

VESIHUOLLON VERKOSTOJEN YLLÄPIDON PERUSTEET

Annukka Forss (toim.)

VESI- JA VIEMÄRILAITOSYHDISTYKSEN MONISTESARJA Nro 17

Helsinki 2005

Ehdot Vesilaitosyhdistyksen julkaisu- ja monistesarjan pdf -tiedostoina myytävien julkaisuiden käyttöön:

- Julkaisun jakaminen pdf -tiedostona ja koko julkaisun tulostaminen on sallittu enintään 10 henkilölle samassa organisaatiossa.
- Julkaisua kopioitaessa tulee noudattaa voimassa olevaa lainsäädäntöä.
- Julkaisun tai sen osan levittäminen kaupallisessa tarkoituksessa on kielletty.
- Julkaisua lainattaessa tulee tehdä lähdeviittaus alkuperäiseen julkaisuun.
- Vesilaitosyhdistyksen kanssa voidaan sopia erikseen julkaisun hyödyntämisen ehdoista opetuskäytössä.

VESIHUOLLON VERKOSTOJEN YLLÄPIDON PERUSTEET

Annukka Forss (toim.)

VESI- JA VIEMÄRILAITOSYHDISTYKSEN MONISTESARJA Nro 17

Helsinki 2005

Julkaisun myynti:

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys
Asemapäällikönkatu 7
00520 HELSINKI

puh. (09) 868 9010
fax. (09) 868 0190
sähköposti vvy@vvy.fi
kotisivu <http://www.vvy.fi>

ISBN 952-5000-49-4

Copy-Set, Helsinki 2005

SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE

1 VESIHUOLLON VERKOSTOT SUOMESSA	5
2 VESIHUOLLON VERKOSTOJEN SIJAINTI JA OMINAISUUSTIEDOT	6
2.1 YLEISTÄ.....	6
2.2 VERKOSTON SIJAINTI JA OMINAISUUSTIETOJEN YLLÄPITO	7
2.3 VERKOSTOJEN KARTOITUS.....	9
2.4 VERKOSTOKARTTA	10
2.5 VERKOSTON OMINAISUUSTIEDOT	11
2.6 VERKOSTON ELEMENTTIEN NUMEROINTI	11
3 VESIHUOLLON VERKOSTOJEN YLLÄPIDON KÄSITTEITÄ	13
3.1 YLLÄPIDON KOKONAISUUS	13
3.2 TERMINOLOGIA.....	15
4 VESIHUOLLON VERKOSTOJEN YLLÄPIDON SUUNNITTELU	16
4.1 VESIJOHTOJEN TUTKIMUSMENETELMÄT	16
4.1.1 Vuodot.....	16
4.1.2 Vesijohtojen sisäpuolisen ja ulkopuolisen kunnon mittaukset.....	19
4.1.3 Vesijohtoverkon laitteiden kunnon ja toimivuuden selvitykset.....	20
4.1.4 TV-kuvaus	20
4.1.5 Maatutka.....	20
4.1.6 Putkiston tiiviyn tutkiminen	21
4.2 VIEMÄREIDEN TUTKIMUSMENETELMÄT	21
4.2.1 Vuotovesiselvitys.....	21
4.2.2 TV-kuvaus	24
4.2.3 Tarkastuskaivojen kuntoselvitys	25
4.2.4 Savukoe.....	25
4.3 VIEMÄREISSÄ TV-KUVAUKSELLA TEHTÄVÄT HAVAINNOT	26
4.4 SUUNNITTELU	29
5 KORJAUS- JA SANEERAUSMENETELMÄT	35
5.1 YLEISTÄ.....	35
5.2 KORJAUS.....	36
5.3 SANEERAUS	37
5.4 SUOMESSA PÄÄSÄÄNTÖISESTI KÄYTETYT SANEERAUSMENETELMÄT.....	39
5.4.1 Pitkäsujutus (Lining with Continuous pipes)	39
5.4.2 Pätkäsujutus (Lining with Discrete Pipes, Short Section Lining)	40
5.4.3 Pakkosujutus (Pipe Bursting, Pipe Cracking, Pipe Splitting, Pipe Displacement).....	42
5.4.4 Sukkasujutus (Soft Lining, Cured-in-Place Pipe/Lining)	44
5.4.5 Sementtilaastivuoraus (Cement Mortar Lining).....	45
5.4.6 Kuristussujutus (Swage/Swaged Lining)	47
5.4.7 Muotoputkisujutus (Cloche-fit Lining, Fold and Form(ed) Lining).....	48
5.5 MUITA KORJAUS JA PERUSPARANNUSMENETELMIÄ	49
5.5.1 Kohdeinjektointi (Injection, Resin Injection, Sealing).....	49
5.5.2 Letkusujutus (Lining with inserted hose, Hose Lining).....	49
5.5.3 Tunnelointimenetelmät	50
5.5.4 Nesteinjektointi (Injection with liquids, Chemical Stabilization).....	51
5.5.5 Spiraalinauhasujutus (Spiral Lining, Spirally Wound Liners).....	51
5.5.6 Elementtivuoraus (Segmental Lining)	51
5.5.7 Epoksinnoitus (Epoxy Lining)	52
5.5.8 Sementtilaastivuoraus sisäpuoleista muottia käyttäen.....	52

6 UUSIMINEN.....	53
6.1 UUSIMINEN KAIVAMATTA.....	54
6.1.1 Vaakaporaus.....	54
6.1.2 Tunkkaus (Vasaraporaus)	55
6.1.3 Mikrotunnelointi	55
6.1.4 Pakkosujutus.....	55
6.2 UUSIMINEN KAIVAMALLA.....	55
7 TOTEUTUS	58
7.1 TOTEUTTAMISTAVAN VALINTA.....	58
7.2 URAKALLA TOTEUTTAMINEN.....	58
7.3 URAKAN VALMISTELU	59
7.3.1 Hanketta koskevat suunnitelmat	59
7.3.2 Muut osapuolet	59
7.3.3 Urakan rajausta.....	59
7.3.4 Urakka-ajan määrittely	60
7.3.5 Urakkamuodon ja maksuperusteen valinta	60
7.3.6 Hankintamenettelyt.....	63
7.3.7 Tarjouspyyntöasiakirjat.....	64
7.4 URAKKAKILPAILUN JÄRJESTÄMINEN	65
7.4.1 Tarjoajien valinta	65
7.4.2 Tarjousaika ja lisätietojen antaminen	65
7.4.3 Tarjousten vastaanotto ja voimassaolo	66
7.4.4 Tarjousten käsittely ja vertailu.....	66
7.5 SOPIMUKSEN SYNTY	67
7.5.1 Urakkaneuvottelut	67
7.5.2 Tarjouksen hyväksyminen.....	67
7.5.3 Sopimus.....	68
7.6 TYÖN VALVONTA.....	69
7.6.1 Valvonnan tarve.....	69
7.6.2 Valvojan pätevyys, esteellisyys ja vastuu	70
7.6.3 Valvontasuunnitelma	70
7.6.4 Eri osapuolten välinen yhteistyö.....	71
7.6.5 Työmaapäiväkirja ja työmaakokoukset	71
7.6.6 Katselmukset.....	71
7.6.7 Taloudellinen valvonta	72
7.6.8 Muutostyöt	73
7.7 TYÖN VASTAANOTTO.....	73
7.7.1 Yleistä	73
7.7.2 Laadunarvostelu	73
7.7.3 Taloudellinen loppuselvitys	74
7.8 TAKUUAIKA	75
7.8.1 Takuutarkastus ja takuukorjaukset.....	75
7.8.2 Vastuu takuuajan jälkeen	75

ESIPUHE

Suomessa vesijohto- ja viemäriverkostot ovat pääosin jo rakennettu. Nyt ollaan siirtymässä yhä enemmän verkostojen ylläpitoon. Tämä opetusmateriaali päätettiin tehdä, koska alan yhdistysten, Suomen kaivamattoman tekniikan yhdistyksen (FiSTT), Suomen Putkistosaneerausyhdistyksen (PSY) sekä Vesi- ja viemärilaitosyhdistyksen (VVY), piirissä heräsi huoli tulevaisuuden ammattilaisten riittävydestä tällä sektorilla. Tilanteen parantamiseksi käynnistettiin hanke vesihuollon verkostojen ylläpidon koulutuksen kehittämiseksi.

Kyseinen opetusmateriaali on suunnattu ensisijaisesti ammatti- ja tiedekorkeakouluihin vesihuoltoverkostoa käsittelevään koulutukseen, joissa se mahdollisesti otetaan käyttöön lukuvuonna 2005-2006. Materiaalia tullaan jatkossa päivittämään uusien menetelmien kehittyessä, vanhojen menetelmien väistyessä, tiedon kasvaessa ja tutkimusmenetelmien kehittyessä.

Opetusmateriaalin sisältö on koottu pääsääntöisesti VVY:n julkaisemien teoksien pohjalta. Materiaali on tiivis paketti vesihuollon verkostojen perusteista, josta löytää tietoa muun muassa seuraaviin asioihin: vesihuollon verkostojen sijainnin ja ominaisuustietojen ylläpidon, verkostonkartoituksen ja verkostoelementtien nimeilyn; vesihuollon verkostojen ylläpidon käsitteisiin; vesihuollon verkostojen ylläpidon suunnitteluun, vesijohtojen ja viemäreiden tutkimusmenetelmiin; korjaus- ja saneerausmenetelmiin; uusimiseen kaivamatta ja kaivamalla; toteuttamistavan valintaan, urakan valmisteluun, urakkakilpailun järjestämiseen ja takuuajkaan.

Kiitokset tutkintotyötä rahoittaneille Suomen Kaivamattoman tekniikan yhdistykselle (FiSTT), Suomen Putkistosaneerausyhdistykselle (PSY) sekä Vesi- ja viemärilaitosyhdistykselle (VVY).

Kiitoksen on ansainnut myös työtä ohjannut yliopettaja Reijo Rasmus Tampereen ammattikorkeakoulusta sekä ohjausryhmä: toimitusjohtaja Reijo Kuivamäki (Tampereen Vesi), varatoimitusjohtaja Matti Ojala (Suunnittelukeskus Oy), verkostoinsinööri Petri Pulli (Tampereen Vesi), koulutusohjelmajohtaja Markku Raimovaara (Hämeen ammattikorkeakoulu), apulaisjohtaja Mika Rontu (Vesi- ja viemärilaitosyhdistys) ja toimitusjohtaja Tapio Tolvanen (Suomen Putkisto Tarvike Oy).

1 VESIHUOLLON VERKOSTOT SUOMESSA

Vesijohtojen kokonaispituus vuonna 2001 Suomessa oli noin 83 500 km, josta on:

- muoviputkia 72 200 km
- valurautaputkia 8 300 km
- muita materiaaleja 3 000 km.

Uudisrakentamisessa käytettävistä materiaaleista muoviputken osuus on tällä hetkellä noin 86 % ja ennusteiden mukaan muoviputken osuus tulee edelleen kasvamaan. Loput vesijohdot olivat pääasiassa valurautaa.

Viemäreiden kokonaispituus vuonna 2001 Suomessa oli noin 40 800 km, josta on:

- muoviputkia 24 300 km
- betoniputkia 16 000 km
- muita materiaaleja 500 km.

Käytetyistä viemärimateriaaleista muoviputken osuus oli n. 60 % ja loput viemäreistä oli pääsääntöisesti betonia.

Vanhimmissa vesijohtoputkissa materiaalina on ollut katkeamisherkkä harmaa valurautaa, joka asennettiin kantavalle maaperällä. Putket asennettiin yleensä myös poikittaisten tukien varaan, joka aiheutti putkien katkeilua. Sitkeämpi pallografiittivalurauta tuli käyttöön 1960-luvulla. Sen asennukset tehtiin kuitenkin huonommille savimaille, jolloin valuraudan ja erityisesti pallografiittivaluraudan ulkopuolisen korroosion riski kasvoi. Muovi yleistyi putkimateriaalina 1960- ja 1970-luvulla. Muoviputkien käsittelyssä työmaalla ja asennuksissa tehtiin aluksi pieniä virheitä, mikä voi vaikuttaa putkien kestoikään. Veden ominaiskulutuksen uskottiin kasvavan jyrkästi 1970-luvulla. Tästä syystä vesijohdot mitoitettiin väljiksi, mikä aiheutti liian pieniä virtausnopeuksia ja siitä seurasi toiminnallisia ongelmia sekä korroosio-ongelmia.

Viemäreissä materiaalina 1960- ja 1970-lukujen vaihteeseen asti käytettiin lähes yksinomaan betoniputkia. Niiden valmistusmenetelmät ja mm. putkiliitosten tiivistämateriaalit ovat vaihdelleet vuosikymmenten aikana. Asennusolosuhteet ovat

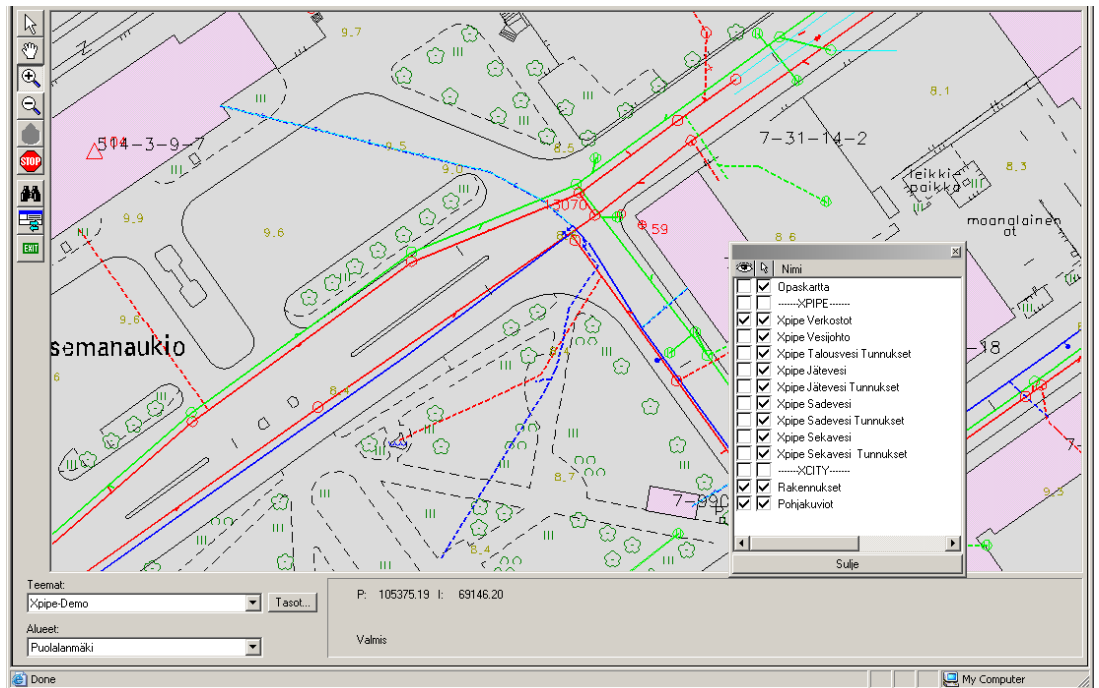
muuttuneet rakennusmaan puutteen vuoksi huonommiksi, jolloin painumien vaara on lisääntynyt. Aina 1960-luvulle saakka viemäriverkostossa oli kiinteistöjen saostuskaivoja, joissa kehittyi rikkikaasua, joka syövytti betonia. Muoviputkea alettiin käyttää 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa, mutta ongelmallisia kohtia ovat olleet liitokset betonikaivoihin.

Tonttivesijohtoja on arvioitu olevan vuonna 2000 noin 552 500 kpl ja tonttivilmäreitä noin 510 000 kpl. Keskimääräiset tonttivesijohtojen pituudet ovat 20 – 30 metriä. Tämän perusteella tonttivesijohtoja on laskettu oleva noin 13 000 km ja tonttivilmäreitä noin 10 000 km. Verrattaessa vesihuoltolaitosten omistamiin joihtoihin tonttivesijohtojen osuus on noin 15 % ja tonttivilmäreiden noin 25 % eli kysymyksessä varsin merkittävä verkostonosa.

2 VESIHUOLLON VERKOSTOJEN SIJAIN TI JA OMINAISUUSTIEDOT

2.1 Yleistä

Suomessa vesihuoltoverkostoihin on investoituna erittäin suuria summia rahaa. Jotta tätä omaisuusmassaa voidaan hoitaa, on tärkeää tietää, missä verkosto sijaitsee, mitä verkoston ominaisuudet ovat ja millaisessa kunnossa verkosto on. Vesihuollon verkoston hallinta keskittyy koko verkoston elinkaareen suunnittelusta rakentamiseen, ylläpitoon, saneeraamiseen ja uusimiseen. Koska vesihuoltoverkosto sijaitsee maan alla, hankaloittaa se verkoston kartoittamista ja ylläpitoa. Verkostosta kerättyä tietoa tarvitaan pitkään, koska putkien ja laitteiden elinkaari on pitkä – useita kymmeniä vuosia, joten tiedon kerääminen on tehtävä pitkäjänteisesti, systemaattisesti ja kattavasti.



Kuva 1. Vesihuoltoverkostoihin liittyvä suuri omaisuusmassa.

2.2 Verkoston sijainti ja ominaisuustietojen ylläpito

Verkostojen sijaintia on piirretty kartoille jo satoja vuosia, ja edelleen verkostot dokumentoidaan kartalle. On kuitenkin laitoksia, joilta karttatiedot puuttuvat kokonaan. Tekniikan kehittyessä verkostokartat siirtyivät digitaaliseen aikaan ja varusteiden tiedot kirjattiin erilaisiin erillisiin rekistereihin, kuten kaivo- ja venttiilirekistereihin. Digitaalisten karttojen myötä tiedon määrää voitiin helpommin hallita, ja niiden korjaaminen helpottuu.

Verkoston hallintaan ja ylläpitoon liittyy paljon kokemusperäistä muistitietoa. Muistitieto on ollut vaikeaa kirjata ja hallita dokumenteilla, joten tieto on keskittynyt verkoston rakentamisessa mukana olleille henkilöille. Muistitietoa on henkilöstön ikääntyessä pyritty kirjaamaan verkostotiedoksi tietojärjestelmiin.

Verkoston sijainti- ja ominaisuustietovarastojen yhdistäminen on mahdollistanut tietojärjestelmien laajentamisen karttaohjelmistoista verkon hallintaa tukeviksi tietojärjestelmiksi. Verkoston ylläpidossa asiakaspalvelun ja kunnossapidon merkitys on kasvanut.

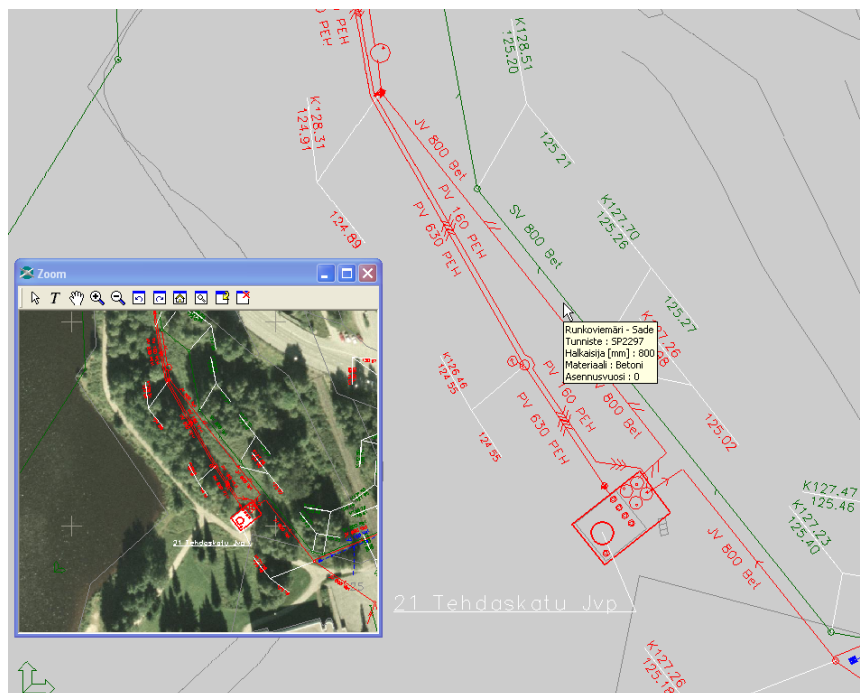
Putken ominaisuustietoja ovat:

- materiaali
- halkaisija
- mittatiedot
- tiivistemateriaali
- kestävyys/paineluokka.

Kaivojen sijainti- ja ominaisuustietoja ovat

- koordinaatit
- kannen ja pohjan korkeus
- tyyppi
- materiaali ja halkaisija
- tulevat ja lähtevät putket.

Verkoston sijaintitiedot hankitaan kartoittamalla rakennetut putkilinjat. Ominaisuustietoja ei ole useinkaan kattavasti kerätty, vaan on keskitetty johtokartalla näkyviin tietoihin, jolloin suuri osa verkostotietoa on jäänyt dokumentoimatta. Verkoston sijainnin ja ominaisuustietojen ylläpitäminen tulisi olla helppoa ja tiedosta pitäisi muodostua samalla verkoston ylläpidon kannalta tarpeellisia karttoja, raportteja ja analyysseja.



