden kuvaukset¹².

Mitä monipuolisempaa tietoa viemäriverkoston kunnosta on, sitä varmemmin voidaan todeta heikkokuntoisimmat, kriittisimmässä saneeraustarpeessa olevat verkosto-osuudet. Kuntotutkimuksia olisi syytä tehdä esimerkiksi tv-kuvauksiin perustuen, ja laatia lyhyen ja pitkän tähtäimen saneerausohjelmat saneerauskohteet priorisoiden. Kuntotutkimusten teknisen toteutuksen lisäksi vesihuoltolaitoksella tulisi olla resursseja myös analysoida kuvauksilla saatavaa tietoa, ellei se sisälly mahdollisesti ulkopuoliselta tilattavaan kuvausurakkaan.

Saneerausohjelmien perusteella voidaan laatia esi- ja yleissuunnitelmat, joiden yhteydessä määritetään saneeraustapa ja kustannusarvio saneerauksen toteutukselle. Näiden suunnitelmien perusteella kohteita on edelleen mahdollista priorisoida uudelleen saneerausohjelmassa, esimerkiksi kustannusten perusteella tai vuosittaisten määrärahojen ja investointitason puitteissa. Vaihtoehtoisesti voidaan hakea synergiaetuja muiden toimijoiden kanssa, ja toteuttaa aluesaneerauksia, joissa saneerataan kerralla laajemman alueen kaikki maanalaiset johdot, putket ja viemärit. Kuntotutkimusten avulla voidaan priorisoida saneerausten lisäksi myös ennakoivia kunnossapitotoimia ja niiden merkitystä verkoston eri osissa. Saneeraukseen on syytä ryhtyä siinä vaiheessa, kun kunnossapito alkaa maksaa suhteessa enemmän kuin saneeraus ja sillä saavutettavat hyödyt.

Hyvät tarkemittaukset ja paikkansapitävät lähtötiedot ovat suunnitteluvaiheessa oleellisia. Suunnittelussa on oleellista huomioida olemassa olevan verkoston nykyinen kapasiteetti ja kunto sekä turvata

¹² RIL, 2017. Rakennetun omaisuuden tila ROTI 2017

viemäreiden itsepuhdistuvuus ja riittävä kapasiteetti tulevaisuuden vedenkäyttömuutokset huomioiden. Myös putkimateriaalien kestävyys ja työn laatuun kaivantotyöskentelystä lähtien on hyvä kiinnittää huomiota. Pumppaamoiden suunnittelussa oleellisia tekijöitä ovat mitoitus, sijainti pohjavesialueisiin, talousvesikaivoihin ja vesistöihin nähden, mahdollisten ylivuotojen hallinta, varavoiman saatavuus ja hajuhaittojen ehkäiseminen. Katualueilla rakennettaessa tulee jo suunnitteluvaiheessa huomioida vaikutukset liikennöinnille, ja pyrkiä pitämään ne mahdollisimman pieninä.

Vesihuoltosuunnittelu sisältää myös laadukkaan geoteknisen suunnittelun. Vesihuoltolinjojen sijoittaminen erilaisiin maaperäolosuhteisiin vaatii erilaisia perustamistapoja. Lisäksi rakentamisaikainen työturvallisuus edellyttää kaivantojen luiskausta maalajin mukaisesti soveltuvilla luiskakaltevuuksilla tai kaivantojen seinämien tukemista erilaisin tukirakentein. Putken oikeanlaisella perustamisella ja huolellisella ympäristäytöllä raekooltaan soveltuvalla materiaalilla on suuri ja suhteellisen suora vaikutus putken käyttöikänsä. Jos putki painuu, se saattaa aiheuttaa putkirikkoja ja tukoksia ja muita toiminnallisia häiriöitä. Kivet putken alkutäytössä voivat puolestaan rikkoa putken jo alkuvaiheessa. Huolellinen geotekninen suunnittelu edellyttää riittäviä pohjatutkimustietoja ja pohjavesitietoja. Vuodenaikojen vaihtelu kannattaa huomioida rakentamista suunniteltaessa; rakentamisolosuhteet ovat erilaiset maan ollessa sulana tai roudassa. Yleensä kustannustehokkainta on rakentaa sulan maan aikaan, mutta muilla kuin katuosuuksilla voi olla kustannustehokkaampaa rakentaa roudan aikaan, jos maasto on muutoin pehmeää ja märkää.

Viemäriverkoston energiatehokkuus on myös tärkeä suunnittelussa huomioitava tekijä. Kun halutaan säästää energiaa ja kustannuksia sekä vähentää vesihuollosta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä, on tärkeää huomioida vesihuoltoverkoston tarpeet jo kaavoitusvaiheessa. Suunnitteluvaiheessa tulee pyrkiä vähentämään pumppaamoiden määrää suunnittelemalla mahdollisuuksien mukaan viettoviemäriä. Valittavien pumppaamoiden tulisi olla mahdollisimman energiatehokkaita ja niiden toimintaa tulisi voida optimoida ja valvoa kauko-ohjauksella. Ei kannata kuitenkaan pyrkiä liian pitkiin viettoviemäriin, jolloin haasteeksi voi muodostua viemäriin itsepuhdistuvuus kaltevuuden pienentyessä. Toisaalta ei ole itsestään selvää, että paineviemäri takaisi itsepuhdistuvuuden. Jos paineviemäri mitoitetaan väärin ja esimerkiksi putkikoko on liian suuri, virtausnopeus putkessa on liian alhainen, putkeen alkaa kertyä sakkaa ja se saattaa tukkeutua.

Sade- ja valumavesien pääsyn estäminen jätevesiviemäriin on ensiarvoisen tärkeää, jotta viemäreiden kapasiteetti ei ylity. Jätevesiviemäreitä ei ole suunniteltu ottamaan vastaan hulevesiä, toisin kuin sekaviemäreitä. Ilmastonmuutoksen on ennustettu edelleen voimistavan sään ääri-ilmiöitä sekä lisäävän rankkasadetapahtumia ja niiden intensiteettiä etenkin syksyisin ja talvisin. Katualueilla oikeat kallistukset ja hulevesien johtamisrakenteet ovat avainasemassa, jotta valumavedet ohjataan jätevesiviemäreiden kaivonkansien ohi mahdollisimman tehokkaasti tai esimerkiksi viheralueille tai painanteisiin, joissa hulevesi voi hallitusti imeytyä maaperään. Viemäriverkoston kaivonkansien on oltava tiiviitä ja ylemmänä kuin kadun alin korkeustaso.



Kuva 5. Hyvin hoidettu työturvallisuus. Pontit on lyöty tiiviisti kiinni toisiinsa (ns. lyöty ponttiin), ja pontteihin on kiinnitetty kaivannon suuntainen vaakatuki sekä useita poikkitukia kaivannon poikki, jotka pitävät kaivannon pontit suorassa, jotta ne eivät taivu sisäänpäin. Syvässä kaivannoissa on erityisen tärkeää huomioida työturvallisuus. Kaivantojen seinien oikein suunniteltu ja mitoitettu tuentarakenne estää kaivannon seinämien sortumisen ja mahdollistaa työkonoiden turvallisen liikkumisen kaivannon läheisyydessä sekä ihmisten työskentelyn kaivannossa.
© Sanna Rantanen



Kuva 6. Puutteellinen työturvallisuus. Ponttien välillä ei ole lainkaan poikkitukia kaivannon poikki, eikä pontteja ole lyöty tiiviisti kiinni toisiinsa eli tuentarakenne ei ole välttämättä turvallinen eikä toteutettu suunnitelman mukaan.
© Sanna Rantanen

3.1.3 Suunnitteluohjeet

Vesihuoltolaitosten verkostojen teknistä rakentamista koskevia viranomaissäädöksiä ei ole, eikä maanalaisten johtojen suunnittelijoille myöskään ole rakentamismääräyskokoelman mukaisia pätevyysvaatimuksia. LVI-suunnittelijoille on olemassa omat pätevyysvaatimuksensa. Viemäreiden rakennus- ja saneeraustöiden suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan soveltuvin osin erilaisia ohjeistuksia, joista suuri osa on Rakennustietosäätiön (RTS), sen omistaman Rakennustieto Oy:n, Suomen Rakennusinsinöörien liiton (RIL) ja Vesilaitosyhdistys ry:n (VVY) julkaisuja.

Paljon hyödynnetty tietokanta on Rakennustietosäätiön ylläpitämä InfraRYL, joka on infra-alan yhdessä laatima kuvaus infrarakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista, sisältäen teknisiä ja toimivuuteen liittyviä vaatimuksia (www.rakennustieto.fi/infraryl). InfraRYLin vaatimuksiin voi viitata ehtoina jo tarjouspyyntövaiheessa. Saneeraussuunnittelussa käytetään paljon InfraRYLin suunnitteluohjeita, joista tärkein on ”Vesihuoltoverkkojen saneeraus” vuodelta 2013. RILin julkaisuista tärkeimpiä on kaksiosainen ”Vesihuoltoverkkojen suunnittelu” vuodelta 2010. VVY:n julkaisuista eniten käytetyt ovat ”Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden yleinen työselostus ja määrämittausohje” ja ”Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden rakennuttamisasiakirjat” sekä niistä tehty Infrakortti ”Vesihuoltoverkkojen saneeraus”. Myös Rakennusteollisuus RT ry:n ja Betonitieto Oy:n julkaisemaa Betoniviemäritkäsikirjaa hyödynnetään. Tuotevalmistajilla ja mahdollisesti suunnittelutyön tilaajilla voi olla lisäksi omat ohjeistuksensa. Yliopistojen opinnäytetyöt antavat uutta tietoa esimerkiksi kaivamattomista tekniikoista. Opinnäytetöitä ovat tukeneet mm. Suomen kaivamattoman tekniikan yhdistys FiSTT ry.

Viemäreiden rakentamiseen ja saneeraukseen käytettäviä rakennustuotteita koskee rakennustuoteasetus (305/2011/EU), jonka mukaan rakennustuotteille, jotka sijoitetaan Euroopan talousalueen (ETA) markkinoille ja joita koskee harmonisoitu eurooppalainen standardi (hEN) tai eurooppalainen arviointiasiakirja (EAD), on laadittava suoritustasoilmoitus (DoP) ja tuote on CE-merkittävä. Suomessa Suomen standardisoimisliitto (SFS) julkaisee ja myy tuotestandardeja.

Rakennustuotteen valmistaja voi osoittaa kelpoisuuden myös vapaaehtoisella tyyppihyväksynnällä niille tuotteille, joista säädetään ympäristöministeriön tyyppihyväksyntäasetuksessa. Tällä hetkellä viemäriintä liittyy tyyppihyväksyntäasetus on voimassa vain polypropeenista valmistetuille viemäriputkille ja putkiyhteille¹³. Kun tuote siirtyy CE-merkinnän soveltamisalaan, tyyppihyväksynnän voimassaolo päättyy.

Joillekin tuotteille on olemassa tuotesertifikaatteja, jotka ovat vapaaehtoisia dokumentteja, joissa esitetään testituloksiin tai laskelmiin perustuvat tuotteen/tuotejärjestelmän ominaisuudet ja tuotetta kohdemaassa koskevat vaatimukset. Edellytyksenä on, että tuote ei ole CE-merkinnän piirissä. Sertifiointi täydentää viranomaisvaatimustason osoittavaa CE-merkintäjärjestelmää. Lisäksi muoviputkille on käytössä NPM-merkki (Nordic Poly Mark), joka takaa sen, että muoviputket kestävät, ovat pohjoismaisten erityisvaatimusten mukaiset ja ovat puolueettoman tahon testaamat ja tarkastamat.

Luvussa 6 on esitetty kooste viemäriverkostojen suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon liittyvistä ohjeista, raporteista, standardeista ja lainsäädännöstä.

3.2 Rakentaminen

Ympäristön kannalta tärkeintä viemäriverkoston rakentamisessa on estää jätevesien pääsy puhdistamattomana ympäristöön. Tämä turvataan mm. valitsemalla mahdollisimman kestävä materiaalit ja toteuttamalla työ laadukkaasti. Vesihuoltolaitoksille, kunnille, alan konsulteille ja tuotevalmistajille suunnatun kyselyn (SYKE, 2016) mukaan tärkeintä viemäriverkoston rakentamisessa on korostaa kaivannon pohjamateriaalia ja täyttöä. Kaivantojen romahtaminen ja viemäreiden rikkoontuminen on merkittävä

¹³ Ympäristöministeriön asetus polypropeenista valmistettujen viemäriputkien ja putkiyhteiden tyyppihyväksynnästä, 2016.

riski, jos pohjatyöt on tehty huonosti, kaivanto on tehty liian jyrkillä luiskauksilla, kaivannon seinämien tarvittavaa tuentaa ei ole tehty tai on käytetty liian heikkoja materiaaleja. Eräs ongelman aiheuttaja voi olla myös perehtymättömien aliorakoitsijoiden käyttö, jolloin tilaaja ei voi olla varma, onko esimerkiksi kaivinkoneen kuljettaja perehtynyt kaikkiin oleellisiin ohjeistuksiin koskien viemärien rakentamista. Avainasemassa ovat myös viemärien rakennustyön tilaajan resurssien riittävyys ja taito tarkastaa tilaamansa työn laatu. Resurssien tarve työn laadun tarkkailussa korostuu saneeraustahdin kiihtyessä.

Myös suunnitelmien puutteellisuus voi vaikuttaa rakennustyön laatuun. Työn laatu on huomioitava jo kilpailutus- ja suunnitteluvaiheessa. Kilpailutuksessa on otettava huomioon suunniteltujen materiaalien, toteutuskustannusten ja työn toteuttamisajan yms. lisäksi myös ympäristönäkökohdat sekä kiinnitettävä huomioita urakoitsijoiden referensseihin.

Laadun varmistaminen on tärkeää koko rakentamisen ajan. Tilaajaa edustavan työn valvojan on seurattava työtä koko prosessin ajan ja käytävä työmaalla. Lisäksi tilaajan puolelta on oltava turvallisuuskoordinaattori. Kaikista mahdollisista muutoksista rakentamisen aikana on ilmoitettava valvojalle. Rakentajan ja suunnittelijankin olisi hyvä tehdä yhteistyötä rakentamisen aikana joko suoraan tai valvojan kautta. Näin mahdolliset suunnitelman puutteet tai rakentamisessa suunnitelman kannalta esiin tulevat haasteet voidaan ottaa paremmin huomioon. Tämä edistää myös suunnittelijan ymmärrystä siitä, mitä rakennustyömaalla todellisuudessa tapahtuu ja parantaa mahdollisesti suunnitelmien laatua jatkossa.

Lopullinen työn laadun valvonta tapahtuu lopputarkastuksessa ja siinä tehtävissä vastaanottokokeissa, mihin työn tilaajalla on oltava riittävät resurssit ja ammattitaito. Vähimmäisvaatimukset on määriteltä vuodel 2006 InfraRYLin (Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset) osan 2 kohdassa 31100.5. Tilaaja määrittelee vastaanottokokeet jo kilpailutusvaiheessa. Vastaanottokoe voi sisältää viemärien osalta esimerkiksi tv-kuvauksen, jälkimittauksia, peilauksia ja tiiveyskokeita. Työn rakennuttaminen, valvonta ja turvallisuuskoordinointi sekä vastaanottokokeet voidaan myös ulkoistaa. Vastaanottokokeet viemäreiden tv-kuvausten osalta voidaan sisällyttää myös urakkaan urakoitsijan vastuulle.

3.3 Ylläpito

Viemäriverkostojen ylläpidon tulee olla järjestelmällistä, ennakoivaa ja pitkäjänteisesti toteutettua. Hyvä rakennussuunnittelu sekä etenkin kuntotutkimus- ja kunnossapito-ohjelmat ovat peruslähtökohta onnistuneelle ylläpidolle. Rakennussuunnittelulla varmistetaan viemärien huuhtoutuvuus sekä viemärien huuhtelun helppous esimerkiksi varmistamalla, että risteysalueilla on tilavampia tarkastuskaivoja. Kuntotutkimus- ja kunnossapito-ohjelmat määrittelevät, mitä tutkimuksia ja kunnossapitotoimenpiteitä verkostossa toteutetaan ja millä aikataululla. Ylläpitotoimilla varmistetaan, että viemäriverkosto kestää laskennallisen käyttöiän verran ja pidempäänkin. Kaukovalvontajärjestelmien käyttäminen helpottaa verkoston huoltamista ja ehkäisee äkillisiä saneeraustarpeita. Itse saneerauksen pitäisi olla äärimmäinen keino ylläpitää viemärien kuntoa.

Saneerausten tulee perustua pitkäjänteisiin saneeraus- ja kuntotutkimusohjelmiin sekä viemärien kunnan seurantaan. Näin vältetään äkillisen saneeraustarpeen syntymistä ja ennakoidaan saneeraustoitimet ennen viemärien toimintahäiriöiden ilmenemistä. Häiriön korjaaminen jälkikäteen on ympäristö- ja terveysriskin lisäksi kallista ja työlästä. Esimerkiksi putkirikko vilkkaasti liikennöidyllä katualueella aiheuttaa myös logistisia haasteita liikenteelle, ja maanalaiset rakenteet voivat vaurioitua. Häiriöitä voi syntyä myös esimerkiksi sähkö- ja tietoliikennekaapeleille sekä muille maanalaisille verkostoille. Saneeraus- ja kuntotutkimusohjelmat lisäävät myös yhteistyötä, koska niiden avulla on helpompaa suunnitella vesihuoltoinfrastruktuurin kunnostus- ja laajennushankkeita ennakoivasti yhdessä muiden tahojen, kuten kaukolämpölaitosten tai tietoliikenneyritysten kanssa. Myös pelkkä tiedonsiirto suunnitelmista on

tärkeää. Eräs hyvä esimerkki saneeraussuunnitelmasta on Järvenpään Veden saneerausohjelma, jossa on esitetty toimet lyhyellä viiden vuoden tähtäimellä ja pitkällä 60 vuoden tähtäimellä ¹⁴.