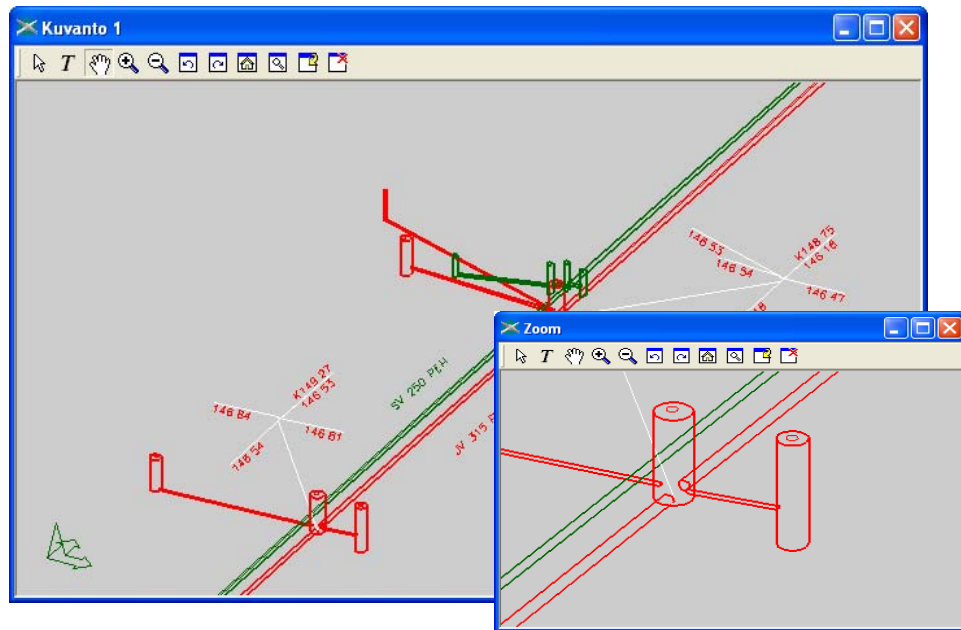
Kuva 2. Verkostojen sijainti (x,y,z) ja ominaisuustiedot ovat tärkeitä verkoston ylläpidossa.

2.3 Verkostojen kartoitus

Verkostojen kartoitus tehdään mittaamalla putkien ja varusteiden sijainti takymetrin tai mittaukseen sopivan satelliittipaikantimen avulla. Kartoituksen avulla saadaan pisteitä, joista muodostetaan pistemäiset varusteet tai viivamaiset johdot.

Kartoituksella mitataan rakennettavat linjat tai tarkennetaan jo olemassa olevaa verkostoa. Olemassa olevien verkostojen kartoitus on hankalampaa. Viemäreiden kartoitus on vesijohtojen kartoitusta helpompaa, koska tarkastuskaivosta on näköyhteys myös maanalaisiin putkiin. Metallisten putkien paikallistaminen nykyisillä laitteilla on mahdollista ja tuloksista saadaan tarkkoja.

Gravitaatioputken sijainti mitataan vesijuoksusta ja paineelliset putken laelta. Viemäreiden tarkastuskaivoista mitataan pohjan ja kannen korkeus sekä viemärin vesijuoksun korkeus. Venttiileistä mitataan putken laen ja venttiilihatun korkeus. Verkon kartoituksesta on hyvä olla vesilaitoskohtainen työohje, jotta kaikki verkoston kohteet mitataan samalla tavalla. Kartoituksessa voidaan kerätä kohteen ominaisuustietoja, mittaustarkkuuteen, mittaajaan, rakentajaan ja esimerkiksi kohteen sijaintiin liittyviä tietoja.



Kuva 3. Systemaattisesti mitattua verkostoa voidaan tarkastella myös kolmiulotteisena mallina.

2.4 Verkostokartta

Verkostosta muodostetaan yleensä 1:500 -mittakaavassa oleva johtokartta, jossa kuvataan vesijohto-, sade- ja jätevesiverkosto. Verkoston korkeustasot on esitetty kaivon viiksitunnuksissa ja putkilinjojen ominaisuustiedot putkilinjojen suuntaisina teksteinä.

Verkostokarttaa tehdään myös muihin mittakaavoihin mm. 1:2000- ja 1:10 000 -karttoina, joissa verkostosta esitettävä tieto ei ole yhtä tarkkaa kuin 1:500 -mittakaavassa, mutta verkostoa on helpompi tarkastella laajempänä kokonaisuutena. Verkoston sijainnin ja ominaisuustietojen avulla voidaan verkosta tehdä teemakarttoja, raportteja tai siirtää siitä tietoa muihin järjestelmiin.

2.5 Verkoston ominaisuustiedot

Vesihuoltoverkostojen ominaisuustiedot tulee kerätä johtojen ja laitteiden todellisten ominaisuuksien mukaisesti. Putkilinjojen ja sen varusteiden tiedot kerätään kunkin kohteen olennaisten ominaisuuksien perusteella. Kohteilla voi olla kohdekohtaisia tietoja, yleisiä tietoja, dokumentteja, vapaata tekstiä sekä kartoitukseen liittyvää tietoa.

Dokumentointi on hyvä tehdä mahdollisimman tarkasti, vaikka joillain kerättävillä ominaisuuksilla ei juuri tällä hetkellä olisikaan tarvetta. Myöhemmin toiminnan kehittyessä ja tietotarpeen laajentuessa tiedon kerääminen voi osoittautua työlääksi ja olisi pienellä vaivalla voitu kerätä kohdetta dokumentoitaessa. Useat vesilaitokset liittävät rakennettavista ja auki kaivetuista putkilinjoista myös valokuvat havainnollistamaan linjan rakennetta.

Liittyvät kohteet		Info	Mittauseri *	Kunnossapitotiedot +		
Yleiset	Käyttö	Laskenta	Vapaat attribuutit	Dokumentit		
Yleistiedot						
Tunniste	JP13752		Asennusvuosi	1982		
Halkaisija [mm]...	200		Materiaali...	PVC		
Sisähalkaisija [mm]...			Sisämateriaali...			
Muoto...	Pyöreä		Liitintyyppi...	Muhviliitos		
Valmistaja...			Tyyppi...			
Paineluokka...			Lujuusluokka...	T8		
Koordinaatit						
	X	Y	Z			
1	25649.809	35064.516	133.016	↑		
2	25680.531	35075.414	133.992			
Viivan tiedot						
Pituus 3d	32.61		m	Pituus 2d	32.60	m
Korkeusero	0.98		m	Kaltevuus	0.030	
OK Hyväksy Peruuta Ohje						

Kuva 4. Ominaisuustietojen kirjaaminen.

2.6 Verkoston elementtien numerointi

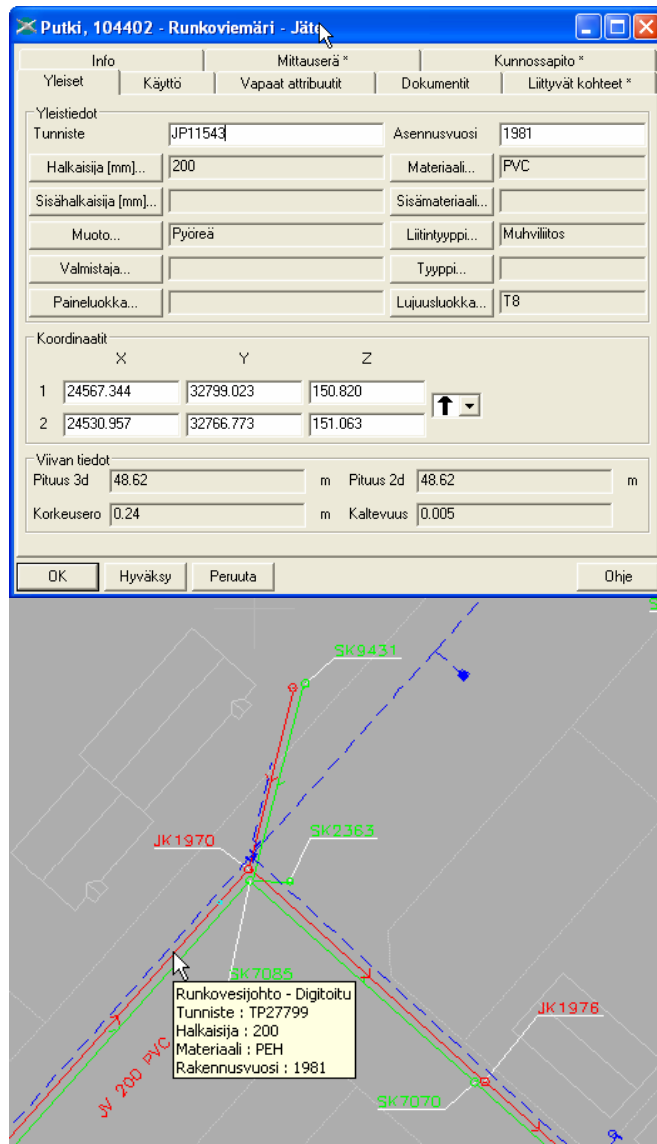
Verkostotiedon laajentuminen kartasta ylläpitoa tukevaksi järjestelmäksi vaatii verkoston elementtien yksilöimistä. Elementtien etsiminen, kohteesta kommuni-

kointi toiselle käyttäjälle ja erilaisten raportointien tekeminen edellyttää havainnollista kohde numerointia.

Tietokantapohjaisissa tietojärjestelmissä kaikilla verkon elementeillä on id-numero, mutta yleensä se muistuttaa jo kohteiden määrän takia puhelinnumeroa ja on pituuden takia hankalasti käytettävissä kommunikointiin, karttatulosteisiin ja raportteihin. Yksilöivä numerointi on esimerkiksi kaivonumero tai venttiilinumero. Yksilöivässä numerossa on yleensä etuliite, joka kertoo kohteen tyyppin.

Kaivonumero voi olla esimerkiksi JK23134, jossa JK kertoo kohteen olevan jätevesiviemärin tarkastuskaivo ja jälkimmäinen numero yksilöi kaivon. Kaivoja on viemäriverkostossa tyypillisesti kymmeniätuhansia, joten yksilöivän numeron tulisi olla viisinumeroinen. Palopostinumero voisi olla esimerkiksi PP233, jossa PP kertoo kohteen olevan palopostin ja jälkimmäinen numero yksilöi palopostin. Paloposteja on yleensä satoja, joten kolmenumeroinen numero riittää yksilöintiin.

Kohteiden numerointi ei yleensä kerro, missä kohde on, joten kohteen löytämistä, raportointia ja siitä kommunikointia helpottaa, jos kohteelle on annettu myös osoite. Mobiililaitteissa kohteiden yksilöinti on tärkeää, jotta kohde voidaan helpommin tunnistaa ja löytää. Kaivonumerointi on tärkeätä myös viemärien TV-kuvausten työkartoissa.



Kuva 5. Elementtien numerointi.

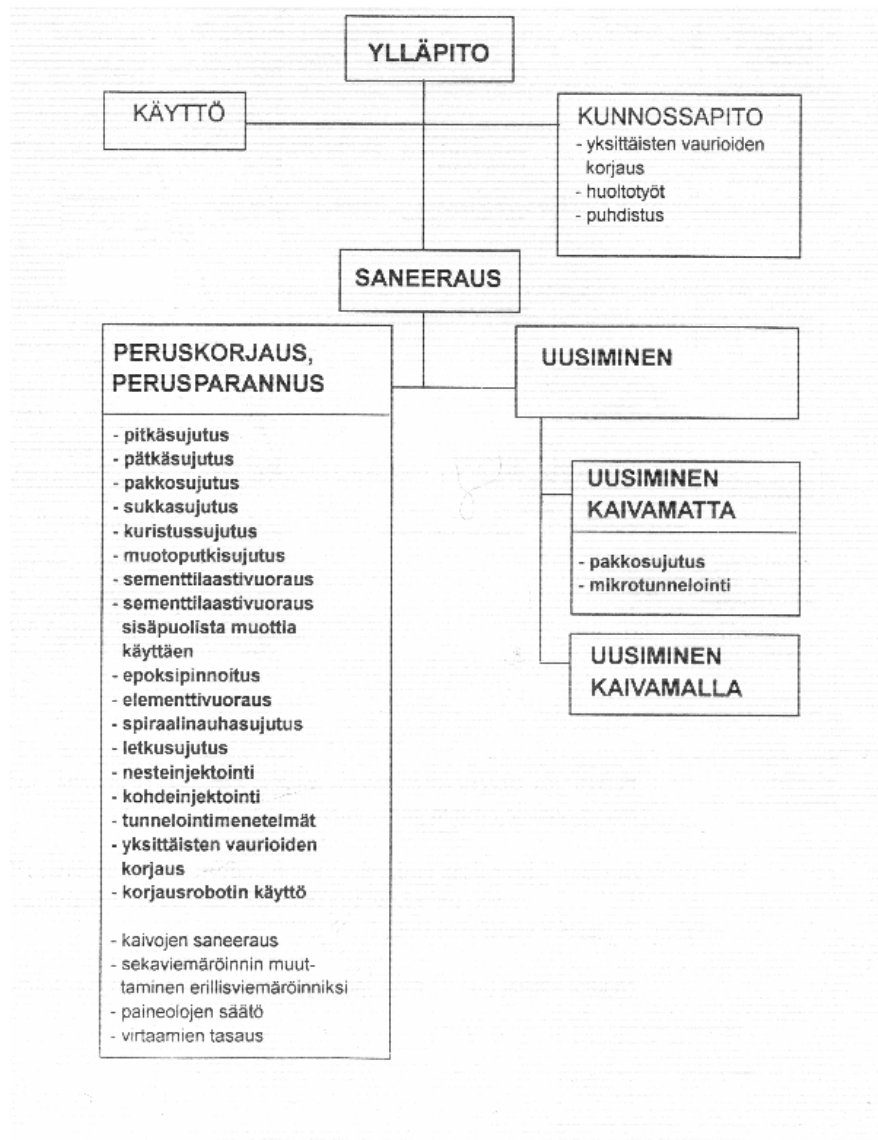
3 VESIHUOLLON VERKOSTOJEN YLLÄPIDON KÄSITTEITÄ

3.1 Ylläpidon kokonaisuus

Vesijohto- ja viemäriverkoston ylläpito käsittää kaikki ne toimenpiteet, joita tarvitaan verkoston toiminnallisen ja rakenteellisen kunnon säilyttämiseksi. Verkostojen ylläpidon pääkohdat ovat:

- käyttö ja kunnossapito

- peruskorjaus ja perusparannus
- uusiminen.



Kuva 6. Vesi- ja viemäriverkostojen saneerauksen ja kunnossapidon menetelmät.

Rakennetun vesijohto- ja viemäriverkon toimintavalmius ja ylläpitäminen edellyttävät toimintavastuussa olevalta organisaatiolta:

- säännöllistä kunnossapitoa ja huoltoa
- nopeaa korjausvalmiutta
- saneeraus- ja kapasiteettitarpeen määrittelyä ja tilanteesta riippuen suunnittelu- ja työvalmiutta.

3.2 Terminologia

Vesijohto- ja viemäriverkon ylläpitoon sisältyy käsitteitä, jotka saattavat aiheuttaa sekaannusta ja mielipiteiden eroavaisuuksia. Sekaannusten välttämiseksi ja jotta asioista puhuttaisiin samoilla merkityksillä on seuraavaksi selvennetty käsitteiden tarkoituksia.

Kunnossapito (Maintenance, Operation and Maintenance)

Huoltotyöt ja paikalliset korjaukset. Tarvittavat toimenpiteet verkostojen toimintakyvyn säilyttämiseen, kuten huuhtelut, puhdistukset ja tarkastukset.

Peruskorjaus (Repair)

Toimenpide, jossa vanhaa rakennetta korjataan siten, että vanha rakenne toimii osana uutta kokonaisuutta. Eli Putkirakenteen ja kaivojen yksittäisten vaurioiden korjaus joka liittyy normaaliin kunnossapitoon.

Perusparannus (Renovation)

Kunnossapitoa laajempi toimenpide, jolla parannetaan rakenteen toimivuutta tai pidennetään sen kestoikää alkuperäistä putkirakennetta hyväksi käyttäen.

Uusiminen (Replacement, On-Line replacement)

Toimenpide, jolla vanha rakenne korvataan uudella rakenteella joko kaivamatta tai kaivamalla.

Saneeraus (Rehabilitation)

Toimenpiteet joilla säilytetään tai parannetaan olemassa olevien putkistojen toimintakyky. Rakenteellinen saneeraus jaetaan peruskorjaukseen, perusparannukseen ja uusimiseen.

Kaivamaton tekniikka (Trenchless Technology, No-Dig)

Maanalaisten putkien, kaapeleiden ja laitteiden uusiminen tekniikoilla, joissa kaivantojen käyttö minimoidaan.

Rakentaminen kaivamalla (Open Cut, Trenching)

Kokonaan kaivumenetelmällä tehty putken/kaivon rakentaminen tai uusiminen.

Uudelleen rakentaminen

Vanha putki korvataan rakentamalla uusi putki uuteen paikkaan vanhan läheisyyteen.

4 VESIHUOLLON VERKOSTOJEN YLLÄPIDON SUUNNITTELU

4.1 Vesijohtojen tutkimusmenetelmät

Vesijohdoille soveltuvat tutkimusmenetelmät ja tutkimuskohteet voidaan jaotella seuraavasti:

- vesijohtovuotojen selvitykset
- vesijohtojen sisäpuolisen ja ulkopuolisen kunnon mittaukset
- vesijohtoverkon laitteiden kunnon ja toimivuuden selvitykset
- TV-kuvaus vesijohtoihin

Käytännössä systemaattinen vesijohtojen tilan tutkiminen on rajoittunut vuotojen seurantaan ja paikallistamiseen.

4.1.1 Vuodot

Vesijohtojen vuodoissa menetetään vettä. Lisäksi vuotava vesi aiheuttaa välillisiä vaurioita, kuten veden joutuminen rakenteisiin, maaperän pehmenemisestä johtuvat vauriot kulkuväylille, jne. Verkostojen vuotavuutta tulee seurata jatkuvasti verkostojen virtaamia seuraamalla.

Virtaamia voidaan seurata esim. väliaikaisin menetelmin hyödyntämällä siirrettäviä akkutoimisia, putken ulkopuolelle asetettavia antureita käyttäviä ultraääni-virtamittareita, joissa on tallentava virtaamaloggeri. Virtaamia seurattaessa vuotojen kannalta tarkastellaan minimivirtaamia. Lisääntynyt, muuten selittämätön, jatkuva virtaama on yleensä vihje syntyneestä vuodosta.

Havaittaessa vuoto määritetään vuotava verkosto-osa. Mikäli veden virtaama voidaan hetkellisesti sulkea verkoston eri osilta, saadaan selville vuotava putkiosuus seuraamalla virtaamien muutosta venttiileitä suljettaessa ja avattaessa. Vuotavaa verkosto-osaa voidaan selvittää myös hyödyntämällä siirrettäviä virtaamamittareita.



Kuva 7. Vuotoääniloggeri.

Uusin menetelmä vuotojen etsimisessä ovat vuotoääniloggerit. Nämä asennetaan vuotavaksi epäilylle verkosto-osalle 150-200 metrin välein esim. venttiileihin, paloposteihin tai muihin putkea kiinteästi koskettaviin osiin magneettikiinnityksellä. Ääniloggeri kuuntelee verkostosta johtuvia ääniä vähintään yhden vuorokauden ja analysoi kuulemiaan ääniä. Loggeri lähettää radioviestiä havainnoistaan. Vastaanotin kuulee viestin noin 100 metrin etäisyydelle.

Vuotokohdan tarkka määrittäminen suoritetaan vain putkiosuudelle, jossa on aiemmilla toimilla tai muutoin havaittu olevan vuoto. Yleisimmin käytetyt vuotopaikan määrittämenetelmät ja laitteet perustuvat vuodon aiheuttaman äänen syntymispaikan määrittämiseen. Menetelmiä ovat:

- maamikrofonimenetelmä
 - Laitteisto koostuu mikrofoniasta, kuulokkeista ja vahvistinlaitteesta, jossa on oltava erilaisia suodattimia kuunneltaville äänille.
Laitteistolla kuunnellaan maanpäältä ääniä ja koetetaan löytää vuodon purkautumisäänet. Ympäristöltä vaaditaan hiljaisuutta tai jatkuvaa, muuttumatonta ääntä. Sade ja tuuli ovat häiritseviä.
- akustokorrelaatiomenetelmä
 - Perustuu vuodon purkautumisäänen paikantamiseen. Laitteisto koostuu kahdesta radiolähtettimein kytketystä erittäin herkästä mikrofoniasta, joilla kuunnellaan ääniä verkoston näkyvillä olevista kohdista, kuten venttiilien karoista, paloposteista.