Kuva 7. Tekeillä on vesihuollon saneeraus tiiviillä kaupunkialueella. Nykyinen vesijohto ja sekavesiviemäri sijaitsevat kalliokanaalissa. Sekavesiviemärin kokoa täytyy suurentaa uuden mitoituksen mukaan, ja siten myös kalliokanaalia laajentaa. Kuvassa työkonetta laajentaa kalliokanaalia rammerilla. Rammerointia joudutaan käyttämään, koska räjäyttämisen lähellä rakennuksia ei ole turvallista. ©Sanna Rantanen

Vesihuoltolaitosten verkosto-omaisuuden määrä edellyttää nykyistä huomattavasti suurempaa panostusta verkosto-omaisuuden hallintaan. Edellytyksenä on verkoston kunnon tunteminen; kuntotietojen puutteellisuus vaikeuttaa saneerausten järkevää kohdentamista ja suunnittelua. Saneeraustarpeen arviointia varten tarvitaan viemäriverkoston tv-kuvausmateriaalin analysoinnin lisäksi oheistietoa verkoston rakenteesta ja käyttöhistoriasta. Verkoston kunnon määrittämisessä voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi jonkinlaista pisteytysjärjestelmää tai kriittisyysluokitusta verkoston teoreettisen käyttöönsä ja materiaalin, verkostokuvauksissa ja muissa mahdollisissa tutkimuksissa havaitun kunnon heikkenemisen, verkoston kriittisen sijainnin ja jätevesien määrän sekä vuotovesistä tehtyjen arvioiden ja havaintojen perusteella.

Keravalla on kehitetty priorisointityökalu, jossa saneerattavat kohteet luokitellaan kunnon ja tärkeyden mukaan. Näihin tekijöihin liittyvien muuttujien perusteella kukin putkiosuus priorisoidaan, ja lopuksi verkosto-osat jaetaan kolmeen priorisointiryhmään ¹⁵. Nurmijärvellä verkoston saneeraustarvet-

¹⁴ Järvenpään Vesi, 2011. Järvenpään Veden saneerausohjelmat. www.jarvenpaa.fi > Asuminen ja ympäristö > Järvenpään Vesi > Saneerausohjelmat.

¹⁵ Niemi, T., 2007. Pitkän tähtäimen saneerausohjelman laatiminen Keravan vesihuoltolaitoksen talousveden jakelujärjestelmää ja asumisjäteveden viemärintijärjestelmää varten. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu.



Kuva 8. Kuvan työmaalla saneerataan 600 mm vesijohtoa, 560 mm jätevesiviemäriä ja 1000 mm hulevesiviemäriä. Kuvassa tehdään jätevesiviemäriiliitosta olemassa olevaan verkostoon. © Sanna Rantanen

3.4.1 Auki kaivaminen

Selkein ja lopputulokseltaan kestävin, uutta vastaava saneerausratkaisu on yleensä kaivannon auki kaivaminen ja uuden putken asennus, jos siihen on mahdollisuus. Auki kaivamista tulee harkita erityisesti silloin, kun saneerattavan viemärin lähellä on muiden johtojen tai kaapeleiden saneeraus- tai rakennustarvetta tai kun koko katu rakennetaan tai saneerataan samalla. Auki kaivaminen voi olla paras vaihtoehto myös silloin, jos saneerattava viemäri on rakenteellisesti niin huonossa kunnossa, että se aiheuttaa esimerkiksi sortumisriskin.

Auki kaivaminen voi tulla kustannustehokkaimmaksi tavaksi myös, jos alueelle tehdään esimerkiksi tonttviemärin liitoskohtia tai muita vastaavia niin tiheästi, että käytännössä maanpinta on muutenkin suurelta osin auki. Jos saneerauksella pyritään eroon sekaviemäröinnistä ja rakennetaan hulevesiviemäriä, on auki kaivaminen ainoa vaihtoehto. Myös mahdollisten asennusvirheiden korjaamisen vuoksi viemäri on saneerattava kaivamalla auki. Tällöin tulisi tosin miettiä saneeraustarvetta myös laajemmalla viemäriosuudella. Auki kaivamalla verkoston kuntoa voidaan parantaa kaivannon pohjatöistä lähtien.

3.4.2 Sujutus

Sujutuksessa saneerattavan viemärin sisään asennetaan uusi, halkaisijaltaan pienempi muoviputki. Sujutus sopii sellaisiin kohteisiin, joiden kapasiteettia voidaan hieman pienentää ja vanhan putken muotoraakenne on vuotamisesta tms. huolimatta muuten hyvä. Se sopii myös kohteisiin, joissa massiiviset ja pitkäaikaiset ohipumppaukset eivät ole teknisesti ja taloudellisesti mahdollisia, vaikkakin monet sujutusmenetelmät edellyttävät ohipumppausta. Käyttöältään sujutuksella saneerattu putki vastaa uuden

putken asentamista ja putkiston voi odottaa kestävänsä seuraavat 50 vuotta²². Sujutusmenetelmiä ovat esim. pitkä-, pätkä-, muotoputki-, sukka- ja pakkosujutus.

Pitkäsujutus (lining with continuous pipes)

Pitkäsujutuksessa putki on yhtenäinen, jopa useita satoja metrejä pitkä. Uusi putki vedetään vaijerilla tai työnnetään hydraulisesti. Pitkäsujutus soveltuu pitkien ja suorien viemäreiden saneeraukseen varsinkin silloin, kun saneerattavassa viemärissä ei ole paljon liittymiä eikä putkiosuudelle tehdä muita kadun aukaisemista vaativia toimenpiteitä.

Pätkäsujutus (lining with discrete pipes)

Pätkäsujutus eroaa pitkäsujutuksesta siten, että asennettavat putkimoduulit ovat lyhyitä. Pätkäsujutuksessa saneerattavan viemärin sisään asennetaan tarkastuskaivoista noin puolen metrin pituisia saneerausputkia, jotka asennetaan toisiinsa tiiviisteellisillä muhviiliitoksilla. Sujutusputkien ja olemassa olevan viemäriputken välinen tyhjä tila täytetään tarvittaessa hiekalla tai vaahtobetonilla. Tämä koskee myös pitkäsujutusta. Pätkäsujutus tulee kyseeseen samoin peruseriaattein kuin pitkäsujutus, paitsi että kaivovälit voivat olla lyhyemmät ja liitoksia voi olla tiheämmässä. Pätkäsujutus voidaan toteuttaa siten, että viemäri on käytössä sujutuksen ajan, riippuen virtaaman suuruudesta. Pätkäsujutus soveltuu ainoastaan viettoviemäreiden saneeraukseen.

Muotoputkisujutus (close-fit lining)

Muotoputkisujutuksessa munuaisen muotoon muotoiltu, lämmitetty putki vedetään vaijerilla saneerattavan putken sisälle joko kaivannosta tai tarkastuskaivosta käsin. Muotoputki palautetaan pyöreään muotoonsa joko kuumentamalla tai paineilmalla, jolloin se jäykkenee jäähtyessään. Muotoputki mitoitetaan saneerattavan putken koon mukaan ja painetaan kiinni saneerattavan putken sisäpintaan. Muotoputkisujutuksen jälkeen sujutettuun putkeen liittyvät tonttiliittymät porataan auki porauslaitteella. Tämä saneeraustapa sopii samanlaisiin kohteisiin kuin pitkäsujutus. Muotoputkisujutus minimoi sujutusputken vaurioitumista.

Sukkasujutus (cured-in-place pipe/lining)

Sukitus eli sukkasujutuksessa saneerattavan viemärin sisään viedään nestemäisellä hartsilla kyllästetty, polyesterihuovasta tai joustavasta polyesterikudoksesta tehty putki eli ns. saumaton sukka paineilman tai veden avulla. Sukan muodostama putki paineistetaan kovettumisen ajaksi muottina toimivan, korjattavan putken muotoon, lämmön tai UV-valon avulla. Sujutuksen jälkeen viemäriin liittyvät tonttiliittymät porataan auki porauslaitteella. Sukkasujutus sallii jopa pienen muodonmuutoksen saneerattavassa putkessa, ja se soveltuu poikkileikkaukseltaan kaiken muotoisille putkille. Sukkasujutuksella saneerattavan viemärin on oltava kuitenkin mielellään suora, ja liittymiä ja kaivoja tulisi olla mahdollisimman vähän. Tuloksena on tasainen, kova ja kestävä pinta.

Eri menetelmien kestävyyttä on arvioitu käytettävän materiaalin vanhenemisen perusteella sen mukaan kuinka mekaaniset ominaisuudet säilyvät vanhennuskokeessa, ja sujutuksen käyttöäksi on arvioitu 40 vuotta²². Sukkasujutusta käytetään Suomessa melkein yksinomaan halkaisijaltaan suurempien (>300 mm) viettoviemäreiden saneeraukseen. Sukkasujutus on tällä hetkellä maailmalla käytetyin kaivamaton saneerausmenetelmä ja sillä voidaan saneerata jopa 3 metriä halkaisijaltaan olevia putkilinjoja.

Pakkosujutus (pipe bursting, pipe cracking)

Pakkosujutuksessa vanhan putken sisään vedetään sinne syötettyjen terästankojen avulla uusi, yhtenäinen muoviputki. Uuden putken päähän sijoitetaan levityskärki, jolla vedon edetessä halkaistaan tai

²² VTT Expert Services Oy, 2015. Perinteisen putkiremontin tilalle sujutus, sukitus tai pinnoitus. Uutinen 9.6.2015.

murskataan vanha putki, joka jää rikkonaisena maahan uuden putken ympärille. Pakkosujutus eroaa muista sujutusmenetelmistä siten, että sen avulla putken mitoitus voidaan pitää samana tai jopa hieman kasvattaa sitä, tarvittaessa jopa noin 30 %. Pakkosujutus soveltuu sekä paineellisille että paineettomille viemäri- ja viemäriputkille.

Kuristussujutus (swagelining)

Kuristussujutus soveltuu paineellisten ja paineettomien viemäreiden sekä vesijohtojen saneeraukseen. Menetelmässä saneerattavaan putkeen vedetään kuristettua, yhtenäiseksi puskuhittattua PE-putkea mekaanisesti. Puskuhittauksessa syntyneet purseet on poistettava ennen sujutusta. Mekaanisessa kuristuksessa putken halkaisija pienenee n. 10 % (8 - 12 %). Kun kuristettu PE-putki on vedetty paikoilleen, se palautuu muotoonsa yleensä vuorokauden kuluessa. Saneerattavan putken ja sujutetun putken väliin ei jää ylimääräistä tilaa, joten linjan halkaisija pienenee sujutetun putken seinämävahvuuden verran.²³

Kuristussujutus vaatii kaivantojen kaivuun. Aloituskaisuun sijoitetaan kuristin ja vedettävä putki. Lopetuskaivannon puolelle sijoitetaan vinssi, jolla vinsataan kuristettu putki läpi saneerattavan linjan. Kuristussujutusta ei ole käytetty Suomessa, mutta se on yleistä Keski-Euroopassa.²³

3.4.3 Pinnoitus

Putken pinnoitus on kevyin vaihtoehto viemäri- ja viemäriputkiston saneeraukselle. Vanhan putkiston on oltava riittävän hyvässä kunnossa. Pinnoituksessa vanhan viemäri- ja viemäriputken puhdistetulle sisäpinnalle ruiskutetaan esimerkiksi epoksilla uusi tiivis pinta, jolle on määritelty vähimmäispaksuus. Pinnoituksella saneeratun viemäri- ja viemäriputken arvioitu käyttöikä vaihtelee 20 - 50 vuoden välillä. Pinnoitus sopii yksittäisten halkeamien korjaukseen betoniviemäri- ja viemäriputkissa tai -kaivossa. Pinnoitus on Suomessa vielä suhteellisen uusi ratkaisu.

3.4.4 Panelointi

Paneloinnissa eli elementtivuorauksessa saneerattavan putken sisään asennetaan mittatilaustyönä tehtyjä elementtejä käsin. Siten panelointi sopii erikokoisille ja etenkin suurille viemäri- ja viemäriputkille. Materiaaleina käytetään lujitemuovia tai lisäaineistettua lasikuitua. Elementtien avulla kootun putken ja olemassa olevan putken välitila täytetään vaahtobetonilla. Panelointia käytetään suurten kokoojaviemäreiden ja viemäri- ja viemäriputkien saneeraukseen. Suomessa se on harvinaista.

3.4.5 Vaakaporaus

Vaakaporausmenetelmiä käytetään uuden viemäri- ja viemäriputken asentamiseen. Vaakaporausmenetelmiä ovat esimerkiksi suunta-, työntö- ja vasaraporaus. Vaakaporausmenetelmistä käytetään usein myös saneerausratkaisuna, koska se säästää aikaa, mikä tehostaa osaltaan saneerausten toteuttamista. Silloin asennetaan uusi putki uuteen sijaintiin. Vaakaporaus soveltuu sekä paine- että viettoviemäri- ja viemäriputkille, ja sitä käytetään erityisesti kaivuun kannalta haastavissa kohteissa, kuten puistojen, vesistöjen, katujen ja moottoriteiden alituksissa (kuva 9). Maaperän on tosin oltava tyypillisesti savea tai silttiä; kivet voivat jopa estää porauksen. Poikkeuksena on vasaraporaus, joka soveltuu jopa kalliioon. Viettoviemäreiden osalta vaakaporausella voi olla haastavaa taata suunniteltu viettokulma. Poraus on mahdollista tehdä jopa useita satoja metrejä kerrallaan. Mitä syvemmällä asennus tapahtuu, sitä parempi kustannustehokkuus vaakaporausella on verrattuna perinteiseen kaivamalla tapahtuvaan rakentamiseen.²³

²³ Honkaharju, 2016. Kaivamattomat tekniikat kunnallissuunnittelussa. Diplomityö. Teknillinen tiedekunta. Oulun yliopisto.

Suuntaporaus (horizontal directional drilling, HDD)

Suuntaporaus on menetelmänä kaksi- tai useampivaiheinen. Ensimmäinen vaihe on pilottiporaus, jossa porakärjen lähettämän signaalin avulla saadaan selville porauksen syvyys, kulma, suunta ja ohjaussuunta. Porakärjen matkaa seurataan maanpinnalla olevan lähettimen avulla ja ohjataan joko kaivantoon tai maan pinnalle. Maanpinnalla olevan vastaanottimen tiedot välittyvät suuntaporakoneeseen, josta tapahtuu porakärjen suuntaaminen ja ohjaus. Porausmatkan tiedot eli sijaintikoordinaatit kerätään talteen pilottiporauksen aikana ja merkataan maastoon.²⁴

Pilottiporauksen jälkeen porakärki ja lähetin irrotetaan ja siirrytään putkenvetovaiheeseen tai porausreiän suurentamiseen. Tangon päähän asennetaan avarrin (jyrsin eli ”reameri”) ja kiinnitetään siihen vedettävä putki. Reikää voidaan tarvittaessa suurentaa vetämällä kerran tai pari avarrin pilottiporauksen reittiä pitkin. Asennusvaiheessa putki vedetään läpi pilottiporauksen reittiä pitkin takaisin aloituskaivantoon tai maanpinnalle. Porausnesteellä on suuri rooli porausprosessissa. Porausneste koostuu bentonitista, vedestä ja lisäaineista (polymeereistä), jotka sekoitetaan sekoitusyksikössä ja syötetään poratanko- ja pitkin porakärkeen sekä avartimeen. Suuntaporauksessa porausnestettä pumpataan pilottiporauksessa sekä reiän avarrus ja vetovaiheessa.²⁴

Mahdollisia ongelmia suuntaporaukselle aiheuttavat etenkin puutteelliset maaperän ja maanalaisten rakennelmien tutkimustiedot, maanalaiset esteet tai esim. porausnesteen purkautuminen maanalaista reittiä pitkin hallitsemattomasti tien pintarakenteisiin tai muualle. Porareiden kokemus ja ammattipätevyys on tärkeä osa suuntaporauksen onnistumista.²⁴

Työntöporaus (horizontal auger boring, HAB)

Työntöporauksella voidaan asentaa esimerkiksi muovikomposiitti- tai betoniputkea. Suomessa käytössä olevalla kalustolla voidaan porata läpimitaltaan 2300 mm saakka olevia teräsputkia, joiden sisään asennetaan esimerkiksi muovinen viemäriputki. Porausmatkat vaihtelevat aina 130 metrin saakka. Työntöporauksella käytetään halkaisijaltaan suurien putkien asentamiseen 160 - 2300 mm pehmeissä maalajiolosuhteissa. Tyypillinen alituspituus työntöporaamalla on noin 25 - 50 metriä.²⁴