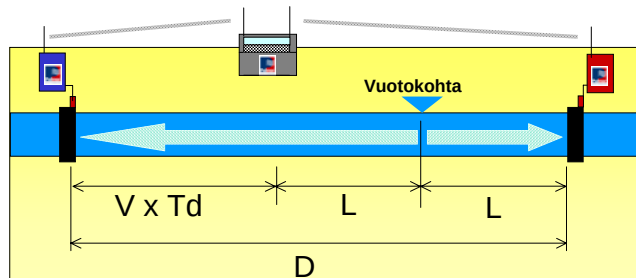


Kuva 8. Akustokorrelaatiolaite.

Akustokorrelaation toiminta

Laskentakaava

$$L = \frac{D - (V \times T_d)}{2}$$



Kuva 9. Akustokorrelaation toiminta.

- merkkikaasumenetelmä
 - o Vuotavaksi tiedettyyn putkisto-osaan syötetään merkkikaasua, vetyä tai vety-tyyppi yhdisteitä. Vuotokohdasta pintaan noussut kaasu paikallistetaan erityisellä näytekaasukerääjällä ja vetykaasu-analysaattorilla.

4.1.2 Vesijohtojen sisäpuolisen ja ulkopuolisen kunnon mittaukset

Putken kunnon silmämääräinen tarkastus tai näytepalojen otto ja analysointi on suositeltavaa aina, kun putki joudutaan kaivamaan esiin. Metallisten vesijohtojen ulkopuolista syöpymistä voidaan mitata sähkökemiallisilla mittausten menetelmillä. Kuitukaapelilla voidaan tarkkailla vesijohdon sisäpuoleista kuntoa lyhyeltä matkalta palopostin kautta.

4.1.3 Vesijohtoverkon laitteiden kunnon ja toimivuuden selvitykset

Sulkuventtiilien ja palopostien toimivuus selvitetään koekäyttämällä niitä. Palopostien koekäyttöön liittyy myös antoisuuden mittausta. Venttiilin sulkeutuminen tiiviisti voidaan todeta painemittauksella tai kuuntelemalla veden virtauksen ääntä.

4.1.4 TV-kuvaus

TV-kuvaus sopii paineellisiin vesijohtoihin vain erikoistapauksissa ja paineettomiin vesijohtoihin silloin, kun korjaustöissä putki on poikki. Kts. tarkemmat tiedot TV-kuvauksesta kohdassa 5.2.

Vesijohtojen TV- kuvaukselle voidaan asettaa seuraavanlaisia tavoitteita

Tavoite	Esityöt	Huomautukset
Vesijohtoverkon kunto- tutkimus.	Käytettävien paloposti- en soveltuvuuden var- mistaminen.	Kuvaus tehdään pai- neenalaisena, kuvause- täisyydet ovat rajallisia.
Puhdistustyön laadun- tarkastus osana johto- osan saneeraamista.	Ei esitöitä.	Kuvattaessa putkessa ei saa olla vettä.
Saneeratun vesijohdon laadun toteaminen.	Ei esitöitä.	Tehdään ennen käyt- töönottoa.

4.1.5 Maatutka

Maatutkan sovelluksilla saadaan tietoa putken ympärillä olevasta maaperästä, pohjaveden pinnan korkeudesta, muista johdoista ja mahdollisesta tyhjästä tilasta sekä onkaloista putken ympärillä. Maatutkaa voidaan käyttää myös putken sisäpuolella. Maatutka on vielä voimakkaassa kehitysvaiheessa ja erittäin kallis ja harvinainen menetelmä.

4.1.6 Putkiston tiiviyyden tutkiminen

Tiiviyyden tutkimiseen on useita eri menetelmiä vesijohdoille ja viemäreille. Menetelmä on yleisimmin painekoe vedellä.

4.2 Viemäreiden tutkimusmenetelmät

Viemäreille soveltuvat tutkimusmenetelmät ja tutkimuskohteet voidaan jaotella seuraaviin pääryhmiin:

- viemäreiden kuntoselvitykset
 - vuotovesiselvitys
 - TV- kuvaus
 - tarkastuskaivojen kuntoselvitys
 - savukoe
- tulvimisvaaran selvitys, joka liittyy mitoituksen tarkistamiseen
- viemäriverkon erityisvarusteiden toimivuusselvitys
 - viemäriverkon ylivuotorakenteiden ja ylivuotojen selvittäminen
 - paineviemärien (paineiskutilanteiden) selvitykset.

4.2.1 Vuotovesiselvitys

Viemäriverkkojen keskeinen ongelma on niihin tavalla tai toisella tunkeutuva, niihin kuulumaton vuotovesi. Vuotovesien määrä vuositasolla on tyypillisesti 50 % jäteveden määrästä. Vuotoveden virtaamahuiput voivat olla moninkertaiset jätevesimääriin nähden. Viemäriverkon vuotovesien määrän selvittäminen alkaa jätevedenpuhdistamon virtaaman jatkuvalla seurannalla ja analysoinnilla.

Viemäreiden vuotovesiselvitysten tavoitteena on selvittää

- vuotovesien määrä
- vuotojen sijainti
- vuotojen syyt.

Jotta vuotovesien määrää ja sen vähentämiseksi tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta voitaisiin seurata yksityiskohtaisemmin, tulee virtaamien seuranta ja analysointi saada valuma-aluekohtaiseksi. Tämä on edullisimmin toteutettavissa seuraamalla jätevedenpumppaamoihin tulevaa virtaamaa.

Vuotovedet voidaan jakaa syntymistapansa perusteella kahteen luokkaan

- varsinainen vuotovesi
 - pohja- ja vajovesistä putkistoon imeytyvää vettä $\Rightarrow$ linja on pysyvästi tai tilapäisesti pohjaveden pinnan alla ja putkistossa on aukkoja, joista vesi pääsee putkeen tai kaivoon.
- hulevuotovesi
 - pintavaluntavedestä syntyvää vuotovettä, joka kulkeutuu viemäriin kansiston ja kaivojen yläpäiden kautta, putkien saumoista ja ylivuodoista.

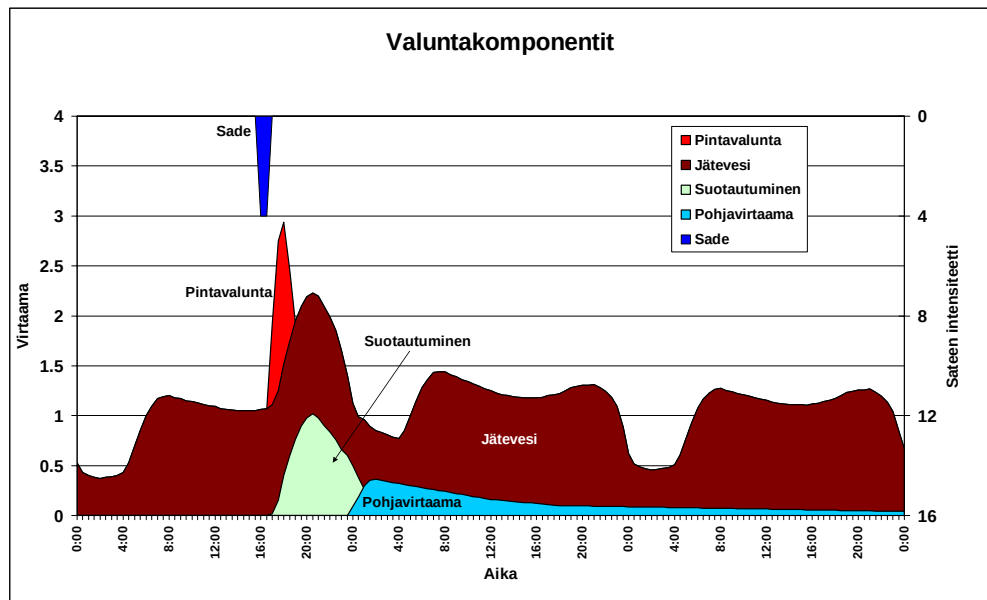
Vedenkulutustietojen pohjalta voidaan arvioida verkostoon johdettava jätevesimäärä. Vuotojen esiintymistä voidaan arvioida myös tarkkailemalla yön aikaisia vesimääriä. Mikäli vuotovesiä on runsaasti, siirrytään alueittaiseen ja johtolinjakohtaiseen vesimäärien selvittämiseen mittauksin.

Mikäli jokin viemäriverkon alue muodostaa kovin suuren yksittäisen valuma-alueen, jota ei siis pumppaamot jaa osiin, voidaan virtaamien seuranta tehdä siirrettävien viemärivirtaamamittarien avulla. Viemäri-vesimäärät mittaamalla ja tulokset analysoimalla voidaan osoittaa vuotavimmat verkoston osa-alueet ja tehdä johtopäätöksiä vuotojen pääasiallisista syistä. Lisäksi, kun vuotovesien vähentämiseksi on tehty toimenpiteitä, voidaan osoittaa vaikutukset vuotovesimääriin.

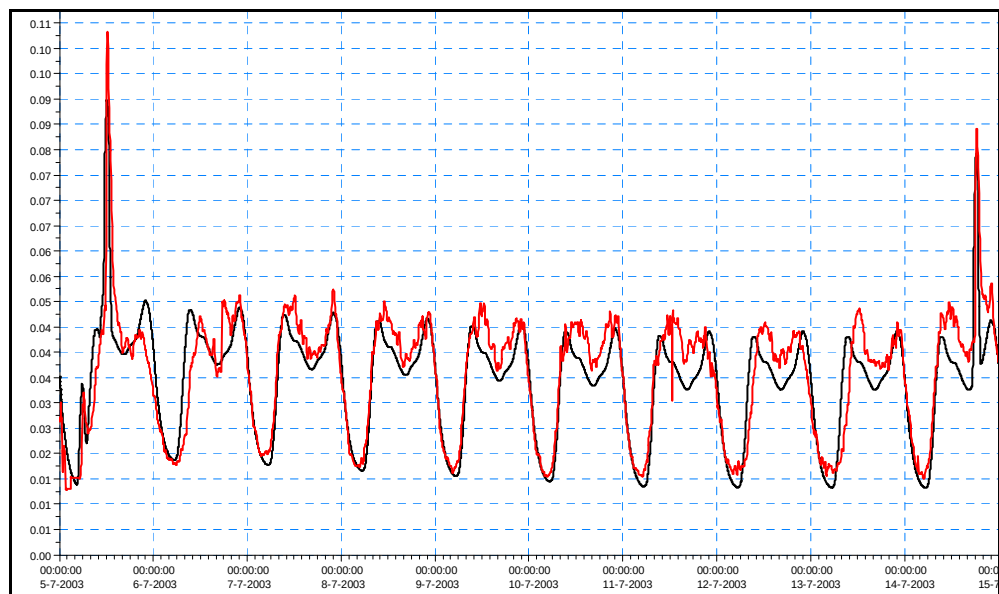
Viemäriverkoston mallinnus

Viemäriverkon vuotovesiongelman selvittämiseen voi hakea ratkaisua myös viemäriverkoston mallinnuksen avulla. Mallinnuksen avulla saadaan tietoa valuma-alueiden välisistä eroista ja saneeraustoimenpiteet voidaan kohdistaa kaikkein kriittisimmille alueille. Viemärimalli kalibroidaan vastaamaan todellisia virtausmittaus-tuloksia ja siten saadaan selville valuma-alueelta tulevan virtaaman suuruus sekä virtaamissa tapahtuva kausittainen vaihtelu lyhyellä ja pitkällä aikavälillä sadetapahtumien aikana ja niiden jälkeen. Virtaamat voidaan mitata joko erillisillä vir-

taamamittareilla tai jätevedenpumppaamojen käyttötiedoista. Mallinnusohjelman avulla voidaan esimerkiksi selvittää eri alueiden vuotovesiprosentit, vuodon synty-perä sekä paikallistaa tulvimisherkät viemäriosuudet. Mallinnusohjelman avulla voidaan myös tarkistaa viemärin putkikoko, joka puolestaan osaltaan määrittää kysymykseen tulevat saneerausmenetelmät.



Kuva 10. Esimerkki valuntakomponenteista.



Kuva 11 . Erään valuma-alueen mallinnettu ja mitattu virtaama.

Vuotavaksi havaituilla osa-alueilla ryhdytään viemäreiden kuntotutkimukseen, jolla vuotokohdat pyritään paikallistamaan.

Työvaiheeseen on käytettävissä seuraavia tutkimusmenetelmiä:

- viemäreiden TV-kuvaus
- viemärin tarkastuskaivojen kunnan tutkimus
- kiinteistöjen tonttivilmärien sekä kuivatusvesien ja hulevesien johtamisen katselmus viemärilinjalla (menetelmänä esim. savukoe).

Vuotokohtien paikallistaminen voi onnistua esim. runsaiden sateiden aikaan silmäääräisellä tarkastelulla, mutta systemaattisena vuotokohtien paikantamismenetelmänä ns. savukoe on alkanut yleistyä. Savukokeella on mahdollista saada yksiselitteinen näyttö esim. kiinteistöjen tonttivilmärien vuotokohdista.

4.2.2 TV-kuvaus

TV-kuvaus on käytetyin keino viemäreiden rakenteellisen ja toiminnallisen kunnan arvioimiseen. TV-kuvauksella tarkoitetaan putkien sisäpuolista kuvaamista ja sen tarkoituksena on saada tietoja kuvatun osuuden kunnosta. Lisäksi tietoja voidaan saada esim. vuodoista, viemäritukosten syistä ja viemäri liittymien sijainnista. Kuvauksen avulla voidaan tarkistaa myös tehdyn puhdistustyön tulos. Uusien ja saneerattujen viemäreiden ja vesijohtojen laatu voidaan myös todeta TV-kuvauksella ennen niiden käyttöönottoa.

TV-kuvauslaitteita on laaja valikoima erikokoisiin putkiin. Kuvauslaitteisiin voidaan liittää lisälaitteita, joilla saadaan tietoa esimerkiksi putken kaltevuudesta ja painumista. Vettä täynnä olevissa suurissa putkissa voidaan TV-kuvausta täydentää kaikuluotaimella. Putkien tutkimiseen voidaan käyttää myös pieniä työnnettäviä kameroita. Niin sanottua satelliittikameraa voidaan käyttää tonttijohtojen ja sivuhaarojen tutkimiseen.

Taulukko 1. Viemäreiden TV-kuvaukselle voidaan asettaa seuraavanlaisia tavoitteita, jolloin tarvittavat esityöt poikkeavat toisistaan

Tavoite	Esityöt	Huomautukset
Viemäritukoksen tai muun käyttöhäiriön paikallistaminen.	Ei yleensä esitöitä.	
Viemäriinjan TV-kuvaus kunnon ja toimivuuden selvittämiseksi tai saneeraussuunnittelua varten.	Puhdistus (tarvittaessa ohipumppaus ja juurtenpoisto).	Mikäli viemäri tiedetään niin huonokuntoiseksi, että se voi sortua puhdistuksen seurauksena, suoritetaan puhdistus varovaisesti.
Uudisrakennuskohteen tai saneeratun viemäriin laadun toteaminen.	Ei yleensä esitöitä.	Tehdään ennen käyttöönottoa.

4.2.3 Tarkastuskaivojen kuntoselvitys

Tarkastuskaivojen kuntoselvitys tehdään alueella, joilla esiintyy vuotoja kaivojen kautta. Tarkastuskaivot tutkitaan silmämääräisesti ja systemaattisesti selvittämällä

- kaivon rakenne ja korkeusasema
- liittymäputket
- kaivon kunto.

Saadut tulokset kirjataan kaivokorteille.

4.2.4 Savukoe

Savukoemenetelmässä viemärikaivon kautta puhalletaan savua viemäristöön. Kokeen avulla voidaan paikantaa mahdollisia vikoja sekä virheellisiä liitoksia viemäristössä. Menetelmällä voidaan tutkia kiinteistöjen viemäreiden tarkastuskaivojen kuntoa sekä tuuletusviemäroinnin toimivuutta. Kokeella saadaan tietoa myös kiinteistöjen sisäisten viemäriputkien kunnosta.

Savukokeella saadaan tietoa myös vuotavista viemärilinjoista, mikäli ne kulkevat tarpeeksi lähellä maanpintaa tai savu pääsee maan pinnalle lähellä olevan pylvään, rakennelman tms. kautta. Savukoe paljastaa usein myös virheelliset liitokset, joissa sade- ja sulamisvesiä on ohjattu jv-viemäriin rakennusten salaojien tai rännikaivojen kautta. On kuitenkin muistettava, ettei savukoe ole aukoton tutkimusmenetelmä vaan se täydentää muita menetelmiä, esim. TV-kuvausta.



Kuva 12. Savukoe.

4.3 Viemäreissä TV-kuvauksella tehtävät havainnot

Viemärin rakenteelliset viat

Muodonmuutos

Putken muoto on muuttunut. Muodonmuutos-havainto koskee vain joustavia putkia.

Halkeama/putkirikko

Halkeama: Putken seinämässä on halkeama, mutta putken muoto ei ole muuttunut eikä putkesta ole irronnut palasia. Putkirikko: Putken muoto on muuttunut. Sortuma: Putki on menettänyt rakenteellisen lujuutensa.

Pintavaurio

Putken sisäpinta on vaurioitunut kemiallisesta tai mekaanisesta syystä johtuen. Myös metallisten putkien korroosio kuuluu tähän vikatyypin.

Valmistusvika

Putkessa on valmistuksessa tai asennuksessa syntynyt vika. Vika voi olla esimerkiksi huokoinen putken seinämä, sukkasujutusmateriaalissa oleva ryppy tai hitsausliitoksessa oleva vika. Betoniputkissa valmistusvika havaitaan usein huokoisena osuutena, johon voi liittyä epätasaisuutta tai vuotoa. Sukkasujutusmateriaalin valmistusvika havaitaan usein värin muuttumisena, ryppyinä, kuplina, rakkuloina tai sisäpinnan roikkumisena. Yhteen hitsattujen putkien valmistusvika puolestaan havaitaan usein hitsausliitoksen vikoina.

Sisään työntyvä liittymä

Liittyvän putken pää ulottuu tutkittavan viemärin sisään.

Viallinen liittymä

Liittyvän putken liitoskohdassa on vikaa. Vika on muu kuin sisään työntyvä liittymä.

Virheellinen liittymän aukaisu

Liittymä saneeratussa viemärissä on avattu sisäpuolelta, mutta työ on tehty virheellisesti.

Viallinen hattuprofiili liittymässä

Tutkittavan viemärin ja liittyvän putken liitoskohdassa on viallinen hattuprofiili.

Tiiviste irti

Putken tiiviste on osittain tai kokonaan näkyvissä tai se on irronnut.

Siirtymä

Kaksi peräkkäistä putkielementtiä eivät ole oikeilla paikoillaan toisiinsa nähden.

Viallinen muutos- tai korjausosa

Tutkittavan putken materiaalin, koon, muodon tai suunnan muuttamiseksi on putkessa muutos-osa tai paikallinen korjausosa, joka on viallinen.

Viemärin toiminnalliset viat**Juuret**

Putkeen on tunkeutunut puiden tai muiden kasvien juuria putken saumasta, vikakohdasta tai liittyvästä putkesta.

Saostuma

Ainesta on kiinnittynyt putken seinämiin.

Liettymä (irtokertymä)

Putken pohjalle on liettynyt ainesta.

Vieras esine/este

Putkessa on vieras esine.

Vuoto (sisäänpäin)

Vettä pääsee tutkittavaan viemäriin putken seinämän läpi, putken liitosten kautta tai putkessa olevasta vikakohdasta.

Erityishavainnot**Liittymä**

Tutkittavaan putkeen on liitetty toinen putki.

Suljettu liittymä

Liittymä on suljettu (ts. liittymä ei ole käytössä). Liittymä on voitu tehdä asennuksen yhteydessä tulevaisuuden tarpeiden varalta tai liittymä voi olla poistettu käytöstä.

Paikallinen korjaus

Tutkittavaa putkea on korjattu paikallisesti.

Viemäri kaartaa

Tutkittava viemäri kaartaa, mutta kaartaminen ei aiheudu kulmapoikkeamasta.

Pudotuskaivo

Tutkittava putki liittyy viemärin tarkastuskaivoon kaivosta lähtevää putkea selvästi korkeammalle tai tutkittavasta putkesta erkanee pudotusputki.

4.4 Suunnittelu

Yksinkertaistettuna verkostojen saneerauksen suunnitteluun liittyy seuraavat seikat:

- saneeraustarpeen tunnistaminen ja dokumentointi
- saneerauksen menetelmävaihtoehtojen tunteminen
- saneerauksen tavoitteiden määrittäminen
- saneeraussuunnitelman laatiminen /14/.

Vesijohto- ja viemäriverkkojen saneerauksen suunnittelu voidaan nähdä kahtena erillisenä vaiheena:

- a) saneerauksen yleissuunnittelu
- b) saneerauksen yksityiskohtainen toteutussuunnittelu.

Suunnittelu voi putkien lisäksi kohdistua:

- sulkuventtiileihin
- paloposteihin
- viemärin tarkastuskaivoihin
- viemärin ylivuotorakenteisiin
- tonttijohtoihin.