Menetelmä perustuu porakärjen mekaaniseen pyörimisliikkeeseen. Porakärki ”syö maata” jauhamalla sen hienoksi. Mekaanisen voiman lisäksi voidaan käyttää myös vettä tai paineilmaa tms. riippuen menetelmästä ja olosuhteista. Kone työntää hydraulisesti tai mekaanisesti kärkeä ja putkea eteenpäin hammasrattailla ja asennettavan putken sisällä oleva pyörivä ruuvi kuljettaa maa-ainesta pois putken sisältä aloituskaivantoon, josta se poistetaan. Putkiasennuksen voi hyvissä olosuhteissa ja pienillä putkihalkaisijoilla asentaa myös vetämällä. Tapa muistuttaa pakkosujutusta, mutta ilman saneerattavaa putkea. Suomessa tätä menetelmää ei tosin ole käytetty.²⁴

Vasaraporaus (iskevä vaakaporaus, LAB)

Vasaraporaus paineilman avulla synnytetty porakärjen isku yhdessä mekaanisen liikkeen kanssa hienontaa tiivistä ja kovaa maata. Menetelmää käytetään Suomessa teräsputkien asentamiseen, ja se soveltuu hyvin kivipitoiseen ja sekalajittuneeseen maaperään kuten myös kallioon, joiden kohdalla muilla Suomessa käytetyillä alitusmenetelmillä vaakaporaus on mahdotonta tai ongelmallista. Erittäin löysissä ja häiriintymisherkissä savimaissa ilmenevät vasaraporausongelmat. Koska menetelmä perustuu iskuihin, voi häiriintymisherkkä maalaji juoksettua tärinän vuoksi ja asennustarkkuus huonontua. Pehmeissä maalajeissa painava porakärki voi myös lähteä painumaan alaspäin.²⁴

Skandinaviassa yleinen vasaraporausmenetelmä on uppovasaraporaus (Down The Hole, DTH-hammer drilling), koska se on tehokas ja varma. Uppovasaraporaus paineilmallalla toimiva, noin 1-2,5 metriä pitkä DTH-vasara sijoitetaan poran kruunukärjen päähän teräsputken sisään. Porakärjen ja kairojen pyöritys tapahtuu hydraulisesti. Paineilmallalla toimiva vasaraporaus päässä hakkaa maa- tai

²⁴ Honkaharju, 2016. Kaivamattomat tekniikat kunnallissuunnittelussa. Diplomityö. Teknillinen tiedekunta. Oulun yliopisto.

kallioperää pienemmäksi. Vasaran iskuvoima välittyy kruunukärkeen sekä asennettavan teräsputken päähän, ja iskevä vasarapää ”vetää” putkea poratussa reiässä. Putken sisällä sijaitsevat kairat tyhjentävät putken maa-aineksesta. Haluttu kaltevuus putkelle saadaan laitteiston hydraulisia jalkoja säätelemällä.²⁵

Vasaraporakoneilla voidaan asentaa 139 – 1220 mm halkaisijaltaan olevia teräsputkia. Alitukset ovat yleensä n. 30 – 90 m, mutta pisin Suomessa tehty poraus tällä menetelmällä on tietyvästi 130 metriä. Vasaraporauksella voidaan kuitenkin porata vieläkin pidempiä matkoja suotuisissa olosuhteissa. Menetelmän etuna on se, että porausnesteitä ei tarvitse käyttää ja putki saadaan asennettua tiiviisti, jolloin putki ei painu asennuksen jälkeen. Vettä käytetään yleensä ainoastaan pölynsidontaan.²⁵

3.4.6 Junttaus (pipe ramming)

Junttauksessa juntataan paineilma avulla avonaista teräsputkea maahan. Junttaus soveltuu kitka- ja koheesiomaalajeille; ei kiviselle maaperälle. Menetelmä tarvitsee yleensä kaksi kaivantoa sekä voimantuottoyksikön. Aloituskavannosta putki suunnataan lopetuskaivantoon tai penkereen läpi. Aloituskavanto mitoitetaan juntalle työvaroineen ja lyönti tapahtuu murskearinnan tai kiskojen päältä putkisalko kerrallaan. Aloituskavannon tulee olla kantava ja pinta-alaltaan riittävä. Paineilmatoiminen juntta iskee teräsputkea, joka leikkautuu maa-aineksen läpi siten, että maa-aines jää teräsputken sisään. Kun ensimmäinen putkisalko on juntattu maan sisään, putkea jatketaan hitsaamalla. Asennetun putken sisällä oleva maa-aines poistetaan lopulta yleensä vesipainehuuhtelun, kairan tai muun menetelmän avulla.²⁵

Junttaus on yksinkertainen ja nopea menetelmä, joka on käyttökelpoinen pehmeissä maalajeissa, kuten savessa ja siltissä. Suositeltava asennuspituus junttaamalla on 0- 60 metriä. Putken halkaisija on yleensä 168 – 1220 mm, mutta suuremmallakin halkaisijalla se on mahdollista. Maaperän tutkimustiedot ovat tärkeitä junttausta suunniteltaessa. Putken kärki ei ole ohjattavissa junttauksen aikana, joten riskinä on esimerkiksi kiveen tai kallioon kiilautumisen johdosta putken suunnan muutokset. Paineilmatoiminen juntta aiheuttaa jonkin verran tärinää, joka voi aiheuttaa häiriötä sekä riskejä läheisille rakenteille.²⁵

3.4.7 Tarkastuskaivot

Jätevesiviemärin tarkastuskaivot voidaan saneerata muovisilla korjauskaivoilla tai kaivojen sementtillaastivuorauksella. Korjauskaivolla tehtävässä saneerauksessa saneerattavan kaivon sisälle asennetaan muovinen kaivo, joka rakennetaan muovisista kaivo-osista työmaalla kaivokohtaisesti. Kaivot voidaan myös sementtillaastivuorata, jolloin kaivon seinämille ruiskutetaan sementtillaastia. Tällöin kaivon koko pienenee ainoastaan sementtillaastikerroksen paksuuden verran. Sementtillaastivuoraus edellyttää kaivojen vuotojen injektointia soveltuvalla massalla. Huonokuntoiset kaivot verkotetaan tarvittaessa teräsverkolla, joka asennetaan sementtillaastikerroksen väliin.

²⁵ Honkaharju, 2016. Kaivamattomat tekniikat kunnallisrakentamisessa. Diplomityö. Teknillinen tiedekunta. Oulun yliopisto.



Kuva 9. Rautatien ja maantien alittavan viemärin vaakaporauksen poranteriä ja teräksisiä, yhteen hitsattavia suoja-putkia, joiden sisälle virtausputki sijoitetaan. © Sanna Rantanen

4 Ympäristön kannalta parhaat käytännöt, jotka tulee huomioida viemäriverkostojen suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa

Viemäriverkoston hallinnan parhaat ympäristökäytännöt on jaettu kolmeen lukuun sisältäen kohteiden suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon. Nämä asiat menevät joissakin kohdissa päällekkäin, mutta esityksen selkeyttämiseksi ne on erotettu omiksi alakohdiksi. Raportti on tarkoitettu ohjeeksi käytännön toiminnassa, kun viemäriverkoista vastaavat organisaatiot toteuttavat jotakin näistä tehtävistä. Alakohdissa esitetyissä ohjeissa keskitytään ympäristöön vaikuttaviin käytäntöihin, ja siten esim. verkostojen rakentamisen ja ylläpidon taloudellisuuden tarkastelu on jätetty tämän raportin ulkopuolelle.

Viemäriverkostojen hallinnassa ei varsinaisesti voi määrittää parhaiden käytäntöjen päästörajoja, kuten joidenkin teollisten tuotantotoimintojen osalta on tehty (esim. Kaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt ²⁶ ja Parhaat ympäristökäytännöt kiviainestuotannossa ²⁷). Viemäritoiminnalla on kuitenkin merkitystä niin ympäristön, viihtyvyyden kuin terveydenkin kannalta, joten BEP-raportin tarve on tunnistettu.

Ohjeissa on keskitytty esittämään käytäntöjä, joilla estetään merkittäviä ylivuotoja ja niiden vaikutuksia, kuin myös rakenteellisia vaurioita ja niiden vaikutuksia. Ylivuodot ovat usein luonnon ääri-ilmiöiden seurausta rankkasateiden tai lumen sulamisen aikaan, jolloin täydellistä ylivuotojen ehkäisemistä ei voida saada kohtuullisin kustannuksin aikaan. Tällöin niiden vaikutukset ympäristöön, terveyteen ja viihtyvyyteen on pyrittävä minimoimaan johtamalla luontoon joutuvat, käsittelemättömät jätevedet mahdollisimman vähän vahinkoa aiheuttavaan paikkaan.

Rakenteellisista vaurioista tai tukoksista johtuvat vuodot pyritään ehkäisemään ennalta siten, että viemäriverkoston kunnosta ollaan mahdollisimman hyvin selvillä. Kaikessa toiminnassa ensimmäinen onnistumisen edellytys on tunnistaa pätevän ja huolellisen työn merkitys.