Saneerauksen yleissuunnittelu on jatkuva prosessi, jossa voidaan tehdä pitkän aikavälin strategista suunnittelua (esim. 5 ... 10 vuotta) ja lyhyemmän aikavälin (esim. 1 vuosi) työohjelmia.

Rakentamisessa yleensä voidaan yksityiskohtainen suunnittelu tehdä ennen toteutusta ja liittää osaksi tarjouspyyntöasiakirjoja tai suunnittelu voi kuulua itse urakkaan, jolloin tarjouspyynnössä esitetään tilaajan vaatimukset työn tekemiselle ja lopputuotteelle. Putkistojen saneerauksessa, missä olosuhteita ei täysin tunneta ennen työhön ryhtymistä, asetutaan usein suunnittelun osalta johonkin em. periaatteiden välimaastoon.

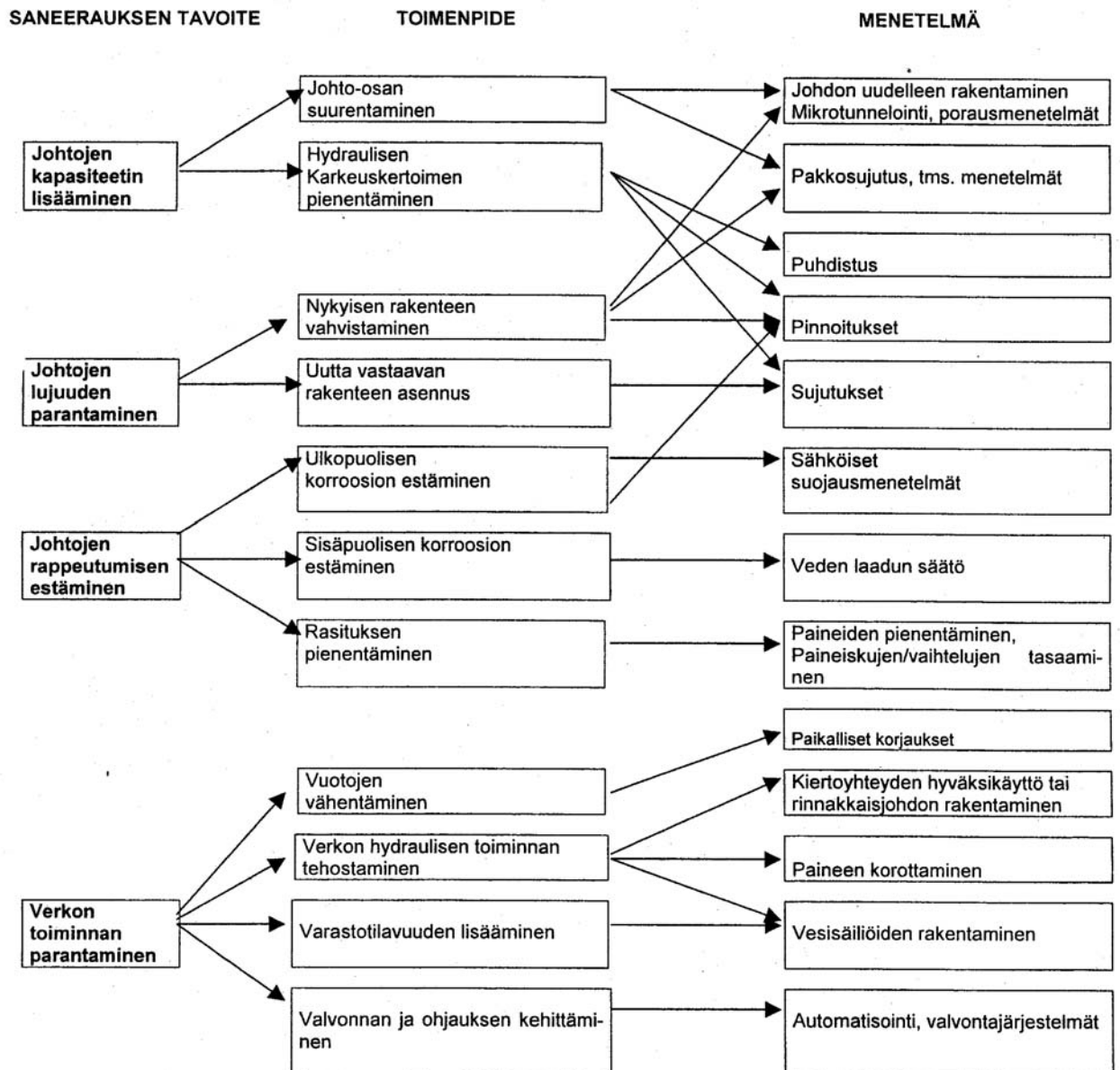
Saneerauksen suunnittelulla on usein ymmärretty pelkästään saneerausmenetelmän valintaa. Saneerausmenetelmää ei kuitenkaan pidä nimetä, jos saneerauksen toteutukseen haetaan teknis-taloudellisesti edullisin ratkaisu tarjouskilpailulla. Saneeraussuunnittelun lähtökohta on kohteena olevan verkosto-osan nykytilan ja sanee-

raustarpeen määrittely. Toinen saneeraussuunnittelun kulmakivi on saneerauksen tavoitteen asettaminen. Saneerauksen suunnittelu suppeimmillaan on nykytilan ja tavoitetilan määrittämistä, jolloin saneerauksen toteuttajalle voidaan antaa melko vapaat kädet ehdottaa ratkaisuja tavoitetilaan pääsemiseksi.

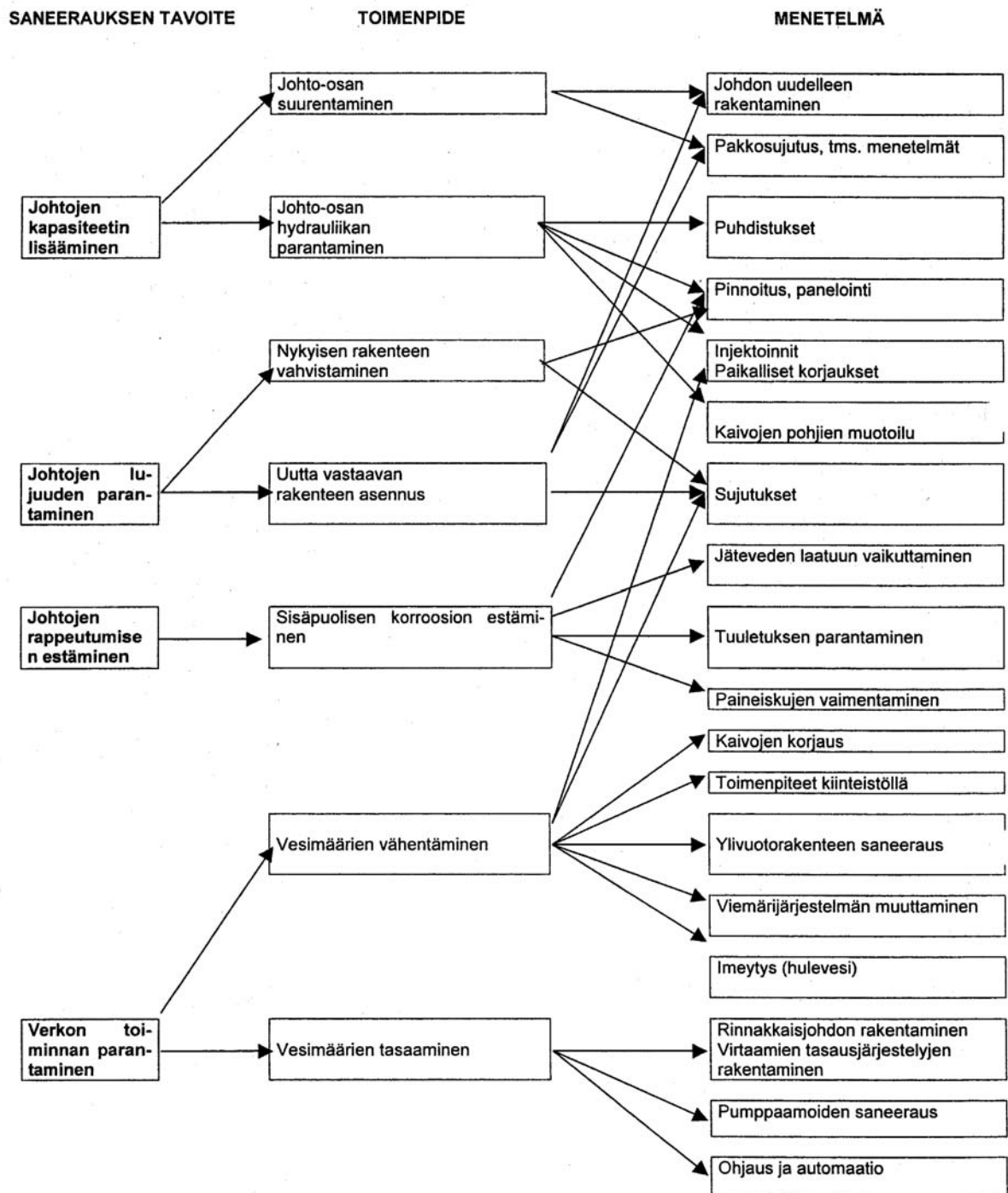
Jotta tarjouskilpailun järjestäminen ylipäänsä olisi mahdollista, viedään saneeraus suunnittelu käytännössä kuitenkin hieman pidemmälle. Saneeraussuunnittelussa tarkastellaan aluksi saneerauksen toteutuksen vaihtoehtoja. NoDig-menetelmien lisäksi tarkastellaan uusimista aukikaivamalla sekä muita mahdollisia vaihtoehtoja. Sekaviemäröinti/erillisviemäröinti-ratkaisut tulevat joskus myös tarkasteltaviksi. NoDig-menetelmien osalta saneerausehdotuksessa on hyvä pysyä menetelmäryhmien tasolla eikä lähteä valitsemaan itse menetelmää, saatikka mainitsemaan jotain tuotenimeä. Julkaisussa saneerausmenetelmäryhmät on pyritty muodostamaan siten, että kullakin saneerausryhmän sisällä olevalla menetelmällä saavutetaan samantapainen lopputulos.

Mikäli saneeraustarve johtuu vuotovesien pääsystä viemäriin, tulee erityistä huomiota kiinnittää tonttivilästä saneeraamiseen katuviemärin saneerauksen yhteydessä, mikä seikka saattaa vaikuttaa oleellisesti koko hankeen aikatauluun.

Vesijohtojen saneeraustoimenpiteitä ja -menetelmiä ovat:



Kuva 13. Vesijohtojen saneeraustoimenpiteitä ja -menetelmiä.



Kuva 14. Viemäreiden saneeraustoimenpiteitä ja -menetelmiä.

Suunnitelman sisältö

Kun edellä kuvatulle tavalla on hahmoteltu saneerauksen toteutustapa, voidaan laatia piirustukset ja tarvittaessa yleistä työselitystä täydentävä työkohtainen työselostus.

Piirustukset:

- yleiskartta
- asemapiirustus
- pituusleikkaus
- poikkileikkaukset, erikoispiirustukset.

Saneeraustoimenpiteiden esittäminen

Saneeraustoimenpiteiden esittämiseksi saneerattavan johdon varusteille ja johto-osille annetaan tunnuksia. Tehdyt tutkimukset ja selvitykset sekä saneeraustoimenpiteet sidotaan tunnuksiin. Tunnusten anto tehdään seuraavien periaatteiden mukaan:

- vesijohdot
 - o Kukin varuste saa oman tunnuksen.
 - o Erillinen putkikoon muutoskohta saa oman tunnuksen.
 - o Pitkät linjavälit voidaan jakaa tunnuksella saneeraus-työn kannalta tarkoituksenmukaisiin osiin (esim. kerralla saneerattava osuus).
 - o Kukin johto-osa saa oman tunnuksen.
- viemärit
 - o Kukin viemärin tarkastuskaivo saa oman tunnuksen.
 - o Merkittävät putkiliitokset saavat oman tunnuksen (tonttiviläin liitoskohdalle ei yleensä anneta tunnusta).
 - o Kukin johto-osa saa oman tunnuksen.
- varusteen tunnuksen muodostaa
 - o verkostolajia osoittava koodi (yksi merkki)
 - o varustetyyppiä osoittava koodi (kaksi merkkiä)
 - o juokseva hanke- tai verkostokohtainen numero.
- johto-osan tunnuksen muodostaa
 - o verkostolajia osoittava koodi (yksi merkki)
 - o juokseva hanke- tai verkostokohtainen numero.

Saneerauskohteen havainnollistaminen

Saneerauskohteeseen liittyvät tiedot tulee löytyä piirustuksista, työkohtaisesta työselityksestä sekä mahdollisesta teknisestä työsuunnitelmasta kuten edellä on selostettu. Asiakirjoissa esitetyt tiedot voidaan havainnollistaa kokoamalla keskeiset tiedot saneerauskohteittain liitteissä esitettyjen mallien mukaisille lomakkeille. Lomakemallit on laadittu erikseen vesijohdon saneerauskohteelle ja

viemärin saneerauskohteelle. Lomakkeiden avulla pyritään antamaan mahdollisimman totuudenmukainen kuva saneerauskohteesta, mutta ne eivät korvaa saneeraushankkeen muita asiakirjoja eikä poista urakoitsijan velvollisuutta tutustua kohteeseen.

Työkohtainen työselostus

Saneeraussuunnittelun pääpainon tulee olla työkohtaisen työselostuksen laadinnassa. Työkohtaisen työselostuksen lähtökohtana on Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02 ja Kunnallisteknisten töiden määramittausperusteet 02 sekä Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden yleinen työselitys 95.

Työkohtainen työselostus täydentää ja tarvittavilta osin muuttaa yleisissä työselostuksissa esitettyä. Työkohtaisessa työselostuksessa esitetään mm. seuraavat asiat:

- saneerattavista johto-osista tehdyt tutkimukset ja selostukset
- työnaikaiset liikennejärjestelyt
- työnaikainen vedenjakelu
- työnaikaiset viemärivesien ohipumppaukset
- saneeraustöiden laadunvalvonta
- kaivantotöiden suoritus
- saneerausmenetelmät
- viemäri- ja vesijohtotyöt
- viimeistelytyöt.

Työkohtaisessa työselityksessä tulee lisäksi erikseen esittää työvaiheisiin kuulumattomat asiat kuten esim. saneeratun johdon haluttu muoto, korkeusasema ja sallitut mittapoikkeamat.

Tekninen työsuunnitelma

Työkohtaista työselitystä työn toteuttaja voi vielä tarkentaa teknisellä työsuunnitelmalla, jossa esitetään yksityiskohtaisesti työn suoritustapa, resurssit, työsaavutus ja aikataulu. Myös työturvallisuuteen liittyvät asiat tulee ottaa huomioon.

5 KORJAUS- JA SANEERAUSMENETELMÄT

5.1 Yleistä

Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmien paljous ja erilaisuus verrattuna uudisrakentamiseen tulee esille suunnittelussa, toteuttamisessa, työmenetelmissä, materiaaleissa, laadun sekä käyttöiän arvioinnissa, hinnoissa ja takuukysymyksissä. Näitä koskevia vaatimuksia voidaan jaotella seuraavasti:

- toiminnalliset
- tekniset
- rakenteelliset
- laadulliset
- terveydelliset
- taloudelliset.

Sopivan saneerausmenetelmän valinta voi olla hyvin vaativa prosessi. Päätös koostuukin eri tekijöiden summasta, jossa on sovitettava yhteen mm. tulevaisuus, nykyisyys, tekniikka, taloudellisuus ja ympäristövaatimukset. Teknisesti paras ratkaisu ei ole välttämättä kokonaisuuden kannalta edullisin lopputulos.

Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat:

- tekniset tekijät
 - painumisolosuhteet
 - sortumat
 - puhdistustarve
 - siirtyminen sekaviemäröinnistä erillisviemäröintiin
- taloudelliset tekijät
 - muu aktiviteetti saneerattavan johdon ympäristössä
 - tonttiliitosten määrä
 - olosuhteet johtokaivannoissa
 - olosuhteet johdon yläpuolella
 - saneeraustyön kesto
 - kustannukset saneerauksen jälkeen
 - ennalta arvaamattomat kustannukset

- haitat ulkopuolisille
 - o liikennejärjestelyt
 - o työllistämisenäkökohdat.

5.2 Korjaus

Yksittäisten vaurioiden ja suppeampien vauriokohteiden korjaamiseen on kehitetty erilaisia menetelmiä. Seuraavassa on esitelty eräitä menetelmiä.

Korjausholkit

Korjausholkillla tarkoitetaan asennusmenetelmää, jossa kokoon taitettu tai puristettu putki, holkki, mansetti tms. asennusosa kuljetetaan vauriokohtaan. Korjaus tapahtuu laajentamalla korjausosa lopulliseen kokoonsa vanhan putken seinämää vasten.

Korjaussukka

Korjaussukan koko ja vahvuus valitaan korjattavan putken ja vauriokohdan pituuden mukaan. Työtä ohjataan TV-kameran avulla. Korjattavaan kohtaan sujutettu sukka laajennetaan lopulliseen kokoonsa vanhan putken seinämää vasten veden-, ilman- tai höyrynpaineella menetelmästä riippuen.

Saumojen korjaus

Yksittäisten saumojen korjaukseen voidaan käyttää taipuisia rengasmaisia korjausmansetteja. Menetelmä sopii suuriin putkiin joissa työ voidaan tehdä sisältäpäin. Saumakohdan puhdistuksen ja yleensä injektoinnin lisäksi liitoskohtaan kiristetään mansetti.

Kaivon varusteiden korjaus

Kaivon kansiosan, kansilaatan ja normaalisti valurautaisen kannen korjaukseen on useita mahdollisuuksia, muutamia melko helpostikin tehtäviä mm.:

- kansilaatan, kehyksien tai molempien vaihto uuteen
- kartiorenkaan uusiminen
- kannen saumojen tiivistäminen
- kannen reikien tulppaaminen.

Vanhoissa kaivoissa sisäpuolelle on joskus asennettu huoltotehtäviä helpottamaan erilliset askelmat. Vanhat askelmat ovat usein syöpyneet ja kiinnitys on heikko. Askelmat on tarvittaessa poistettava kokonaan tai korvattava uusilla.

Kaivon pohjan korjauksen tavoitteena on vanhan kaivon kunnon ja toimivuuden parantaminen sekä huoltotarpeen vähentäminen. Keinoja tuloksen saavuttamiseksi ovat:

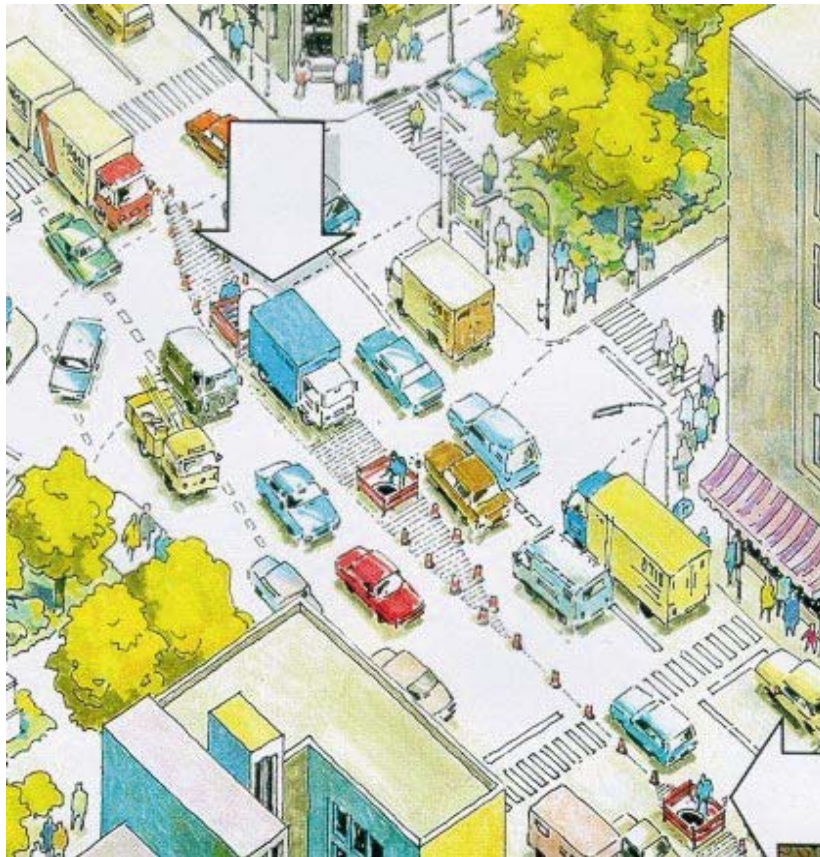
- Pohja korjataan ja viimeistellään käsin sementtilaastilla.
- Valmisosien käyttö räätälöidään kaivokohtaisesti.
- Pohjan pinnoitus ja muotoilu tehdään laatoittamalla.
- Halkeamat injektoidaan.
- Pinnoitetaan polymeeribetonilla tai epoksilla.

5.3 Saneeraus

Kaivamattomien menetelmien etuja:

- Liikenne sujuu ilman suurempia häiriöitä.
- Kauppojen toiminta ei kärsi.
- Ihmiset tuskin huomaavat saneerausta katukuvassa.