4.1 Suunnittelu

Viemäreiden uudisrakentamisen ja saneerauksen suunnittelu jakautuu uuden verkoston rakentamisen tai vanhan verkoston saneerauksen suunnitteluun. Tässä raportissa ne ovat samassa luvussa, koska näiden toimintojen parhaat käytännöt voidaan monessa kohdassa todeta yhteneviksi.

4.1.1 Henkilöstö

- Viemäriverkoston rakentamisen ja ylläpidon suunnittelijalla tulee olla maankäyttö- ja rakennusasetuksen 48 §:n sekä rakentamismääräyskokoelma A2:n ohjeen mukainen pätevyys pääsuunnittelijan tai suunnittelijan tehtäväänsä.
- Kaikkien suunnitteluun osallistuvien tulee omalta osaltaan olla perehtyneitä alan määräyksiin, oppaisiin ja käsikirjoihin, esimerkkeinä mainittakoon InfraRYL.

²⁶ Kauppila, P., Räisänen, M.-L., Myllyoja, S., 2011. Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt. Suomen ympäristö 29/2011.

²⁷ Romu, I., 2014. Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) luonnonkivituotannossa. Suomen ympäristö 5/2014.

4.1.2 Maankäyttö ja maaperäolosuhteet

- Viemäriverkoston rakentamisessa vesihuoltolaitoksen on oltava yhteydessä kunnan maankäytön suunnitteluun sen kaikissa vaiheissa; yleiskaava-, asemakaavavaiheissa kuin myös yksityiskohtaisen suunnittelun vaiheissa.
- Kaavamuutosten seurannassa vesihuoltolaitoksen tulee saada välitöntä tietoa kunnan maankäytön suunnittelun tulevaisuuden suunnitelmista. Vastaavasti kunnan maankäytöstä vastaavan yksikön on tiedostettava ja kuultava vesihuoltolaitoksen mielipiteitä ja lausuntoja mahdollisuuksista toteuttaa vesihuolto suunnitelluilla alueilla.
- Vesihuolto on otettava huomioon kaavoitusvaiheessa, ja kaavoittajien ja vesihuollon suunnittelijoiden on tehtävä säännöllistä yhteistyötä.
- Suunnittelussa on huomioitava kohteen erityisominaisuudet, maalaji, pinnanmuodot sekä huomioitava muut rakenteet ja valittava kohteenmukainen viemärimateriaali ja rakennus/saneeraustapa.
- Putkien ja pumppaamoiden sijainti valitaan siten, että ylläpito tulee olemaan esteetöntä. Sijainnissa muita merkittäviä seikkoja pumppaamoiden kannalta ovat mahdollisten ylivuotokohtien sijainti ja virtaussuunnat pohjaveden ja muiden vesistöjen kannalta sekä hajuhaitat, terveysriskit ja maiseman huomiointi.
- Hulevesien eriyttämismahdollisuus selvitetään aina sekaviemäröintialueella.

4.1.3 Yksityiskohtainen suunnittelu

- Viemäriverkostot tulee pääsääntöisesti sijoittaa katurakenteisiin. Tällöin pääsy niihin rakentamisen ja ylläpidon yhteydessä on mahdollista myös raskaalla kalustolla.
- Katujen rakenteissa on runsaasti myös muuta verkostoa, kuten esimerkiksi vesijohto-, sähkö- ja teleliikenneverkkoa, jotka tulee huomioida viemäriverkoston suunnittelussa. Muiden verkostojen sijainnilla on merkitystä niin viemäriinjojen rakentamisessa kuin niiden huollossa ja saneerauksessakin.
- Kun kaivannoissa oleviin johtolinjoihin suunnitellaan muutoksia, on muiden linjojen vastuutahot pidettävä näistä suunnitelmista ajan tasalla.
- Merkittävisissä kohteissa reaaliaikainen seuranta (esimerkiksi vuotovedet) ja erilaiset kuntoindeksit on oltava saneerausohjelmien pohjana.
- Jotta viemäriin ei joutuisi ylimääräisiä hulevesiä, tulee suunnittelussa suosia hulevesien hallinnan menetelmiä niiden poisjohtamisen sijaan.
- Suunnittelijoiden on pysyttävä selvillä ja huomioitava suunniteltavissa kohteissa yleistyvät tekniikat, kuten mikrotunnelointi, spiraalisujutus ja muut kaivamattomat tekniikat sekä lisääntyvät materiaalivaihtoehdot ja putkien ja laitteiden ominaisuudet.
- Uusien ratkaisujen, kuten esimerkiksi alipaineviemäröinnin mahdollisuuksia tulee tutkia sellaisissa paikoissa, joissa viettoviemäröinti on vaikea toteuttaa, esim. tiheässä taajamassa.
- Koska viemäriin pääsee vuoto- ja hulevettä esim. tarkastuskaivojen kautta, tulee kaivojen määrä minimoida ja kiinnittää erityistä huomiota kaivojen kansirakenteiden tiiviyteen. Kun kaivo on liikennealueen ulkopuolella, tulee kansiston olla selvästi ympäröivää maanpintaa korkeammalla.

4.1.4 Verkoston mitoitus ja vastuurajat

- Verkoston mitoituksessa tulee huomioida tulevaisuuden väestökehitys ja alueiden käyttö. Tämä koskee myös saneerausta, jossa on huomioitava tulevaisuuden tarpeet samoin kuin uuden alueen suunnittelussa. Paineviemäri kahdennetaan tarvittaessa.
- Viemäreiden kunnossapidon, saneeraustoiminnan ja kiinteistöjen yhdenmukaisen kohdellun takia on suositeltavaa, että tonttviemäriin liittämiskohta on tontin ja katu/yleisenalueen rajalla. Ko. kohtaan (tontin puolelle) on hyvä asentaa viemäriin tarkastuskaivo, jolloin tonttviemäri voi liittyä runkoviemäriin ns. piiloliittymänä (ilman tarkastuskaivoa). Näin kadussa olevien kaivojen määrää voidaan myös minimoida. Kiinteistön kunnossapitovastuulla olisi siten ko. kaivo ja siihen kiinteistöltä tuleva tonttviemäri. Kaivosta runkoviemäriin oleva tonttviemäriin osa olisi siten vesihuoltolaitoksen kunnossapitovastuulla.

4.1.5 Energia

- Viemäriverkoston merkittävin energiankulutus muodostuu pumppaamoista, ja pumppujen energiatehokkuuden tulee olla merkittävä suunnitteluperuste.
- Pumppujen valinnassa kriteereinä tulee olla soveltuvuus kohteeseen, käyttöikä sekä energiatehokkuus.
- Kriittisille pumppaamoille tulee järjestää varapumput tai varavirtalähde ylivuotojen minimoimiseksi.

4.2 Rakentaminen

4.2.1 Henkilöstö

- Rakentajilla tulee olla asianmukainen pätevyys. Tämä tulee selvittää niin tilaajan ja pääurakoitsijan välillä kuin pääurakoitsijasta eteenpäin kaikkien aliurakoitsijoidenkin kohdalla. Sopimuksista tulee näkyä, että asia on käsitelty ja kunnossa.
- Riittävän ammattitaidon lisäksi urakoitsijoilla tulee olla asianmukaiset työvälineet ja työturvallisuusasiat kunnossa.

4.2.2 Maanrakennustyöt

- Kaivantotyöt ovat erityisen tärkeitä, kun rakennetaan uutta viemäriverkostoa tai saneerataan auki kaivamalla. Kaivantotöissä määräysten ja ohjeiden mukaiset pohja- ja täytötmateriaalit sekä pohjan ja vierustäytön kunnollinen tekeminen ovat ensiarvoisen tärkeitä.
- Maaperän painuminen on rakentaessa otettava huomioon ja varmistettava etteivät putket, kaivot tai niiden liitokset vaurioidu painumista tai muista maaperän liikkeistä.
- Kaivantotöissä on aina huomioitava työturvallisuusasiat ja tarkistettava kaivantojen suunnittelun yhteydessä tehdyt vakavuuslaskelmat.

4.2.3 Valvonta

- Työmaavalvonta on tärkeä osa laadunvalvontaa, ohjeiden ja rakentamisen valvonnan on oltava kunnossa ja sovittuna ennen rakentamisen aloittamista.
- Valvojalla tulee olla asianmukainen pätevyys.
- Tilaaajan edustajan tulee varmistaa urakan valvonta: hallittava jokaisen työvaiheen vaatimukset ja tunnettava, mitä pitää urakoitsijalta vaatia eri vaiheissa. Urakoitsijan tulee hyväksyttää työnaikaiset muutokset valvojalla ja huolehtia siitä, että valvoja on koko rakentamisen ajan tietoinen eri työvaiheista ja niiden aikatauluista.
- Rakentamisvaiheessa yhdessä tilaaajan edustajan (esim. valvojan) ja urakoitsijan kanssa varmistetaan, että materiaalit ja työn toteuttaminen ovat suunnitelmien mukaisia ja kaikki komponentit vaatimustenmukaisia.