Varsinkin liikenteellisesti vilkkailla kaduilla ja keskusta-alueilla tapahtuva korjaus toteutetaan mahdollisuuksien mukaan kaivamattomin menetelmin, jolloin työstä aiheutuvat haitat voidaan minimoida. Taloudellisessa mielessä tämä ei aina ole järkevää, mutta kokonaisuus huomioon otettaessa taloudelliset edut eivät pelkästään ratkaise saneerausmenetelmää.



Kuva 15. Kaivamaton menetelmä aiheuttaa vähän liikennehaittaa.

Saneeraus on toimintaa, missä vanhan putken sisälle asennetaan uusi putki ja joka toimii vanhan putken kanssa uutena yhtenäisenä rakenteena. Näitä menetelmiä on useita ja niitä voidaan käyttää vesijohtoja ja viemäreitä saneerattaessa. Menetelmiä joita Suomessa pääsääntöisesti käytetään:

Taulukko 2. Saneerausmenetelmät.

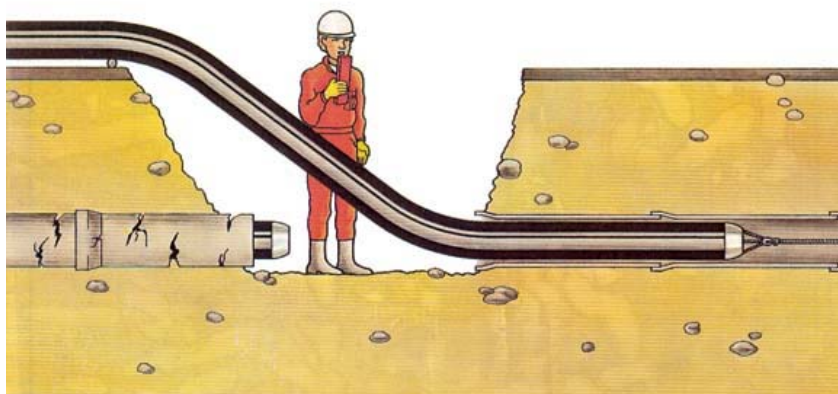
PUTKISUJUTUKSET	PAKKOSUJUTUKSET	JOUSTOSUJUTUKSET	PINNOITUKSET	MUUT MENETEMÄT
- pitkäsujutus - pätkäsujutus	- pakkosujutus	- sukkasujutus - kuristussujutus - muotoputkisujutus	- sementtilaastivuoraus - epoksinpinnointi	- elementtivuoraus - spiraalinaluhasuj. - letkusujutus - nesteinjektointi

5.4 Suomessa pääsääntöisesti käytetyt saneerausmenetelmät

5.4.1 Pitkäsujutus (*Lining with Continuous pipes*)

Yleiskuvaus

Vanhan putken sisään asennetaan yleensä vetämällä halkaisijaltaan alkuperäistä putkea pienempi putki. Materiaalina käytetään yleensä muovia, joka hitsataan yhteen puskuhitsaus- tai sähkömuhvihitsausmenetelmällä. Pitkäsujutus on yleisesti käytetty menetelmä Suomessa 1960-luvulta alkaen.



Kuva 16. Pitkäsujutus.

Käyttöalue

Käyttöalueena ovat vesijohdot ja viemärit, käytännössä kaikki koot. Maksimikokoa rajoittaa lähinnä saatavissa olevat putket.

Valmistelevat työt

Vesijohdot: Putkiosuus erotetaan verkosta työn ajaksi ja tarvittaessa järjestetään väliaikainen vedenjakelu. Putki puhdistetaan ja tarvittaessa suoritetaan kiinteiden saostumien poisto.

Viemärit: Putki huuhdellaan ja puhdistetaan irtonaisesta aineksesta ja tarkastetaan tv-kameralla. Tarvittaessa järjestetään ohituspumppaus.

Kaivanto: Sujutuksen aloituspäässä tarvittavan kaivannon koko määräytyy saaneerattavan putken syvyydestä, sujutusputken laadusta, koosta sekä ulkolämpötilasta. Viemärin sujutuskuoppa sijoitetaan esim. sellaisen tarkastuskaivon kohdalle, jossa viemärin linjaus muuttuu merkittävästi. Käytettäessä pituussuunnassa taipuisaa polyeteeniputkea voidaan viemärin sujutus tehdä tarkastuskaivosta.

Työn suoritus

Työ aloitetaan uittamalla/työntämällä vaijeri korjattavaan putkeen. Kohta, jossa putken veto suoritetaan varustetaan, vaijerirullilla ja tuetaan huolellisesti.

Putki varustetaan tarkoitukseen soveltuvalla vetopäällä, johon vaijeri kiinnitetään. Veto voidaan suorittaa vinssillä tai työkoneella.

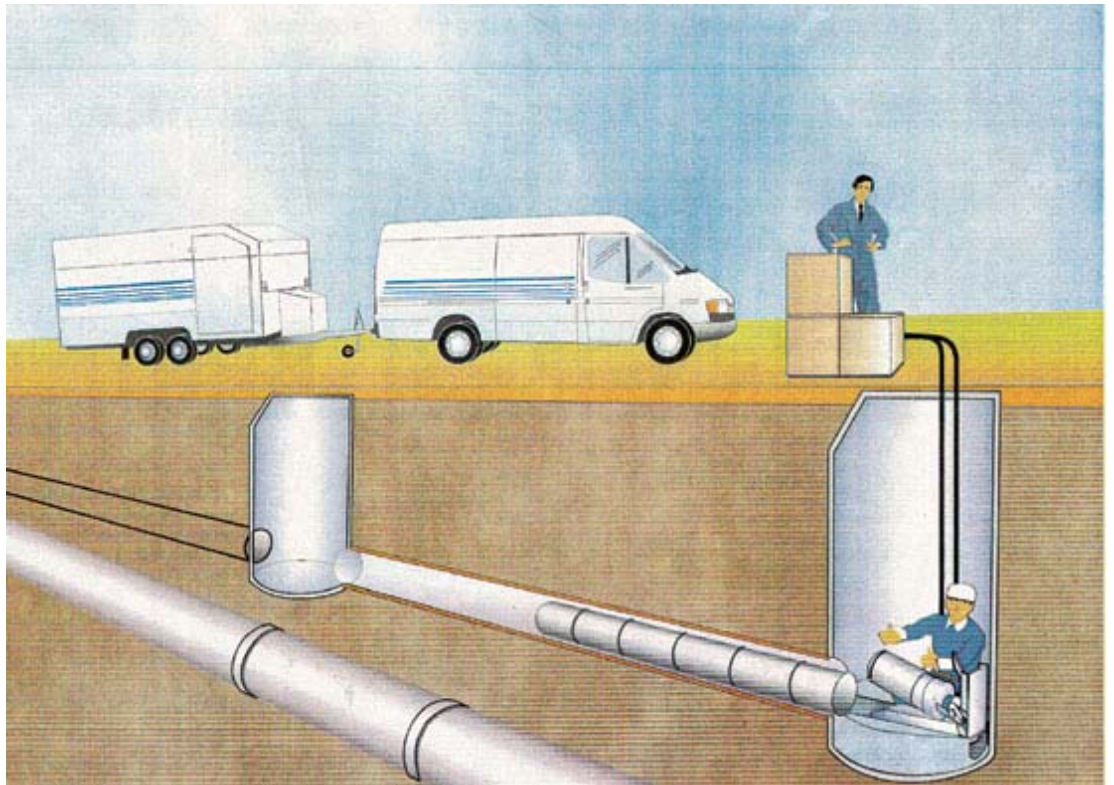
Työn aikana on varottava liian suurta voiman käyttöä, putken naarmuuntumista ja muodonmuutoksia. Yhdellä kerralla sujutettava osuus voi olla pisimmillään jopa 500 m. Viemäreissä voidaan sujuttaa useita kaivovälejä kerrallaan ja avata kaivokohdat jälkikäteen.

Putkeen liitettyjen tonttivesijohtojen, -viemäreiden ja haaravesijohtojen uusiminen on suoritettava kaivamalla liitospaikat auki. Viemäreissä joissakin tapauksissa voidaan liitoksen uusiminen tehdä korjausrobotilla sisäpuolelta. Vanhan ja uuden putken väliin jää ns. välitila joka on täytettävä, jolloin uusi putki ei pääse liikkumaan, eikä mahdollinen vanhan putken hajoaminen aiheuta yläpuolisissa rakenteissa painumia. Välitilan täyttöön voidaan käyttää kevytbetonia, vaahtobetonia, hiekkaa jne.

5.4.2 Pätkäsujutus (Lining with Discrete Pipes, Short Section Lining)

Yleiskuvaus

Vanhan putken sisään asennetaan yleensä kaivosta käsin työntämällä tai vetämällä tähän tarkoitukseen valmistettuja kumitiivisteellä varustettuja n. puolen metrin mitaisia putkia. Menetelmä on ollut yleinen Suomessa 1970-luvun alusta lähtien.



Kuva 17. Pätkäsujutus.

Käyttöalue

Viemärit: Liitostapana on kumitiivisteliitos tai muoviputkissa myös sähkömuhviliitos. Liitos on yleensä ilman putken ulkopuolista muhvia.

Vesijohdot: Menetelmää käytetään erikoistapauksissa esim. 6 metrin mittaista putkista. Muhvien ja tiivisteiden tulee olla tarkoitukseen soveltuvia.

Valmistelevat työt

Viemäri huuhdellaan ja puhdistetaan sekä tarkastetaan tv-kameralla. Ohituspumppaus järjestetään tarvittaessa. Ellei sujutusta tehdä viemärikaivosta, tarvittavan kaivannon teko riippuu sujutettavan putken pituudesta ja kaivannon syvyydestä.

Mikäli on epäilyksiä, ettei valittu putkikoko sovi saneerattavaan putkeen on syytä tehdä koeveto n. metrin mittaisella halkaisijaltaan vastaavalla putkella, jolloin nähdään, onnistuuko valittu saneerausmenetelmä.

Työn suoritus

Viemärikaivosta sujutusta tehtäessä kaivoon asennetaan työntölaite, jolla putkea työnnetään viemäriin. Vastelevyllä varmistetaan, että putken pää työntyy muhviin ennen sen sujuttamista viemäriin. Putken sujutus voidaan järjestää myös vetämällä putkijonon perästä vaijerilla seuraavasta kaivosta vinssillä.

Ensimmäisen sujutettavan putken päähän asennetaan erillinen suippeneva kärkikappale. Putkien työntöön voidaan käyttää, hydraulisen työntimen puuttuessa kaivinkonetta, traktorikaivuria tms. työkonetta.

Normaalisti vapaassa pätkäsujutuksessa tehdään kerrallaan yksi kaivoväli ja lyhyehköjä kokonaispituuksia. Kaivojen ja uuden putken välinen liitos on tiivistettävä hyvin, jottei vuotovedet pääse sitä kautta kaivoon ja viemäriin. Viemäriin suoraan kytketyt tonttiliittymät on kaivettava esiin uutta liitostyötä varten. Kaivoihin tulevat liittymät voidaan tehdä myös suoraan sujutusputkeen, tarkastusputkeen tai uuteen kaivoon.

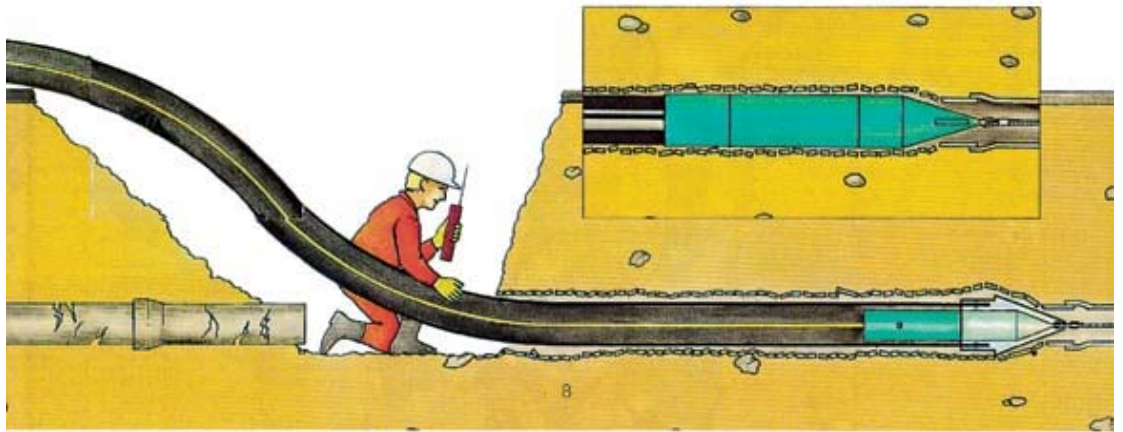
Yleensä sujutettava putki on halkaisijaltaan pienempi kuin vanha. Saneerattavaan putkeen jäävä välitila täytetään, jotta mahdollinen vanhan putken hajoaminen jälkeenpäin ei aiheuttaisi putken yläpuolisissa rakenteissa painumia.

Väli tilan täytön yhteydessä tulee varmistua siitä, ettei uusi putki pääse liikkumaan ja että se asettuu vanhan putken pohjalle jolloin alkuperäinen kaltevuus säilyy.

5.4.3 Pakkosujutus (Pipe Bursting, Pipe Cracking, Pipe Splitting, Pipe Displacement)

Yleiskuvaus

Vanha putki rikotaan ja avennetaan putkessa vedettävällä laitteella ja se korvataan uudella putkella, jonka koko voi olla sama kuin vanhan putken tai jonkin verran sitä suurempi.



Kuva 18. Pakkosujutus.

Käyttöalue

Menetelmää käytetään pääsääntöisesti vesijohtojen saneeraamiseen ja se soveltuu mm. valurauta-, muovi-, asbestibetoniputkien saneeraamiseen. Menetelmää voidaan käyttää myös viemärin saneeraamisessa.

Valmistelevat työt

Menetelmä ei vaadi putken puhdistusta. Ohituspumppaus viemäriässä on järjestettävä.

Työn suoritus

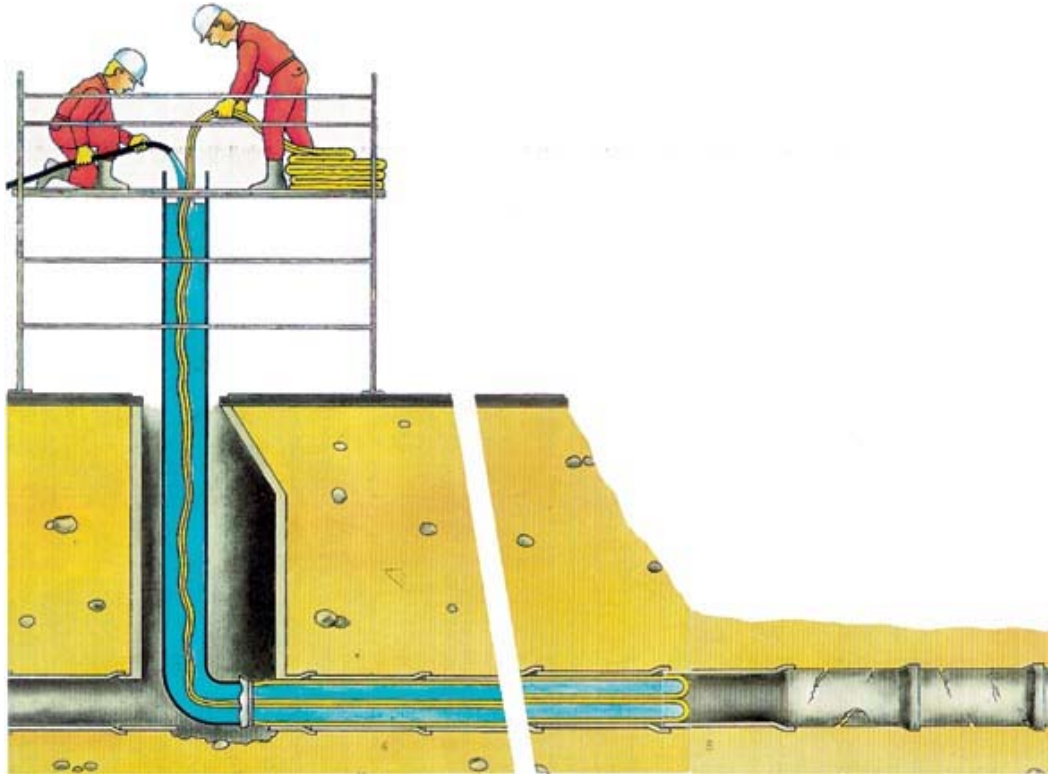
Työ edellyttää erikoishenkilöstöä ja –kalustoa. Kalustoon kuuluu mm. vetolaitteisto ja pakkosujutuslaite joka voi olla pneumaattinen tai hydraulinen. Menetelmässä olemassa olevan putken sisälle vedetään putken läpi ns. vetopää, johon on kiinnitetty uusi mahdollisesti halkaisijaltaan alkuperästä putkea suurempi putki.

Vetopäätä leikkaa putken halki ja laajentaa maassa olevaa tilaa, jolloin isompi putki on mahdollista asentaa vanhan putken paikalle.

5.4.4 Sukkasujutus (Soft Lining, Cured-in-Place Pipe/Lining)

Yleiskuvaus

Saneerattavaan putkeen sujutetaan nestemäisellä hartsilla/epoksilla kyllästetty huopakangas, joka kovetetaan kuumalla vedellä, höyryllä, ilmalla tai ultraviolettivalolla.



Kuva 19. Sukkasujutus.

Käyttöalue

Yleisesti viemärit. Yhdellä kerralla sujutettava enimmäispituus on normaalisti n. 300 m.

Valmistelevat työt

Viemäri puhdistetaan ja tv-kuvauksella varmistetaan putken kelpoisuus sukkasujutukseen. Työn aikana putken tulee olla puhdas ja kuiva, joten ohipumppaus on järjestettävä.

Työn suoritus

Sukka tuodaan yleensä valmiiksi hartsilla kyllästettynä ja kovettumista säätelevällä lisäaineella käsiteltynä, kylmäkuljetuksena tehtaalta asennuspaikalle. Viemärikaivon päälle laitetaan asennusteline ja syöttöputki, johon kiristetään renkaan avulla sujutussukan toinen pää. Sujutusputkeen johdetaan vettä tai eräissä menetelmissä paineilmaa, joka työntää ja kääntää sukan korjattavaan putkeen.

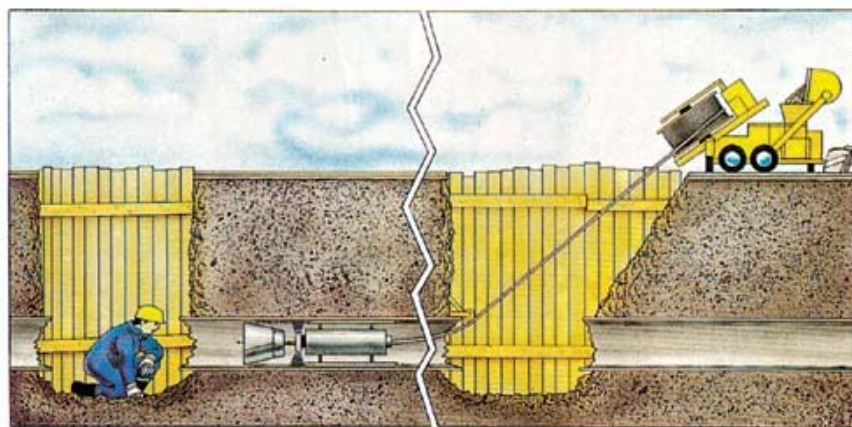
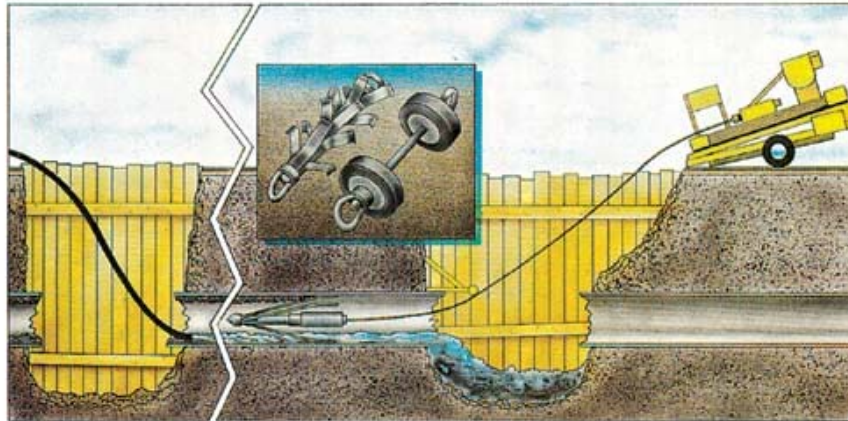
Kun koko sukka on sujutettu, lämmitetään asennuksessa käytetty vesi tai ilma ja kierrätetään se putken kautta, jotta kovettuminen alkaa. Kovettumisen tapahduttua putki jäähdytetään. Lopuksi putken päät tasataan ja laitteistot puretaan.

Menetelmän etuna voidaan pitää sitä, että vanhan putken seinämiin kiinnittynyt uusi putki toimii vanhan putken osana eikä putken halkaisija ole muuttunut kuin sukan seinämän verran.

5.4.5 Sementtilaastivuoraus (Cement Mortar Lining)

Yleiskuvaus

Putkien sisäpinnalle ruiskutetaan sementtilaastikerros. Menetelmä on vanhin vesijohtojen pinnoitustapa ja saneerauksissa käytetyin pinnoitusmenetelmä. Menetelmällä voidaan olemassa olevan johdon käyttöikää pidentää useilla kymmenillä vuosilla.



Kuva 20. Sementtilaastivuoraus.

Käyttöalue

Tätä menetelmää käytetään mm. vanhojen valurautaisten vesijohtojen sisäpuolen pinnoittamiseen. Menetelmä soveltuu valuraita ja teräsputkille vain sellaisissa maaperäolosuhteissa, missä maaperä ei ole ”aggressiivista”. Mikäli putken ulkopinnassa on korroosiota, tätä menetelmää ei ole suositeltavaa käyttää saneerausmenetelmänä. Putken sisäpintaan ruiskutettava betoni ei estä putken korroosion edistymistä, mikäli se on putken ulkopuolella.

Valmistelevat työt

Puhdistettu putki kuvataan tv-kameralla. Järjestetään tilapäinen vedenjakelu. Työ suoritetaan erillisistä kaivannoista.

Työn suoritus

Sementtilaasti valmistetaan työkohteessa normaalisti portland-sementistä ja hiekasta 1:1. Sementtilaastivuorauksessa putken sisäpintaan ruiskutetaan 3 – 8 mm paksu sementtilaastipinnoite, mikä kovettuessaan vastaa nykyisiä betonivuorattuja pallografiittivalurautaputkia (SGB). Betonin kuivumisen jälkeen työtulos tarkistetaan tv-kameralla. Putkea huuhdotaan sopivan Ph:n saavuttamiseksi vuorokausi, jonka jälkeen suoritetaan desifiointi.

5.4.6 Kuristussujutus (Swage/Swaged Lining)

Yleiskuvaus

Menetelmässä vanhan putken sisään vedetään yhtenäinen hitsattu muoviputki, joka ennen vetoa vedetään ns. puristimen läpi. Puristimen läpi vedetyn putken halkaisija pienenee väliaikaisesti. Kun putki on vedetty saneerattavan putken sisään, sen alkuperäinen muoto ja halkaisija palautuu, jolloin se puristuu kiinni vanhan putken seinämiin. Menetelmän etuna voidaan pitää sitä, että vanhan putken seinämiin kiinnittynyt uusi putki toimii vanhan putken osana, eikä putken halkaisija ole muuttunut kuin putken seinämän verran.

Käyttöalue

Menetelmää voidaan käyttää niin vesijohdon kuin viemärinkin saneeraamiseen. Vesijohdot ja viemärit kokoluokissa 50-900 mm, ensisijassa kuitenkin 100-500 mm.

Valmistelevat työt

Korjattava johto-osa erotetaan verkosta ja puhdistetaan sekä tv-kuvataan.

Kaivanto

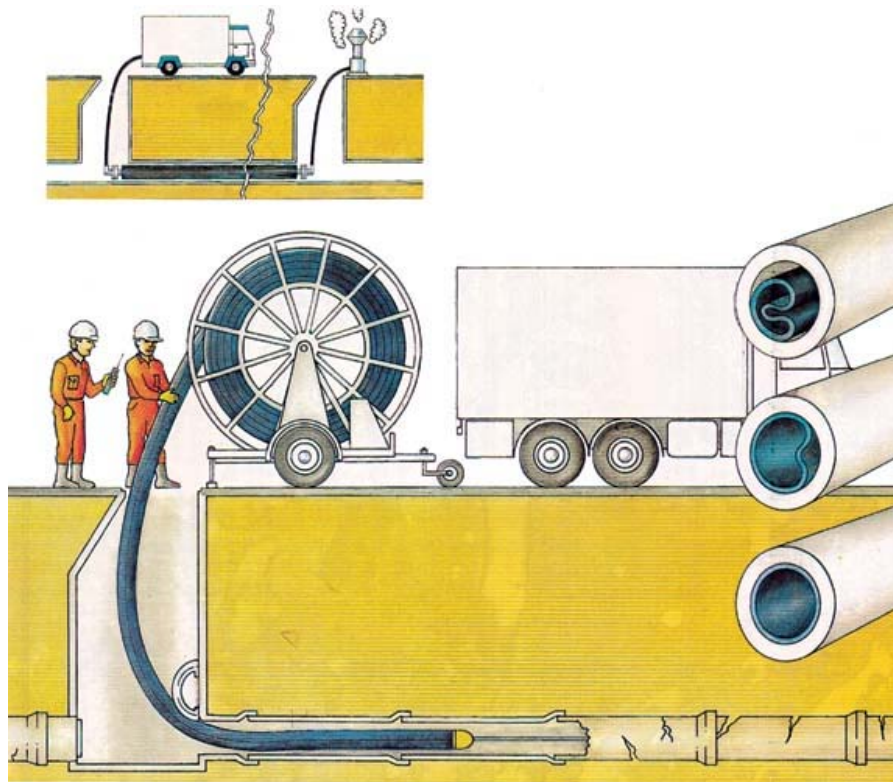
Tarvittava kaivanto on sujutus päässä samanlainen kuin pitkäsujutuksessa. Veto päässä pitää olla pienempi kaivanto tai viemäriessä tarkastuskaivo.

5.4.7 Muotoputkisujutus (Cloze-fit Lining, Fold and Form(ed) Lining)

Yleiskuvaus

Pitkäsujutuksen luonteinen menetelmä, jossa sujutusputki on taivutettu U-muotoon. Sujutuksen jälkeen putki saatetaan esim. höyryn avulla poikkileikkaukseltaan pyöreäksi alkuperäiseen kokoonsa.

- Paineettomaan ja paineelliseen käyttöön
- Valmistetaan ensin pyöreäksi (sisäinen muisti) ja jäähdytys aloitetaan
- Puristetaan U-muotoon. Jäähdytetään loppuun
- Toimitus kelalla työmaalle
- Putken muoto palautetaan pyöreäksi läpivirtaushöyrytyksellä ja paineella.



Kuva 21. Muotoputkisujutus.

Käyttöalue

Menetelmää voidaan käyttää niin vesijohdon kuin viemärinkin saneeraamiseen.

Työn suoritus

Menetelmässä vanhan putken sisään vedetään yhtenäinen hitsattu muoviputki jonka profiilia on muutettu. Jotta uusi putki saavuttaisi alkuperäisen muotonsa, sen sisään painetaan kuumaa höyryä, jolloin sen alkuperäinen muoto ja halkaisija palautuu ja uusi putki puristuu vanhan putken seinämiin kiinni.

Menetelmän etuna voidaan pitää, että vanhan putken seinämiin kiinnittynyt uusi putki toimii vanhan putken osana eikä putken halkaisija ole muuttunut kuin putken seinämän verran.

5.5 Muita korjaus ja perusparannusmenetelmiä

5.5.1 Kohdeinjektointi (Injection, Resin Injection, Sealing)

Kohdeinjektointia käytetään viemäreiden liitosten, reikien ja pintavaurioiden korjaukseen. Putken sisäpuolelta puristetaan paineella yksittäisiin vauriokohtiin polyuretaania, sementtilaastia tai kaksikomponenttimassaa.

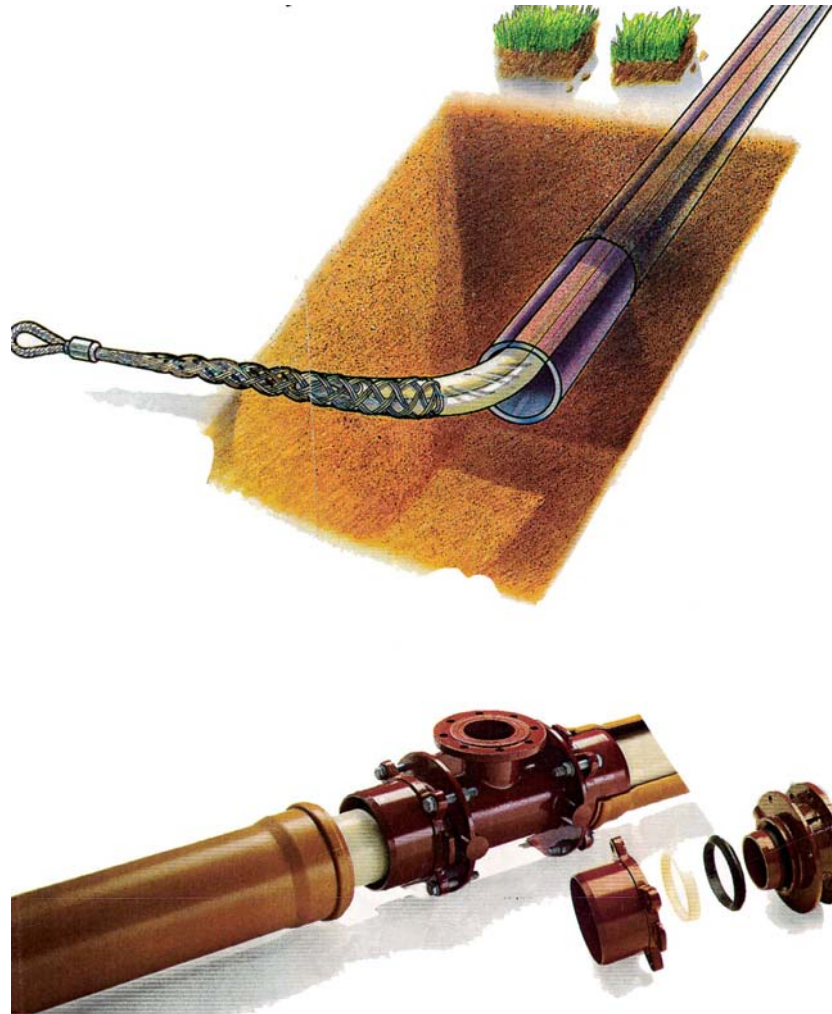
Korjattava johto-osa erotettava verkostosta työn ajaksi. Työ voidaan suorittaa viemärikaivosta. Putkeen johdetaan kauko-ohjattava laitteisto, johon kuuluu tv-laitteisto, kaksi sulikutulppaa ja niiden välillä oleva painekoelaitteisto ja injektointivarusteet.

5.5.2 Letkusujutus (Lining with inserted hose, Hose Lining)

Letkusujutuksen käyttöalueena ovat vesijohdot ja joissain tapauksissa paineviemärit. Saneerattavan putken sisään vedetään munuaismuotoon taitettu erikoisvahvistettu PE-muoviletku. Letku laajenee lopulliseen kokoonsa vesijohtopaineen avulla. Letkun ei välttämättä tarvitse tukeutua vanhaan putkeen.

Korjattava johto-osa erotetaan verkostosta työn ajaksi. Putki puhdistetaan ja tv-kuvauksella varmistetaan sujutuksen onnistuminen.

Työssä tarvitaan vetolaitteisto ja puhdistukseen puhdistustulppien syöttölaite. Sujustustyö suoritetaan vetämällä kelalla oleva letku korjattavaan putkeen. Kun tarvittavat liitokset on tehty, kytetään vesi päälle, jonka paine rikkoo letkua suojaavan kelmun ja letku laajenee täyttäen putken.



Kuva 22. Letkusujutus.

5.5.3 Tunnelointimenetelmät

Menetelmä uuden putken asentamiseksi maaperään ohjattavalla laitteistolla tai hydraulisesti työntämällä. Tunnelointimenetelmää voidaan käyttää menetelmästä riippuen vesijohtoihin ja viemäriin.

Menetelmät ovat:

- ei-ohjattavat menetelmä
 - maa-ainesta syrjäyttämällä tai poistamalla
- ohjattavat menetelmät
 - poralaitemenetelmä
 - puristusputkimenetelmä
 - jysintämenetelmä.

5.5.4 Nesteinjektointi (*Injection with liquids, Chemical Stabilization*)

Suljettu johto-osuus täytetään peräkkäin kahdella nesteellä, jotka reagoivat toisiinsa ja maaperään tiivistäen vuotokohdat. Menetelmää voidaan käyttää viemäreiden liitoksiin, reikiin ja halkeamiin.

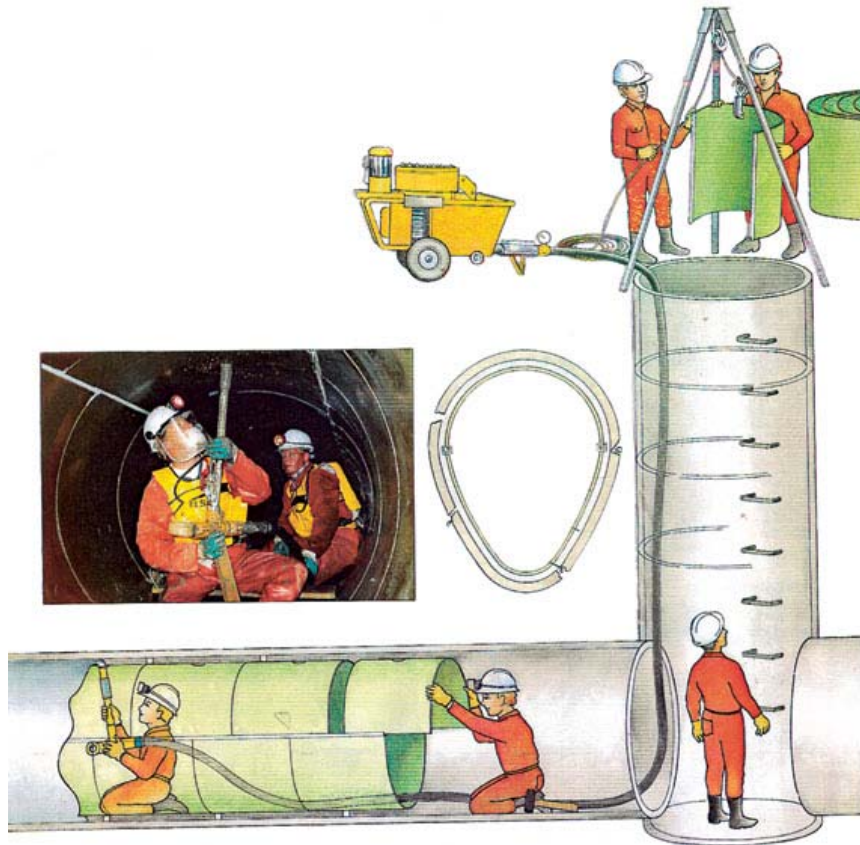
5.5.5 Spiraalinauhasujutus (*Spiral Lining, Spirally Wound Liners*)

Spiraalinauhasujutusta käytetään viemäreiden kokoluokissa 100-2500 mm. Työ tehdään taipuisasta PVC-nauhasta paikanpäällä muodostettava kierrelitosputki sujutetaan korjattavaan putkeen. Välitila injektoidaan.

5.5.6 Elementtivuoraus (*Segmental Lining*)

Esivalmistetuilla elementtisegmenteillä suoritettava putken panelointi. Poikkileikkauksissa vähintään kaksi pituussuuntaista saumaa. Myös poikkisuuntaisia saumoja tulee olla. Materiaalina on yleensä lisäaineistettu lasikuitu.

Käyttöalueena vesijohdoista gravitaatio/raakavesikanavat ja –tunnelit. Viemäreistä suuriläpimittaiset kokoluokasta 900 mm ylöspäin.



Kuva 23. Elementtivuoraus.

5.5.7 Epoksinnoitus (Epoxy Lining)

Epoksinnoitusta käytetään pääasiassa vesijohdoissa mutta joskus viemäreissäkin. Kyseessä on pinnoitusmenetelmä, jossa putken sisäpinnalle ruiskutetaan kaksikomponenttimassasta muodostuva kalvo.

5.5.8 Sementtilaastivuoraus sisäpuoleista muottia käyttäen

Sementtilaastivuoraus on menetelmä, jossa sisäpuolista letkumuottia käyttäen injektoidaan putken pinnalle sementtilaastikerros. Sementtilaastin annetaan kovettua 13-30 tuntia lämpötilasta riippuen jonka jälkeen muottisukka poistetaan ja tehdään tarvittavat liitostyöt.

6 UUSIMINEN

Verkostolle ja sen kunnossapidolle asetetaan erityisiä vaatimuksia, jotta sille asetettu jopa sadan vuoden käyttöikä saavutetaan.

Verkoston täydennysrakentaminen on ollut varsin laajamittaista. Sen kannalta tämä asettaa omat vaatimuksensa lähinnä verkoston välityskyvyn kannalta. Koska nykyinen verkosto on yleensä mitoitettu olemassa olevaa tilannetta varten voi täydennyskaavoitus aiheuttaa verkoston uusimistarpeen. Tällöin vanha verkosto korvataan välityskyvyltään paremmalla putkella. Vanhan putken rinnalle voidaan myös rakentaa uusi putkiyhteys, joka täydentää vanhan putken välityskykyä.

Verkoston uusiminen voidaan toteuttaa niin kaivamalla kuin kaivamatta toteutettavalla menetelmällä. Uusimiseen käytettävä menetelmä valitaan kohteen suunnitteluvaiheessa. Menetelmän valintaan vaikuttavat mm. kohteen sijainti, maanalaiset rakenteet, liikennemäärät, kadun luonne (kokooja- ja asuntokatu).



Kuva 24. Maanalaisia rakenteita.

ISO 14001 on ympäristöjärjestelmään perustuva standardi, missä on asetettu tavoitteeksi mm. luonnonvarojen käytön vähentämisen sekä liikenteelle aiheutettujen haittojen minimointi. Nämä seikat vaikuttavat myös verkoston uusimispäätöksen sekä –menetelmän valintaan.

6.1 Uusiminen kaivamatta

Kaivamatta tapahtuvia menetelmiä on useita. Menetelmän valintaan vaikuttavat pääsääntöisesti maaperäolosuhteet. Erilaisille maaperäolosuhteille on kehitetty useita menetelmiä. Useita menetelmiä on kokeiltu ennakkoluulottomasti ja niistä on saavutettu varsin hyviä tuloksia.

Vesijohdon/viemärin uusimisen luokitellaan toiminnaksi, missä vanha rakenne poistetaan käytöstä.

6.1.1 Vaakaporaus

Vaakaporausmenetelmässä kivettömään maaperään (siltti, savi, hiekka yms.) porataan ns. pilottireikä vetotankoineen, jolloin saadaan selvitettyä voidaanko kyseistä menetelmää käyttää uuden putken asentamiseen. Mikäli pilottireiän teko onnistuu suunnitellusti, vedetään vetotankojen avulla porattuun reikään putki ns. vetopään avulla. Vetopään tehtävänä on avartaa putkelle riittävän suuri reikä maaperään jotta uusi putki voidaan syntyneeseen reikään asentaa. Vedon yhteydessä maaperään ruiskutetaan bentoniittia, jotta putkea ympäröivä maaperä vahvistuisi ja pintajännitys putken ja maan välillä pienenesi. Kitka putken ja maan välillä aiheuttaa pahimmillaan asennustyön epäonnistumisen.

6.1.2 Tunkkaus (Vasaraporaus)

Menetelmää voidaan käyttää uuden vesijohdon sekä viemäreiden uudisrakentamiseen. Tällä menetelmällä maaperään joka sisältää suuria kiviä ja lohkareita tunkaan suojaputki, minkä sisään asennetaan uusi vesi- tai viemäriputki. Suojaputken sisään asennettava putken ympärille asetetaan ns. keskittämisenrenkaat, jolloin putki asettuu suojaputken sisään haluttuun asemaan.

6.1.3 Mikrotunnelointi

Mikrotunneloinnin avulla voidaan vaikeissakin olosuhteissa toteuttaa putken asentaminen. Kallioon/maaperään porataan reikä, mihin uusi putki asennetaan.

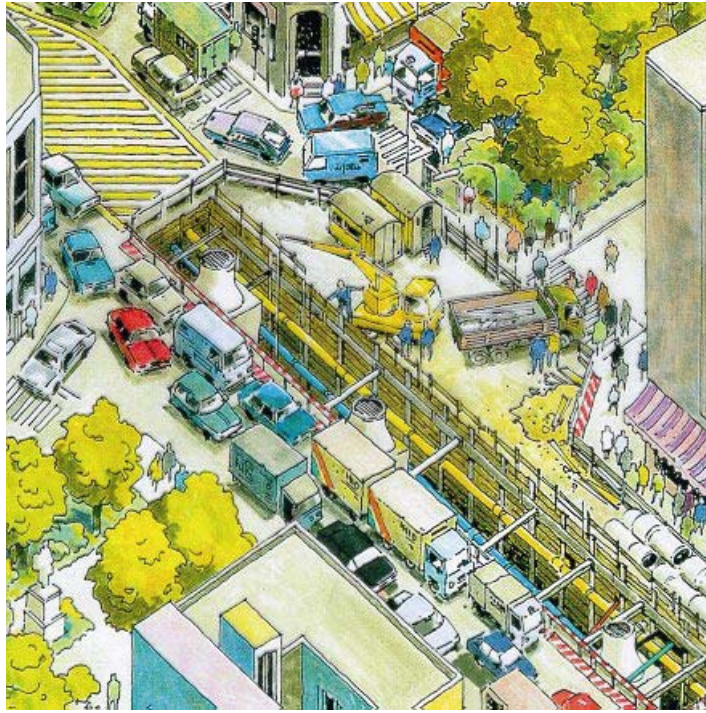
6.1.4 Pakkosujutus

Pakkosujutuksen avulla vanha putki rikotaan ja se korvataan uudella putkella. Menetelmää voidaan käyttää vesijohtojen ja viemäreiden uusimiseen.