4.3 Ylläpito

4.3.1 Sijainti-, ominaisuus- ja kuntotiedot

- Viemäriverkoston ylläpidossa on oleellista tuntea verkoston sijainti, ominaisuudet ja kunto. Vesihuoltolain 15 § mukaan vesihuoltolaitoksen verkostojen sijainnin tulee olla sähköisessä muodossa. Tällaiseen järjestelmään on vietävissä myös viemäreiden ominaisuustiedot, kuten halkaisijat, materiaalit ja asennusvuodet sekä kuntotiedot.
- Viemäreiden kuntotiedon tulee perustua kokemukseräiseen tietoon, huollon ja kunnossapidon yhteydessä kerättävään tietoon sekä systemaattisilla kuntotutkimuksilla kerättävään tietoon.
- Havainnoiteja voidaan tehdä myös maan pinnalta ja tarpeen mukaan ryhtyä tarkempiin selvityksiin mahdollisista painumista tai vaurioista. Tämä on tärkeää erityisesti kriittisissä kohteissa, joissa on painumaherkkää maalajia.
- Alueellisesti seurataan mm. vuotovesien määrää, jotta tiedetään alueet, jotka ovat saaneeruksen tarpeessa.

4.3.2 Riskien huomiointi

- Jätevesien hallinnan riskinarviointiin on kehitetty menetelmä, SSP (Sanitation Safety Plan). Se on WHO:n talousvesien hallinnalle lanseeraaman WSP:n (Water Safety Plan) kanssa samankaltainen menetelmä, jossa huomioidaan riskit niin jäteveden puhdistuksessa kuin sen johtamisessakin. SSP:hen on kehitetty verkossa toimiva työkalu, joka tulee ottaa käyttöön vesihuoltolaitoksilla.
- Yksi nykyaikana huomioitava mahdollinen riskitekijä on myös tietoturvariski. Tietojärjestelmien käytössä tämä on huomioitava ilkeivallan aiheuttamien vahinkojen ehkäisemiseksi. Tietoturvan suhteen noudatetaan lain lisäksi oman organisaation määräyksiä sekä vesihuoltolaitoksen erityispiirteiden vaatimia varotoimenpiteitä.
- Viemärien, liitosten ja kaivojen tiiviys on aina tärkeää varmistaa, mutta erityistä huomiota niihin on kiinnitettävä pohjavesialueella.

4.3.3 Saneeraus

- Saneeraus on ylläpitotoiminnan viimeinen toimenpide. Saneerausta on ryhdyttävä suunnittelemaan, kun on todettu, että viemäriä ei saada enää normaalein ylläpitotoimenpitein toimintakykyiseksi.
- Havainnointien, selvitysten ja tutkimusten perusteella saadaan tietoa tarvittavista toimenpiteistä ennen saneeraukseen ryhtymistä. Viemäriin huuhtelu tai pienimuotoiset korjaukset voivat riittää. Kun todetaan, että joku verkoston osa tulee saneerata, tulee palata suunnitteluvaiheeseen, jotta saneerauksella turvattaisiin viemärielle mahdollisimman pitkä elinkaari.
- Kun suunnitellaan, tarvitaanko vain korjauksia vai saneerausta, tulee kiinnittää erityistä huomiota kustannustehokkuuteen sekä ympäristöön, terveyteen ja viihtyvyyteen kohdistuviin riskeihin.
- Vesihuoltolaitoksen on oltava selvillä verkostonsa kunnosta ja priorisoitava saneerauskohteet, jotta saneeraus on suunnitelmallista, eikä perustu putkirikkoihin kuten usein nykyään. On pyrittävä noudattamaan saneerausohjelmaa, joka perustuu mm. tv-kuvauksiin, savukokeisiin ja viemärisukelluksiin.
- Jos saneeraustarvetta arvioidaan ylivuodoilla, arvioinnin tulisi pohjautua jatkuvatoimiseen mittaukseen.

5 Yhteenveto

Tässä työssä koottiin jätevesiviemärointiin liittyviä ympäristön kannalta parhaita käytäntöjä. Raportin tarkoituksena on antaa hyvä käsitys siitä, mitä seikkoja on otettava huomioon kun suunnitellaan, rakennetaan ja ylläpidetään viemäriverkostoja. Viime vuosien huolestuttavat uutiset rapautuvista verkostoista ovat osoittaneet, että asia on nostettava esille ja luotava yhteisesti hyväksytyjä käytäntöjä verkostojen taloudellisen ja toiminnallisen sekä ympäristön, terveyden ja hyvän viihtyisyyden takaavien arvojen säilyttämiseksi.

Raportissa on esitetty taustatietoa Suomen viemäriverkoston tilasta sekä niistä käytännöistä, jotka vaikuttavat viemäriverkoston tilaan ja sen ylläpitämiseen. Raporttiin on koottu sellaisia määräyksiä, standardeja ja ohjeita, jotka koskevat yhdyskuntien jätevesiviemäreiden suunnittelua, rakentamista ja ylläpitoa. Näiden dokumenttien pohjalta asiantuntijatyöryhmässä on keskusteltu sellaisista käytännön toimenpiteistä, joilla voidaan turvata viemäriverkostojen toiminta kohtuukustannuksin.

Ympäristöön kohdistuvien päästöjen välttäminen on pidetty tässä työssä ohjenuorana. Näin ovat syntyneet luvussa 4 esitetyt ympäristön kannalta parhaat käytännöt, jotka on pyritty esittämään mahdollisimman yksinkertaisella ja ymmärrettävällä tavalla. Näitä käytäntöjä noudattamalla viemäriverkostojen omistajat, ylläpitäjät, suunnittelijat ja rakentajat voivat auttaa varmistamaan tämän merkittävän yhteiskunnallisen omaisuuserän toimivuuden ja ylläpidon.

6 Kirjallisuutta

6.1 Laatuvaatimuksia ja ohjeita

Rakennustietosäätiö (RTS)

InfraRYL 2010 - Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset; Osa 1 Väylät ja alueet

InfraRYL 2006 - Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset; Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat

INFRA 2015 - Rakennusosa- ja hankenimikkeistö, määramittausohje

Vesihuoltoverkkojen saneeraus, 2013, Infra 31-710119

Rakennusinsinööriliitto (RIL)

Vesihuoltoverkkojen suunnittelu - Perusteet ja toiminnallisuus, 2010, RIL 237-1-2010

Vesihuoltoverkkojen suunnittelu - Mitoitus ja suunnittelu, 2010, RIL 237-2-2010

Vesihuolto I, 2003, RIL 124-1-2003

Vesihuolto II, 2004, RIL 124-2-2004

Kaivanto-ohje, 2014, RIL 263-2014

Vesihuollon tutkimusasiakirjat, 1976, RIL 112

Vesihuollon rakentamisasiakirjat, 1979, RIL 122

Vesilaitosyhdistys (VVY)

Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden yleinen työselostus ja määramittausohje, 2013, Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 55

Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden rakennuttamisasiakirjat, 2013, Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 54

Viemärikaivojen kuntotutkimusohje, 2013, Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 56

Viemäreiden TV-kuvauksen tulkintaohje, 2005, VVY http://www.vvy.fi/files/213/Viemarin_tutkimusraportti_lomake.xls

Vesijohtoverkkojen putkirkkotalanteet ja niiden hallittu korjaaminen, 2011, VVY

Opas varavedenjakelelun järjestämisestä, 2011, VVY http://www.vvy.fi/files/1409/varavedenjakeleluopas_web.pdf

Kiinteistöjen tonttivesijohtojen ja -viemäreiden saneeraus. 2002, Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja Nro 9

Muut

Jätevesien hallinnan riskinarviointiin on kehitetty menetelmä, SSP (Sanitation Safety Plan) on WHO:n talousvesien hallinnalle lanseeraaman WSP:n (Water Safety Plan) kanssa samankaltainen menetelmä, jossa huomioidaan riskit niin jäteveden puhdistuksessa kuin sen johtamisessakin. SSP (Sanitation Safety Plan). SSP-riskienhallintatyökalu auttaa vesihuoltolaitoksia parantamaan toimintavarmuuttaan. Tietojärjestelmän käyttäjätunnuksia voi hakea sähköisellä lomakkeella, joka löytyy verkkosivun <https://wspssp.fi> aloitussivulta.