6.2 Uusiminen kaivamalla

Vesijohto- ja viemäriverkon uusiminen kaivamalla aiheuttaa mm. seuraavanlaisia haittoja:

- liikennehaitat mittavat
- liikkeet, kaupat, toimistot kärsivät työn aikaisista häiriöistä
- ihmisten suhtautuminen usein kielteistä.



Kuva 25. Vesijohdon ja viemäreiden uusimisesta aiheutuneesta liikennehaitasta.

Verkostojen uusiminen Tampereella toteutetaan pääsääntöisesti katusaneerauksen yhteydessä. Tällöin sekä verkosto- että katusaneerauksen aiheuttamat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi, sillä liikenne joudutaan ohjaamaan korvaavia reittejä pitkin. Kaivamalla toteutettu verkoston uusiminen tulee kyseeseen myös katualueen ulkopuolella, jolloin kaivaminen ei yleensä aiheuta kohtuutonta haittaa lähialueelle.

Taulukko 3. Saneerausmenetelmien käytettävyyden sopivuus vesijohdoille ja viemäriputkille.

	Menetelmäkuvaus	Vesijohdot	Viemärit	Huomioitavaa
NoDig-menetelmät				
Putkisujutukset	Pitkäsujutus yhtenäisellä putkella (PE-putki)	Hyvin yleinen	Hyvin yleinen	Halkaisija pienee materiaali-vahvuuden verran
	Pätkäsujutus yhteen liitettävillä putkilla (PE- ja betoniputket)	Ei sovellu	Hyvin yleinen	Halkaisija pienee materiaali-vahvuuden verran
Joustosujutukset	Sukkasujutus, paikallaan kovetet-tavat putket	Vähän käytetty	Yleinen	Halkaisija pienee materiaali-vahvuuden verran
	Muotoputkisujutus (PE- ja PE/PVC-putket)	Yleistyvää	Yleistyvää	Halkaisija pienee materiaali-vahvuuden verran
	Kuristussujutus (PE-putket)	Vähän käytetty	Vähän käytetty	Halkaisija pienee materiaali-vahvuuden verran
Pinnoitukset	Sementtilaastivuoraus	Yleinen	Ei käytetty	Sisäpuolisen kor-roosion vaurioit-tamille
	Epoksinpinnoitus	Erittäin vähäi-nen	Ei käytetty	Sisäpuolisen kor-roosion vaurioit-tamille
Muita mene-telmiä	Elementtivuoraus	Ei käytetty	Erittäin vähäi-nen	Suurille putkille
	Spiraalinauhasujutus	Ei sovellu	Erittäin vähäi-nen	
	Letkusujutus	Vähän käytetty	Ei sovellu	Pieni halk. putkille
Uusiminen kaivamatta	Pakkosujutukset rikkomalla vanha putki	Yleistyvää	Yleistyvää	Putken halk. voi-daan kasvattaa
	Tunnelointi (vaakapora-us/tunkkaus)	Yleistyvää	Yleistyvää	
Uusiminen kaivamalla	Uuden putken asennus	Yleinen esim. kadun korj. yhteydessä	Yleinen esim. kadun korj. yhteydessä	
Paikalliset kor-jaukset	Injektointi	Ei sovellu	Vähän käytetty	
	Korjaus muhveilla (ulko- ja sisä-puoliset)	Yleinen	Vähän käytetty	

7 TOTEUTUS

7.1 Toteuttamistavan valinta

Verkostojen saneeraustöiden suoritus voidaan tehdä omajohtoisesti organisaation omalla työvoimalla tai ostopalveluna urakoimalla. Toteuttamistavan valintaan vaikuttavat mm. seuraavat seikat:

- oman työvoiman kapasiteetti ja osaaminen
- kalusto
- työllisyyskysymykset
- oman rakentamisen kustannustaso
- markkinatilanne
- työn luonne, koko ja suoritus aika
- suunnittelun taso
- valmius rakennuttamiseen.

7.2 Urakalla toteuttaminen

Julkisia hankintoja koskeva lainsäädäntö ei sinänsä velvoita kuntaa toteuttamistavan valinnassa, mutta jos kilpailutetaan, on toimittava hankintalainsäädösten mukaisesti. Lain piiriin kuuluvat kaikki julkisoikeudelliset yhteisöt samoin kuin niiden määräysvallassa olevat erillisorganisaatiot kuten rakennuttajakonsultit.

Hankintalainsäädösten lisäksi rakennuttamishankkeissa on syytä noudattaa myös RT ohjetiedoston ”Rakennusalan urakkakilpailun periaatteet” (RT 16-10182) mukaisia ”pelisääntöjä”.

7.3 Urakan valmistelu

7.3.1 Hanketta koskevat suunnitelmat

Urakoinnin kulmakiviä, tilaajan halutun lopputuloksen tärkein mielenilmaisuus, ovat suunnitelmat ja niihin liittyvät selostukset. Hyvä suunnitelma on perusteellisen suunnittelun lopputulos, josta tulee löytyä kaikki tarjouslaskennassa ja rakentamisessa tarvittava tieto.

7.3.2 Muut osapuolet

Suunnittelun alkaessa on tarkistettava työalueella olevien muiden rakenteiden ja laitteiden omistajilta/haltijalta

- alueella olevien laitteiden ja johtojen nykyinen kunto ja uusimistarve
- siirtotarpeet ja siirtoajankohta
- työjärjestelyt em. töiden yhteydessä
- urakan yhteydessä mahdollisesti tehtävät muut työt
- laitteen omistajan itsensä tekemät työt
- urakkaan liitettävät työt
- kustannus- ja valvontavastuu.

Edellä mainituilla seikoilla voi olla urakan rajauksen, aikataulun ja luonteen kannalta huomattava merkitys.

7.3.3 Urakan rajaus

Urakka tulee rajata niin, että siitä muodostuu teknisessä mielessä järkevästi ja taloudellisesti suoritettava työkokonaisuus. Rajausten tulee olla selvästi ja ristiriidattomasti esitettyjä. Urakkaan tulisi kuulua aina jokin rakentamisen "pääsuoriteala", jonka perusteella työn luonne ja urakan rajat muodostuvat esim:

- maarakennus- ja louhintatyö
- päällystetyö
- johtotyö
- putkistosaneeraus
- hoito/ylläpitotyö.

Rajausta ei tule tehdä niin, että kokonaistavoite jaotellaan esim. sellaisiin osiin, joissa lopputuloksen laadun vastuurajaukset eivät ole selvät.

7.3.4 Urakka-ajan määrittely

Urakka-ajan määrittelyssä tulee ottaa huomioon töiden sopivuus kesä/ talvitöiksi tai isoissa urakoissa töiden jatkuminen vuodenajasta huolimatta. Urakan kokonaisajan on mahdollistettava toteutus tasaisilla resursseilla. Suuret vaihtelut työmaan vahvuudessa ovat kustannuksia lisäävä tekijä.

Urakka-aika on valittava realistisesti, sillä se vaikuttaa kustannuksiin ja työn laatuun. Urakka voidaan ajallisesti jakaa välitavoitteilla, ottaen huomioon, että käytetään vain todellisia välitavoitteita ja välitavoitteet palvelevat työkokonaisuutta ja työjärjestystä järkevästi.

7.3.5 Urakkamuodon ja maksuperusteen valinta

Urakkamuodon valintaan vaikuttaa paitsi teetettävän työn ominaisuudet myös rakennuttajan valmiudet valvoa eri urakkamuotoja. Valinnan tulos on yhdistelmä urakoitsijan suoritusvelvollisuudesta, urakan maksuperusteista ja urakoitsijoiden välisistä alistussuhteista. Valinnassa pyritään hyödyntämään eri urakkamuotoihin liittyvät mahdollisuudet ja jakamaan niihin liittyvät riskit.

Urakkamuodot

Suunnittele ja rakenna urakka (SR-urakka): Urakoitsija vastaa varsinaisen rakennustyön suorittamisen ohella myös sovitusta osasta suunnittelua ja hankkeen kokonaiskoordinoinnista tilaajan antamien lähtötietojen pohjalta. SR-urakassa voidaan kilpailuttaa laatua, jolloin tilaajan antaa tarjouspyynnössä hinnan ja paras tarjoussuunnitelma voittaa tai edullisuutta, jolloin paras hinta/laatusuhde voittaa.

Kokonaisurakka: Urakoitsija vastaa kohteen rakentamisesta kokonaisuudessaan ja on sopimussuhteessa mahdollisiin aliurakoitsijana toimiviin erikoistöiden suorittajiin. Suunnittelu sen sijaan on kokonaisuudessaan tilaajan vastuulla. Urakkamuoto on käytetty saneeraushankkeissa.

Jaettu urakka: Tilaaja on suorassa sopimussuhteessa samanaikaisesti suoritettaviin eri töiden urakoitsijoihin. Yleensä rakennustyö on jaettu pääurakkaan ja sivu-urakoihin, mutta rakennuttaja voi itsekin tai toimia päätoteuttajana ja vastata töiden yhteensovittamisesta, jolloin kaikki työhön osallistuvat urakoitsijat ovat sivu-urakoitsija asemassa.

Alistettu sivu-urakka: Tilaajaan sopimussuhteessa oleva urakoitsija on maksusuhdetta lukuun ottamatta alistettu pääurakoitsijana toimivalle urakoitsijalle.

Osa urakka: Työt on paloiteltu joko paikallisesti tai ajallisesti eri urakoihin. Tällöin yleensä jokainen urakoitsija "ajallaan" toimii päätoteuttajana.

Työnjohtourakka: Urakoitsija asettaa tilaaja käytettäväksi sopimuksessa määritellyn suoritusorganisaation ja kaluston. Työtä koskevat hankintasopimukset tehdään rakennuttajan nimiin.

Projektinjohtourakka: Jaottelu ei ole selvä, vaan sen sisältö riippuu kunkin projektinjohtosopimuksen yksilöllisistä ehdoista ja tehtäväsisällöistä. Varsinaisessa projektinjohtourakassa projektinjohtourakoitsija tekee hankinnat nimiinsä ja vastaa urakoitsijoidensa työstä tilaajalle.

Lopputuotevastuu-urakka: Periaatteena on, että urakoitsija vastaa rakennesuunnittelun ja toteutuksen lisäksi ylläpidosta sovittun ajan (esim. 5-10 vuotta), jonka jälkeen työ luovutetaan tilaajalle.

Maksuperusteet

Kokonaishintaurakka: Urakoitsija saa etukäteen sovittun kokonaiskorvauksen sopimuksessa määritellyn työn suorittamisesta, jolloin kustannusriski on urakoitsijalla.

Yksikköhintaurakka: Vastikkeen suuruus määräytyy tehtyjen työmäärien perusteella etukäteen sovittuja yksikköhintoja käyttäen, jolloin hintariski on urakoitsijalla, mutta määräriski rakennuttajalla.

Laskutyöurakka: Tilaaaja maksaa urakoitsijalle työn kaikki välittömät toteutuskustannukset ja lisäksi erilliskorvauksena sovittun laskutyöpalkkion, jolloin kustannusriski on rakennuttajalla.

Tavoitehintaurakka: Määritellään ennakolta ohjeellinen urakkahinta, tavoitehintaa, jonka alitukset tai ylitykset jaetaan sopijapuolten kesken sopimuksessa lähemmin yksilöidyllä tavalla, jolloin kustannusriski on jaettu sopijapuolten kesken. Tavoitehintaa voi olla myös sidottu aikaan, jolloin alittavalta urakka-ajalta maksetaan lisähinta ja ylittävältä ajalta peritään sakkoa.

Urakan toteutustavan valintaan vaikuttaa paitsi teetettävän työn ominaisuudet ja suunnitelmien valmiustilanne myös rakennuttajan valmiudet valvoa eri urakkamuotoja. Valinnan tulos on yhdistelmä urakoitsijan suoritusvelvollisuudesta, urakan maksuperusteista ja urakoitsijoiden välisistä alistussuhteista. Valinnassa pyritään hyödyntämään eri urakkamuotoihin liittyvät mahdollisuudet ja minimoimaan niihin liittyvät riskit. Sopimus- ja urakkamuodon valintaan vaikuttavia näkökohtia ovat:

- suunnitelmien valmiusaste
- työn laajuus ja kesto
- toteuttamiseen liittyvät tekniset riskit
- toteuttamisvuodenaika

- vallitseva taloudellinen tilanne, kustannuskehityksen ennustettavuus, alan yrittäjien kilpailutilanne jne.

7.3.6 Hankintamenettelyt

Julkisen yhteisön toimiessa tilaajana kilpailuttamisen tulee tapahtua hankintalainsäädännön mukaisesti. Lain mukaan hankinnassa on käytettävä hyväksi olemassa olevat kilpailumahdollisuudet ja hankinnat tehtävä mahdollisimman edullisesti. Hankinta saadaan tehdä ilman tarjouskilpailua vain erityisestä syistä, jotka on lueteltu hankinta-asetuksessa.

Avoin menettely: Tarjouspyynnöstä ilmoitetaan julkisesti, EU-hankinnassa myös julkiset hankinnat lehdessä, jolloin kaikki halukkaat voivat saada tarjousasiakirjat tarjouksen tekemiseksi.

Rajoitettu menettely: Tilaaja valitsee ne toimittajat, joilta pyytää tarjoukset. Olennaista on, että tarjouksia pyydetään niin monelta tarjoajalta, että riittävä kilpailu syntyy. Tarjouksia on syytä yleensä pyytää vähintään 5 yrittäjältä. Huomattava on, että mikäli joku muu kuin tilaajan ennakkoon valitsema urakoitsija haluaa osallistua kilpailuun, hänelle on annettava siihen mahdollisuus, mutta hankinta ei saa tämän takia viivästyä. Tarjouskilpailusta voidaan sulkea pois sellainen ehdokas, jolla ei voida katsoa olevan teknisiä tai taloudellisia edellytyksiä hankinnan toteuttamiseksi tai joka on laiminlyönyt verojen tai lakisääteisten maksujen suorituksen. Tällaiselle tarjoajalle on pyynnöstä annettava tieto hylkäämisen perusteista.

Neuvottelumenettely: Tilaaja käy neuvotteluja niin monen tarjouksentekijän kanssa kuin kilpailunäkökohdat ja hankinnan kokonaisvaikutukset, edullisuus sekä toimittajien tasapuolinen kohtelu vaativat. Neuvottelumenettelyyn voidaan siirtyä, jos ei ole saatu tarjouksia, tarjoukset eivät ole vastanneet tarjouspyynnön ehtoja tai tarjoukset eivät sovellu hankintaan.

Suorahankinta: Hankinta suoritetaan ilman tarjouskilpailua. Hankintalainsäädännön mukaan urakkakilpailua ei tarvitse järjestää jos kysymys on pienehköstä

työstä, lisätyöstä, tarjouskilpailun järjestämisestä aiheutuisi kohtuuttomat kulut, odottamaton, muusta kuin hankintayksikön omista toimenpiteistä johtuva kiire, tuotetta tai osaamista ei ole muualta saatavissa.

7.3.7 Tarjouspyyntöasiakirjat

Tarjouspyyntöasiakirjoihin kuuluu (yleisesti)

- yleiset sopimusehdot (YSE 98)
- tarjouspyyntö
- ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset
- urakkaohjelma ja turvallisuusasiakirja
- urakkarajaliite
- tarjouslomake
 - o määrä- ja mittaluettelot
 - o muutostöiden yksikköhintaluettelo
- työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset
- piirustukset
- yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset
- vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden yleinen työselostus (VSY 95)
- kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys
- kunnallisteknisten töiden määramittausperusteet.

Lisäksi tarjouspyyntöasiakirjoihin voidaan liittää päämassaluettelo (kokonaishintaurakat), työaikatauluehdotus, rakennuttajan toimittamien materiaalien toimitusaikataulu ja ehdotus maksuerätaulukoksi.

Tarjouspyyntökirjeessä esitetään mm. seuraavat tarjouksen jättämiseen liittyvät asiat:

- tarjouspyynnön kohde ja käytettävä urakkamuoto ja maksuperuste
- asiakirjaluettelo, joihin tarjouksen tulee perustua
- hyväksyttävät tarjouksen jättämistavat ja paikka sekä viimeinen jättöaika
- lisätietojen antajat yhteystietoineen

- tarjouksen antamista koskevat määräykset (tarjouslomakkeet, liiteasiakirjat, kuten selvitykset yhteiskunnallisten velvoitteiden täyttämisestä, työkohtaiset laatusuunnitelmat)
- tarjousten arvosteluperusteet
- tarjousten käsittely ja niiden julkisuus
- vaihtoehtoisten tarjousten anto
- tarjousten voimassaoloaika
- pyyntöasiakirjojen palautus.

Ne kaupalliset asiat, joilla on merkitystä vielä tarjousten käsittelyn jälkeen, on tarkoituksenmukaisinta esittää urakkaohjelmassa.

7.4 Urakkakilpailun järjestäminen

7.4.1 Tarjoajien valinta

Rajoitetussa urakkakilpailussa tarjoajat valitaan tilaajan toimesta. Tarjoajien valinnassa lähtökohtana on päätoiminen alan yrittäjä, joka omaa tekniset ja taloudelliset edellytykset työn tekemiseksi. Tarjoajan taloudellisen tilan tulee olla vakaa ja työn suuruuden oikeassa suhteessa urakoitsijan mahdollisuuksiin. Viime vuosina on käyttöön tullut avoin tarjouskilpailu, jossa kaikki halukkaat voivat saada tarjouspyyntöasiakirjat ja halutessaan tarjota.

7.4.2 Tarjousaika ja lisätietojen antaminen

Tarjousaika riippuu tarjousajankohdasta, hankkeen laajuudesta, erikoistöiden- ja hankintojen määrästä sekä urakkamuodosta. Tarjousaika vaihtelee yleensä 2 - 6 viikkoon. Pienissä ja yksiselitteisissä urakoissa, jotka eivät vaadi erityisiä laskenta-asiakirjoja, laskenta-aika on 1-2 viikkoa. Tavanomaisissa kunnallisteknisissä urakoissa 2-3 viikkoa ja määrälaskentaa vaativissa urakoissa laskenta-ajan tulee olla vähintään 3 viikkoa. Heinäkuuta ei tule käyttää laskenta-aikana mikäli

tarjouksenantomahdollisuuksia ei ole etukäteen selvitetty. Lisätietojen antaminen ja antaja yhteystietoineen tulee ilmoittaa tarjous- pyyntöasiakirjoissa. Työkohteen esittely on myös eräs lisätietojen antotilaisuus. Tilaajaa sitovat lisätiedot on annettava kirjallisina kaikille tarjoajille. Työkohteen esittely voidaan hoitaa joko sopimuksen mukaan tai ennalta sovittuna aikana.

7.4.3 Tarjousten vastaanotto ja voimassaolo

Tarjous toimitetaan tilaajalle tarjouspyynnössä ilmoitettuun määräaikaan mennessä. Eri toimittamistapojen (posti, telekopio, henkilökohtainen tuonti) varalle on järjestettävä tarjousten vastaanotto siten, että voidaan todeta määräaikaan mennessä tapahtunut tarjouksen jättö. Mikäli tilaaja hyväksyy telekopiotarjouksen tulee menettelytavat esittää tarjouspyyntöasiakirjoissa. Tarjousten käsittelyä silmälläpitäen on tarjouspyyntöön syytä sisällyttää aika, minkä tarjousten on oltava voimassa yli viimeisen jättöpäivän. Määräajan asettamisella varmistetaan tarjoajien sitoutuminen siinäkin tapauksessa, että käsittelybyrokratia kestäisi arvioitua kauemmin.

7.4.4 Tarjousten käsittely ja vertailu

Tarjoukset säilytetään avaamattomina avaus tilaisuuteen saakka. Myös telekopiona tai muutoin vastaanotetut tarjoukset säilytetään niistä selkoa ottamatta samoin kuin kirjekuorissa jätetyt tarjoukset. Tarjouksista avataan tai käsitellään vain ne, jotka on toimitettu tarjouspyynnössä esitetyllä tavalla. Tarjoukset ovat sitovia avaustilaisuuden alkamishetkestä lähtien. Avaustilaisuudesta pidetään pöytäkirjaa.

Tarjousten vertailukelpoisuus voidaan yleensä varmistaa pyytämällä tarjous valmiille tarjouslomakkeelle. Tarjouksista tarkastetaan laskutoimitukset ja sisältääkö ne tarjouspyynnön vastaisia ehtoja sekä onko tarjoajat antaneet vaihtoehtoisia tarjouksia. Tarjouspyynnöstä poikkeavia ehtoja sisältävän tarjouksen hylkääminen on perusteltua, jos näitä (aika, laatu, poikkeavat materiaalit ja työmenetelmät) sisältävän tarjouksen saattaminen vertailukelpoiseksi on työlästä tai mahdotonta. Vaihtoehtoisen tarjouksen hyväksymisen ehtona on, että kaikilla tarjouksen tekijöillä on

ollut yhtäläinen mahdollisuus sellaisen tekemiseen. Tarjouksen hylkäämisen syyt on vaadittaessa esitettävä tarjoajalle.

Hyväksymiskelpoisista tarjouksista tehdään tarjousvertailu taloudellisesti ja teknisesti edullisimman tarjouksen löytämiseksi. Jos hinnan lisäksi on muita kilpailuperusteita, kuten laatu, rakennusaika, saneerausmenetelmä on näitä käytettävä tarjousten vertailussa tarjouspyynnössä esitetyn mukaisesti. Periaatteena on turvata urakoitsijoiden tasapuolinen ja yhdenvertainen kohtelu. Tarjoukset eivät ole julkisia ennen kuin joku tarjouksista on hyväksytty ja lopullinen sopimus syntynyt.

7.5 Sopimuksen synty

7.5.1 Urakkaneuvottelut

Urakkaneuvotteluilla varmistetaan yhteisymmärrys suorituksen sisällöstä, sovitaan maksueristä, tarkastetaan vakuudet ja vakuutukset sekä valmistellaan urakkasopimusasiakirjat. Urakkakilpailun periaatteiden mukaan tilaajan ja tarjoajan ei tule neuvotella keskenään urakkatarjoushinnan ja/tai suoritusvelvollisuuden muuttamisesta muutoin kuin tarjouksen saattamiseksi vertailukelpoiseksi.

7.5.2 Tarjouksen hyväksyminen

Kun urakoitsijan tarjouksen hyväksymistä koskeva päätös on tehty, tulee se saattaa mahdollisimman nopeasti urakoitsijan tietoon. Julkishallinnossa päätös on lähetettävä kaikille tarjouksen antaneille muutoksenhakuosoituksineen. Sekä oikaisuvaatimuksen tekemiseen kunnan toimielimelle (kuntalaki 88-100 §) että vireillepanohakemuksen tekemiseen kilpailuneuvostolle (hankintalaki 9 §) on aikaa 2 viikkoa päätöksen tiedoksisaannista tai 3 viikkoa päätöksen postituspäivästä. Tänä aikana tarjoajilla on viranomaisten toiminnan julkisuutta koskevan lain mukaan asianaisina oikeus tutustua tarjouksiin, vaikka ne eivät olekaan julkisia, mutta heitä koskee vaitiolovelvollisuus muitten antamien tarjousten sisällöstä. Kilpailuneuvos-

tolla on mahdollisuus kumota tarjouksen hyväksymispäätös, keskeyttää kilpailuttaminen tai velvoittaa hankinta kilpailuttamaan uudestaan. Jos urakkasopimus on jo tehty, voi kilpailuneuvosto määrätä hyvitysmaksua. Tarjoaja voi saattaa hankintapäätöksen myös käräjäoikeuden tutkittavaksi vahingon- korvauskanteella.

7.5.3 Sopimus

Urakkasopimus voidaan tehdä 21 päivän päästä siitä, kun urakoitsijat ovat saaneet siitä tiedon. Sopimus tehdään kahtena samansisältöisenä kappaleena joiden liiteasiakirjat vastaavat toisiaan ja laaditaan siten, että se vastaa liitteenä olevien asiakirjojen sisältöä. Sopimuksessa käytetään rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaisia ja muutoin rakennuslalla yleisesti käytettyjä käsitteistöjä. Sopimuksen laadinnassa on erityisesti huomattava, että yleisistä sopimusehdoista poikkeavat määräykset mainitaan sopimuksessa kuin myös urakoitsijan tarjouksessa antamat ehdot ja poikkeamat tarjouspyyntöön. Maksuerätaulukko laaditaan tarjouspyynnön mukaisin perustein niin, että se on oikeassa suhteessa työsuoritukseen ja että maksuerät suoritetaan vain tehdystä työstä, ei tavaratoimituksista työmaalle tai varastoon.

Urakkasopimuskaavakkeella käsitellään yleensä seuraavat asiat:

- sopijapuolet ja muut osapuolet
- urakoitsijan suoritusvelvollisuus
- työmaan johtotehtävistä, työmaapalveluista ja työsuojelusta vastaavat
- sopimusasiakirjat ja niiden keskinäinen pätevyysjärjestys
- tilaajan hankinnat
- laadunvarmistus
- urakka-aika, välitavoitteet, viivästyssakot takuu-aika, vakuudet ja vakuutukset
- urakkahinta ja sen maksaminen, hintasidonnaisuudet
- tilausvaltuudet
- riitaisuuksien ratkaiseminen.

Mikäli urakkasopimuksen sijasta käytetään tilausmenettelyä, pitää tilauksesta ilmetä samat asiat kuin urakkasopimuksessa. Lisäksi on vaadittava urakoitsijalta

tilausvahvistus. Urakkasopimuksen tai tilauksen tekemisen jälkeen kaikki hankintaan liittyvät asiakirjat ovat viranomaisten toiminnan julkisuutta koskevan lain mukaan julkisia.

7.6 Työn valvonta

7.6.1 Valvonnan tarve

Valvonnalla tilaaja haluaa varmistaa tuotannon laadun siten, että urakan lopputuloksena syntyy haluttu, sopimuksen mukainen tuote sekä varmistaa, että työ suoritetaan hyvää rakennustapaa sekä viranomaismääräyksiä, lakeja ja normeja noudattaen. Urakoitsijan tulee olla yhteistyökumppani, jonka avulla rakennuttaja saa haluamansa tuotteen. Työn toteutumisen valvontaa suorittavat valvojan lisäksi suunnittelija, materiaalitoimittajat, aliurakoitsijat, viranomaiset sekä ennen kaikkea urakoitsija itse. Vastuu valvonnan tapahtumisesta ja onnistumisesta on kuitenkin tilaajalla.

Valvonnan tarve, valvontaorganisaatio, määräytyy mm. seuraavien urakkakohtaisten ominaisuuksien perusteella:

- urakan laajuus (suuri/pieni)
- urakan luonne (vähän työvaiheita/ monialainen/erikoistyö)
- urakkamuoto (laskutyö/kvr)
- urakoitsija (yhteistyökykyisyys/luotettavuus)
- aikataulu (tiukka/löysä).

Valvontatyö sisältää aina tietyn määrän hallinnollisia tehtäviä, jotka ovat yleensä riippumattomia urakan koosta. Valvontaa suunniteltaessa ja valvontaresursseja varattaessa, on muistettava teknisen valvonnan ohella myös hallinnollinen valvonta ja sen vaatimat tehtävät ja resurssit. Valvonnan tarve urakan eri vaiheissa vaihtelee. Valvontapanos tulee kohdistaa lopputuotteen kannalta keskeisiin työvaiheisiin.

7.6.2 Valvojan pätevyys, esteellisyys ja vastuu

Tilaajan puolesta urakkasuoritusta valvovat pätevät valvojat (YSE 60 §). Valvoja on rakennuttajan edustaja ja luottamusmies rakentamiseen liittyvissä teknisissä, taloudellisissa ja juridisissa kysymyksissä. Hyvän tilaajan, valvojan, piirteitä ovat vakiintuneet toimintatavat, eri urakoitsijoiden tasapuolinen kohtelu, kehittyneet asiakirjat, asiallinen ja ammattitaitoinen valvonta ja ajallaan tapahtuvat maksusuo-ritukset. Valvojalla tulee tehtävänsä hoitamisessa olla riittävä ammatillinen pohja-koulutus ja monipuolinen alan kokemus. Valvoja on esteellinen hoitamaan valvon-tatehtävää jos hän tai hänen lähisukulaisensa on riippuvuussuhteessa urakoitsijaan tai jos hänen ratkaisuihistaan on odotettavissa hyötyä hänelle tai hänen sukulaisel-leen. Valvonta ei rajoita eikä vähennä urakoitsijan sopimuksenmukaista vastuuta (YSE 62 §). Valvojan vastuu muutoin määräytyy työsopimuslain ja työsopimuk-sen mukaan jos valvoja on työsuhteessa tilaajaan. Valvojan valtuudet voivat olla organisaatiosta johtuen erilaiset. Jos valvojana on itsenäinen yritys, esim. rakennutta-jakonsultti, yleinen vastuu määräytyy toimeksiantosopimuksen mukaan (KSE 1995, kohta 3). Toimeksiantosopimuksessa tulee valvojan ja rakennuttajan tehtävät ja vas-tuut määritellä. Urakoitsijalle valvojan oikeudet tulee ilmoittaa heti urakan käynnis-tyessä.

7.6.3 Valvontasuunnitelma

Yleisten sopimusehtojen hengen mukaan valvontatyön tulee olla virheitä ennalta eh-käisevää, työsuoritusta edistävää ja suunnitelmallista. Valvontasuunnittelun tulee lähteä periaatteesta, että ensisijaisesti valvotaan toimittajan ja/tai urakoitsijan tuotanto-prosessin laatua ja sen kykyä tuottaa haluttua laatua. Valvontasuunnitelma on hanke-kohtainen. Sekä tilaajan että urakoitsijan kannalta kallein tapa aikaansaada kulloinkin haluttua laatua, on vaatia sitä tarkastusten ja korjausten kautta. Valvontasuunni-telmassa tulee ottaa huomioon työmaavalvonnan, laadunvalvonnan ja työn hallinnol-lisen läpiviennin kannalta tarvittavat resurssit, menettelytavat ja vastuut.

7.6.4 Eri osapuolten välinen yhteistyö

Urakoitsijan ja tilaajan välillä vallitseva myötävaikutusvelvollisuus edellyttää, että osapuolet informoivat toisiaan urakan aikana havaitsemistaan työsuoritukseen liittyvistä asioista. Valvojan tulee varmistaa, että urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluva yhteyksien pito työssä esiintulleisiin eri osapuoliin on hoidettu. Valvojan rooli korostuu erityisesti silloin kun kolmannet osapuolet voivat toiminnallaan vaikuttaa urakan etenemiseen, aikatauluun ja laatuun.

7.6.5 Työmaapäiväkirja ja työmaakokoukset

Työmaan johtovelvollisuuksista vastaavan urakoitsijan on huolehdittava (ellei toisin sovita), että työmaalla pidetään työmaapäiväkirjaa (YSE 75 §). Valvoja kuittauksellaan osoittaa saaneensa työmaapäiväkirjan tiedoksi. Valvojan merkintöjen on oltava perusteltuja, yksilöityjä ja yksiselitteisiä. Päiväkirjamerkintöjä ei saa 'unohtaa' vaan otettava esille mahdollisimman pian joko työmaakokouksessa tai muussa tarkastuksessa ja hoidettava ne 'pois päiviltä'. Työmaapäiväkirjan tiedoilla tulee työn päätyttyä pystyä luotettavasti ja yksiselitteisesti selvittämään työn kulku yleisesti sekä laatuun, aikaan ja kustannuksiin liittyvät seikat. Työmaakokouksessa voidaan ottaa käsiteltäväksi mikä tahansa rakennustyöhön liittyvä asia. Sopimuksen sisältöä ja sopimusehtoja ei voida työmaakokouksessa muuttaa. Työmaakokouksesta on pidettävä pöytäkirjaa, jonka molemmat allekirjoittavat. Tilaajan edustaja on puheenjohtajana ja erikseen sovittu henkilö sihteerinä. Työmaakokouspöytäkirja vastaa kirjallista ilmoitusta (YSE 66 §).

7.6.6 Katselmukset

Siinä tapauksessa, että jompikumpi sopijapuolista haluaa joko rakennusaikana tai sen jälkeen saada jonkin rakennussuoritukseen liittyvän seikan tai olosuhteen pätevästi todetuksi, rakennuskohteessa toimitetaan katselmus, ellei asia ole muutoin

selvitettävissä (YSE 65 §). Katselmuksista laaditaan pöytäkirja, jonka sopijapuolet allekirjoittavat.

Suunnitelmakatselmus: Todetaan suunnitelmien valmius, sovitaan niiden toimitus-aikataulusta ja selvitetään ristiriitaisuudet.

Aloitus- ja lopetus katselmus: Todetaan työmaan ja lähiympäristön olosuhteet ennen töiden aloitusta ja niiden loputtua.

Kiinteistökatselmus: Selvitetään niiden kiinteistöjen, joihin rakennustyö saattaa vaikuttaa, kunto ennen ja jälkeen työn. Vaativimmissa kohteissa tämä on syytä antaa ulkopuolisen konsultin tehtäväksi.

Työvaihekatselmus: Todetaan jonkin työvaiheen suorituksen sopimuksenmukaisuus. Tämä on tärkeätä tehdä sellaisten työsuoritusten osalta, jotka seuraava vaihe peittää ja joissa käytetty työtapo ja materiaalit ovat myöhemmin kalliita selvittää.

Poikkeavien olosuhteiden katselmus: Todetaan olosuhdepoikkeamat sopimusasia-kirjoissa tai tutkimustuloksissa esitetyistä ja niiden vaikutus urakkahintaan ja urakka-aikaan sen sopijapuolen aloitteesta, joka katsoo etunsa sitä vaativan.

Välikatselmus: Selvitetään, onko välitavoitteet saavutettu.

7.6.7 Taloudellinen valvonta

Taloudellisen valvonnan tarkoituksena on varmistua, että maksut ovat sopimuksen mukaisia, että tilattavat työt ovat oikein ja sopimuksen periaatteiden mukaisesti hinnoiteltu sekä estää arvaamattomien kustannusten syntyminen. Yksikkö-hintaurakoissa määrien mittaaminen (YSE 67 §) muodostaa työllistävän ja tärkeän tehtävän. Valvojan tulee vastata määramittauksesta ja määramittaus- perusteiden tulkinnasta. Myös muissa kuin määräperusteisissa urakoissa tulisi urakan eräänä lopputuloksena saada toteutuneita määrätietoja.

7.6.8 Muutostyöt

Useimmiten urakan aikana tulee esiin kysymys muutostöistä (YSE 43 §) ja/tai lisätöistä (YSE 46 §). Muutos- ja lisätyöt voivat olla välttämättömiä tai harkinnanvaraisia, jolloin tarkastellaan niiden tarkoituksenmukaisuutta. Tuotesuunnitelmien ja/tai tuotantosuunnitelmien kehittäminen on erotettava muutostöistä.

Myös muutostöitä on pyrittävä ennakoimaan, koska näin mahdollistetaan suunnitelmien täydentäminen tai hankinta eikä ajauduta aikataulussa kriittiselle polulle. Muutostöissä on aina selvitettävä ennen työn aloittamista tarpeellisuus, kiireellisyys, vaikutus urakka-aikaan, vaikutus työn laatuun, vaikutus massamääriin, vaikutus kustannuksiin ja vaikutus urakan kokonaishintaan.

7.7 Työn vastaanotto

7.7.1 Yleistä

Vastaanottotarkastuksessa on todettava, onko aikaansaatu työntulos sopimusasiakirjojen mukainen (YSE 71 §). Vastaanottotarkastukselle järjestetään sellaiset olosuhteet, että urakan lopputulosta voidaan tarkastella ainakin silmämääräisesti. Urakan suorituksessa on pyrittävä siihen, että työ on täysin valmis vastaanottotarkastuksessa. Mahdolliset puutteet todetaan ennakkotarkastuksissa ja ne korjataan vastaanottotarkastukseen mennessä. Vastaanottotarkastuksessa erilaiset selvitykset, kokeet ja yhteenvedot tulee olla valmiina ja osapuolten tarkistamia. Urakan aikana tehtyjen (urakoitsijan ja tilaajan) laadunvalvontatoimenpiteiden tulokset kootaan hankkeen laatuyhteenvedoksi.

7.7.2 Laadunarvostelu

Laadunvalvonta on menettelytapojen, tuotantomenetelmien, olosuhteiden, tuotteiden ja palveluiden jatkuvaa tarkkailua ja laadunvarmennusta sekä tarkastusten tulosten

analysointia siten, että tarkkailun ja tarkastusten tulosten nojalla voidaan jatkuvasti todeta, täyttääkö tuote sopimuksen vaatimukset. Laadunvarmistus käsittää kaikki suunnitellut ja järjestelmälliset toimenpiteet, jotka ovat tarpeen riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että tuote tai palvelu täyttää asetetut laatuvaatimukset.

Tilaajalla tulee olla pysyvät menettelytavat laadunvalvonnassa ja -arvostelussa, joka on koko urakan pituinen tapahtumaketju, ei pelkästään vastaanottoon liittyvä yksittäinen tapahtuma. Laadunarvostelun lähtökohtana on, että laatuvaatimukset on asiakirjoissa esitetty. Vaatimusten on oltava yksiselitteiset ja mitalliset. Laatuvaatimusten tulee olla myös kohtuudella saavutettavissa. Laadunvalvontaa suoritetaan kelpoisuuden toteamisen edellyttämällä tavalla. riittävästi ja systemaattisesti. Laadunarvostelu perustuu asetettujen vaatimusten ja saatujen tulosten vertailuun ja sitä suoritetaan samalla tavalla kaikissa urakoissa eikä laatupoikkeamia jätetä huomioimatta. Laadunvalvonnan tehtävänä on myös sekä urakoitsijan että tilaajan huomion kiinnittäminen eri teknisten ratkaisujen toimivuuteen ja kunnossapidon kannalta tärkeisiin asioihin.

7.7.3 Taloudellinen loppuselvitys

Taloudellisessa loppuselvityksessä selvitetään sopijaosapuolten väliset tilisuhteet (YSE 73 §). Taloudellisessa loppuselvityksessä todetaan urakkasumma, muutostyöt, arvonalennukset, sakot, hyvitykset, pidätykset, indeksikorotukset, valuuttakurssien aiheuttamat muutokset, mahdollinen jako eri maksajien kesken ja kolmansien osapuolten vaatimukset. Lisäksi sovitaan maksamattomien erien maksamisesta. Kolmansien osapuolten vaatimukset tulee aina yksilöidä vaatimusten laadun, vahingon määrä ja vahingon jatkokäsittelyn osalta.

7.8 Takuuaika

7.8.1 Takuutarkastus ja takuukorjaukset

Takuutarkastus (YSE 74 §) on pidettävä aikaisintaan kuukautta ennen takuuajan päättymistä ja viimeistään kuukausi takuuajan päättymisestä. Takuutarkastuksessa selvitetään takuuaikana ilmenneet viat ja puutteet. Takuutarkastus noudattaa vastaanottotarkastuksen menettelytapoja ja periaatteita. Mikäli takuu aika päättyy sellaisena vuodenaikana, että tarkastuksen tekeminen on mahdotonta ennakoidaan tarkastusajankohta ja mahdolliset korjaustoimet sellaiseen vuodenaikaan, jossa ne ovat mahdollisia suorittaa.

Takuutarkastuksessa määrätään korjaustoimenpiteet ja aika johon mennessä korjaukset on tehtävä. Urakan sopimusasiakirjat koskevat myös takuukorjauksia. Usein on kuitenkin syytä kirjata myös korjaustapaa koskevia ohjeita. Takuutarkastuksesta laaditaan pöytäkirja (vrt. työmaakokouspöytäkirja). Korjaustöiden tultua suoritetuksi pidetään jälkitarkastus, josta laaditaan pöytäkirja.

7.8.2 Vastuu takuuajan jälkeen

Urakoitsija vastaa (YSE 30 §) takuuajan jälkeenkin 10 vuoden ajan vastaanotto-tarkastuksesta lukien niistä virheistä ja puutteista, joita tilaaja ei ole kohtuudella voinut havaita vastaanottotarkastuksessa tai takuuaikana, ja jotka tilaaja osoittaa johtuneen urakoitsijan:

- törkeästä laiminlyönnistä
- täyttämättä jääneestä suorituksesta
- laadunvarmennuksen olennaisesta laiminlyönnistä.

KIRJALLISUUTTA

1. Kiinteistöjen tonttivesijohtojen ja -viemäreiden saneeraus, KTVVS -tutkimus 2001. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. Helsinki 2002.
2. Yhdyskuntatekniikan verkostojen nykytila ja saneeraus-tarve, YVES -tutkimus 1992. Ympäristöministeriö 1992. Selvitys 4 1992.
3. RIL 124-2 Vesihuolto II. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Helsinki 2004.
4. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerauksen suunnittelu. Suomen kaupunkiliitto. Helsinki 1991.
5. Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraus. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. Luonnos 7.5.2004.
6. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95. Ympäristöministeriö – Suomen Kuntaliitto – Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. Helsinki 1995.
7. Viemäreiden TV-kuvauksen tulkintaohjeet. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. Helsinki 2005.