6.2 Raportteja

- Belinskij, A., 2015. Vesihuoltolakiopas. MMM 5/2015
- Castrén, J., 2015. Selvitys jätevesiohituksista. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 35.
- FCG, 2008. Vesihuoltoverkostojen nykytila ja saneeraustarve, YVES -tutkimuksen päivitys 2008. MMM, 2312-C9259.
- FCG, 2011. Vesihuoltoverkostojen saneerauksen ja ylläpidon uusien liiketoimintamahdollisuuksien kehittämisohjelma.
- Gaia, 2015. Vesihuoltoverkostojen saneerausinvestointien priorisointimenetelmä.
- HSY, 2014. Vantaanjoen jätevesipäästöjen hallinta (MAKERA-hanke), Helsingin seudun ympäristöpalvelut–kuntayhtymä.
- Kaunisto, T., Pelto-Huikko, A., 2014. Viemäreiden sisäpuoliset saneerausmenetelmät. Satakunnan ammattikorkeakoulu, Sarja B, Raportit 9/2014, Vesi-Instituutti WANDERin julkaisuja 2.
- Kopra, P. 2016. Verkostosaneerauskohteiden priorisointi kuntoindeksilaskennan avulla. Luentoesitys. Vesihuolto 2016 -päivät, Hämeenlinna.
- Laitinen, J., Kallio, J., Alhola, K., Lapinlampi, T., Ahopelto, S., Raudaskoski, O., Sillanpää, N., Vahala, R., Koivusalo, H., Ristimäki, M., Jormola, J. ja Vienonen, S., 2017. Vesihuoltoverkostojen tila ja riskien hallinta 2015-2016 (VERTI) – loppuraportti. Suomen ympäristökeskus SYKE ja Aalto-yliopisto/Vesi- ja ympäristötekniikka.
- Laitinen, J., Nieminen, J., Saarinen, R., Toivikko, S., 2014. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) - Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot. Suomen ympäristö 3/2014.
- Liikennevirasto, Kaivamattomien yhdistys, Pirkanmaan ELY-keskus, 2017. Vesihuoltoverkostot ja maantiet.
- Luomanen, T., Hanski, J., Oulasvirta, L., 2013. Vesihuoltoverkoston kunnan ja arvon määrittäminen – tulosityhteenvedo. VTT:n raportteja VTT-R-08119-12.
- Makkonen, E., 2015. Teollisuusjätevesien seuranta ja hallinta – tapauskohteena Jyväskylän seutu. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto.
- Malm, A., Horstmark, A., Jansson, E. etc. Handbok i förnyelseplanering av VA-ledningar, rapport 2011-12. Svenskt Vatten Utveckling.
- Malm, A., Horstmark, A., Jansson, E. etc. Rörmaterial i svenska VA-ledningar – egenskaper och livslängd, rapport 2011-14. Svenskt Vatten Utveckling.
- Niemi, T., 2007. Pitkän tähtäimen saneerausohjelman laatiminen Keravan vesihuoltolaitoksen talousveden jakelujärjestelmää ja asumisjäteveden viemärintijärjestelmää varten. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu.
- Paavilainen, J. (toim.), 2017. Yhteinen kunnallistekninen työmaa – Tilaaajien välinen sopimus. Kuntaliiton verkkojulkaisu.
- Pitkonen, P., 2013. Selvitys rikkivetytypitoisuuksista viettoviemärissä Mikkelissä. Kemikaalin syötön vaikutus rikkivetytypitoisuuksiin. Opinnäytetyö, Mikkelin ammattikorkeakoulu.
- Rakennusteollisuus RT ry ja Betonitieto Oy, 2003. Betoniviemärit -käsikirja
- RIL, 2017. Rakennetun omaisuuden tila ROTI 2017.
- Rintala, S. 2003. Muovisten johtojen pitkäaikaiskestävyys. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 10.
- Siintoharju, P., 2016. Jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen ja jätevedenpuhdistamoiden ohitusten ympäristöriskit ja hallinta Pirkanmaalla. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen raportteja 11/2016.
- Urho, A., 2011. Vantaanjoen valuma-alueen jätevesiylivuodot, Esiselvitys ja toimenpideohjelma. HSY:n julkaisuja 2/2011.
- VVY, 2014. Vesihuoltolaitosten tunnuslukujärjestelmän raportti 2013. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 36.

6.3 Standardeja

Tuotestandardit (standardien soveltamisalaan kuuluville tuotteille CE-merkintä on pakollinen)

SFS-EN 1433 Ajoneuvo- ja jalankulkualueiden viemäröintikourut. Luokitus, suunnittelu ja testausvaatimukset, merkintä ja laadunvalvonta

SFS-EN 681 Elastomeeriset tiivisteet - Vesi- ja viemäriputkistojen tiivisteiden materiaalivaatimukset

Osa 1: Vulkanoitu kumi

Osa 2: Termoplastiset elastomeerit

Osa 3: Solukumit

Osa 4: Valetut polyuretaanitiivisteosat

SFS-EN 1124 Ruostumattomat pituushitsatut muhviliset putket ja putken osat viemärijärjestelmiin

Osa 1: Vaatimukset, testaus ja laadunvarmistus

SFS-EN 1916 Betoniset putket ja osat, raudoitetut, raudoittamattomat ja teräskuiduilla vahvistetut

SFS-EN 1917 Betoniset hulevesi- ja viemärikaivot, raudoitetut, raudoittamattomat ja teräskuiduilla vahvistetut

SFS-EN 12050 Jäteveden kiinteistökohtaiset pumppaamot - Rakenne- ja testausperiaatteet

Osa 1: Talousjäteveden pumppaamot

Osa 2: Harmaavesipumppaamot

Osa 3: Kiinteistön sisäiset talousjäteveden pienpumppaamot

Osa 4: Talousjätevesi- ja harmaavesiviemärijärjestelmien takaiskuventtiilit

SFS-EN 10311 Teräsputkien ja putkenosien yhteet veden ja vesipitoisten nesteiden siirtoon

SFS-EN 1123 Jätevesijärjestelmissä käytettävät teräksiset pituushitsatut kuumasinkityt muhviliset putket ja osat

Osa 1: Vaatimukset, testaus, laadunvalvonta

SFS-EN 13101 Kaivojen askelraudat. Vaatimukset, merkintä, testaus ja yhdenmukaisuuden arviointi

SFS-EN 588-2 Kuitusementtiset viemäriputket. Osa 2: Miesluukut ja tarkistuskaivot

SFS-EN 14396 Kulkuaukkojen kiinteät portaat

SFS-EN 12380 Viemäreiden alipaineventtiilit. Vaatimukset, testausmenetelmät ja yhdenmukaisuuden arviointi

SFS-EN 877 Valurautaiset putket, yhteet ja tarvikkeet veden poistamiseen rakennuksista - Vaatimukset, testausmenetelmät ja laatuvarmistus

SFS-EN 14680 Paineistamattomien kestopuoviputkistojen liimat - Spesifikaatiot

SFS-EN 295 Viemäröintiin tarkoitettavat lasitetut saviputkistot

Osa 1: Vaatimukset putkille, soviteosille ja liitoksille

Osa 4: Vaatimukset soviteille, jatkoyhteille ja taipuisille väliputkille

Osa 5: Vaatimukset rei'itetyille putkille ja soviteosille

Osa 6: Vaatimukset miesluukkujen ja tarkastuskaivojen komponenteille

Osa 7: Vaatimukset työntämällä asennettaville putkille ja liitoksille

SFS-EN 10312 Hitsatut ruostumattomat teräsputket veden ja vesipitoisten nesteiden siirtoon - Tekniset toimitusehdot

SFS-EN 598 Pallografiittivalurautaiset putket, putkenosat, varusteet ja yhteet viemäröintikäyttöön - Vaatimukset ja testausmenetelmät

Muut standardit

EN 752 Drain and sewer systems outside buildings – Sewer system management

SFS-EN ISO 11296 Muoviputkijärjestelmät maahan asennettuna paineettoman viemäriverkoston kunnostamiseen

Osa 1: Yleistä

Osa 4: Sukkasujutus

Osa 3: Muotoputkisujutus

SFS-EN ISO 11295, 2010. Kunnostamisessa käytettävien muoviputkijärjestelmien luokittelu ja suunnittelutiedot

SFS, Muoviteollisuus ry, 2014. Viemäreiden sisäpuoliset saneeraukset, SFS-käsikirja 101.

SFS, 2005. Muoviputket, SFS-käsikirja 102.

6.4 Säädöksiä

305/2011/EU Rakennustuoteasetus

119/2001 Vesihuoltolaki

888/2014 Yhdyskuntajätevesiasetus

681/2014 Laki vesihuoltolain muuttamisesta

527/2014 Ympäristönsuojelulaki

713/2014 Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta

713/2014 Ympäristönsuojeluasetus

132/1999 Maankäyttö- ja rakennuslaki

738/2002 Työturvallisuuslaki

276/2016 Laki verkkoinfrastruktuurin yhteisrakentamisesta ja käytöstä

2014/61/EU Yhteisrakentamisdirektiivi

Suomen rakentamismääräyskokoelma, <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>



ISBN 978-952-11-4841-5 (PDF)

ISBN 978-952-11-4842-2 (nid.)

ISSN 1796-1726 (verkkojulk.)

ISSN 1796-1718 (pain.)